

ZUR ENTWICKLUNG  
DER ZELLEN DES GANGLION SPIRALE ACUSTICI  
UND ZUR ENDIGUNGSWEISE DES GEHÖRNERVEN  
BEI DEN SÄUGETHIEREN.

Taf. XXIV und Taf. XXV, Fig. 1—4.

In dem im Jahre 1892 (24. Mai) erschienenen 3. Bande dieser Publikation<sup>1</sup> veröffentlichte ich die Resultate meiner Untersuchungen über die Endigungsweise des Gehörnerven, die ich mittelst der Golgi'schen Methode gewonnen hatte. Diese Untersuchungen betrafen die Verhältnisse bei *Vögeln* (Hühnchen) und *Säugethieren* (Maus), und zwar nicht nur die *Cristæ* und *Maculae acusticæ*, sondern auch die *Cochlea*, resp. das *Cortische Organ*. Im Anschluss an meine älteren eingehenden Forschungen über das Gehörorgan der Wirbelthiere und die Endigungsweise des Gehörnerven (1871—1885) hatte ich nun mittelst der Golgi'schen Färbungsmethode noch bestimmter und definitiver nachweisen können, dass die in das Hörepithel eindringenden und sich dort verästelnden Nervenfasern des Acusticus in der Umgebung der Haarzellen mit *freien* Enden endigen und in keinem direkten Zusammenhang mit diesen Zellen stehen. In den *Maculae* und *Cristæ acusticæ* dringen vielmehr manche Fasern zwischen den Haarzellen hoch nach der Oberfläche hin empor. Alle diese Fasern entsprechen den Endigungen der peripherischen Fortsätze der bipolaren Nervenzellen des Ganglion acustici. In der *Cochlea* der Maus konnte ich *zwei Arten von Endigungen* der Nervenfasern demonstrieren, nämlich eine, wo die Fasern sich gleich nach dem Eintritt in das Cortische Organ verästeln, radiär auslaufen und enden und eine andere, wo sie unverzweigt zwischen die äusseren Haarzellen auslaufen, sich dort umbiegen und spiralig in der Schnecke weiter ziehen, um nach einem gewissen Verlauf zwischen den Haarzellen zu endigen.

Auf dem im darauf folgenden Monat stattgefundenen Anatomencongresse in Wien besprach ich diese Verhältnisse nochmals. Dabei erwähnte auch VAN GEHUCHTEN<sup>2</sup>, dass er, unabhängig von mir, in Betreff der Endigungsweise des Gehörnerven im Ganzen ähnliche Verhältnisse angetroffen hatte; noch in demselben Jahre erschien seine Mittheilung darüber.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> GUSTAF RETZIUS, Die Endigungsweise des Gehörnerven. Biolog. Untersuchungen. N. F., Bd 3, 1892.

<sup>2</sup> A. VAN GEHUCHTEN, Contribution à l'étude des ganglions cérébro-spinaux. Bull. de l'Acad. d. Sciences de Belgique, août 1892 — La Cellule T. 8, 2, 1892.

<sup>3</sup> In dem Mai-Heft des Anatom. Anzeigers im darauf folgenden Jahre erschien eine Mittheilung von dem Amerikaner AYERS (H. AYERS, Ueber das peripherische Verhalten der Gehörnerven und den Wert der Haarzellen des Gehörorganes. Anatom. Anzeiger, 8. Jahrg, N:o 12 & 13, 13 Mai 1893), in welcher der direkte Zusammenhang zwischen Nervenfasern und Haarzellen noch ein mal auf das bestimmteste urgirt wurde. Er behauptete, dass meine Resultate von einer »unvollständigen Färbung« der Präparate herrühren; die Nervenfasern seien nicht bis zum morphologischen Ende gefärbt. »Meine Erfahrungen mit dieser Methode«, sagt er, »unterstützen die Retzius'schen Behauptungen in keinem Fall, im Gegentheil zeigen sie unwiderleglich, dass, wo ein unzweifelhaftes Ende der terminalen Verzweigung der Gehörnerven vor uns liegt, es stets mit einer Epithelialzelle verbunden ist — eine Schlussfolgerung, die diametral der des schwedischen Anatomen gegenübersteht. Ich möchte betonen, dass die Endigungsweise der Riech- und Hörnerveu principiell dieselbe ist.« Er erwähnt dann sein Erstaunen über meine Figuren und findet es noch unbegreiflicher, dass auch VAN GEHUCHTEN dasselbe bestätigte. »Ueberzeugt, dass ihre Präparate unvollständig gefärbt sind — denn sie zeigen nicht, was mit anderen Methoden darzustellen ist — liess ich«, sagt er, »mit dem Chromsilberverfahren eine Reihe von Ohrpräparaten (meistentheils von Sus) herstellen. In denselben ist die Continuität der Nervenfasern mit den Haarzellen äusserst klar hervorgebracht.« »In gut gelungenen Golgi'schen Präparaten sind Hunderte Zellen des Corti'schen Organes wohl gefärbt und viele zeigen die Nervenendigung. ... Aus der Mitte der Basis einer jeden Zelle geht eine Nervenfasern hervor, welche man in günstigen Fällen durch eine Zelle des Ganglion cochleare verfolgen kann.« Er beschreibt dann

Noch in demselben Jahre wurde die freie Endigungsweise des Gehörnerven in den Maculæ und Cristæ acusticæ auch von NIEMACK, welcher mit der Methylenmethode beim Frosch, und von RAMÓN Y CAJAL, der mit der Chromsilbermethode bei der Maus arbeitete, dargelegt. Der letztere Forscher<sup>1</sup> sah die Nervenfasern sich vor, bei und nach ihrem Eintritt in das Epithel der Crista theilen und ihre Aeste in demselben hoch und fast senkrecht emporsteigen und frei endigen. Ausserdem sah er noch ein Nervenbündel an das Dach der Ampulle hinantreten und im Epithel verästelt endigen.

