

BIOLOGISCHE
UNTERSUCHUNGEN

NEUE FOLGE

V.

W 3509



BIOLOGISCHE
UNTERSUCHUNGEN

VON

PROF. DR GUSTAF RETZIUS

NEUE FOLGE

V.

MIT 27 TAFELN



STOCKHOLM
SAMMÉN & WALLÉN

STOCKHOLM
GERDRETT IN 1894
CENTRAL-DRUCKERIE
1912

BERLIN
K. FRIEDLÄNDER & SOHN

MEINEM FREUNDE

FRIDTJOF NANSEN

DEM KÜHNEN UND AUSGEZEICHNETEN FORSCHER

AUF DEN GEBIETEN DES CENTRALEN NERVENSYSTEMS

UND

IN DEN POLARREGIONEN DER ERDE

GEWIDMET.

VORWORT.

Der vorliegende V. Band enthält hauptsächlich die Ergebnisse von Untersuchungen, die ich schon vor Jahren ausgeführt habe, zu deren Abschluss resp. Veröffentlichung ich aber erst in diesem Winter Gelegenheit fand. Wie von mir früher hervorgehoben worden ist, habe ich während mehrerer Jahre mit der Golgi'schen Methode eingehend gearbeitet und in Genuß die schönen Entdeckungen von GOLGI, RANON Y CAJAL, VON KOLLERER, VON LEINROSSER und VAN GUERICHTEN auf verschiedenen Gebieten des centralen Nervensystems bestätigt und theilweise erweitern können. Von diesen meinen Untersuchungen habe ich bis jetzt nur diejenigen veröffentlicht, welche die Kleinhirnrinde, das Riechorgan, das Gehörorgan, das Geschmacksorgan, die sensiblen Nervenzendigungen und die Nerven der Milz und der Niere betreffen, sowie ausserdem nur einige kürzere Mittheilungen über die Elemente der Grosshirnrinde und die Ependymzellen gegeben.

In dem vorliegenden Bande werde ich nun diese letzteren Themen, nämlich die *Cajal'schen Zellen der Grosshirnrinde* und die *Ependymzellen*, etwas eingehender behandeln.

Ferner gebe ich eine kurze Darstellung meiner schon vor mehreren Jahren ausgeführten Untersuchungen über die erste Entwicklung der nervösen Elemente des Rückenmarks beim Vogelchryso, die v. A. die schönen Untersuchungen von GOLGI, RANON Y CAJAL und VON LEINROSSER bestätigen. Ich thue dies in Anbetracht der weittragenden Bedeutung, welche diese Frage hat, und da es noch hervorragende Forscher giebt, die sich gegen die neuen Lehren reservirt verhalten, so dass noch eine Bestätigung derselben nicht überflüssig sein dürfte.

Ausserdem habe ich in diesem Winter ein mittelst der Golgi'schen Methode bisher kaum behandeltes, mit dem vorigen zusammenhängendes Thema bearbeitet, nämlich die *Elemente der Centralregion der Telencephale*.

Sodann füge ich einige Beiträge zur Kenntnis der *Nerven der Ovarien und Hoden*, sowie einige andere kürzere Mittheilungen bei.

Ebenso theile ich hier eine Untersuchung über den *sphärischen Iridus* mit, die ich schon vor mehreren Jahren ausgeführt habe. Ich hoffte zwar, auch mittelst der Golgi'schen Methode die betreffenden Nervenzendigungen in der Iris nachzuweisen zu können, doch ist mir dieses bisher nicht in befriedigender Weise geglückt, und ich ziehe es daher vor, den Aufsatz in der alten Form zu veröffentlichen, zumal die dazu gehörigen Tafeln schon seit Jahren gestochen sind.

Endlich gebe ich hier eine Mittheilung über die Form des *Gehirns von Myxine*, deren Kenntnis gewissermassen noch in mehrere Hinsicht ein desideratum der vergleichenden Anatomie ist.

Ausser den positiven Ergebnissen konnte ich hier noch einiges über die negativen Erfolge mehrerer Untersuchungen mittheilen. So habe ich mir z. B. viele Mühe gegeben, um das *Nervensystem der Neustola* mittelst der Golgi'schen Methode zu demonstrieren. Alle meine zu diesem Zwecke — bei *Asaris nugalophylla* und *hirsutioides*, sowie bei *Oxyria* — angestellten Versuche sind aber bisher erfolglos geblieben.

Stockholm, im April 1893.

GUSTAF RETZIUS.



INHALT.

	Seite
1. Die Cajal'schen Zellen der Grosshirnrinde beim Menschen und bei Säugethieren. Tafel I—IV	1
2. Studien über Ependym und Neuroglia. Tafel V—XIII	9
1. Ependym und Neuroglia bei den Cyclostomen. Tafel V—VII	15
2. Bei Knochenfischen. Tafel VIII, Fig. 1—4	18
3. Bei den Amphibien. Tafel IX	20
4. Bei Vögeln. Tafel VIII, Fig. 5—8	21
5. Bei Säugethieren. Tafel X	22
6. Beim Menschen. Tafel XI—XIII	24
3. Die nervösen Elemente im Rückenmarke der Knochenfische. Tafel XIV	27
4. Ueber die Nerven der Ovarien und Hoden. Tafel XV	31
5. Weiteres über die Endigungsweise des Gehörnerven. Tafel XVI und Tafel XVII, Fig. 1—4	35
6. Kleinere Mittheilungen von dem Gebiete des Nervensystems und der Sinnesorgane	39
I. Ueber das Epithel des Sulcus spiralis cochlear. Tafel XVII, Fig. 4—8	39
II. Ueber die Nervenendigungen in den Zähnen bei Amphibien. Tafel XVIII	40
III. Zur Kenntniss der Nervenendigungen in den Lungen. Tafel XIX, Fig. 1—4	41
IV. Zur Kenntniss der Nerven der Lymphknoten. Tafel XIX, Fig. 7	42
7. Zur Kenntniss vom Bau der Iris. Tafel XX und XXI	45
8. Zur Kenntniss der ersten Entwicklung der nervösen Elemente im Rückenmarke des Hühchens. Tafel XXII und XXIII	48
9. Das Gehirn und das Auge von Myxine. Tafel XXIV—XXVI	55
1. Das Gehirn. Tafel XXIV und XXV	55
2. Das Auge. Tafel XXVI	64
10. Ueber Gesmacksknospen bei Petromyzon. Tafel XXVII	69



DIE CAJAL'SCHEN ZELLEN DER GROSSHIRNRINDE BEIM MENSCHEN UND BEI SÄUGETHIEREN.

Tafel I—IV.

In der äussersten Schicht der Grosshirnrinde, der sog. zellenarmen Schicht (1. Schicht von MEYNERT, zellenfreier Rindensaum von STIEDA, *Stratum moleculare*), hat man zwar in späterer Zeit das Vorkommen von Nervenzellen erwähnt, doch war man über ihre Gestalt und sonstiges Verhalten sehr im Unklaren.

In SCHWALBE'S trefflichem Lehrbuch der Neurologie, welches den Standpunkt der Wissenschaft seiner Zeit (1881) im Ganzen sehr genau darstellt, wird betreffs dieser Frage folgendes geäussert: Die zellenarme Schicht besteht überwiegend aus der fein reticulirten Grundsubstanz (Hornspongioss), die an Karminpräparaten, abgesehen von den Kernen der durchtretenden Blutgefässe, nur vereinzelte Kerne resp. einzelne kleinste eckige Nervenzellen erkennen lässt; ausserdem wird sie von feinen Nervenfasern durchzogen, die aus der folgenden Schicht hervortreten, und enthält Ausläufer der Spitzfortsätze der tiefer liegenden Pyramidenzellen; in ihrer äussersten Lage findet man endlich die zuerst von KÖLLIKER entdeckte dünne Schicht eines Geflechtes feiner markhaltiger Nervenfasern parallel der Oberfläche ausgebreitet.

In seiner grundlegenden Monographie¹ schlägt GOLGI vor, die bekannte MEYNERT'sche Eintheilung der Grosshirnrinde in 5 Schichten auf 3 zu beschränken. Die äusserste, *Strato primo o superficiale*, besteht, sagt er, fast ausschliesslich aus kleinen Pyramidenzellen, doch finden sich hier auch in spärlicher Anzahl die als rund und polygonal bezeichneten Zellen; auf seiner betreffenden Tafel sieht man in der äussersten Rindenschicht (*Strato connettivo superficiale*) Neurogliazellen mit zahlreichen sternförmig ausstrahlenden Fortsätzen; weiter unten findet man die kleinen Pyramidenzellen u. s. w.

MARTINOTTI² zeichnet in der nach aussen von den Pyramidenzellen belegenen Schicht ebenfalls keine anderen Zellen als Neurogliazellen ab.

Im Jahre 1890, am Ende desselben, behandelte RAMÓN Y CAJAL in einer vorläufigen Mittheilung³ die Structur der Grosshirnrinde. Hier beschrieb er, beim Kaninchen, zum ersten Male in genauer Weise die merkwürdigen Nervenzellen der äussersten Rindenzone. Er unterschied hauptsächlich zwei Formen derselben, die *Células poligonales* und *Células fusiformes*. Diese beiden Zellenformen senden ihre Fortsätze in tangentialer Richtung aus, die letztere hauptsächlich nach vorn und hinten hin; auch kommen trianguläre Zellen vor. CAJAL unterscheidet bei diesen Zellen sowohl Protoplasmafortsätze wie Axencylinderfortsätze, von denen die letzteren sich wiederholt theilen und ihre Individualität verlieren. Da CAJAL bald nachher eine ausführlichere Darstellung der fraglichen Elemente veröffentlichte, gehe ich nicht weiter auf seine vorläufige Beschreibung ein.

¹ CAMILLO GOLGI, Sulla sua anatomia degli organi centrali del sistema nervoso, 1885.

² C. MARTINOTTI, Beitrag zum Studium der Hirnrinde und dem Centralnervengang der Nerven. Internat. Monatschrift für Anatomie und Physiologie, Bd 7, 1899.

³ R. RAMÓN Y CAJAL, Textos de las relaciones cerebrales de los miembros inferiores. Nota preliminar. Gaceta médica Catalana del 15 de diciembre 1890.

Bald nachher bestätigte ich¹ (beim Kaninchen) das Vorhandensein der von CAJAL entdeckten polygonalen und spindelförmigen Ganglienzellen der äussersten Zone der Grosshirnrinde. Zu gleicher Zeit beschrieb ich aber noch in derselben Zone der Hirnrinde des Menschen (d. 8-monatlichen Foetus) eine sehr eigenthümliche Art von Zellen, die von dem mehr oder weniger senkrecht gelagerten Zellkörper theils nach der Oberfläche hin dickere Fortsätze schicken, theils auch eine Anzahl seitliche Fortsätze abgeben, die gewissermassen gairundenartig in tangentialer (horizontaler) Richtung verlaufen und während des oft in weiten Bahnen fortgesetzten Verlaufes feinere Aeste aussenden, die mehr oder weniger vertical nach der Oberfläche hin ziehen, um in der Regel etwas knopfförmig verdickt frei zu endigen. Ich konnte damals diese sonderbaren Zellen nicht als Nervenzellen erkennen, sondern fasste sie als eine Art eigenthümlicher Neurogliazellen auf, obwohl ich ihre Differenz von den Neurogliazellen der Hirnrinde anderer Säuger (Hund, Kaninchen) nicht übersah.

Kurz nachher erschien die ausführlichere Darstellung CAJAL'S.² Er betont, dass frühere Forscher, wie MEYNER, HENLE, SCHWALBE, KRAUSE, RANVIER, TOLDT und KAHLER, OBERSTEINER u. a. in der äussersten, der sog. zellenarmen Schicht Zellen erwähnt haben, die sie als stern- oder dreieckig auffassten. Die späteren Forscher aber, die sich der Golgischen Färbungsmethode bedient hatten, wie GOLGI, MOSCINO, EDINGER und MARTINOTTI, haben diese Zellen ausgeschlossen, weil sie die fraglichen Elemente wahrscheinlich als Neurogliazellen betrachtet haben und weil diese sich schwer imprägniren lassen. Bei einige Tage alten *Kaninchen* sowohl wie bei der *Maus*, der *Ratte* und der *Katze* von entsprechendem Alter war es aber CAJAL gelungen, diese Zellen der äussersten Rindenschicht mit der schnellen Golgischen Methode zu färben. Er unterschied nun unter ihnen drei Arten: 1:o die polygonalen Zellen mit einem einzigen Axencylinderfortsatz, 2:o die pluripolaren spindelförmigen Zellen und 3:o die pluripolaren triangularen oder unregelmässigen Zellen. Die *polygonalen* Zellen sind wenig zahlreich und unregelmässig in der ganzen Dicke der Molecularschicht zerstreut; sie sind polygonal oder sternförmig und mit 4, 5 oder mehr variösen und verästelten Protoplasmafortsätzen versehen. Diese Fortsätze verlaufen nach allen Richtungen, bis zur freien Hirnoberfläche sowohl als bis zur Schicht der kleinen Pyramidenzellen hin. Der Axencylinderfortsatz geht in der Regel von der Seite des Zellkörpers, seltener von dessen oberen oder unteren Theilen aus; er verläuft bald horizontal, bald aufsteigend, und er verzweigt sich, indem er eine grosse Anzahl feiner, variöser Fäserchen entstehen lässt, deren Richtung variabel, oft aber der Oberfläche parallel ist; diese Fäserchen bleiben in der Molecularschicht und endigen frei. Die *spindelförmigen Zellen* sind klein und sehr ausgezogen; sie sind in horizontaler Richtung von vorn nach hinten angeordnet; ihre zwei Protoplasmafortsätze gehen oppositipol aus und verlaufen weite Strecken in gestreckter Anordnung, um sich endlich nach der Oberfläche hin umzubiegen und frei zu endigen; während des horizontalen Verlaufes geben sie collaterale Protoplasmäste ab, die ebenfalls in der äussersten Zone der Molecularschicht zu endigen scheinen. Diese Zellen haben zwei oder drei Axencylinderfortsätze, die weit vom Zellkörper entfernt von den Protoplasmafortsätzen entspringen. Von den beiden Protoplasmafortsätzen geht je ein Axencylinderfortsatz aus, gerade dort, wo jene Fortsätze nach aussen hin umbiegen. Die Axencylinderfortsätze verlaufen eine weite Strecke in tangentialer Richtung und geben hier und da vertical nach der Oberfläche hin aufsteigende, frei endigende kollaterale Aeste ab. Zuweilen trifft man noch einen überzähligen, von einem Protoplasmafortsatz entspringenden Axencylinderfortsatz, der sich etwa wie die anderen beiden verhält. Die *triangulären Zellen* sind dicker und zahlreicher als die beiden anderen Zellarten; sie besitzen einen dreieckigen Zellkörper und drei grobe und sehr lange, fast geradlinige und wenig verzweigte Protoplasmafortsätze, von denen zwei horizontal oder schief verlaufen und nach der Oberfläche hin zu steigen tendiren; der dritte geht nach unten und theilt sich bald in zwei sehr lange, bogenförmig oder horizontal verlaufende Aeste; mehrere Variationen kommen vor. Die Anzahl der Axencylinderfortsätze beläuft sich auf 2, 3, 4 oder noch mehr. Sie entspringen stets von den Protoplasmafortsätzen, während des Verlaufes derselben, und steigen nach der Oberfläche hin, verzweigen sich wiederholt und biegen in die tangentiale Richtung ein; einige Aeste scheinen mit kurzen, variösen Enden frei zu endigen; die Ausdehnung dieser Aeste ist indessen so gross, dass sich ihr ganzer Verlauf schwerlich verfolgen lässt. Es giebt auch eine Varietät dieser Zellen, wo der Zellkörper kleiner und abgerundet ist und wo ausser den zwei gewöhnlichen Protoplasmafortsätzen noch ein Fortsatz vom Körper entspringt und sich gleich verzweigt, wonach die Endäste

¹ GUSTAF RETZIUS, Ueber den Bau der Oberflächenschicht der Grosshirnrinde beim Menschen und bei den Säugethieren. Verhandl. d. Biolog. Vereinig. in Stockholm, Bd. 1, 15. März 1891.

² S. RAMÓN Y CAJAL, Sur la structure de l'écorce cérébrale de quelques mammifères. La Cellule t. 7, 1, 1891.

in der Molekularschicht emporsteigen. CAJAL hebt hervor, dass die von ihm bei diesen Zellengattungen als multiple Axencylinderfortsätze beschriebenen Ausläufer alle für solche Bildungen wesentliche Charaktere besitzen: sie sind im Verhältniss zu den Protoplasmafortsätzen äusserst fein, haben vollkommen glatte Contouren, behalten ihre ursprüngliche Breite, sind enorm lang und besitzen äusserst feine, rechtwinklig entspringende Aestchen; ausserdem werden sie durch das Chromsüber heller gefärbt. Er hegt übrigens die Meinung, dass die Axencylinderfortsätze der bipolaren und vielleicht auch der triangulären Zellen mit einer Myelinscheide bekleidet sind.

In einer späteren Mittheilung¹ hat RAMÓN Y CAJAL noch eine kurze Beschreibung der fraglichen Zellenarten geliefert, in der er noch eine Art hinzufügt, die *unipolaren spindelförmigen Zellen*; bei einigen Säugethieren (Ratte, Katze, Hund), sowohl in neugeborenen wie embryonalem Zustande, sind horizontal angeordnete Spindelzellen vorhanden, deren eines Ende sich in einen sich bald verzweigenden Protoplasmafortsatz verlängert, während vom anderen Pole eine lange und horizontal verlaufende Nervenfasern entspringt, die rechtwinklig collaterale Aeste abgibt und mit weit verbreiteten horizontalen Verzweigungen endigt. Es ist ihm nicht bekannt, ob diese Zellen Entwicklungsphasen der vorher dargestellten spindelförmigen Zellen oder besondere, im erwachsenen Zustande persistirende Elemente sind.

Wie ich oben erwähnt habe, konnte ich kurz nach der ersten Mittheilung RAMÓN Y CAJAL'S in meinem Aufsatze über den Bau der Grosshirnrinde (1891) das Vorhandensein der von ihm beschriebenen Zellen in der äussersten Rindenschicht beim Kaninchen bestätigen. Die von mir beim Menschen angetroffenen Zellen fand ich aber in Gestalt und Anordnung so abweichend, dass ich sie lieber als eine eigenthümliche Art von Neurogliazellen auffasste. Bei fortgesetzten Studien fand ich aber bald, dass diese Deutung der fraglichen Elemente nicht richtig sein kann. Trotz der vorhandenen Differenzen ist nämlich so viele Uebereinstimmung vorhanden, dass die von mir beim Menschen gefundenen Gebilde offenbar zu derselben Kategorie gehören und sogar homolog sein müssen. Ich werde im Folgenden versuchen, dies darzulegen. Um aber diese Elemente von der entwicklungsgeschichtlichen Seite näher kennen zu lernen, versuchte ich, sie bei Embryonen von Säugern (Maus, Ratte, Katze, Hund) und Menschen darzulegen. Da aber diese Zellen nebst ihren Fortsätzen sich mit der Golgi'schen Methode nur schwer färben lassen, ist es mir nur hin und wieder gelungen, gute Bilder von ihnen zu bekommen. Bei jüngeren Embryonen ist dies gar nicht geglückt. Erst in den späteren Stadien des Foetallebens konnte ich die Zellen bei Thieren färben, beim Menschen gelang es aber vom sechsten Intrauterinmonat an. Da sie RAMÓN Y CAJAL beim Kaninchen schon so genau beschrieben hat, werde ich sie hauptsächlich vom Hunde, der Katze und dem Menschen darstellen.

Beim *Hunde* erhielt ich Färbung der fraglichen Elemente schon bei Foetus von 13—14 Cmt. Länge. In Fig. 1 der Taf. I habe ich eine Reihe solcher Zellen in ihrer natürlichen Lage abgebildet und zugleich eine Anzahl der übrigen Zellenformen in dem betreffenden Entwicklungsstadium wiedergegeben. Es ist diesmal nicht meine Absicht, die Entwicklung der verschiedenen Zelenelemente der Hirnrinde zu besprechen, sondern nur ihren Ausbildungsstand im Verhältniss zu den Zellen der äussersten Schicht (Sch. 1) hervorzuheben. Man sieht, dass die Axencylinderfortsätze der Pyramidenzellen, sowohl die der grossen wie der kleinen, und diejenigen der Zellen der 4ten Schicht, deren Axencylinderfortsätze, wie GOLGI und noch eingehender MARTINOTTI und CAJAL beschrieben haben, grösstentheils nach der Hirnoberfläche hin ziehen und hier und da mit mehr oder weniger entwickelten collateralen Aesten versehen sind; an den Pyramidenzellen sind diese Aeste indessen noch wenig ausgebildet, was die Protoplasmafortsätze, die Dendriten, betrifft, so sind dieselben noch auf einer niedrigen Stufe der Entwicklung; der Stammfortsatz ist nämlich noch mit nur spärlichen und kleinen Seitenästen versehen, und seine Endverästelung nach der Oberfläche hin besteht aus nur wenigen (2—4) dichotomisch getheilten varicosen Fäserchen, die im Allgemeinen schon eine Strecke unter der Oberfläche frei endigen, ohne noch die von mir² beschriebene tangentielle (horizontale) Umbiegung zu zeigen; diese Endäste sind offenbar noch im Wachsen begriffen, und die Entwicklung der Dendriten ist im Ganzen nicht weit fortgeschritten; dies ist auch mit den von dem lateralen Umfang der Zellkörpers entspringenden Dendriten der Fall. Die Neurogliazellen scheinen aber schon ausgebildet zu sein; ich habe in der Figur nur eine (sz, unten) wiedergegeben; die Ependymzellen haben ebenfalls ihre höchste Formentwicklung erhalten; in e habe ich rechts in der Figur eine Gruppe ihrer Endfortsätze mit der eigenthümlichen Verästelung gegen die Oberfläche hin abgebildet.

¹ SANTIAGO RAMÓN Y CAJAL, Nuevo concepto de la histología de los centros nerviosos. Revista de Ciencias Médicas de Barcelona 1902. Barcelona 1903.
² G. REYNOLDS & A. O. 1891.

In dem *Korbwerke* dieser Verästelungen der Ependymzellen findet man nun eine mohrrübenförmige Zelle eingeschlossen, welche in tangentialer (horizontaler) Richtung verläuft und einen feineren Fortsatz (*af*) nach rechts und einen anderen, oppositipol entspringenden, dickeren Fortsatz (*df*) nach links schickt; der letztere Fortsatz, der eigentlich eine allmählig verschmälerte Verlängerung des Zellkörpers darstellt, entsendet, wie auch der Zellkörper selbst, mehrere rechtwinklig nach der Oberfläche hin ziehende, varicöse und frei endigende Aeste, wonach das Ende des Fortsatzes sich nach aussen umbiegt und frei endigt.

In ähnlicher Weise verhalten sich auch die übrigen, in der Fig 1 abgebildeten Zellen (*c*) der äussersten Rindenschicht. An den drei grösseren bemerkt man ebenfalls die oppositipol bipolare Anordnung der beiden so verschieden dicken Fortsätze; an zwei Zellen sieht man aber noch, dass rechtwinklig nach aussen hin entspringende Seitenäste nicht nur vom Zellkörper und dem dicken Fortsatz, sondern auch vom dünnen Fortsatz ausgehen. An zwei Zellen theilt sich ausserdem der dicke Fortsatz dichotomisch, indem beide Aeste in tangentialer Richtung weiter verlaufen. Dies ist auch der Fall mit dem vom Zellkörper abgetrennten dicken Fortsatz *c*¹. Bei allen diesen Zellen bemerkt man die Tendenz des dicken Fortsatzes und theilweise sogar des Zellkörpers, sich der Rindenoberfläche allmählig zu nähern; zuweilen erreicht das Ende beinahe die Oberfläche.

Die soeben dargestellten Zellen entsprechen offenbar der neulich von RAMÓN Y CAJAL beschriebenen 4. Zellart der äussersten Rindenschicht, »den unipolaren spindelförmigen Zellen«, die der spanische Forscher ebenfalls in der embryonalen Grosshirnrinde beim Hunde, der Katze und der Ratte angetroffen hat. Nur erscheint mir der Name »unipolar« nicht als zutreffend, da die Zellenform doch mindestens bipolar ist; sonst müsste man ja auch die Pyramidenzellen u. s. w. als unipolar betrachten. CAJAL nennt offenbar die fraglichen Zellen »unipolar«, weil er den dünnen Fortsatz als Axencylinderfortsatz und den dicken als Protoplasmafortsatz betrachtet und die vorliegende Zellart, als nur *einen* Axencylinderfortsatz besitzend, nur nach dem Vorhandensein dieses Fortsatzes behandelt, da er bei anderen Zellen der äussersten Schicht der Grosshirnrinde zwei oder mehr Axencylinderfortsätze gefunden hat. Wenn man aber bei der Benennung der Ganglienzellen nur die Anzahl der Axencylinderfortsätze berücksichtigen soll, dann müssen die allermeisten dieser Zellen — ja vielleicht alle — sogar die grossen motorischen Zellen der Vorderhörner und die Purkinje'schen Zellen, unipolar genannt werden, was indessen gegen unsere Gewohnheiten streitet. Ich fasse deshalb die oben beschriebenen Zellen als mindestens bipolar auf. Es ist nun leicht möglich, dass der eine der Fortsätze als Protoplasmafortsatz und der andere als Axencylinderfortsatz zu betrachten ist; ihre Gestalt und Aussehen sprechen sehr dafür, und ich bin sehr geneigt, dieser Auffassung beizutreten; der dünne Fortsatz imponirt in der That durch die Gleichmässigkeit seines Kalibers als ein Axencylinderfortsatz resp. als cellulifugale Nervenfasern. Indessen glaube ich doch, dass es vorsichtiger ist, die definitive Entscheidung dieser Frage bis auf Weiteres aufzuschieben. Es kommen nämlich hier andere Zellenformen vor, welche Dabien erwecken können, worüber unten mehr.

In der äussersten Rindenschicht trifft man ferner hier und da, namentlich aber an der Grenzzone der folgenden Schicht, eigenthümlich gestaltete Zellen, die gewissermassen die Formen der eben beschriebenen mehr oder weniger imitiren, ohne deshalb mit ihnen ganz übereinzustimmen. Bei *x* habe ich in der Fig. I d. Taf. I ein paar derartige Zellen wiedergegeben. Sie sind auch rübenförmig, in tangentialer Richtung gelagert und schicken von dem dicken Fortsatz und dem Zellkörper rechtwinklige Seitenäste ab; zuweilen findet man auch an ihnen einen dünnen Fortsatz, in anderen Fällen aber keinen (*x*, rechts; *y*¹). Dann kommen auch Zellenformen vor, die gewissermassen einen Uebergang zu den kleinen Pyramidenzellen darbieten. In *y*, *y* habe ich einige solche Zellen wiedergegeben; der Zellkörper biegt sich tangential oder schief um; er entsendet aber einen nach innen verlaufenden Axencylinderfortsatz, weshalb diese Zellen, obwohl eigenthümlich gestaltet, zu den kleinen Pyramidenzellen zu zählen sein dürften.

In den Fig 2, 3, 4 der Taf. I und Fig 6 der Taf. II habe ich noch einige solche Zellen der äussersten Rindenschicht aus Verticalschnitten abgebildet, die theils ähnliche Formen, theils auch Variationen darbieten. In Fig 3 d. Taf. I liegt eine typische Zelle vor, von dem dünnen Fortsatz gehen, ganz wie vom Zellkörper und dem dicken Fortsatz, mehrere vertical emporsteigende Seitenäste ab. In Fig. 4 d. Taf. I ist eine ähnliche Zelle mit zahlreichen Seitenästen des Zellkörpers und des dicken Fortsatzes abgebildet. In Fig. 6 d. Taf. II ist links eine ähnlich gefornate Zelle wiedergegeben, deren dünner Fortsatz zwischen die Aeste der Ependymfasern (*e*) eindringt; rechts sind zum Vergleich zwei Neurogliazellen (*az*) der äussersten Rindenschicht abgebildet. In Fig. 2 d. Taf. I sind endlich zwei Zellen dargestellt, welche etwas verschiedene Formen darbieten; in *a* liegt

eine Zelle vor, welche gewissermassen unipolar genannt werden kann, indem der eigentliche, kernführende Zellkörper vertical steht und der dünne Fortsatz etwa an derselben Stelle wie der dicke, obwohl, wie sonst, in entgegengesetzter Richtung, entspringt. In der Zelle *b* ist der eigentliche Körper eckig und von dem dicken Fortsatz ungewöhnlich scharf abgesetzt.

Ich habe oben diese Zellen als mindestens bipolar bezeichnet; es ist dies, wie aus der Darstellung hervorgeht, nur relativ wahr; bei manchen, ja sogar den meisten, entspringen vom Zellkörper nicht nur die beiden hier näher beschriebenen Fortsätze, der dicke und der dünne, sondern es gehen von ihm, wie oben hervorgehoben worden ist, gewöhnlich auch mehrere kurze Seitenäste ab, die mehr oder weniger senkrecht gegen die Oberfläche der Rinde emporsteigen; in dieser Hinsicht sollten also die Zellen als multipolar aufgefasst werden.

Wohin ziehen nun alle diese Zellenfortsätze? Was den dicken Fortsatz betrifft, so ist sein Verhalten schon oben beschrieben worden; er nähert sich allmählig der Rindenoberfläche und biegt an seinem Ende gewöhnlich nach ihr um, woauf er unweit von ihr knotig und frei endigt. Die von ihm und vom Zellkörper nach der Oberfläche hin entspringenden Seitenfortsätze sind ebenfalls knotig-varicos, im Allgemeinen aber fein, und sie endigen frei, ohne auf dieser Entwicklungsstufe die Oberfläche erreicht zu haben. Der dünne Fortsatz, welcher einem Axencylinderfortsatz in mancher Hinsicht so sehr ähnelt, ist in der Regel sehr schwer bis zum Ende verfolgbar; er läuft, wie CAJAL hervorhebt, gewöhnlich eine sehr weite Strecke, bevor er endigt. Hier und da trifft man indessen vom Zellkörper abgetrennte Fasern, welche den dünnen Fortsätzen so ähnlich sind, dass sie wohl solchen entsprechen. In Fig. 4 d. Taf. I sieht man unter der Zelle zwei solche Fasern, deren Endstüchen auch nach der Oberfläche hin umbiegen und frei auslaufen. Beim Vergleich mit den homologen Zellen bei anderen Thieren und beim Menschen ist eine derartige Endigung der dünnen Fortsätze als die regelmässige zu betrachten, wie auch CAJAL anzunehmen scheint. Bei intensiver Färbung der Hirnrinde trifft man in den Verticalschnitten zahlreiche Reiserchen solcher Fasern, welche die dicken und dünnen Fortsätze und ihre Seitenäste darstellen. In Fig. 5 d. Taf. I habe ich eine kleine Partie solcher Fasern abgebildet.

Ich habe mich auch bemüht, an Flächenschnitten der Hirnrinde die Ausbreitung der fraglichen Zellen zu studiren. In der Fig. 7 d. Taf. II ist die Partie eines solchen Schnittes wiedergegeben, wo man acht Zellen bemerkt. Von dem spindel- oder rübenförmigen Zellkörper geht in der Regel der dicke und der dünne Fortsatz, wie oben beschrieben wurde, oppositipol ab; ausserdem entspringen hier und da vom Zellkörper noch andere, kleinere Fortsätze. Bei der obersten und der untersten Zelle der Figur sendet der Körper drei, resp. zwei dickere Fortsätze ab, wodurch er gewissermassen eine dreieckige Gestalt bekommt. In solchen Flächenschnitten sind indessen die Fortsätze noch weniger leicht bis zu ihren Endigungen zu verfolgen, indem die Enden in der Regel nach der Oberfläche hin umbiegen und deshalb leicht vom Messer abgeschnitten werden.

Nachdem ich also die foetalen Formen der fraglichen Zellen beim Hunde verfolgt hatte, ging ich zum Studium derselben bei jungen Hunden, neugeborenen und einige Tage alten, über. Beim 5-tägigen Hunde erhielt ich eine Reihe erläuternder Präparate, von denen ich in der Fig. 1 d. Taf. II ein schönes Exemplar wiedergegeben habe. Die Fig. stellt die Partie eines Verticalschnitts dar, in welcher man ausser den äusseren Enden der Ependymfasern und drei charakteristischen Neurogliazellen von verschiedenem Typus noch drei Exemplare von der hier in Rede stehenden Zellart bemerkt. Die grösste derselben zeigt einen kurz spindelförmigen Körper, von welchem nach links hin ein dünner Fortsatz fast geradlinig und tangential, der Oberfläche parallel, abgeht und hier und da rechtwinklig feinere knotige Seitenfortsätze abgibt, die senkrecht bis zur Oberfläche verlaufen, um hier frei zu endigen. Vom Zellkörper selbst entspringen nach oben hin nur ein paar kurze Fortsätze; dagegen geht von dem zweiten Pole ein dicker Fortsatz ab, der ebenfalls fast parallel der Oberfläche verläuft und darunter mehr oder weniger rechtwinklig Seitenäste abgibt, die nach der Oberfläche hin ziehen, um in ihrer Nähe frei zu endigen; einige dieser Seitenäste biegen tangential um und theilen sich, um ihre Aeste wieder nach aussen hin zu schicken. Von diesem dicken Fortsatz entspringt nun auch eine dünne Faser, die den Weg der Mutterfaser fortsetzt, sich aber dabei der Oberfläche allmählig nähert und endlich, nach geschehener Theilung, nach aussen umbiegt und in der Nähe der Oberfläche endigt. Diese letztgenannte Faser entspricht der von CAJAL gegebenen Beschreibung eines zweiten Axencylinderfortsatzes.

Ausser dieser grösseren Zelle enthält die Figur noch zwei kleinere (*cr'*), die in mehrerer Hinsicht abweichend gestaltet sind, indem die beiden Fortsätze sich zwar erkennen lassen, aber eine unregelmässige Anordnung zeigen

und der Zellenkörper auch seitlich einen stärkeren Fortsatz nach der Oberfläche hin sendet. Zellen von diesem unregelmässigeren Typus kommen hier und da in der äussersten Schicht der Gehirnrinde des jungen Hundes zum Vorschein. In Fig. 1 a d. Taf. II habe ich noch ein Exemplar solcher Zellen wiedergegeben.

Bei der Katze ist es mir sowohl beim 12 Cm. langen wie beim beinahe ausgetragenen Foetus gelungen, die Zellen der äussersten Schicht der Grosshirnrinde zu färben. Auf der Taf. II habe ich in Fig. 3 und 4 einige solche Zellen von verschiedenem Typus aus Verticalsechnitten der Hirnrinde des 12 Cm. langen Foetus abgebildet, und in Fig. 5 derselben Tafel liegt eine solche Zelle aus einem Tangentialschnitt vor. Ferner habe ich in Fig. 2 ders. Tafel aus einem Verticalsechnitt der Hirnrinde des beinahe ausgetragenen Katzenfoetus eine Zelle in ihrer Lage zwischen einer Neurogliazelle (*az*) und drei Ependymfasern (*e*) dargestellt. Man erkennt auch bei der Katze etwa dieselben Verhältnisse, die oben bei dem Hunde beschrieben worden sind. Von dem in der Regel spindelförmig oder rübenförmig gestalteten Zellenkörper entspringen oppositipol ein dickerer und ein dünnerer Fortsatz, die tangential verlaufen und darunter rechtwinklige Seitenäste nach der Oberfläche hin abgeben, um endlich, nach aussen umbiegend, wie die Seitenäste frei zu endigen. Der Zellenkörper und der dünnere Fortsatz geben ebenfalls solche Seitenäste ab.

Beim Menschen habe ich, wie oben erwähnt ist, die fraglichen Elemente schon beim *siebenschwächtlichen* Foetus darstellen können. In Fig. 1 d. Taf. III habe ich eine Partie eines Verticalsechnitts der Grosshirnrinde (Gyrus centralis ant.) abgebildet, in der eine solche Zelle (*cz*) vorliegt. Man sieht von dem vertical gestellten Zellenkörper zahlreiche Fortsätze ausgehen, von denen die meisten direct gegen die Oberfläche hin verlaufen, um schliesslich frei mit knopfenförmigem Ende zu endigen. Vom unteren Ende des Zellenkörpers gehen zwei Fortsätze aus, die nach den Seiten hin umbiegen, leider aber nur in ihrem Anfange gefärbt sind. Ausserdem sieht man aber eine Anzahl von gefärbten, tangential verlaufenden Fasern (*f*), die rechtwinklig Seitenäste nach der Rindenoberfläche hin abgeben. Man erkennt in diesen Fasern, wenigstens zum Theil, leicht die Fortsätze der fraglichen Zellelemente, obwohl die ihnen angehörigen Zellenkörper im Präparate nicht vorhanden sind. Dies geht aus dem Vergleich mit den Präparaten aus älteren Stadien zur Evidenz hervor. Die Neurogliazellen sind schön ausgebildet; ich habe in der Fig. 1 links in *az* eine solche Zelle wiedergegeben.

Beim *siebenwächtlichen* menschlichen Foetus erhielt ich dann sehr schöne Färbungen der Elemente der äussersten Rindenschicht (Taf. III, Fig. 2). Ausser den mit starken Knöpfen versehenen Ependymfasern (*e*) und den drei charakteristischen Neurogliazellen (*az*) bemerkt man an der unteren Grenze der Schicht eine Anzahl von tangentialen Fasern, die nach der Hirnoberfläche hin zahlreiche rechtwinklige, frei endigende Seitenäste abgeben. Vor Allem aber sieht man hier in der Nähe der Oberfläche eine Zelle (*cz*), die dem Typus der oben beim Hunde und der Katze beschriebenen Elemente in mancher Hinsicht ähnlich ist; sie besteht aus einem tangential gelagerten spindelförmigen Zellenkörper, der oppositipol zwei längere Fortsätze abgibt, die in tangentialer Richtung verlaufen und dabei eine Anzahl gegen die Hirnoberfläche hin rechtwinklig entspringender, knopfförmig endender Seitenäste entsenden, um selbst mit ihren Endästen nach der Oberfläche hin unzubiegen und ebenfalls frei zu endigen. Vom eigentlichen Zellenkörper gehen auch einige Aeste ähnlicher Art ab, die etwas dicker zu sein scheinen, aber in gleicher Weise endigen.

Vom *achtwächtlichen* menschlichen Foetus besitze ich ferner eine Reihe schöner Präparate der äussersten Rindenschicht. Auf der Taf. III habe ich in den Fig. 3—6 und auf der Taf. IV in den Fig. 1—6 eine Auswahl der fraglichen Elemente wiedergegeben. Die Verhältnisse stimmen vollständig mit der Beschreibung überein, die ich im Jahre 1891 von diesen Elementen gegeben habe, ungeachtet ich ihre histologische Bedeutung zu jener Zeit anders auffasste. Die Zellenkörper liegen in etwas verschiedenem Niveau, bald dicht unter der Rindenoberfläche, bald tiefer unter derselben, sind aber immer auf die eigentliche äusserste Schicht beschränkt. Sie sind offenbar nicht zahlreich; in einigen Verticalsechnitten von etwa 1 Cm. Länge kann man zwar drei oder vier finden, in anderen trifft man aber nur ihre Fortsätze. Die Gestalt der Zellenkörper ist variabel; sie sind oft spindelförmig oder konisch, mit dem dickeren Ende nach der Oberfläche der Rinde, mit der Spitze nach innen hin gerichtet (Taf. III, Fig. 3, 4; Taf. IV, Fig. 1, 2, 6); in anderen Fällen sind sie rundlich-polygonal oder von unregelmässiger Form (Taf. III, Fig. 4, 5; Taf. IV, Fig. 2, 3, 4, 5). Die Grösse des Zellenkörpers ist, wie aus den angeführten Figuren hervorgeht, ebenfalls verschieden. Von dem Zellenkörper entspringen in wechselnder Anzahl und Anordnung Fortsätze, die sich sehr eigenthümlich und charakteristisch verhalten. Vom äusseren, nach der Rindenoberfläche hin

gekehrten Ende des Zellenkörpers gehen in der Regel mehrere Fortsätze nach aussen hin; dieselben sind bald dünner und variös, bald, und sogar gewöhnlich, recht dick und endigen unweit der Oberfläche mit je einem runden Knopf; zuweilen liegt jedoch der Zellenkörper selbst der Rindenoberfläche so nahe an, dass solche Fortsätze nicht Platz finden (Fig. 2, 6 d. Taf. IV). Von den Seiten des Zellenkörpers entspringen ferner, bald weiter nach aussen, bald mehr nach innen in der Schicht, mehrere Fortsätze verschiedenen Kalibers. In den Figuren der Taf. III und IV sind mehrere Variationen solcher Fortsätze abgebildet. Von dem unteren Umfang und Ende der Zellenkörper zweigen sich auch nach verschiedenen Seiten Aeste ab. Alle diese Fortsätze gehen entweder direct oder auch nach bogenförmigem Verlauf in die tangentiale (horizontale) Richtung über. Sie ziehen gewissermassen guirlandenförmig gebogen weiter und lassen sich oft weite Strecken in der Rindensubstanz verfolgen. Von ihnen zweigen sich während dieses Verlaufes zahlreiche Seitenzweige beinahe rechtwinklig ab, die fast constant in mehr oder weniger verticaler Richtung nach der Rindenoberfläche hin ziehen, um in deren Nähe mit einer kleinen Verdickung zu endigen. Indem nun von jedem Zellenkörper mehrere solche Fortsätze entspringen und die einzelnen Körper in verschiedenen Niveaus liegen, entsteht ein ganzes System von tangentialen, mit verticalen Aesten versehenen Fasern, welche die äusserste Rindenschicht durchspinnen; in gut gefärbten Präparaten bekommt diese Schicht ein eigenthümlich gegittertes Aussehen, wie aus den verschiedenen Figuren der Taf. III und IV hervorgeht. An der inneren Zone dieser Rindenschicht trifft man oft zahlreiche Fasern von dieser Beschaffenheit, deren Ursprung aus den Zellenkörpern hier und da ersichtlich ist (Taf. III, Fig. 4, 5). Es ist indessen in der Regel schwer, die fraglichen Fortsätze von ihrem Anfang bis zu ihrem Ende zu verfolgen; sie nehmen nämlich so grosse Strecken ein, dass ihre ganze Ausbreitung nicht in ein Präparat fällt; selbstverständlich werden sie auch oft vom Messer abgeschnitten. Hier und da gelingt es jedoch, Exemplare zu finden, wo man die Fortsätze bis zum Ende verfolgen kann (Taf. III, Fig. 4; Taf. IV, Fig. 3, 6). Ja ausnahmsweise trifft man auch Zellen, deren ganze Ausdehnung in einer Richtung in dasselbe Präparat fällt; dies ist der Fall bei der in Fig. 3 d. Taf. III abgebildeten Zelle. Man sieht in allen solchen Fällen, dass die fraglichen Fortsätze nach kürzerem oder längerem Verlaufe sich nach aussen hin umbiegen und in der Nähe der Oberfläche frei endigen. Beim Vergleich mit den oben erwähnten tangential verlaufenden Fasern, deren Ursprung aus Zellenkörpern in den Präparaten nicht direct dargelegt werden kann, wird es höchst wahrscheinlich, dass wenigstens die meisten dieser Fasern auch Zellenfortsätze derselben Art sind; ihr ganzes Verhalten und ihr Aussehen sprechen dafür.

Unter den Fortsätzen der fraglichen Zellelemente ist es nun aber schwer, charakteristische Unterschiede darzulegen; man trifft zwar dickere und dünnere Fortsätze an, doch zeigen dieselben keine Eigenschaften, durch die sich Axencylinderfortsätze und Protoplasmafortsätze bestimmt von einander unterscheiden.

Dass nun die beim menschlichen Foetus beschriebenen Zellelemente derselben Kategorie von Zellen angehören, wie die bei den erwähnten Säugthieren gefundenen, ist offenbar. Zwar ist die Gestalt der Zellenkörper etwas verschieden; das Verhalten der Fortsätze stimmt aber in mehrerer Hinsicht bei beiden so sehr überein, dass homologe Verhältnisse vorliegen müssen. Es ist indessen hervorzuheben, dass bei dem Hunde, der Katze und der Ratte die Ausbreitung der Zellenfortsätze hauptsächlich oppositpol nach zwei Richtungen geschieht, während beim Menschen die Fortsätze reichlicher und nach allen Seiten hin ausgesandt werden.

Leider ist es mir nicht gelungen, beim ausgetragenen Kinde und beim erwachsenen Menschen die fraglichen Zellelemente zu färben. Die Versuche, die ich in dieser Hinsicht zu verschiedenen Malen machte, scheiterten, und dies wahrscheinlich deshalb, weil ich die Gehirne erst einige Stunden nach dem Tode zur Behandlung bekam. Es ist also möglich, dass die von mir beim 8-monatlichen Foetus beschriebenen Zellelemente noch nicht fertig ausgebildet sind, und gewissermassen Entwicklungsstufen darstellen. Die weit gediehene Ausbildung der Fortsätze spricht jedoch dafür, dass die Zellelemente ihrer definitiven Entwicklung nahe gewesen sind. Ich glaube deshalb nicht, dass weitere Untersuchungen über die späteren Stadien derselben viel an ihrer Beschaffenheit verändern werden. Indessen betone ich noch einmal, dass schon beim Foetus die Gestalt der Zellenkörper vielfach wechselt.

Dass man es aber mit einer sehr eigenthümlichen Art von Nervenzellen zu thun hat, ist mir in höchstem Grade wahrscheinlich. Diese Zellen können kaum etwas Anderes sein. RAMÓN Y CAJAL hat die bei Thieren von ihm beschriebenen Zellelemente in einem Briefe an mich den Spongioblasten der Retina verglichen. In der That liegen in dieser Hinsicht mehrere Vergleichungspunkte vor, obwohl, wie er auch selbst hervorhebt, Differenzen

vorhanden sind. Ein von CAJAL am Ende des vorigen Jahres über diese Zellen gehaltenen Vortrag scheint noch nicht im Druck vorzuliegen.

Der spanische Forscher hat, wie oben referirt wurde, bei den Thieren vier verschiedene Zellenarten unterschieden. Ich habe ebenfalls mehr oder weniger charakterisirte Repräsentanten dieser Zellenformen gesehen. Ich kann dieselben aber bis auf Weiteres nur als Varianten einer und derselben Zellengattung betrachten, obwohl Unterarten von ihr in dem von CAJAL dargelegten Sinne unterschieden werden können. Es scheint mir deshalb angemessen zu sein, diesen Zellen eine alle umfassende Benennung zu geben, und ich werde sie daher nach dem Forscher, der ihre Charaktere in so ausgezeichnete Weise zuerst entdeckt hat, die *Cajalschen Zellen* nennen. Zwar waren schon vorher in der äussersten Schicht der Grosshirnrinde Nervenzellen in mehr oder weniger dunkler Weise gesehen und erwähnt worden, CAJAL hat aber ihre Natur zuerst enthüllt. Noch bestehen wohl in Betreff derselben mehrere dunkle Punkte. Fortgesetzte Untersuchungen werden aber sicherlich auch diese erklären. Soweit ich diese Zellen nach den vorliegenden Befunden zu verstehen vermag, gehören sie sämmtlich am nächsten dem von GOLGI dargelegten Typus von Nervenzellen an, deren Axencylinderfortsatz sich unweit der Zelle verzweigt und seine Individualität verliert. Bei den diesem Typus angehörenden Golgischen Zellen (grossen Koruzellen) der Kleinhirnrinde kommt es in der That oft vor, dass der Axencylinderfortsatz nicht nur einfach ist, sondern in der Gestalt von zwei oder drei getrennten Ausläufern vom Zellkörper entspringt, die sich dann in gleicher Weise verästeln. Es scheint mir deshalb auch bei den Cajalschen Zellen der Grosshirnrinde eine ähnliche Anordnung möglich zu sein. Es ist also nicht nothwendig, anzunehmen, dass eine Grundverschiedenheit der einzelnen, im übrigen so ähnlich beschaffenen Zellen darin liegt, dass bei einem Theil derselben nur ein Axencylinderfortsatz nachweisbar ist, bei anderen aber — und dies scheint beim Menschen sogar die Regel zu sein, obwohl sie sich nur schwer nachweisen lassen, — wahrscheinlich mehrere derartige Fortsätze vorhanden sind.



STUDIEN ÜBER EPENDYM UND NEUROGLIA.

Taf. V—XIII.

Als ich vor zwei Jahren eine vorläufige Mittheilung über die Ependymzellen der Centralorgane¹ veröffentlichte, war es meine Absicht, dasselbe Thema bald nachher in eingehenderer Weise zu behandeln. Auf dem im Mai desselben Jahres abgehaltenen Anatomencongresse in München legte indessen von LENHÖSSER² seine Untersuchungen »Zur Kenntnis der Neuroglia des menschlichen Rückenmarkes« vor, durch welche diese Frage in so vortrefflicher Weise dargestellt wurde, dass in prinzipieller Hinsicht kaum etwas Wesentliches hinzuzufügen war. Ich legte deshalb zu jener Zeit die betreffende Arbeit zur Seite.

Oft sind mir indessen bei meinen Studien über den Bau der Centralorgane Bilder vorgekommen, die über das Ependym und die Neuroglia erläuternd waren. Da dieselben auch Thiere, wie z. B. die Knochenfische, betreffen, welche in dieser Beziehung bisher wenig oder fast nicht behandelt worden sind, so habe ich mich entschlossen, von meinen bei verschiedenen Gelegenheiten gemachten Abbildungen eine Reihe zu veröffentlichen. Dieselben können vielleicht dazu beitragen, die noch nicht allgemein angenommenen neuen Lehren zu stützen und einige Lücken auszufüllen. Ich beabsichtige deshalb keineswegs, eine zusammenfassende Darstellung, sondern nur eine Reihe erläuternder Beiträge mitzutheilen. Unter diesen Umständen ist hier für eine ausführliche geschichtliche Darstellung nicht der Platz; eine solche ist ja schon mehrmals von anderer Seite geliefert worden. Ich werde deshalb die »vorgolgsische« Zeit nicht berühren, sondern nur einige wichtigere Data der späteren Geschichte der Frage hervorheben. Was die vorgolgsische Zeit betrifft, so findet man z. B. in der gründlichen Arbeit von GIERKE³ die hierauf bezüglichen Angaben und Ansichten früherer Forscher, wie DEITERS, BOLL, JASTROWITZ, RANVIER u. A., berücksichtigt.

Mit GOLGI's epochemachenden Arbeiten begann aber eine neue Aera in unseren Kenntnissen in der Neurohistologie. Auch in Betreff der Lehre von dem Ependym und der Neuroglia ging er voran, und durch seine und WEDGERS's neuen Methoden erhielten wir Mittel, um auf diesem Gebiete siegreich vorwärts schreiten zu können. In Betreff des Ependyms wusste man zwar (STUDA, REISSNER u. A.), dass wenigstens bei gewissen Wirbelthieren im Rückenmark die Ependymzellen fadenähnliche Fortsätze radierend nach der Oberfläche, v. A. aber nach der vorderen und hinteren Furche, hin senden. Aber erst durch GOLGI erhielt diese Thatsache ihre volle Bestätigung und Erweiterung. In seinem grossen Werke über die feinere Anatomie der nervösen Centralorgane⁴ giebt er zwar nur eine vorläufige, aber doch offenbar auf eingehende Untersuchungen gestützte Darstellung, die später von verschied-

¹ GÖTTAR RITTERS, Zur Kenntnis der Ependymzellen der Centralorgane. Verhandl. d. Biol. Verens in Stockholm. Bd 5, 1890—91 (15 März 1891).

² MICH. VON LENHÖSSER, Zur Kenntnis der Neuroglia des menschlichen Rückenmarks. Verhandl. d. Anatomischen Gesellschaft auf d. fünften Versammlung in München. 18—20 Mai 1891.

³ H. GIERKE, Die Stützsubstanz des Centralnervensystems. Archiv f. mikrosk. Anatomie. Bd 25, 1885.

⁴ CARMELO GOLGI, Sulla sua anatomia degli organi centrali del sistema nervoso. Reggio Emilia, 1885. Ich habe oben die von Verf. bezogene deutsche Uebersetzung benutzt, die in Anatom. Anzeiger, Jahrg. V, No 12 & 14, Juli 1890 veröffentlicht worden ist.

denen Seiten bestätigt wurde. Bei Hühnerembryonen in verschiedenen Stadien (4. bis 12. Bebrütungstage) sah er das Epithel des Centralkanal einen unmittelbaren und beträchtlichen Antheil an der Bildung der interstitiellen Substanz in jedem seiner Theile nehmen, und zwar nicht nur der grauen Substanz in ihrer ganzen Ausdehnung, sondern auch der weissen Substanz der Vorder- und Seitenstränge sowohl wie der Hinterstränge, d. h. von dem Centralkanal an bis an die äusserste Begrenzung des Rückenmarks unmittelbar unter der Pia mater. Die einzelnen Cylinderepithelzellen des Centralkanal erstrecken sich nämlich radiär durch die ganze Schnittfläche des Rückenmarks und erreichen die äusserste Peripherie dieses Organs unter der Pia. Hier enden die fadenförmigen Ausläufer der einzelnen Cylinderzellen, indem sie manchmal eine konische Anschwellung, manchmal eine geringe Verbreiterung bilden, mit der die genannten Fäden, sei es an der Pia mater, sei es an den dort vorhandenen Gefässwänden, sich ansetzen. Auf diesem langen Verlaufe zeigen die mehr oder weniger starken Fäden, welche die periphere Fortsetzung des Körpers der einzelnen Epithelzellen darstellen, gewöhnlich Verzweigungen. Dieselben sind manchmal spärlich, häufiger aber sind sie zahlreich und kompliziert. Die sekundären Verzweigungen gelangen nun ihrerseits zum Theil an die Peripherie des Marks, wo sie in der angegebenen Weise enden, zum Theil verlieren sie sich während ihres Verlaufes, zum Theil setzen sie sich an die Gefässwände an. Es entsteht durch diese zierliche und dichte Ausstrahlung von Fasern in gewisser Weise ein zusammenhängendes Gewebe zwischen dem Centrum und der Peripherie des Marks. GOLGI äussert ferner, dass er sich durch die gewonnenen Ergebnisse für berechtigt halte »ohne weiteres anzunehmen, dass das interstitielle Stroma der Nervencentren zu den Geweben gehört, welche ihren Ursprung von dem äusseren Keimblatt oder Hornblatt nehmen«, und er fügt am Ende des betreffenden Capitels Folgendes hinzu: »Aus dieser Beschreibung geht klar hervor, dass der epitheliale Theil des Rückenmarks, welcher zweifellos von dem äusseren Keimblatte abstammt, einen direkten Antheil an der Bildung des zwischen den nervösen Elementen liegenden Gewebes (der Neuroglia) nimmt. Durch welche Reihe embryologischer, chemischer und histologischer Thatsachen«, sagt er, »ich mich für berechtigt halte, auch die Zellen der Neuroglia im eigentlichen Sinne dem Epithel gleichzustellen, das werde ich, wie ich bereits gesagt habe, in einer anderen Arbeit darthun.«

Meines Wissens ist diese vom Verfasser versprochene Arbeit bisher nicht erschienen. Die angeführte vorläufige Mittheilung legt aber seine wichtigen Angaben und Ansichten deutlich und klar dar.