Ich hatte während des Winters 1893 meine Untersuchungen über die Endigungsweise des Gehörnerven fortgesetzt, und im Frühjahr (6. Juni) erschien eine neue Mittheilung von mir<sup>2</sup>, in welcher ich meine früheren Angaben sowohl in Betreff der Endigungen in der Cochlea wie in den Maculæ und Cristæ ac. der Säugethiere (diesmal bei *Mus decumanus*) bestätigte und durch eine Anzahl neuer Abbildungen erläuterte; ich stellte dabei auch die Endigungsweise der Nervenfasern an den inneren Haarzellen des Corti'schen Organs dar; in den Maculæ und Cristæ ac. hob ich noch schärfer hervor, dass eine bedeutende Anzahl der Faserenden zwischen den Haarzellen

die Radialfasern und erwähnt dabei u. A. »die peripherischen Zweige der Radialnerven, welche meiner Meinung nach durch die Theilung der Haarzellen ohne begleitende Theilungen der Nerven entstanden sind«. In Betreff des »Ganglion cochleare« sagt er: »Die meisten Ganglienzellen sind bipolar, jedoch kommen Multipolarzellen nicht selten vor (Zellen mit 3—6 Fortsätzen)«. »Die Multipolarzellen erhalten mehrere Radialfasern und vereinigen dieselben in einen Körper und geben nur eine einzige Centrifaser ab. Die Centrifaser kann auch eine peripherische Collaterale erhalten (resp. abgeben)«. Was die Haarzellen der Maculæ und Cristæ betrifft, sind nach AYERS ihre Haarzellen »leicht färbbar im Zusammenhang mit ihren Nervenfasern, und die Verhältnisse sind nicht fundamental verschieden von denen, welche für die Haarzellen der Schnecke oben angegeben sind«. Aus diesen Thatsachen, und einigen hier nicht referirten, zog nun AYERS u. A. folgende Schlüsse:

A. Dass die Haarzellen und ihre anhängenden Ganglienzellen eine einzige morphologische Einheit bilden — ein akustisches Element — welches zwischen oberflächlichen und centralen Punkten vermittelt.

B. Dass keine fundamentale Verschiedenheit zwischen akustischen und olfactorischen Elementen existirt.

C. Dass die sogenannten »Spiralfasern« nur kurze Strecken von Radialfasern sind, welche ihr Ziel nach umlaufendem Weg erreichen.

D. Dass alle Fasern des N. VIII, soweit es sicher dargestellt ist, ihren Ursprung in den Haarzellen nehmen. —

Ich habe diese mit viel Pretention hervorgebrachten Angaben des Herrn AYERS hier ausführlich angeführt, zwar nicht ihres eigentlichen Werthes wegen, sondern vielmehr um sie als illustratives und sogar abschreckendes Beispiel der Gefahr hervorzuheben, der ein junger Forscher ausgesetzt werden kann, wenn er ein schwieriges Gebiet der Histologie mit Methoden behandelt, welche er noch nicht beherrscht. Sowohl in Betreff der Golgi'schen wie der Ehrlich'schen Methode ist es mehrmals geschehen, dass Anfänger, welche mit diesen Methoden noch nicht vertraut waren und sie noch nicht auf verschiedenen Gebieten geprüft hatten, ihre Ergebnisse gar zu früh veröffentlichten. Herr AYERS scheint bei seinen betreffenden Untersuchungen sogar seine Präparationen mit der Golgi'schen Methode *nicht einmal selbst* ausgeführt zu haben: er »licess«, wie er ausdrücklich sagt, »mit dem Chromsilberverfahren eine Reihe von Ohrpräparaten (meistentheils von *Sus*) herstellen«.

Natürlicherweise ist es nicht meine Absicht, Jemand, auch wenn es ein noch nicht befähigter Anfänger sein sollte, das Recht abzusprechen, in wissenschaftlichen Dingen zu thun, was ihm beliebt. Die Wissenschaft steht jedem Arbeiter offen. Doch muss dieser dann, wenn er gar zu unreife Früchte pflückt, auch die Consequenzen tragen. Zeigt er sich nicht nur unerfahren, sondern tritt er auch unbescheiden auf, so wird ihm eine noch strengere Beurtheilung zu theil. Unrichtige Angaben, namentlich wenn sie mit grosser Bestimmtheit und Pretention als »Thatsachen« ausgegeben werden, bereiten der Wissenschaft stets *einigen* Schaden. Es kann zwar jeder Forscher irren, und es giebt wohl keinen, der nur richtige Befunde erbracht hätte; durch neue und vervollkommnete Methoden werden Gebiete, die man schon zu kennen geglaubt, neuer Beleuchtung unterworfen, und dabei zeigt sich manches, was man bereits als erledigt angesehen, anders gestaltet, manche Annahme sogar als irrig. Vieles, was schon lange für sicher gegolten, erweist sich vielleicht als unrichtig. Es ist daher die Pflicht eines jeden Forschers, bei der Veröffentlichung seiner Befunde vorsichtig zu sein, denn es macht anderen, wenn sie unrichtig sind, oft viel Mühe, sie zu widerlegen und zu beseitigen.

Dies ist zwar betreffs der Angaben des Herrn AYERS kaum erforderlich. Mehrere der bewährtesten Forscher auf dem Gebiete der modernen Nervenhistologie sind ja einstimmig gegen ihn. VAN GEHUCHTEN, RAMÓN Y CAJAL und VON LENHOSSÉK haben meine Angaben vollauf bestätigt.

Da ich durch eine sehr grosse Anzahl von Präparaten, die ich selbst von dem Gehörorgan von Repräsentanten der verschiedenen Wirbelthierclassen hergestellt, eine feste Ueberzeugung von der Richtigkeit der Befunde gewonnen habe, so fand ich es überflüssig, nach dem Erscheinen der Mittheilung des Herrn AYERS seinen Angaben direct entgegen zu treten, und dies um so viel mehr, als ich literarische Streitigkeiten nicht liebe und ich den Anatomischen Anzeiger meinestheils möglichst damit verschonen wollte. Nachdem ich aber später von Collegen erfahren habe, dass man von mir eine Beantwortung erwarte, habe ich diese nun hier gegeben.

Leider kann ich nicht umhin, hinzuzufügen, dass ich nicht »erstaunt« war, als ich die Mittheilung des amerikanischen Forschers las. Durch die Güte des Verfassers hatte ich etwas vorher sein grosses Buch »*A Contribution to the Morphology of the Vertebrate Ear, with a Reconsideration of its Functions*« zugeschickt bekommen. Ich muss gestehen, dass mich dieses Buch wahrhaft betrübtete. — Ich glaubte doch, dass durch die vieljährigen erusthaften Arbeiten von mir und Anderen Vieles in der Morphologie und Histologie des Gehörlabyrinthes als sichergestellt anzusehen war, bis — durch Herrn AYERS — manche unserer Errungenschaften, um die Worte eines berühmten Forschers zu gebrauchen, »leichten Sinnes völlig über Bord geworfen« wurden. Man braucht nur die Tafel XII des Buches anzusehen, wo »a view in perspective of a portion of the mammalian cochlear organ« dargestellt ist, und wo in der Beschreibung der Tafel folgendes versichert wird: »Many minor details of cochlear anatomy are left out to secure clearness of the picture, which is true to nature as far as it goes, and disputed points which have no definite and positive solution in my investigations are not introduced.«

Solche Fantasterien, welche dort und in den Schriften des Verfassers zu sehen sind, z. B. über die Bildung der Cortischen Membran aus den Haaren der Haarzellen, gehören doch beinahe zu dem Unerhörten. Ferner verweise ich auf den von ihm postulirten *directen* Zusammenhang der Nervenfasern mit den Haarzellen des Cortischen Organs. Ebenso auf die cirkuläre und büschelförmige Anordnung der Haare an den inneren und äusseren Haarzellen des Cortischen Organs. Ein Histolog, welcher in unserer Zeit solche »Thatsachen« hervorbringen kann, *der ist noch nicht befähigt, mit einem so schwierigen Gegenstand wie dem Gehörorgan zu arbeiten und weit und breit und mit grosser Ostentation darüber zu schreiben*. Solche fundamentale Sachen darf man doch nicht unbestraft »leichten Sinnes« umwälzen. Diese konnten schon seit langer Zeit manche meiner hiesigen Schüler beherrschen. Ich muss gestehen, dass das fragliche Werk keine Zierde der amerikanischen Wissenschaft ist.

Es ist mir unangenehm, dieses strenge Urtheil aussprechen zu müssen. Ich glaube es aber der Wissenschaft schuldig zu sein, denn solche Arbeiten wie die genannte des Herrn AYERS können, falls sie als Wahrheiten aufgenommen werden, unseres mühsam erworbenen Wissen wieder eine Strecke *zurück* führen. Ich glaube auch dazu befähigt zu sein, und fasse es als eine *Pflicht* auf, zu beurtheilen, da ich schon auf diesem Gebiete mit den verschiedensten Methoden während drei und zwanzig Jahren — und dabei während mehr wie sechs Jahre fast ausschliesslich — gearbeitet habe.

<sup>1</sup> S. RAMÓN Y CAJAL, Nuevo concepto de la Histología de los centros nerviosos. Revista de Ciencias Médicas de Barcelona. T. 18, 1892. Barcelona 1893. — Les nouvelles idées sur la structure du système nerveux chez l'homme et chez les vertébrés. Paris 1894.

<sup>2</sup> GUSTAF RETZIUS, Weiteres über die Endigungsweise des Gehörnerven. Biol. Untersuchungen von Gustaf Retzius, N. F., V, 5, 1893.

bis an die Nähe der Oberfläche des Epithels, zuweilen sogar bis an dieselbe emporsteigen. *Ein kontinuierlicher Zusammenhang zwischen den Nervenfasern und den Haarzellen ist nie vorhanden*, obwohl zuweilen Bilder vorkommen, welche einen solchen vortäuschen können. Endlich zeigte ich, dass auch bei den Fischen eine entsprechende *freie* Endigung der Nervenfasern des Gehörnerven vorhanden ist.