Der Forscher, der das in Rede stehende Thema zunächst behandelte, war FRIDTJOF NANSEN¹, und zwar that er dies bei *Amphioxus* und *Myxine*. Beim erstern Thiere sah er die epithelialen Cylinderzellen, die den Centralkanal umgeben, mit ihren äusseren, theilweise in Bündeln verlaufenden Fortsätzen die »weisse« Substanz durchsetzen und sich mittelst ihrer Enden mit der Rückenmarkshülle verbinden. Keine Neurogliazellen von der Art wie bei *Myxine* sind hier gefunden worden. »Deshalb dürfen wir annehmen«, sagt NANSEN, »dass diese Epithelzellen die wirklichen Neurogliazellen des *Amphioxus* darstellen und dass diese Neuroglia als das erste Stadium der fraglichen Elemente bei den Wirbelthieren aufzufassen ist. Bei *Myxine* sind dagegen zwei Arten von derartigen Elementen vorhanden, nämlich erstens *Epithelzellen*, die den Centralkanal umgeben und an der dorsalen und ventralen Seite des Marks bis zur Oberfläche empordringen sowie auch in den lateralen Partien vorkommen, obschon NANSEN hier ihre äusseren Enden nicht nachweisen konnte, und zweitens die *Neurogliazellen*, die in der grauen Substanz in grosser Anzahl auftreten und einen kleinen Zellkörper haben, der oft mit zahlreichen, wenig verzweigten Fortsätzen versehen ist, die bis an die dorsale oder die ventrale, zuweilen bis an beide Hüllen zugleich reichen und dort endigen. Mittelst der Golgi'schen Methode lassen sie sich schön darstellen. Die Fortsätze dieser Zellen anastomosiren mit einander nicht. An den Seiten des Kanals giebt es Uebergangsformen zwischen den beiden Zellenarten. »Ich glaube«, sagt NANSEN, »dass wir wohl berechtigt sind, zu sagen, dass die Neurogliazellen einen ektodermalen Ursprung haben und aus den Epithelzellen hervorgehen, die den Centralkanal umgeben.«

Nachdem die vorliegende Frage danach von den italienischen Forschern FALZACAPPA und MAGINI behandelt worden war, wurde sie, ebenfalls mit der Golgi'schen Methode von RAMÓN Y CAJAL und von KÖLLIKER angegriffen und besprochen. CAJAL² bestätigte bei Hühnerembryonen die Angaben von GOLGI; er beschrieb zuerst die verschieden-

¹ FRIDTJOF NANSEN, The Structure and Combination of the Histological Elements of the Central Nervous System. Bergen Museum Aarsberetning for 1886. Bergen 1887.

² S. RAMÓN Y CAJAL, Sur l'origine et les modifications des fibres nerveuses de la moelle embryonnaire. *Anatom. Anzeiger*, V. Jahrg. No 4. Febr. 1890.

artige Disposition der Ependymzellen in der vorderen und hinteren Commissur sowie in den Seitenpartien des Rückenmarkes genauer und lieferte eine gute Abbildung des Rückenmark-Querschnittes des Hühnerembryos v. 9. Bebrütungstage; er erwähnt an den Rändern der einzelnen Ependymfäden kleine stachelige Aeste und eine zuweilen vorkommende Verzweigung des peripherischen Endes derselben, sowie konische Verdickungen dieser Enden unter der Pia mater, und er hatte sogar gesehen, dass das innere Ende sich zuweilen in ein in den Centralkanal einschliessendes, feines und langes Haar verlängert. Vom 8. Bebrütungstage an, sagt CAJAL, bemerkt man zwischen den Ependymelementen stets gewisse Gebilde, die kürzer sind und den Centralkanal nicht erreichen; sie rühren von einer Dislocation und vielleicht von einer Proliferation der anderen Ependymelemente her und stellen die Vorstufen der Spinnenzellen dar. Je älter der Embryo ist, um so kürzer und verzweigter erscheinen die die Seitenpartien des Rückenmarks radiär durchziehenden Ependymfäden. Die Neuroglia- oder Spinnenzellen sind im Rückenmarke der Hühnerembryonen vom 9. oder 10. Tage an erkennbar; sie treten zuerst im Vorderhorn auf, bald danach findet man sie in der weissen Substanz der Stränge und zuletzt in den Hinterhörnern. Die Spinnenzellen sind nichts Anderes als dislocirte und sehr umgewandelte Ependymelemente; vom 7. bis 14. Tage trifft man unter ihnen alle Uebergänge sowohl in Betreff der Form wie der Lage. Man bemerkt sogar im Marke erwachsener Säugethiere Neurogliazellen, an denen man einen centralen Faden (Ependymfortsatz) weit durch die graue Substanz hindurch verfolgen kann und die noch einen oder mehrere peripherisch radiirende Fortsätze besitzen. Im Grosshirn und Kleinhirn sind orientirte Neurogliazellen nicht selten; die Radialzellen der Molekularschicht des letzteren stellen ein gutes Beispiel davon dar. Die leucocytische Herkunft der Neurogliazellen ist nicht annehmbar. Diese Zellen anastomosiren übrigens nicht mit einander, sondern sie sind vollständig selbstständige Elemente. — In einigen seiner folgenden Arbeiten bespricht CAJAL ausserdem gelegentlich die Ependym- und Neurogliazellen anderer Partien der Centralorgane, z. B. die der Kleinhirn- und Grosshirnrinde.

In seiner Arbeit über das Rückenmark bespricht auch VON KÖLLIKER¹ die Neurogliafrage. Das Mark junger Embryonen besitzt, sagt er, anfänglich nur einerlei Gliazellen, die nichts Anderes sind, als die sogenannten Epithelzellen des Centralkanals, die mit ihren Ausläufern radienartig das ganze Mark durchziehen und an der Oberfläche desselben dicht an der Pia mit grösseren oder kleineren Verbreiterungen enden. Hierbei zeigen die längeren dieser Elemente, die alle nur einen Kern dicht am Centralkanal besitzen, in ihren äusseren Theilen spitzwinklige Verästelungen und viele Seitenästchen, so dass der Anschein eines Netzes erzeugt wird, ohne dass ein solches wirklich vorhanden wäre. Das erste Auftreten dieser Gliazellen, das besonders HIS und auch VIGNAL verfolgt haben, ist bei jungen Embryonen leicht zu sehen und führt auf einen Theil der Zellen der Medullarplatte zurück, die zu Faserzellen auswachsen und zugleich Seitenausläufer treiben. Das ursprüngliche Verhalten der Gliazellen erhält sich längere Zeit, und V. KÖLLIKER fand es noch bei einem Schafembryo von 9 Cm. Länge und einem Schweineembryo von 10 Cm. Länge. Bei älteren Embryonen und nach der Geburt erhalten sich diejenigen dieser Elemente vollständig, die nach dem Grunde der ventralen Spalte des Markes und nach der dorsalen Mittellinie gehen; dagegen werden die anderen, bis auf die um den Centralkanal gelegenen Theile, nach und nach undeutlich, und es treten in allen Theilen des Markes eine Menge neuer Gliazellen, die bekannten sternförmigen Elemente auf, die sich unzweifelhaft allmählich aus den indifferenten Zellen der Markanlage entwickeln, welche, so lange dieses Organ nicht ausgebildet ist, in Form runder Zellen in grosser Menge in der weissen und grauen Substanz zwischen den nervösen Elementen vorhanden sind und später sich nicht mehr nachweisen lassen.

M. VON LENROSSÉ² stellte etwa gleichzeitig mit CAJAL Untersuchungen über die Entwicklung des Rückenmarks des Hühnerembryos an. Er beschrieb die Entwicklung der Ependymzellen oder »Radiärfasern«, die sich schon am dritten Tage imprägniren lassen; dieselben sind von Anfang an mit zahlreichen, ganz minimalen, unter rechten Winkel abgehenden Fädchen und Unregelmässigkeiten besetzt, die in einer späteren Phase grössere Entfaltung gewinnen, indess nur an deren innerem, der grauen Substanz angehörendem Abschnitt vorhanden sind. Theilungen treten früh auf, und zwar erfolgen sie aussen, im Bereich der weissen Belegschicht, oder nahe derselben, und erscheinen zuerst in Form einfacher dichotomischer Spaltungen, um sich allmählig complicirter zu gestalten. Die

¹ A. VON KÖLLIKER, *Zur feineren Anatomie des centralen Nervensystems. Zweiter Beitrag: Das Rückenmark.* Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie, Bd. 31, 1890.

² MICHAEL VON LENROSSÉ, *Zur ersten Entstehung der Nervenzellen und Nervenfasern bei dem Vogelembryo.* Mittheil. aus dem anatom. Institut in Venedig zu Basel, 1890.

centralen Fortsätze sind stets ungetheilt. Die Zellen der Bodenplatte sind anfangs anscheinlich verbreitert, schrumpfen aber allmählig zusammen, um sich vom 8. Tage an dem Typus der übrigen Radiärfasern anzuschliessen. Eine Complication dieses einfachen Stützsystems leitet sich am 6. Tage durch das Auftreten der Deiters'schen Zellen ein, die zunächst in der Umgebung des Centralkanales auftauchen und nichts Anderes als herungeruckte, ihres centralen Ausläufers verlustig gewordene, mit ihren peripheren Theilen hingegen bis zur Oberfläche des Markes vordringende Radiärzellen darstellen. Am 12. Tage findet man bereits zahlreiche freie Neurogliazellen, doch erscheinen sie nun schon zum grossen Theile von etwas abweichender, charakteristischer Form und erreichen mit ihrem äusseren Ausläufer bisweilen nicht mehr die Peripherie. »Diese später entstandene Sorte von Neurogliazellen geht wohl«, sagt von LENNHOSSÉ, »nicht mehr aus einer Umwandlung und Herausrückung der primitiven Radiärzellen, sondern direct aus den Mitosen der Keimschichte hervor.«

OYARZEN¹ beschrieb im Vorderhirn der Amphibien (Frosch, Triton, Salamander) nach Behandlung desselben mittelst der Golgi'schen Methode reichlich verzweigte Ependymzellen, und ich² lieferte eine kurze Darstellung von der Gestalt und Anordnung dieser Zellen im Gehirn und Rückenmark bei verschiedenen Wirbelthieren (Hecht, Frosch, Kaninchen, Katze). In einer zu derselben Zeit veröffentlichten Abhandlung³ besprach ich auch die Neurogliazellen der äusseren Gross- und Kleinhirnrindenschicht der Säugethiere, welche letztgenannten Zellen kurz vorher auch von MARTINOTTI⁴ behandelt wurden. Ich beschrieb u. A. im Rückenmark von Katzenembryonen das nähere Verhalten der Ependymzellen vorn und hinten (im vorderen und hinteren »Keilstück« oder Ependymkeil), sowie in den Seitenpartien. Aus meiner im Bruchstücke gegebenen Darstellung zog ich den Schluss, »dass die neulich von mehreren Forschern im Rückenmark und Gehirn beschriebene Anordnung der Ependymzellen eine allgemeine Erscheinung zu sein scheint. Nicht nur bei Embryonen, sondern auch bei jungen Thieren und bei niederen Thieren im erwachsenen Zustande lassen sich in grosser Ausdehnung solche Zellen nachweisen, welche von den Ventrikelflächen, resp. vom Centralkanal, bis zur Oberfläche des Gehirns und Rückenmarks ziehen, obwohl hier und da während der Entwicklung die äusseren Enden derselben verkümmern können und dann nicht mehr darzulegen sind. Dass diese Ependymzellen, welche im Ganzen einen starren Habitus zeigen und oft Seitenäste abgeben, eine Art Stützgewebe des centralen Nervengewebes darstellen, liegt auf der Hand.« In Betreff des Verhaltens dieser Ependymzellen zu den echten Neurogliazellen schloss ich mich der von KÖLLIKER ausgedrückten Ansicht an. »Die beiden Zellenarten zeigen nämlich einen anfallend differenten Typus. Die Herkunft und Entwicklung der wirklichen Neurogliazellen ist aber bisjetzt nicht hinreichend bekannt.«

In seiner Arbeit über das Rückenmark und das Kleinhirn besprach VAN GERCHTEN⁵ gelegentlich auch die Ependym- und Neurogliazellen. In Betreff der ersteren bestätigte er die Angaben GOLGI's und lieferte aus der Medulla oblongata eines fast ausgetragenen Kaninchenjungen ein Querschnittsbild mit reichlichem Ependym. Die Neurogliazellen der weissen und grauen Substanz haben zahlreiche Fortsätze, zeigen aber nicht immer dieselben Charaktere. Sehr oft erstreckt sich einer der Fortsätze, welcher dicker ist, vom Zellkörper weit hinaus; dies ist gewöhnlich am hinteren Theil des Centralkanales der Fall, wo sich die Neurogliazellen im dorsalen Medianseptum bis zur Oberfläche des Rückenmarkes erstrecken; mehrere in der Nähe dieses Septum belegene Zellen schlagen sogar eine gegen die vorigen senkrechte Richtung ein und senden einen ihrer Fortsätze bis in die Substantia Rolandi hinein. Diese Zellen sind unzweifelhaft Ependymzellen, die in irgend einer Weise ihre Verbindung mit dem Centralkanal verloren haben. VAN GERCHTEN beschrieb auch die Bergmann'schen Faserzellen der Kleinhirnrinde und lieferte Abbildungen von ihnen.

In demselben Jahre erschien eine Abhandlung von LACHI⁶ über die Entwicklung der Neuroglia. Er unterschied betreffs derselben zwei Perioden. In der ersten, die bis zum 8. oder 9. Tage der Bebrütung dauert, ist

¹ A. OYARZEN, Ueber den feineren Bau des Vorderhirns der Amphibien. Arch. f. mikrosk. Anatomie, Bd. 35, 1910.

² GUSTAF REYHER, Zur Kenntniss der Ependymzellen der Centralorgane. Verhandl. d. Biol. Vereins in Stockholm. Bd. 2, (1890—91); 15 März 1891.

³ GUSTAF REYHER, Ueber den Bau der Oberflächenschicht der Grosshirnrinde beim Menschen und bei den Säugethieren, ebenda.

⁴ CARLO MARTINOTTI, Beitrag zum Studium der Hirnrinde und dem Centralnervengang der Nerven. Internat. Monatschrift f. Anat. und Phys., Bd. 7, 1896.

⁵ A. VAN GERCHTEN, La structure des centres nerveux. La Moelle épinière et le cervelet. La Cellule, t. 7, dep. 1. 29 avril 1891.

⁶ PIETRO LACHI, Contributo alla istologia della Neuroglia nel midollo spinale del pollo. Atti della Società toscana di scienze naturali, revid. in Pisa. Memoria. Vol. 31, 1891.

die Neuroglia ausschliesslich durch Spongioblasten ektodermalen Ursprungs repräsentirt. In der zweiten, vom 8. oder 9. Tage an bis in die ersten Tage nach der Geburt, treten Elemente mesenchymalen Ursprungs, zuerst in der weissen und dann auch in der grauen Substanz, hinzu; die neuen mesenchymalen Elemente vermehren sich vielfach durch indirecte Theilung und senden gegen das Ende der Bebrütung Fortsätze aus, die für die Neurogliazellen charakteristisch sind. Vom 21. Tage an zeigen sich noch andere Elemente vasculären Ursprungs, sei es Endothelzellen oder Leucocyten.

Indessen hatte noch im Frühjahr desselben Jahres, auf dem Anatomencongresse in München, von LEXNOSSEK¹ seinen schon oben angeführten Vortrag über die Neuroglia des menschlichen Rückenmarkes gehalten, welcher Vortrag bald nachher in den Verhandlungen der Anatom. Gesellschaft erschien. Es ist leider nicht möglich, hier ein vollständiges Referat dieser inhaltreichen und genauen Darstellung zu liefern; ich muss mich deshalb auf die Andeutung der wichtigeren Angaben derselben beschränken. Von LEXNOSSEK studirte die Verhältnisse bei menschlichen Embryonen; am vollkommensten gelang ihm die Imprägnation eines 14 Cm. langen Embryos, weshalb seine Schilderung hauptsächlich auf dem Studium dieses Objectes beruht. Das Stützgerüst des Markes besitzt einen exquisit faserigen Bau: das reiche System langer, dünner, von den inneren Theilen des Markes nach der Peripherie ausstrahlender Fasern. Befestigt wird das Gefüge dieser Fasern durch eine grosse Anzahl minimaler seitlicher Aestchen und Anhängsel, durch welche sie sich wohl zu einem geschlossenen Gerüst verketten, ohne aber dabei mehr als einen einfachen Contact aufzuweisen. Ihren Ausgangspunkt haben diese Fasern in besonderen Zellen, die theils als Ependymzellen am Centralkanale stehen, theils als Deiters'sche Zellen oder Neurogliazellen in einer bestimmten Anordnung über die graue und, in etwas geringerer Zahl, über die weisse Substanz vertheilt sind. Die Vertheilung der auf diesem Entwicklungsstadium mit länglich-spindelförmig oder elliptisch gestalteten und mit zahlreichen feinen, starren, kurzen Fäserchen besetzten Zellenkörpern versehenen Elemente ist in den verschiedenen Regionen verschieden. Die Vorderhörner scheinen an Gliazellen am ärmsten zu sein; gegen die Hinterhörner hin nimmt ihre Menge allmählig zu; innerhalb der weissen Substanz ist ihre Anzahl eine viel geringere als innerhalb der grauen. Alle diese Zellen sind nun ohne Frage gleichen Ursprungs; sie entstammen dem Ektoderm durch Vermittelung der in der innersten Schicht des Modularröhres befindlichen Mitosen und gelangen durch successives Herauswandern an ihren definitiven Platz. »Ich vermisse«, sagt v. LEXNOSSEK, »vollständig bei dem menschlichen Foetus, selbst in viel vorgerückteren Stadien, anderweitige Neurogliaelemente als die eben geschilderten, sei es solche, die zu den Blutgefässen Beziehungen erkennen lassen, sei es die, die Charaktere von Bindegewebszellen zur Schau tragen würden, und so erscheint das Stützgewebe des menschlichen Rückenmarkes wenigstens bis in sehr späte Entwicklungsstufen hinein ausschliesslich als eine Bildung des äusseren Keimblattes.« Die radiären sog. »Pial-septa« erweisen sich als die zu grösseren Bündeln zusammengefassten peripheren Fortsätze tiefer gelegener Neurogliazellen. Im ausgebildeten Rückenmarke scheint derselbe Plan noch als Grundtypus, allerdings unter Hinzutritt ausgiebiger Complicationen, bis zu einem gewissen Grade in Geltung zu bleiben; die Hauptveränderungen bestehen in der viel anscheinlicheren Ausbreitung der von dem Zellkörper ausgehenden, arten, sekundären Aestchen; der periphere Fortsatz verliert deshalb allmählig seine Bedeutung; die früher so häufig länglichen, spindelförmigen Zellen nehmen mehr und mehr einen spinnenförmigen Charakter an. Obgleich es sich im Grunde genommen überall um die gleiche Zellensorte handelt, bringt v. LEXNOSSEK im Interesse der Darstellung die Zellen in drei Kategorien: 1) Ependymzellen, 2) Zellen der grauen und 3) Zellen der weissen Substanz. Die Ependymzellen haben gewöhnlich einen spindelförmigen Zellenkörper mit einer freien centralen cuticularen Platte, von deren Mitte beim 23 Cm. langen Embryo — bei dem 14 Cm. langen Embryo vermisse v. LEXNOSSEK diese Stützfäden vollständig — je eine intensiv geschwärzte, starre, oft auffallend lange, in der Regel hakenförmig umgebogene Borste hervorragt, welche Borsten jedenfalls nicht als Flimmerhaare zu betrachten sind. Die Schilderung des feinen, stets bis zur Peripherie vordringenden Fortsatzes erfordert je nach den Regionen eine gesonderte Betrachtung. In der Gegend der vorderen Commissur zeigen die Ependymzellen eine meridianartige oder tonnenförmige Anordnung, indem ihre peripheren Enden nach der vorderen Längsfissur convergiren; die mittleren sind sagittal; stets sind sie ungetheilt und in der Regel etwas wellenförmig verlaufend, sowie stärker als die übrigen Fasern; gewöhnlich sind

¹ MACH, von LEXNOSSEK, Zur Kenntniss der Neuroglia des menschlichen Rückenmarkes. Verhandl. 4. Anaton. Gesellschaft auf der fünften Versammlung in München, 18—20 Mai 1891.

sie glatt und nur an ihrem Anfangstheil zuweilen mit zarten Seitenästchen besetzt. Am Uebergang zwischen der vorderen und der seitlichen Wand des Centralkanales folgt eine spärliche Zellengattung, deren ebenfalls bogenförmig medianwärts gewendete Ausläufer sich durch eine reichliche Theilung von allen anderen Ependymzellen auszeichnen; die 6—8 zarten, divergirenden Endästchen finden an der vorderen Fissur der zugekehrten Partie der Vorderstränge ihr stets dreieckig verdicktes Ende. Eine derartige Verästelung kommt hier auch beim Hühnerembryo (4—5. Tag) vor. Die Anordnung der seitlichen Ependymzellen ist eine sehr typische, indem sie radiär ausstrahlen; die meisten beschreiben einen mässigen Bogen, dessen Concavität bei denen der ventralen Hälfte nach vorn, bei denen der dorsalen nach hinten gewendet ist; in der Mitte dazwischen sind sie annähernd geradlinig. Ihr Gang ist ein zart welliger, vielleicht in Folge der Härtung; fast constant ist eine gabelige Theilung im Bereich der weissen Substanz vorhanden; die Enden zeigen die terminalen Knötchen. Zwischen den seitlichen und den hinteren, das sog. Septum posticum bildenden Fasern findet sich ein beträchtlicher Zwischenraum, indem das ganze, den Hinterhörnern und Hintersträngen entsprechende Gebiet der Ependymfasern entbehrt. Vox LEXMOSSK beschreibt dann die eigenthümliche Reduction des dorsalen Theils des Centralkanales, der einem sagittalen Spalt ähnlich wird und durch Anlöthung seiner Flächen verschwindet, wobei die hinten in der Mittellinie befindlichen Zellen zwischen ihnen allmählig vorwärts rücken; hierbei verlieren eine Anzahl von diesen seitlichen Zellen ihren Ependymcharakter und wandeln sich in Deiters'sche Zellen um; sie behalten indessen oft ihre ursprüngliche Stellung, d. h. sie verbleiben senkrecht auf die sagittale Medianebene gestellt: das sind nun die früheren Ependymfasern der Hinterhörner und Hinterstränge. Die hintersten, relativ dicken, stets ungetheilten und etwas zackig verlaufenden Ependymzellen zeigen eine streng mediane Lage und dicht gedrängte bündelartige Anordnung. Das Septum posticum der Autoren ist kein Fortsatz der Pia mater, sondern es ist ependymal und gehört eigentlich der Rückenmarksubstanz an; das Mark ist dorsal ohne Frage ungetheilt und zeigt nur eine schwache Furehe. Im Zusammenhange betrachtet erscheint die Zahl der Ependymzellen im Verhältnis zu den übrigen Elementen des Stützsystems unbedeutend.

Was die *Neurogliazellen der grauen Substanz* betrifft, so sind sie im Bereich der Substantia gelat. centralis zahlreich; sie haben eine plumpe, rundliche Form mit relativ reichem Faserbesatz, der eine dem Centralkanal concentrische Anordnung und eine glattrandige Beschaffenheit darbietet. Viele Neurogliazellen der grauen Substanz sind ausser dem peripherischen noch mit einem centralen Fortsatz versehen, der in der Regel kurz, zuweilen aber länger ist und gegen den Centralkanal hin zieht, ohne ihn zu erreichen. In den peripherischen Partien der grauen Substanz, namentlich im Gebiet zwischen dem Vorder- und dem Hinterhorn, kommen quer zur radiären Ausstrahlung der Fasern gelagerte, spindelförmige Elemente vor, deren beide in Fortsätze auslaufende Enden bogenförmig die Richtung nach der Peripherie einschlagen, die indessen nur das eine erreicht. Vox LEXMOSSK beschreibt dann genau den eigenthümlichen Verlauf der Neurogliazellen der Hinterhörner und speciell der Substantia gelat. Rolandi, deren Eigenart hauptsächlich in der besonderen Beschaffenheit ihrer zahlreichen Neurogliazellen und Fasern, v. A. in deren pelzigem Charakter begründet ist. Die *Neurogliazellen der weissen Substanz* sind zwar in dieser Periode noch in relativ geringer Zahl vorhanden, zeigen jedoch eine grosse Mannigfaltigkeit der Formen; er theilt sie in vier Typen ein. *Typus 1*, der einfachste, findet sich v. A. in den Hintersträngen, wo ihm alle Zellen angehören; die Zelle ist länglich, radiär gestellt, entbehrt fast durchgehends eines centralen Ausläufers und ist nur mit einem einzigen peripherischen ausgestattet, der stets ungetheilt, glattrandig und etwas geschlingelt nach aussen zieht; die in den Vorder- und Seitensträngen befindlichen Exemplare dieser Zellenart sind dagegen mit zarten sekundären Ästchen versehen. *Typus 2* zeigt 2—5 oder mehr peripherische Fortsätze, die schon getrennt von der Zelle entspringen, und zwar von deren peripherischem Pol und in büschelförmiger, divergirender Anordnung; sie sind relativ stark, in der Regel glatt, doch auch oft variöös, wellig verlaufend und unterliegen oft noch weiterer Theilung; ein kurzer centraler Fortsatz gehört nicht zu den Seltenheiten. *Typus 3* besteht aus spindelförmigen Zellen, deren beide Enden in je einen Fortsatz auslaufen, welche Fortsätze bogenförmig nach der Peripherie hin ziehen und sich noch weiter theilen. *Typus 4* ist das Attribut der der vorderen Fissur zugekehrten Abtheilung der Vorderstränge und durch die reichliche, buschige Verästelung ihrer nach der Peripherie hin ziehenden, weiter getheilten Fortsätze charakterisirt. — Alle diese Zellentypen erfahren in ihrer weiteren Entwicklung eine Umwandlung, indem sich der spindelförmige Körper zu einer mehr gleichmässigen spinnenförmigen Figur reducirt und der Verlauf der Fortsätze mehr gerade wird. Die Neurogliazellen ordnen sich mehr und mehr einem gemeinsamen Typus unter; die Zahl der Äste bleibt aber verschieden.

RAMÓN Y CAJAL¹ beschrieb das Ependym und die Neuroglia im Rückenmark und Gehirn der *Reptilien* (*Lacerta*) und im Gehirn der *Amphibien* (*Rana*) und *Vogel*. PEDRO RAMÓN² gab ebenfalls eine Darstellung dieser Elemente im *Reptilgehirn* und CL. SALA³ im Rückenmark der *Amphibien* (*Rana*). Ich⁴ bestätigte die Angaben NANSSEN's über die Neurogliazellen des Rückenmarks von *Myxine*.

Dann untersuchte M. VON LENHOSSÉK⁵ die Neuroglia im Rückenmark der *Pristiurusembryonen*. Zwar vermochte er hier keine gelungenen Bilder der Ependymzellen zu erhalten, die übrigen Neurogliazellen aber, zumal diejenigen in der ventralen Markhälfte, wurden imprägnirt, und zwar mit kaffeebrauner Färbung. Die kleinen eckigen Zellen sind nur mit Hauptfortsätzen ausgestattet; alle Ausläufer, deren es 5—6 oder noch mehr geben kann, ziehen nach der Oberfläche des Markes, wobei sie einen stark divergirenden Verlauf einschlagen, so dass die Ausbreitung einer einzigen Zelle fast eine ganze Hälfte des Markes spinnenartig zu umspannen vermag. Die Ausläufer sind von derber, steifer Beschaffenheit und endigen an der Oberfläche mit je einer kolbigen Verdickung. Sie nähern sich bis zu einem gewissen Grade dem Typus der Zellen der *Cyclostomen*.

Endlich hat VON LENHOSSÉK in seiner im vorigen Jahre erschienenen umfassenden Darstellung vom feineren Bau des Nervensystems⁶ die Neuroglia des Rückenmarks in übersichtlicher Weise behandelt. Diese Darstellung schliesst sich im allgemeinen seinen früheren Mittheilungen an, doch enthält sie einige neue Angaben, z. B. über die Verhältnisse bei *Petromyzon* und *Raja*.

Da ich jetzt zu meinen eigenen Befunden übergehe, kann ich so gerne von vorn herein meinen Standpunkt in Betreff der Neurogliafrage angeben. Meine Ansichten stimmen in allem Wesentlichen mit denen von GOLGI, NANSSEN, RAMÓN Y CAJAL und VON LENHOSSÉK überein. Deshalb brauche ich nach der obigen historischen Einleitung keine eingehendere Beschreibung zu liefern. Ich werde mich daher auf eine kürzere Darstellung meiner Befunde beschränken und hauptsächlich eine Erklärung der betreffenden Abbildungen geben.

1. Ependym und Neuroglia bei den *Cyclostomen*.

Taf. V—VII.

Die Verhältnisse bei *Amphioxus* bei Seite lassend, weil ich in dieser Hinsicht den Angaben von NANSSEN, RONDE und VON LENHOSSÉK nichts hinzuzufügen habe, fange ich mit den *Cyclostomen* an. In Betreff der *Myxine* haben meine fortgesetzten Untersuchungen über Ependym und Neuroglia des Rückenmarkes die von mir schon vorher bestätigten Befunde NANSSEN's noch weiter bekräftigt. Im Gehirn dieses Thieres bekam ich zwar auch eine Färbung dieser Elemente (s. u.). Ich werde aber hier nicht die *Myxine* besprechen, sondern sogleich zu den Verhältnissen bei *Petromyzon* übergehen. Schon in meiner Darstellung vom Nervensystem der *Myxine* (*Biol. Unters.* II, 1891) erwähnte ich, dass die mit der Golgi'schen Methode gewonnenen Präparate vom Rückenmark des *Petromyzon* denen von *Myxine* sehr ähnlich sind, dies sowohl in Betreff der Ganglienzellen und ihrer Fortsätze wie auch der Neurogliazellen. Es war meine Absicht, gleichzeitig eine Abbildung dieser Präparate zu veröffentlichen, die angefertigte Figur (die hier unten mitgetheilte Fig. 1 d. Taf. V) war aber verlegt worden. Seitdem hat VON LENHOSSÉK im vorigen Jahre in seiner oben

¹ RAMÓN Y CAJAL, Pequeñas Contribuciones al Conocimiento del sistema nervioso. Trab. d. Laborat. histol. de la facultad de medicina de Barcelona. Aug. 1891.

² PEDRO RAMÓN, El encéfalo de los Reptiles. Trab. d. Laborat. de histología de la facultad de medicina de Zaragoza. Sept. 1891.

³ CL. SALA, Estructura de la medula espinal de los batracios. Trab. del Laborat. de histología de la facultad de medicina de Barcelona. Febr. 1892.

⁴ GUNTAR BEHRENS, Zur Kenntnis des Nervensystems von *Myxine glutinosa*. Biol. Unters. N. F. II, 1. 1892.

⁵ M. VON LENHOSSÉK, Beobachtungen an den Spinalganglien und dem Rückenmark von *Pristiurusembryonen*. Anatom. Anzeiger, 7. Jahrg., 1892.

⁶ M. VON LENHOSSÉK, Der feine Bau des Nervensystems im Lichte neuester Forschungen. Fortschritte der Medizin, 1892.

erwähnten Arbeit in »Fortschritte der Medicin« eine gute Abbildung des Petromyzon-Rückenmarkes veröffentlicht. »Die Ependymfasern«, sagt er in der Beschreibung, »erscheinen glatt, zart und sind sehr spärlich; dagegen finden wir zahlreiche Gliazellen, die sich aber nicht gleichmässig auf den ganzen Querschnitt vertheilen, sondern sich mit ihrem Zellkörper auf die einem Streifen ähnliche graue Substanz beschränken. Sie zeichnen sich alle durch enorme Verästelung aus, wobei es sich nicht um secundäre, sondern mit geringen Ausnahmen um lauter primäre, die Peripherie erreichende Aeste handelt. Jede Zelle lässt sowohl an die ventrale wie an die dorsale Fläche des Markes ein Buschwerk von Zweigen herantreten (im Gegensatz zu den Abbildungen von NANSSEN und RETZIUS, wo sie nur mit einseitiger Ausbreitung dargestellt sind), die am seitlichsten gelegenen auch an die laterale Kante des Markes. Die medialen Aeste der zu beiden Seiten der Mittellinie befindlichen Zellen kreuzen sich vielfach vor und hinter dem Centralkanal.« Diese seine Darstellung stimmt zwar vollständig mit meinen Befunden bei Petromyzon überein. In Betreff der von NANSSEN und mir vom Myxine-Rückenmark angegebenen ist sie jedoch nicht ganz exact. Sowohl NANSSEN (Pl. XI, Fig. 103) u. s. w., wie ich (Fig. J, S. 51, Biol. Unt. II) habe auch Neurogliazellen abgebildet, deren Fortsätze nicht einseitig nach der Peripherie des Markes, sondern sowohl nach der dorsalen, wie nach der ventralen Fläche derselben verlaufen und die Oberfläche erreichen, gerade wie es von LEXNOSSEK bei Petromyzon abbildet. In dem Texte sagt NANSSEN ferner: »The same neuroglia cells send often, at the same time, processes to the dorsal side as well as to the ventral side of the spinal cord.« In meinem Texte sage ich betreffs solcher Zellen: »Zuweilen gehen auch, wie NANSSEN gezeigt hat, nach entgegengesetzter Richtung feine Fasern aus, und zuweilen reichen dieselben wie ein Büschel bis an die Oberfläche.« Indessen liegt in der That in dieser Hinsicht eine Differenz zwischen Myxine und Petromyzon vor, indem bei Myxine nur ein Theil der Neurogliazellen Fortsätze nach beiden Flächen, sowohl nach der dorsalen, wie nach der ventralen schiebt; ein grosser Theil sendet nur nach einer Seite solche Fortsätze aus. Bei Petromyzon hingegen scheint dies letztere ein ausserordentlich seltenes Vorkommnis zu sein: die Neurogliazellen schicken fast constant bilaterale Fortsätze aus, welche die ventrale und dorsale Fläche erreichen.

Ich untersuchte vom Petromyzon fluvialis theils Larven (Ammocoetes) von verschiedener Grösse (5—20 Cm. lange Exemplare), theils umgewandelte Junge (von 25—30 Cm. Länge), theils auch erwachsene Individuen. Im Schwanztheil der letzteren bekam ich mit der schnellen Golgüschen Methode mehrmals gute Färbung der Neuroglia und der Ganglienzellen des Markes. Vor Allem aber erhielt ich gute Präparate bei Larvenformen in verschiedenen Stadien und bei neulich umgewandelten Individuen. Hier war auch im Gehirn oft eine gute Färbung der Elemente vorhanden. Auf das Verhalten der Ganglienzellen und Nervenfasern gehe ich indessen diesmal nicht ein, da dies nicht in dem Plane dieser Mittheilung liegt. In den Figuren habe ich jedoch eine Anzahl von Ganglienzellen wiedergegeben, um den verschiedenen Typus derselben und der Neurogliazellen zum Vergleich darzulegen. In Betreff der Structurverhältnisse des Ependyms und der Neuroglia finde ich bei den untersuchten Larvenstadien und erwachsenen Exemplaren keine bemerkenswerthen Unterschiede, weshalb ich hier keine besondere Beschreibung von ihnen zu geben brauche.

Wie von LEXNOSSEK hervorhebt, befinden sich die Zellkörper der Neurogliazellen in dem abgeplatteten, aber dorsal convexen, ventral concaven Rückenmark von Petromyzon in dem inneren schmalen Bande, das der grauen Substanz des Markes entspricht. Die Zellkörper (Taf. V, Fig. 1—4) liegen jedoch in etwas verschiedener Höhe, sind im Ganzen klein und haben eine verschiedene, aber in der Regel unregelmässig polygonale Gestalt. Von ihnen entspringt nun in der Regel nach zwei Richtungen hin, dorsal- und ventralwärts, je ein Büschel von steifen, mehr oder weniger schmalen, im Allgemeinen glatten, hier und da aber auch etwas gezackten oder varicösen Fortsätzen, die bald einzeln direct vom Zellkörper, bald aber von einem dickeren Aste desselben ausgehen. Diese Fortsätze spreizen mehr oder weniger aus einander und ziehen steif oder ein wenig geschlängelt und meistens ungetheilt, hier und da aber auch dichotomisch verzweigt, nach der dorsalen und ventralen Oberfläche des Markes, wo sie mit knopförmiger oder konischer, etwas verschieden grosser Verdickung endigen. Wenn mehrere nebeneinander liegende Neurogliazellen gefärbt sind, was oft in den Präparaten zu sehen ist, kreuzen sich ihre Fortsätze in meistens spitzen Winkeln (Fig. 1, 4); hierdurch entsteht auf dem Querschnitt das eigenthümliche Bild eines Strickwerkes, das, von den Knotenpunkten (Zellkörpern) ausgehend, gewissermassen die dorsale und die ventrale Oberfläche des Markes mit einander verbindet. Die Ausbreitung der Fortsätze ist nicht platt, und sie geschieht auch nicht in einer Ebene, sondern nach verschiedenen Seiten hin, wovon man sich am besten an Flächenansichten des nach

der Golg'schen Methode gefärbten Markes überzeugen kann. Die Gestalt dieser Neurogliazellen ist zwar sehr charakteristisch und typisch; sie wechselt jedoch, wie aus den beigegebenen Figuren hervorgeht, recht sehr, dies sowohl in Betreff der Grösse und Form des Zellenkörpers, wie auch der Anzahl und des Verlaufes der Fortsätze. In den vorderen Partien des Markes, wo die dicken Müllerschen Fasern vorhanden sind (Taf. V, Fig. 4), liegen die Fortsätze auf verschiedenen, zuweilen recht verwickelten Bahnen um und ziehen zwischen den Fasern gegen die ventrale Oberfläche hinaus. Am lateralen Rande des Markes sind die Fortsätze kurz und spreizen, wie auch von LENROSSÉ hervorgehoben, mehr oder weniger radiierend, gewissermassen sonnenschirmartig aus einander, indem sie sich hier nicht nur zu zwei Büscheln anordnen, sondern auch lateral vom Zellenkörper entspringen und ebensowohl die abgerundete Kante des Markes, wie die dorsale und ventrale Fläche erreichen (Taf. V, Fig. 1, 2, 4).

Die Ependymzellen des Rückenmarkes von Petromyzon haben einen von den Neurogliazellen ganz differenten Typus. Sie zeigen eine echt embryonale Gestalt, treten aber wenig hervor und färben sich nach der Golg'schen Methode nur hier und da. Am obersten werden die Ependymzellen gefärbt, die dorsalwärts vom Centralkanal liegen; ihre Zellenkörper und der nächste Theil des peripheren Fortsatzes treten am schärfsten hervor. In anderen Fällen kommen aber auch lateral ziehende Ependymzellen zum Vorschein. Aus solchen Präparaten (Taf. V, Fig. 1, 2, 4 c) geht hervor, dass die Ependymzellen, wie NANNEN bei Myxine und von LENROSSÉ bei Petromyzon dargestellt haben, mit ihren schmalen kernführenden Zellenkörpern rings um den Centralkanal angeordnet sind und je einen feinen, meistens unverzweigten und wenig knotigen Fortsatz in wenig gewundenem Verlaufe nach der Peripherie des Markes schicken; im Allgemeinen ist es schwer, diesen Fortsatz bis zur Oberfläche zu verfolgen, hier und da gelingt es jedoch; haarartige, in den Centralkanal einschliessende Anhängsel traf ich am centralen Ende der Ependymzellen des Markes nicht an.

Uebergangs- oder Zwischenformen der Ependym- und Neurogliazellen sah ich hier nie, ebenso wenig bei Myxine, so dass ich kaum die Gründe zu verstehen vermag, die NANNEN für die Entstehung der Neurogliazellen des Markes aus den Ependymzellen als beweisend hervorgehoben hat; jedenfalls ist diese Relation bei den höheren Thieren viel deutlicher; ich bezweifle indessen nicht, dass ein näheres Studium der embryonalen Entwicklung des Rückenmarkes auch bei den Cyclostomen eine derartige Zusammengehörigkeit darlegen wird.

Als ich dann, zu meinem Erstaunen, im verlängerten Marke und Gehirn des Petromyzon einen ganz anderen Typus des Stützgerüsts entdeckte, den ich weiter unten beschreiben werde, suchte ich in der Uebergangspartie zwischen der Medulla spinalis und oblongata die Uebergangsformen der Elemente zu finden. In der Fig. 1 der Taf. VI habe ich einen Querschnitt des vordersten Endes des Rückenmarkes wiedergegeben. Das ganze Mark zeigt sonst den oben beschriebenen Typus, und erst im vordersten Theil, wo die bandartige Gestalt des Markes in eine etwas abgeplattete-cylindrische übergeht, erhalten die Neurogliazellen eine modificirte Beschaffenheit. Wie aus der angeführten Figur hervorgeht, sind die Zellenkörper nicht mehr alle auf einen Streifen zusammengeführt, sondern sie finden sich theils in der Umgebung des Centralkanales, theils auch weiter nach aussen hin, sogar in der Nähe der Oberfläche. Die in der Umgebung oder eigentlich zu beiden Seiten des Centralkanales befindlichen Neurogliazellen haben im Ganzen den für das übrige Mark charakteristischen Typus bewahrt, nur sind in Folge der veränderten Gestalt des Markes die Fortsätze, um die dorsale und ventrale Oberfläche des Markes zu erreichen, viel länger geworden. Weiter nach aussen hin trifft man aber Elemente an, die verschiedenartig gestaltet sind und grösstentheils ihre Fortsätze nur nach einer Fläche des Markes schicken; bald liegen die Zellenkörper in der Nähe der Oberfläche, bald mehr von ihr entfernt. Im Ganzen ähneln diese Neurogliazellen in auffallendem Grade den entsprechenden Elementen der weissen Marksubstanz der höheren Thiere. Was die Ependymzellen betrifft, so kommen sie selten zum Vorschein; in der Fig. 1 der Taf. VI ist nur eine solche Zelle abgebildet, sie zeigt aber denselben Typus wie im übrigen Marke.

Ein wenig nach vorn von dieser Gegend des Markes, an dessen allervorderstem Ende, treten nun die beschriebenen Formen der Neurogliazellen sehr zurück; man trifft sie noch in der Umgebung des Centralkanales an (Fig. 1 der Taf. VII); hier haben sie sich gewissermassen concentrisch um ihn angeordnet; ich konnte ihre Fortsätze nicht mehr bis zur Oberfläche verfolgen. Dagegen ist eine ganz neue Art von Stützelementen aufgetreten, die in verschiedener Entfernung vom Centralkanal nach aussen hin einen spindelförmigen, mit zahlreichen kurzen Aestchen ausgerüsteten Zellenkörper zeigen; von diesen geht in radiärer Richtung ein peripherischer Fortsatz aus, der sich bald wiederholt dichotomisch theilt; hierdurch entsteht ein dendritisches Büschel feiner, etwas knotig gezackter und wellig verlaufender Fäserchen, die in konisch angeordneter Ausbreitung gegen die Peripherie des Markes hin streben

und seine Oberfläche erreichen, wo sie mit je einem Knötchen endigen. Die eigentlichen Ependymzellen konnte ich hier nicht gefärbt bekommen.

Als ich jetzt zu der näheren Untersuchung der *Medulla oblongata* überging, fand ich, wie es in Fig. 2 der Taf. VI wiedergegeben ist, in dem ganzen Umfang dieses Gehirnthelles nur die eben beschriebene Art der Stützelemente. Die meisten derselben erwiesen sich aber als echte Ependymzellen, indem die kernführenden, schmal spindelförmigen Zellenkörper sich in der nächsten Umgebung des Centralkanales befinden, einen centralen Fortsatz bis zu diesem Kanal schicken und zuweilen sogar eine haarartige Verlängerung in seine Höhle hineinsenden, den anderen peripherischen Fortsatz dagegen radiär nach aussen richten, um nach mehrfacher dichotomischer Verästelung und unter etwas geschlängelten, wellenförmigem Verlaufe bis zur Oberfläche des Markes zu gelangen, wo sie knopfartig endigen. Alle diese peripheren Aeste sind ausserdem mit kurzen und dichten Zacken oder Knötchen versehen. Zwischen diesen echten Ependymzellen sind hier und da einzelne Elemente eingestreut, deren Zellenkörper nicht den Centralkanal erreichen, sondern etwas nach aussen davon liegen, mehr dick spindelförmig sind und sich mit moosigen Aestchen versehen zeigen. Diese Zellen, von denen ich einige Exemplare in der Fig. 2 der Taf. VI abgebildet habe, entsprechen vollständig den in der Fig. 1 der Taf. VII beschriebenen Elementen. In der *Medulla oblongata* konnte ich dagegen keine solche, für das eigentliche Rückenmark der Cyclostomen so charakteristische Neurogliaelemente finden.

Auch in dem übrigen Gehirn des Petromyzon war dies der Fall. Ueberall traf ich ependymale Elemente, deren peripherischer Fortsatz unter spitzwinkliger dichotomischer Verzweigung radiär nach aussen verlief. Zwar vermochte ich die Aestchen nicht bis zur Peripherie zu verfolgen; ihre ganze Anordnung deutete aber auf einen derartigen Verlauf hin. In der Fig. 4 der Taf. VII habe ich bei *e. e* einige solche Ependymzellen abgebildet und nebenbei einige Ganglienzellen verschiedenen Calibers eingezeichnet, um die zwischen den beiden Elementen vorhandenen Differenzen und die Uebereinstimmung der Anordnung derselben in gewisser Hinsicht darzulegen. In den Fig. 2 und 3 der Taf. VII habe ich noch zwei Partien aus dem Gehirn wiedergegeben, wo die centralen Theile der Ependymzellen zu sehen sind. Nicht nur die Verästelung der mit feinen Seitenästchen reichlich besetzten peripheren Fortsätze ist hier schön zu erkennen, sondern auch die Gestalt der meistens flaschenförmigen Zellenkörper, die mit einer centralen sog. cuticularen Platte versehen sind, aus der Haaraushänge von verschiedener Art hervortragen. An einigen Zellen sieht man nur ein einziges langes Haar, an anderen sind zwei vorhanden, an anderen drei oder mehr, so dass Zellen vorkommen, die einen wahren »Flimmerbesatz« tragen. Ob diese Haare wirklich während des Lebens flimmern, ist mir nicht bekannt. Jedenfalls ist aber das Vorkommen von einhaarigen und mehrhaarigen Zellen neben einander für die Erklärung der sonst gewöhnlich, v. A. am Centralkanal des Rückenmarks anderer Wirbelthiere vorkommenden, einhaarigen Ependymzellen von einem gewissen Interesse.

Durch die hier gelieferte Darstellung ist gezeigt worden, dass schon bei einem Cyclostomen ganz verschiedene Typen des Stützgewebes vorhanden sind, indem die für das eigentliche Rückenmark dieser Thiere charakteristischen Neurogliazellen in der *Medulla oblongata* und im Gehirn dem Typus der Ependymzellen weichen, der besonders bei Amphibien und Reptilien der allgemein vorkommende ist. Im Gehirn von Petromyzon habe ich in der That, wie in der *Medulla oblongata*, keine andere Art von Neurogliaelemente angetroffen, v. A. nicht die für das Rückenmark typischen.

2. Bei Knochenfischen.

Taf. VIII.

Bei den Teleostiern wurde mittelst der früheren Methoden theilweise die peripherische Fortsetzung der Ependymzellen beobachtet (STIEDA, MAUTHNER) und mittelst der Golgi'schen Methode erhielt ich in der *Medulla oblongata* und den Grosshirnganglien des erwachsenen Hechtes solche Zellen, welche von den centralen Höhlen bis zur Peripherie hin radiär verlaufen.

In der neueren Zeit scheint indessen diese Thiergruppe mittelst der Golgi'schen Methode nicht bearbeitet worden zu sein. Es ist lange meine Absicht gewesen, diese Lücke auszufüllen und zugleich die Knorpelfische in den Kreis meiner Untersuchungen zu ziehen. Versuche, die ich bei erwachsenen Exemplaren und beinahe aus-

getragenen Foetus von *Acanthias* vor einigen Jahren mittelst der Chromsilbermethode ausführte, gaben keine erläuternden Resultate, und kleinere Embryonen standen mir damals nicht zur Verfügung. Im vorigen Jahre hat nun, wie oben erwähnt worden ist, von LENNOSÉK seine interessanten Untersuchungen an Pristiurasembryonen veröffentlicht, so dass bei den Knorpelfischen die wichtigsten hierauf bezüglichen Verhältnisse bekannt sind. Ich wendete mich deshalb in erster Linie zu den *Knochenfischen*. Da es hierbei v. A. gilt, die embryonalen Verhältnisse zu untersuchen, so habe ich mir eine Anzahl von Eiern und ausgeschlüpften Jungen eines Teleostiers, *Salmo Salar*, von einer Fischzuchtanstalt bei Elfkarleby in Schweden verschafft und die Jungen lange am Leben erhalten, um sie in verschiedenen Stadien zu untersuchen. Zuerst mislangen die Färbungsversuche nach der Golg'schen Methode. Nachdem ich aber die erste Einwirkungsdauer der Chromosmium-Mischung bis auf einen Tag herabgesetzt und nach CAJAL'S Vorschrift eine doppelte Behandlung angewandt hatte, bekam ich eine Reihe schöner Färbungen sowohl vom Ependym, wie von den nervösen Elementen des Rückenmarks und des Gehirns. Was die letzteren betrifft, so werde ich sie in einer folgenden Abtheilung dieses Bandes beschreiben, und ich beschränke mich daher hier zunächst auf die Verhältnisse des Stützgewebes.

Ich habe eine grosse Anzahl von Lachsungen von 16 mm. Länge (noch im Ei) bis auf 50 mm. Länge, (einen Monat nach dem Ausschlüpfen) untersucht. Bei allen waren die Verhältnisse so übereinstimmend, dass ich nur eine übersichtliche Darstellung liefern werde.

Im ganzen Rückenmark der jungen Lachsen bekommt man in Querschnitten rings um den entweder mehr breit oder schmal spaltförmigen, in sagittaler Richtung jedenfalls verlängerten Centralkanal, die in gefärbtem Zustande kastanienbraunen oder mehr geschwärtzten Ependymzellen scharf hervortretend. In den Fig. 1—3 der Taf. VIII habe ich drei solche Querschnitte, in denen die gewöhnlich vorkommenden Formen zusammengestellt sind, wiedergegeben. Oft färben sich in jedem Schnitte nur einige Ependymzellen, und dieselben sind daher in ihrem ganzen Umfange leicht zu verfolgen; wenn, wie es hin und wieder der Fall ist, eine grössere Anzahl gefärbt vorliegt, lassen sie sich schwerer von einander unterscheiden.

In dem hintersten Ende des Markes sind die Verhältnisse am primitivsten; hier haben die Ependymzellen noch den Charakter echter, schmaler Cylinderzellen bewahrt, die vom Centralkanal bis zur Peripherie radiär angeordnet sind; die Zellen tragen keine oder sehr wenige Seitenästchen. Etwas weiter nach vorn hin verändert sich der Typus der Zellen in der Hinsicht, dass ihr peripherischer Fortsatz eine Menge feiner, kurzer, seitlicher Aestchen abgiebt; das centrale Ende enthält den länglich-spindelförmigen Kern und stellt mithin den Zellenkörper dar, der in der Regel etwas zugespitzt die Höhle des Centralkanals erreicht. In der Fig. 1 der Taf. VIII ist ein solcher Querschnitt abgebildet; vier Ependymzellen sind darin wiedergegeben und zum Vergleich noch vier Ganglienzellen eingezeichnet. Der in Fig. 1 dargestellte Typus der Ependymzellen herrscht nun im ganzen Rückenmark vor und stellt die gewöhnliche Form derselben dar; von diesem Typus lassen sich alle übrigen Formen ableiten, die eigentlich nur Variationen von ihm sind. In den Fig. 2 und 3 der Taf. VIII sind sowohl die mehr regulären Formen, wie eine Anzahl von Modificationen des Typus wiedergegeben. Die meisten dieser Zellen tragen ihren Zellenkörper radiär gegen den Centralkanal gestellt. Der ovale oder schmal spindel- oder zuweilen fast stabförmige Kern ist von verschiedener Grösse; in Uebereinstimmung damit wechselt auch die Grösse des Zellenkörpers; seine Form richtet sich ebenfalls im Ganzen nach der des Kerns; zuweilen liegt der den Kern beherbergende Körper mit seiner Hauptmasse neben dem Kanal, und er zeigt dann eine dreieckige Form (rechts in der Fig. 2 der Tafel VIII). Der Zellenkörper ist an seiner Oberfläche entweder glatt oder etwas gezackt und uneben. Von seinem äusseren Ende entspringt der einzige periphere Fortsatz; derselbe ist zwar von etwas verschiedener Dicke, im Ganzen aber recht dick; er zieht geradlinig oder etwas geschlängelt radiär nach der Oberfläche des Markes hin. Gleich nach dem Abgang vom Zellenkörper zeigt er gewöhnlich einige rechtwinklige, stärkere Zweige, die verschieden weit hinausragen; nach aussen hin aber verändert sich die Beschaffenheit der Aeste, indem sie fein, knotig, sogar moosartig werden und sehr gedrängt liegen. Hierdurch entsteht das eigenthümliche Aussehen der peripheren Fortsätze, das in den beigegebenen Figuren in mehreren Variationen wiedergegeben ist. Die Anzahl der seitlichen Aestchen unterliegt indessen sehr dem Wechsel; sie kann in einzelnen Fällen ziemlich gering sein (links unten in der Fig. 3 der Taf. VIII), in anderen können die Aestchen aber massenhaft, sogar bartartig auftreten, wie einige Ependymzellen in derselben Figur zeigen. Wie ich oben hervorgehoben habe, ist der periphere Fortsatz, von diesen feinen Aestchen abgesehen, in der Regel ungetheilt; es kommt aber vor, dass er auch etwas stärkere Seitenäste abgiebt,

und in einzelnen Fällen kann er sich auch in 2—3 Hauptzweige theilen, die dann getrennt nach der Peripherie verlaufen. Auf der weiter unten folgenden Tafel, die die Nervenzellen wiedergibt, ist eine solche getheilte Ependymzelle dargestellt.

In der Mittellinie vorn und hinten sind etwas verschiedene Verhältnisse vorhanden. Die Ependymzellen zeigen hier oft eine geknickte Gestalt, indem der Zellkörper sagittal steht, der periphere Fortsatz aber rechtwinklig nach aussen hin umbiegt (Fig. 1, 2 der Tafel VIII). In der hinteren sagittalen Mittellinie ist die Anordnung der Ependymzellen noch eigenthümlicher. Viele Zellen reichen mit ihren Zellkörpern nicht bis zum Centralkanal hinan, sondern sie zeigen dieselben mehr oder weniger senkrecht gegen das sog. »Septum posticum« gestellt. Es liegt also hier, wie die Fig. 3 der Taf. VIII wiedergibt, gewissermassen eine derjenigen ähnliche Anordnung vor, die v. A. von LEBOWSKY beim Menschen beschrieben hat. Offenbar ist hier, wie dort, die frühere hintere Spalte des Centralkanales geschlossen worden; die Ependymzellen und zu echten Neurogliazellen gewordenen Stützzellen stehen aber noch gegen das »Septum« gerichtet; in der Mittellinie, im »Septum«, findet man jedoch lange, schmale, wenig verzweigte Zellen (Fig. 3 der Taf. VIII und unten auf der Tafel XIV über den Nervenzellen des Markes), deren Kerne eigenthümlicher Weise noch in der äussersten Peripherie liegen; wahrscheinlich haben sie ihre centralen Fortsätze von hinten in das Septum und bei dem Verschluss der Spalte des Kanales sodann nach vorn hin geschickt.

Wie man aus den Figuren sieht, bilden die hier geschilderten Stützzellen des Rückenmarks ein gegen die Ganglienzellen sehr contrastirendes, robustes, buschiges Zellenelement von sehr charakteristischer Form. Innere haarartige Anhängsel oder gar Flimmerhaare, die in den Kanal hineinragen, habe ich bei den jungen Lachsen nicht gesehen. Bei älteren Individuen von *Salmo*, *Gobius*, *Gasterosteus* und *Anguilla* traf ich im Rückenmarke Ependymzellen von demselben Typus an; nur zeigte der periphere Fortsatz oft eine stärkere, wiederholte, sogar büschelartige Verzweigung.