In demselben Jahre erschien nun eine Abhandlung von M. VON LENHOSSÉK,<sup>1</sup> welche einen von ihm schon am 24. Mai auf dem Anatomencongresse in Göttingen gehaltenen Vortrag wiedergab. In Betreff der Endigungsweise des Gehörnerven in den Maculae und Cristae acusticae war er durch seine Untersuchungen bei Säugern (der Maus) zu denselben Ergebnissen gekommen wie *ich*, VAN GEHUCHTEN und CAJAL. Stets sah er nur die *freie* Endigung der Fasern. Er unterschied im Hörephitel drei Zonen, eine Haarzellenzone, ein aus horizontal unter den Haarzellen reichlich verlaufenden Nervenfasern bestehendes Stratum plexiforme und eine die unteren Enden der Stützzellen umfassende Stützzellenzone. Während ihres Verlaufes unter den Haarzellen lassen die horizontalen Fasern von Stelle zu Stelle vertikale, vorwiegend aufsteigende Aeste aus sich hervorgehen; diese entspringen an zackig emporgezogenen, dreieckigen Stellen der Horizontalfasern, gewöhnlich mit einer kleinen Verdickung und steigen an den Haarzellen senkrecht nach der Oberfläche hin empor; sie sind an den Seitenflächen der Haarzellen eng angelöthet, und zwar bis zu wechselnder Höhe; die Mehrzahl findet wohl unterhalb der Mitte der Zellenhöhe ihr Ende, andere steigen bis in die Nähe der Oberfläche, in keinem Falle sah er sie bis direkt zur Oberfläche hinaufreichen. Ausserdem kommen auch absteigende Aeste vor. Was die Ganglienzellen des Acusticus betrifft, so sah VON LENHOSSÉK, dass ihre beiden Fortsätze die bei den Cerebrospinalganglien sonst gewöhnliche Rolle in der Hinsicht getauscht haben, indem der peripherische Fortsatz der zartere ist. Multipolare Formen konnte er weder in den Ganglien des N. vestibularis noch in denen des N. cochlearis jemals wahrnehmen.

Oben in diesem Bande habe *ich* noch die Endigungsweise der Nerven im Gehörorgan der *Reptilien* (Schlangen) dargestellt.

In *principieller* Hinsicht scheint wohl also die Frage von der peripherischen Endigung des Gehörnerven bei den Wirbelthieren durch mehrere der mit der Golgi'schen Methode vertrautesten Forscher erledigt zu sein. Meine früheren Angaben sind nicht nur durch meine eigenen neueren Untersuchungen precisirt und erweitert, sondern auch, zum Theil sogar unabhängig davon, von anderen Forschern — VAN GEHUCHTEN, RAMÓN Y CAJAL und VON LENHOSSÉK — bestätigt worden.

Wenn ich schon jetzt diese Frage wieder zur Besprechung aufnehme, so geschieht dies, weil ich theils einige Einzelheiten, in denen ich von den verehrten Collegen etwas abweiche, berühren, theils auch einige neuere Befunde mittheilen will.

Im vorigen Winter bemühte ich mich, die früheren, embryonalen Stadien der Nervenendigung im Gehörorgan noch eingehender zu verfolgen. Bei 2 Cm. langen Foetus von *Mus decumanus* gelang es mir in der That, schöne und erläuternde Bilder zu bekommen, und zwar sowohl in den Maculae und Cristae acusticae wie in der Cochlea.

In den *Maculae* und *Cristae* sind die Nervenfasernenden in diesem Stadium nicht nur in das Epithel hinausgetreten, sondern grossentheils schon bis in die Nähe seiner Oberfläche gelangt. In den Fig. 1—4 der Taf. XXV sind einige meiner Präparate wiedergegeben. In Fig. 1 liegt ein Querschnitt des Gehörorgans vor; wahrscheinlich stellt hier das Epithel dasjenige einer Macula dar, obwohl ich nicht recht verstehe, wie dieselbe getroffen ist, da das Epithel eingeknickt erscheint. Das Präparat war jedoch sehr gut und deutlich; die Nervenfasern drangen nach geschehener Verästelung mit ihren Enden in der von mir schon oft beschriebenen Weise zwischen den Haarzellen weit gegen die Oberfläche hin hinaus; sie zeigten oft Verdickungen an den Theilungsstellen und waren im Ganzen varikös-knotig. In den Fig. 3 und 4 sind andere Partien der Maculae abgebildet, in denen man entsprechende Verhältnisse wahrnehmen kann; hier sind aber, wie schon in der Fig. 1, mehrere Fasern noch nicht in der Nähe ihrer Endstationen angelangt; sie sind jedoch entweder schon unter den Enden der Haarzellen angekommen, oder auch theilweise noch auf dem Wege dahin, also in den tieferen Partien des Epithels. In der Fig. 2 ist eine Ampulle mit der Crista der Länge nach getroffen; hier sieht man eine Nervenfaser, in das Epithel eingetreten, sich dort wiederholt theilen und zwischen den Haarzellen, die unteren Theile derselben umfassend, eine verschieden weite Strecke emporsteigen, ohne, wie es scheint, die Endstationen erreicht zu haben.

<sup>1</sup> M. VON LENHOSSÉK, Die Nervenendigungen in den Maculae und Cristae acusticae. *Anatom. Hefte*, herausgeg. v. Merkel und Bonnet, 1893; Beiträge zur Histologie des Nervensystems und der Sinnesorgane von Michael von Lenhossék, 1894.

Bei der Untersuchung der *Schnecke* traten diese embryonalen Verhältnisse noch deutlicher hervor. In der Fig. 1 der Taf. XXIV habe ich einen Querschnitt des Schneckenganges vom 2 Cm. langen Foetus von *Mus decumanus*, und in den Fig. 2, 3 und 4 in etwas stärkerer Vergrößerung einige andere Partien der Schneckenwandung derselben Foetus wiedergegeben. Wie man hier sieht, sind die Nervenfasern noch nicht in das Epithel des noch ganz embryonalen Corti'schen Organes hinausgetreten, sondern mit ihren Endverästelungen noch auf dem Wege dahin.

Man braucht wohl keinen schlagenderen Beweis für die Richtigkeit des Principes der freien Verästelung der Nervenfasern des Acusticus im Gehörephel. Jedenfalls könnte ein direkter Zusammenhang derselben mit zelligen Elementen dieses Epithels, den Haarzellen, erst später eintreten, d. h. sekundär geschehen. Dies tritt noch prägnanter hervor, wenn man die Nervenzellen studirt, deren Fortsätze die fraglichen Nervenfasern sind. Fig. 1 zeigt vier solche bipolare Nervenzellen. Wenn man nun aber die in den Fig. 2, 3 und 4 abgebildeten Nervenzellen betrachtet, findet man zu seinem Erstaunen nicht nur bipolare Zellen, sondern auch solche mit zwei peripherischen Fortsätzen, und in den Fig. 5 und 7 sind noch einige derartige Zellen abgebildet.

Bei genauerer Durchmusterung erkennt man, dass hier eine ganze Reihe verschiedener Stadien vorliegt, die offenbar verschiedenen Entwicklungsformen der fraglichen Nervenzellen entsprechen. Es ist dies wirklich eine interessante Thatsache, weil dadurch eine auffallende — meiner Ansicht nach endgültige — Erklärung der Bedeutung der peripherischen Fortsätze der Nervenzellen des Acusticusganglions — und dadurch auch aller Cerebrospinalganglien — gegeben wird. Bekanntlich hat zuerst RAMÓN Y CAJAL, und im Anschluss an ihm VAN GEHUCHTEN, die Ansicht ausgesprochen, dass die peripherischen (sensiblen) Fortsätze der Spinalganglien als Dendritenfortsätze, die centralen dagegen als Axencylinder aufzufassen seien. Dieser Anschauungsweise bin ich schon längst beigetreten.

Hier, in frühen Entwicklungsstadien des Schneckenganglions, trifft man eine Reihe von Zellformen, über deren morphologisch zu classificirende Natur kaum ein Zweifel obwalten kann, wenigstens nicht wenn man dieselben nach ihrer Gestalt beurtheilt. Bei allen den auf der Taf. XXIV abgebildeten Zellen hat der centrale, hier zartere, unverästelte Fortsatz (*n*) den Charakter eines *Axencylinderfortsatzes*; bei mehreren in diesen Figuren wiedergegebenen Zellen läuft das entgegengesetzte Zellenende in zwei Fortsätze aus, die sogar (Fig. 4 und 7) nach sehr divergirenden Richtungen ziehen können. Bei anderen Zellen hinwieder ist diese peripherisch belegene Partie des Zellkörpers mit ihren Fortsätzen gleichsam von ihm ausgezogen und bald dick und breit, bald wieder schmaler; und von diesen Formen bekommt man eine ganze Reihe von Uebergangsformen zu den echt oppositipol-bipolaren, welche dem ausgebildeten Zustand entsprechen. Diese von dem Zellkörper selbst oder von einer ausgezogenen Partie desselben ausgehenden Fortsätze haben vollständig den Typus von *Dendritenfortsätzen*. Bei weiterer Entwicklung zieht sich die peripherische Partie des Zellkörpers immer mehr aus, bis sie schmal, fadenförmig wird und die Aeste erst am äussersten Ende trägt. Diese Aeste müssen aber morphologisch fortwährend den Dendriten entsprechen; ob man dann ihre zarte Verbindung mit dem Zellkörper noch als zu ihm gehörig betrachten will, was ja von vorn herein das Richtige wäre, das ist wohl eine Geschmackssache.

In der Literatur giebt es eine Angabe über »Multipolarzellen« im Ganglion cochleare. Sie rührt von demselben amerikanischen Verfasser, H. AYERS, her, dessen Arbeiten auf dem Gebiete des Gehörorgans ich hier oben so streng beurtheilt habe. Ich will gegen ihn gerne gerecht sein und ihm natürlicherweise da, wo er richtige Angaben gemacht hat, Recht geben. In der vorliegenden Frage scheint er wirklich eine richtige Beobachtung gemacht zu haben, obwohl er die »Multipolarzellen« nicht als *sich-entwickelnde bipolare Zellen* gedeutet hat. Auch erwähnt er an diesen Zellen 3—6 Fortsätze; mehr wie drei habe ich jedoch nicht gesehen und ich glaube auch kaum, dass hier mehr als zwei Dendriten vom Zellkörper selbst entspringen können.

Was nun die oben besprochene Entwicklung der Dendritenfortsätze vom peripherischen Zellkörperende und das spätere Ausziehen des letzteren betrifft, so kann ich nicht umhin, auf die von mir oben in der Abhandl. 2 kurz beschriebene Entwicklung der Kleinyramidenzellen der Grosshirnrinde hinweisen, wo ebenfalls oft vom Anfang an zwei getrennte Dendritenfortsätze vom peripherischen Zellkörperende entspringen, wonach dieses Ende mit den Dendriten allmählig lang ausgezogen wird (Taf. XV, Fig. 1). Es liegt in diesen Fällen offenbar ein analoger Entwicklungsvorgang vor.