Anderweitige zu diesem Stütssystem gehörige Elemente habe ich im Rückenmarke nicht gefunden. In der Medulla oblongata und im Gehirn verändert sich der Typus der Ependymzellen, indem dieselben viel schmaler und schlanker werden und sehr wenige Aestchen abgeben; hin und wieder theilt sich aber der periphere Fortsatz auf dem Wege nach der Oberfläche hin, und dies sogar wiederholt dichotomisch. In der Fig. 4 a, b der Tafel VIII habe ich eine Partie eines Querschnittes des Grosshirns dargestellt; die eigentlichen Ependymzellen sind hier leicht zu erkennen; dagegen ist es in der That recht schwer zu bestimmen, welche von den Zellen, deren Zellkörper nicht bis zum Hirnventrikel hinanreichen, als Ependymzellen oder als Ganglienzellen aufzufassen sind.

3. Bei den Amphibien.

Taf. IX.

Ependym und Neuroglia bei den Amphibien sind schon mehrmals der Gegenstand von Untersuchungen gewesen. Schon REISSNER scheint hier die nach aussen hin ziehenden Fortsätze der Ependymzellen gesehen zu haben. Mittelst der Golgi'schen Methode haben OYARZUN, *ich*, RAMÓN Y CAJAL und CL. SALA das in Rede stehende Thema genauer untersucht.

Ich habe diesmal hauptsächlich Larven von *Salamandra maculata* und *Rana temporaria* sowie junge Individuen der letzteren Thierart untersucht. Meine bei diesen Untersuchungen erhaltenen Befunde stimmen mit den bei früheren gewonnenen so gut überein, dass ich eine Beschreibung derselben nicht für nöthig erachte. Ich weise deshalb nur auf die Figuren hin (Taf. IX). Die Fig. 1 stellt einen Querschnitt des Rückenmarkes einer 2.5 cm. langen Salamanderlarve dar; die Ependym- resp. Neurogliazellen (d. h. diejenigen Zellen, welche ihren Körper nach aussen vom Centralkanal haben) zeigen den bekannten Typus mit büschelförmigem, oft schon in der grauen Substanz verzweigten peripherem Fortsatz, dessen Zweige einen nach aussen hin radiirenden Verlauf zeigen; zum Vergleich habe ich in der Figur noch einige Ganglienzellen abgebildet. Die Fig. 2 stellt die laterale Partie der Medulla oblongata einer 2.5 cm. langen Salamanderlarve dar; der Typus der Ependymzellen ist derselbe wie im Rückenmark, nur tritt die konisch gestaltete Verzweigung noch früher ein. In Fig. 3 ist eine Partie einer Grosshirnhemisphäre abgebildet; die Ependymzellen zeigen die von OYARZUN, *op. cit.* und RAMÓN Y CAJAL bei den Amphibien beschriebene Gestalt. Die

Fig. 4 giebt den Querschnitt des Rückenmarks von einer jungen, ganz ungewandelten *Rana* wieder; die Anordnung und Beschaffenheit der Zellen stimmt hier ganz mit den Verhältnissen bei der Salamanderlarve überein, ebenso auch mit der schönen Figur, die CL. SALA vom Rückenmarke des erwachsenen Frosches giebt; hervorzuheben ist v. A. das Verhalten der Neurogliazellen in der vorderen Fissur und zu dem »Septum posticum«. Die Fig. 5 stellt die Form der Ependymzellen in dem Querschnitt der Medulla oblongata dar; hier ist derselbe Typus vorhanden. In Fig. 7 sieht man die obere-mediale Partie eines Querschnitts der Grosshirnhemisphäre (Vorderhirn) eines jungen Frosches; der Typus der Ependymzellen ist derselbe, nur trifft ihre Verzweigung hier etwas weiter nach aussen ein; zum Vergleich ist eine Anzahl der Ganglienzellen in der Figur abgebildet. In der Fig. 6 habe ich eine Partie des Mittelhirns eines jungen Frosches dargestellt; hier haben die Ependymzellen einen anderen Typus, indem ihr langer peripherischer Fortsatz fast gerade nach aussen hin zieht, ohne dichotomische Theilungen einzugehen; dagegen schicken sie rechts zahlreiche kleine moosige Aestchen nach den Seiten hin aus, was besonders gegen das äussere Ende hin der Fall ist. Hier habe ich ebenfalls eine Anzahl der in verschiedener Weise angeordneten Ganglienzellen in die Figur eingetragen.

Bei den Amphibien herrscht also im Allgemeinen, sowohl im Rückenmark wie in der Medulla oblongata und im Vorderhirn, derselbe Typus von Ependym- resp. Neurogliazellen, nämlich derjenige, wo der periphere Fortsatz nach aussen hin mit konisch gestalteter, reichlicher Verästelung versehen ist. Es ist derselbe Typus, den man zuerst in der Medulla oblongata und im Gehirn von *Petromyzon* antrifft.

Anderartige Neurogliazellen als die oben beschriebenen habe ich bei den Amphibien nicht gefunden.

4. Bei Vögeln.

Taf. VIII, Fig. 5–8.

Für die Untersuchung des Ependyms und der Neuroglia bei den Reptilien stand mir kein passendes Material zu Gebote; durch die trefflichen Arbeiten von RAMÓN Y CAJAL und PEDRO RAMÓN kennt man aber die in Rede stehende Frage schon in ihren wesentlichen Zügen. Was die Vögel betrifft, so ist sie auch v. A. durch GOLGI, RAMÓN Y CAJAL und v. LENHOSSÉK zu einem gewissen Abschluss gebracht worden, so dass es sich hier kaum lohnt, auf sie näher einzugehen, zumal meine Befunde mit denen der genannten Forscher ganz übereinstimmen. Aus meinen zahlreichen Präparaten vom Rückenmarke der Hühnerembryonen theile ich deshalb nur ein Bild mit (Fig. 5 der Taf. VIII); dasselbe giebt den Querschnitt eines achttagigen Embryo wieder. Man wundert sich vielleicht, dass das Mark noch in diesem Stadium so primitive Verhältnisse aufweist, indem es nur wenig weiter entwickelt erscheint, als das von v. LENHOSSÉK vom viertägigen Embryo abgebildete. Dies erklärt sich indessen dadurch, dass, wie ich gefunden habe, der distalste Theil des Markes sich gesetzmässig später entwickelt als das übrige Mark, worüber ich mich in einem folgenden Capitel etwas ausführlicher äussern werde. Wie die Fig. 5 zeigt, stellt der Centralkanal noch eine lange, sagittale Spalte dar, und der vordere und hintere Ependymkeil sind noch sehr kurz und primitiv. Die Stützzellen reichen sämtlich vom Centralkanal bis zur Oberfläche; nur die am vorderen und dem antero-lateralen Umfang befindlichen sind noch am äusseren Ende verzweigt; keine eigentlichen Neurogliazellen sind sichtbar; die »weisse« Substanz bildet eine dünne (durch eine punktirte Linie in der Figur angegebene) Mantelschicht, die hinten und vorn fehlt. In älteren Stadien des Markes treten dann die von GOLGI, CAJAL und v. LENHOSSÉK sowie auch von LACHM beschriebenen Neurogliazellen auf. In der Fig. 6 der Taf. VIII habe ich (vom 14-tägigen Embryo) einige solche Zellen in dem bekannten Entwicklungsstadium abgebildet, wo die Zellenkörper nach aussen vom Centralkanal, aber von ihm etwas entfernt liegen und den peripheren Fortsatz, gleich den echten Ependymzellen, nach der Oberfläche hin schicken. Zum Vergleich habe ich endlich aus dem Vorderhirn des 17-tägigen Embryo einige Ependymzellen abgebildet, bei denen keine Verzweigung des peripheren Fortsatzes vorhanden ist. Ich theile diese Bruchstücke nur als Beispiele mit.

5. Bei Säugethieren.

Taf. X.

Ich habe in dieser Beziehung *Maus, Ratte, Katze, Hund* und *Mensch* untersucht, und zwar v. A. das embryonale und junge Rückenmark, das Kleinhirn und das Grosshirn.

Im Rückenmarke der untersuchten Säugethiere zeigten Ependym und Neuroglia im Grossen und Ganzen so übereinstimmende Verhältnisse, dass es in der That nicht nöthig ist, für jedes Thier eine besondere Darstellung zu geben.

Das jüngste Stadium, in dem ich bei Säugethieren gute Färbung des Stützgerüsts im Rückenmarke bekommen habe, ist der 27 mm. lange Katzenembryo. Ich habe schon vor zwei Jahren eine Figur und Beschreibung von einem Stadium geliefert, das diesem sehr nahe steht (v. 30 mm. langen Embryo), füge aber den auf der Taf. X mitgetheilten Figuren noch eine Abbildung desselben bei (Fig. 1). Man sieht hier den langen, spaltförmigen Querschnitt des Centralkanales, den vorderen und hinteren Ependymkeil und die die ganzen lateralen Felder radiär durchziehenden Ependymzellen, deren periphere Fortsätze sich nur in den vorderen und antero-lateralen Regionen am äusseren Ende verzweigen, um an der Oberfläche knotig verdickt zu endigen. Die früher von mir beschriebene hakenförmige Umbiegung der äussersten Enden kommt zwar in verschiedenen Präparaten vor, scheint aber keine constante Bildung zu sein; vielleicht rührt sie von einer Schrumpfung der Oberfläche bei der Erhärtung her. Noch ist hier keine Art von Neurogliazellen nachweisbar; wohl aber sind einige radiäre Neurogliazellen im Halsmarke vorhanden.

Von den folgenden Stadien habe ich die besten Bilder bei Hundeembryonen erhalten. In der Fig. 3 theile ich die eine Hälfte eines Querschnitts aus der Halsregion eines 12 cm. langen Hundeembryos mit. Das Bild ähnelt in mancher Hinsicht dem neulich von v. LENROSSÉK vom 14 cm. langen menschlichen Embryo gelieferten (Fortschritte d. Medicin, 1892, Taf. 1). Man sieht u. A. den vorderen und den hinteren Ependymkeil, von denen der letzte schon weit ventralwärts vorgedrungen ist, während gleichzeitig die dorsale Spalte des Centralkanales sich obliterirt zeigt. Die ganze übrige Fläche des Schnittes ist theils von echten, d. h. vom Centralkanal bis zur Oberfläche reichenden Ependymzellen, theils von anderen Zellen durchspannt, deren Zellenkörper in verschiedener Entfernung vom Centralkanal liegen, den peripheren Fortsatz aber in gleicher Weise wie die eigentlichen Ependymzellen nach der Oberfläche hin senden, wo sie diesen ähnlich endigen. In der antero-lateralen Region theilen sich diese Fortsätze gewöhnlich, wenn sie in die Längsstränge eintreten, oder auch kurz vorher; die Aeste biegen sich dabei oft, der Oberfläche parallel, eine Strecke um, ehe sie wieder radiär nach aussen hin ziehen; auf diese Weise entsteht hier an der Grenze des Strangmantels ein der Oberfläche tangential verlaufender Streifen, der aber nur die antero-laterale Region einnimmt; nach innen von diesem Streifen liegen ausserdem eigenthümlich gestaltete Zellen, deren längliche Körper in der Regel mit ihrer Längsaxe der Markoberfläche parallel gelagert sind; von den beiden Enden dieser Zellenkörper entspringt je ein Fortsatz, der sich bogenförmig nach aussen hin umbiegt und, gewöhnlich noch weiter dichotomisch getheilt, durch den Strangmantel nach der Oberfläche zieht, um dort knopförmig zu endigen. Die Zellenkörper aller dieser Zellen sind gewöhnlich mit kurzen und feinen Aestchen versehen, und dies ist auch mit den Fortsätzen der Fall, weshalb sie oft ein gezacktes oder gar moosiges Aussehen erhalten. Wenn man nun alle diese Zellen vergleicht, so findet man, dass sie einander sehr ähnlich sind. Sie stellen offenbar verschiedene Modificationen einer und derselben Zellengattung dar, die verschiedene Stufen eines Entwicklungsverlaufes repräsentiren, eventuell auf denselben bleiben. Wenn man den Namen *Ependymzellen*, wie es gewöhnlich geschieht, für die Zellen beibehält, deren kernführender Körper am Centralkanal liegt und die den peripheren Fortsatz bis zur Oberfläche senden, so lässt sich mit Recht, wie CAJAL, VON LENROSSÉK, VON KÖLLIKER u. A. es thun, der Name *Neuroglia* für alle übrigen Stützzellen anwenden; nur ist dabei hervorzuheben, dass die beiden Namen keine principiell verschiedenen Zellengattungen, sondern nur Modificationen derselben Stützelemente bezeichnen. Gerade in diesem Stadium der Entwicklung sind die Uebergangsformen zwischen beiden Zellengattungen so zahlreich vorhanden, dass man bei genauerer Betrachtung kaum länger einen Zweifel über ihre Zusammengehörigkeit hegen kann. Unter

den radiären Neurogliazellen giebt es hier und da Exemplare, deren Zellkörper beinahe bis zum Centralkanal reichen und den Ependymzellen frappant ähnlich sind; und unter den äusseren Neurogliazellen, deren Zellkörper an der inneren Grenze der Strangregion liegen, giebt es viele, die einen kürzeren oder längeren Fortsatz radiär nach innen hin schicken; in der Strangregion selbst giebt es noch keine kernführenden Körper der Neurogliazellen. Wie v. A. von LEXNOSSEK hervorgehoben hat, biegen die neben der vorderen Fissur des Markes befindlichen Neurogliazellen ihre Fortsätze nach ihr um; gerade diese Zellen sind am meisten verästelt.

In der hinteren Region des Querschnitts herrscht nun, wie von LEXNOSSEK genau beschrieben hat, ein abweichendes Verhalten. Es sind hier keine eigentlichen Ependymzellen vorhanden, sondern nur radiäre Neurogliazellen, die ihre ovalen oder spindelförmigen, mit feinen moosähnlichen Fortsätzen versehenen Zellkörper senkrecht oder etwas schief gegen die sagittale Mittellinie, das »Septum posticum autorum«, kehren, im Allgemeinen aber in einiger, etwas verschieden grosser Entfernung davon belegen sind; nach aussen hin schicken sie ihren peripheren Fortsatz, der nach hinten hin etwas bogenförmig umbiegt und fast immer unverzweigt die Oberfläche erreicht und dort knopfartig endigt; die hintersten machen sogar eine S-förmige Umbiegung, wie es von LEXNOSSEK beim Menschen so eingehend und genau dargestellt hat. Die Erklärung, die dieser Forscher von der Entstehung jener Neuroglia-Anordnung in der hinteren Region des Markes gegeben hat, ist höchst plausibel: in Folge der Obliteration der hinteren Spalte des Centralkanales verschwinden die früheren eigentlichen Ependymzellen, und von ihnen restiren nunmehr nur radiäre Neurogliazellen, deren gegen das »Septum« senkrechte Anordnung indessen noch auf ihre Entstehung hinweist. Ferner hat von LEXNOSSEK nachgewiesen, dass das sog. Septum nicht plier Natur ist, sondern der Marksubstanz selbst angehört; es besteht aus Ependymzellen, dem hinteren Ependymkeil, dessen Zellen bei der Verlöthung der dorsalen Spalte des Centralkanales ventral vorrücken und zu dem Schluss und der Obliteration der Spalte wesentlich beitragen. Diese Erklärung ist offenbar zutreffend und lässt sich bei den Säugethier- und Menschenembryonen leicht bestätigen.

Was die Zellen des »Septum« betrifft, so gilt auch für die Säuger die von von LEXNOSSEK beim Menschenembryo gegebene Darstellung; am Dorsalende des Centralkanales drängen sich die Zellenden von beiden Seiten eng zusammen; dahinter biegen sie sich beiderseits etwas nach aussen, und nur die in der Mittellinie befindlichen verlaufen gerade in sagittaler Richtung; dann biegen sich die seitlichen Zellen wieder nach innen, um im dorsalen Theil des Septum als schmales, gedrungenes Bündel bis zu der seichten dorsalen Fissur zu verlaufen.

Im vorderen Ependymkeil sind die Ependymzellen kurz, aber verhältnissmässig dick und in der Regel unverzweigt, jedoch mit etwas gezackten Rändern versehen und in den Seitentheilen tonnenartig gebogen, wogegen sie in der Mitte gerade verlaufen; am Grunde der ventralen Fissur endigen sie mit gewöhnlich sehr kleinen Knöpfen.

Stützelemente anderer Art als die soeben beschriebenen habe ich in diesem Stadium des Hunderückenmarkes nicht gefunden.

In der Fig. 4 der Taf. X habe ich noch eine Abbildung des grössten Theils eines Querschnitts von der Lendenregion desselben 14 cm. langen Hundembryos mitgetheilt. Es sind im Ganzen so übereinstimmende Verhältnisse vorhanden, dass ich auf eine nähere Beschreibung derselben verzichten kann. Noch weiter unten in der Lendenregion war die Anordnung und Beschaffenheit der Stützelemente viel primitiver (Fig. 2 der Tafel X), indem hier nur Ependymzellen vorhanden waren; keine Neuroglialelemente waren vorhanden; die dorsale Spalte war nicht verlöthet.

Es ist nicht meine Absicht, diesmal die weitere Entwicklung der Stützelemente des Rückenmarks der Säuger zu verfolgen, da die Darstellung durch die vielen Einzelheiten gar zu sehr in die Breite gezogen werden und noch eine Menge von Figuren dazu nöthig sein würde. Das Angeführte reicht hin, um in Uebereinstimmung mit von LEXNOSSEK's Darstellung das Wesentlichste hervorzuheben. Ich komme bei der Beschreibung der Verhältnisse beim Menschen auf dieses Thema zurück.

Was das Ependym und die Neuroglia des *Cebus* betrifft, so habe ich theils schon früher (Verhandl. d. Biol. Vereins in Stockholm, Bd 3, 1891) diese Frage gelegentlich berührt und die Hauptformen der beiden Zellarten aus der Grosshirnrinde des jungen Hundes und auch die Bergmann'schen Faserzellen der Kleinhirnrinde des Menschen etc. abgebildet, theils den zur obigen Abhandlung gehörigen Figuren aus der Grosshirnrinde noch einige typische Ependym- und Neurogliazellen beigelegt. Diese Zellformen sind auch schon längst von anderen Forschern,

wie GOLGI, MARTINOTTI, CAJAL, VON KÖLLIKER, VAN GEHUCHTEN u. A., beschrieben und abgebildet worden. Eine eingehende Schilderung ihres ganzen Entwicklungsmodus wäre aber noch immer von besonderem Interesse; es ist jedoch diesmal nicht meine Absicht, diese Frage zu behandeln.

6. Beim Menschen.

Taf. XI—XIII.

Von jüngeren menschlichen Embryonen habe ich nur einmal so frisches Material bekommen, dass es sich nach der Golg'schen Methode färben liess. Dasselbe war von einem 3 cm. langen Embryo, in dessen Rückenmark sich hier und da sowohl das Ependym und die Neuroglia, wie auch Ganglienzellen und Collaterale schön färbten. Die Verschlüssung der dorsalen Spalte des Centralkanals war in den verschiedenen Regionen des Markes verschieden weit vorgeschritten. In der Fig. 1 der Taf. XI habe ich ein Stadium abgebildet, wo diese Verschlüssung schon ziemlich weit avancirt ist; in der Fig. 2 derselben Tafel ist ein anderes Stadium wiedergegeben, wo die Spalte noch weiter dorsalwärts reicht und das sog. Septum kürzer ist. In der Fig. 1 sieht man über das ganze Feld Ependymzellen gestrent, die senkrecht gegen die Höhle des Centralkanals, resp. auch gegen die verlöthete dorsale Spalte, stehen und von dort aus ihre äusseren Fortsätze radiär gegen die Peripherie hin senden; in den ventralen Theilen biegen sie sich, wie von LEXNOSSEK betont hat und wie es auch bei anderen Säugeth. (Hund etc.) der Fall ist, zugleich etwas ventralwärts, in den dorsalen Theilen etwas dorsalwärts; nur in der Grenzgegend zwischen der dorsalen und der ventralen Partie ziehen die Ependymfasern gerade lateralwärts. Die Zellkörper der Ependymzellen sind in Allgemeinen schmal und erweitern sich nur dort, wo der Kern liegt; vom inneren freien Ende sieht man hier und da ein haarartiges, oft etwas gekrümmtes Anhängsel in den Centralkanal hineinschliessen; ich bemerke dies, weil von LEXNOSSEK solche Haare erst in viel späteren Stadien gefunden hat. Der periphere Fortsatz verläuft geschlängelt nach aussen hin; er ist noch glatt oder nur wenig knotig und gezackt. In der antero-lateralen Region theilt er sich an der Grenze der Stränge dichotomisch, und die beiden Aeste können sich noch weiter theilen; sie ziehen in mehr oder weniger grossem Winkel von einander fort und biegen sich dann nach aussen hin, um an der Oberfläche knopfförmig oder mit konischer Verdickung zu endigen. Die Fortsätze der zu beiden Seiten des ventralen Ependymkeils befindlichen Ependymzellen biegen sich, wie v. LEXNOSSEK hervorgehoben hat, medialwärts gegen die ventrale Fissur um und theilen sich dabei reichlich. Die beiderseits von der dorsalen Spalte des Centralkanals befindlichen Ependymzellen reichen mit ihrem centralen Ende bei offener Spalte (Fig. 2 der Taf. XI) bis zur Höhle hinan; nach dem Verschluss derselben (Fig. 1 ders. Taf.) sieht man noch einige bis an sie hinan reichen; hier sind aber schon mehrere nimmehr als Neurogliazellen zu beziehende Zellen mit spindelförmigem moosigem Zellkörper und nach der Peripherie strebendem, in der Regel ungetheiltem Fortsatz zu beiden Seiten des Septum posticum vorhanden, die es nicht erreichen; die Fortsätze dieser Zellen werden von den Collateralen des Hinterstrangs (Fig. 1 der Taf. XI) gekrenzt; Neurogliazellen derselben Art sind auch in der vorderen Hälfte des Rückenmarkes vorhanden; Neurogliazellen von anderer Beschaffenheit habe ich in diesem Stadium nicht angetroffen; in der Strangregion (»der weissen Substanz«) waren keine Zellkörper nachweisbar.

Die beiden Ependymkeile verhalten sich so, wie oben beim Hunde und früher von v. LEXNOSSEK näher beschrieben worden ist. Hinsichtlich des dorsalen Keils ist ein Vergleich der Fig. 1 und 2 d. Taf. XI lehrreich, indem die letztere Figur ein früheres, die Fig. 1 ein späteres Stadium darstellt. Der ventrale Keil zeigt ein typisches Verhalten; nur will ich bemerken, dass in ihm einzelne Fasern eine Theilung darbieten.

Von den folgenden Stadien der Entwicklung habe ich das Rückenmark eines 15 cm. langen menschlichen Embryo gewählt. Dies Stadium (Fig. 3 der Taf. XI) zeigt eine auffallend höhere Entwicklung als das von v. LEXNOSSEK bei dem 14 cm. langen Embryo dargestellte. Vor Allem ist hervorzuheben, dass das ganze laterale Ependym in der Ausbildung zurückgeblieben und die Neuroglia schon weit entwickelt ist. Die Zellkörper der Ependymzellen haben zwar ihre Beschaffenheit ziemlich bewahrt, ihre peripheren Fortsätze aber zeigen ein verändertes Aussehen, indem sie bald grob gekörnt, bald äusserst fein sind und nicht mehr regelmässig radiär, sondern buchtig verlaufen und bald verschwinden; die neben dem ventralen Ependymkeil befindlichen Zellen lassen sich, obwohl

von sehr feinem Caliber, noch hier und da bis zur ventralen Fissur verfolgen; die mehr lateral belegenen ziehen in verschiedenen Richtungen und biegen sich oft sogar wieder medialwärts um, wonach sie dem Anscheine nach verschwinden; nie konnte ich nunmehr diese Fasern bis zur Strangsubstanz verfolgen, sondern sie endigten in der Regel unweit des Centralkanales. Die beiden Ependymkeile zeigten die v. A. von *VOX LEXNOSSEK* beschriebene Beschaffenheit; in dem ventralen Keile biegen sich die peripheren, dicken und fein gezahnten Fortsätze oft in mehreren grossen Bögen um, wie die bei stärkerer Vergrösserung gezeichnete Fig. 4 der Taf. XI deutlicher zeigt. Die von *VOX LEXNOSSEK* geschilderte mediale Umbiegung der centralen Enden der Ependymzellen des dorsalen Keiles ist in der Fig. 3 scharf ausgeprägt, wie auch die danach folgende Verbreiterung und dann wieder die pinselförmige Verengung des hinteren Theils des Keiles aus dieser Figur hervorgeht.

Lange radiäre Neurogliazellen sind vorn und v. A. hinten reichlich vorhanden und zeigen die oben beim Hundeembryo und früher von *VOX LEXNOSSEK* beim Menschenembryo geschilderte Beschaffenheit und Anordnung. Ihr Verlauf vor, hinter und in dem Hinterhorn, resp. in der Substantia gelatinosa Rolandi ist von dem genannten Forscher so genau beschrieben worden, dass ich nur auf seine Darstellung hinzuweisen brauche.

Was die übrigen Neurogliazellen betrifft, so findet man, wie oben angedeutet wurde, in der antero-lateralen Region schon eine weit avancirte Entwicklung derselben, und zwar sowohl in der »grauen«, wie in der »weissen« Substanz. Die neben der ventralen Fissur befindlichen Zellen besitzen schon ihre spätere Beschaffenheit; die Zellkörper sind unregelmässig und zeigen nur ausnahmsweise einen centralen Fortsatz, wogegen in der Regel zahlreiche periphere Fortsätze bis zur Oberfläche ziehen, wo sie verdickt endigen. In der übrigen antero-lateralen Region sind in der »weissen« Substanz (Strangsubstanz) ebenfalls zahlreiche Neurogliazellen verschiedener Gestalt vorhanden; die meisten sind einfach oder wenig verzweigt; in der Fig. 3 der Tafel XI habe ich eine Reihe der gewöhnlicheren Formen wiedergegeben, weshalb ich auf diese Figur hinweise. Die in der grauen Substanz befindlichen Neurogliazellen sind im Allgemeinen ziemlich klein und mit moosigen und zottigen Aestchen versehen; hier und da trifft man den noch vorhandenen peripheren Fortsatz, zuweilen auch einen kurzen centralen.

Von den folgenden Stadien wählte ich das Rückenmark des 26 *Cm. langen* menschlichen Embryo aus, weil ich bei diesem eine schöne Färbung der Neuroglialelemente bekam. Auf den Taf. XII und XIII habe ich einige Abbildungen von Partien des Quer- und Längsschnitts dieses Rückenmarkes mitgetheilt. Ich finde aber nicht, dass es nöthig ist, eine detaillirte Beschreibung der Verhältnisse zu geben, da ich das, was *VOX LEXNOSSEK* darüber gesagt hat, in allem Wesentlichen bestätigen kann. Indessen will ich einige Punkte hervorheben, in welchen meine Ansichten etwas von den seinigen abweichen. Was zuerst die Ependymzellen betrifft, so finde ich, wie schon oben beim 15 *cm. langen* Embryo bemerkt wurde, dass dieselben zum grössten Theile verkümmert sind. Ventral- und dorsalwärts sind sie zwar noch ziemlich erhalten; eine ventrale Keilfigur ist aber nicht mehr nachweisbar; sternförmige Deiters'sche oder Spinnenzellen sind hier aufgetreten; Nervenfasern und Ganglienzellenfortsätze sind vielfach durch diese vordere Commissur hervorgezogen, und die Ependymzellen sind gewissermassen aus einander geschoben; sie lassen sich aber noch grösstentheils bis zur Fissur verfolgen; die meisten gelangen dahin auf verwickelten Bahnen; ihre central hervorragenden Haarausläufer sind oft schön nachweisbar.

Die Ependymzellen des dorsalen Ependymkeiles biegen ihre peripheren Fortsätze, bevor dieselben in das schmale Septum eintreten und in ihm fast geraden Weges oder nur wenig geschlingelt nach hinten ziehen, oft stark lateralwärts um.

Die lateralen Ependymzellen färben sich recht ungerne; ihre peripheren Fortsätze sind in der Regel fein, variös und in ihrem Verlaufe unregelmässig; dieselben biegen sich oft um und entziehen sich dem Blicke. *VOX LEXNOSSEK* hegt die Ansicht, dass sie nicht gerne verschwinden können; er meint nämlich, dass das, was auf so vorgeschrittener Stufe da ist, auch später erhalten bleibt; ich kann zwar nicht beweisen, dass die Ependymfasern »atrophiren« und ganz verschwinden, doch werden sie nicht nur spärlicher, sondern auch im Verlaufe unregelmässiger, indem sie sogar nicht selten medialwärts umbiegen, bevor sie sich dem Auge entziehen. Darin stimmen aber alle Forscher überein, dass diese Fasern keine bedeutende Rolle mehr spielen, sondern als embryonale Rudimente zu betrachten sind.

Die Neurogliazellen sind dagegen in diesem Stadium zu einem hohen Grade von Entwicklung gelangt. In der Umgebung des Centralkanales (Taf. XII, Fig. 1) sind die Deiters'schen oder Spinnenzellen in schöner Ausbildung vorhanden; ihre Fortsätze sind auf weite Strecken zu verfolgen. In der grauen Substanz (Taf. XIII, Fig.

1 gr) trifft man eine grosse Menge von Zellen zerstreut an, die sehr verschiedene Formen darbieten; im Allgemeinen haben sie viele feine Fortsätze, die den Zellen ein moosiges Aussehen geben; oft sind die Ausläufer variös, sogar mit dicken, plumpen Knoten versehen, oder auch tragen sie zahlreiche Seitenästchen. Hier und da sieht man, dass die Fortsätze sich an den nabeliegenden Blutgefässcheiden mit konischen Enden ansetzen, wie es GOLGI längst beschrieben hat (Taf. XII, Fig. 1 bei *M, M*, wo Spinnenzellen sich in dieser Weise verhalten). Den nach der Oberfläche ziehenden peripheren Fortsatz vermissen ich in diesem Stadium bei den Neurogliazellen der grauen Substanz oft. In der *Substantia gelatinosa Rolandi* sind die Zellen, wie von LEXNOSSEK sie beschreibt, im Allgemeinen langgestreckt und moosig; es kommen aber auch viele kurze und dicke Zellen vor, die eine wechselnde Gestalt darbieten (Taf. XIII, Fig. 3).

Die Neurogliazellen der weissen Substanz (Taf. XIII, Fig. 1 *se* und Fig. 2) bieten ebenfalls, wie von LEXNOSSEK geschildert hat, verschiedene Formen dar. Es ist fast unmöglich, von ihnen eine allgemeine Beschreibung zu liefern, und ich muss daher auf die angeführten Figuren verweisen. Im Ganzen ist der verschieden gestaltete Zellenkörper klein, unregelmässig eckig und mit dichten, feinen Ausläufern versehen, die in allen Richtungen ausstrahlen; vor Allem ziehen aber von ihm ein oder mehrere dickere und mehr gestreckt verlaufende, sogar steife Fortsätze centralwärts, und ebenso ein, zwei oder mehr dickere steife Fortsätze nach der Peripherie hin, entweder ungetheilt, oder, in der Regel, verzweigt die Oberfläche erreichend und dort mit je einer kleineren oder grösseren konischen Verdickung endigend. Die Zellenkörper liegen in verschiedener Tiefe unter der Oberfläche; viele findet man dicht unter derselben, oder sogar an ihr selbst; hierdurch entstehen, wie aus den Figuren hervorgeht, eigenthümlich gestaltete, aber sehr wechselnde Formen. Im Ganzen lassen sich zwar die von von LEXNOSSEK beschriebenen 4 Typen nachweisen; es kommt aber eine grosse Anzahl vor, die sich nicht ohne Zwang unter diese Typen einreihen lassen. Der Wechsel ist nämlich auffallend gross, wie schon ein Blick auf die angeführten Figuren lehrt und auch von LEXNOSSEK selbst betont hat.

Aus der obigen Darstellung geht indessen schon zur Genüge hervor, dass ich, v. A. in Uebereinstimmung mit GOLGI, CAJAL und von LEXNOSSEK, die Stützelemente des centralen Nervensystems der Wirbelthiere von Anfang an für eine besondere Gattung von Zellenelementen halte. In der That hat ja auch HIS auf Grund seiner tiefgehenden und ausgedehnten Untersuchungen schon vor Jahren bewiesen, dass die Stützelemente aus einer bestimmten Art embryonaler Zellen, den Spongioblasten, sich entwickeln.

Die sich zuerst entwickelnden Stützzellen, die Ependymzellen, spielen indessen, besonders bei den höheren Wirbelthieren, nur vorübergehend eine grössere Rolle; sie treten nachher zurück oder bleiben auf rudimentärem Standpunkt stehen. Unterdessen haben sich, offenbar aus derselben Art von Keimzellen, die Neurogliazellen entwickelt, die zuerst die eigenthümliche lange radiäre, den Ependymzellen ähnelnde Gestalt annehmen, bald aber sich in die verschiedenen Formen der eigentlichen Neurogliazellen umwandeln, die in den einzelnen Regionen der grauen und weissen Substanz einen differenten, obwohl mannigfaltig wechselnden Typus erhalten.



DIE NERVÖSEN ELEMENTE IM RÜCKENMARKE DER KNOCHENFISCHE.

Taf. XIV.

Bei den Knorpelfischen liegen in von LESNOSKÝ'S Mittheilung über den Pristiurusembryo in Betreff der Elemente des Rückenmarkes interessante Angaben vor.

Bisher ist aber bei den *Teleostiern* meines Wissens mittelst der Golgi'schen Methode keine Untersuchung über die Elemente des centralen Nervensystems ausgeführt und veröffentlicht worden.

Wie oben in der Abhandlung über Ependym und Neuroglia erwähnt wurde, habe ich in der letzten Zeit einige Untersuchungen über das Verhalten der nervösen Elemente in Rückenmarke junger Exemplare eines Teleostiers, *Salmo Salar*, ausgeführt. Ueber die das Ependym betreffenden Befunde ist in jener Abhandlung schon berichtet worden. Hier werde ich nun eine Darstellung von den Ganglienzellen und ihren Fortsätzen geben.

Ich untersuchte mittelst der angeführten Methode sowohl die noch im Ei befindlichen Jungen, wie auch die ausgeschlüpften bis zu solchen von 32 mm. Länge, bei denen der Dottersack vollständig eingezogen war. Im Ganzen war es ziemlich schwer, eine gute Färbung der Ganglienzellen und ihrer Fortsätze zu bekommen; am besten gelang es bei jungen Exemplaren von 18—24 mm. Länge. Da ich mit Hunderten von Exemplaren arbeitete, erhielt ich auch eine nicht unbedeutende Reihe guter Präparate. Diese gaben sehr übereinstimmende Resultate, die ausserdem aber auch mit den bei anderen Wirbelthieren erlangten Befunden gut in Einklang gebracht werden können.

Es färben sich selten viele neben einander liegende Ganglienzellen, sondern in der Regel nur eine oder einige wenige in jedem Querschnitte. In Folge dessen lassen sie sich auch im Ganzen in ihrem Verhalten ziemlich leicht verfolgen. Vor Allem sind sie von den radiär angeordneten und eigenthümlich gestalteten Ependymzellen stets unschwer zu unterscheiden. Auf der Taf. XIV habe ich einige der gewöhnlichsten Formen zusammengestellt. Die sieben in den Fig. 1—7 abgebildeten Querschnitte rühren von verschiedenen Gegenden des Rückenmarks her, nämlich die Fig. 5, 6 und 7 aus dem hinteren, die übrigen aus dem mittleren und vorderen Theile desselben.

Wie bei den übrigen bisher genauer untersuchten Wirbelthieren, v. A. Vögeln und Knorpelfischen, lassen sich hier auch im Rückenmarke hauptsächlich drei Arten von Ganglienzellen unterscheiden: nämlich *motorische Zellen*, *Commissurenzellen* und *Strangzellen*. Eigentlich gehören wohl die letzten beiden Arten derselben Kategorie an, indem ihr Axencylinderfortsatz sich jedenfalls in längslaufende Strangfasern umbiegt und sich dann fortsetzt. Beide sind also »Strangzellen«. Sie unterscheiden sich jedoch von einander in der Hinsicht, dass bei den Strangzellen »sensu strictiori« der Axencylinderfortsatz direct in die Stränge derselben Hälfte des Rückenmarks eintritt, während die anderen ihren betreffenden Fortsatz durch die vordere Commissur hindurch in die andere Hälfte hinüberschieben, um ihn in einen der Stränge dieser Hälfte eintreten zu lassen. Ich werde sie nun auch, in Uebereinstimmung mit dem Gebrauche, als besondere Zellenarten auführen.

1. *Motorische Zellen.* Im Ganzen traf ich nicht oft solche Zellen, bei denen der Axencylinderfortsatz sich bis in die vordere Wurzel verfolgen liess. Dann und wann gelang es jedoch. In Fig. 1 der Taf. XIV habe ich einen Querschnitt wiedergegeben, wo jederseits eine motorische Zelle (*m, m*) vorlag, die ihren Axencylinderfortsatz aus dem Rückenmark hinaustreten liess und eine gute Strecke in der motorischen Wurzel verfolgt werden konnte; die beiden Zellen liegen ziemlich symmetrisch jederseits vom Centralkanal, sind von oval-spindelförmiger Gestalt und schicken nach hinten-aussen je einen Protoplasma- oder Dendritenfortsatz, der gegen die Oberfläche hin vorrückt und sich dort, in der Strangregion, dichotomisch verzweigt; die rechts in der Fig. belegene Zelle sendet auch nach vorn und innen zwei kurze »Dendriten« ab; von dem vorderen derselben geht der Axencylinderfortsatz in wenig gebogenem Verlaufe nach vorn-aussen, um in die betreff. Wurzel auszutreten. Die entsprechende Zelle der anderen Seite sendet ihren Axencylinderfortsatz vom eigentlichen Zellenkörper aus; er zieht zuerst nach vorn-innen und biegt sich dann in fast rechtem Winkel nach aussen-vorn, um in etwas geschlingeltem Verlaufe durch die Strangregion hindurch in die vordere Wurzel auszutreten; collaterale Aeste sah ich bei den Axencylinderfortsätzen der motorischen Zellen der jungen Lachse nie.

In anderen Präparaten traf ich gefärbte motorische Zellen etwas weiter nach vorn und aussen hin im Rückenmark belegen; die Dendritenfortsätze waren im Ganzen spärlich; doch kamen Fälle vor, wo sie sich viel reichlicher verästelt; die untersuchten Thiere sind wohl noch als verhältnissmässig jung anzusehen; wahrscheinlich sind in einem entwickelterem Stadium die Dendritenfortsätze dieser Zellen im Allgemeinen viel mehr verzweigt, als ich sie hier gefunden habe.

2. *Commissurenzellen.* Diese Zellen färben sich, wie bei den Embryonen der Knorpelfische und Vögel, am reichlichsten. Ich habe in meinen Präparaten eine ganze Menge von ihnen durchmustern können. Sowohl die Gestalt, wie die Grösse und Lage derselben wechselt sehr. In den Fig. 1—7 der Taf. XIV habe ich eine Anzahl der gewöhnlichsten Typen wiedergegeben. Wie man durch eine Betrachtung dieser Figuren erfährt, liegen diese Zellen grösstentheils etwas hinter der durch die Mitte des Centralkanals gezogenen Frontalebene, sogar nach hinten von seinem hinteren Umfang. Man trifft ihre Zellenkörper in der Regel an der inneren Seite der Strangregion, und zwar ziemlich nahe an ihr. Die Gestalt der Zellenkörper ist oval oder spindelförmig, zuweilen sogar fast rundlich-birn förmig; ihre Längsaxe ist in der Regel von hinten-innen nach vorn-aussen, oder eigentlich der Oberfläche des Markes parallel gerichtet. Die am meisten nach hinten hin belegenen Zellen sind in der Regel die kleinsten; zuweilen trifft man solche Zellen sogar dicht am hintersten Umfang des Markes an (Fig. 7 *a*); gewöhnlich liegen sie jedoch etwas mehr nach vorn hin (Fig. 1 *a*; Fig. 3 *a, c*; Fig. 4 *a*; Fig. 7 *b*). Diese hinten belegenen Commissurenzellen sind in der Regel unipolar, spindel- oder birnförmig und senden ihren einzigen Fortsatz, der im Allgemeinen dünn und faserartig ist, an der Innenfläche der Strangregion bogenförmig und der Oberfläche des Markes parallel nach aussen-vorn hin; während dieses Verlaufes giebt dieser Fortsatz einen oder mehrere Seitenfortsätze ab, die in den Seitenstrang eintreten, sich in ihm verzweigen und endigen; diese Seitenäste repräsentiren offenbar die Dendritenfortsätze. Der Fortsatz setzt sich dann als dünner, echter Axencylinderfortsatz fort und biegt sich, an der Innenfläche der Strangregion verlaufend, nach vorn-innen um; er tritt dann transversal durch die vordere Commissur in die andere Hälfte des Markes hinüber und zieht, nach aussen-hinten verlaufend, eine kürzere oder längere Strecke weiter, bis er nach aussen hin in die Strangregion hinaustritt und in die longitudinale Richtung einbiegt, um in dem betreffenden Strang als Längsnervenfasern seinen Lauf fortzusetzen (Taf. XIV Fig. 1—7).

In anderen Fällen biegt der Zellenkörper der Commissurenzellen etwas weiter nach vorn hin, an der Innenfläche der Seitenstränge, und giebt einen oder mehrere Dendritenfortsätze ab, die in dieselben eintreten und sich dort verästeln, um unweit der Oberfläche des Markes mit freien Enden zu endigen (Taf. XIV, Fig. 2 *a*; Fig. 4 *b*). Zuweilen sendet der Zellenkörper nur einen lateral abgehenden Fortsatz aus, der sich in der Strangregion reichlich dendritenartig verästelt (Taf. XIV, Fig. 6 *a*); von einem der Dendritenzweige entspringt dann der Axencylinderfortsatz, der sich übrigens in oben beschriebener Weise verhält, d. h. bogenförmig, der Oberfläche des Markes parallel, zieht, die vordere Commissur durchläuft und sich, umbiegend, in der Strangregion der anderen Markhälfte verliert.

Natürlicherweise trifft man in den Präparaten oft Zellen an, deren Axencylinderfortsätze nach längerem oder kürzerem Verlaufe vom Messer abgeschnitten worden sind und sich deshalb nicht bis zur endlichen Umbiegung in die Strangregion verfolgen lassen; zwar ist es dann nicht leicht die Art der Zellen zu eruiiren; gewöhnlich ist

jedoch die Lage des Zellkörpers und v. A. der Verlauf des Fortsatzes der Commissurenzellen so typisch, dass die Identification möglich wird. Oft trifft man ferner auch Fortsätze an, die sich als Axencylinderfortsätze von Commissurenzellen erweisen, obwohl sie vom betreff. Zellkörper abgetrennt sind (Taf. XIV, Fig. 1 *c, d*; Fig. 7 *c*). Hier und da sieht man auch bei den jüngsten Individuen Axencylinderfortsätze von Commissurenzellen, die mit einer mehr oder weniger verzweigten und zackigen Verdickung endigen, bevor sie die Strangregion erreicht haben, (Taf. XIV, Fig. 7 *c*); es liegt hier offenbar die von CAJAL bei Hühnerembryonen beschriebene Bildung vor, die er «*cone de croissance*» benannt hat. Die von demselben Forscher entdeckte und von Anderen bestätigte Zweitheilung des Axencylinderfortsatzes sah ich bei dem jungen Lachse eigentlich nie mit Sicherheit. Vielleicht gehört jedoch hieher die in Fig. 5 der Taf. XIV wiedergegebene Bildung, wo der Axencylinderfortsatz einer Commissurenzelle, nachdem er die andere Markhälfte betreten hat, sich verzweigt; er schien sich hier dichotomisch zu theilen (*b*) und die beiden Theiläste in die Strangregion hineinzusenden, nachdem er vorher einen dendritisch verästelten Seitenfortsatz abgegeben hatte; dieses Beispiel einer solchen Verästelung in der entgegengesetzten Markhälfte ist indessen das einzige der Art, das ich gesehen habe.

3. *Strangzellen*. Diese Zellen ähneln in den meisten Beziehungen den Commissurenzellen; sie liegen aber gröstentheils mehr nach vorn hin und schicken v. A. den Axencylinderfortsatz direct in die Strangregion derselben Markhälfte hinein (Taf. XIV, Fig. 2 *b*; Fig. 3 *b*; Fig. 4 *d, g*). Oft ist es recht schwer, den Axencylinderfortsatz dieser Zellen von den in der Regel in der Strangregion reichlich verästelten Dendriten zu unterscheiden.

Ganglienzellen von dem Golgi'schen Typus mit in der Nähe des Zellkörpers sich verästelndem und endigendem Axencylinderfortsatz habe ich bei den Knochenfischen bisher nicht gesehen.

Was die übrigen Verhältnisse der nervösen Elemente des Rückenmarkes betrifft, so gelang es mir an Längsschnitten der Stränge, die collateralen Aeste der längsgehenden Nervenfasern darzulegen. In der Fig. 8 der Taf. XIV habe ich ein solches Präparat wiedergegeben, wo sich die collateralen Aeste in der bei anderen Wirbelthieren bekannten Weise verhalten; sie sind indessen offenbar noch nicht weit in der Entwicklung vorgeschritten, sondern nur wenig oder gar nicht verästelt; ebenso sieht man in der Figur einige Endumbiegungen der Strangfasern.

Auf der Tafel XIV habe ich des Vergleiches wegen einige Ependymfasern wiedergegeben (Fig. 1, 2, 4, 7 *e*); die hier abgebildeten Ependymzellen stellen zum Theil die typische Form dar, zum Theil sind sie aber auch extreme Beispiele der Formvariation dieser Elemente. Was die Zelle *f* der Fig. 4 betrifft, so habe ich sie in der Figur wiedergegeben, weil ich solche grossen runden Zellen mehrmals an demselben Platze antraf; welcher Natur diese Zellen sind, ist mir unklar geblieben.

Von den verschiedenen Partien des *Gehirns* der jungen Lachse besitze ich ebenfalls eine Anzahl guter Präparate. Es ist aber diesmal nicht meine Absicht, auf die verwickelten Fragen vom Gehirnbau der Knochenfische einzugehen, und ich spare daher die Darstellung derselben für eine spätere Mittheilung.

Was die cerebrospinalen Ganglien betrifft, so fand ich bei den jungen Lachsen dieselben Formen der Ganglienzellen, die ich im IV. Bande dieses Werkes (S. 59—60) bei *Gobius* beschrieben habe, und die von LESHOSKÉ etwa gleichzeitig bei Knochenfischen gesehen hat (Der feinere Bau des Nervensystems im Lichte neuester Forschungen, Fortschritte der Medicin, 1892). Ich sah also auch beim Lachse bipolare und unipolare Formen, wie auch die bekannten Uebergangsformen.

Wenn man die oben dargestellten Befunde bei den Knochenfischen mit den entsprechenden von LESHOSKÉ bei Knorpelfisch-Embryonen und mit den von RAMÓN Y CAJAL und von LESHOSKÉ beim Hühnerembryo schon vorher beschriebenen Verhältnissen vergleicht, so findet man eine wesentliche Uebereinstimmung. In einem unten folgenden Aufsatze habe ich auch eine geöhrigte Darstellung von der Entwicklung der nervösen Elemente im Rückenmark der Hühnerembryonen von 3—5 Tagen und mehrere betreffende Abbildungen (Taf. XXII und XXIII) mitgetheilt. Bei den angeführten Thieren lassen sich dieselben Arten von Ganglienzellen nachweisen, und zwar sowohl *motorische Zellen*, deren Axencylinderfortsatz in die vordere Wurzel derselben Seite (wie durch die vordere Commissur in die Wurzel der anderen Seite) eintritt, wie auch *Strangzellen* und *Commissurenzellen*. Die zuerst von

von LENHOSSÉK beschriebenen, von RAMÓN Y CAJAL und VAN GEHUCHTEN bestätigten Zellen, deren Axencylinderfortsatz durch die hintere Wurzel das Rückenmark verlassen, sah ich bis jetzt bei den Knochenfischen nicht; ich will jedoch auf Grund dieses negativen Befundes ihr Vorkommen keineswegs läugnen.

Was die bei den jungen Lachsen oben beschriebenen Formen der Zellen betrifft, so ist es zu bemerken, dass die Zellkörper derselben offenbar noch als embryonal gestaltet zu betrachten sind. Die meisten haben eine einfache, birn- oder spindelförmige Gestalt und nur wenige Dendritenfortsätze. Vor allem sind die beim hinteren Umfange des Markes belegenen Commissurenzellen noch in einem niedrigen Entwicklungsstadium. Ich suchte zwar die weitere Ausbildung der Ganglienzellen zu verfolgen, bekam aber bei den jungen Lachsen von mehr als 30 mm. Länge keine guten Färbungen. Im Ganzen färben sich die Ganglienzellen und ihre Fortsätze viel leichter beim Hühnerembryo als bei den von mir untersuchten Knochenfischen.



UEBER DIE NERVEN DER OVARIEN UND HODEN.

I. Die Nerven der Ovarien.

Tafel XV, Fig. 1—4.

Das nicht nur die Biologen, sondern auch, und ganz besonders die Gynäkologen interessirende Problem von dem Verhalten und der Endigung der Nerven der Eierstöcke ist lange eine offene Frage gewesen. So hat z. B. FRANKENHÄUSER (1867) nur die zu dem Organ gehenden Nervenbündel finden können, ihr näheres Verhalten in demselben blieb ihm aber unbekannt. In seiner klassischen Monographie »Eierstock und Ei« (1870) sagt WALDEYER: »Am mangelhaftesten sind zur Zeit noch unsere Kenntnisse über die Nerven des Ovarium. Man sieht, in Bestätigung der bekannten Angaben, einzelne Stämmchen mit den Gefässen in den Hilus eintreten und sich dort bis zur Zona parenchymatosa verzweigen; es ist mir indessen nicht gelungen, trotz der Anwendung des Goldchlorids, welches sich für die Cornea und die menschliche Haut so trefflich bewährt hat, dieselben weiter in die Parenchymschicht hinein zu verfolgen, geschweige denn über ihre letzten Enden ins Klare zu kommen.« In seiner Besprechung desselben Gegenstandes im Stricker'schen Handbuch (1871) äussert WALDEYER: »Genauer über den Verlauf der Nerven im Ovarium lässt sich zur Stunde noch nicht angeben. Ich habe neuerdings bei Kaninchen-Eierstöcken, die ich gefrieren liess und dann feine Schnitte mit Goldchlorid behandelte, zarte, nur mit einer sehr dünnen Markscheide versehene Nervenfasern bis zwischen die grösseren Follikel verfolgt; ihre Endigungsweise vermochte ich jedoch nicht darzustellen.« WALDEYER fügt übrigens in seiner Monographie hinzu: »Wie es scheint, haben wir es im Ovarium nur mit Gefäss- und Muskelnerven zu thun.«

Indessen scheint es schon früher LUSCHKA (Die Anatomie des Menschen, II Bd, 1868) nach Behandlung des Gewebes mit Essigsäure gelungen zu sein, »bisweilen einzelne Primitivröhren bis an die Peripherie der Follikelwand zu verfolgen, ohne dass es jedoch bis jetzt möglich gewesen ist, ihre eigentliche Endigung ausfindig zu machen«.

Dann erschien im Jahre 1876 eine vorläufige Mittheilung von ELSCHER (Centralbl. d. med. Wiss.), in welcher die Endigungsweise der Nerven der Eierstöcke beim Kaninchen, dem Schafe und der Kuh kurz beschrieben wurde. Nach ihm dringen ausser Gefässnerven markhaltige Fasern bis zur Peripherie der Follikelschicht vor und bilden Züge um die Follikel herum, indem sie die Theca follicularis mit einem vielfach anastomosirenden Netze ziemlich starker Fasern umgeben; aus diesem Netze entspringt ein aus feineren Fasern bestehendes, langgestrecktes Maschenwerk, welches die Membrana granulosa umspinnt und hier und da sogar Aestchen in die Zellkerne des Follikel-epithels schiebt, wie er an mit Goldchlorid behandelten Präparaten, besonders von Ovarien des Schafes, gesehen zu haben meinte.

ELSCHER'S eigenthümliche Angaben fanden wenig Glauben und wurden nicht bestätigt. VEDELEN¹ konnte bei seinen Untersuchungen am Schaf ovarium mittelst der Goldchloridmethode zwar recht zahlreiche Nerven finden, doch nur Gefäss- und Muskelnerven, aber keine Andeutung von Follikelnerven. In seiner späteren Mittheilung über das menschliche Ovarium hebt VEDELEN² auch hervor, dass keine Spur von Follikelnerven in diesem Organ vorkommt; die Nerven versorgen nur die Gefässe.

¹ VEDELEN, NORDY : Fåns-Ovariet, Archiv for Mathematikk og Naturvidenskap, Kristiania.

² VEDELEN, NORDY : Menneske-Ovariet. Norsk Magazin for Lægevidenskab, 1890, Jærg. 51.

Dann versuchte aber RIESE¹ mittelst der neuen Nervenfärbungsmethoden, der Ehrlich'schen und der Golgi'schen, das Verhalten der Nerven in den Ovarien eingehender zu verfolgen. Es gelang ihm in der That, reiche Färbungen der Nerven zu bekommen. Sowohl bei der Katze, wie beim Schafe fand er das Organ von einem so dichten Nervengeflecht durchzogen, dass er mit ELASCHER sagen konnte: »die Nerven bilden einen grossen Theil des Ovarialstroma«. Sie werden um so feiner, je näher sie an die Follikelsubstanz kommen, und in der Zona parenchymatosa ist das Geflecht von zarten, marklosen Fasern besonders dicht; »namentlich werden die Gefässe bis zu den feinsten Capillaren eng von ihnen umspinnen«; es ist sicher, sagt er, »dass die im Ovarium überhaupt vorhandenen Nerven zum grössten Theil auch in der Wand der Gefässe endigen«, sowohl der muskelführenden, wie der Capillaren. Ferner sah RIESE auch Nervenfasern in die Eifollikel eindringen und sich interepithelial zwischen den Granulosazellen verbreiten und frei endigen; beim Schafe sah er sogar an ihren Enden »eigenthümliche Kolben«. Er nimmt bis auf Weiteres an, »dass die Nerven in der Granulosa wirklich für die Epithelien bestimmt sind, und dass sie aus den Fasern, die an die Capillaren der Tunica propria herantreten und diese mit Zweigen versehen, nur hervorgehen, aber nicht auch lediglich Capillarnerven sind«. Er glaubt nämlich, wenigstens bei dem Schafe, auch in den Follikeln, zwischen den Granulosazellen, Capillaren gesehen zu haben. »Sicher ist«, sagt er, »dass Nerven zwischen den Granulosazellen der grössten Follikel verlaufen und ihre Endigungen denselben nur anliegen, nicht in sie hineindringen.«

Endlich hat auch v. HERTF², v. A. mittelst der Golgi'schen Methode, den Nerven des menschlichen Ovarium nachgeforscht. Er fasst das Gesamtergebniss seiner Untersuchungen in der Weise zusammen, dass das Resultat ein solches ist, »dass die Existenz eines sehr dichten Nervengeflechtes im Ovarialstroma, welches zum grössten Theile bestimmt ist, alle Gefässe, einschliesslich die der Follikel, zu versorgen, über allem Zweifel steht. Auch zu dem Follikel epithel gelangen Nerven, die sich an den kleinsten Follikeln nur anlagern, in die grössten aber Fasern entsenden, die bis in die Membrana granulosa einstrahlen und hier endigen. Ob dieser Nerveneintritt gerade am Cumulus proligerus erfolgt, das zu entscheiden muss weiteren Untersuchungen überlassen werden. Ausserdem gehen einzelne Fasern noch zu dem Keimepithel, sowie zu den Muskelzellen im Hilus und in der inneren Gefässschicht. Das Vorhandensein von Ganglienzellen konnte nicht in wünschenswerther Weise dargelegt werden, wiewohl deren Vorkommen, zum mindesten im Hilus, sehr wahrscheinlich erschien.«

Mehrmals ist es mir gelungen, mittelst der Golgi'schen Methode eine schöne Färbung der Nerven der Eierstöcke zu bekommen. Vor Allem gelang mir dies bei Katzen verschiedenen Alters. Die besten Präparate erhielt ich bei jungen Thieren von 3—6 Wochen. Aber auch bei alten Individuen bekam ich reichliche Färbung der Nerven.