Ferner führten die oben besprochenen Verhältnisse den Gedanken auf die von DISSE in Spinalganglien der Amphibien gefundenen multipolaren Zellen. Da ich dort nie solche Zellen mit Sicherheit gesehen habe — ich sah zwar zuweilen Bilder, die auf das Vorhandensein derselben hindeuteten, konnte aber nie die Möglichkeit einer kompakten Färbung mehrerer zusammengebackener bipolarer Zellen sicher ausschliessen — und da die Beschreibung sowie die Figuren keine genauen Anhaltspunkte geben, so werde ich hier auf einen Vergleich verzichten.

Was nun zuletzt die *Principien* der Endigungsweise des Gehörnerven betrifft, so scheinen dieselben, wie oben angegeben wurde, besonders durch die mittelst der Golgi'schen Methode gewonnenen Resultate festgestellt zu sein. Für die *Schnecke*, und ganz besonders das *Corti'sche Organ*, haben die wiederholten Untersuchungen von *mir* und VAN GEHUCHTEN meine früheren Angaben, dass hier kein direkter Zusammenhang der Nervenfasern mit den Haarzellen vorkommt, völlig bestätigt; ich habe für die *inneren* Haarzellen ein Umstricken derselben von frei endigenden verästelten Nervenfasern nachgewiesen; was die *äusseren* Haarzellen betrifft, so habe ich dargethan, dass es *zwei* Arten von Nervenfasern giebt, von denen die eine beim Eintritt in das Corti'sche Organ Verästelungen darbietet, wonach die Aeste das Organ in radialer Richtung durchziehen und zwischen den äusseren Haarzellen frei endigen, die andere aus Nervenfasern besteht, welche das Corti'sche Organ ohne Verästelung radial durchlaufen, um hierauf zwischen den äusseren Haarzellen angelangt, in die Zwischenräume einer der Reihen derselben einzutreten und dann in »spiraler« Richtung, d. h. parallel der Axe des Ductus cochlearis, eine Strecke, fortwährend unverästelt, nur etwas gezackt, fortzusetzen und hernach unter geringer Endverzweigung frei zwischen den Haarzellen zu endigen. Gerade in Betreff dieser Endigung sind aber noch eingehendere Untersuchungen wünschenswerth, ebenso auch in Betreff des numerischen Verhaltens der diesen Fasern anliegenden Haarzellen. Hier sind gewiss genauere Detailforschungen von Bedeutung, und es dürfte hier auch noch Manches zu entdecken sein.

Was die *Maculae* und *Cristae acusticae* betrifft, so wurden, wie oben hervorgehoben ist, meine älteren Angaben durch die Golgi'sche Methode bestätigt und präcisirt, und zwar von *mir* selbst, aber auch gleich danach unabhängig von *mir* von VAN GEHUCHTEN. RAMÓN Y CAJAL und VON LENHOSSÉK, welche die *Schnecke* und das Corti'sche Organ nicht untersucht zu haben scheinen, wenigstens keine Angaben darüber veröffentlicht haben, bestätigten indessen die Befunde der freien Endigungsweise in den *Maculae* und *Cristae acusticae*. Doch scheint mir VON LENHOSSÉK zu viel Gewicht auf die horizontale Ausbreitung der Nervenfasern unter den Haarzellenenden gelegt zu haben. Dass hier in der That viele Nervenfasern horizontal oder der Oberfläche parallel verlaufen, ist eine längst bekannte Thatsache. Aus ihnen aber ein besonderes »Stratum plexiforme« zu machen, von der Art, wie es der geehrte Forscher beschreibt und abbildet, ist doch meiner Ansicht »des Guten zu viel«. Da ich das Gehörorgan der verschiedenen Wirbelthierclassen schon seit Jahrzehnten durchforscht und in den letzteren Jahren mit der Golgi'schen Methode Hunderte und wieder Hunderte von gut gelungenen Präparaten durchgemustert habe, so dürfte ich in dieser Hinsicht wohl eine gewisse Erfahrung und Ueberzeugung gewonnen haben. Die vielen von mir schon veröffentlichten Abbildungen, welche nach der Natur, ohne Zusammenführung mehrerer Bilder, gezeichnet worden sind, stellen die Verhältnisse in ihren verschiedenen Variationen dar. Die oben in der Mittheilung über die Endigungsweise der Gehörnerven bei den Ophidiern gelieferten Abbildungen sind auch in dieser Hinsicht erläuternd. Die Nervenfasern verästeln sich sowohl vor ihrem Eintritt in das Epithel wie nach demselben, und die Theiläste durchlaufen die unteren Epithelzonen bald senkrecht, bald schief, bald auch, nachdem sie eine Strecke »horizontal« gelaufen sind. Die unteren Partien des Epithels enthalten deshalb eine bedeutende Menge von sich verästelnden Nervenfasern, unter denen ja auch einige absteigende vorkommen. Unterhalb der Haarzellen sind zwar die meisten Fasern vorhanden; von einem »Stratum« kann man jedoch kaum sprechen, da sie auch hier in sehr verschiedener Tiefe verlaufen. Höchstens wäre ein solches in den *Maculae* einzuräumen, wo die horizontalen Fasern zahlreicher vorkommen; in den *Cristae* aber nicht.