Was die Verbreitung der Nerven vom Hilus her durch die vasculäre Marksubstanz betrifft, so ist zu den früheren Darstellungen nichts Wesentliches hinzuzufügen. Man sieht die Nervenfasern zu dickeren oder dünneren Bündeln geordnet, das Stroma in verschiedener Richtung durchlaufen, im Ganzen aber nach der Follikularzone ausstrahlen. Sie sind, wie ELASCHER, VEDELER, RIESE und v. HERTF hervorgehoben haben, sehr zahlreich. Hier und da zweigen sich von den Bündeln Fasern ab, um zu den Blutgefässen hinzutreten und dieselben mit Geflechtem zu umspinnen. Diese Geflechte sind an den Arterien sehr reichlich. Man bekommt von der Gefäss-Innervation überall die schönsten Bilder, welche vollständig mit den von CAJAL und mir in verschiedenen Organen (Milz, Niere etc.) beschriebenen übereinstimmen, weshalb ich es nicht als nöthig erachte, hier eine Darstellung derselben zu geben. Von der vasculären Markregion des Organes treten nun aber auch Nervenfasern, in dünne Bündel geordnet oder einzeln, in die Follikularzone hinaus. Von dieser Zone habe ich in der Fig. 1 der Taf. XV eine kleine Partie eines Verticallschnittes vom Ovarium einer 6-wöchentlichen Katze wiedergegeben. Bei o ist die Oberfläche des Eierstockes; das Epithel ist nicht dargestellt, weil es durch schwarze Niederschläge etwas verdunkelt war. In der Albuginea sieht man nur sparsame Nervenfasern, welche aus der Follikularzone heraustraten. Die Zone der kleinen Follikel (*kf*) und die darunter liegende Zone der grösseren (*gf*) enthält aber eine Menge von schwarz gefärbten Nervenfasern, die, in schmalen Bündeln oder auch einzeln, in verschiedenen Richtungen verlaufen und einen veritablen Plexus bilden. Die ganze Follikelzone ist in gut gefärbten Präparaten überall in dieser Weise

¹ H. Riese, Die feinsten Nervenfasern und ihre Endigungen im Ovarium der Stagetiere und des Menschen. Anatom. Anzeiger, 6. Jahrg., 1891, Nr. 14 u. 15.

² Otto v. Hertf, Ueber den feinsten Verlauf der Nerven im Eierstocke des Menschen. Zeitschrift für Geburtshilfe und Gynäkologie. 21. Bd., 1892.

von Nervenplexus durchspannen. Die Bündel biegen sich um die grösseren Follikel, ziehen in den Zwischenräumen derselben weiter und bilden zwischen ihrer Zone und der der kleineren Follikel einen dichteren, im Ganzen tangential angeordneten Plexus, von dem kleinere Bündel zwischen den Follikelgruppen in schiefer oder senkrechter Richtung nach aussen hin verlaufen, um theils zwischen den einzelnen Follikeln, theils nach aussen von ihnen in die Albuginea einzutreten. Ihre Endigung geschieht mittelst etwas verästelter, frei auslaufender, knotiger Endästchen; hier und da sieht man solche Endästchen einzelne Follikel gewissermassen umspinnen, um an ihrer Wand zu endigen. Andere Aeste verlieren sich und enden in der Albuginea; nur selten lassen sich Nervenfasern bis zum Oberflächenepithel verfolgen, wo sie an seiner Innenfläche endigen.

Wie verhalten sich aber die Nervenfasern zu den grösseren Follikeln? Wie schon oben erwähnt wurde, umspinnen sie dieselben. In der Fig. 1 der Taf. XV sieht man zwei grössere Follikel (*gf*), die in ihrem Centrum durchgeschnitten sind, von feinen Nervenfasern umspinnen, die hier und da an ihrer Aussenwand verästelt endigen. Es treten aber keine Aestchen durch ihre Wand in das Granulosaepithel hinein, um in demselben frei zu endigen. Die Endigung der Nervenfasern geschieht nur an der Aussenfläche der Follikel und in den Zwischenräumen zwischen ihnen, und zwar theils an Blutgefässen, theils auch in den eigenthümlichen Strängen »parenchymatöser« Zellen (*dz*), die hier bekanntlich vorkommen; in diesen Strängen sieht man nämlich feine knotige Nervenfasern verästelt auslaufen und frei endigen.

Ich habe mich vielfach bemüht, das von ELISCHER, REISE und v. HERFT beschriebene Eindringen von Nervenästchen in das Granulosaepithel der Follikel wahrzunehmen, muss aber bekennen, dass mir dies nie gelungen ist. Zwar können manche Bilder in dieser Hinsicht trügerisch sein, besonders wenn man in den Präparaten Follikel betrachtet, die nicht ganz im Centrum getroffen sind, oder wenn sonst eine Oberflächenpartie der Follikelwand eingestellt ist. Sobald ich aber das Centrum der Follikel genau einstellte, sah ich *nie* ein durch die Follikelwand in das Epithel eindringendes Nervenästchen. Dies gilt nicht nur von den kleinen und mittelgrossen, sondern auch von den grossen Follikeln. In der Fig. 2 sind einige Follikel geringerer Grösse abgebildet, von denen drei als im Centrum, die vierte von der oberen Fläche eingestellt wiedergegeben ist; bei allen sind die umspinnenden Nervenfasern abgebildet. Bei einer gewissen Einstellung kann es nun den Anschein haben, als ob die Nervenfasern in die Follikel eindringen. Dies ist aber meiner Ansicht nach nur scheinbar. Ich habe eine grosse Menge von Follikeln, auch viele grössere, genau durchmustert und, wie oben schon erwähnt wurde, nie ein solches Eindringen wahrnehmen können. In der Fig. 3 ist ein grosser Follikel von der Oberfläche her abgebildet; man sieht feinste Nervenfasern sich an ihm verästeln und frei endigen. In der Fig. 4 habe ich einen senkrechten Schnitt des Granulosaepithels eines kolossalen Follikels abgebildet; die Nervenfasern durchspinnen die Wand dicht nach aussen vom Epithel, ohne in dasselbe einzutreten; in derselben Fig. sieht man eine Anzahl der Granulosazellen gefärbt, wodurch ihre verschiedenen, wechselnden Formen schön und scharf hervortreten. Ein Theil dieser Zellen zeigt nun eine kolbenartige Form, was auch eine der gefärbten Granulosazellen des linken grösseren Follikels der Fig. 1 thut. Möglicherweise sind solche Zellen von den oben erwähnten Autoren für kolbenartige Nervenendigungen genommen worden. Ich sah im Ovarium nie andere Nervenendigungen als frei auslaufende Verästelungen, also keine besonderen Endorgane.

Uebrigens soll hier bemerkt werden, dass ich auch in den Cumulus proligerus keine Nervenfasern eintreten sah.

An Golgi'schen Präparaten, welche von gut gehärtetem Material geschnitten werden, lassen sich diese Verhältnisse genauer ermitteln. An Methylenblau-Präparaten ist dies viel schwieriger, und ich kann leicht verstehen, dass REISE in seinen betreffenden Präparaten ein scheinbares Eindringen von Nervenfasern in das Granulosaepithel annehmen konnte.

Jedenfalls ist, wenn es in der That vorkommt, ein solches Eindringen der Nervenfasern bei der Katze äusserst selten und kann dann nur als eine Ausnahme betrachtet werden.

II. Die Nerven der Hoden.

Taf. XV, Fig. 5—7.

Die Nerven der Hoden sind bis jetzt sehr wenig erforscht und bekannt. So sagt z. B. v. KÖLLIKER in der 5. Auflage seiner Gewebelehre: »Ich habe mich vergebens bemüht, ihren Lauf im Innern zu erforschen, da es nur selten gelingt, selbst im Begleite der grösseren Arterien des Gewebes, Nerven mit dunkelrandigen Fasern zu sehen.« »Was die vom Plexus spermaticus internus abstammenden Nerven des Hodens betrifft, so war es bis auf die neueste Zeit keinem Forscher gelungen, deren weiteren Verlauf zu ergründen«, sagt von LA VALETTE St. GEORGE im Stricker'schen Handbuch (1871).

NUR LETZERICH¹ hat die Endigungsweise der Nerven in den Hoden der Säugethiere und des Menschen beschrieben. Er glaubte, an frischen oder mit schwacher Chromsäure behandelten Samenkanälchen Nervenfasern gesehen zu haben, welche die Bindegewebsschicht und die Membrana propria durchbohren und zwischen der letzteren und der nächsten Zellschicht in dunkel gekörnnten Massen endigen, indem sie hier, in eine Protoplasmanasse eingesenkt, in glänzende Knöpfe auslaufen. Niemand hat diese Befunde bestätigt.

»Ueber das Verhalten der Nerven im Inneren des Hodens fehlen nähere Beobachtungen«, äussert z. B. TOLAR noch in der dritten Auflage seines Lehrbuchs (1888).

Im Anschluss an die obigen Angaben über die Nerven der Ovarien gebe ich hier eine kurze Mittheilung über einige Befunde über die Nerven der Hoden. Ich habe bei verschiedenen Gelegenheiten versucht, sie mittelst der Golgi'schen Methode bei der Maus, der Ratte, dem Hunde und der Katze zu färben. Endlich gelang es mir bei jungen Katzen, deren Hoden wegen ihrer festeren Beschaffenheit dazu am geeignetsten zu sein scheinen. Bei einer zweiwöchentlichen Katze erhielt ich in dem Organ stellenweise intensive Färbung der Nervenfasern. Es zeigte sich aber, dass die im Ganzen dünnen Bündel den Arterien folgen und wenigstens zum grössten Theil Gefässnerven sind. Sie umspinnen die Arterien in derselben Weise wie in der Milz, der Niere, dem Eierstock u. s. w. In den Fig. 5 u. 6 *lg* der Taf. XV habe ich ein paar kleinere Partien solcher die Arterien umspinnender Nervengeflechte wiedergegeben. Hier und da zweigen sich aber ausserdem von den Bündeln und Arteriengeflechten einzelne Fäserchen oder Bündelchen ab und ziehen in verschiedener Richtung durch die Zwischensubstanz zwischen den Samenkanälchen hin. Diese Substanz, die die Blutgefässe umgibt und sie einbettet, besteht bekanntlich bei der Katze aus dicht gelagerten, eigenthümlichen »protoplasmatischen« Zellen. Zwischen diesen Zellenhaufen verlaufen die Nervenfasern in reichlicher Menge, und hier scheinen manche derselben mit frei auslaufenden verzweigten Enden zu endigen (Fig. 5 d. Taf. XV), etwa in derselben Weise, wie oben bei dem Ovarium beschrieben wurde.

Ich bemühte mich vielfach, Nervenfaserehen zu finden, die für die Samenkanälchen bestimmt seien und sie innerviren. Zwar sah ich hier und da Fäserchen, die die Kanälchen umwanden; nie konnte ich aber Fäserchen finden, die an den Kanälchen endigten, noch weniger solche, die ihre Wand durchdrangen und in ihr Inneres eintraten. Von den LETZERICH'schen Endigungen und Endorganen sah ich keine Spur. Obwohl direct auf das Drüsenepithel einwirkende, echt secretorische Nerven in diesen Drüsen physiologisch postulirt sein dürften, ist es mir also bis jetzt nicht gelungen, solche zu finden. Ich habe jedoch die obigen Befunde mitgetheilt, weil dieselben gleichwohl unsere Kenntniss von den Nervenfasern des Hodens etwas erweitern und andere Forscher zu fortgesetzter Nachforschung anregen können. Meiner Ansicht nach bildet das Katzenorgan in dieser Hinsicht das lohnendste Object.

In den Samenkanälchen färbt sich durch die Golgi'sche Methode in schönster Weise eine verzweigte Zellennart, die offenbar den früher sog. Spermatoblasten oder Zoospermennamen entspricht. In der Fig. 7 d. Taf. XV habe ich solche Elemente in einem querschnittenen (*a*) und einem längsgetroffenen Kanälchen (*b*) abgebildet. Von Interesse ist theils die Thatsache, dass diese Elemente des Drüsenepithels allein und zwar sehr intensiv gefärbt werden, theils auch das Vorhandensein einer grossen Anzahl sehr feiner, gekörneter und verästelter Fortsätze, die von den Seiten und den inneren Enden dieser Gebilde ausgehen und sich zwischen die anliegenden Epithelzellen verbreiten.

¹ LETZERICH, Virchow's Archiv. Bd 42, S. 516.

WEITERES ÜBER DIE ENDIGUNGSWEISE DES GEHÖRNERVEN.

Taf. XVI u. Taf. XVII, Fig. 1—4.

Ich habe schon im vorigen Jahre im dritten Bande dieses Werkes,¹ die Ergebnisse von Untersuchungen mitgeteilt, welche ich über die Endigungsweise des Gehörnerven bei Säugethieren und Vögeln mittelst der Golgi'schen Methode ausgeführt habe.

Ich hatte, im Anschluss an meine früheren Untersuchungen über dasselbe Problem, dargelegt, dass die im Gehörorgan endigenden Nerven, als periphere Fortsätze der bipolaren Ganglienzellen des Acusticus-ganglions, im Sinnesepithel der Macule und Cristae acusticae sowohl wie im Cortischen Organe überall mit frei auslaufenden Aestchen endigen; ein directer Zusammenhang mit den betreff. Haarzellen besteht nicht, sondern nur eine innige Anlagerung, ein Umstricken derselben.

Als ich kurz nachher diese Frage auf dem Anatomencongresse in Wien besprach, führte in Verbindung damit VAN GEHECHTEN an, dass auch er, ohne von meinen etwa gleichzeitigen Befunden zu wissen, diese frei auslaufende Endigungsweise der Gehörnerven in übereinstimmender Weise beobachtet habe. Bald danach erschien die Arbeit² von ihm, die diese Frage behandelt; nur hatte er nicht die Spinalfasern des Cortischen Organes geführt bekommen.

Noch in demselben Jahre hat auch NIEMACK³, mittelst der Ehrlich'schen Methylenblaumethode, über die Nervenendigung im Epithel der Cristae und Maculae acusticae Untersuchungen angestellt; er kam ebenfalls zu dem Ergebniss, dass die Nervenfasern mit den Haarzellen nicht direct zusammenhängen. Beim Frosche sah er die Nervenfasern nach ihrem Austritt aus der Basalmembran unter mehrfacher Theilung ein subepitheliales Netzgeflecht, danach einen intrapitheliales, zuweilen mehrschichtigen Siebplexus bilden; aus diesem steigen nach ihm Fäserchen von zweierlei Art auf, die einen endigen frei, die anderen treten einzeln oder zu mehreren an die untere Grenze der Haarzelle, wo sie bald aufhören. »Zwischen Nerv und Zelle scheint«, sagt er, »eine Art Zwischensubstanz die Kommunikation zu vermitteln, so dass wir weder eine Continuität noch eine direkte Contiguität beider haben.« Bei den Säugethieren sah NIEMACK die Haarzellen von einem sie vollständig, »vom Kopf bis zum Fusse« einhüllenden feingranulirten Mantel umgeben; die von dem basalen Fasernetz durch das Epithel zu den Haarzellen emporsteigenden Nervenfasern zeigen keine fibrilläre Zusammensetzung, sondern eine gleichmässig feiner oder gröber granulirte Beschaffenheit. Jeder der Fäden scheint in den centraleren Regionen nur eine bis zwei, in der Randregion aber mehrere Zellen zu versorgen. »In diese, zu dem Zweck becherartig auseinander weichende, granulirte Masse fügt sich, eng von ihr umschlossen, die Haarzelle ein.« NIEMACK verneint die fibrilläre Umspinnung der Zellen sowie überhaupt das Zerfallen des Axencylinders in Fibrillen.

¹ GÖTTLICH REIDEN, Die Endigungsweise des Gehörnerven. Biol. Untersuchungen, N. F., Bd III, 1892.

² A. VAN GEHECHTEN, Contribution à l'étude des Ganglions acoustiques. La Cellule, t. 8, 1892.

³ J. NIEMACK, Maculae und Cristae acusticae mit EHRLICH'S Methylenblaumethode untersucht. Anatomische Hefen, herausg. v. MALLER und BONNET, 1892.

Seit der Veröffentlichung meiner oben angeführten Mittheilung habe ich mich hin und wieder mit der fortgesetzten Untersuchung über die Endigungsweise der Gehörnerven beschäftigt. Ich beabsichtigte v. A., das nähere Verhalten der letzten Endigung derselben im Corti'schen Organe endgültig zu erforschen. Dann wollte ich auch das Thema bei den niederen Wirbelthieren, von den Fischen an, behandeln. Was die letztere Frage betrifft, so ist es mir in der That gelungen, bei einem Knochenfische, *Selma Salar*, die Endigungsweise des Gehörnerven zu eruiern. Schwieriger war es aber, vollständig klare und unzweideutige Präparate von den letzten Endigungen der Spiralnerven im Corti'schen Organe zu bekommen. Oft konnte ich Dasjenige bestätigen, was ich im Jahre vorher beschrieben hatte. Ich sah, dass es zwei Arten von Nervenfasern giebt, nämlich einerseits solche, die sich schon nach innen von den inneren Haarzellen verästeln und diese Zellen zuerst umstricken und dann an ihnen frei endigen, wovon sie auch zu der äusseren Haarzellenregion einige verästelte und frei endigende Aestchen schicken; und andererseits die Spiralfasern, die sich nicht nach innen von dem Corti'schen Organe verzweigen, sondern unverästelt zwischen den äusseren Haarzellenreihen »spiralg« verlaufen und nach spürlicher Endverzweigung zwischen ihnen frei endigen.

Ich versuchte nun v. A. in senkrechten, durch die Schneckenaxe gelegten Schnitten erläuternde Präparate zu erhalten. Dies gelang aber nur theilweise. Gleichwohl konnte ich auch in solchen die Endverästelung der nach innen von den Corti'schen Pfeilerzellen sich verzweigenden Nervenfasern darlegen. In der Fig. 4 der Taf. XVII habe ich ein solches Präparat von einem 6 Tage alten Mäuschen wiedergegeben; das Organ ist noch nicht fertig ausgebildet; man sieht hier einige Fortsätze der bipolaren Ganglienzellen des Ganglion spirale in das Epithel eintreten, sich bis zu den unteren Enden der inneren Corti'schen Haarzellen begeben, sich dort theilen und mit den feinen knotigen Endästchen die Körper dieser Zellen umstricken, indem sie gegen die Oberfläche emporsteigen, ohne jedoch dieselbe zu erreichen; ein *directer* Zusammenhang der Nervenfasern mit den Haarzellen ist nie darzulegen. Die weiter nach aussen hin durch den Tunnel ziehenden Aeste dieser Fasern, welche sich an Flachschnitten der Schnecke nachweisen lassen, waren in diesem Präparate nicht sicher darlegbar. Dagegen habe ich sie in anderen Fällen gesehen.

Die Frage aber, welche ich v. A. in solchen Schnitten eruiern wollte, ist, wie oben angedeutet wurde, die Endigungsweise der *Spiralfasern*. Mit dieser Untersuchung habe ich aber bisher nicht zum Ziele kommen können. Zwar konnte ich an den Schnitten, die nach aussen von der Schneckenaxe das Corti'sche Organ getroffen hatten, diese Fasern kürzere oder längere Strecken verfolgen; ich sah sie unter den äusseren Haarzellen, ihnen entsprechend mit knotigen Verdickungen versehen, verlaufen; nur hier und da waren einige sehr feine und kurze Seitenästchen wahrnehmbar. Ein *directer Zusammenhang mit den Haarzellen* ist aber, wie ich stets hervorgehoben habe, *nie nachweisbar*. Die fraglichen Bilder stimmen vollständig mit denjenigen überein, welche in den Schnitten erhalten werden, die gegen die Schneckenaxe senkrecht gelegt sind und von denen ich im III. Bande meiner Biol. Unters. N. F. einige Abbildungen mitgetheilt habe. Seitdem habe ich oft ähnliche Präparate bekommen.

Da aber dieses Problem von hoher wissenschaftlicher Bedeutung ist und man hier mit Recht feinere und complicirtere Bauverhältnisse erwarten darf, so ist es gewiss angemessen, die Untersuchungen über die letzte Endigung der Spiralnerven in ihren Einzelheiten und Variationen fortzusetzen. Unlösbar ist diese Frage mittelst der Golgi'schen Methode gewiss nicht. Man muss aber das für diese Untersuchung beste Object aufsuchen und v. A. hinreichend davon zur Disposition haben.

Als ich mit den Untersuchungen über die Endigungsweise der Schneckenerven beschäftigt war, bekam ich oft noch von der Endigung der Nerven in den *Macula* und *Crista acustica* sehr schöne und erläuternde Bilder. Diese Bilder stimmen vollständig mit der von mir im vorigen Jahre gelieferten Darstellung überein. Es wäre also eigentlich überflüssig, auf dieses Thema noch einmal zurückzukommen. Da ich aber erfahren habe, dass es Collegen giebt, die noch von anderer Ansicht sind, so finde ich es angemessen, hier aus meinen zahlreichen Präparaten eine Reihe von Bildern mitzutheilen. Ich habe also auf der Taf. XVI in den Fig. 1—17 eine Anzahl solcher zusammengestellt; alle stammen diesmal von einem anderen Thiere als die früher von mir gelieferten Abbildungen her, nämlich von der Ratte, *Mus decumana*, von der ich sehr schöne und meiner Ansicht nach endgültig beweisende Präparate bekommen habe.

Ein Blick auf die Tafel giebt von den Verhältnissen gewiss eine klarere Auffassung, als eine ausführliche Beschreibung. Die Fig. 1—10 stellen *Macula*, die Fig. 11—17 *Cristapräparate* dar. Alle sind senkrechte Schnitte des Epithels.

Im allgemeinen färben sich hier mittelst der Golg'schen Methode nur die Nervenfasern und ihre Endverästelungen; nur ausnahmsweise werden ausserdem auch Haarzellen und Fadenzellen gefärbt, und zwar beinahe stets in einem helleren, kastanienbraunen Farbenton. Gerade die einzelnen, stärker gefärbten Haarzellen sind über das Verhalten dieser Zellen zu den Nerven und über die Endigungsweise derselben sehr beweisend. In den Fig. 5, 7, 10, 16, 17 sind solche Haarzellen wiedergegeben worden; ihr unteres, gewöhnlich flaschenförmig erweitertes Ende ist glatt und läuft nicht in fadige Fortsätze, resp. in Nervenfasern aus.

Die Nervenfasern theilen sich nur selten, bevor sie die bindegewebige Wand verlassen, ebenso auch nur ausnahmsweise kurz nach dem Austritt aus derselben; sie steigen hingegen in der Regel eine Strecke ins Epithel empor, etwa bis zur Mitte seiner Höhe. Hier tragen sie eine knotige Verdickung, die indessen von sehr wechselndem Umfang ist; zuweilen ist sie nur minimal, oder auch fehlt sie ganz; in der Regel ist sie jedoch vorhanden, und sie kann sogar eine recht ansehnliche Grösse erreichen. Sie entspricht offenbar der von mir schon längst beschriebenen, von O. KAYSER und NIEMACK ebenfalls beachteten kelchartigen Erweiterung der Nervenfasern, die unter den unteren Enden der Haarzellen liegt und diese oft intim umfasst.

In den Golg'schen Präparaten sieht man indessen zur Evidenz, dass die vom letzteren Verfasser erwähnte, die Haarzellen vollständig umgebende, mantelartige, vermittelnde Masse jedenfalls nicht zu der eigentlichen Nervensubstanz gehört. Ferner geben diese Präparate einen sicheren Aufschluss darüber, dass in der That die Nerven sich weiter verzweigen, «fibrillär» zerfallen und die Zellen umspinnen, wie ich es früher dargestellt habe. Sie schicken nämlich Aeste nicht nur hier und da tangential ab, die nach verschiedenen Seiten unter den unteren Enden der Haarzellen verlaufen und sich weiter verästeln, sondern auch eine Anzahl von feinen Aesten, die zwischen den Haarzellen mehr oder weniger senkrecht emporsteigen und zuweilen sogar die Oberfläche des Epithels erreichen (Taf. XVI, Fig. 3), in der Regel aber etwas unter denselben endigen. Diese feinen, fast stets etwas knotig-varicösen, oder perlenschnurartigen Fäserchen treten in den Präparaten so äusserst scharf und distinct hervor, dass man sie mit der grössten Leichtigkeit bis zu ihrem Ende zu verfolgen vermag. Sie liegen zwar den Haarzellen mehr oder weniger innig an, hängen aber nie mit ihnen zusammen. *Es gibt also*, das darf ich noch einmal bestimmt betonen, *in den Maculae und Cristae acusticae der Säugethiere keinen continerlichen Zusammenhang zwischen Nervenfasern und Sinneszellen*. Es ist nur eine Contiguität derselben vorhanden. Hierdurch wird aber offenbar die functionelle Bedeutung der Sinneszellen, d. h. der Haarzellen, keineswegs vermindert. Es darf nur eine Art Induction angenommen werden, wodurch die von den Haarzellen aufgefassten und vermittelten Impulse auf die Nerven übertragen werden.

Es liegt also eine ähnliche Art von Sinneseinrichtung vor, wie ich und von LESNOSSEK neulich unabhängig von einander im Geschmacksorgane der Säugethiere gefunden haben.

Histologisch betrachtet steht aber die eigentliche Endigungsweise der Gehörnerven mit den sensiblen Nerven der äusseren Haut und der Schleimhäute auf einer Stufe, indem der periphere Zellenfortsatz der bipolaren, resp. der scheinbar unipolaren Ganglienzellen der Cerebrospinalganglien intraepithelial und interzellulär mit frei auslaufenden Aestchen endigt.

In den Maculae und Cristae acusticae der Säugethiere bekommt man nun, obwohl nur sehr selten, Bilder, die als für einen directen Zusammenhang zwischen den Haarzellen und den Nervenfasern sprechend aufgefasst werden könnten. In der Fig. 3 der Taf. XVII habe ich ein solches Präparat abgebildet. In den drei links in der Fig. wiedergegebenen Gebilden erkennt man drei Haarzellen, welche scheinbar Fortsätze nach unten hin schicken; diese Zellen sind offenbar zusammen mit je einer Nervenfaser gefärbt worden; an dem am meisten nach links hin belegenen Gebilde sieht man auch seitliche Aeste der Nervenfaser abgehen, an dem mittleren nicht, und an dem mehr rechts davon befindlichen erkennt man einen seitlichen Fortsatz, der eine schalenartige Verbreiterung darstellt.

Wie soll man nun diese Gebilde auffassen? Vielleicht könnte man sie als eine besondere Art von Nervenendigung betrachten, die, wie im Riechorgan, einen intraepithelialen zellulären Ursprung gewisser Gehörnervenfasern angibt. Es sollten also in den Maculae und Cristae acusticae zwei Arten von nervöser Endeinrichtung vorhanden sein, nämlich theils die oben beschriebene freie Endigung der Fasern, theils eine echt zelluläre. In den Hunderten von Präparaten, die ich vor Augen gehabt habe, sah ich nur in einigen seltenen Ausnahmefällen Bilder, die für die «zelluläre» Einrichtung sprechen könnten. Sonst sah ich eine bedeutende Anzahl von Bildern, welche die freie Endigung der fraglichen Nerven auf das Unzweideutigste darlegten.

Nun sah ich aber auch hier und da Haarzellen mit den daran endigenden Nervenfasern gefärbt, und es war dann ein deutlicher, scharf ausgeprägter, obwohl oft nur sehr schmaler, Zwischenraum zwischen dem unteren Ende der Zellen und den Nervenfasern nachweisbar (Taf. XVI, Fig. 7, 16).

Ich finde in dem Umstande, dass in Einzelfällen die oft dicht an einander liegenden Haarzellen und Nervenfasern zusammen gefärbt werden und als ein Continuum imponiren können, obwohl nur eine Contiguität vorliegt, durchaus nichts Sonderbares. Die drei in der Fig. 3 der Taf. XVII wiedergegebenen Gebilde stimmen auch in der That mit den von mir im Jahre 1884 im II. Theile meines Werkes »Das Gehörorgan der Wirbelthiere« mitgetheilten Bildern (siehe z. B. Taf. XXIX und XXXIX) so vollständig überein, dass sie nur die schwarze Farbe unterscheidet. Wie ich schon damals hervorhob, war nur ein dichtes Anliegen und Umspinnen der Haarzellenenden durch die Nervenfasern vorhanden: eine Contiguität, aber keine Continuität. In der Fig. 3 der Taf. XVII ist sogar an einem Gebilde eine schalenförmige Verbreiterung der Nervenfasern vorhanden.

Offenbar können die Verhältnisse, wie sonst überall, auch in den einzelnen Anordnungen etwas variiren. Die Nervenfasern bilden bald keine, bald, und gewöhnlich, unter den Haarzellenenden eine knotige oder kelchartige Verbreiterung, die den Haarzellenenden mehr oder weniger dicht anliegt, resp. sie umfasst. Die Nervenfasern können ferner mehr oder weniger zahlreiche Endäste abgeben, die bald mehr tangential verlaufen, bald, und dies ist doch die Hauptsache, zwischen die Haarzellen emporsteigen, um unweit der Epitheloberfläche mit *freien Enden zu endigen*.

Wie ich schon oben erwähnt habe, traf ich bei der Untersuchung von jungen *Lachsen* (v. 15—25 mm. Länge), *Salmo Salar*, Nervenendigungen im Gehörorgane. Dieselben zeigten ähnliche Verhältnisse wie die von mir früher bei Singethieren und Vögeln beschrieben und diejenigen, auf welche ich oben eingegangen bin, so dass ich nur auf die beiden Fig. (Fig. 2 u. 3 der Taf. XVII) zu verweisen brauche. Nur ist zu bemerken, dass ich hier keine kelchartige Verbreiterung der Nervenfasern unter den unteren Haarzellenenden sah; die Nervenfasern verlaufen bei den Fischen oft eine weite Strecke tangential, bevor ihr Ende, zwischen die Haarzellen umbiegend, emporsteigt; während des tangentialen Verlaufes schicken sie aber zwischen ihnen mehr oder weniger senkrecht seitliche Aeste empor. Auch bei den Knochenfischen war also keine continuirliche Verbindung zwischen Haarzellen und Nervenfasern nachweisbar.



KLEINERE MITTHEILUNGEN VON DEM GEBIETE DES NERVENSYSTEMS UND DER SINNESORGANE.

1. Ueber das Epithel des Sulcus spiralis cochleæ.

Taf. XVII, Fig. 4–8.

Bei meinen Untersuchungen über die Nervenendigungen in der Gehörschnecke mittelst der Golgi'schen Methode sah ich hin und wieder in den Präparaten, besonders in den senkrecht durch die Schneckenaxe gelegten Schnitten, eine schöne Färbung der verschiedenen epithelialen Elemente des Schneckenkanales. Vor Allem fesselten diejenigen der Aussenwand mein Interesse. Bei jungen Mäusen (von 5–8 Tagen) und bei noch nicht ausgetragenen Katzenfoetus hatten sich nämlich die den Sulcus spiralis bekleidenden Zellen in ausgezeichneter Weise und mit einer gewissen Vorliebe gefärbt.

Bekanntlich haben mehrere Autoren, v. A. DEITERS, BOETTCHER und GOTTSCHALK schon seit lange her die Zellen des Sulcus spiralis als lange Cylinderzellen beschrieben, die ihre unteren Fortsätze tief in das unterliegende Bindegewebe hineinschieben. In der letzten Zeit hat PRÉSENT¹, auf Grund eingehender Untersuchungen, nicht nur das Vorhandensein dieser eigenthümlichen Epithelzellen bestätigt, sondern auch hervorgehoben, dass ihre Fortsätze verzweigt und sogar gekerbt sind.

Da ich mich früher, in meiner grösseren Monographie »Das Gehörorgan der Wirbelthiere« Bd 2 (1884) in Betreff dieser Fortsätze, die ich zu jener Zeit nie sicher wahrzunehmen vermochte, sehr reservirt ausgedrückt habe, so ist es mir jetzt um so angenehmer zu erwähnen, dass ich nicht nur ihr Vorhandensein mittelst der Golgi'schen Methode zu bestätigen, sondern auch ihr näheres Verhalten in schönster Weise zu demonstriren vermag. Auf der Taf. XVII habe ich in den Fig. 5–8 von einem 7 Tage alten Mäuschen vier Präparate wiedergegeben, von denen die Fig. 5 und 6 die Spitzenwindung, die Fig. 7 und 8 die Mittelwindung repräsentiren. Wie die Fig. 5 und 6 zeigen, sind im unteren Theil des Sulcus die Epithelzellen von gewöhnlichem Cylindertypus; in jeder Figur sind nämlich je zwei dieser Zellen gefärbt; die Gestalt der Zellen dieser Gegend ist auch in allen Präparaten deutlich und seit lange her sichergestellt. Nach oben von diesen gegen die unterliegende Bindegewebswand scharf abgesetzten, verhältnissmässig nicht besonders hohen Cylinderzellen nimmt die andere Zellenart plötzlich den Platz ein. Wie aus der Betrachtung der Figuren hervorgeht, dringen diese letzteren Zellen tief in das unterliegende Gewebe hinein; in der Fig. 6 sieht man ihre unteren Fortsätze nicht oder nur wenig verzweigt. In der Fig. 5 zeigen sie dagegen eine scharf ausgeprägte Verästelung, die Endäste dieser Fortsätze dringen hier und da fast durch die bindegewebige Wand bis zur Nähe ihrer Aussenfläche. Die Richtung derselben ist, wie PRÉSENT hervorhebt, verschieden; sie stehen gewissermassen radiärend um den Sulcus gruppiert und senden ihre Fortsätze theils mehr gerade nach aussen, theils auch mehr nach oben hin, indem diejenigen der oberen Zellen das Gewebe der Prominentia spiralis durchspinnen.

¹ A. PRÉSENT, Recherches sur la paroi externe de l'organe des Mammifères et spécialement sur la Strie vasculaire. Internat. Monatschr. f. Anat. u. Physiol., Bd 9, 1892.

Diese Anordnung der fraglichen Sulcuszellen ist in der Mittelwindung noch deutlicher ausgedrückt. Die Zellen, deren oberes Ende in der oberen Fläche des Epithels steht und dem oberen Ende gewöhnlicher Cylinderzellen entspricht, radiiren von hier aus nach aussen-unten, nach aussen und nach aussen-oben; die Fortsätze, die sich in verschiedener Weise verzweigen und sich hier und da kreuzen, dringen tief in das Bindegewebe hinein. Ein Anastomosiren der Zellenfortsätze unter sich, das PRÉSENT als möglich erwähnt, sah ich nicht; noch weniger habe ich von dem von den Autoren angenommenen Zusammenhang dieser Zellen, resp. Zellenfortsätze mit den umgebenden Bindegewebszellen jemals eine Spur angetroffen.

Der Kern dieser eigenthümlichen Zellen liegt in der Regel unter der unteren Grenze der gewöhnlichen Epithelzellen des unteren Sulcustheils; man findet ihn gewöhnlich in einer spindelförmigen Erweiterung des Zellkörpers, die tief in dem Bindegewebe liegt (Fig. 7, 8 d. Taf. XVII).

Dicht unter der Prominentia spiralis hört diese Zellengattung plötzlich wieder auf, und dann geht die Epithelbekleidung in das bekannte niedrige (einfache) Epithel über, welches den Wulst deckt.

Bei Katzenfoetus gelang es mir auch, mittelst der Golg'schen Methode diese Zellengattung zu färben, und ich sah an ihr etwa dieselben Charaktere, die oben betreffs der Maus erwähnt wurden.

Ueber die Natur und die Function dieser Zellengattung darf ich auf Grund der Golg'schen Präparate keine Ansichten hegen, und ich gebe deshalb auf die von PRÉSENT besprochene Deutung derselben als Muskelzellen nicht ein. Nach dem, was ich gesehen habe, darf ich nicht weiter gehen, als sie für Epithelzellen zu halten, die beim Embryo noch den gewöhnlichen Cylinderepitheltypus zeigen, um gegen das Ende des Foetalalters ihre unteren Fortsätze tief in das unterliegende Bindegewebe zu schicken, wobei dieselben sich verzweigen und sich in ziemlich wechselnder und unregelmässiger Weise anordnen. Zugleich senkt sich auch der Zellkern mit dem eigentlichen Zellkörper in das Bindegewebe hinab. Dass die Zellen dazu beitragen, die Epithelschicht an der bindegewebigen Wand zu befestigen, liegt auf der Hand. Ob sie ausserdem eine Rolle spielen, kann auf dem jetzigen Punkte unseres Wissens nicht dargelegt werden.

Jedenfalls ist aber diese eigenthümliche Zellenart bei den untersuchten Säugethieren vorhanden, und keine Methode ist so gut geeignet, ihre Formen und ihre Anordnung darzulegen, wie gerade die Golg'sche. Man braucht in dieser Hinsicht nur meine angeführten Figuren mit denjenigen meiner Vorgänger zu vergleichen, so werden die betreffenden Vortheile der Golg'schen Methode deutlich hervortreten.

II. Ueber die Nervenendigungen in den Zähnen bei Amphibien.

Taf. XVIII.

Im vorigen (4.) Bande dieses Werkes gab ich eine kurze Mittheilung¹ über meine Befunde betreffs der Nerven und Nervenendigungen in den Zähnen der Knochenfische und Reptilien.

Seitdem habe ich auch bei Amphibien die entsprechenden Nerven gefunden. Es gelang mir nämlich, mittelst der Golg'schen Methode, bei Larven von *Salamandra maculata* und *Triton cristatus* die in die Zähne eindringenden Nervenfasern zu verfolgen. Bei Salamanderlarven von 25—30 mm. Länge, bei denen die Zähne nur noch theilweise mit ihren Spitzen durch die Epithelschicht emporragten, sah ich die betreff. Nervenfasern, eine oder zwei an der Zahl, durch die breite Wurzel von unten her in die Pulpa eintreten, sich hier bald dichotomisch verästeln und die Aeste theils im Inneren der nur aus einigen Reihen ovaler oder polygonaler Zellen bestehenden Pulpa-substanz, theils, wie bei den Fischen, dicht unter der Zahnbeinfläche nach oben hin schicken (Taf. XVIII, Fig. 1, 3, 4, 5 *zw* und Fig. 2 *zw*). Hier steigen die feinen, variösknotigen Aestchen in der Regel nur bis etwa zur Mitte der Höhe des Zahns empor; zuweilen erreichen sie indessen, bevor sie endigen, eine noch etwas höhere Stelle; nie sah ich sie jedoch bis zum oberen Ende der Pulpa ziehen. Alle Aestchen endigen frei auslaufend und in verschiedener Höhe des Zahns. Die meisten Aestchen scheinen dicht unter dem Zahnbein oder in der Nähe seiner Innenfläche zu endigen; nie sah ich sie in die Substanz des Zahnbeins, resp. in Kanäle desselben eindringen.

¹ GUSTAF RETZIUS, Zur Kenntnis der Nervenendigungen in den Zähnen. Biolog. Untersuchungen, N. F. Bd. IV, 1892.

Abgesehen von diesen eigentlichen Zahnerven, so bekam ich oft Färbung von Nervenfasern, die die Zahne auswendig umspannen und gewissermassen eine Art »peridentärer« Nerven bilden (Taf. XVIII, Fig. 1 *pa*; Fig. 2 *pa*). Diese Fasern liegen den Nerven mehr oder weniger dicht an und steigen in der Regel hoch ins Epithel empor; ihre frei auslaufenden Aestchen endigen bald tiefer unten in der Umgebung des Zahns, bald hoch oben in der Nähe der Epitheloberfläche; sie sind offenbar sensibler Natur und gehören zu derselben Kategorie wie die übrigen Nervenfasern, die im Epithel endigen. Zum Vergleich habe ich auf derselben Tafel in Fig. 6 eine Partie eines Verticallschnittes des Mundhöhlenepithels abgebildet, wo die sensiblen Nervenfasern des Epithels mit ihren Endigungen dargestellt sind.

Bei *Säugethieren* ist es mir noch nicht gelungen, mittelst der Golgi'schen Methode hinreichend erläuternde Präparate zu bekommen, um die Endigung der Zahnerven eruiren zu können. Bei jungen Mäusen erhielt ich zwar mehrmals eine Färbung der feineren Zahnerven, doch konnte ich dieselben nicht weiter als bis zur unteren Grenze der Odontoblastenschicht, und nicht in sie hinein, verfolgen, was wahrscheinlich auf Fehlern in der Färbung beruhte. Ich zweifle aber nicht, dass fortgesetzte Versuche wohl auch diese Frage endgültig lösen werden.

III. Zur Kenntniss der Nervenendigungen in den Lungen.

Taf. XIX, Fig. 1—4.

Ueber die Nerven der Lungen wird von den Autoren gewöhnlich angegeben, dass die vom Vagus und Sympathicus entstammenden Nerven den schwächeren Plexus pulmonalis anterior und den stärkeren Pl. posterior bilden und sich hauptsächlich mit den Bronchien und der Arteria pulmonalis verbreiten, hier und da aber auch die Lungenvenen und die Vasa bronchialia begleiten. Dieselben sind, sagt KÖLLIKER¹, auch im Innern der Lunge mit mikroskopischen Ganglien versehen und lassen sich bis nahe an die Enden der Bronchien verfolgen. »In den Verlauf der aus dem Plexus pulmonalis stammenden, mit den Bronchien ziehenden und an denselben sich verästelnden Nerven«, äussert F. E. SCHULZE², »welche wohl zum grössten Theile für die so reichlich vorhandene glatte Muskulatur bestimmt sind, finden sich hier und da kleine zuerst von REMAK entdeckte Ganglien eingelagert.«

TOLDT³ sagt in seinem Lehrbuche, dass die Nerven der Lungen ziemlich zahlreich sind und mit ihren Stämmchen die Verzweigungen der Bronchien begleiten. Sie bestehen zum Theil aus marklosen, zum Theil aus feineren markhaltigen Fasern und sind ab und zu mit einzelnen oder gruppenweise vereinigten Ganglienzellen besetzt. »Ihre letzten Endigungen sind nicht erforscht; jedoch kann es keinem Zweifel unterliegen, dass sie, zum grösseren Theile wenigstens, zu der Muskulatur der Bronchien in Beziehungen treten.«

Ueber die Nerven und Nervenendigungen in den Lungen der Amphibien sind vermittelt der Ehrlich'schen Methode Untersuchungen angestellt worden (CECCATI, ARNSTEIN, SMIRNOW).

Bei den Säugethieren habe ich oft sowohl mittelst der Ehrlich'schen, wie mittelst der Golgi'schen Methode Versuche ausgeführt, die indessen beinahe erfolglos blieben. Nur bei Embryonen von Kaninchen erhielt ich mittelst der letzteren Methode hin und wieder eine Färbung einzelner, die Bronchien begleitender Nervenfasern und Bündel; die Endigung derselben konnte jedoch in diesen Präparaten nicht eruirt werden.

Dann bekam ich vor einiger Zeit in der Lunge eines 15 cm. langen menschlichen Embryos mittelst der Golgi'schen Methode eine schöne Färbung der Nerven, und ich theile auf der Taf. XIX in den Fig. 1—4 einige Abbildungen der fraglichen Präparate mit, da sie jedenfalls als Beiträge zur Kenntniss der sich entwickelnden Lungenerven von Interesse sein können. In der Fig. 1 sieht man die Endverzweigung eines Bronchialzweiges, die bekanntermassen sehr an diejenige einer einfacher gebauten Speicheldrüse erinnert. Den Bronchialzweig begleitet ein schmales Bündelchen von Nervenfasern, die sich zur Endverzweigung begeben und sich dort an den

¹ A. KÖLLIKER, Handbuch der Gewebelehre des Menschen, 5. Aufl. 1867.

² F. E. SCHULZE, STRANDE'S Handbuch d. Lehre von d. Geweben, Bd 1, 1871.

³ C. TOLDT, Lehrbuch der Gewebelehre, 2. Aufl. 1888.

Zweigen mit kurzen knotigen Seitenästchen und Endästchen verästeln. Die Endästchen der Fasern reichen bis zum Halse der Alveolen; dies scheint die Regel zu sein; selten breiten sie sich auch über die rundliche, retortentartig erweiterten Alveolen aus; zuweilen geschieht dies über die anliegende Hälfte, fast nie aber über das bombirte Ende derselben (Fig. 2, 3, 4 der Taf. XIX).

Was nun die Bedeutung dieser Nerven betrifft, so ist wohl mit F. E. SCHULZE und TOLDT als fast sicher anzunehmen, dass dieselben zum grössten Theile für die Innervirung der Muskelzellen der Bronchien und Bronchiolen bestimmt sind. Hier und da sah ich in den Wand der Bronchialzweige ringförmig angeordnete Muskelzellen in gefärbtem Zustande, konnte aber die Innervirung derselben nicht direct nachweisen. Ob aber unter diesen Nerven auch sensible d. h. centripetal-leitende Elemente für die Bronchien und Alveolen vorhanden sind, was wohl höchst wahrscheinlich ist, liess sich in den Präparaten nicht darlegen. Ob zugleich für die eigentliche Function der Lungen bestimmte »Drüsenerven« da sind, war auf diesem Stadium der Entwicklung natürlicherweise nicht nachweisbar. Dagegen sah ich hier und da Nervengeflechte an den Blutgefässen.

Aus dieser Mittheilung geht also hervor, dass, wie es a priori anzunehmen war, beim 4-monatlichen menschlichen Embryo die Nerven der Lungen sich in Begleitung mit den Bronchialzweigen und ihren Endverästelungen entwickeln und wie diese ihre endliche Ausbildung und Differenzirung noch nicht erreicht haben.

Ich hoffte, ihre weitere Entwicklung bei älteren Embryonen vom Menschen und von Säugethieren verfolgen zu können, doch ist mir dieses, trotz mehrfacher Versuche, bis jetzt nicht gelungen.

Die die Bronchiolen und Alveolen inwendig bekleidenden Zellen zeigten sich in den Präparaten oft schön gefärbt. In den Fig. 3, 5 und 6 habe ich einige solche Zellen wiedergegeben. Sie sind im Allgemeinen einschichtig angeordnete Cylinderzellen von etwas verschiedener Höhe und Breite.

IV. Zur Kenntniss der Nerven der Lymphknoten.

Taf. XIX, Fig. 7.

Ueber die Nerven der Lymphknoten liegen nur wenige Angaben vor. Gewöhnlich werden sie in den allgemeinen Darstellungen gar nicht besprochen oder nur ganz kurz berührt. »Die Nerven der Lymphknoten«, sagt TOLDT, »beschränken sich auf einzelne kleine, theils marklose, theils markhaltige Faserbündel, über deren schliessliches Verhalten noch nichts Sicheres ermittelt worden ist. Man glaubt sie als Gefässnerven betrachten zu dürfen.«

Im Anschluss an meine Untersuchungen und Befunde in Betreff der Nerven der Milz, deren Verhalten dann durch von KÖLLIKER eingehender eruiert worden ist, versuchte ich gelegentlich auch die Nerven der Lymphknoten mittelst der Golgi'schen Methode zu studiren. Bei jungen Hunden gelang es mir in der That, hier und da in den Lymphknoten einzelne Nervengeflechte zu demonstrieren. In der Fig. 7 der Taf. XIX habe ich eine solche Nervenansbreitung abgebildet. Sie ist der Uebergangszone der Markstränge in die Follikelzone entnommen und stellt ein schwärzlich gefärbtes Blutgefäss, eine dünne Arterie, dar, die von gefärbten Nervenfasern begleitet ist. Die Nervenfasern folgen den Verzweigungen des Gefässes und sind wohl hauptsächlich als Gefässnerven zu betrachten, dies um so viel mehr, als an anderen grösseren Gefässen der Stränge die Endverästelung der Nervenfasern an der Gefässwand nachweisbar ist. Rechts in der Figur, da, wo die Färbung des Gefässes aufhört, laufen aber Nervenfasern in das lymphatische Gewebe hinaus und endigen mit feinsten Aestchen; an mehreren von ihnen konnte ich kein anliegendes Blutgefäss finden; es scheint also, als ob in den Lymphknoten, wie in der Milz, auch andere Nerven, als die Gefässnerven vorkommen. Ich theile diese Beobachtung mit, um zu weiterer Prüfung dieser Frage anzuregen.

Auch das Reticulum der Lymphknoten färbt sich mittelst der Golgi'schen Methode oft in schöner Weise. In Fig. 7 a der Taf. XIX habe ich eine kleine Partie desselben wiedergegeben. Zur Demonstration des Reticulum, z. B. für den Unterricht, sind derartige Präparate nützlich.

ZUR KENNTNISS VOM BAU DER IRIS.

Taf. XX und XXI.

Als ich mich vor mehreren Jahren eingehend mit Untersuchungen über den Bau der vorderen Partien und v. A. der Glaskörpersubstanz des Auges der Säugethiere beschäftigte, wandte ich auch der Irisstructur meine Aufmerksamkeit zu, v. A. um die Beschaffenheit des Irisstromas und der sog. hinteren Begrenzungsschicht genauer kennen zu lernen.

Zwar hoffte ich nicht, dies letztere von so vielen bewährten Forschern behandelte und dennoch so streitige Problem endgültig lösen zu können. Ich glaubte aber, durch die Anwendung einiger neuer Methoden vielleicht zu seiner Lösung beitragen zu können. Die Veröffentlichung meiner Ergebnisse wurde bisjetzt aufgeschoben, weil ich die Untersuchungen noch weiter fortzusetzen wünschte, v. A. aber, weil ich die Innervirung mittelst der Methyl- und Chromsilbermethode genauer zu studiren beabsichtigte. Die Versuche, die ich unter Anwendung dieser Methoden hin und wieder anstellte, führten jedoch bisjetzt nicht zu gewünschtem Resultat, und da ich wahrscheinlich in der folgenden Zeit zur Behandlung der Irisfragen kaum Gelegenheit finden werde, theile ich hier meine also unabhgeschlossenen Untersuchungen mit. Die zwei Tafeln (Taf. XX und XXI), die diese Mittheilung begleiten, sind schon vor Jahren gestochen worden. Unter Hinweis auf dieselben werde ich nur gewisse Fragen der Irisstructur besprechen und mich dabei so kurz wie möglich fassen. Ich werde v. A. diejenigen meiner Ergebnisse hervorheben, die von den Ansichten der neueren Irisforscher abweichen oder gegen dieselben streitend sind.

Was die literarischen Angaben betrifft, so sind sie schon mehrmals von anderen Autoren in eingehender Weise behandelt worden und übrigens in ihren Grundzügen allgemein bekannt. Die ältere Literatur, bis auf 1876, findet man u. a. in FABER'S Arbeit¹ genau referirt; die spätere bis auf 1885 ist von KOGANEI² dargestellt und ausserdem in SCHWALBE'S Lehrb. der Anat. d. Sinnesorgane (1887) besprochen worden.

Ich arbeitete v. A. mit der Iris des Menschen und des Kaninchens, studirte aber noch dazu die des Hundes, der Katze, des Schafes, des Rindes sowie einiger Vögel, Amphibien und Knochenfische. Hier werde ich mich auf die betreff. Verhältnisse beim Menschen und Kaninchen beschränken. Ich behandelte das möglichst frische Gewebe in verschiedenster Weise: mit Müllerscher, Flemmingscher und Hermannscher Mischung, mit Salpetersäure, Chromsäure u. s. w. Zur Färbung wurden Boraxcarmin, Haematoxylin und Anilinfarben (Saffranin, Fuchsin etc.) angewandt. Zum Studium der Stromazellen brauchte ich eine früher von mir viel mit Vortheil benutzte Methode: Fuchsinfärbung und nachfolgende Behandlung mit essigsäurem Kali. Die senkrecht zur Oberfläche der Iris gemachten Mikrotomschnittserien wurden sowohl radial, als auch den Rändern möglichst parallel gelegt; auch wurden Serien von Flachschnitten ausgeführt.

Beim Menschen (Taf. XX) — Erwachsenen und Kindern — ist in normalem Zustande die dünne vordere Endothelschicht stets vorhanden und lässt sich sowohl mit Silberlösung, wie mit Anilinfarben (Taf. XX, Fig. 2—4c) leicht nachweisen. Die sog. vordere Grenzschicht besteht nicht nur, wie MICHEL angiebt, aus einem zellulären

¹ C. FABER, Der Bau der Iris des Menschen und der Wirbelthiere, Leipzig 1876.

² J. KOGANEI, Untersuchungen über den Bau der Iris des Menschen und der Wirbelthiere. Archiv f. mikrosk. Anatomie, Bd 25, 1885.

Reticulum ohne Bindegewebsfasern, sondern sie ist, wie KOGANEI sagt, »nichts weiter als ein etwas verdichteter Theil des Stroma in der Weise, dass die Stromazellen ungemein vorwiegen, während die Fasern so sehr zurücktreten, dass von MICHEL ihre Anwesenheit ganz und gar geläugnet worden ist«. Die Bindegewebsfasern sind im Gegentheil, wie man an dünnen Schnitten und bei stärkerer Vergrößerung (Taf. XX, Fig. 2) deutlich sehen kann, überall da und schmiegen sich in unregelmässig gekreuzten, dichten Streifen zwischen den Zellen bis zur Endothelschicht empor; die Saftflächen sind im Ganzen eng, weshalb die zahlreichen eng liegenden Zellen stark hervortreten. Diese Zellen zeigen, was im fibrösen Bindegewebe gewöhnlich der Fall ist, sehr verschiedene Formen; sie sind rundlich-oval und bald mit wenigen, bald mit mehreren Fortsätzen versehen, die eine sehr verschiedene Beschaffenheit darbieten. In dieser Schicht kommen nur spärliche, und stets nur feine Blutgefässe vor.

Nach hinten hin geht die vordere Grenzschicht ohne deutliche Grenze, d. h. allmählig, in die folgende Schicht, die sog. *Gefässschicht*, über, welche den eigentlichen »Körper« oder den Hauptbestandtheil der Iris, das *Irisstroma*, bildet (Taf. XX, Fig. 1—4 g). Diese Schicht besteht, wie es von den Autoren beschrieben worden ist, aus einem die zahlreichen Blutgefässe und Nerven umgebenden fibrillären Bindegewebe, dessen feine Fibrillen nicht zu eigentlichen Bündeln gesammelt sind, sondern in unregelmässigen, sich kreuzenden und Fasermassen austauschenden, »anastomosirenden« Streifen verlaufen, an und zwischen denen zahlreiche, sehr verschiedenartig gestaltete Bindegewebszellen eingebettet liegen (Taf. XX, Fig. 1—4; Fig. 10, 12; Taf. XXI, Fig. 10). Wie schon ein Blick auf diese Figuren zeigt, sind diese »Stromazellen« echte Bindegewebszellen mit einem bald wenig, bald stark verzweigten Zellleib. In der Umgebung der Blutgefässe sind die Stromazellen reichlich angesammelt, und sie umgeben ihre Scheiden in besonders dichten Scharen (Taf. XX, Fig. 10); in den Zwischenräumen zwischen den Gefässen sind sie dagegen spärlicher. In dem Irisstroma sind übrigens zwischen den Fibrillenstreifen zahlreiche, unregelmässig gestaltete Lücken vorhanden, die offenbar Saftlücken darstellen; ihrer Anwesenheit zufolge erscheint das Stroma im Mikroskope hell; man könnte diese Lücken für eine Art hyaline Zwischensubstanz nehmen, wenn man nicht durch die nähere Untersuchung erführe, dass es nur Lücken im Gewebe sind. Hierdurch bekommt das Irisstroma eine schwammartige Beschaffenheit. Um die Blutgefässe herum, Arterien sowohl wie Venen, bildet das Stroma die von den Autoren beschriebenen dichten, bindegewebigen Scheiden, die für die Irisgefässe so charakteristisch sind. In der Fig. 10 der Taf. XX habe ich aus einem Flächenschnitt eine Reihe solcher Gefässe abgebildet; die obersten beiden zeigen intacte Scheiden; an den folgenden ist die Scheide durch den Schnitt theilweise abgetragen, so dass man das darin liegende Blutgefäss sieht und die Dicke der Scheide beurtheilen kann. Diese Scheiden bestehen grösstentheils aus der Quere nach, d. h. circular, obwohl etwas gekreuzt verwebten Fibrillen. In der Fig. 11 der Taf. XX habe ich eine Partie der unteren Wand einer solchen Scheide abgebildet, aus der das Blutgefäss herausgefallen ist, wodurch ihre fibrilläre Anordnung deutlich hervortritt. Ausser den queren Fibrillen kommen aber auch in diesen Scheiden längslaufende Fibrillen vor, die in der Regel nach aussen von der circularen Scheide, bisweilen aber auch nach innen von ihr angeordnet sind. Zwischen der Blutgefässwand und der Scheide trifft man gewöhnlich den schon von anderen Autoren bemerkten Raum, der wohl als lymphatischer Saft Raum betrachtet werden muss. In Fig. 10 der Taf. XXI ist in *bg* ein von einem solchen perivasculären Raum umgebenes Blutgefäss wiedergegeben. An der Aussenseite der Gefässe findet man ferner auch in der Regel den von einigen Autoren erwähnten Beleg endothelialer Zellen. Wo die Blutgefässe sich theilen oder anastomosiren (Fig. 10 der Taf. XX), theilen sich oder anastomosiren auch die Scheiden. Auf den Schnitten, wo die Blutgefässe quer getroffen sind, den senkrechten »Tangentialschnitten« der Iris, verleihen alle die quer getroffenen Blutgefässe mit ihren ringförmigen Scheiden dem Bilde ein sehr eigenthümliches Aussehen (Taf. XX, Fig. 4). Die Nervenfasern sind ebenfalls von längslaufenden fibrillären Scheiden umgeben.

Die von HUTTENBRENNER beschriebenen, die Irisgefässe begleitenden longitudinalen Muskelfasern habe ich, gleich KOGANEI, nirgends gesehen, und ich muss ihr Vorhandensein daher sehr bezweifeln.

In der inneren Zone, der Pupillarzone dieser Schicht, liegt der als flacher Ring angeordnete Sphincter, dessen Bündel glatter Muskelfasern jedoch keine ganz zusammenhängende Scheibe bilden, sondern Zwischenräume zeigt (Taf. XX, Fig. 1). Zur Kenntniss des Sphincters habe ich nichts hinzuzufügen.

Nach hinten hin wird nun das Irisstroma von derjenigen Schicht begrenzt, die seit lange die Aufmerksamkeit der Histologen und Physiologen in hohem Grade auf sich gezogen hat. Diese Schicht (Taf. XX, Fig. 1, 3, 4 *d*) ist verhältnissmässig dünn und folgt bekanntlich genau den Falten der hinteren Irisfläche. Sie stellt die

hintere Begrenzungshaut oder Grenzlamelle der Autoren (die Basalmembran von BACCH) dar und ist von einigen Forschern, v. A. VON MERKEL, als eine muskuläre Schicht, der *Musculus dilatator pupillae*, beschrieben worden, während Andere (GRÜNHAGEN, SCHWALBE, KOGANEI u. A.) sie nur als eine elastische oder bindegewebige Lamelle betrachten.

Ich habe mich vielfach bemüht, an Serienschritten ihre Beschaffenheit und Natur zu eruieren, muss aber zugestehen, dass sie so eigentümlicher Art ist, dass sie sich kaum ohne Zwang unter unsere gewöhnlichen histologischen Begriffe und Kategorien bringen lässt.

Man legt diese Begrenzungshaut, nach der gewöhnlichen Angabe, durch Abschaben der hinteren Pigmentschicht frei und betrachtet sie in der Flächenansicht. Dann erscheint die Haut als eine radiär gestreifte Lamelle mit an der hinteren Seite angelagerten, mehr oder weniger zahlreichen, von etwas spindelförmig gestaltetem, pigmenthaltigem Protoplasma umgebenen, länglich-ovalen Kernen, die SCHWALBE als die vordere Retinalschicht der Iris (das äussere Blatt der secundären Augenblase) bezeichnet hat.

Schon an diesen Flächenpräparaten der menschlichen Iris findet man indessen, besonders wenn sie einige Tage mit schwacher Chromkali-Lösung behandelt worden sind, nicht nur die erwähnte radiäre Streifung, sondern auch eine radiäre Anordnung in Bündel, die hier und da sich in sehr spitzen Winkeln von einander trennen, dabei schmale Spaltenräume zwischen sich frei lassend (Taf. XX, Fig. 9). Die Lamelle ist also nicht ganz zusammenhängend, sondern mit zahlreichen spaltenförmigen, radiären Öffnungen versehen. Auf diesen Bündeln trifft man nun, wenn die Abschabung nicht zu intensiv war, länglich-ovale oder spindelförmige Kerne, die mit ihrer Längsaxe radiär angeordnet sind; ringsum die Kerne, v. A. aber an ihren Enden, bemerkt man eine körnige Ausammlung, die ein an braunen Pigmentkörnchen reiches Protoplasma darstellt; die äusseren Grenzen dieser kernhaltigen Zellen sind nicht scharf, sondern im Gegenteil verwischt. Die Zellen entsprechen offenbar der von GRÜNHAGEN und SCHWALBE beschriebenen Zellschicht (die vordere oder äussere Retinalschicht der Iris). Wenn man nun die Bündel genauer betrachtet, so bemerkt man in ihnen eine sehr feine Längsstreifung. Eine weitere Structur ist in ihnen nicht nachweisbar, und ebenso wenig kann man in diesen Präparaten eine Endigung oder Unterbrechung der Bündel mit Sicherheit nachweisen.

Wenn man nun zur Untersuchung der senkrechten Schnitte der gut geklärten und gefärbten Iris übergeht, so bemerkt man bekanntlich überall die fragliche Begrenzungshaut als ein dünnes Band, dicht an der hinteren Epithelschicht liegend (Taf. XX, Fig. 1, 3, 4 *o*). In den radiären Schnitten lässt sich ihre Structur nicht genauer eruieren; in den gegen die radiäre Richtung rechtwinklig gelegten Schnitten, die dem Pupillar- und Ciliarrande möglichst parallel oder »tangential« sind, bekommt man aber eine gute Einsicht in ihre Zusammensetzung. Schon bei schwacher Vergrößerung bemerkt man (Taf. XX, Fig. 4 *o*), dass die Begrenzungsschicht nicht ebene Contouren besitzt, sondern gezackt ist und gleichsam aus Querschnitten von Bündeln besteht. Dies wird bei der genaueren Untersuchung bei stärkerer Vergrößerung sicher gestellt. In den Fig. 5—7 der Taf. XX habe ich einige Partien solcher Präparate wiedergegeben. Die fraglichen Querschnitte der Bündel sind sehr verschieden gestaltet und von wechselndem Umfang. Im Allgemeinen haben sie jedoch eine, obwohl unregelmässige, dreieckige Gestalt, eine Ecke nach hinten hin, gegen die hintere Pigmentzellschicht kehrend (Fig. 5 u. 6 der Taf. XX); in dieser Ecke trifft man oft den Querschnitt eines von Pigmentkörnchen umgebenen Kernes an. Die Ränder der Bündelquerschnitte sind in der Regel nicht eben, sondern oft sehr gezackt und gelappt und liegen hier und da einander ziemlich dicht an. Die vorderen Abschnitte derselben greifen mit unregelmässig gelappten Zacken in das Irisstroma hinein. Zwischen ihren vorderen Ecken sind unregelmässig gestaltete helle Räume vorhanden, die nicht nur die Bündel von einander scheiden, sondern sie auch von der hinteren Retinalschicht trennen (Taf. XX, Fig. 5, 6). In den Querschnitten erscheinen sämtliche Bündel überall dicht gekörnt; die Körner stellen Querschnitte von Fasern dar; die Bündel enthalten mithin eine grosse Anzahl von radiär verlaufenden Fasern, die offenbar der an den Flächenschnitten bemerkbaren Radiärstreifung entsprechen.

Hier und da sieht man ferner an den genannten Querschnitten einzelne Bündel aus der Begrenzungsschicht heraus und etwas nach vorne gerückt liegen. Man trifft sie also einzeln oder gruppenweise, ringsum vom Irisstroma umgeben, an. Eine solche abgetrennte Lage der Bündel kommt namentlich dort vor, wo Blutgefässe an die Hinterfläche gerückt liegen, wie es in der Fig. 7 der Taf. XX dargestellt ist; hier hat sich ein Blutgefäss mit

seiner fibrillären Scheide gewissermassen in die Begrenzungs-schicht eingedrängt; man sieht es sogar ringsum von Bündelquerschnitten umgeben.

Um indessen das Verhalten der erwähnten Zellenkerne sammt dem einhüllenden Pigment zu den fibrillären Bündeln genauer kennen zu lernen, studirte ich die Radiärschnitte noch eingehender. In der Fig. 8 der Taf. XX ist eine kleine Partie eines solchen Präparates wiedergegeben. Man sieht hier die fraglichen Zellen mit ihren Kernen den Bündeln von hinten her dicht anliegen und an ihrer Hinterseite gleichsam niedrig-hügelartige Erhebungen bilden. Diese Bilder entsprechen also den Querschnittsbildern gut und geben ihnen die nöthige Erklärung.

Was stellen die beschriebenen fibrillären Bündel dar? Sind es Muskelfasern oder nicht? Hier stehen wir also vor der viel debattirten »Dilatatorfrage«. Die fibrilläre Beschaffenheit der Bündel spricht in der That nicht gegen ihre muskuläre Natur, da wohl alle glatte Muskelfasern eine mehr oder weniger deutlich hervortretende fibrilläre Structur besitzen. Wie andere Forscher habe auch ich durch Isolations- und Färbungsversuche die Frage von ihrer muskulären Natur zu entscheiden versucht, aber ohne zu sicheren Ergebnissen zu gelangen.

Andere, deutlich charakterisirte Muskelfasern, wie sie SCHWALBE an der vorderen Fläche der Begrenzungshaut beschrieben hat, sah ich hier nie.

Wenn nun aber die Begrenzungshaut muskulärer Natur wäre, so müsste man endigende Nervenästchen an ihr finden. Meine Versuche, mittelst der Chlorgoldmethode solche Bildungen an dieser Haut beim Menschen zu finden, mislangten vollständig.

Ich wandte mich deshalb zum albinotischen *Kaninchen* (Taf. XXI, Fig. 1—9).

Was den Bau der Kanincheniris betrifft, so habe ich zu den früheren Beschreibungen nur wenig hinzuzufügen. Die vordere Endothelschicht ist hier sehr leicht zu demonstrieren. Die vordere Grenzschicht ist, wie KOGAMEI betont, stark fibrillär, eine vordere verdichtete Partie des Stromas darstellend (Taf. XXI, Fig. 1 b); die Bindegewebszellen sind jedoch auch hier zahlreich vorhanden. In der Gefässschicht trifft man auch die fibrillären Streifen und Häutchen stark ausgebildet (Taf. XXI, Fig. 1 g, 2). Zahlreiche, theils mehr häutchenartig abgeplattete, theils reichlich verzweigte Bindegewebszellen liegen im Gewebe zerstreut, v. A. an den Wänden der vielen Saftlücken.

Die hintere Begrenzungshaut zeigt auf Flächen- und Verticalsechnitten ganz dieselben Eigenschaften wie beim Menschen, weshalb ich eine Schilderung derselben für überflüssig halte. Nur scheinen mir diese Charaktere beim Kaninchen noch schärfer ausgedrückt zu sein. Die Haut bildet hier keineswegs eine zusammenhängende Lamelle, sondern sie besteht aus zahlreichen, mehr oder weniger scharf von einander abgegrenzten Bündeln, die eine ausgesprochen fibrilläre Zusammensetzung zeigen und hinten anliegende, länglich-ovale (in dem Querschnitt rundliche) Kerne besitzen (Taf. XXI, Fig. 3—6). Hier und da trifft man aber auch Kerne an, die im Inneren der Bündel liegen und ringsum von Fibrillen umgeben sind. Ferner trifft man auch Bündel oder Bündelgruppen an, die, mehr oder weniger weit nach vorn von der eigentlichen Haut, im Irisstroma liegen und in deren Innerem auch die Kerne nachweisbar sind. In den Fig. 3—6 *d*¹ (der Taf. XXI) sind solche nach vorn hin gerückte, abgetrennte, kernführende Bündel wiedergegeben. In Fig. 5 ist eine vollständig losgelöste, im Stromagewebe liegende Bündelpartie abgebildet.

Nach hinten stösst an diese Begrenzungshaut das hintere Retinaepithel, das beim albinotischen Kaninchen aus grossen, hellen, scharf begrenzten, von einem Ektoplasma umgebenen Zellen besteht, in deren Innerem nur einzelne körnige Protoplasmanetze hervortreten (Taf. XXI, Fig. 3—6 *r*). Einzelne dunklere Zellen liegen hier und da zwischen ihnen eingesprenkt, bilden aber an ihrer Vorderseite keine zusammenhängende Zellschicht. Keine anderweitige Schicht oder Membran konnte ich hier nachweisen.

Um die Innervationsverhältnisse zu eruiern, ging ich zur Untersuchung von Chlorgold-Präparaten über. Beim weissen Kaninchen gelang es in der That ohne Schwierigkeit, in der Umgebung der hinteren Begrenzungshaut ein reichliches Geflecht von feinen Nervenfasern darzulegen. In den Fig. 7—9 der Taf. XXI habe ich einige Partien von solchen Präparaten abgebildet. Fig. 7 stellt einen senkrechten Radiärschnitt, Fig. 8 einen senkrechten Tangentialschnitt und Fig. 9 einen Flächenschnitt dar. In allen bezeichnet *d* die durch die Goldchlorid-Behandlung graulich gefärbten und nunmehr undeutlich fibrillären Bündel der Haut; *n* entspricht den verästelten Nervenfasern, die die Bündel umspinnen und scheinbar an ihnen endigen.

Diese Innervation der Bündel spricht sehr zu Gunsten der muskulären Natur derselben. Sonst hätte man diese Nervenfasern als sensible Fasern aufzufassen, und möglicherweise kommen unter ihnen auch solche vor.

Die hier beim Kaninchen geschilderten Verhältnisse sind also im Ganzen der Art, dass sie mir eher für, als gegen eine muskuläre Natur der fibrillären Bündel der hinteren Begrenzungsschicht im Sinne MERKEL'S zu sprechen scheinen, obwohl die Frage noch als offen und unentschieden betrachtet werden muss. Jedenfalls sind aber die fraglichen contractilen Elemente von gewöhnlichen glatten Muskelfasern in mehrerer Hinsicht verschieden und histologisch nicht leicht verständlich. Die ihnen hinten anliegenden, eventuell von Pigment umgebenen länglich-ovalen Kerne, die der vorderen Retinalschicht entsprechen, wären dann als die Kerne der fraglichen Muskelemente zu betrachten, d. h. diese Zellen würden, wenn die angegebene Erklärung richtig wäre, die contractilen Elemente aus ihrem Protoplasma hervorgebracht haben. Dass hier an Muskelementen Pigment vorhanden ist, ist an und für sich nicht unmöglich, da auch anderswo pigmentführende glatte Muskelzellen vorkommen.

So lange man aber die Entwicklungsgeschichte dieser fibrillären Bündel nicht kennt und ihre Endigungen nicht nachgewiesen hat, auch ihre contractile Beschaffenheit nicht unter dem Mikroskope dargelegt worden ist, lässt sich über ihren histologischen und physiologischen Charakter nichts Sicheres sagen.

So viel dürfte jedoch hervorgehoben werden können, dass, wenn die hintere Begrenzungshaut beim *Kaninchen* von muskulärer Natur ist, so gilt dies auch von derjenigen des *Menschen*. Bei beiden ist nämlich die histologische Beschaffenheit fast dieselbe.

Ich benutze hier die Gelegenheit zu betonen, dass ich, gleich einigen anderen Forschern, in der Iris des Menschen, des Kaninchens, des Hundes, der Katze, des Schaafe und des Schweines *wie Ganglienzellen* angetroffen habe und dass ich ihre Anwesenheit in diesem Organe daher sehr bezweifeln muss.

Zugleich muss ich aber gestehen, dass ich auch die von IVANOFF u. A. in dem *Ciliarkörper* beschriebenen und abgebildeten Ganglienzellen in meinen zahlreichen Präparaten *sie* zu finden vermochte.



ZUR KENNTNISS

DER ERSTEN ENTWICKLUNG DER NERVÖSEN
ELEMENTE IM RÜCKENMARKE DES HÜHNCHENS.

Taf. XXII und XXIII.

In einer leider erst in den letzten Jahren allgemein bekannten Mittheilung über den feineren Bau des Rückenmarkes legte GOLGI¹ schon im Jahre 1880 eine Reihe bedeutungsvoller Entdeckungen auf dem Gebiete der Histologie der nervösen Centralorgane dar. Seine betreff. Untersuchungen waren grösstentheils am Marke von Hühnerembryonen ausgeführt, und zwar mittelst der von ihm erfundenen Färbungsmethoden. GOLGI zeigte v. A., dass alle Ganglienzellen des Markes nur einen nervösen oder Axencylinderfortsatz besitzen, der indessen länger oder kürzer sein kann und in letzterem Falle sich bald verästelt und seine Individualität verliert. Er wies nach, dass die verschiedenen Ganglienzellenarten keine regelmässige Anordnung zeigen; die Axencylinderfortsätze gehen zum Theil direct in die motorischen Wurzeln hinein, zum Theil in die längsgehenden Stränge des Markes, und zwar entweder direct, oder nachdem sie die vordere Commissur passiert haben. Von den Fasern der Stränge gehen hier und da feine seitliche Zweige nach dem Inneren des Markes ab, wo sie zusammen mit anderen Fasern (Aestchen von dem nervösen Fortsatze der sensiblen Zellen, von den sich fein verästelnden Nervenfasern der hinteren Wurzeln und von den Nebenästchen der Axencylinderfortsätze der motorischen Zellen) ein diffuses Nervennetz bilden. GOLGI hat also u. A. auch die Strang- und Commissurenzellen sowohl als die später sog. Collateralen entdeckt.

Vom Jahre 1889 an begann bekanntlich die grosse Reihe von Untersuchungen auf dem Gebiete der Histologie der nervösen Centralorgane, durch welche RAMÓN Y CAJAL, ohne von GOLGI's fundamentalen Entdeckungen zu wissen, in mancher Hinsicht zu denselben Resultaten wie dieser gelangte und sie in ausgezeichnete Weise weiter führte. Es ist hier auch nicht der Platz, die Ergebnisse und Anschauungen des spanischen Histologen zu referiren. Nur soll hier betont werden, dass er sich bestimmt gegen das Vorhandensein eines eigentlichen centralen Nervennetzes aussprach. Die Seitenästchen der Strangfasern, die er zuerst die «Collateralen» nannte, sind zwar verzweigt, aber frei auslaufende Faserchen; die sensiblen Wurzelfasern theilen sich beim Eintritte in das Mark in einen aufsteigenden und einen absteigenden Ast, welche Aeste die Hinterstränge bilden und ebenfalls Collateralen abgeben. Sinnliche Ganglienzellen sind abgeschlossene Zellenindividuen, die nicht direct zusammenhängen, wohl aber mittelst ihrer Fortsätze (Axencylinderfortsätze und Protoplasmafortsätze) durch Contact mit einander in funktioneller Berührung stehen.

Aus seinen am Rückenmarke von Hühnerembryonen angestellten Untersuchungen hat er selbst in Betreff der Entwicklung der nervösen Elemente u. A. folgende Conclusionen zusammengestellt:² 1) Die meisten primitiven

¹ CAMILLO GOLGI, Studi istologici sul midollo spinale. Osservazioni fatte al terzo congresso fisiologico italiano tenuto in Reggio-Emilia nel Set. 1880; auch in Archiv. ital. per le scienze nervose, anno 18, 1881; fernor wiedergegeben in «Sulla origine centrale del nervo». Osservazioni fatte alle scienze anatomiche del III Congresso medico in Genova a Sett. 1880 in Giornale internaz. delle scienze mediche Anno III. Hofflich in «La cellula nervosa centrale». Atti del IV Congresso fisiologico ital. ten. in Voghera nel Set. 1882.

Diese Mittheilungen wurden erst im J. 1890 durch ein von dem Verf. in deutscher Sprache veröffentlichtes ausführliches Referat (Anatomischer Anzeiger, V. Jahrg. 1890, No 13 u. 14) in weiteren Kreisen bekannt. Und etwa gleichzeitig theilte von KÖLLIKER in seiner Arbeit über das Rückenmark (Zeitschr. f. wis. Zoologie, Bd 51, 1900) ein eingehendes Referat darob mit.

² R. RAMÓN Y CAJAL, A quelle époque apparaissent les expansions des cellules nerveuses de la moelle spinale du poulet? Anatom. Anzeiger, V. Jahrg. 1890 No 22. Siehe auch seine Mittheilung in den Heften 3 u. 4 des. Jahrg.

Nervenzellen, die Neuroblasten von His, sind deplacirte epitheliale Elemente, deren Ortsveränderung und Ausbildung von epithelialen zu nervösen Elementen vom 3. bis 9. oder 10. Tage der Bebrütung vor sich geht. 2) Zuerst entwickeln sich die Zellen der vorderen Wurzeln, die motorischen Zellen der hinteren Wurzeln und die Zellen der Vorderstränge; danach differenzieren sich die Elemente der Seitenstränge und etwas später diejenigen der vorderen Commissur. Die Zellen der Hinterstränge lassen sich als die sich zuletzt entwickelnden (7.—12. Bebrütungstag) ansehen. 3) Die Neuroblasten zeigen zwei Fortsätze: einen inneren oder ependymalen, der den ersten Protoplasma-zweig darstellt, und einen äusseren oder radialen, der den Axencylinderfortsatz bildet; zuweilen ist der innere Fortsatz sehr kurz oder atrophirt, wodurch die Neuroblasten die von His beschriebene Birnform bekommen. Die Nervenzelle besitzt also von Anfang an eine bipolare Gestalt. 4) Die sekundären Protoplasmafortsätze wachsen vermittelt Stacheln, die vom Zellenkörper oder von den beiden primären Fortsätzen ausgehen; ihr Wachsthumse-nde ist variös und sehr oft abgerundet und verdickt. 5) Der Axencylinderfortsatz wächst vermittelt einer conischen Verdickung oder Wachsthumsecke (cone d'accroissement), deren Basis nach der Peripherie gerichtet ist; sie ist oft mit stacheligen, durch das Chromsilber sich gelbbraun färbenden Auswüchsen versehen; diese Wachsthumsecke entspricht einer rudimentären Endverästelung (Endästümchen). 6) Die Collateralfasern fangen am 5. Bebrütungstage an sich zu entwickeln, und zwar in der Vorderstrangregion; am 7. Tage erscheinen diejenigen der Hinterstränge; am 7.—9. Tage diejenigen der Hinterwurzeln, und zuletzt (vom 10. Tage an) diejenigen der die graue Substanz durchkreuzenden Nervenfasern. 7) Die collateralen Aestchen wachsen ebenfalls vermittelt einer, obwohl kleineren protoplasmatischen Endkeule oder einem Knöpfchen.

Wie oben erwähnt wurde, veröffentlichte VON LENHOSSÉK¹, der unabhängig von CAJAL mit denselben Problemen arbeitete, bald danach seine Untersuchungen. Seine Ergebnisse stimmten in allem Wesentlichen mit denen des spanischen Forschers überein. In einem Punkte sprach er aber eine verschiedene Ansicht aus, nämlich in Betreff der Möglichkeit einer Entstehung der Neuroblasten aus der Umwandlung und Ortsveränderung der Epithelzellen, «der Art, dass der periphere Ausläufer der Radiärzellen zu dem Nervenfortsatz, der centrale zu dem ersten Dendritenfortsatz der Neuroblasten werden soll». VON LENHOSSÉK konnte sich dieser Ansicht nicht anschliessen; er fand hingegen zwischen den beiden Fasersorten (Nervenfortsätzen und Radiärfasern) von Anfang an sehr bestimmte histologische Unterscheidungsmerkmale, die seiner Ansicht nach eine solche Umwandlung geradezu ausschliessen. Ausser den von CAJAL dargestellten Zellenarten beschrieb VON LENHOSSÉK noch eine, nämlich Vorderhornzellen, die ihren Axencylinderfortsatz in die hinteren Wurzeln senden.

VON KÖLLIKER² bestätigte bekanntlich im Wesentlichen die oben referirten Entdeckungen und führte sie v. A. durch die Untersuchung des Markes einer grösseren Reihe Säugethier- und Menschenembryonen eine Strecke weiter. So hat er z. B., ebenfalls grossentheils durch Untersuchungen an Säugethierembryonen, das Verhalten der verschiedenen Arten von Collateralen des Rückenmarkes und die betreffenden verwickelten Verhältnisse in der Medulla oblongata in schönster Weise aufgeklärt.

Durch VAN GEHUCHTEN'S³ Untersuchungen erhielten auch die neuen Lehren eine gute Stütze und Bereicherung.

Es würde zu weit führen, hier auf alle die die vorliegenden Fragen behandelnden Arbeiten und Darstellungen näher einzugehen. Hier soll aber hervorgehoben werden, dass gegen das neue Princip der getrennten, nur durch Contact auf einander einwirkenden Nervenzellen-Einheiten, der Neuronen WALDEYER'S, einige Forscher aufgetreten sind. Und in Betreff der Natur der Protoplasmafortsätze sagt LAYDOWSKY⁴: «Meine Beobachtungen aber, gestützt auf die Untersuchungen des entwickelten Markes, haben zu den Ergebnissen geführt, dass die His'schen Dendritenfasern der Nervenzellen nach mehreren Theilungen ebenso gut in die Nerven-Leitungsbahnen übergehen, wie die 'Axencylinder' selbst.» Ferner äussert LAYDOWSKY, nachdem er die Ansicht GOLDI'S angeführt hat: «Ich bin aber ganz entgegengesetzter Meinung und finde, dass wenigstens im Rückenmark sich die protoplasmatischen Fortsätze in das 'Nervennetz' verästeln und mehrere von ihren Aesten in die Nerven der weissen Stränge und in die Wurzeln selbst übergeben; andererseits setzen sich einige von den Ausläufern direct und ungetheilt in die Nerven fort, gleich

¹ M. VON LENHOSSÉK, Zur ersten Entstehung der Nervenzellen und Nervenfasern bei dem Vogelembryo. Mittheilungen aus dem anatom. Institut im Verhältnisse zu Band, 1890; und Anat. Anzeiger Bd V, 1890.

² A. VON KÖLLIKER, Zur feineren Anatomie des centralen Nervensystems. 2. Heft: Das Rückenmark. Zeitschrift f. wissenschaft. Zoologie, Bd 51, 1890.

³ A. VAN GEHUCHTEN, La structure des centres nerveux. La moelle épinière et le cerveau. La Cellule, t. 7, 1891.

⁴ M. LAYDOWSKY, Vom Aufbau des Rückenmarkes. Arch. f. mikroskop. Anatomie, Bd 52, 1891.

den 'Axencylindern' der Nervenzellen. Der letzte Umstand lehrt uns: zwischen den protoplasmatischen und axencylindrischen Fortsätzen findet kein principieller Unterschied statt.» —

In seiner grundlegenden Arbeit »Die Neuroblasten und deren Entstehung im embryonalen Mark« hat bekanntlich His¹, im Anschluss an die Entdeckung ALTMANN'S von der centralen Mitosenzone der embryonalen nervösen Centralorgane, dargelegt, dass es im embryonalen Marke drei verschiedene Gewebelemente giebt, nämlich die gerüstbildenden Zellen oder Spongioblasten von His, die nervenbildenden Zellen oder Neuroblasten von His und die Zellen des Mitosengebietes oder die Keimzellen von His. Aus den letzteren gehen durch Zelltheilung die Neuroblasten hervor, die dabei nach aussen hin rücken und eine Birnform annehmen, wonach sie einen peripheren Fortsatz aussenden, der zum Axencylinderfortsatz wird; erst später schiebt der Zellenkörper die Protoplasmafortsätze oder Dendriten (His) aus, wodurch die Neuroblasten zu ausgebildeten Ganglienzellen werden. Die Axencylinderfortsätze wachsen weiter nach der Peripherie des Körpers hin und gelangen an ihre Endorgane. Von den Zellen der Spinalganglien aber wachsen nach His' wichtiger Entdeckung die Fortsätze umgekehrt durch die hinteren Wurzeln in das Rückenmark hinein, und von der Rietschleimhaut dringen nach der Entdeckung desselben Forschers die centralen Fortsätze der Rietschzellen in den Bulbus olfactorius hinein.

Diese Befunde sind bekanntlich durch die vermittelst der Golgi'schen Methode gewonnenen Ergebnisse in schönster Weise bestätigt worden.

In Betreff des peripherischen Auswachsens der Nervenfasern durch Verlängerung der von den Centralorganen, resp. Ganglien stammenden Axencylinderfortsätze der Ganglienzellen, der früheren Neuroblasten, ist noch keine vollständige Einigung vorhanden, obwohl die meisten und bedeutendsten Forscher sich dieser Anschauung immer mehr anschliessen. Vor Allem haben Diejenigen, die sich in eingehender und umfassender Weise mit der Golgi'schen Methode beschäftigt haben, wie RAMÓN Y CAJAL, v. KÖLLIKER, v. LENHOSSÉK und VAN GEHUCHTEN, sich bestimmt für diese Ansicht ausgesprochen. Ich huldige ihr ebenfalls.

Da nun diese soeben berührten Fragen von weittragender, fundamentaler Bedeutung sind, so scheint es mir angemessen zu sein, dass ein Jeder, der sich ernsthaft mit ihrer Lösung beschäftigt hat, seine Erfahrungen auf den verschiedenen Gebieten der Nervenhistologie mittheile. Ich habe, diesem Grundsatz gemäss, schon früher einige Beiträge zu ihrer Lösung veröffentlicht. Ueber meine Untersuchungen am embryonalen Rückenmark, mit denen ich mich seit mehreren Jahren beschäftige, habe ich jedoch bis jetzt nichts veröffentlicht. Ich besitze schon seit lange eine grössere Anzahl von Präparaten aus dem Rückenmark von Hühner- und Säugethiereembryonen. Diesmal werde ich aber nur eine kleinere Auswahl meiner Abbildungen des Hühnermarkes mittheilen, und zwar nur aus der ersten Bebrütungsperiode. Sie mögen hier theils im Anschluss an die obige Darstellung vom Rückenmark der Knochenfische folgen, theils auch dazu dienen, meine Ansichten über die soeben angedeuteten Fundamentalfragen der Nervenbiologie auch auf diesem Gebiete bestimmter darzustellen. Die in den Taf. XXII und XXIII mitgetheilten Abbildungen, welche genau nach meinen Präparaten gezeichnet sind, geben schon meinen Standpunkt an, und ich kann mich deshalb in der Darstellung ganz kurz fassen. Wie daraus hervorgeht, bin ich derselben Anschauung wie HIS, RAMÓN Y CAJAL, v. KÖLLIKER, v. LENHOSSÉK und VAN GEHUCHTEN.

Für diese Darstellung habe ich v. A. Präparate vom Rückenmarke der Hühnerembryonen von 3.—5. Bebrütungstage gewählt. Leider misslingt die Golgi'sche Färbung, wie bekannt, in den ersten zwei Tagen, und am dritten Tage gelingt sie nur schwer. Vom 3. Tage habe ich nicht so vollständige Präparate bekommen, wie das von CAJAL abgebildete. Das, was ich gesehen habe, stimmt jedoch nicht vollkommen mit seiner Darstellung überein. Ich habe nämlich nicht die von CAJAL und v. LENHOSSÉK erwähnte *bipolare* Beschaffenheit der Neuroblasten nachweisen können. Zwar kommen hier und da solche Zellen vor, die nach zwei Richtungen ausgezogen sind, es scheint mir aber kein constantes Vorkommniss zu sein, sondern ich betrachte vielmehr die Birnform im Sinne von His als die vorherrschende und typische. Zwar lässt sich wohl nach der Auffassung von v. LENHOSSÉK annehmen, dass die Neuroblasten während des Herausrückens gedrängt liegen und dadurch seitlich zusammengedrückt werden können. In Uebereinstimmung mit ihm betrachte ich aber diese »bipolare« Gestalt, wenn sie vorhanden ist, als nichts Wesentliches. Nach Allem, was ich gesehen habe, muss ich die Ansicht aussprechen, dass die Spongioblasten, d. h. die Ependymzellen, und die Neuroblasten, ungefähr wie His und v. LENHOSSÉK es aufzufassen scheinen,

¹ W. His, Die Neuroblasten etc. Abhandl. d. mathem.-phys. Classe der K. Sächs. Gesellsch. d. Wiss. Bd 15, 1880.

sehen von Anfang an scharf geschiedene Zellenarten darstellen, und zwar thue ich dies im Gegensatz zu RAMÓN Y CAJAL, welcher eine Entwicklung der Neuroblasten aus den Spongioblasten (Radialzellen) für möglich hält.

Die frühen Entwicklungsstadien der Neuroblasten sind aber, wie CAJAL und VON LENROSSÉK angegeben haben, nicht nur am 3. Tage nachweisbar, sondern sie kommen auch in den folgenden Tagen hier und da neben den entwickelteren Formen zum Vorschein. So ist z. B. in der Fig 2 der Taf. XXIII bei s^1 eine Strangzelle abgebildet, deren Zellkörper, obwohl er noch zwischen den Körpern der Ependymzellen liegt, von entschieden rundlicher und nicht bipolarer Form ist. In späteren Stadien der Entwicklung, vom 7.—9. Tage, sah ich oft Nervenzellen, von denen sich ein Fortsatz bis zum Centralkanal hinein erstreckte; hier lag aber offenbar kein primärer Fortsatz vor, sondern es handelte sich um Protoplasmafortsätze, die auf einer späteren Entwicklungsstufe sekundär hingewachsen waren, wie z. B. zwei der in Fig. 5 der Taf. XXIII abgebildeten Zellen (eine Strang- und eine Commissurenzelle).

Ich halte also mit Hts die Birnform für die typische Form der Neuroblasten, obwohl sie durch Druckverhältnisse u. dergl. auch mehr oder weniger in der Länge ausgezogen werden kann.

Bei den motorischen Zellen der vorderen Wurzeln scheint jedenfalls auch in den frühen Stadien die Birnform die Regel zu sein (Taf. XXII, Fig. 2, 3 m); ich habe in meinen Präparaten von dem 4. Tage eine Menge solcher Zellen in verschiedenen Grade des Herausrückens gesehen.

Bei den weit nach hinten belegenen Neuroblasten sah ich auch am 4. Tage in der Regel die Birnform (Taf. XXII, Fig. 5, 6 cb). Bei den lateral belegenen kommt zu dieser Zeit auch recht oft die Birnform vor; hier werden die Zellen aber auch oft in die Länge gezogen, so dass die Spindelform gewöhnlich ist (Taf. XXII, Fig. 5, 6; Taf. XXIII, Fig. 1); die Längsaxe dieser Zellen ist aber meistens sagittal gestellt, also nicht gegen den Centralkanal gerichtet.

Sehr früh, oft schon am 4. Tage, fangen die Zellen an, knotige und zackige Gestalten anzunehmen. Der Axencylinderfortsatz ist in der Regel schon am 2. und 3. Tage eine Strecke weit herausgewachsen; am letzteren Tage trifft man jedoch noch Zellen an, deren Axencylinderfortsätze noch nicht gebildet (Taf. XXII, Fig. 1, m^1), oder nur eine ganz kurze Strecke herausgewachsen sind (Taf. XXII, Fig. 2 m). Und noch am 4. Tage sind auch solche Formen (Taf. XXII, Fig. 3 m) vorhanden. Wie CAJAL und VON LENROSSÉK bemerkt haben, entwickeln sich in der Regel zuerst die motorischen Zellen der Vorderwurzeln. Dann kommen die Strangzellen in den vorderen Theilen des Markes, etwas später die lateral belegenen Strangzellen und Commissurenzellen und zuletzt die in dem dorsalen Theil des Markes befindlichen Zellen. Von dieser Regel giebt es jedoch in der Weise Ausnahmen, dass, wie oben bemerkt wurde, neben den entwickelteren Formen verspätete vorkommen.

In Übereinstimmung mit den anderen Autoren unterscheide ich folgende Zellenarten:

1. *motorische Zellen* der vorderen Wurzeln.
2. *motorische Zellen* der hinteren Wurzeln.
3. *Strangzellen* derselben Markhälfte.
4. *Commissurenzellen* (Strangzellen der entgegengesetzten Hälfte).

1. Die erste Zellenart, die *motorischen Zellen der vorderen Wurzeln*, trifft man, wie oben bemerkt wurde, schon am 3. Tage in Gestalt rundlicher, birn- oder spindelförmiger Protoplasmaklumpen, mehr oder weniger weit vom Centralkanal entfernt; die meisten sind am 3. und noch am 4. Tage etwa halbwegs von ihm nach der Oberfläche hin vorgerückt; sie senden schon am 3. Tage je einen kurzen, am 4. Tage einen länger gewordenen Fortsatz lateralwärts nach der Oberfläche hin. Die einzelnen Zellen befinden sich gewöhnlich in einem verschiedenen Entwicklungsstadium. Sie convergiren mit ihren Fortsätzen an einer Stelle der lateralen Seite des Markes, welche der Austrittsstelle der vorderen Wurzeln entspricht. Die meisten haben am Anfang des 4. Tages mit ihrem Fortsatz nicht nur die Oberfläche erreicht, sondern ihn schon eine Strecke in die betreffende Wurzel hineingesandt. Man trifft an dem Ende des Fortsatzes oft eine gut ausgeprägte CAJAL'sche Wachstumskeule (Taf. XXII, Fig. 3 k). Bei anderen Zellen, deren Fortsätze noch weiter gegen die Peripherie hin gelangt sind, erkennt man, dass, wie CAJAL und VON LENROSSÉK angenommen haben, die kleinen Spitzen und Zacken der Keule sich in feine Verästelungen des Fortsatzes umwandeln (Taf. XXII, Fig. 4 k) und in noch entwickelterem Stadium (dies. Fig., rechts) sich in eine dichotomisch-dendritische Verzweigung transformiren. Ich habe in meinen Präparaten eine ganze Menge verschiedener Stadien gesehen, welche diesen Entwicklungsmodus klarlegen. In dem Verhalten dieser motorischen Zellen — von ihrem Neuroblasten-Stadium an bis zu ihrem Fertigwerden — hat man in der That einen schlagenden

Beweis für die Richtigkeit der KUPFER-HEB'SCHEN Lehre von den *peripherischen Auswüchsen der Nervenfasern als Axencylinderfortsätze der Zellen der Centralorgane*. Man kann sie, wie von LESHOSSEK betont hat, an den Golgi'schen Präparaten so handgreiflich darlegen, dass ein Zweifel wohl nicht mehr möglich ist. Am Zellenkörper sind unterdessen auch Veränderungen eingetreten. Theils an ihm selbst, theils am Anfang des erwähnten Fortsatzes, welcher Anfang sich durch seine dickere Beschaffenheit als zum Zellenkörper selbst gehörend erweist, gehen seitliche Fortsätze aus, die Anfangs nur kurz, knotig und unregelmässig sind (Taf. XXII, Fig. 3), bald aber länger werden und in verschiedenen Richtungen auslaufen (Taf. XXII, Fig. 4). Oft geht ein dickerer solcher Fortsatz von der dem ersten Fortsatz entgegengesetzten Seite des Zellenkörpers aus, wodurch letzterer gewöhnlich eine ausgezogene, spindelförmige, bipolare Gestalt bekommt (Taf. XXIII, Fig. 1 m). In den beiden Arten von Fortsätzen erkennt man sogleich den nach der Peripherie ziehenden Deiters'schen *Axencylinderfortsatz* und den *Protoplasmafortsatz*, welcher letzterer noch wenig von der späteren dendritenartigen Beschaffenheit besitzt. Bald verzweigt sich dieser letztere immer weiter, dichotomisch, und wenn am Zellenkörper mehr solche Fortsätze vorhanden sind, was gewöhnlich der Fall ist, so verästeln sie sich in gleicher Weise. Auf diese Weise entstehen in den folgenden Tagen der Bebrütung die reichlich verästelten Dendritenfortsätze, welche für die grossen motorischen Zellen der Vorderhörner charakteristisch sind.

Nie anastomosiren diese Protoplasma- oder Dendritenfortsätze unter sich, weder diejenigen derselben Zelle, noch diejenigen der verschiedenen Zellen. Sie bilden, wie überall, ein intricates Geflecht, aber kein Netz.

Nie senden diese motorischen Zellen, was man früher annahm, ihren stets einfachen Axencylinderfortsatz durch die vordere Commissur in die Wurzel der anderen Markhälfte hinüber, wie auch in der letzten Zeit v. A. von LESHOSSEK betont hat.

2. Die zuerst von von LESHOSSEK nachgewiesenen *Zellen der Vorderhörner*, die ihre Axencylinderfortsätze durch die *hinteren Wurzeln* derselben Markhälfte nach der Peripherie senden und wohl aller Wahrscheinlichkeit nach motorischer Natur sind, wurden bekanntlich sogleich von RAMÓN Y CAJAL bestätigt, nachdem er schon vorher die Fortsätze selbst beschrieben hatte. Neulich ist diese eigenthümliche Zellenart auch von VAN GEHUCHTEN bekräftigt worden, und ich kann mich auf Grund eigener Befunde am Hühnerembryo den genannten Forschern anschliessen. Ich traf diese Zellen zwar nicht vor dem 5. Bebrütungstage an; von LESHOSSEK und CAJAL haben sie aber schon in einem früheren Stadium, am 6., resp. 5. Tage, gesehen. In der Fig. 4 der Taf. XXIII habe ich eine derartige Zelle wiedergegeben.

3. Die *Strangzellen* (Taf. XXII, Fig. 1, 2 s; Taf. XXIII, Fig. 1, 2 s), d. h. die Ganglienzellen, die ihren Axencylinderfortsatz in die Markstränge, v. A. den lateralen und den vorderen, derselben Markhälfte hineinsenden, können wohl, wie CAJAL sagt, in den verschiedensten Regionen der grauen Substanz liegen; ihr Hauptsitz ist aber, wie von LESHOSSEK hervorhebt, die mittlere Region, wo man sie oft zahlreich in gefärbtem Zustande in den Präparaten nachweisen kann; aber auch nach vorn davon, in den Vorderhörnern, sah ich viele solche Zellen. In den Fig. 5 und 6 s der Taf. XXII und den Fig. 1 und 2 s der Taf. XXIII habe ich mehrere solche Strangzellen wiedergegeben. Am 4. Bebrütungstage zeigen die in der mittleren Region belegenen Zellen, die übrigens gewöhnlich ganz nahe unter der Markoberfläche ihren Sitz haben, eine gestreckte, oft spindelförmige Gestalt und in der Regel einen nach hinten hin gerichteten, knotigen, unregelmässigen, noch wenig verästelten Protoplasmafortsatz, sowie einen nach vorn oder vorn-aussen ziehenden dünnen Axencylinderfortsatz, der sich früher oder später umbiegt und in den Markstrangmantel eintritt. Kurz vorher oder auch in demselben theilt er sich gewöhnlich dichotomisch, und die beiden Theiläste scheinen in der Regel eine auf- und absteigende Bahn in der Strangsubstanz einzuschlagen. Hier und da trifft man an der Spitze des Axencylinderfortsatzes noch eine Cajal'sche Wachsthumskule von wechselnder Form und Grösse; zuweilen sind diese Keulen von bedeutendem Umfang, blattartig, gerippt und verästelt (Taf. XXII, Fig. 5 k, l). Vom Zellenkörper selbst, oder von dem nach hinten ziehenden Protoplasmafortsatz, oder endlich auch von der oft vorhandenen, gewöhnlich nach vorn hin gerichteten, fadenartig ausgezogenen Partie des Zellenkörpers, von der der Axencylinderfortsatz entspringt, schiessen immer mehr stachelige Ausläufer hervor, welche sich in den folgenden Tagen zu verästelten Dendriten entwickeln.

4. Die *Commissurenzellen* (Taf. XXII, Fig. 1, 2 c, ck; Taf. XXIII, Fig. 1, 2 c, h). Diese von den oben genannten Forschern schon sehr genau beschriebenen Zellen trifft man in den Präparaten von dem 4. und 5. Bebrütungstage in grosser Menge an. Ihr Zellenkörper befindet sich in den hinteren und lateralen Partien der grauen Substanz; besonders die der lateralen Region werden leicht gefärbt. Die hinteren (ck, h) zeigen in der Regel einen

kleinen ovalen oder spindelförmigen Zellenkörper, von dem einzelne Zacken und Spitzen hervorragen; nach hinten entspringt zuweilen ein stärkerer schmaler Fortsatz, und nach vorn geht ebenfalls ein Fortsatz aus, der sich bald weiter verjüngt und in eine lange feine Faser übergeht; dieser letztere Ausläufer zieht neben der äusseren Grenze der breiten Zone der Ependymzellenkörper nach vorn hin und endigt zuweilen in einer Wachstumskeule (Taf. XXII, Fig. 6 *k, l*); in den meisten Fällen ist er aber am 4. Tage schon weiter ausgewachsen, indem er, durch die vordere Commissur hindurch, zwischen den äusseren breiten Fortsätzen der Ependymzellen des vorderen Keiles nach der anderen Hälfte des Markes und noch weiter, bis zum Strangmantel dieser Hälfte, zieht, wo er, bald in den vorderen, bald in den lateralen Strang einbiegt und in longitudinaler Richtung seinen Verlauf fortsetzt. Diese Zellen stellen mithin ebenfalls Strangzellen mit gekreuztem Axencylinderfortsatz dar. Eine Theilung des Fortsatzes sah ich zwar hier und da schon am 4. Tage (Taf. XXII, Fig. 5); die von CAJAL aufgestellten verschiedenen Theilungstypen konnte ich aber in diesem frühen Stadium nicht nachweisen. Indessen vermochte ich am schon gekreuzten Fortsatz hier und da einzelne kleine Seitenäste wahrzunehmen, die den Anschein von Collateralen hatten; und in der That sah ich in späteren Stadien (am 8. Tage) solche Seitenäste (Taf. XXIII, Fig. 5), die als Collateralen, oder vielleicht als verschobene Dendriten zu deuten sind.

Die in der lateralen, zwischen der Ependymzellkörper-Grenze und dem Strangmantel eingeklemmten, schmalen Region belegenen Commissurenzellen haben, wie die dort befindlichen Strangzellen, in der Regel einen schmalen, ovalen oder spindelförmigen, oft langgestreckten Zellenkörper, verhalten sich aber übrigens wie die in den hinteren Partien belegenen Zellen. In den folgenden Tagen entwickeln sich die Protoplasmafortsätze und Zacken zu verästelten Dendriten (Taf. XXIII, Fig. 5 *c*).

Von Zellen, die nach dem Golg'schen Typus gebaut sind, konnte ich in diesen frühen Stadien keine nachweisen.

Im Ganzen ist der Mantel grauer Substanz am 4. und 5. Tage noch von geringem Umfange. In der Fig. 6 der Taf. XXII sind ihre Grenzen durch punctirte Linien angegeben. An dem Querschnitt wird der grösste Theil noch von der Ependymzellkörper-Region eingenommen. Seitlich und nach hinten von ihr befindet sich die graue Substanz. Im hinteren Ependymkeil finden sich wohl keine Ganglienzellenkörper; dagegen liegt nach vorn von denselben die graue Substanz dicht an der Markoberfläche, doch nur bis zum primären Hinterstrang; nach vorn von diesem ist die fragliche Substanz von einer nur sehr dünnen Schicht von Strangsubstanz von der Oberfläche getrennt; weiter nach vorn wächst allmählig die Dicke des Strangmantels, bis er vorne, zu beiden Seiten des vorderen Ependymkeiles, abgerundet aufhört. Durch diesen Keil ziehen nur die gekreuzten Axencylinderfortsätze der Commissurenzellen. In die Strangsubstanz hinein ziehen schon hier und da die Dendriten der verschiedenen Ganglienzellen, zuweilen bis zur Oberfläche des Markes.

Am 4. Tage sind noch keine Collateralen an den Fasern der Stränge nachweisbar; am 5. sah ich ebenfalls kaum Spuren von ihnen. Vom 6. Tage an waren sie in der Entwicklung begriffen, und an den folgenden Tagen setzte sich diese weiter fort. In der Fig. 6 der Taf. XXIII habe ich die Hälfte eines Rückenmarksquerschnitts von dem 8. Bebrütungstage wiedergegeben, wo die Collateralen in ihrer Ausbildung begriffen sind. Wie von den oben genannten Forschern hervorgehoben worden ist, entwickeln sich zuerst die Collateralen der Vorderstränge, dann die der Seitenstränge und zuletzt die der Hinterstränge. Sie fangen als feine, einfache, ungetheilte, knotige, etwas wellig und unregelmässig durch die graue Substanz verlaufende, frei endigende Fäserchen an, die sich bei der weiteren Entwicklung dann und wann allmählig dichotomisch theilen. Anastomosen sind in keiner Form vorhanden.

Ueber die sensiblen Zellen der Spinalganglien, sowohl über ihre Formen und ihre Entwicklung, wie über den Verlauf ihrer Fortsätze, habe ich mich schon bei früheren Gelegenheiten ausgesprochen. GOLGI, RAMÓN Y CAJAL, VON KÖLLIKER, VON LENNOSSEK und VAN GEUCHTEN haben übrigens die betreffenden Fragen so eingehend behandelt, dass ich auf eine Darstellung derselben vollständig verzichten kann.

Dagegen will ich hier eine Frage kurz berühren, die mir für die Principien der neueren Nervenlehre wichtig zu sein scheint, nämlich die Frage von der *Entwicklung der multipolaren Ganglienzellen des Sympathicus*.

RAMÓN Y CAJAL hat u. A. beim 15-tägigen Hühnerembryo den Verlauf des von ihm entdeckten Axencylinderfortsatzes der sympathischen Zellen beschrieben. Ich habe ebenfalls in meinen Präparaten oft diese Zellenfortsätze eine gute Strecke verfolgen können.

Nun traf ich aber in noch früheren Stadien, vom 11. und 12. Bebrütungstage, in den sympathischen Ganglien die Zellenkörper in einem weniger entwickelten Zustande, wo die Protoplasmafortsätze noch im Anfang ihrer Entwicklung begriffen waren. Einige Zellenkörper waren sogar ganz unipolar, ohne Protoplasmafortsätze, und schickten nur einen feinen Axencylinderfortsatz aus (Taf. XXIII, Fig. 7), der aus den Ganglien heraustrat und centralwärts zum Spinalganglion verlief; hier konnte man ihn als sehr feine, varicöse, ungetheilte Faser eine Strecke am Rande des Ganglions verfolgen, wonach er, wie es schien, das Ganglion verliess.

Das, was mir in diesem Befunde von Interesse zu sein schien, ist aber gerade die erste Formentwicklung der sympathischen Ganglienzellen. Sie beginnen, gerade wie die Ganglienzellen in der grauen Substanz des Rückenmarks, als *unipolare* Zellen mit nur einem einzigen, langen, feinen Axencylinderfortsatz; erst danach fangen die Protoplasmafortsätze an, sich vom Zellenkörper zu entwickeln, um später eine echte, verwickelte Dendritennatur zu bekommen.

Aus dieser, in kurzen Zügen gegebenen Mittheilung geht hervor, dass ich, auf mehrjährige Studien über die Entwicklung des centralen Nervensystems der Hühnerembryonen gestützt, mich in allem Wesentlichen den Darstellungen vor Allem von HIS, RAMÓN Y CAJAL, VON KÖLLIKER, VON LENHOSSÉK und VAN GEHUCHTEN anschliesse. Dies geht wohl schon aus meinen früheren Arbeiten hervor; ich will es aber hier noch einmal bestimmt aussprechen. Ich habe ebenfalls seit Jahren das embryonale Rückenmark verschiedener Säugethiere in dieser Hinsicht studirt, und ich bin dabei zu denselben Ergebnissen gekommen; bei den Hühnerembryonen liegen aber die Structurverhältnisse noch klarer und handgreiflicher vor.

Die Nervenzellen sind geschlossene Individuen, Neuronen, die unter einander nicht anastomosiren, sondern durch »Contact« o. dergl. auf einander einwirken. Die Nervenfasern sind ihre Axencylinderfortsätze, die von den in den Centralorganen, resp. Ganglien belegenen Ganglienzellen in den ihnen eigenen, verschiedenen Richtungen auswachsen, bis sie ihre Endigungen in den verschiedenen Organen erreichen. Sie scheinen im Allgemeinen die Reize cellulifugal zu leiten. Die Protoplasmafortsätze oder Dendriten dagegen leiten die Reize cellulipetal und stellen in dieser Weise verschiedene Ganglienzellen mit einander in Verbindung.

VON LENHOSSÉK hat neulich in seiner zusammenfassenden Uebersicht »Der feinere Bau des Nervensystems im Lichte neuester Forschungen« die Principien der neuen Nervenbiologie in so klarer und ansprechender Weise und zugleich kritisch und vorsichtig dargestellt, dass ich nur auf seine Arbeit zu verweisen brauche. Meine Anschauungsweise stimmt mit der seinigen in fast allen Punkten überein.



DAS GEHIRN UND DAS AUGE VON MYXINE.

Taf. XXIV—XXVI.

1. Das Gehirn.

Taf. XXIV und XXV.

In Folge des grossen Interesses, das eine nähere Kenntniss der niedrigsten Formen vom Gehirnbau für die Stammesentwicklung des centralen Nervensystems und für das richtige Verstehen der höheren Formen bietet, hat man sich schon lange bemüht, die hierauf bezüglichen Lücken unseres Wissens auszufüllen. Das Gehirn der Teleostier und Plagiostomen ist in der neueren Zeit der Gegenstand vieler mehr oder weniger eingehender Untersuchungen gewesen. Durch STIEDA'S und RAUL-RÜCKHARD'S Entdeckung des epithelial gebliebenen Hirnmantels bei den Teleostiern wurde u. A. die Wissenschaft mit der Kenntniss der niedrigsten Stufe des Palliums bereichert, und dadurch ein wesentlicher Schritt vorwärts gethan.

Bei den noch niedriger stehenden Wirbelthieren, den *Cyclostomen*, ist v. A. durch AHLBORN'S schöne Monographie über das Gehirn der *Petromyzonten* eine sehr wichtige Lücke ausgefüllt worden. Vom Gehirn der *Myxinoideen* besitzt man aber seit dem Erscheinen der Arbeiten meines Vaters, ANDERS RETZIUS', vom Jahre 1822 und JOHANNES MÖLLER'S vom Jahre 1838 nur einige vereinzelte Mittheilungen, die gewisse Details des Myxine-Gehirns behandeln.

In seiner Arbeit über die *Hypophysis* und das *Infundibulum* hat also WILHELM MÖLLER diese Gebilde auch bei Myxine genau beschrieben, und in seiner Darstellung von der Stammesentwicklung des Sehorgans der Wirbelthiere hat derselbe Forscher die *Nervi optici* und ihre Ursprungsstellen am Gehirn von Myxine dargestellt; zugleich lieferte er einige Abbildungen von Schnitten, die durch das fragliche Gehirn gelegt waren. In meinem Werke über «das Gehörorgan der Wirbelthiere» gab ich zusammen mit der Darstellung von dem Austritt und der Verzweigung der *Nervi acustici* eine Abbildung des Myxinegehirns von oben her.

Dies ist meines Wissens Alles, was in der betreffenden Richtung veröffentlicht worden ist.