Bei meinen älteren Darstellungen vom Bau des Hörepthels war ich, um die Beschreibungen zu erleichtern, mehrmals darauf bedacht, eine Eintheilung derselben in Schichten vorzuschlagen, ich stand aber davon ab, weil eine solche nur künstlich ausfallen konnte. Die Fadenzellen oder Stützzellen durchlaufen ja alle Schichten, gehören also allen Schichten an und tragen ihre Kerne in der Regel nicht nur basal, sondern in der ganzen Zone unter-

halb der Haarzellen. Deshalb kann man diese untere Schicht nicht die Faden- oder Stützzellenzone benennen. Die Nervenfasern durchlaufen sowohl die untere wie die mittlere und obere Schicht, obwohl sie in der zweiten reichlicher vorkommen. Also sollte man, um eine Eintheilung durchzuführen, eine obere oder »Haarzellschicht« und eine untere oder »Fadenzellenkernschicht« (Stützzellenkernschicht) annehmen; ein besonderes Stratum nerveum plexiforme scheint mir dagegen, aus angeführten Gründen, nicht annehmbar zu sein, wenigstens trifft es für die Cristæ nicht zu, wo, wie auch grösstentheils in den Maculæ, die Nervenfasern sich gleich alten Kirchenleuchter in das Epithel hinauf erheben, um jede eine gewisse Anzahl von Haarzellen von unten her zu umgreifen, und wo die horizontalen Aeste nicht besonders zahlreich sind.

Was nun die zwischen den Haarzellen *emporsteigenden Fasern* betrifft, so hat offenbar VON LENHOSSÉK zu wenige von ihnen gesehen und abgebildet. Aus meinen äusserst zahlreichen Präparaten von den Maculæ und Cristæ acusticæ des Gehörorgans der Repräsentanten verschiedener Wirbelthierklassen geht meiner Ansicht nach hervor, dass diese emporsteigenden Fasern sehr zahlreich sind und oft bis in die Nähe der Oberfläche des Epithels, zuweilen sogar in diese selbst emporsteigen. Diese emporsteigenden Fasern sind aber nicht nur Seitenäste oder Nebenäste der in dem »Stratum plexiforme« verlaufenden Horizontalfasern, sondern, wie ich es in meinen Abbildungen dargestellt habe, die wahren *Endäste* der sich dichotomisch verzweigenden und in der Regel »kirchenleuchterartig« emporsteigenden Nervenfasern, obwohl hin und wieder, v. A. in den Maculæ, eine Anzahl von Zweigen unter den Haarzellen eine Strecke »horizontal« verlaufen können. Auf das *reichliche* Vorkommen dieser zwischen den Haarzellen mehr oder weniger hoch emporsteigenden und sie umstrickenden Nervenfasern lege ich ein besonderes Gewicht.

Die jetzt besprochenen Differenzen zwischen meinen Ansichten und denen meines geehrten Freundes sind indessen im Verhältniss zu der *principiellen* Frage von der freien Endigung der Fasern des Gehörnerven, in welcher wir vollständig auf demselben Standpunkte stehen, was für mich besonders erfreulich ist, von untergeordneter Bedeutung. Diese Uebereinstimmung ist nämlich wichtig deshalb, weil das fragliche Verhalten der Hörnervenenden den neuen Lehren eine grosse Stütze giebt. Wäre hier zwischen den peripherischen Fortsätzen (Dendriten) der bipolaren Ganglienzellen des Acusticus und den Haarzellen ein direkter, von vorn herein vorhandener Zusammenhang vorhanden, so wäre dies für die ganze neue Anschauungsweise von fundamentaler Bedeutung. Dieses würde dem ganzen Gebäude einen kräftigen Stoss geben. Deshalb ist es auch bedeutungsvoll, dass VAN GEHUCHTEN unabhängig von mir dasselbe gefunden, und dass der Meister der modernen Nervenhistologie, RAMÓN Y CAJAL, sich auf das Bestimmteste von der Richtigkeit der genannten Endigungsweise überzeugt hat. In einer Beziehung weiche ich aber von dem letzteren Forscher ab. Die von ihm dargestellte Endigung von Nervenfasern am Dache der Ampullen habe ich in meinen äusserst zahlreichen Präparaten bis jetzt nie finden können. Ebenso sah ich bei meinen vieljährigen Untersuchungen auf diesem Gebiete auch nie Nervenfasern dahin gehen, um dort zu endigen.

Oben habe ich die *freie* Endigungsweise der Nervenfasern zwischen den Haarzellen betont. Dadurch wird aber die *innige Berührung* der beiden Elemente keineswegs aufgehoben. Eine solche Berührung, resp. Anheftung, habe ich im Gegentheil schon in meinen Darstellungen in dem Werke »Das Gehörorgan der Wirbelthiere« (1881—84) eingehend beschrieben, und zwar nicht nur in den Maculæ und Cristæ, sondern auch in dem Corti'schen Organe.



## Tafel XXIV.

### Die Endigungsweise des Gehörnerven und die Entwicklung des Ganglion spirale acustici.

Aus der Gehörschnecke von 2 Cm. langen Embryonen des *Mus decumanus*.

**Fig. 1.** Querschnitt des Schneckenkanales mit einigen gefärbten Epithelzellen und den dem Epithel hinantretenden Enden der verästelten peripheren Fortsätze der bipolaren Nervenzellen (*gz*) des Ganglion; — *n*, centrale Fortsätze derselben Zellen.

**Fig. 2—4.** Vertikalschnitte des Schneckenepithels mit einzelnen gefärbten Epithelzellen (*fz*) und Haarzellen (*hz*); — *e*, Oberfläche des Epithels; — *gz*, Nervenzellen des Ganglion spirale in verschiedenen Stadien der Entwicklung; — *n*, centrale Fortsätze der Nervenzellen.