Und doch könnte eine nähere Kenntniss von diesem Cyclostomengehirn für die Morphologie und Biologie von Interesse sein, obwohl dasselbe schon auf Grund dessen, was darüber bekannt ist, als ziemlich rudimentär betrachtet werden muss.

Um zur Füllung dieser Lücke wenigstens in einiger Hinsicht beizutragen, habe ich schon mehrmals das Myxinegehirn zum Gegenstand von Untersuchungen aufgenommen und theils die äusseren Formencharaktere studirt, theils mir auch Schnittserien des Organes, und zwar in verschiedenen Richtungen, verschafft; endlich habe ich das Myxinegehirn nach der Golgi'schen Methode behandelt. Die Untersuchung über den feineren Bau dieses Organes gab mir jedoch bisjetzt wenig Erfolg. Zwar liessen sich mittelst der verschiedenen neueren Methoden gewisse Gruppen von Ganglienzellen und Nervenfaserzügen in den verschiedenen Partien darlegen; es zeigte sich aber, dass es schwer ist, die Prinzipien des Gehirnbau'es genauer zu eruten.

In Folge dessen werde ich mich diesmal darauf beschränken, fast nur die allgemeine Morphologie zu behandeln und eine Auswahl von Abbildungen zu veröffentlichen, die wenigstens dazu geeignet sind, die Darstellungen der Vorgänger zu prüfen und in einigen Beziehungen zu vervollständigen. Ich hoffe, ein anderes mal auf eine Beschreibung des feineren Baues zurückzukommen.

Die erste Darstellung von Myxinegehirn ist, wie oben erwähnt wurde, diejenige von meinem Vater, ANDERS RETZIUS.¹ Er gab nach Spirituspräparaten eine für den Standpunkt der damaligen vergleichenden Anatomie eingehende und genaue Beschreibung, nebst Abbildungen, von diesem Gehirn. Das abgeplattete, bandförmige Rückenmark, an dem man als Andeutung der Längsfissur eine längsgehende Medianlinie wahrnimmt, geht, sagt er, über dem Schlunde nach vorn hin in das verhältnissmässig kräftig entwickelte verlängerte Mark über; an der oberen Seite des Rückenmarks findet sich etwas vor dem Uebergang in die Medulla oblongata längs der Mittellinie ein beiderseits von einer kleinen Furche begrenzter Wall, der sich nach vorn hin in der Mitte vertieft oder sich in zwei längliche, divergirende Anschwellungen theilt, welche gegen das Ende der Medulla oblongata getrennt endigen. Diese Anschwellungen sind wahrscheinlich als Andeutungen der *Podunculi cerebelli* (*Corpora restiformia*) zu betrachten, die bei Myxine keine Commissur über den vierten Ventrikel besitzen. Zu beiden Seiten der erwähnten, die Anschwellungen lateralwärts begrenzenden Furchen liegen noch ein par Anschwellungen, welche den grössten Theil der Seitentheile und der Basis der Medulla oblongata bilden und wahrscheinlich den Olivarsträngen der höheren Thiere entsprechen; von diesen scheinen die Nerven zu entspringen. Nach innen von diesen, den Olivarsträngen möglicherweise entsprechenden Theilen liegen an der Basis medullae oblongatae und beiderseits von der Mittellinie noch zwei schwache Erhebungen, welche den Pyramidalkörpern analog sind. Wenn man von vorne her die Seitentheile des Gehirns von einander zieht, sieht man hinten, wo die Vierhügel an die Medulla oblongata grenzen, eine dünne Marklamelle, die den Uebergang bildet und den Boden des Thales darstellt, der dem *Ventriculus quartus* entspricht. Die Medulla oblongata von Myxine zeichnet sich also dadurch aus, dass der vierte Ventrikel von keiner Commissur bedeckt ist und keine Spur eines Cerebellum besitzt, und ferner, trotz der Einfachheit ihrer Ausbildung, durch das Vorhandensein von 3 Paar Hauptsträngen, *Corpora restiformia*, *olivaria* und *pyramidalia*. Beim Erheben des eigentlichen Gehirns von der Medulla oblongata erkennt man die *Crura cerebri*. An der Basis cerebri sieht man dort, wo die Pyramiden erhebungen endigen, eine kleine unpaare Protuberanz und nach vorn davon die beiden *Corpora candicantia*, die hinten eine kleine Oeffnung und vorn eine feine Commissur zwischen sich haben. An der oberen Seite der Hirnstiele liegen vier Hügel, die zusammen einen herzförmigen Umkreis, mit nach hinten gerichteter Spitze, zeigen und den Thal begrenzen, der dem Boden des vierten Ventrikels entspricht. Das vorderste Paar dieser Hügel ist das grösste und besitzt zwischen sich, am vorderen Ende, einen kleinen unpaaren, ovalen, der Länge nach sich ausdehnenden Körper aus dunklerer Substanz, der unläugbar viele Aehnlichkeit mit der *Glandula pinealis* besitzt. Die vier Hügel scheinen nur Anschwellungen der *Crura cerebri* zu sein; sie sind mit einander innig vereint, besitzen keine graue Substanz und stellen also nur Andeutungen der *Corpora quadrigemina* dar, während dagegen bei *Petromyzon* diese Partie eine deutliche Commissur zeigt, unter welcher der *Ventriculus quartus* sich als *Aqueductus Sylvii* fortsetzt. Der die *Corpora candicantia* und *quadrigemina* bildende Theil der Hirnstiele (*Crura cerebri*) stellt ein Ganzes dar, an dem man nur in den auf der unteren und der oberen Fläche befindlichen Furchen Spuren der Mittellinie der Rückenmarksstränge wahrnehmen kann. Nach vorn von diesen Anschwellungen trennen sich die Hirnstiele und bilden zwei nur durch ein Häutchen vereinigte Hälften, welche durch je eine quere Strictr in eine grössere hintere und eine vordere kleinere Partie getheilt sind. Das Gehirn von Myxine bildet an keiner Stelle einen Ventrikel oder gar eine Umhüllung von der Seite her. Die von ANDERS RETZIUS beschriebenen Nervenursprünge am Gehirn sind die des Trigemini, Facialis, Acusticus (die letzteren beiden als Aeste des Trigemini) und Vagus, die von der Seite der Medulla oblongata entspringen. Das Gehirn ist, sagt er, von einer dicken Hirnhaut, der *Dura mater*, umgeben, und nach innen davon sieht man ein dünneres, wahrscheinlich der Aderhaut entsprechendes Häutchen.

JOHANNES MÜLLER² beschrieb dann das Gehirn von Myxine und *Blellostoma*, die nach ihm vollkommen gleich gebildet sind. Es zeigt, sagt er, auf der obern Seite vier auf einander folgende paarige Massen. Das vorderste Paar ist in der Mittellinie durch eine durchgehende Spalte getheilt. Dies sind die *Lobi olfactorii*. Sie sind breiter als lang. Zwischen ihnen und der folgenden Abtheilung findet sich eine quere Einschnürung, welche

¹ ANDERS RETZIUS, *Bidrag till Åde- och Nerfystemets Anatomis hos Myxine glutinosa*. K. Vet. Akad. Handlingar I. 1922. Deutsch in *Meckel's Archiv für Anatomie und Physiologie* Jahrg. 1926.

² JOHANNES MÜLLER, *Vergleichende Neurologie der Myxinoideen*. Abhandl. d. K. Akademie d. Wissenschaft. zu Berlin. Geol. Felsb., 1838. — Die Abbildungen vom Gehirn der Myxinoideen sind in J. MÜLLER'S Abhandl. „Ueber den eigenthümlichen Bau des Gehirns bei den Cyclostomen“ in den Abhandl. d. K. Akad. aus d. Jahre 1837 mitgetheilt.

sowohl oben, als lateral und unten deutlich ist. Aus dem ganzen vorderen Umfange dieser Lappen treten Bündel von Nervenfasern hervor, die Geruchsnerve, welche sich bald in noch dünnere Bündel spalten. Die zweite Abtheilung des Gehirns ist die stärkste; sie entspricht nach J. MÜLLER'S Meinung den Hemisphären der Fische; diese Lappen sind mindestens ebenso breit als lang, auf der Oberfläche convex. In der Mitte zwischen ihnen befindet sich an der Oberfläche eine Vertiefung, welche die vorderen obern Theile dieser Lappen tief von einander absondert. In dieser Vertiefung liegt ein kleiner, unpaarer, elliptischer Körper, welchen A. RETZIUS im Allgemeinen mit der Glandula pinealis vergleicht; dieser Körper hängt mit der Mitte der folgenden Abtheilung zusammen. An der unteren Fläche sind die Hemisphären von den folgenden Lappen wenig abgesondert. Diese letzteren, die dritte Abtheilung des Gehirns, sind durch eine quere Einschnürung von der zweiten und selbst nur durch eine seichte Längsfurche getrennt. In der Mitte vor diesem Einschnitt liegt der vorläufig Glandula pinealis genannte Theil. An der untern Fläche des Gehirns sind die Lappen der dritten Abtheilung wenig isolirt, indem vorn zwischen ihnen eine rundliche, breite, unpaare, mittlere Erhabenheit hervortritt, die nur durch sehr seichte Vertiefungen von ihnen getrennt ist; diese Erhabenheit giebt dem sehr feinen Sehnerven der Bellostomen den Ursprung, der noch viel feiner auch dem Gehirn der Myxinen eigen zu sein scheint. Hinter dem Ursprung des Sehnerven giebt diese, die Basis des Lobus ventriculi tertii darstellende Hervorragung den Stiel der kleinen, platten, rundlichen Hypophysis ab. Hier ist dieser Theil, wie das ganze Gehirn, solid. Die mittelst ihres Stieles mit dem Gehirn verbundene Hypophysis liegt in einer flachen Vertiefung des fibrösen Theils der Basis cranii. Die vierte paarige Abtheilung, welche man an der oberen Fläche des Gehirns sieht, ist die kleinste; sie bildet mit derjenigen der anderen Seite einen dreieckigen, abgestumpften Fortsatz der dritten Abtheilung, welcher durch einen seichten queren Einschnitt von ihr getrennt ist. Diese Lappen liegen auf der dreieckigen Vertiefung zwischen den auseinander weichenden Lappen der Medulla oblongata. »Helft man sie auf, so sieht man, dass sich zwischen diesem Ende des Gehirns und der Medulla oblongata eine Art Sinus befindet, dem Sinus rhomboidalis der Medulla oblongata der übrigen Thiere analog.« An der Basis des Gehirns sieht man nichts dieser vierten Abtheilung Entsprechendes. »Am meisten Aehnlichkeit, aber nur ganz im Allgemeinen, hat sie mit dem kleinen Gehirn der übrigen Thiere.« Die vier paarigen Abtheilungen des Gehirns bilden zusammen ein Ganzes, welches zugleich dem grossen und kleinen Gehirn entspricht. Nun folgen nach hinten die Lappen der Medulla oblongata. Diese Partie beschreibt J. MÜLLER ungefähr wie A. RETZIUS und vergleicht die Längsstränge derselben, obwohl reservirt, den Corpora restiformia und den Pyramidalsträngen. Im Sinus rhomboidalis sieht man auf jeder Seite zwei Stränge die Verbindung mit der grossen Hirnmasse bilden; die Stränge neben der Mittellinie, welche unter dem hinteren frei hervorragenden Ende der grossen Hirnmasse eine tiefe ventrikelartige Längsspalte zwischen sich lassen, gehen aus der Fortsetzung des Rückenmarkes in das grosse Gehirn fort; es sind die *Crura superiora interna peduncularum cerebri*; das *Crus superius externum* kommt von der inneren Seite des vorderen Theils des Lobus medullae oblongatae. Da der hintere Theil des Gehirns nicht gespalten ist, so wird die Spalte zwischen den inneren Strängen des Sinus rhomboidalis auf diese Weise nach vorn geschlossen; eine andere Art von Brücke, namentlich eine Quercommissur über den Sinus rhomboidalis, fehlt. Am vorderen-unteren Ende der Medulla oblongata traf J. MÜLLER die von A. RETZIUS erwähnte unpaare, knopfartige, rundliche Anschwellung. »Höhlungen sind in dem Gehirn der Myxinoideen ausser dem Sinus rhomboidalis und der Spalte zwischen den obern innern Fascikeln der Pedunculi cerebri unter dem hinteren freien Ende der grossen Hirnmasse nicht vorhanden.«

Von Gehirnnerven unterschied J. MÜLLER *Olfactorius, Opticus, Trigemianus, Facialis, Acusticus* und *Vagus*. Die beiden Optici sah er bei Bellostoma aus der oben erwähnten Hervorragung an der Gehirnbasis mit getrennten Wurzeln, aber ohne Chiasma, entspringen und von dort als schmale, fadenartige Nerven zu den Augen ziehen; bei Myxine konnte er nur einmal einen ähnlichen Nerven nachweisen. J. MÜLLER beschrieb ferner eingehend den Ursprung und Verlauf der übrigen erwähnten Hirnnerven.

In seiner Arbeit über die *Hypophysis* und den *Processus infundibularis* beschrieb WILHELM MÜLLER¹ genau diese Gebilde u. A. auch bei Myxine, und zwar nach der Untersuchung von Serienschnitten. Das Zwischenhirn zeigte an seiner oberen Fläche eine seichte Längsrinne, an seiner unteren hinter der Abgangsstelle der dünnen Sehnerven eine flache Hervorragung, von welcher ein niedriger, aber breiter Fortsatz in der Richtung nach rück-

¹ WILHELM MÜLLER, Ueber Entwicklung und Bau der Hypophysis und des Processus infundibularis cerebri. Beobachtungen des pathologischen Instituts zu Jena. Zeitschrift für Medicin und Naturwissenschaft. Bd 6, 1871.

wärts abging. Hinter dieser Vorrangung war das Zwischenhirn von dem Mittelhirn durch eine Querfalte geschieden; in dieser auf dem Längsschnitt dreieckigen Furche erhob sich von der Schädelbasis aus die Arteria basilaris. Das Zwischenhirn zeigte 0,5 mm. unterhalb seiner oberen Fläche eine 0,03 weite, nach rückwärts mit dem Sinus rhomboidalis communicirende Höhle, welche nach vorne in der Mitte des Zwischenhirns blind endigte und von einer einfachen Cylinderepithelzelle ausgekleidet war. Von dieser Höhle aus liess sich in der Richtung nach abwärts eine feine Linie verfolgen, längs welcher beiderseits kernhaltige runde Zellen dicht gedrängt lagen; vermuthlich zeigten sie die Richtung an, in welcher der obliterirte Theil der Zwischenhirnhöhle früher verlaufen war. 1 mm. unterhalb der Höhle wich diese Linie auf Querschnitten zu einem feinen Spalt auseinander, der sich nahe der unteren Fläche des Zwischenhirns rasch erweiterte. Auf Längsschnitten zeigte es sich, dass das untere Drittel der ursprünglichen Zwischenhirnhöhle eine in flachem, nach rückwärts convexem Bogen nach abwärts sich erstreckende, sehr enge Spalte darstellte, welche von kurzem Cylinderepithel begrenzt war. Nahe der unteren Fläche des Zwischenhirns wichen die Ränder der Spalte aus einander, um die Höhle des Infundibulum zwischen sich zu fassen; sie war ringsum von Cylinderepithel ausgekleidet; auf Längsschnitten hatte sie die Gestalt eines Dreiecks mit nach rückwärts liegender Spitze, auf Querschnitten hatte sie in ihrer vorderen Hälfte die Gestalt eines spitzwinkligen Dreiecks, in ihrer hinteren jene einer flachen Ellipse. Erstere entsandte an ihrer unteren Fläche einen nach rückwärts gerichteten Fortsatz, den *Processus infundibuli*. Er lag in einer Vertiefung der fibrösen Schädelbasis und erstreckte sich von der Abgangsstelle der Sehnerven nach rückwärts, bis nahe zu dem Punkt, an welchem die Basilararterie sich von der Schädelbasis erhob. Seine Länge betrug 1,2, seine Breite 0,7, seine Höhe 0,1 mm. Er war in ganzer Ausdehnung hohl; die Höhle stellte einen gegen die Peripherie sich verflachenden Spalt dar; sie stand durch eine weite, trichterförmige Öffnung mit der Höhle des Infundibulum in Verbindung. Die Wandung des *Processus infundibuli* war gebildet von einer einfachen Lage cylindrischer Epithelzellen, die nach der Peripherie fadenförmige Fortsätze entsandten. Unterhalb der verdünnten Stelle der Schädelbasis, welcher der *Processus infundibuli* auflag, lag zwischen Schädelwand und Wand des Nasenrachengangs die Hypophysis in Form eines flachen drüsigen Gebildes; ihr Verlauf war jenem des *Processus infundibuli* parallel; sie bestand aus rundlichen und in die Länge gezogenen Hohlräumen, welche aus einer dünnen homogenen Membrana propria und die Höhlung erfüllenden, quadratischen oder polygonalen Zellen bestanden; die Mehrzahl der Räume war solid, einzelne zeigten ein schmales centrales Lumen. Die Chorda endete unterhalb des Mittelhirns mit stumpfer Spitze.

In seiner Arbeit über die Stammesentwicklung des Auges theilte ferner WILHELM MÜLLER¹ einige weitere Angaben über das Myxine-Gehirn mit. Das Vorderhirn, sagt er, zeigt in seinem basalen Abschnitt bereits die Gliederung, welche sämtlichen höheren Wirbelthierklassen zukommt: ein vorderer Abschnitt enthält das schmale, von cylindrischem Epithel ausgekleidete Vorderende der Vorderhirnhöhle; er charakterisirt sich durch seine Lagerungsbeziehung zum Sehnerven als *Trigonom cinereum*. Die Vorderhirnhöhle steigt vom *Trigonom cinereum* an beträchtlich in die Höhe, um hinter dem Chiasma unter Erweiterung zum Infundibulum nach abwärts sich zu senken, wo sie in den geräumigen, in einer leichten Vertiefung der Schädelinnenfläche liegenden *Processus infundibuli* sich fortsetzt, der bei *Myxine glutinosa* durch die ganze Dicke der Schädelbasis von der unterliegenden Hypophysis geschieden wird. Der Raum zwischen *Trigonom cinereum* und Infundibulum wird eingenommen von dem *Chiasma nervorum opticorum*; dieses liegt ziemlich tief in der Substanz der Vorderhirnbasis verborgen. Beide Sehnerven gehen von der Eintrittsstelle schief nach innen und oben, zugleich etwas nach rückwärts, bis sie in einer Entfernung von 0,26 über der ventralen Fläche auf einander treffen; sie lösen sich in Bündel auf, die sich durchkreuzen und dann horizontal und etwas nach rückwärts verlaufen. In einer seiner Abbildungen (Fig. 2 d, Taf. XI), wo W. MÜLLER einen Horizontalschnitt durch das Gehirn wiedergibt, hat er vor dem Opticusursprung eine kleine Höhle angegeben, die er auf der Tafel mit *Trigonom cinereum* bezeichnet, und hinter demselben Nerven eine andere kleine Höhle abgebildet, das *Infundibulum*; die erstere Höhle stellt also seine Vorderhirnhöhle, die letztere dagegen die des Infundibulum dar.

Ueber die *Epiphyse* von *Myxine* hat vor einigen Jahren BEARD² einige Mittheilungen gegeben. Nur bei einem Individuum konnte er den Bau des Parietalorgans eruiiren. Es bestand aus einer pigmentlosen Blase, die mittelst eines kurzen Stieles mit dem Thalamencephalon verbunden war.

¹ WILHELM MÜLLER, Ueber die Stammesentwicklung des Selachians der Wirbelthiere. Beiträge zur Anatomie und Physiologie, als Fortgabe CARL LUDWIG gewidmet, 2. H. Leipzig 1875.

² BEARD, Quart. Journal of the Microsc. Science, Juli 1888.

Ich gehe jetzt zu der Darstellung meiner Befunde über. Ich legte das Myxinegehirn theils durch directe Präparation des erhärteten Objectes, theils durch Behandlung des Kopfes mit 20 % Salpetersäure dar. Beide Methoden führen zum Ziel. Die letztere Methode ist bekanntlich sehr bequem, und wenn man ganz frisches Material in hinreichender Menge zur Gefüge hat, kann man eine Reihe schöner Präparate bekommen, die sich gegenseitig ergänzen.

Nachdem man die umgebenden Gewebetheile vorsichtig abgelöst hat, bekommt man also das freigelegte Gehirn in Zusammenhang mit dem Rückenmark in voller Ausdehnung zur Ansicht. Das peripherische Riechorgan, d. h. die vom vorderen Ende des Gehirns abgehenden Riechnervenbündel nebst den senkrechten, sagittal gestellten Schleimhautfalten mit oder ohne dem umgebenden Knorpelgerüst, hängt dem Gehirn innig an und lässt sich nur durch allmähliges Abreissen davon entfernen. In den drei Figuren des Gesamtgehirns (Fig. 1, 2, 3), die ich unten auf der Tafel XXIV mittheile, habe ich diese Theile des Riechorgans in situ gelassen. Die Fig. 4 derselben Tafel stellt ein vorderes Ende des Gehirns (von unten gesehen) dar, wo das peripherische Riechorgan abgetragen worden ist. Die Fig. 1 giebt die obere (dorsale), die Fig. 2 die untere (ventrale) und die Fig. 3 die laterale Ansicht des Gehirns in 7-maliger Vergrößerung wieder. An diesen Abbildungen erkennt man sogleich die von ANDERS RETZIUS und JOHANNES MÜLLER beschriebenen Abtheilungen des Gehirns. Das abgeplattete, in der Mittellinie aber etwas firstenförmig gebogene, mit den Seitentheilen ventralwärts abfallende, in der Mitte der ventralen Fläche eine starke Furche zeigende Rückenmark wird am Uebergang in die Medulla oblongata dicker (Taf. XXV, Fig. 8); der dorsale longitudinale Mittelwulst erhebt sich und wird breiter (Taf. XXV, Fig. 7). Die eigentliche Medulla oblongata ist an der dorsalen Seite ziemlich scharf vom Rückenmarke abgegrenzt, indem sie, breiter werdend, jederseits von der noch vorhandenen sagittalen Längsfurche eine oval gestaltete, nach vorn-aussen gerichtete Erhebung bekommt (Taf. XXIV, Fig. 1 a), die von A. RETZIUS und JOH. MÜLLER genau beschrieben worden ist. Nach vorn-aussen hin spitzen sich diese »Lobi medullae oblongatae« JOH. MÜLLER'S zu und schicken von ihren Enden und Seitentheilen die Wurzeln des Acusticus und Trigemini aus. In der Seitenansicht (Fig. 3 a der Taf. XXIV) sieht man die Gestalt der fraglichen Erhebung noch besser und erkennt, dass sie nach vorn-aussen hin stark abfällt. An ihrem lateralen Umfang sieht man hinten jederseits den Abgang des von A. RETZIUS und J. MÜLLER beschriebenen Haupttheils des Vagus (Taf. XXIV, Fig. 1—3 ca); dorsalwärts von dem eigentlichen, aus mehreren Wurzeln bestehenden, kein Ganglion besitzenden Vagusstamm findet sich jederseits ein bald mehr, bald weniger ausgesprochener ovaler Längswulst (Taf. XXIV, Fig. 1, 3) und dorsalwärts von diesem Wulst tritt noch eine, obwohl nur dünne Wurzel aus, welche ein kleines ovales Ganglion trägt; diese Wurzel, welche den folgenden, vom eigentlichen Rückenmark abgehenden Spinalnerven sehr ähnlich ist, wird bei der Präparation leicht abgerissen; ich habe sie aber in einer Reihe von Fällen sicher gesehen und in den Fig. 1 und 3 in ca' der Taf. XXIV wiedergegeben. Es war mir bisjetzt nicht möglich, diesen Nerven bis zu seiner Endverzweigung zu verfolgen. In Folge seiner Beziehungen zum übrigen Vagusstamm finde ich es am richtigsten, ihn bis auf Weiteres zu diesem Nerven zu führen und als eine sensible Wurzel des Vagus zu betrachten. Denn ihn als erstes Paar der Spinalnerven anzusehen, ist wohl nicht richtig, da die Wurzeln der beiden Nerven noch vom hinteren Theil der Medulla oblongata ausgehen, und zwar im Niveau des Vagus. Ich habe mich bemüht, in den Präparaten hier an der Medulla oblongata Austrittsstellen anderer Gehirnnerven zu finden, v. A. von den Hypoglossi und Glossopharyngei, habe aber bisjetzt keine Spuren von ihnen antreffen können.

An der unteren Fläche der Medulla oblongata sieht man, wie A. RETZIUS und JOH. MÜLLER beschrieben haben, die sagittale Furche sich vom Rückenmarke her eine Strecke fortsetzen; sie flacht sich aber allmählig ab und wird sehr seicht, wie der Querschnitt (Taf. XXV, Fig. 6) zeigt. Neben ihr erkennt man zwei Längswülste, die sich ebenfalls allmählig nach vorn hin abflachen; lateralwärts von ihnen trifft man jederseits eine seichte Ein-senkung der Fläche und lateralwärts und nach vorn hin schiebt die Medulla oblongata in einen starken, abgerundeten Wulst aus, wodurch die untere Fläche dieses Hirnthteils eine breit-dreieckige Gestalt bekommt (Fig. 2 der Taf. XXIV). Von dem äusseren-vorderen Umfang dieses Wulstes gehen jederseits der Acusticus und Trigemini nebst den ihnen anliegenden Wurzeln aus. Von dem Ursprung und dem näheren Verhalten der beiden Acusticus-wurzeln (Ramus anterior und posterior acustici) habe ich schon im Jahre 1881 eine eingehende Darstellung gegeben, weshalb ich auf dieselbe verweise.¹ In der von mir in Verbindung mit dieser Darstellung gelieferten Abbildung

¹ GUSTAF RETZIUS, Das Gehörorgan der Wirbelthiere. Bd. I, 1881.

des Myxinegehirns habe ich auch schon zu jener Zeit die vier vom Vorderende der Medulla oblongata jederseits abgehenden Nerven wiedergegeben. Diese Nerven habe ich auch jetzt in derselben Weise wiedergefunden (Taf. XXIV, Fig. 1—3). Die zwei vorderen von ihnen sind Wurzeln von *Trigeminuszweigen* und besitzen, kurz nachdem sie ausgetreten sind, je ein spindelförmiges Ganglion; der vordere, etwas dünnere Zweig trägt sein etwas kleineres Ganglion etwas weiter nach vorn als der hintere dickere, der ein grösseres Ganglion besitzt. Dicht nach hinten von der Austrittsstelle dieser beiden Trigeminuszweige entspringt eine andere Wurzel (Taf. XXIV, Fig. 1—3 *f*), die ohne eine Ganglionanschwellung zu zeigen, nach aussen vorn läuft und wohl dem von JOH. MÜLLER beschriebenen *Facialis* entspricht. Etwas weiter nach hinten tritt noch eine feine Wurzel hinaus, die ein schmales, spindelförmiges Ganglion besitzt und nach aussen-vorn hin verläuft. Ich habe diesen letzteren Nerven nicht bis zur Endausbreitung verfolgt, habe ihn aber bis auf Weiteres als einen dritten Trigeminusast aufgefasst, obwohl er eine besondere Austrittsstelle aus dem Gehirn besitzt.

An der unteren Fläche spitzt sich die Medulla oblongata etwas zu, indem ihre vorderen Ränder, nach innen hin convergirend, mit einander einen sehr stumpfen Winkel bilden. An der Spitze, wo sie zusammenlaufen, findet sich eine kleine, von JOH. MÜLLER erwähnte knopfförmige Anschwellung (Taf. XXIV, Fig. 4 *k*), eine rundliche Erhabenheit der Hirnsubstanz. A. REZIES erwähnt hier ebenfalls eine circuläre Anschwellung; nach seiner Abbildung kann man indessen nicht sicher beurtheilen, ob er das fragliche Knöpfchen oder den *Processus infundibuli* gemeint hat.

Was nun die Bedeutung der verschiedenen Wülste der Medulla oblongata betrifft, so lässt sich zwar, nach dem Vorgange von A. REZIES und JOH. MÜLLER, annehmen, dass die unteren Längsstränge ungefähr den Pyramiden entsprechen; es ist aber gewiss, sowohl in dieser Hinsicht, wie betrifft der hinteren und lateralen Wülste (die sog. *Corpora restiformia* und *olivaria*), vorsichtiger, noch keine Homologien zu bestimmen; auf Grund der äusseren Aehnlichkeit lässt sich dies nicht thun, man muss erst die feinere Structur und den Faserverlauf kennen und die betreffenden Theile durch die Thierkette genau verfolgen; Myxine steht übrigens in mancher Beziehung so isolirt, dass die Homologie der einzelnen Theile nur mit grosser Vorsicht aufgesucht werden kann. Bei diesem Thiere sind auch, was die äussere Gestalt der Hirnpartien betrifft, ziemlich viel Variation vorhanden. An der Medulla oblongata habe ich also die erwähnten Wülste in recht verschiedener Ausbildung angetroffen.

An der oberen Fläche der Medulla oblongata trennen sich, wie oben erwähnt, die beiden Schenkel unter etwa rechtem Winkel von einander (Taf. XXIV, Fig. 1). Die dorsale Längsfurche öffnet sich vorn in eine tiefe Furche, welche, die Ränder der Schenkel der Medulla begrenzend, jederseits nach aussen-vorn zieht und endlich offen ausläuft, sich auf der unteren Fläche nach innen biegt und in der Mitte zusammenfliesst. Diese, die Medulla oblongata von dem übrigen Gehirn abgrenzende Furche, die an der dorsalen Seite etwa die Stelle des vierten Ventrikels oder der Rautengrube einnimmt, ist von A. REZIES und JOH. MÜLLER für die fragliche Bildung gehalten worden. Dies ist aber nicht ganz richtig, indem der Boden der Furche der Rautengrube keineswegs entspricht. Die Medulla oblongata entsendet nämlich nach vorn-unten hin eine Marklamelle, die sich weit nach vorn hin erstreckt und das Dach des eigentlichen vierten Ventrikels bildet. Dies geht aus der Betrachtung der sagittalen Schnittserien hervor (Taf. XXIV, Fig. 7); man sieht hier bei 4, dass der Centralkanal des Rückenmarks, nachdem er sich etwas erweitert hat, in eine in sagittaler Richtung ziemlich weite, tief hinabragende Höhle ausmündet. Diese Höhle ist offenbar als die Rautengrube oder der *vierte Ventrikel* anzusehen. An Querschnitten (Taf. XXV, Fig. 3, 4) sieht man, dass der fragliche Ventrikel nicht besonders breit ist. Er ist, wie der Centralkanal des Rückenmarks, ringsum von einer begrenzenden Ependymschicht ausgekleidet. Es gelang mir einigemal, mittelst der Golg'schen Methode die Ependymzellen zu färben. Es zeigte sich (Taf. XXV, Fig. 11, 12), dass sie ihre peripheren Fortsätze grösstentheils nach den Seiten hin, der Höhle mehr oder weniger parallel entsenden; man kann sie nicht weit von der Höhle aus verfolgen; im Ganzen scheinen sie eine geringe Ausbildung zu haben; in den Präparaten erscheint die äussere Grenze der Zellenkörper der Ependymzellen als eine ziemlich scharf markirte Linie; das periphere Ende dieser Zellenkörper verbreitert sich oft fasslich, ehe es sich verästelt.

An Sagittalschnitten bemerkt man indessen, dass in der medianen Linie von der oben erwähnten, die Medulla oblongata dorsalwärts vom übrigen Gehirn abgrenzenden, tiefen Furche (Taf. XXIV, Fig. 7 *sp*) ein sehr schmaler spaltenförmiger, ein Blutgefäss führender Gang sich nach dem vierten Ventrikel hin einsenkt; von der vorderen-dorsalen Ecke der in sagittaler Richtung bald mehr dreieckigen, bald mehr viereckigen Ventrikelhöhle steigt nach oben-hinten hin ein von Ependym bekleideter schmaler Divertikel empor, um sich mit dem erwähnten Gang zu vereinigen. Von

derselben oberen-vorderen Ecke des vierten Ventrikels steigt ferner (Taf. XXIV, Fig. 7 *as*) nach oben-vorn hin ein anderer etwas stärkerer, spaltenförmiger Gang empor, der oft noch an seinem Anfang einen nach oben-hinten ziehenden Divertikel entsendet; dieser Gang, der ebenfalls von Ependym ausgekleidet ist, entspricht allem Anscheine nach dem *Aqueductus Sylvii*. Er endigt vorn blind, indem sich das Lumen obliteriert und die zuletzt ganz gedrängt liegenden Ependymzellen verschwinden.

An dem nach vorn von der Medulla oblongata befindlichen Gehirn erkennt man in der dorsalen Ansicht (Taf. XXIV, Fig. 1) sogleich die von A. RETZIUS und JOH. MÜLLER beschriebenen vier paarigen Abtheilungen des Gehirns. Das Gehirn ist nämlich symmetrisch in der Medianlinie durch eine Längsfissur in zwei seitliche Hälften und in jeder Hirnhälfte durch drei Querfurchen in die fraglichen vier Abtheilungen gesondert. Von diesen Querfurchen ist das vorderste Paar beinahe frontal gestellt; die beiden Furchen des zweiten Paares divergieren nach aussen-hinten und bilden mit einander einen stumpfen, nach hinten hin offenen Winkel; das dritte Furchenpaar ist wieder mehr frontal gerichtet, verläuft aber etwas nach vorn gebogen. Die vier paarigen Abtheilungen sind alle an der Dorsalfäche convex; die des dritten Paares sind höher als die übrigen, wie die Seitenansicht (Taf. XXIV, Fig. 3) zeigt. Die vorderste Abtheilung (Taf. XXIV, Fig. 1 *rb*) ist in sagittaler Richtung die kleinste, die anderen drei haben ungefähr dieselbe sagittale Länge. Was die Breite betrifft, so ist die zweite Abtheilung (*c*) die breiteste; die erste und dritte (*m*) haben unter einander ungefähr dieselbe Breite; die vierte (*h*) ist die bei Weitem schmalste.

Was die Deutung dieser vier Abtheilungen betrifft, so kann man, wie A. RETZIUS und JOH. MÜLLER gethan haben, die vorderste sogleich als das *Riechhirn*, Bulbus olfactorius, bestimmen; die zweite Abtheilung entspricht offenbar dem *Vorderhirn*; die dritte ist das *Mittelhirn*. Schwieriger ist es, eine sichere Deutung der vierten Abtheilung zu gewinnen; ihre Lage und Aussehen spricht sehr für die schon von JOH. MÜLLER gedusserte Vermuthung, dass diese nach hinten hin zugespitzte und an die Medulla oblongata grenzende Abtheilung dem *Hinterhirn* entspricht. Nur ist es in der That merkwürdig, dass diese Hirnabtheilung bei einem so niedrig stehenden Thiere wie Myxine so stark entwickelt ist, während es sich bei Petromyzon noch so wenig ausgebildet zeigt. Bei vielen Teleostiern liegen aber Entwicklungsstufen des Hinterhirns vor, welche dem fraglichen Gebilde bei Myxine nicht unähnlich sind. Wenn es nicht dem Hinterhirn entspricht, so kann es sonst nur einen Fortsatz des Mittelhirns sein. Endgültig kann diese Frage nur durch die Entwicklungsgeschichte gelöst werden. Bis auf Weiteres darf man doch wohl berechtigt sein, diese vierte Abtheilung des Myxinegehirns als das Hinterhirn aufzuführen. An Frontalschnitten zeigt sich dieses zwischen den beiden Schenkeln des verlängerten Markes liegende Hinterhirn so gestaltet, wie in den Fig. 2, 3 und 4 der Tafel XXV wiedergegeben worden ist.

Das nach vorn davon belegene *Mittelhirn* (Taf. XXIV, Fig. 1 *m*) ist in seiner medialen Partie in der Sagittalarichtung am grössten und wird nach den Seiten hin kleiner, indem die beiden, es vorn und hinten begrenzenden Furchen lateralwärts convergieren. In der Seitenansicht (Taf. XXIV, Fig. 3 *m*) sieht man, dass es die höchste, am meisten dorsalwärts emporsteigende Partie des Gehirns bildet, was auch aus dem Sagittalschnitt (Taf. XXIV, Fig. 7 *m*) hervorgeht. In dieser Figur erkennt man auch, dass der oben erwähnte Gang, *Aqueductus Sylvii* (*as*), nur bis etwa zur Mitte der sagittalen Länge dieser Hirnabtheilung reicht und hier blind endigt, indem er sich obliteriert hat. Zuweilen sieht man von der dorsalen Furche, die das Mittelhirn vorn begrenzt, einen engen Kanal bis zum vorderen Ende des Aqueducts hinaufsteigen; dieser Kanal beherbergt aber nur ein von Bindegewebe umgebenes Blutgefäss. Beim entwickelten Myxinegehirn reicht der vom Rückenmark sich fortsetzende Centralkanal also nur bis etwa zur Mitte des Mittelhirns. Es war dies gerade eine der Hauptfragen, deren Lösung ich in dieser Untersuchung beabsichtigte.

Zwischen den vorderen dorsalen Theilen der beiden Mittelhirnhälften sieht man in der Längsfurche ein schon von ANDERS RETZIUS erwähntes, und von ihm der Glandula pinealis eventuel verglichenes, unpaares, rundliches Körperchen. Dieses Gebilde (Taf. XXIV, Fig. 1 *gb*) ist bei den verschiedenen Individuen von ziemlich wechselnder Grösse; in der angeführten Figur ist es relativ klein, in anderen Fällen (Fig. 1 *a*) hat es etwa die doppelte Grösse. Man sieht es zuweilen aus zwei neben einander, aber etwas verschieden weit nach vorne hin liegenden Knötchen bestehen, von denen das rechte gewöhnlich grösser ist und scheinbar mit der rechten Hälfte des Mittelhirns zusammenhängt. Diese Gebilde entsprechen offenbar den am Petromyzon-Gehirn vorhandenen *Ganglion habenulae dextrum* und *sinistrum*. Ich suchte nun auch vielfach bei Myxine nach den bei Petromyzon von diesen Ganglien ausgehenden Strängen, resp. nach der Epiphyse; in keinem der von mir untersuchten Exemplare von Myxine waren, weder am frei gelegten Gehirn, noch an Schnitten, Spuren von diesen Gebilden nachzuweisen.

Vom *Zwischenhirn* ist übrigens in der dorsalen Ansicht Nichts zu sehen. In der ventralen aber erkennt man die von JOHANNES MÜLLER als *Hypophyse*, von WILHELM MÜLLER als *Processus infundibuli* beschriebene Hervorragung. Bei verschiedenen Individuen hat dies Gebilde eine etwas wechselnde Grösse; im Allgemeinen erscheint es in frei präparirtem Zustande in der in Fig. 2 der Taf. XXIV abgebildeten Gestalt, d. h. als eine etwa viereckige Scheibe, die in der Mittellinie quer über der die Medulla oblongata vom übrigen Gehirn trennenden Querfurche in der Weise liegt, dass sie theilweise beide Gehirnhälften deckt; hin und wieder kann sie auch weiter nach hinten hin reichen, wie z. B. die Ansicht von der Seite (Taf. XXIV, Fig. 5 *pu*) zeigt. In dieser Ansicht erkennt man auch, dass dies Gebilde unten platt und scheibenartig ist, dass es sich nach hinten hin verdünnt und vorn mittelst einem Stiel mit dem dort befindlichen Boden des Zwischenhirns, Infundibulum, zusammenhängt. Wenn man die Scheibe abträgt (Taf. XXIV, Fig. 4 *pu*), sieht man den Rest des Stieles zapfenförmig nach unten-hinten hin hervorragen. Am Sagittalschnitt des Gehirns kann man dann die Einrichtung dieses Gebildes näher kennen lernen. Im Ganzen lässt sich die Darstellung WILHELM MÜLLER's gut bestätigen. Man sieht, dass der *Processus infundibuli* hohl ist; in der freien Scheibe ist eine Höhle vorhanden, die in meinen Präparaten in zwei Abtheilungen getrennt ist, nämlich eine am hinteren Ende befindliche und eine vordere, welche letztere sich durch den Stiel in das Gehirn hinein fortsetzt und hier in eine dicht unter der Oberfläche des Gehirns belegene, nach den Seiten hin flach sich fortsetzende *Höhle* öffnet. Diese kleine Infundibulum-Höhle setzt sich zuweilen, wie WILHELM MÜLLER es dargestellt hat, durch eine schmale Spalte eine Strecke in die überliegende Hirnsubstanz fort. In der Regel sieht man aber von der Spalte nur schwache Spuren; in der Fig. 1 der Taf. XXV habe ich in einem Querschnitt durch das Mittelhirn und Zwischenhirn die fragliche Höhle mit den vorhandenen Resten der Spalte eingezeichnet. Nie sah ich einen directen Zusammenhang zwischen ihnen und dem Aqueductus Sylvii. Die Höhle des Infundibulum und die Spalte sind offenbar die übrig gebliebenen Reste des sonst obliterirten *dritten Ventrikels*.

Unter dem *Processus infundibuli* liegt die von W. MÜLLER genau beschriebene scheibenförmige, rektanguläre *Hypophyse* (Taf. XXIV, Fig. 7 *hy*), durch eine dünne fibröse Schicht überall von dem *Processus inf.* und durch die unterliegende Schleimhaut vom Nasenrachengang getrennt (Taf. XXIV, Fig. 6).

Etwas nach vorn von dem *Processus infundibuli* erkennt man an der ventralen Fläche des Gehirns die zuerst von JOHANNES MÜLLER gesehenen und dann von WILHELM MÜLLER genau beschriebenen Austrittsstellen der beiden *Optici*. Diese Nerven treten als sehr schmale Stränge jederseits von einer flachen mittleren Erhabenheit aus der Gehirnsubstanz hervor (Taf. XXIV, Fig. 2, 4 *o*), nachdem sie in derselben, wie W. MÜLLER nachgewiesen hat, eine Kreuzung vollzogen haben. Sie verlaufen als sehr dünne Nervenbündel nach aussen und etwas nach vorn hin, biegen lateral um den ersten Trigemimuszweig um (Taf. XXIV, Fig. 1, 2, 3) und treten in das hintere Ende des Auges hinein.

An der ventralen Hirnfläche ist keine deutliche Sonderung der fraglichen Abtheilungen des Gehirns vorhanden. Man sieht nur eine gemeinsame gewölbte Fläche, die nach aussen vorn hin in eine durch je eine seichte Längsfurche abgetrennte rundliche Erhabenheit ausläuft. Diese beiden Seitenpartien entsprechen der breitesten Stelle des Gehirns und gehören zusammen mit der zwischen ihnen belegenen Partie an der ventralen Fläche dem eigentlichen *Vorderhirn* an. Durch eine nach vorn hin concave Furche ist diese Hirnabtheilung von dem nach vorn von ihr befindlichen Riechhirn an der ventralen Fläche getrennt.

An der dorsalen Fläche ist das Vorderhirn, wie oben erwähnt wurde, sowohl vorn wie hinten durch quere Furchen vom Riechhirn und Mittelhirn gesondert. An der Medianfurche, welche hier ziemlich tief ist, wie der Querschnitt zeigt (Taf. XXIV, Fig. 9, 10), ist das Vorderhirn am schmalsten und verbreitert sich nach den Seiten hin; es ist an der dorsalen Fläche stark gewölbt.

Die wichtigste Frage, die ich mir bei der Untersuchung des Myxine-Gehirns zur Beantwortung stellte, war die über das Vorhandensein eines Hirnmantels. Es war a priori anzunehmen, dass, wie beim Petromyzon und den Knochenfischen, ein solcher epithelialer Mantel bei Myxine vorhanden sei. Trotz aller Versuche — ich habe Schnittserien in verschiedenen Richtungen durch den ganzen Kopf des Thieres gelegt — ist es mir jedoch nie gelungen, eine Spur von einer demartigen Bildung zu finden. Dicht über der Oberfläche des Vorderhirns liegt nur die bindegewebige, Blutgefässe führende Hirnhaut. In der mittleren Längsfurche ist auch keine als Pallium zu deutende Bildung vorhanden. Bei Myxine ist also im entwickelten Zustande kein Hirnmantel mehr anzutreffen.

Die embryonalen Stadien des Thieres sind leider fortwährend vollständig in Dunkel gehüllt. Ich habe mich seit 1878 hin und wieder mit der Frage von der Entwicklung des Thieres beschäftigt, und mehrere bewährte

Forscher, wie NANSEN, THÉLL, CUNNINGHAM und KLINCKOWSTRÖM, haben sich bemüht, dies Problem zu lösen — bisher aber vergebens. Die Entwicklung dieses sonderbaren Thieres ist vollständig unbekannt geblieben.

An Sagittalschnitten des Myxine-Gehirns trifft man im Vorderhirn, dicht unter der Oberfläche des vorderen-ventralen Umfangs desselben eine kleine, mediane, isolirte Höhle (Taf. XXIV, Fig. 7 *hr*), welche vielleicht einer von W. MÜLLER als »Trigonum cinereum« aufgeführten Bildung entspricht (s. die Taf. XI, Fig. 2 in MÜLLER'S »Stammesentwicklung des Sehorgans«). Diese kleine Höhle ist wohl ebenfalls als ein vorderer Rest des 3. Ventrikels zu betrachten.

Das nach vorn vom eigentlichen Vorderhirn liegende und gewöhnlich zu diesem hingeführte *Riechhirn* besteht aus zwei von einander durch die mediane Fissur vollständig getrennten Hälften, welche durch die oben erwähnte Querfureche sowohl an der dorsalen, wie der ventralen Fläche vom eigentlichen Vorderhirn getrennt sind. An der dorsalen Fläche (Taf. XXIV, Fig. 1 *rb*) ist das Riechhirn in sagittaler Richtung schmal, an der ventralen Fläche (Taf. XXIV, Fig. 2 *rb*, Fig. 4 *rb*) dagegen grösser. Von dem vorderen Umfang der beiden Lappen entspringt eine Anzahl von getrennten Olfactorius-Bündeln, welche an den Wurzeln zu je drei Gruppen angeordnet sind, um sich bald in kleinere Bündel aufzulösen, die in die Riechschleimhautfalten eintreten. Diese Austrittsweise der Olfactorii ist so leicht demonstrirbar, dass man nicht recht verstehen kann, weshalb der sonst so genaue WILHELM MÜLLER in seinen beiden Figuren vom Myxine-Gehirn (Fig. 1 und 2 der Taf. XI in der »Stammesentwicklung«) diese Sache so unrichtig dargestellt hat, indem er die beiden Olfactorii als je einen dickeren, gesammelten Nervenstamm von dem vorderen-äusseren Ende der etwas zugespitzten Bulbi olfactorii entspringen lässt.

An Frontalschnitten des Riechhirns sieht man, dass die Oberfläche gewöhnlich etwas uneben und höckerig ist; ferner erkennt man in der Mittellinie eine Durchkreuzung der von den beiden Lappen entspringenden Olfactoriusbündel, und in den beiden Lappen sieht man die rundlich gestalteten, reichlich und gruppenweise vorhandenen Glomeruli (Taf. XXIV, Fig. 8).

In Golgi'schen Präparaten ist es mir gelungen, die Glomeruli olfactorii gefärbt zu bekommen. In den Fig. 9 und 10 der Taf. XXV habe ich drei solche Gebilde wiedergegeben; sie zeigen schon bei Myxine dieselbe Structur wie im übrigen Wirbelthierreich; in *n* erkennt man den Fortsatz einer Mitralzelle, in *o* zwei Olfactoriusfasern. Die Mitralzellen waren auch nachweisbar, obwohl in Folge der Schnittrichtung der Zusammenhang der Zellen mit ihren Fortsätzen nicht direct dargelegt werden konnte.

Von Oculomotorius, Trochlearis und Abducens sah ich keine Spuren.

Auf den feineren Bau der verschiedenen Abtheilungen des Gehirns von Myxine gehe ich übrigens, wie ich oben schon betont habe, diesmal nicht ein. Ich habe zwar seit Jahren eine Anzahl von Detailbeobachtungen gesammelt, habe aber noch keine übersichtliche Auffassung der Verhältnisse gewonnen.

Aus der obigen Darstellung geht indessen deutlich hervor, dass der allgemeine Gehirnbau bei Myxine sich in auffallender Weise von dem bei Petromyzon unterscheidet. Das Gehirn des letzteren Cyclostomen schliesst sich weit mehr dem embryonalen Gehirn der Wirbelthiere an, während dasjenige von Myxine sich bedeutend davon entfernt hat. Ich betone hier v. A. den Mangel eines Palliums und den Schwund des dritten Ventrikels bis auf einige unansehnliche Reste.

Im Ganzen scheint das Myxine-Gehirn einen ziemlich rudimentären, nach der Seite des Stammbaums abgelenkten Standpunkt einzunehmen. Es wird deshalb schwer sein, ohne Kenntniss der ontogenetischen Entwicklung desselben seine Einrichtung und alle seine Theile sicher zu deuten und zu verstehen.

Dieser Mittheilung füge ich auf der Taf. XXV eine Abbildung (Fig. 13) eines Golgi'schen Präparates vom Rückenmark von Myxine bei; es liess sich in diesem Präparate der Eintritt zweier sensibler Nervenwurzeln (*a*) sehr schön verfolgen. Die von NANNEN entdeckte Zweitheilung der Fasern war in diesem Präparate ebenso deutlich nachweisbar, wie in den Methylenblau-Präparaten, von denen ich im II. Bande dieses Werkes Abbildungen mitgetheilt habe. Dagegen konnte ich hier ebenso wenig wie in den Methylenblau-Präparaten von den Theilisten collaterale Seitenäste abgehen sehen. Die Fasern verliefen weite Strecken ohne Theilung oder Verzweigung zu zeigen. Eigenthümlich erschien die regelmässig an allen Fasern der sensiblen Wurzel vorhandene Verdünnung des Calibers beim Eintritt ins Rückenmark (*s.* die Figur); vielleicht rührt dies von einer umhüllenden Scheidenbildung her. In dieser Figur sieht man noch in der rechts belegenden Wurzel eine Nervenfasern (*a*), die ohne Theilung weiter verläuft. Es kann vielleicht dies eine Faser sein, welche, wie die von VON LENHOSSÉK, CAJAL und VAN GEHUCHTEN beschriebenen Fasern in den hinteren Wurzeln anderer höherer Wirbelthiere, von Nervenzellen entspringt, die im Rückenmarke belegen sind.

2. Das Auge von Myxine.

Tafel XXVI.

Das Auge von Myxine scheint zuerst von JOHANNES MÜLLER¹ beschrieben worden zu sein. Er hatte bei *Bdellostoma* den Ursprung der Nervi optici an der ventralen Fläche des Gehirns entdeckt, und zwar auf einem flachen, breiten Hügel, welcher der Basis der dritten paarigen oberen Hirnabtheilung entspricht. Die Sehnerven geben ohne Kreuzung zu seinem betreff. kleinen Auge, und zwar zur Mitte des Grundes desselben. Bei Myxine blieb ihm der Ursprung dieses Nerven zweifelhaft, nur einmal gelang es ihm, an der mittleren Protuberanz der Basis des Gehirns einen äusserst feinen Faden entspringen zu sehen; er konnte aber einen dem des *Bdellostoma* analogen Nerven wahrnehmen, der in dem eigenthümlichen, länglichen, unter der Haut und einer dünnen Muskelschicht belegenden Auge endigte. Was den inneren Bau jenes ovalen blasenartigen Körperchens betrifft, so fand er zwar eine äussere Haut, aber keine deutliche Grenze einer Cornea und Sclerotica; eine zweite innere Haut war nicht zu finden; von Iris und Pigment zeigte sich keine Spur. Nach innen von der äusseren Haut traf er einen trüben, markigen, runden Körper, der nur auf dem Grunde, wo der Nerv zutritt, fester anhängt. Mit einer Linse hat der Körper keine Aehnlichkeit, eher mit einem Glaskörper; das mikroskopische Ansehen sprach aber mehr für ein nervöses Gebilde.

Das Auge von Myxine wurde dann von WILHELM MÜLLER² in seinem Werke über die Stammesgeschichte des Sehorgans in ausführlicher Weise behandelt. Er beschrieb genau den Ursprung und Verlauf des dünnen Sehnerven und zeigte, dass in der That ein Chiasma vorhanden ist, das indessen unter der Hirnoberfläche, in der Hirnsubstanz liegt. Das von der Körperhaut und einer 1 mm. dicken Muskelschicht bedeckte Auge bildet ein Ellipsoid von 0,5 mm. Länge und je 0,4 mm. Höhe und Breite; es ist von einer fibrillär bindegewebigen Kapsel umgeben, die hinten eine runde Durchbohrung zeigt, durch welche der Sehnerv eintritt und ins Innere austrahlt. Die Kapsel enthält eine Gefässverastelung der Arteria ophthalmica; in der Mitte der lateralen Fläche des Auges tritt eine Capillarschlinge in einen von der Kapsel ins Innere eingesandten, annähernd pilzförmigen Vorsprung hinein; diese Schlinge besitzt eine dünne Adventitia, an welche sich eine Lage lockeren, von feinen, in den Knotenpunkten Kerne zeigenden Fibrillennetzen durchsetzten Schleimgewebes anschliesst. Der Zwischenraum zwischen dem Vorsprunge und der Innenfläche der Kapsel wird von der Augenblase ausgefüllt; diese besteht aus zwei Lamellen, einer einschichtigen äusseren, der »Pigmentlamelle«, und einer mehrschichtigen inneren, der eigentlichen Retina;

¹ JOHANNES MÜLLER, Ueber den eigenthümlichen Bau des Gehirnsorgans bei den Cyclostomen, mit Bemerkungen über die ungleiche Ausbildung der Sinnesorgane bei den Myxinozoen. Vergl. Anatomie der Myxinozoen. Abhandl. d. Akad. d. Wissensch. zu Berlin. Aus dem Jahre 1837.

² WILHELM MÜLLER, Ueber die Stammesentwicklung des Sehorgans der Wirbelthiere. Beiträge zur Anatomie und Physiologie als Festgabe Carl Ludwig gewidmet. 2. H., Leipzig 1875.

beide gehen an der Eintrittsstelle des erwähnten Vorsprungs in einander über. Die Pigmentlamelle besteht aus polygonalen und cubischen Epithelien, die nahe der Eintrittsstelle des Vorsprungs höher und lang-cylindrisch werden; allenthalben senden diese Zellen von ihrer inneren Fläche zarte, zum Theil verästelte Fortsätze aus, die sich in die äusserste Schicht der anliegenden Retina erstrecken und dort mit ähnlichen Fortsätzen eines Theiles der Zellen zusammenhängen; Pigment enthalten aber die Zellen der Pigmentlamelle, abgesehen von vereinzelt gelblichen Körnchen, nicht. Was die Retina betrifft, so wird an der Umschlagsstelle in die Lamelle das bis dahin einfache Cylinderepithel geschichtet, indem Anfangs zwei, bald aber drei bis vier Reihen von Zellen zwischen einander sich schieben; die tiefer liegenden Zellen zeigen immer mehr die Eigenschaft, in ziemlich starre Fasern überzugehen, welche sämmtlich der Oberfläche des Vorsprungs der Kapsel zustreben und sich an ihm befestigen. Sobald die Umschlagsstelle in die eigentliche Retina übergeht, wird der Bau complicirter, indem die Zellen der peripherischen Epithellage sich vergrössern und zwischen die in Fasern sich verlängernden Zellen der tieferen Lagen zellige Elemente von anderer Beschaffenheit sich einschleichen. Durch die ungleiche Vertheilung der letzteren erhält der Bau einen gewissen Grad von Schichtung, ohne dass letztere in solcher Regelmässigkeit zur Ausbildung gelangte, wie sie der Retina der höheren Wirbelthiere eigen ist. WILHELM MÜLLER giebt dann eine detaillirte Beschreibung der verschiedenen Schichten, die auch in seinen Abbildungen dargestellt sind. Was die Deutung der einzelnen Schichten betrifft, so entspricht nach ihm die *äusserste* derselben der Schellenschicht (Stäbchen- und äusseren Körnerschicht der höheren Wirbelthiere), da mit dem Mangel von Fortsatzbildungen an den Schellen die äussere Körnerschicht in letzteren aufhört. Die an runden Zellen reiche *zweite* Schicht entspricht der inneren Körnerschicht der Autoren, sie ist aber von der Schellenschicht noch nicht durch eine äussere granulirte Schicht getrennt. Die *innerste* Schicht enthält die Elemente der granulirten, ohngliösen und der Opticusfaserschicht der Autoren, aber nicht in der regelmässigen Folge, wie sie später zur Ausbildung gelangt. Die starren Faserzellen, welche in vorwiegend radiärer Richtung die ganze Retina durchsetzen, entsprechen bestimmt den Radialfasern. Bleibende Bestandtheile, welche aus dem Mesoderm ableitbar wären, besitzt die Retina von Myxine überhaupt nicht, weshalb von einer Neuroglia, d. h. einer modificirten aus dem Mesoderm ableitbaren Binde substanz, in der Retina dieses Thieres keine Rede sein kann.

Im Jahre 1886 theilte dann W. KRAUSE¹ in der von ihm in seiner Zeitschrift veröffentlichten Reihe von Abhandlungen über die Retina auch eine Beschreibung der Retina von Myxine mit. Die Retina, sagt er, ist bis 0.2 mm. dick, sie hängt an einer bindegewebigen Fortsetzung der äusseren Augenkapsel und endigt daselbst zugespitzt, indem eine Anfangs einfache Cylinderepithelschicht, aus welcher das Organ Anfangs besteht, sich allmählig verdickt. In der Retina unterscheidet er folgende Schichten: 1) Die *Pigmentschicht*, welche aus cubischen kernhaltigen, zarte, zum Theil verästelte, theilweise mit ähnlichen Fortsätzen der folgenden Schicht zusammenhängende Fortsätze entsendenden Zellen besteht; der Zwischenraum zwischen Pigmentlage und eigentlicher Retina, also die Höhle der primären Augenblase, ist am gehärteten Präparat beträchtlich weit, und in demselben liegen die erwähnten Fortsätze. 2) Die *Stäbchen- und Zapfenschicht*, die rudimentär ausgebildet ist, aber aus zwei Arten von alternirenden Elementen besteht, welche als dickere Zapfen und schlanke Stäbchen zu deuten sind; den Zapfen fehlen die Aussenglieder, aber die kugligen Ellipsoide liegen glaskörperwärts; die Stäbchen besitzen statt der Aussenglieder die schon erwähnten verästelten Fortsätze, welche sich mit denjenigen der Pigmentepithelzellen verbinden. Die Membrana reticularis fehlt, und die Innenglieder der Zapfen und Stäbchen setzen sich direct in die zugehörige Körnerschicht fort. 3) Die *Stäbchen- und Zapfenkörnerschicht*; sie liegt in zwei Reihen oder Lagen geordnet; die Stäbchenkörner sind schlanker, länglich-ellipsoidisch, zugespitzt und gehen durch ihre Stäbchenfasern chorioidalwärts in die fadenförmigen Stäbcheninnenglieder, glaskörperwärts direct in die radialen Stützfasern über; die Zapfenkörner sind rundlich, mehr kuglig, der Membrana fenestrata nahe liegend. KRAUSE betont, dass manche Verschiedenheiten sich in Betreff der Länge der Stäbchenfasern und der Stelle zeigen, an welcher die Stäbchenkörner in sie eingelagert sind; seine Beschreibung stützt sich auf die Abbildung W. MÜLLER's, der aber die Stäbchenkörner und Stäbchenfasern als Elemente des Stützgewebes deutet. 4) Die *Membrana fenestrata* dürfte durch eine verschieden dicke Lage in der Ebene der Retina verlaufender (tangentialer W. MÜLLER) Fasern repräsentirt sein. 5) Die *Körnerschicht* besteht aus etwa vier Lagen kugliger Kerne — die Zellen sind ebenfalls rundlich — auch denjenigen der

¹ W. KRAUSE, Die Retina. II. Die Retina der Fische, Cyclostomata. Internat. Monatschrift für Anatomie und Histologie, Bd 3, 1886.

radialen Stützfasern, die verzweigt sind. 6) Die netzförmige Schicht, die keine Kerne enthält, aber von sehr deutlichen radialen Stützfasern oder kleinsten Bündeln von solchen durchsetzt wird. 7) Die Ganglienzellschicht, die aus zwei über einander in einer granulierten Masse — Fortsetzung der nicht scharf gesonderten *spongösen Schicht* — gelagerten Zellenlager besteht. 8) Die Opticusfaserenschicht, die von der Ganglienzellschicht nicht gesondert ist; von der Eintrittsstelle des Sehnerven ausstrahlend, durchsetzen feinste Nervenfaserbündel, in der Retinalebene verlaufend, die letztgenannte Schicht. Für das Vorhandensein einer *Membrana limitans* (interna) wird ein Fragezeichen gesetzt.

KRAUSE hebt hervor, dass das Thier unzweifelhaft Lichtempfindung hat, da es Hindernisse beim Schwimmen vermeidet. »Sein Auge«, fügt er aber hinzu, »würde zu den *perolischen*, rückgebildeten, wie das von Proteus anguineus zu rechnen sein, und man kann die rudimentär entwickelte Retina deshalb nicht zur Construction phylogenetischer Aufbauten benutzen.«

Im vorigen Jahre veröffentlichte KRAUSE¹ auch Abbildungen vom Myxine-Auge.

Ich habe mich mehrmals mit der Untersuchung des Myxine-Auges beschäftigt, und zwar zuerst kurz nach dem Erscheinen der Arbeit W. MÜLLER'S. Da ich aber bald erfuhr, dass ich die Anordnung der Retinaschichten in dem von ihm dargelegten Sinne kaum bestätigen konnte, legte ich die Untersuchung zur Seite. In den späteren Jahren habe ich dieselbe mehrmals wieder aufgenommen, und zwar in der Hoffnung, dass die neueren Methoden ein helleres Licht über den Bau dieses Auges verbreiten könnten. Nach der Erhärtung in den verschiedensten Flüssigkeiten und nach der Anwendung der neueren Färbungsmethoden kam ich jedoch stets zu denselben Resultaten. Durch Behandlung nach der Golgischen Methode bekam ich dann im vorigen Sommer eine Anzahl von Präparaten, welche wenigstens theilweise einige Structurverhältnisse dieses Auges erläutern. In Folge dessen werde ich hier eine kurze Mittheilung von meinen Befunden geben.

An sagittalen und frontalen Serienschnitten des Auges findet man zwar in größeren Zügen den von W. MÜLLER und W. KRAUSE beschriebenen Bau. Das von einer fibrösen Kapsel umgebene, länglich ovale, mit seiner Längsaxe sagittal gelagerte Auge liegt auf dem vorderen Ast des Trigemini und nimmt an seinem hinteren-unteren Ende den dünnen Opticus auf, welcher, wie im vorigen Capitel erwähnt und von W. MÜLLER eingehend beschrieben worden ist, von seiner Austrittsstelle an der unteren Fläche des Gehirns etwa frontal nach aussen hin verläuft und dann an der äusseren Seite des vorderen Trigeminiastes schlingenförmig nach vorn-oben umbiegt, um das Hinterende des Auges zu erreichen. In der Fig. 8 der Taf. XXVI theile ich einen Sagittalschnitt des Auges mit, in dem man den der Länge nach getroffenen Sehnerven (*a*) von der Umschlagsstelle am Trigeminiast (*tr*) bis zum Eintritt in das Auge verfolgen kann.

An der Innenseite der bindegewebigen Kapsel (Taf. XXVI, Fig. 8, 9 *bk*) liegt die von W. MÜLLER und KRAUSE beschriebene einfache Schicht ziemlich niedriger, »eubischer« Epithelzellen (Fig. 9 *p*), die von diesen Forschern wohl mit Recht für das Homologon der *retinalen Pigmentzellschicht* gehalten wurde, obwohl in diesen Zellen fast gar kein Pigment vorkommt. Nach innen davon befindet sich der Spaltenraum, der beinahe das ganze Auge umgibt. W. MÜLLER giebt diesen Raum in seiner Figur recht geräumig wieder, und KRAUSE bildet ihn noch weiter ab, indem er zugleich angiebt, dass der Raum in gehärteten Augen »beträchtlich weit« ist. In meinen in Chromsäure, Flemming'scher Lösung und in Chromkalilösung gut gehärteten Präparaten sah ich diesen Raum stets ziemlich eng, nach Salpetersäure-Erhärtung war er ganz eng und spaltenförmig. Deshalb darf ich sagen, dass die von MÜLLER und KRAUSE dargestellte Weite dieses Raumes durch Schrumpfung des zarten Augeninhalts entstanden ist. Die von den genannten Autoren erwähnten Fortsätze, welche von der äusseren Epithelschicht nach innen hin entspringen und zur folgenden Schicht gehen, sah ich ebenfalls; sie sind aber sehr unregelmässig und laufen als zacken- oder zapfenähnliche Vorsprünge durch den Raum hindurch, so dass ich über ihre Natur zweifelhaft bin.

Die nächstfolgende Schicht ist eine einfache Schicht hoher *Cylindereellen* (Fig. 9 *st*). In den Golgischen Präparaten gelang es mir, solche Zellen hier und da gefärbt zu bekommen (Fig. 1, 2, 4, 7 *st*). Sie zeigten sich hoch und schmal und ziemlich unregelmässig, mit dem länglichen Kern bald mehr nach aussen, bald mehr nach innen hin gelegen. Von der gegen den Spaltenraum gekehrten Fläche betrachtet erscheint dieses Epithel wie ein Mosaik

¹ Internat. Monatschrift f. Anatomie und Physiologie, Bd 5, 1892.

polygonaler, kleiner Felder (Fig. 5), unter denen hier und da einzelne grössere Zellenfelder vorhanden sind. Die meisten Cylinderzellen endigen nach innen hin zugespitzt oder etwas abgestutzt in ungefähr gleichem Niveau; zuweilen traf ich aber unter ihnen auch Elemente an, die sich weiter nach innen hin fadenförmig fortsetzen (Fig. 3, 4).

An dem äusseren (lateralen) Umfang des Auges findet sich die von W. MÜLLER zuerst beschriebene Einfaltung (Fig. 9 *f*; Fig. 1 und 3 *f*), welche eine Strecke ins Innere des Auges, ja sogar beinahe bis zur Mittellinie (sagittal Längsaxe) reicht. Diese Falte, die einen mit der Kapsel zusammenhängenden, bindegewebigen Fortsatz enthält, ist grossentheils sehr eng (Fig. 1, 3 *f*); nach vorn hin erweitert sie sich aber zu einer nicht unbedeutenden Höhle (Fig. 9 *h*), in welcher das Bindegewebe ein helles Aussehen bekommt; einzelne Häutchen und ihnen anliegende kleine, kernführende Zellen sind in der Höhle ausgespannt.

Von W. MÜLLER wurde diese Höhle mit der Glaskörperhöhle verglichen, und wohl mit Recht. Dort, wo der bindegewebige Vorsprung von der Kapsel ausgeht, biegt sich das äussere, cubische Epithel in das innere, cylindrische um (Fig. 9 *u*, Fig. 2, 3 *u*). In Folge dessen kann man mit den genannten Autoren die beiden Zellschichten der Pigmentzellen und der Sinneszellenschicht mit denen der Retina der höheren Thiere vergleichen; der Spaltenraum entspricht also der Höhle der primären Augenklase (W. MÜLLER, W. KRAUSE). In dem der Sinneszellenschicht entsprechenden Cylinderepithel konnte ich indessen nur die oben erwähnten Cylinderzellen finden; ich sah hier die von den genannten Autoren beschriebene Differenz der Elemente: *besondere* Zapfen und Stäbchen nicht. Ferner sah ich hier keine Gebilde, die ich für Zapfen- und Stäbchenkörner halten könnte. Nach meiner Ansicht entspricht also das Cylinderepithel der Stäbchen- und Zapfenschicht nebst der Körnerschicht; es ist aber einfacher gebaut, als bisher angenommen wurde. An der Falte setzt sich das Cylinderepithel beiderseits nach innen hin fort und bekleidet ringsum den Falten- resp. Höhlenraum. Zuweilen ist die Falte nicht regelmässig, sondern sie besitzt verschiedene secundäre Einbiegungsstellen; dabei folgt das Epithel diesen Fältchen (Fig. 1).

Nach innen von der »Sinneszellenschicht« findet man (Fig. 9 *r'*) eine feinkörnig erscheinende Schicht, die durch radiäre, unregelmässige Brücken mit der weiter nach innen hin befindlichen, dickeren, feinkörnigen Partie (Fig. 9 *r''*) zusammenhängt. Zwischen diesen feinkörnigen Schichten sieht man eine durch die erwähnten Brücken unterbrochene, kehrnführende Schicht, in welcher nämlich spindelförmige Zellenkörper, hier und da zu Gruppen angeordnet, vorhanden sind. Nach ihrer Lage zu urtheilen, wäre diese Zellschicht der inneren Körnerschicht am nächsten zu vergleichen, die beiden reticulirten Schichten würden dann auch der äusseren und inneren reticulirten (moleculären) Schicht entsprechen. Meiner Ansicht nach ist es aber sehr schwer, im Auge von Myxine die Homologa der gewöhnlichen Retinaschichten genau zu bestimmen. Es scheint mir hier nämlich keine so bestimmte Anordnung vorhanden zu sein, und übrigens kommen hier wechselnde Verhältnisse vor. An den Golgi'schen Präparaten erkennt man nämlich nach innen von der Cylinderzellenschicht birnförmige Zellen, von denen nach innen hin Fortsätze abgehen, die sich in verschiedener Weise dichotomisch verzweigen (Fig. 1, 2, 3, 4, 6, 7). Diese Zellen zeigen keineswegs die in der Retina anderer Wirbelthiere gewöhnliche reguläre Anordnung; ich kann sie aber kaum anders als »Spongioblasten« auffassen; zuweilen (Fig. 6) ähneln sie diesen Nervenzellen recht sehr. Die Unregelmässigkeit ist aber im Allgemeinen auffallend. Hier und da liegen auch solche Zellen tiefer ins Innere des Auges hineingerückt (Fig. 1, 4). Die durch die Verästelung ihres Fortsatzes entstandenen zahlreichen knotig-variösen Fasern stellen ein intricates Geflechtwerk dar (Fig. 1, 3, 4), das offenbar die oben erwähnten reticulären Partien bildet.

Der Opticus verbreitet sich, wie W. MÜLLER hervorhob, nach seinem Eintritt in das Auge radiär ausstrahlend. In Golgi'schen Präparaten (Fig. 2) kann man einzelne seiner Fasern, die sich gefärbt haben, eine Strecke ins Innere hinein verfolgen. Es ist aber auch hier keine Stratification vorhanden.

Aus der obigen Beschreibung geht also hervor, dass sich im Auge von Myxine einzelne Anordnungen finden, die als Homologa der gewöhnlichen Retinaschichten aufzufassen sind. Eine so durchgeführte Eintheilung der Schichten, wie W. MÜLLER und W. KRAUSE dargestellt haben, kann ich nicht anerkennen.

Meiner Ansicht nach ist das Auge von Myxine weit mehr rudimentär, als die genannten Forscher meinten. Für eine rückläufige Bildung desselben spricht die auffallende Unregelmässigkeit des Baues, ebenso die vorhandene Wechselung desselben.

Dass keine Spuren von Cornea und Linse vorhanden sind, hat schon JOHANNES MÜLLER erkannt.

Mit W. KRAUSE stimme ich also — gegen W. MÜLLER — vollständig darin überein: »Man kann die rudimentär entwickelte Retina deshalb nicht zur Construction phylogenetischer Aufbauten benutzen«.

Es ist dies sehr zu beklagen, weil gerade die niedrigsten Stufen der Entwicklung der Sinnesorgane für die Biologie und die Schöpfungsgeschichte von höchster Bedeutung sind.



UEBER GESCHMACKSKNOSPEN BEI PETROMYZON.

Taf. XXVII.

Bei meinen Untersuchungen über das centrale Nervensystem der *Petromyzonlarve* nach der Golgi'schen Methode nahm ich an Frontalschnitten im Bereiche des Branchialraums epitheliale Gebilde wahr, die einen charakteristischen Knospentypus darboten. Durch das Chromsilber waren in ihnen einzelne Zellen gefärbt worden. Bei der Durchmusterung meiner in Kleinenberg'scher Lösung gehärteten frontalen und sagittalen Serienschnitte von *Ammocoetes* fand ich dann die fraglichen Gebilde an bestimmten Stellen des Branchialraums wieder.

Dieser Befund erweckte meine Verwunderung, weil ich in der bekannten Arbeit von LANGERHANS über den feineren Bau von *Petromyzon* keine Erwähnung der betreffenden Organe gefunden hatte. Bei genauerer Nachforschung der Literatur traf ich aber in SCHNEIDER's grosser Monographie¹ eine kurze Angabe an, welche sich offenbar auf diese Organe bezog. Die betreffende Stelle (S. 84) lautet folgendermassen: »Die hinteren Säume der Diaphragmen tragen jeder eine Reihe von warzenförmigen Anschwellungen. Dieselben bestehen aus langen Zellen, auf welchen ich auch einzelne Haare zu sehen glaube (Taf. II, Fig. 5) und dürften demnach wohl Geschmacksknospen sein.« In der angeführten Figur erkennt man den Verticallschnitt einer epithelialen Knospe und in Fig. 2 ders. Tafel findet man eine Anleutung des Sitzes der fraglichen Gebilde. SCHNEIDER's Darstellung bezieht sich auf *Ammocoetes*.

Dies ist Alles, was ich in dem SCHNEIDER'schen Werke darüber angegeben finde. In der übrigen Literatur über den Bau der *Petromyzonten* gelang es mir nicht weitere Angaben darüber anzutreffen. Ich habe deshalb versucht, durch eine fortgesetzte Untersuchung die Frage genauer zu erörtern.

An den Frontalschnitten von 5 cm. langen *Ammocoetes* sah ich zwar die Knospen, aber noch auf einem nicht ganz entwickelten Stadium. Bei Thieren von 10—20 cm. Länge waren sie dagegen schön ausgebildet. Sie sitzen in der That an den von SCHNEIDER als Diaphragmen der Kiemen aufgeführten Strängen, zu beiden Seiten der medianen Spalte des Branchialraums (Taf. XXVII, Fig. 1 *d*). Da die Diaphragmen nicht ganz senkrecht angeordnet sind, werden sie an den Frontalschnitten etwas schief getroffen und fallen nicht vollständig in den Schnitten. In der angeführten Figur (Fig. 1) sieht man deshalb nur die oberen Partien der Diaphragmen und jederseits davon nur zwei, resp. drei Knospen, und diese auch nur theilweise, indem zwei ungefähr in ihrer Mitte, die übrigen in den Seitenhöhlen getroffen sind. Die Knospen an den beiden Seiten sitzen gegen einander gekehrt, zu je zweien. In der Regel sind vier Knospen an jedem Diaphragma vorhanden und in ziemlich bestimmter Entfernung von einander angeordnet.

An Sagittalschnitten gelang es mir ebenfalls, von diesen Gebilden schöne Präparate zu bekommen. In Fig. 2 der Taf. XXVII habe ich ein solches Präparat wiedergegeben, wo an zwei relativ senkrecht stehenden Diaphragmen drei, resp. vier Knospen in der Flächenansicht dargestellt sind. In Folge der Umliegung der Diaphragmen ist links die unterste Knospe durch das Messer abgetragen und rechts gar nicht getroffen worden.

In Fig. 3 derselben Tafel ist eine vertikal getroffene Knospe in stärkerer Vergrösserung wiedergegeben.

¹ ANTON SCHNEIDER, Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Welschthiere. Bohn 1878.

Es geht aus der Untersuchung hervor, dass sämtliche Knospen eine recht hoch emporragende Gestalt haben, wahre knospentartige Erhabenheiten bilden, indem die Schleimhaut nach einer mehr oder weniger ausgeprochenen, ringsum verlaufenden, furchenartigen Einsenkung sich zu einem ründlich gestalteten Vorsprung erhebt, in dessen oberer Fläche sich eine tellerartige Einsenkung, eine Concavität, befindet. Wie aus der Fig. 3 hervorgeht, erhebt sich das Bindegewebe der Schleimhaut ringsum in den umgebenden Wall, um dann in der Knospe eine tiefe Grube zu bilden; das bekleidende cylindrische, einschichtige Epithel senkt sich in diese Grube hinein und steigt zugleich zu einem hohen Cylinderepithel an. Man sieht in diesem »Sinnesepithel« der Knospen nur eine Art von Zellen, hohe, ziemlich schmale Cylinderzellen, welche unten abgestutzt endigen und ihren länglich-ovalen Kern in der Nähe des unteren Endes tragen; nach der Oberfläche hin verschmälern sich die Zellen und tragen dort einen frei hervorragenden Haarbesatz, den schon SCHNEIDER zu sehen glaubte. In diesen Präparaten ist es schwer zu entscheiden, ob jede Zelle ein oder mehrere Haare trägt.

An meinen Golg'schen Präparaten sah ich aber deutlich, dass an jeder Zelle sich nur ein Haar gefärbt hatte. In der Fig. 4 der Taf. XXVII habe ich zwei einander gegenüber liegende Knospen abgebildet, in welchen die Knospenzellen theilweise gefärbt waren; in der rechts liegenden war nur eine Zelle gefärbt, sie trat aber um so viel reiner und distinkter hervor, von dem quer abgestutzten, breiten, kernführenden unteren Ende verschmälerte sie sich nach der Oberfläche hin und trug an dem scheibenförmigen oberen Ende ein einziges, in die tellerförmige Einsenkung der Knospe frei hervorragendes, etwas umgebogenes Haar. Zwischen den einzelnen Zellen ist ein gelbliches, glänzendes Pigment, das aus unregelmässigen Knötchen besteht, reihenweise angeordnet.

In der anderen Knospe ist zwar die Chromsilberfärbung zu stark ausgefallen; die Gestalt mehrerer Zellen ist jedoch deutlich nachweisbar.

Was nun die *Nerven* betrifft, so sah ich in der Schleimhaut starke Bündel von Nervenfasern (Fig. 4 *w*) unter den Knospen verlaufen und einzelne Fasern in das die Knospen umgebende Epithel sich verbreiten und verästelt intrazellulär mit freien Endbäumchen endigen. Dagegen sah ich bisjetzt keine Nervenfasern in das eigentliche Knospenepithel eintreten; die verzweigten und verbreiten sich dicht unter dem Knospenepithel (Fig. 5 der Taf. XXVII). Nach der Darstellung von von LEXHOSSÉK bilden an den Endknospen der Teleostier die Nerven in gleicher Weise nur auswendig umspannende oder kelchartig umgebende Endgeflechte. Ich habe in der letzten Zeit in Golg'schen Präparaten der Mundschleimhaut von *Salmo Salar* viele Hunderte von Endknospen durchmustern können und gestehe, dass ich ebenfalls nie sicher eine in das Innere dieser Gebilde eintretende Nervenfasern gesehen habe, sondern nur die von von LEXHOSSÉK angegebene Anordnung. Deshalb ist es auch leicht möglich, oder sogar wahrscheinlich, dass auch bei der Petromyzonlarve entsprechende Verhältnisse vorhanden sind.

Meine oben besprochenen Befunde waren, wie diejenigen von SCHNEIDER, nur an Exemplaren von *Ammonoetes* gemacht. Von einem gewissen Interesse schien es mir zu erfahren, wie sich die Sache bei dem ausgebildeten Petromyzon verhält. An Serienschritten von alten Thieren konnte ich zwar keine Knospen nachweisen. Es wäre also möglich, dass diese Sinnesorgane, wie so viele andere Theile der Larve, bei der Umwandlung verschwinden.

Da es aber bei kleineren Exemplaren des Thieres viel leichter ist, die fraglichen Gebilde an Serienschritten aufzusuchen, habe ich mich bemüht, solche zu bekommen. Durch die wiederholte Gefälligkeit des Herrn Disponenten P. G. TAMM ist es mir gelungen, bei Elfkarlöf nicht nur eine grössere Anzahl Exemplare von *Ammonoetes*, sondern auch mehrere kleine Exemplare vom ausgebildeten Petromyzon von 20—25 cm. Länge zu erhalten. Bei der Untersuchung der letzteren an frontalen Serienschritten ist es mir dann gelungen, nachzuweisen, dass die Knospen noch beim umgewandelten Thiere in derselben Gestalt bestehen. Zwar sind die Anordnungen im Branchialraum bekanntermassen hier ziemlich verändert worden, und es ist daher schwieriger, die nicht besonders zahlreichen Knospen aufzusuchen. Sie sind aber noch vorhanden.

In der obigen Darstellung habe ich schon von Anfang an diese Gebilde als Geschmacksknospen aufgeführt. Es ist zwar immer etwas gewagt, ohne sichere Experimente physiologische Functionen zu postulieren. Vielleicht wird auch betreffs dieser Gebilde einmal eine andere Bestimmung derselben nachgewiesen. Bis auf Weiteres lässt sich aber wohl auf Grund ihres Sitzes die schon von SCHNEIDER vermuthete Bedeutung derselben als die wahrscheinlichste annehmen und in Uebereinstimmung damit die Benennung »Geschmacksknospen« provisorisch anwenden.

TAFELN

Tafel I.

Die Cajal'schen Zellen der Grosshirnrinde des Hundes.

Fig. 1. Partie von einem Verticalsechnitt der Grosshirnrinde eines 14 cm. langen *Hundfoetus*.

- o* — die Oberfläche des Gehirns.
cz — die Cajal'schen Zellen.
af — der schmale und *af'* der breitere Fortsatz der Cajal'schen Zellen.
e — die peripheren Enden der Ependymzellen.
1—4, die *erste, zweite, dritte* und *vierte* Schicht der Grosshirnrinde.
- x, y, y'* — eigenthümlich gestaltete Zellen, welche gewissermassen Uebergangsformen zwischen den Cajal'schen und den Pyramidenzellen darstellen.
lp — kleine Pyramidenzellen.
gp — grosse Pyramidenzellen.
mz — Zellen, deren Axencylinderfortsatz nach der Oberfläche gerichtet ist.
nz — Neurogliazelle.

Fig. 2—5. Partien von Verticalsechnitten der Grosshirnrinde eines 14 cm. langen *Hundfoetus*, in denen Cajal'sche Zellen mit ihren Fortsätzen dargestellt sind.

- o* — die Oberfläche der Rinde.
a, b — Cajal'sche Zellen.
c — peripheres Ende einer Ependymzelle.

Alle Figuren dieser Tafel sind nach Präparaten gezeichnet, die nach der schnellen Golgi'schen Methode behandelt worden sind.

Sie sind alle bei der Anwendung von Ver. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus) gezeichnet.

Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.

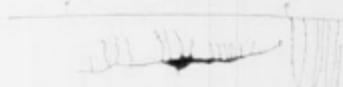
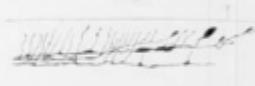


Fig. 4.



Fig. 5.



Tafel II.

Die Cajal'schen Zellen der Grosshirnrinde des Hundes und der Katze.

Fig. 1. Partie von einem frontalen Verticalsechnitte aus der Parietalgegend der Grosshirnrinde eines 5 Tage alten *Hundes*

o — die Oberfläche der Rinde.

c₂ — schon entwickelte Cajal'sche Zelle.

c₁' — zwei kleinere Zellen, die als c₂ derselben Zellenart gehörig betrachtet werden müssen.

nz — Neurogliazellen.

e — periphere Enden der Ependymzellen.

Fig. 1 a. Eine kleine, wenig ausgebildete Cajal'sche Zelle, in einem Verticalsechnitt der Rinde eines 5 Tage alten *Hundes* belegen. o — die Oberfläche der Rinde.

Fig. 2—5. Cajal'sche Zellen aus der Grosshirnrinde von beinahe ausgetragenen *Katzenfoetus*. Fig. 2—4 Partien von Verticalsechnitten; Fig. 5 eine Zelle aus einem Tangentialschnitt.

o — die Oberfläche der Rinde.

e — periphere Enden der Ependymzellen.

f — tangentielle Fasern, welche wahrscheinlich Fortsätze von Cajal'schen Zellen sind.

nz — Neurogliazellen.

Fig. 6. Partie von einem Verticalsechnitte der Grosshirnrinde eines 14 cm. langen *Hundefoetus*.

o — Oberfläche der Rinde.

e — periphere Enden der Ependymzellen.

nz — Neurogliazellen.

Fig. 7. Partie von einem Tangentialschnitte eines 14 cm. langen *Hundefoetus*, mit 8 Cajal'schen Zellen, deren Fortsätze rechts in das Fasergeflecht der Rinde hineinlaufen.

Nach Präparaten gezeichnet, die mittelst der schnellen Golgi'schen Methode behandelt waren. — Ver. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingezog. Tubus).

Fig. 1.

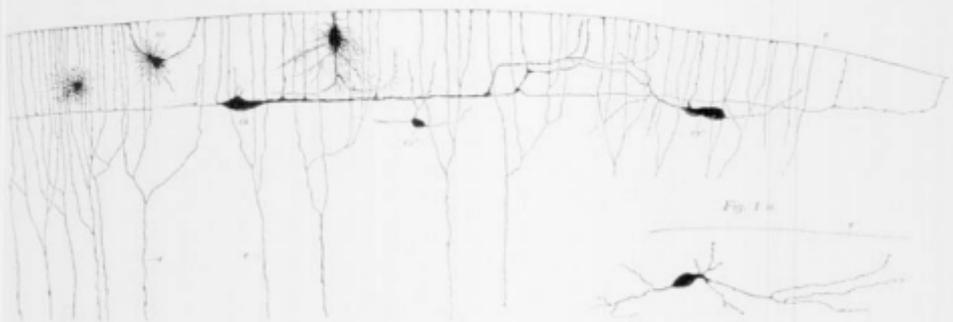


Fig. 1 a.



Fig. 2.



Fig. 2.

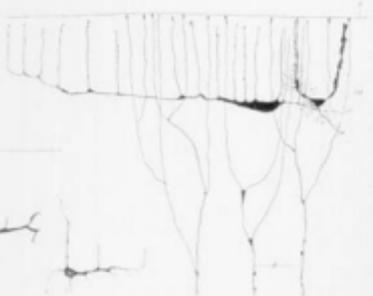


Fig. 3.

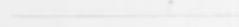


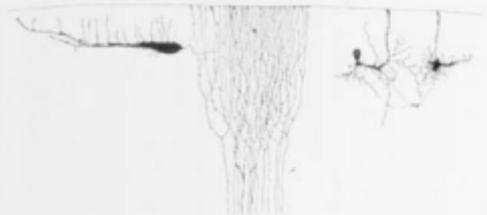
Fig. 7.



Fig. 4.



Fig. 5.



Tafel III.

Die Cajal'schen Zellen der Grosshirnrinde des Menschen.

Fig. 1. Vertikalschnitt der Grosshirnrinde (*Gyr. centralis*) eines 6-monatlichen menschlichen Fetus.

o — Oberfläche der Hirnrinde.

ca — eine Cajal'sche Zelle.

f — tangentielle Fasern, die wahrscheinlich Fortsätze Cajal'scher Zellen sind.

nc — Neurogliazelle.

Fig. 2. Vertikalschnitt der Grosshirnrinde (*Gyr. temporalis*) eines 7-monatlichen menschlichen Fetus.

e — periphere Enden von Ependymzellen. Die übrigen Bezeichnungen wie in Fig. 1.

Fig. 3—6. Vertikalschnitte der Grosshirnrinde (*Gyr. centr. ant.*) eines 8-monatlichen menschlichen Fetus. Cajal'sche Zellen.

o — Oberfläche der Hirnrinde.

f — tangentielle Fasern, Fortsätze Cajal'scher Zellen.

lp — kleine Pyramidenzellen.

Alle Figuren sind nach Präparaten wiedergegeben, die mittelst der schnellen Golgi'schen Methode behandelt waren. Bei Anwendung von Ver. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus) gezeichnet.

Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.

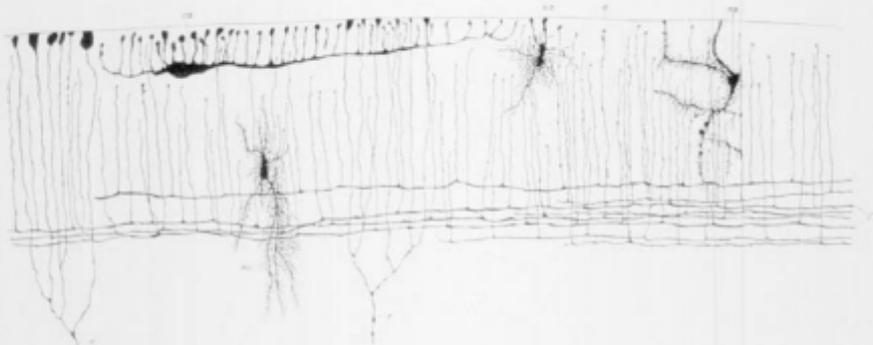


Fig. 4.

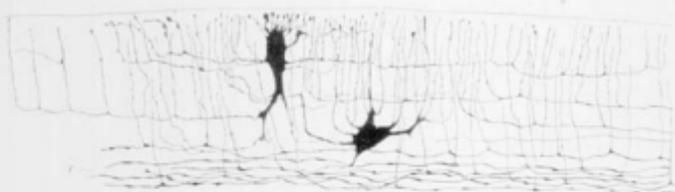
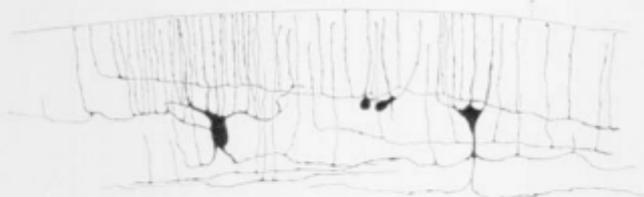


Fig. 5.



Fig. 6.



Tafel IV.

Die Cajal'schen Zellen der Grosshirnrinde des Menschen.

Fig. 1–6. Verticalschnitte der Grosshirnrinde (Gyr. centr. ant.) eines 8-monatlichen menschlichen Fetus. Cajal'sche Zellen verschiedener Gestalt und Grösse.

- o* — Oberfläche der Hirnrinde.
- e* — periphere Enden von Ependymzellen.
- nr* — Neurogliazellen.
- f* — tangentielle Fasern, Fortsätze Cajal'scher Zellen.
- kp* — kleine Pyramidenzellen.

Alle Figuren sind nach Präparaten wiedergegeben, die mittelst der schnellen Golgi'schen Methode behandelt waren. Bei Anwendung von Ver. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus) gezeichnet.

Fig. 1.



Fig. 2.

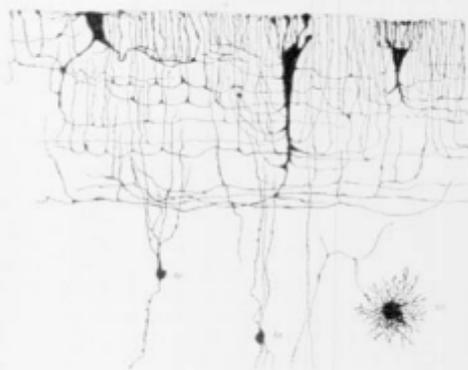


Fig. 3.

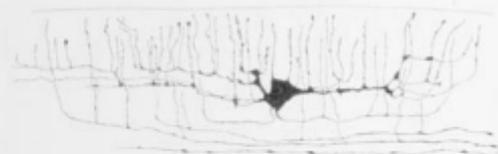


Fig. 4.

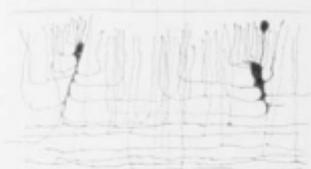


Fig. 5.



Fig. 6.



Tafel V.

Ependym und Neuroglia

im Rückenmarke von *Petromyzon*.

Fig. 1. Querschnitt vom *hinteren* Theil des Rückenmarks eines 4 Cm. langen *Petromyzon*. Rechts vom Centralkanal sind sieben *Neurogliazellen* und links von ihm eine solche Zelle in gefärbtem Zustande dargestellt. Ringsum den Centralkanal sind fünf Ependymzellen vorhanden; — *gr*, drei Ganglienzellen mit ihren verästelten Fortsätzen; — *s* sensible Nervenwurzel; — *k*, Contour der äusseren Scheide.

Fig. 2. Querschnitt vom *hinteren* Theil des Rückenmarks des erwachsenen *Petromyzon*. Rechts sind vier *Neurogliazellen*, am Centralkanal drei *Ependymzellen* dargestellt; — *gr*, zwei Ganglienzellen, eine kleine und eine grosse, mit ihren verästelten Fortsätzen in der linken Markhälfte wiedergegeben.

Fig. 3. Querschnitt vom *hinteren* Theil des Rückenmarks eines 40 Cm. langen *Petromyzon*. Zwei *Neurogliazellen* und fünf Ganglienzellen sind hier dargestellt.

Fig. 4. Querschnitt vom *vorderen*, nicht weit hinter dem Kopfe belegenen Theil des Rückenmarks eines 14 Cm. langen *Asmocoetes*. Acht *Neurogliazellen* und eine *Ependymzelle* (*e*) sind wiedergegeben. Eine Anzahl Querschnitte Müller'scher Fasern von verschiedenem Caliber sind durch Contouren (*m*) angegeben; die Fortsätze der Neurogliazellen schmiegen sich zwischen denselben.

Sämmtliche Figuren sind nach Golg'schen Präparaten bei der Anwendung von Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingesoh. Tubus) gezeichnet.

Fig. 1.

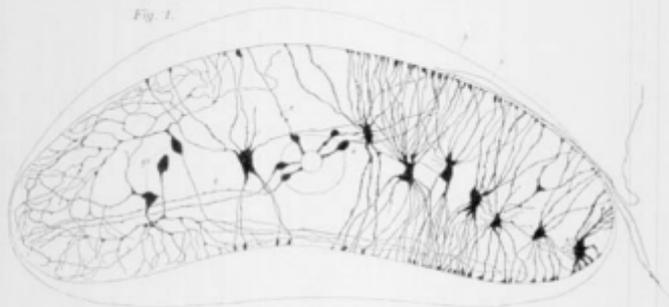


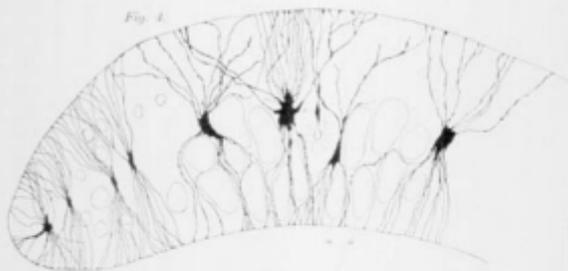
Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.



Tafel VI.

Ependym und Neuroglia

der Med. spinalis und oblongata des Petromyzon.

Fig. 1. Querschnitt des vordersten Endes vom Rückenmark des Petromyzon. Verschiedene Formen von Neurogliazellen; — e, eine Ependymzelle; — m Querschnitte der Müller'schen Fasern.

Fig. 2. Querschnitt der Medulla oblongata des Petromyzon. Ependymzellen und Neurogliazellen.

Beide Figuren sind nach Golgi'schen Präparaten bei Ver. Obj. 6 und Ocul. 1 (eingeschob. Tubus) gezeichnet.

Tafel VII.

Ependym und Neuroglia

im Rückenmark und Gehirn von *Petromyzon*.

Fig. 1. Antero-laterale Partie eines Querschnitts vom vordersten Rückenmarksende eines jungen *Petromyzon*, mit dem von »Spinnenzellen« umgebenen Centralkanal und seitlichen dendritischen Neurogliazellen.

Fig. 2 und 3. Partien von der Ventrikelwand des Grosshirns eines 15 Cm. langen *Petromyzon* mit Ependymzellen.

Fig. 4. Querschnitt des Gehirns eines 16 Cm. langen *Petromyzon*; — e, Ependymzellen. Mehrere Ganglienzellen verschiedener Grösse sind auch wiedergegeben.

Die Figuren sind nach Golg'schen Präparaten abgebildet. Fig. 1—3 sind bei Ver. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus), Fig. 4 bei Ver. Obj. 6 und Ocul. 1 (eingeschob. Tubus) gezeichnet.

Fig. 1.

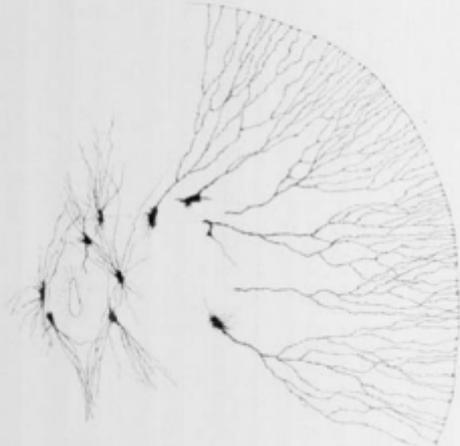


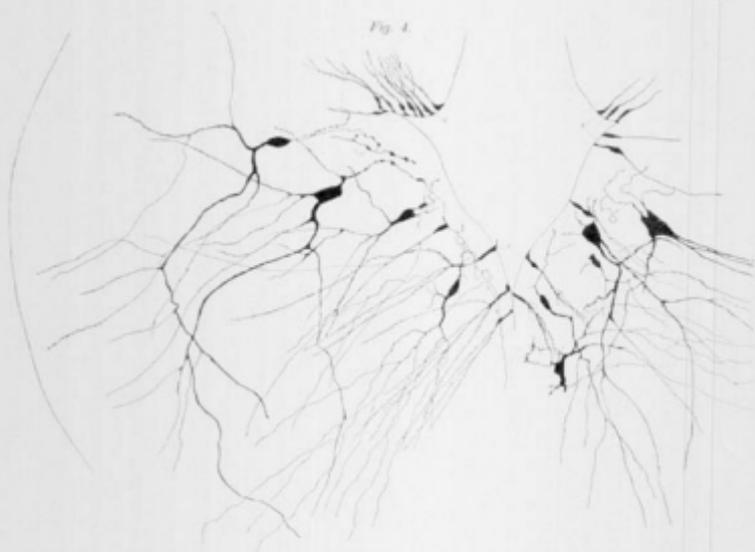
Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.



Tafel VIII.

Ependym und Neuroglia

der Knochenfische und Vögel.

Fig. 1—3. Querschnitte des Rückenmarks von jungen, 16 mm. langen *Lachsen*. Fig. 2 und 3 aus dem mittleren, Fig. 1 aus dem hinteren Theil des Markes. *Ependymzellen*; — *g*: Ganglienzellen.

Fig. 4 a und 4 b. Die zwei lateralen Partien eines Querschnittes vom Grosshirn eines jungen *Lachses*. *Ependym*- und *Neurogliazellen*.

Fig. 5—8. Querschnitte des Rückenmarks und Gehirns von *Hühnerembryonen*; — *Fig. 5.* Querschnitt des lumbalen Rückenmarks von einem 8-tägigen Hühnerembryo; *Ependymzellen*; — *Fig. 6.* Partie vom vorderen Ende des Rückenmarks eines 14 Tage alten Hühnerembryos; radiäre *Neurogliazellen*; — *Fig. 7.* *Septum posticum* in der Übergangspartie vom Rückenmark in die *Med. oblongata* eines 8-tägigen Hühnerembryos; — *Fig. 8.* Partie eines Querschnitts vom Grosshirn eines 17-tägigen Hühnerembryos.

Sämmtliche Figuren sind nach Golg'schen Präparaten wiedergegeben. Fig. 1—4 sind bei Ver. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus), Fig. 5—8 bei Ver. Obj. 6 und Ocul. 1 (eingeschob. Tubus) gezeichnet.

Fig. 2.

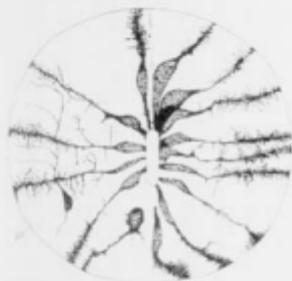


Fig. 3.



Fig. 4.



Fig. 7.



Fig. 11.



Fig. 8.



Fig. 9.

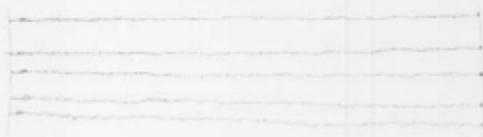


Fig. 5.

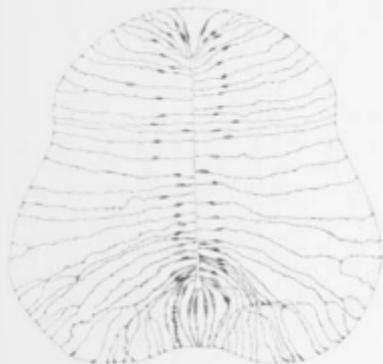
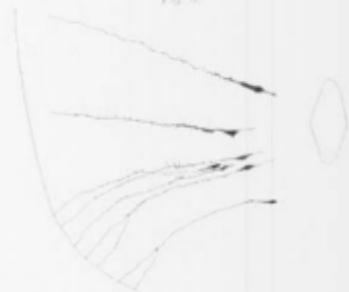


Fig. 6.



Tafel IX.

Ependym und Neuroglia

bei den Amphibien.

Fig. 1–3. Querschnitte vom Rückenmark und Gehirn der Larve von *Salmandra maculata*; — *Fig. 1.* Querschnitt des Rückenmarks, mit Ependym, resp. Neurogliazellen; *gz* Ganglienzellen; — *Fig. 2.* Laterale Partie eines Querschnitts der Medulla oblongata; — *Fig. 3.* Partie eines Querschnitts vom Grosshirn; Ependymzellen.

Fig. 4–7. Querschnitte vom Rückenmark und Gehirn des jungen *Frosches* (*R. tempor.*); — *Fig. 4.* Querschnitt des Rückenmarks; radiäre Neurogliazellen; — *Fig. 5.* Querschnitt der Medulla oblongata; Ependymzellen; — *Fig. 6.* Schnitt des Mittelhirns; *e*, Ependymzellen; — *Fig. 7.* Querschnitt des Grosshirns; *m*, Mittellinie, *gz*, Ganglienzellen; fünf Ependymzellen; *s* — Oberfläche des Gehirns.

Sämtliche Figuren sind nach Golg'schen Präparaten wiedergegeben.

Fig. 1–3, 4 und 7 sind bei Ver. Obj. 6 und Ocul. 1 (eingeschob. Tubus), Fig. 6 bei Ver. Obj. 6 und Ocul. 3, Fig. 5 bei Ver. Obj. 2 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus) gezeichnet.

Fig. 1

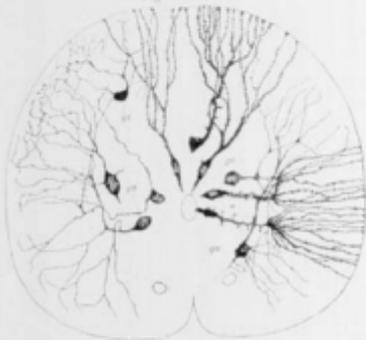


Fig. 2



Fig. 3

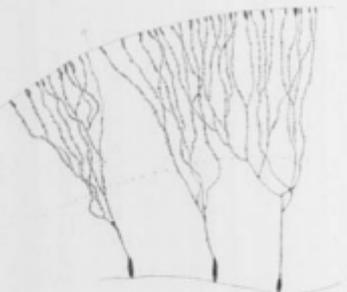


Fig. 7

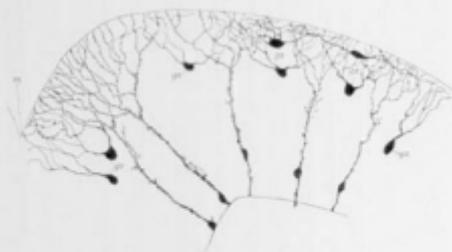


Fig. 6

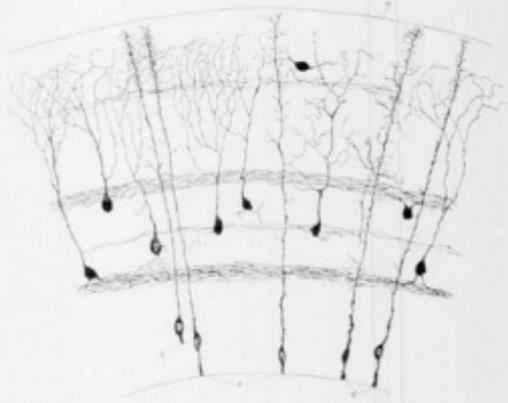


Fig. 4

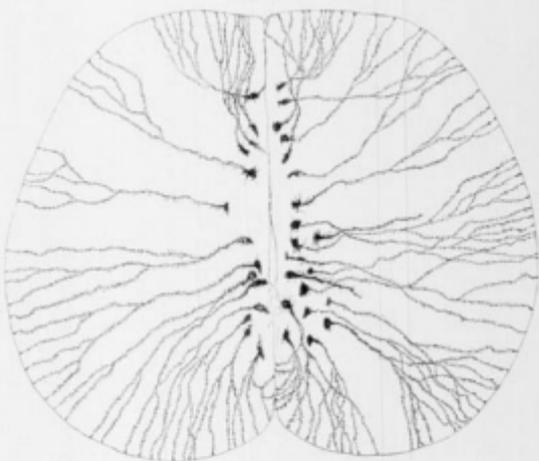
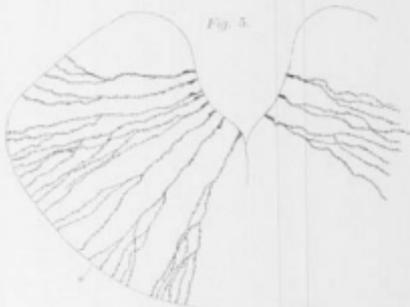


Fig. 5



Tafel X.

Ependym und Neuroglia

bei den Säugethieren.

Fig. 1. Querschnitt vom Rückenmarke eines 3 Cm. langen *Katzenembryos*. Ependymzellen.

Fig. 2. Querschnitt vom Hinterende des Lendenmarks eines 12 Cm. langen *Hasenembryos*. Ependymzellen.

Fig. 3. Querschnitt vom Rückenmarke (Halsregion) eines 12 Cm. langen *Hasenembryos*. Ependym- und Neurogliazellen.

Fig. 4. Querschnitt vom Rückenmarke (Lendenregion) eines 12 Cm. langen *Hasenembryos*. Ependym- und Neurogliazellen.

Fig. 5. Partie eines Querschnitts vom Rückenmark (Lendenregion) eines 12 Cm. langen *Katzenembryos*. Anterolateralregion. Neurogliazellen der Strangsubstanz.

Sämmtliche Figuren sind nach Golgischen Präparaten wiedergegeben. Die Fig. 1 ist bei Ver. Obj. 2 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus), Fig. 2—4 bei Ver. Obj. 6 und Ocul. 1 (eingeschob. Tubus), Fig. 5 bei Ver. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus) gezeichnet.

Fig. 2.

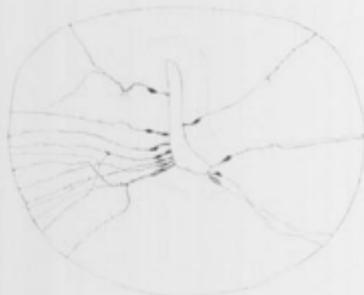


Fig. 1.

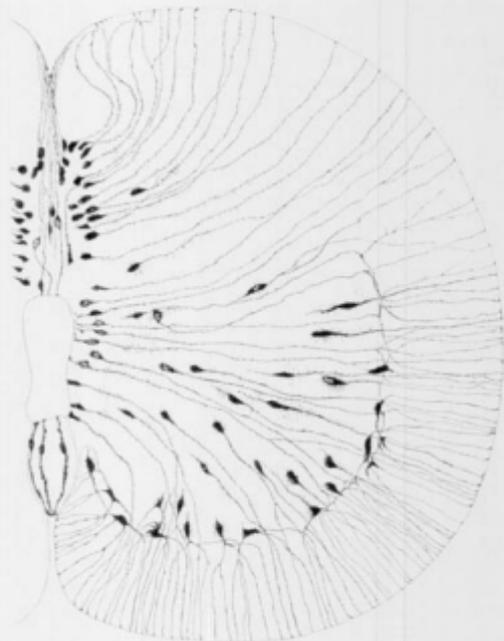


Fig. 3.

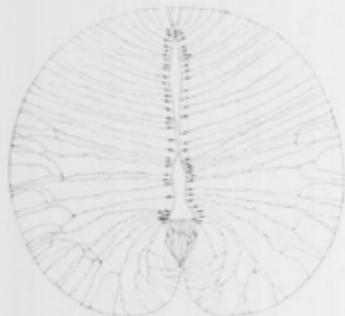


Fig. 4.

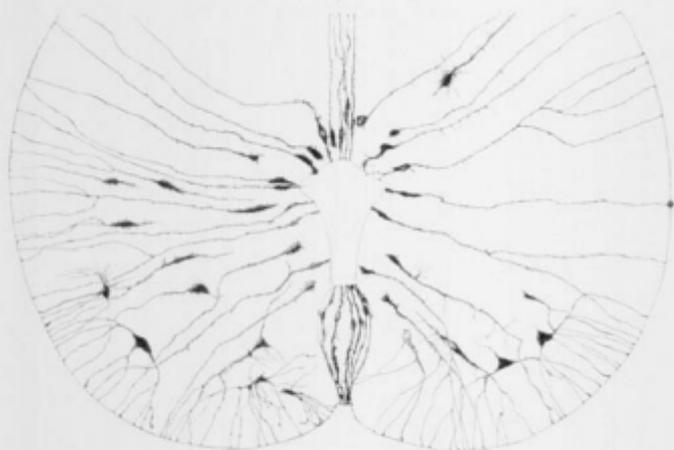


Fig. 5.



Tafel XI.

Ependym und Neuroglia

im menschlichen Rückenmark.

Fig. 1. Querschnitt vom Rückenmark (Lendenregion) eines 3 Cm. langen menschlichen Embryos. Ependym- und Neurogliazellen. Die punktirte Linie deutet die Grenze zwischen Strangsubstanz und grauer Substanz an. Einige von den Hintersträngen abgehende Collaterales sind wiedergegeben; *B*, Blutgefäß.

Fig. 2. Septum posticum und dorsale Partie des Centralkanals vom Rückenmark eines 3 Cm. langen menschlichen Embryos. Ependymzellen.

Fig. 3. Querschnitt vom Rückenmark eines 15 Cm. langen menschlichen Embryos (Halsregion). Ependym- und Neurogliazellen.

Fig. 4. Ventraler Ependymkeil vom Rückenmark (Halsregion) eines 15 Cm. langen menschlichen Embryos.

Sämmtliche Figuren sind nach Golg'schen Präparaten wiedergegeben.

Die Fig. 1 und 2 sind bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 1 (eingeschob. Tubus), die Fig. 3 bei Vér. Obj. 2 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus), die Fig. 4 bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus) gezeichnet.

Fig. 1.

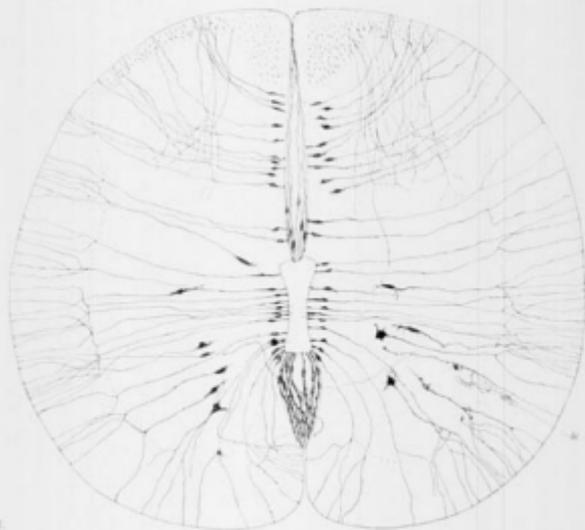


Fig. 2.



Fig. 3.

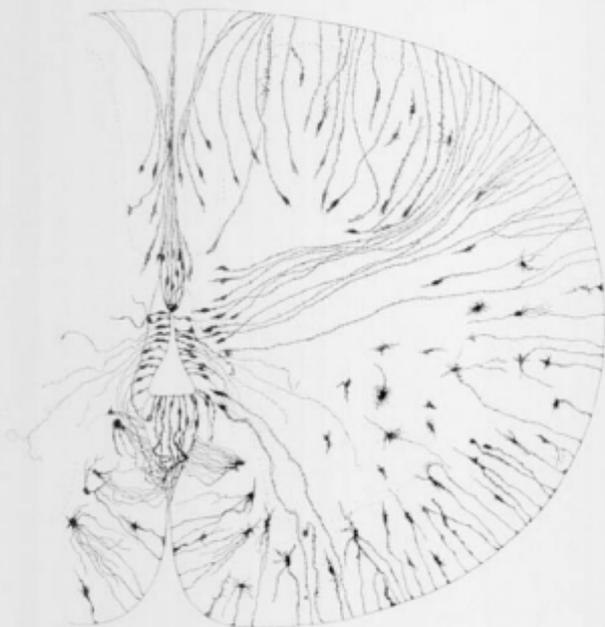
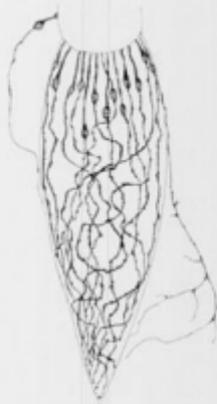


Fig. 4.



Tafel XII.

Ependym und Neuroglia

des menschlichen Rückenmarkes.

Fig. 1. Mittlere Partie vom cervicalen Rückenmarke eines 2½ Cm. langen menschlichen Fœtus.

ck — Centralkanal.

sp — Septum posticum.

vF — vordere Fissur.

bl — Blutgefäße.

Rings um den Centralkanal sieht man die Ependymzellen und nach aussen davon Neurogliazellen von verschiedenem Typus (Spinnenzellen, Mooszellen etc.).

Nach einem Golg'schen Präparate bei Ver. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus) gezeichnet.

Tafel XIII.

Ependym und Neuroglia des menschlichen Rückenmarkes.

Fig. 1. Partie vom Querschnitt des Halsmarkes eines 26 Cm. langen menschlichen Foetus. Antero-lateral region. Neurogliazellen verschiedener Gestalt.

o — Oberfläche des Markes.

p — Grenze der grauen Substanz.

w — Strangsubstanz (weisse Substanz).

gr — graue Substanz.

Fig. 2. Kleine Partie von einem Querschnitt des Rückenmarks eines 26 Cm. langen menschl. Foetus. Seitenstrang.

o — Oberfläche des Markes.

Fig. 3. Fünf Neurogliazellen aus der Substantia gelatinosa Rolandi. Von einem 26 Cm. langen menschl. Foetus.

Fig. 4. Partie eines verticalen Längsschnitts vom Vorderstrang eines 26 Cm. langen menschl. Foetus. Neurogliazellen verschiedener Gestalt.

o — Oberfläche des Markes.

w — Strangsubstanz.

gr — graue Substanz.

Die Figuren sind nach Golgi'schen Präparaten bei Ver. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus) gezeichnet.

Fig. 1



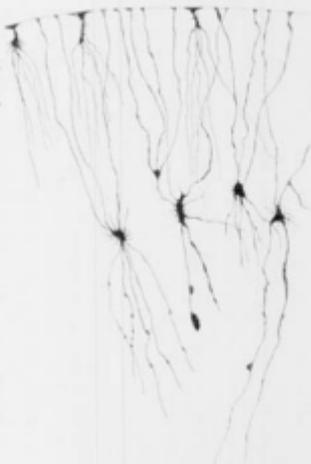
Fig. 3



Fig. 4



Fig. 2



Tafel XIV.

Die nervösen Elemente des Rückenmarks der Knochenfische.

Fig. 1. Querschnitt vom Rückenmark (Halbregion) eines 23 Mm. langen jungen *Lachses*.

a, b — Commissurenzellen.

c, d — vom Zellkörper abgetrennte Axencylinderfortsätze von Commissurenzellen.

m — motorische Zellen der Vorderhörner.

e — Ependymzelle.

Fig. 2. Querschnitt vom Rückenmark (Dorsalregion) eines 23 Mm. langen, jungen *Lachses*.

a — Commissurenzelle.

b — Strangzelle.

c — Ependymzellen.

Fig. 3. Querschnitt vom Rückenmark (dicht hinter der Brustflossenregion) eines 29 Mm. langen jungen *Lachses*.

a — Commissurenzellen.

b — Strangzelle.

Fig. 4. Querschnitt vom Rückenmark (etwas hinter der Mitte des Thiores) eines 23 Mm. langen jungen *Lachses*.

a, b — Commissurenzellen.

c — Ependymzelle.

c, d, g — Strangzellen.

f — Kolossale Zelle zweifelhafter Natur.

Fig. 5. Querschnitt vom Rückenmark (Hinterende) eines 20 Mm. langen jungen *Lachses*.

a — Commissurenzelle, deren Axencylinderfortsatz sich in zwei Endäste theilt (*b*), nachdem er scheinbar einen verzweigten Seitenast abgegeben hat.

Fig. 6. Querschnitt vom Rückenmark (Hinterende) eines 22 Mm. langen jungen *Lachses*.

a, b — Commissurenzellen.

c — Strangzelle.

Fig. 7. Querschnitt vom Rückenmark (Hinterende) eines 23 Mm. langen jungen *Lachses*.

a, b — Commissurenzellen.

c — abgetrennter Axencylinderfortsatz einer Commissurenzelle, Wachsthumskone.

e — Ependymzelle.

Fig. 8. Sagittaler Längsschnitt vom Rückenmark (vorherster Theil) eines 25 Mm. langen jungen *Lachses*. Strangfasern mit Collateralen.

—————

Sämmtliche Figuren sind nach Golgi'schen Präparaten bei Ver. Obj. 6 und Oc. 3 (eingeschob. Tubus) gezeichnet.

Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.



Fig. 5.



Fig. 6.



Fig. 7.



Fig. 8.



Tafel XV.

Die Nerven der Ovarien und Hoden.

Fig. 1. Senkrechter Schnitt durch die Elzone des *Ovarium* einer sechswöchentlichen *Katze*. Reichliche Nervenplexus und Fasern.

o — Oberfläche des *Ovarium*.

dz — Stränge dunkler, parenchymtöser Zellen.

lf — Zone der kleinen Eifollikel.

lg — Blutgefäss.

gf — Zone der grösseren Eifollikel.

Fig. 2. Vier Eifollikel, von denen drei durchsichtig gezeichnet sind, aus einem senkrechten Schnitt von einem sechswöchentlichen *Katzenovarium*. Schwarz gefärbte Nervenfasern umschlingen die Follikel und endigen an ihnen.

Fig. 3. Grosser Eifollikel aus einem sechswöchentlichen *Katzenovarium* mit an ihm endigenden Nervenfasern. Der punctirte Ring giebt die Contour des eingeschlossenen Eies an.

Fig. 4. Senkrechter Schnitt durch das Granulosa-Epithel eines sehr grossen Follikels aus dem *Ovarium* einer alten *Katze*. Viele Epithelzellen sind gefärbt; — *a*, Nervenfasern; — *b*, Blutgefässe.

Fig. 5. Partie eines Schnittes vom *Hoden* eines 15-tägigen *Katers*.

sc — Samenkanälchen.

ab — Nerven.

dz — Interstitielles Zellgewebe.

lg — Blutgefässe; *lg'*, Querschnitte von Blutgefässen.

Fig. 6. Partie eines Schnittes vom *Hoden* eines 15-tägigen *Katers*.

sc — Samenkanälchen.

lg — ein von Nervenfasern umspanntes Blutgefäss.

Fig. 7. Zwei Samenkanälchen, *a*, im Querschnitt, *b*, im Längsschnitt, aus dem *Hoden* eines alten *Katers*, mit gefärbten Zellen.

Sämmtliche Figuren sind nach Golg'schen Präparaten ausgeführt. Die Fig. 1, 2, 3, 5, 6, 7 sind bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus), die Fig. 4 ist bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus) gezeichnet.

Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.



Fig. 5.

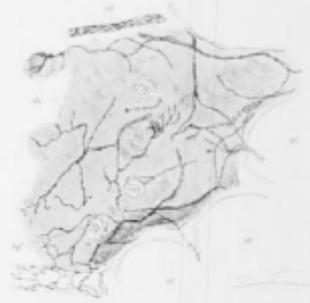
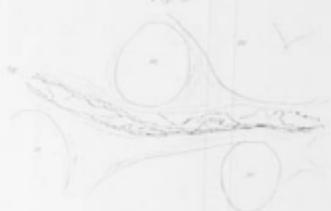


Fig. 6.



Fig. 7.



*Stem of *Stemodia**

*Stem of *Stemodia**

*Stem of *Stemodia**

Tafel XVI.

Die Endigungen der Gehörnerven.

Sämtliche Figuren (Fig. 1—17) sind nach Präparaten gezeichnet, die mittelst der schnellen Golgi'schen Methode bei fast ausgetragenen Foetus von *Mus domesticus* gewonnen wurden. Sie geben Partien von Verticalschnitten durch die *Macula* und *Crista acustica* wieder.

Fig. 1—10. Verticalschnitte von *Macula acustica*.

Fig. 11—17. Verticalschnitte von *Crista acustica*.

n — Nervenfasern, die in das Sinnesepithel emporsteigen, sich dort verästeln und mit freien Enden endigen, indem die meisten zwischen die Haarzellen emporsteigen und fast bis zur Nähe der Oberfläche des Epithels reichen.

hc — Haarzellen, die sich hier und da gefärbt haben.

fc — gefärbte Fadenzellen.

Bei Ver. Obj. 6 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus) gezeichnet.

Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.



Fig. 5.



Fig. 6.



Fig. 7.



Fig. 8.



Fig. 9.

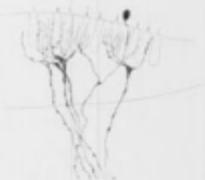


Fig. 10.



Fig. 11.



Fig. 12.



Fig. 13.



Fig. 16.



Fig. 14.



Fig. 15.



Fig. 17.



Tafel XVII.

Die Endigungen des Gehörnerven und die Zellen des Sulcus spiralis cochleæ.

Fig. 1. Senkrechter Schnitt durch eine *Crista acustica* des fünftägigen *Mus musculus* mit einigen gefärbten Nervenfasern (*n*), die im Epithel theils verästelt und frei endigen, theils scheinbar mit je einer ebenfalls gefärbten Haarzelle zusammenhängen.

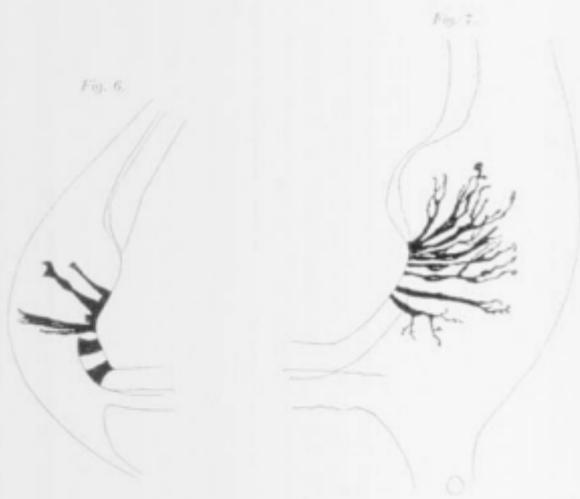
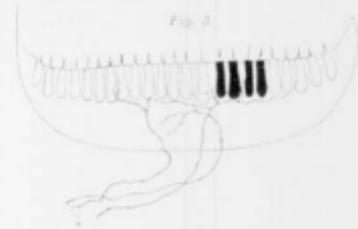
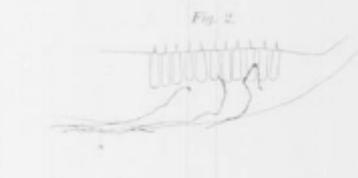
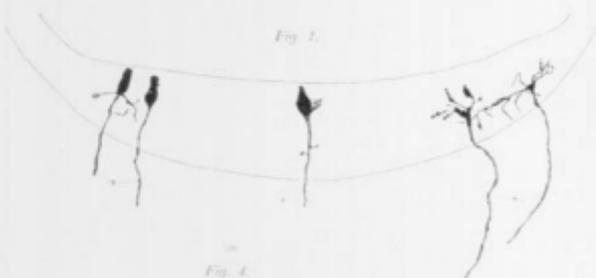
Fig. 2 und 3. Senkrechte Schnitte durch eine *Macula*, resp. *Crista acustica* eines 25 Mm. langen jungen *Lochus*. — *n*, Nervenfasern, die in das Sinnesepithel emporsteigen und zwischen den Haarzellen mit freien Endigungen enden.

Fig. 4. Senkrechter Schnitt durch die *Schneckenaxe* eines sechs Tage alten *Mus musculus*.

- | | |
|--|--|
| <i>gt</i> — bipolare Ganglienzellen des Ganglion spirale, deren periphere Fortsätze die inneren Haarzellen (<i>ik</i>) des Corti'schen Organs verästelt umspinnen. | <i>en</i> — gefärbte Epithelzellen des inneren Wulstes. |
| <i>cp</i> — innere Corti'sche Pfeilerzelle, die gefärbt ist. | <i>cu</i> — Corti'sche Membran. |
| <i>kr</i> — gefärbte Hensen'sche Stützzelle. | <i>sv</i> — Stria vascularis. |
| | <i>lz</i> — verzweigte Zellen des Sulcus spiralis, die tief in die bindegewebige Wand hineindringen. |

Fig. 5–8. Senkrechte Schnitte der Aussenwand der *Schnecke* einer 7 Tage alten *Maus* (*Mus musculus*). Verschiedene Zellen des Sulcus spiralis und einige Zellen des angrenzenden Epithels sind von dem Chromsilber schwarz gefärbt worden. Man sieht die äusseren verzweigten Enden der Sulcuszellen tief in die bindegewebige Wand hineinragen.

Sämmtliche Figuren sind nach Golgi'schen Präparaten ausgeführt. Die Fig. 1–4 sind bei *Vér.* Obj. 6 und *Ocul.* 3 (ausgezog. Tubus), die Fig. 5–8 bei *Vér.* Obj. 6 und *Ocul.* 3 (eingeschob. Tubus) gezeichnet.



Tafel XVIII.

Die Nerven der Zähne

bei den Amphibien.

Fig. 1–5. Zähne der Larve von *Salamandra maculata*. — Fig. 1–3 Zähne mit dem umgebenden Gewebe der Mundschleimhaut, in dem Höhlen (*k*) vorhanden sind.

- zn* — Zahnnerven, die von dem Nervenbündel (*nb*) in den Zahn emporsteigen, sich dort verästeln und frei endigen.
pele — peridentäre, im umgebenden Epithel frei endigende Nervenfasern.
ce — andere gewöhnliche Epithelnerven.

Fig. 6. Senkrechter Schnitt durch die Schleimhaut der Mundhöhle der Salamanderlarve mit im Epithel sich verästelnden und frei auslaufenden Nervenfasern, die von den unterliegenden Nervenbündeln (*nb*) emporsteigen.

Sämtliche Figuren sind nach Golg'schen Präparaten bei Ver. Obj. 6 und. Ocul. 3 (ausgezog. Tubus) gezeichnet.

Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.



Fig. 5.



Fig. 6.



Tafel XIX.

Die Nerven der Lungen und Lymphknoten.

Fig. 1—6. Partien der Lunge von einem 15 Cm. langen menschlichen Embryo. In den Fig. 1—4 sind die die Bronchialverzweigungen begleitenden und an ihnen endigenden, gefärbten Nervenfasern wiedergegeben. In den Fig. 2 und 3 ist das Lumen und das bekleidende Epithel theilweise angegeben. — In den Fig. 5 und 6 sind Durchschnitte von Alveolen mit dem theilweise gefärbten Epithel wiedergegeben.

Fig. 7. Partie eines das schmale Blutgefäss (*bg*) begleitenden Nervenbündels (*n*) aus einem Lymphknoten eines 5 Tage alten Hundes. Rechts läuft das Nervengeflecht frei aus. Von der Uebergangszone zwischen den Marksträngen und Foliikeln.

Die Figuren sind nach Golg'schen Präparaten ausgeführt.

Die Fig. 1 ist bei Ver. Obj. 2 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus), die Fig. 2—6 sind bei Ver. Obj. 6 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus), die Fig. 7 bei Ver. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus) gezeichnet.

Fig. 1.



Fig. 2.

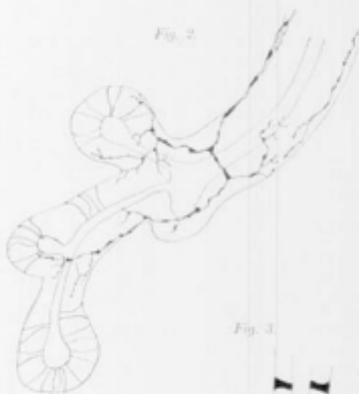


Fig. 3.

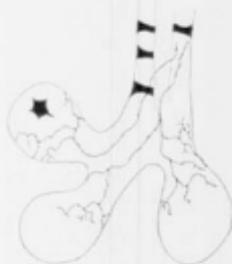


Fig. 4.



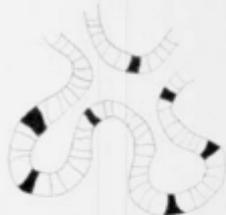
Fig. 5.



Fig. 7.



Fig. 6.



Tafel XX.

Die Iris des Menschen.

Fig. 1. Die Pupillazone eines senkrechten Radialschnittes von der Iris eines jungen Mannes.

- | | |
|---------------------------------------|---|
| <i>b</i> — vordere Grenzschicht. | <i>d</i> — hintere Begrenzungsschicht (=Dilatator). |
| <i>g</i> — Gefäßschicht (Irisstroma). | <i>r</i> — hintere Retinalschicht (Pigmentepithel). |
| <i>s</i> — Sphincter. | |

Einzelne Pigmentzellen sind hinter dem Sphincter sichtbar.

Behandl. mit Müller'scher Lösung, Hämatoxylin und Methyloosin. Gez. bei Ver. Obj. 2 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

Fig. 2. Vordere Partie eines senkrechten Tangentialschnittes. Behandl. mit Müller'scher Lösung, Hämatoxylin und Methyloosin. Gez. bei Ver. Obj. 7 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

- | | |
|--|--|
| <i>e</i> — vordere Endothelschicht. | |
| <i>b</i> — vordere Grenzschicht. | |
| <i>bg</i> — querschnittene Blutgefäße. | |

Fig. 3 und 4. Senkrechte Tangentialschnitte (dem Pupillarrande parallel) von der Iris eines 35-jährigen Weibes; Fig. 3 im Bereich des Sphincters, Fig. 4 weiter nach Linsen.

- | | |
|-------------------------------------|---|
| <i>e</i> — vordere Endothelschicht. | <i>s</i> — Sphincter. |
| <i>b</i> — vordere Grenzschicht. | <i>d</i> — hintere Begrenzungsschicht (=Dilatator). |
| <i>g</i> — Gefäßschicht. | <i>r</i> — hintere Retinalschicht. |

Behandl. mit Müller'scher Lösung, Hämatoxylin und Methyloosin. Gez. bei Ver. Obj. 2 und Ocul. 3 (halb ausgezog. Tubus).

Fig. 5–7. Partien des hinteren Umfanges von senkrechten Tangentialschnitten der Iris eines jungen Mannes. Behandl. mit Müller'scher Lösung, Hämatoxylin und Methyloosin. Fig. 5 und 6 bei Winkel's Imm. Obj. $\frac{1}{2}$ und Ocul. 3 (halb ausgezog. Tubus), Fig. 7 bei Ver. Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus) gezeichnet.

- | | |
|---|--|
| <i>d</i> — hintere Begrenzungsschicht (=Dilatator). | |
| <i>r</i> — hintere Retinalschicht. | |

Fig. 8. Hintere Partie eines Radialschnittes der menschl. Iris. Behandl. und Vergröss. wie in Fig. 7.

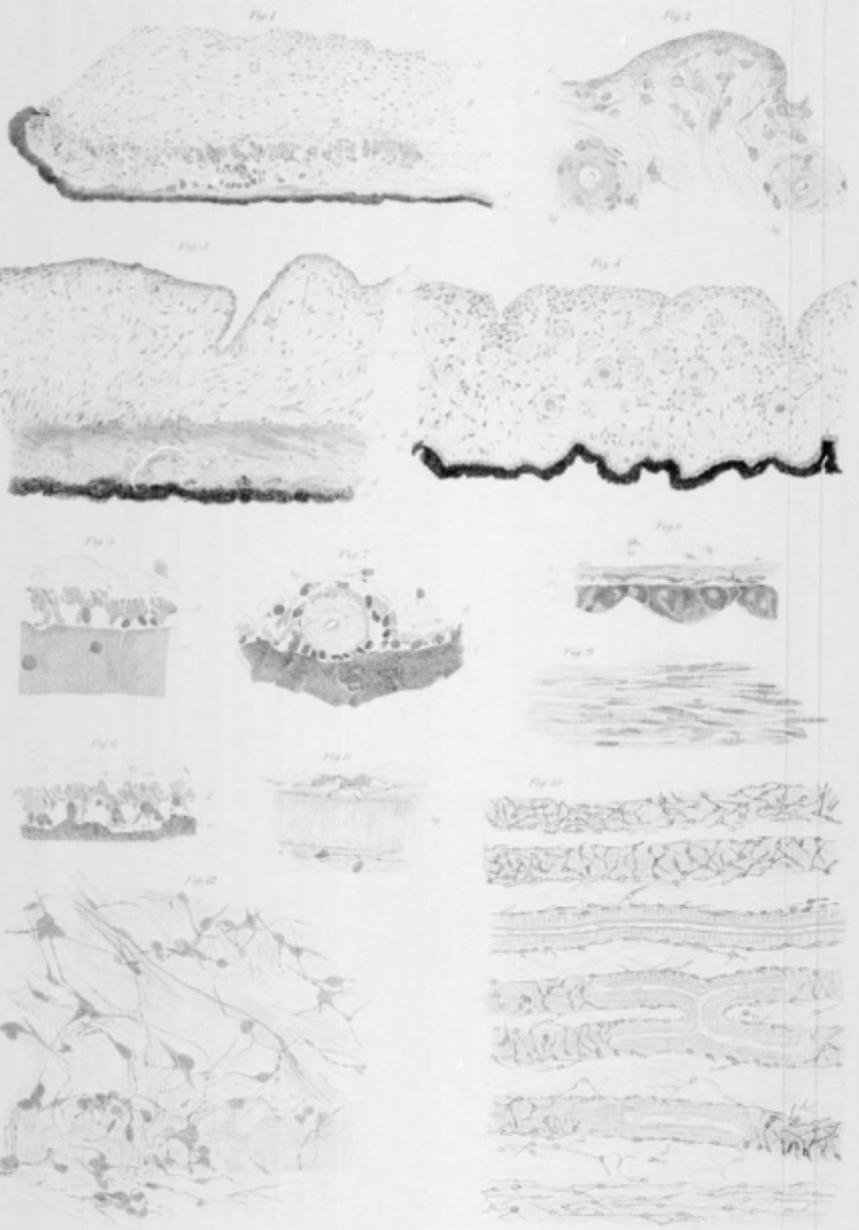
- | | |
|---|--|
| <i>d</i> — hintere Begrenzungsschicht (=Dilatator). | |
| <i>dr</i> — vordere Retinalschicht (Kerne und Pigment). | |
| <i>r</i> — hintere Retinalschicht. | |

Fig. 9. Partie der hinteren Begrenzungsschicht (=Dilatator), Flächenansicht von hinten her (nach Abtragung der hinteren Retinalschicht). Behandl. mit schwacher Chromkali-Lösung. Gez. bei Ver. Obj. 7 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

Fig. 10. Partie eines Flächenschnittes von der Iris eines erwachsenen Menschen; der Schnitt hat die Gefäßschicht getroffen und zeigt sieben Blutgefäße, die von ihren Scheiden und diese umspinnenden Stromazellen umgeben sind. Behandl. mit Müller'scher Lösung, Rosanilin und essigsaurem Kali. Gez. bei Ver. Obj. 2 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

Fig. 11. Kleine Partie einer der Länge nach getroffenen Gefäßscheide in Längsansicht; das Blutgefäß ist ausgefallen; *bg* bezeichnet die Ebene, in welcher es gelegen ist. Behandl. mit Müller'scher Lösung, Rosanilin und essigsaurem Kali. Bei Ver. Obj. 7 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus) gezeichnet.

Fig. 12. Partie eines Flächenschnittes von der Gefäßschicht der menschl. Iris, das Irisstroma mit seinen Fibrillenbündeln und verzweigten Bindegewebszellen darstellend. Behandl. und Vergröss. wie in Fig. 11.



Tafel XXI.

Die Iris des (albinotischen) Kaninchens und des Menschen.

Fig. 1. Partie eines senkrechten Radiärschnittes (ein klein wenig schief getroffen) von der Iris des erwachsenen *Kaninchens*. Behandl. mit Müller'scher Lösung, Rosanilin und essigsäurem Kali. Gez. bei Ver. Obj. 7 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

- b* — vordere Grenzschicht.
- g* — Gefäßschicht (Irisstroma).
- d* — hintere Begrenzungsschicht (=Dilatators), mit etwas schief getroffenen Bündeln.
- r* — hintere Retinalschicht (ohne Pigment).

Fig. 2. Partie eines ebensolchen Schnittes bei ausgezogenem Tubus gezeichnet, um das Irisstroma mit ihren Fibrillenbündeln, Saftlücken und Bindegewebszellen deutlicher zu zeigen.

Fig. 3–6. Hintere Partien von Tangentialschnitten der Iris des *Kaninchens*. Behandl. mit Müller'scher Lösung, Hämatoxylin und Methylrosin. Fig. 3 bei Ver. Obj. 7 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus), Fig. 4–6 bei Winkel's Imm. Obj. $\frac{1}{14}$ und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus) gezeichnet.

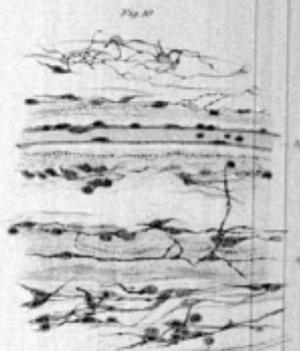
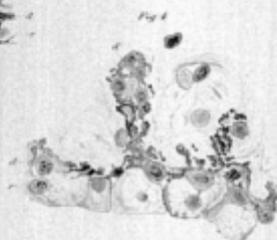
- d* — quer getroffene Bündel der inneren Begrenzungsschicht (=Dilatators).
- d'* — von derselben Schicht nach vorn hin abgetrennte Bündel.
- r* — hintere Retinalschicht (ohne Pigment).
- bg* — quer getroffene Blutgefäße.

Fig. 7–9. Partien der hinteren Schichten der Iris des *Kaninchens* nach Behandlung mit Goldchlorid. Fig. 7 Radiärschnitt; Fig. 8 Tangentialschnitt; Fig. 9 Flächenschnitt der hinteren Begrenzungsschicht.

- d* — Bündel der hinteren Begrenzungsschicht.
- r* — hintere Retinalschicht (ohne Pigment).
- n* — Nervenfasern.

Gez. bei Winkel's Imm. Obj. $\frac{1}{14}$ und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

Fig. 10. Partie eines Flächenschnitts von der Gefäßschicht der *menschlichen* Iris, das Irisstroma mit seinen Fibrillenbündeln, Stromazellen und Gefäßwänden darstellend. — *bg*, ein Blutgefäß in geöffneter Scheide; *bg'*, eine ungeöffnete Scheide von oben her. Behandl. mit Müller'scher Lösung, Rosanilin und essigsäurem Kali. Gez. bei Ver. Obj. 7 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).



Tafel XXII.

Die Entwicklung der nervösen Elemente im Rückenmark des Hühnchens.

Fig. 1 und 2. Ventrale Partie der Querschnitte des Rückenmarks von drei-tägigen Hühnerembryonen.

m, m' — motorische Zellen der Vorderhörner.

s — Strangzelle.

Die übrigen gefärbten Zellen sind Ependymzellen.

Fig. 3. Ventrale Partie eines Querschnitts vom Rückenmark eines 4-tägigen Hühnerembryos.

m — motorische Zellen der Vorderhörner.

k — Wachstumskeule.

s — Strangzelle.

Fig. 4. Ventrale Partie eines Querschnitts vom Rückenmark eines 4-tägigen Hühnerembryos.

m, m' — motorische Zellen der Vorderhörner.

k — Wachstumskeule.

Einige Ependymzellen sind wiedergegeben.

Fig. 5 und 6. Zwei Querschnitte vom Rückenmarke 4-tägiger Hühnerembryonen. Die einzelnen Zellen sind zum Theil aus verschiedenen Präparaten eingezeichnet.

m — motorische Zellen der Vorderhörner.

s — Strangzellen.

c — Commissurenzellen der lateralen Region.

ck, ck' — Commissurenzellen der dorsalen Region, theilweise mit Wachstumskeule (*k*).

sv — Zellen und Zellenfortsatz spinaler Ganglien der hinteren Wurzel.

Die Figuren sind nach Golgi'schen Präparaten bei Ver. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus) gezeichnet.

Fig. 1.

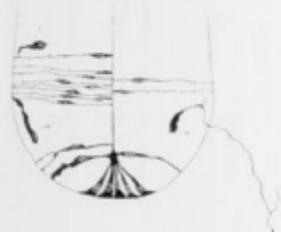


Fig. 3.



Fig. 2.

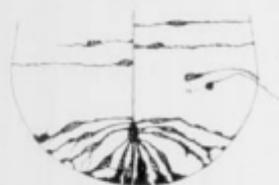


Fig. 4.

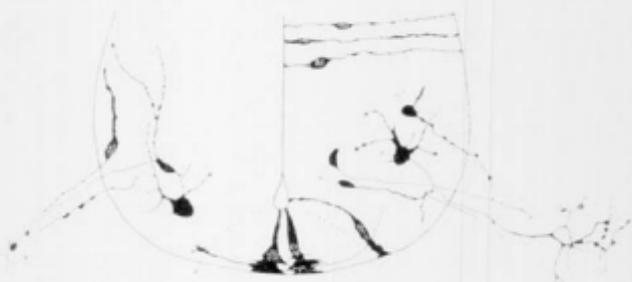


Fig. 6.

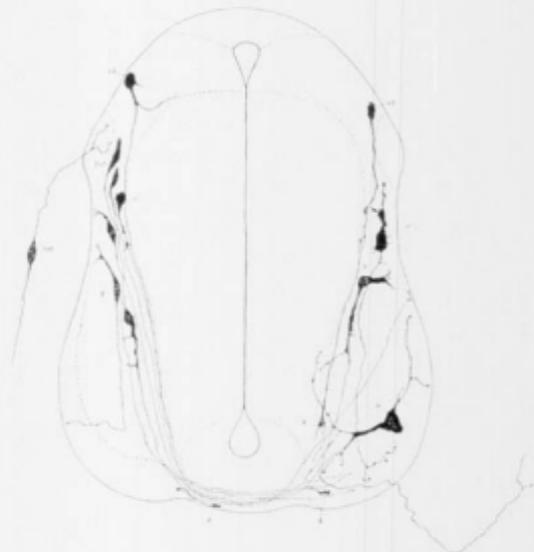
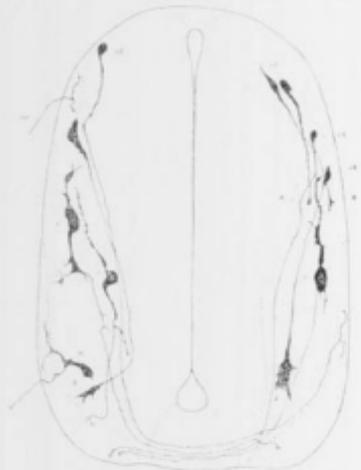


Fig. 5.



Tafel XXIII.

Die Entwicklung der nervösen Elemente im Rückenmark des Hühnchens.

Fig. 1. Querschnitt vom Rückenmark eines $4\frac{1}{2}$ Tage alten Hühnerembryos. Die Figur ist aus mehreren Präparaten zusammengestellt.

- m* — motorische Zellen der Vorderhörner.
- k* — Commissurenzellen in der dorsalen Region.
- l* — Wachstumskende.

In dieser Figur sind übrigens verschiedene Strangzellen und Commissurenzellen in der lateralen Region dargestellt. Links sieht man ein Ganglion der hinteren Wurzel mit mehreren bipolaren Ganglienzellen, deren centrale Fortsätze in den Hinterstrang hinein verfolgt werden kann, wo sie sich dichotomisch theilen.

Fig. 2. Ventrale Partie eines Querschnitts vom Rückenmark eines 5-tägigen Hühnerembryos.

- c* — Commissurenzellen.
- s, s'* — Strangzellen.

Fünf Ependymzellen sind im vorderen Ependymkeil wiedergegeben.

Fig. 3. Die Antero-Lateralregion eines Querschnitts vom Rückenmark eines 5-tägigen Hühnerembryos.

- m* — motorische Zellen.
- s* — Strangzelle.

Zwei Ependymzellen sind dargestellt.

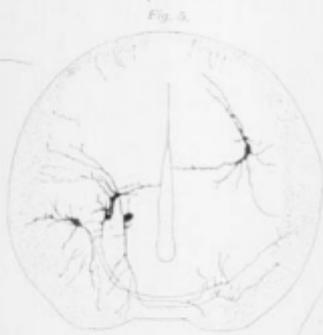
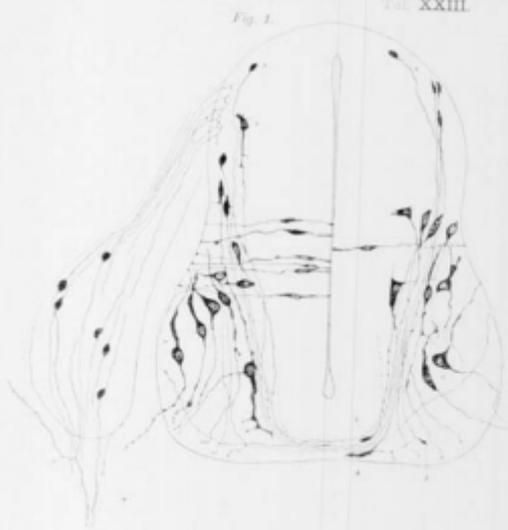
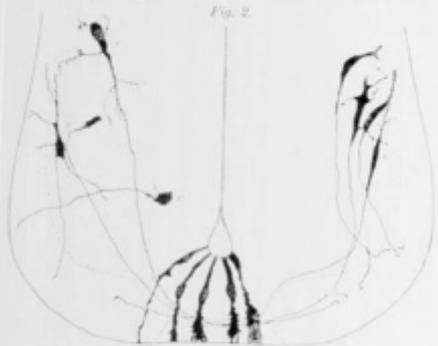
Fig. 4. Querschnitt vom Rückenmark eines 8-tägigen Hühnerembryos. — *m*, motorische Zelle des Vorderhorns. Rechts ist im Vorderhorn eine v. Leubosch'sche Zelle wiedergegeben, die ihren Axencylinderfortsatz in die hintere Wurzel (*ax*) derselben Markhälfte schiebt.

Fig. 5. Querschnitt vom Rückenmark eines 8-tägigen Hühnerembryos mit einer Strangzelle (*s*) und drei Commissurenzellen (*c*), von deren Axencylinderfortsätzen Seitenäste ausgehen. Eine Commissurenzelle und die Strangzelle schicken einen Protoplasmfortsatz bis zum Centralkanal hinein. Einige Collateralen sind sichtbar.

Fig. 6. Partie eines Querschnitts vom Rückenmark eines 8-tägigen Hühnerembryos, mit Collateralen, die von den Fasern des Vorder-, Seiten- und Hinterstranges abgehen.

Fig. 7. Partie vom Querschnitt eines sympathischen Ganglions mit fünf Ganglienzellen in einem verschiedenen Stadium der Entwicklung; bei allen lässt sich der Axencylinderfortsatz nicht nur bis zu der sensiblen Wurzel, sondern auch in ihr eine Strecke centralwärts verfolgen; die Protoplasmafortsätze der Zellen sind an zwei Zellen noch nicht, an den übrigen in dem ersten Stadium der Entwicklung vorhanden.

Die Figuren sind nach Golgi'schen Präparaten wiedergegeben. Die Fig. 1, 2, 3, 6 und 7 sind bei Ver. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus), die Fig. 4 und 5 bei Ver. Obj. 6 und Ocul. 1 (eingeschob. Tubus) gezeichnet.



Wid. v. World Berlin.

Trigon. Berlin-Toronto.

Wid. v. J. C. C. C.

Tafel XXIV.

Das Gehirn von Myxine.

Fig. 1. Das Gehirn von der dorsalen Seite gesehen und in 7maliger Vergrößerung wiedergegeben. Das periphere Riechorgan (*ro*) ist vorn in situ gelassen. — *Fig. 1 a.* Das Ganglion habenulae (*gh*) in dorsaler Ansicht.

Fig. 2. Dasselbe Gehirn von der ventralen Seite gesehen.

Fig. 3. Dasselbe von der lateralen (linken) Seite gesehen.

Fig. 4. Vordere Partie des Gehirns von der ventralen Seite gesehen. Der Sack des Processus infundibuli und das periphere Riechorgan sind abgetragen worden. 7malige Vergrößerung.

Fig. 5. Der Processus infundibuli in der lateralen Ansicht (von links). 7malige Vergrößerung.

Fig. 6. Sagittaler Durchschnitt des Kopfes (in der Medianebene), mit dem Gehirn in situ. 4malige Vergrößerung.

Fig. 7. Sagittaler (medianer) Durchschnitt des in der Schädelkapsel in situ befindlichen Gehirns. Das centrale Ventrikel-system ist in dieser Figur wiedergegeben. Ebenso der Processus infundibuli und die Hypophyse. 16malige Vergrößerung.

Fig. 8. Frontalschnitt des Riechhirns; die rundlichen dunklen Gebilde deuten die Glomeruli olfactorii an.

Fig. 9 und 10. Frontalschnitte des Vorderhirns, der letztere im hinteren Theile getroffen, weshalb das Ganglion habenula zwischen den beiden Hälften als knopförmiger Vorsprung sichtbar ist. Die der Oberfläche der beiden Stammganglien (=Corpora striata) parallelen, dunklen Bländer sind in den Carniepräparaten durch eine stärker röthliche Farbe angegeben.

Für die Figuren dieser Tafel gemeinsam gültige Bezeichnungen:

<i>rh</i> — Riechhirn.	<i>s</i> — Spinalnerven (dorsale Wurzeln mit Ganglien).
<i>v</i> — Vorderhirn.	<i>gh</i> — Ganglion habenulae.
<i>m</i> — Mittelhirn.	<i>pl</i> — Processus infundibuli; <i>pl'</i> , Hinterende desselben.
<i>h</i> — Hinterhirn.	<i>hi</i> — Höhle des infundibulum.
<i>n</i> — Nachhirn.	<i>hp</i> — Hypophyse.
<i>ro</i> — Peripheres Riechorgan mit Knorpelgerüst.	<i>hc</i> — Höhle des Vorderhirns.
<i>a</i> — Auge.	<i>v</i> — Vierter Ventrikel.
<i>o</i> — Opticus.	<i>av</i> — Aqueductus vestibuli.
<i>t', t'', t'''</i> — Trigeminosaeste mit Ganglien.	<i>sp</i> — Furche zwischen Hinterhirn und Nachhirn.
<i>f</i> — Facialis (wahrscheinlich).	<i>r</i> — Rückenmark.
<i>ac</i> — Acusticus.	<i>ch</i> — Chorda dorsalis.
<i>va</i> — Vagus; <i>va'</i> sensibler Vagusast (wahrscheinlich).	

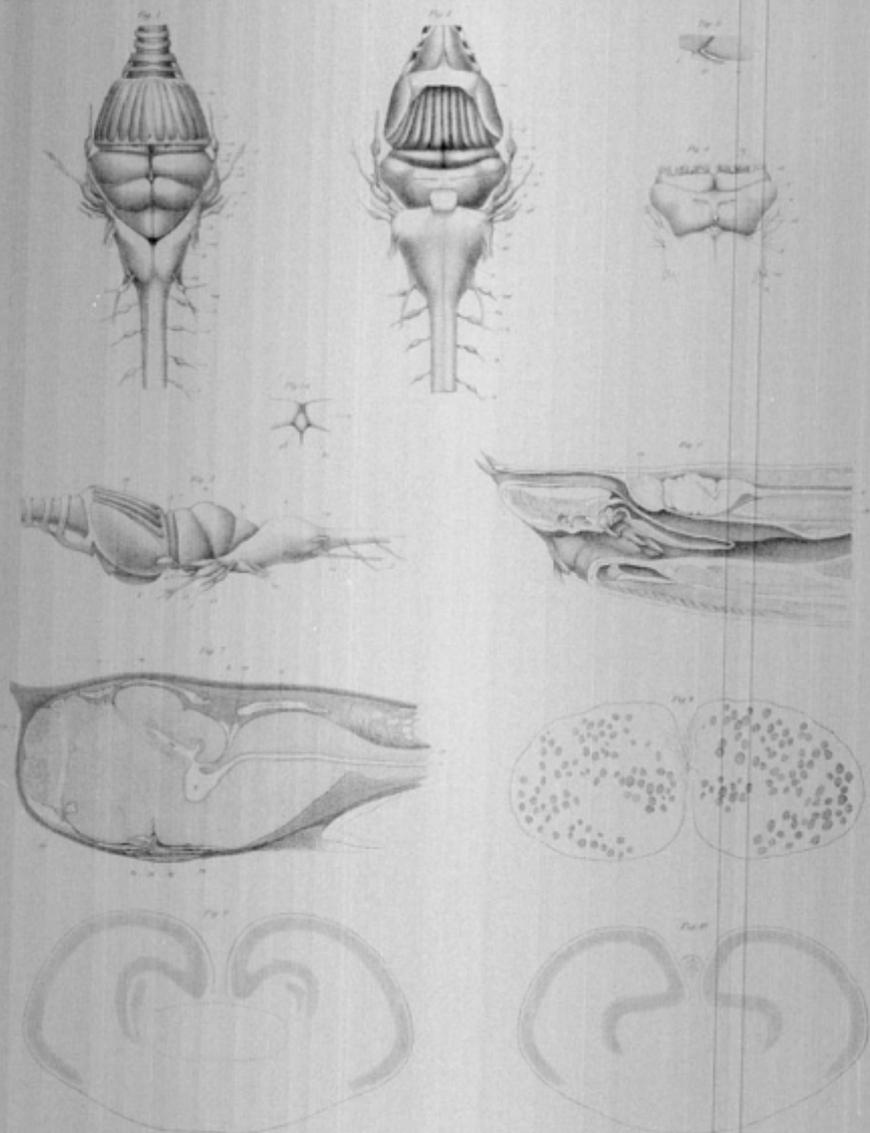


Fig. 1. 7 per. 1. Fig. 2. 20 per. 1. Fig. 3. 20 per. 1. Fig. 4. 20 per. 1. Fig. 5. 20 per. 1. Fig. 6. 20 per. 1. Fig. 7. 20 per. 1. Fig. 8. 20 per. 1. Fig. 9. 20 per. 1. Fig. 10. 20 per. 1.

Tafel XXV.

Gehirn und Rückenmark von Myxine.

Fig. 1—8. Querschnitte (Frontalschnitte des Gehirns von *Myxine* (Fortsetzung der auf der Taf. XXIV begonnenen Reihe von vorn nach hinten). — *Fig. 1.* Frontalschnitt vom Mittelhirn, an dessen unterem Umfang die Höhle des Infundibulum sichtbar ist; — *Fig. 2—4.* Schnitte durch das Hinterhirn und die an dessen beiden Seiten belagerten Schenkel des Nachhirns (in der *Fig. 2* ist in *m* nur der eine — linke — Schenkel vorhanden, indem der Schnitt nicht ganz frontal getroffen hat); in den drei Figuren ist der Centralkanal, resp. der Aqueductus Sylvii und der vierte Ventrikel sichtbar; — *Fig. 5 und 6.* Schnitte durch das Nachhirn; — *Fig. 7 und 8.* Schnitte durch den Uebergangstheil zum Rückenmark.

Fig. 9 und 10. Drei *Glosseruli olfactorii* aus dem Riechhirn von *Myxine*; — *a*, Olfactoriusfasern; — *m*, Mitralzellenfortsatz. Golg'sche Färbung. Gez. bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

Fig. 11 und 12. Querschnitte vom Centralkanal des Hinterhirns von *Myxine* mit einigen gefärbten Ependymzellen. Golg'sche Färbung. Gez. bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 13. Partie vom vorderen Ende des Rückenmarks von *Myxine* in Dorsalansicht. — *k*, Rand der äusseren Hülle; — *s*, sensible Wurzel mit Y-förmig getheilten Fasern; — *a*, ungetheilte Faser der sensiblen Wurzel; — *m*, Centralkanal. Golg'sche Färbung. Bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus) gezeichnet.

Fig. 1.



Fig. 2.

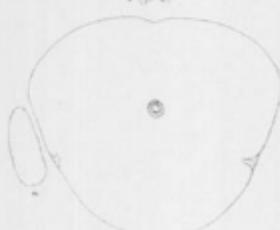


Fig. 3.



Fig. 4.



Fig. 5.

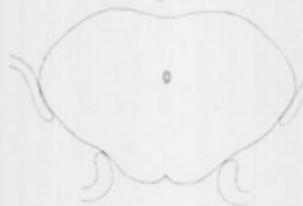


Fig. 6.



Fig. 7.



Fig. 8.



Fig. 9.



Fig. 10.

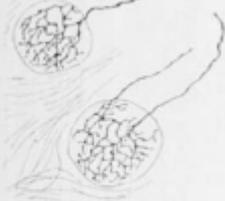


Fig. 11.



Fig. 12.

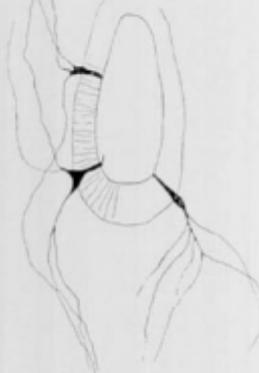


Fig. 13.



Tafel XXVI.

Das Auge von Myxine.

Fig. 1. Sagittalschnitt des Auges.

Fig. 2. Hintere Partie eines Sagittalschnitts mit dem Opticuseintritt.

Fig. 3 und 4. Querschnitte (Frontalschnitte) des Auges.

Fig. 5. Partie der Cylinderzellschicht (Sinnesepithelschicht) von der Oberfläche gesehen.

Fig. 6 und 7. Kleine Partien von der Peripherie des Auges, mit je einer gefärbten Nervenzelle.

Fig. 8. Längsschnitt (Sagittalschnitt) des Auges mit dem von unten um den Trigemissus herum emporsteigenden Opticus.

Fig. 9. Querschnitt (Frontalschnitt) des Auges.

Gemeinsame Bezeichnungen:

kk — bindegewebige Kapsel des Auges.

p — Pigmentzellschicht.

sp — Spaltenraum (der primären Augenblase).

st — Cylinderzellschicht (»Sinnesepithel«).

n — Umschlagstelle der äusseren und inneren Epithelschicht.

f — Falte mit bindegewebigem Fortsatz.

o — Opticus.

k — Glaskörperhöhle.

Die Fig. 1–7 sind nach Golgi'schen Präparaten wiedergegeben. Die Fig. 1–4 sind bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 1 (eingeschob. Tubus), die Fig. 5–7 bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus) gezeichnet.

Die Fig. 8 und 9 sind nach Chromsäurepräparaten wiedergegeben; die Fig. 8 ist bei Leitz' Obj. 3 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus), die Fig. 9 bei Leitz' Obj. 7 und Ocul. 1 (eingeschob. Tubus) gezeichnet.

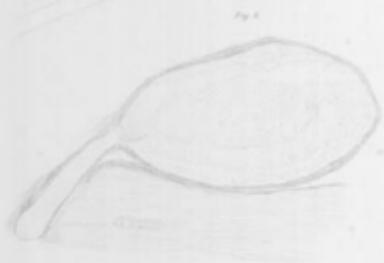
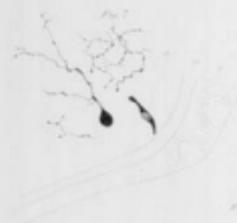
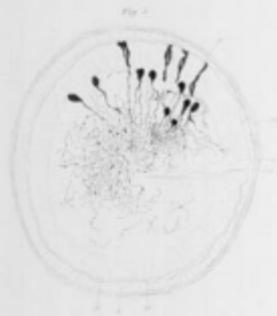
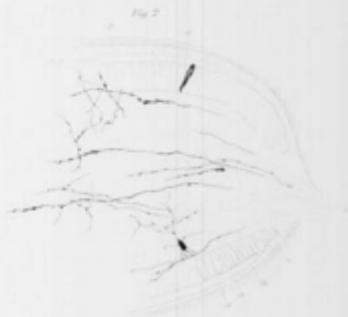


Fig. 1-9. *Ascaris* (Linn.) (Cuv.) (Cuv.) (Cuv.) (Cuv.) (Cuv.) (Cuv.) (Cuv.) (Cuv.) (Cuv.)

Tafel XXVII.

Die Geschmacksknospen bei *Petromyzon fluviatilis*.

Fig. 1. Querschnitt (Frontalschnitt) von *Ammocoetes* in der Gegend des Branchialraums. Schwache Vergrößerung.

d — Diaphragmen.

k — Geschmacksknospen.

r — Rückenmark.

Fig. 2. Zwei Diaphragmen von *Ammocoetes* (*d, d*) mit ansitzenden Branchialzweigen und Geschmacksknospen (*k, k*); *k'* stellt eine durch den Schnitt abgetrennte Knospe dar. Sagittalschnitt. Gez. bei Leitz' Obj. 3 (halb abgeschraubt) und Ocul. 3.

Fig. 3. Eine Geschmacksknospe von dem *Ammocoetes* in senkrechtem Durchschnitt. Gez. bei Leitz' Obj. 7 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

Fig. 4. Partie des Branchialraums von *Ammocoetes*; Frontalschnitt. Gez. bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

k — Geschmacksknospen mit theilweise gefärbtem Epithel.

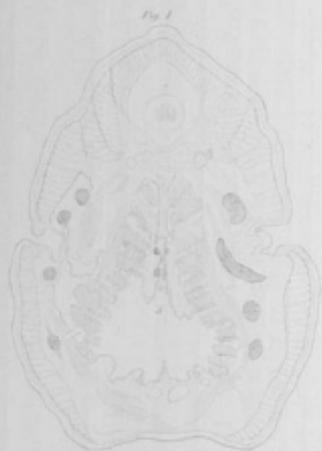
n — Nervenbündel und von ihnen sich abzweigende Nervenfasern, die in dem die Knospen umgebenden Epithel sich verästeln und dort frei endigen.

f — Schleimhautfalten ohne Knospen.

kn — das nächst obere Knospenpaar.

Fig. 5. Geschmacksknospe von *Ammocoetes* in senkrechtem Durchschnitt. — *n* Nervenfasern. Gez. bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

Die Fig. 1—3 sind nach Präparaten gezeichnet, die mit Flemming'scher Mischung, Hämatoxylin und Methylösin behandelt sind. Die Fig. 4 und 5 sind nach Golgi'schen Präparaten gezeichnet.



Durch *Samson & Wallin* in *Stockholm* sind zu beziehen:

Studien in der Anatomie Des Nervensystems und des Bindegewebes

von AXEL KEY und GUSTAF RETZIUS.

Erste Hälfte. Mit 39 Tafeln. Stockholm 1875. Preis: 160 Mark.
Zweite Hälfte, Erste Abtheilung. Mit 36 Tafeln. Stockholm 1876. Preis: 150 Mark.

ANATOMISCHE UNTERSUCHUNGEN

von GUSTAF RETZIUS.

Erste Lieferung: Das Gehirnen der Knochenfische. Mit 5 Tafeln. Stockholm 1872. Preis: 13 Mark.

FINSKA KRANIER

jemte några natur- och literaturstudier inom andra områden af finsk antropologi
af GUSTAF RETZIUS.

Mit vielen Holzschnitten und Tafeln. Stockholm 1878.
Preis: auf starkem Papier 50 Mark, auf schwächerem 36 Mark.

DAS GEHÖRORGAN DER WIRBELTHIERE

Morphologisch-histologische Studien

von GUSTAF RETZIUS.

- I. Das Gehörorgan der Fische und Amphibien. Mit 35 Tafeln. Stockholm 1881. Preis: 100 Mk.
- II. Das Gehörorgan der Reptilien, der Vögel und der Wirbelthiere. Mit 39 Tafeln. Stockholm 1882. Preis: 120 Mark.

BIOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN

HERAUSGEGEBEN

von Prof. Dr. GUSTAF RETZIUS.

1. Jahrgang 1881 mit XIV Tafeln. Stockholm 1881. Preis: 12 Mark.
2. Jahrgang 1882 mit VIII Tafeln. Stockholm 1882. Preis: 12 Mark.

BIOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN

von Prof. Dr. GUSTAF RETZIUS

Neue Folge, I. Mit 18 Tafeln.

Inhalt: 1. Zur Kenntnis des Nervensystems der Crustaceen. 2. Muskelzelle und Sarcolemma. 3. Das Nigma reticulé des menschlichen Eis. 4. Ein s. g. Caudalfaser bei *Myxine glutinosa*. 5. Ueber die Ganglienzellen der Cerebrinalganglien und über subcutane Ganglienzellen bei *Myxine glutinosa*. Stockholm 1898. Preis: 36 Mark.

Neue Folge, II. Mit 16 Tafeln.

Inhalt: 1. Zur Kenntnis des centralen Nervensystems der Würmer. 2. Zur Kenntnis des centralen Nervensystems von *Amphioxus lanceolatus*. 3. Zur Kenntnis des centralen Nervensystems von *Myxine glutinosa*. Stockholm 1891. Preis: 30 Mark.

Neue Folge, III. Mit 23 Tafeln.

Inhalt: 1. Das Nervensystem der Lanthierchen. 2. Die nervösen Elemente der Kleinhirnrinde. 3. Die Endigungsweise des Rückenmark. 4. Die Endigungsweise des Gehirnnerven. 5. Die sensiblen Nervenzellenden in der Haut des Petromyzon. 6. Zur Kenntnis der motorischen Nervenzellenden. 7. Zur Kenntnis der Nerven der Milz und der Niere. 8. Ueber den Typus der sympathischen Ganglienzellen der höheren Thiere. 9. Ueber die Anfänge der Drüsenorgane und die Nervenzellenden in den Psychelarien des Mundes. 10. Ueber die Gallenkapillaren und den Drüsenbau der Leber. Stockholm 1892. Preis: 36 Mark.

Neue Folge, IV. Mit 27 Tafeln.

Inhalt: 1. Das sensible Nervensystem der Polychäten. 2. Das sensible Nervensystem der Mallophagen. 3. Die Nervenzellenden in dem Geschmacksorgan der Singetiere und Amphibien. 4. Die Nervenzellenden in den Endknochen, resp. Nervenzellenden der Fische und Amphibien. 5. Ueber die sensiblen Nervenzellenden in den Epithelen bei den Wirbelthieren. 6. Ueber die Nervenzellenden in den Haaren. 7. Ueber die neuen Positionen in der Lehre von der Einrichtung des sensiblen Nervensystems. 8. Kleinere Mittheilungen von dem Gebiete der Neurohistologie. 9. Weiters über die Gallenkapillaren und den Drüsenbau der Leber. Stockholm 1892. Preis: 36 Mark.