**Fig. 5—7.** Gruppen von Nervenzellen (*gz*) des Ganglion spirale in ihrer Lage abgebildet; man bemerkt eine Reihe verschiedener Entwicklungsformen, von der tripolaren bis zu der oppositipol-bipolaren Form, indem das äussere Ende der Zellen mit den von ihnen ausgehenden dendritenähnlichen Fortsätzen sich allmählig vom Zellkörper herauszieht und zuletzt fadenförmig schmal wird; — *n*, centraler Fortsatz der Nervenzellen. — In der Fig. 6 findet sich rechts eine verästelte Faser, deren Nervenzelle weit unten im Ganglion belegen ist.

---

Sämmtliche Figuren sind nach Golgi'schen Präparaten bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus) gezeichnet.

---

Fig. 1.

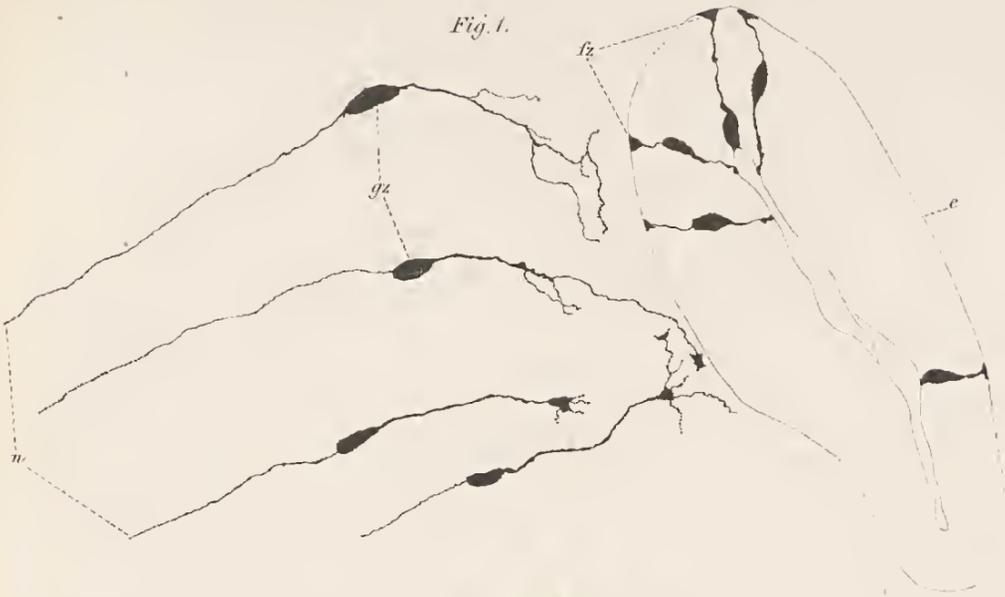


Fig. 2.



Fig. 3.

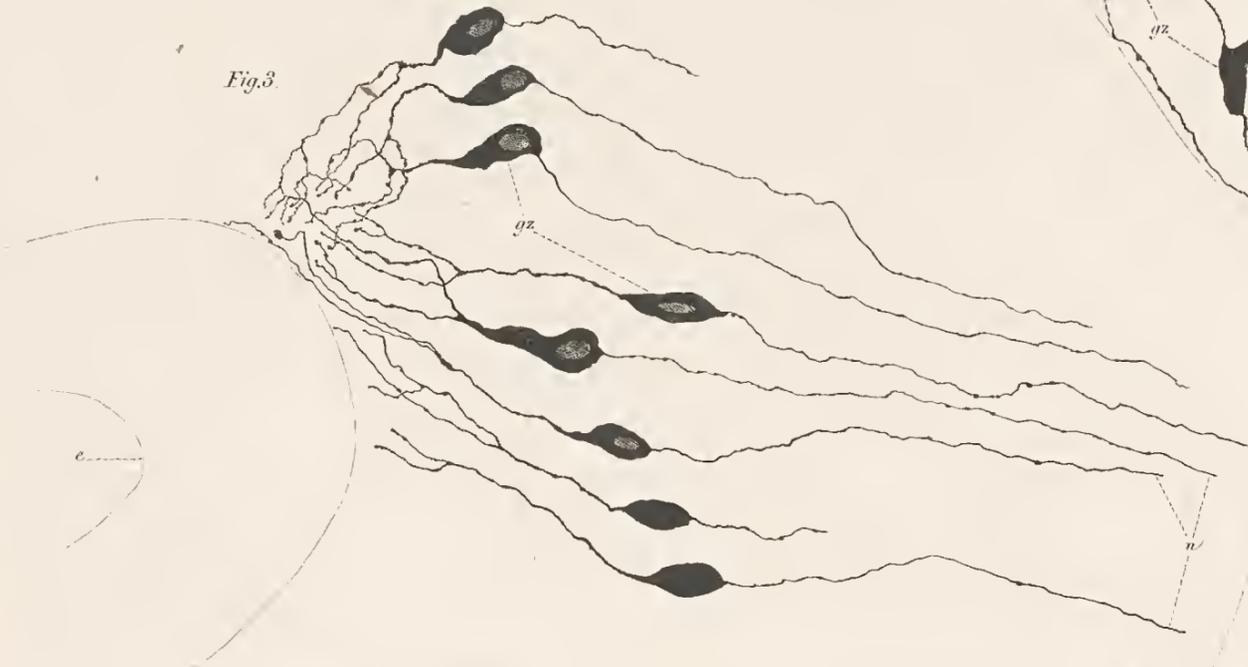


Fig. 4.



Fig. 5.

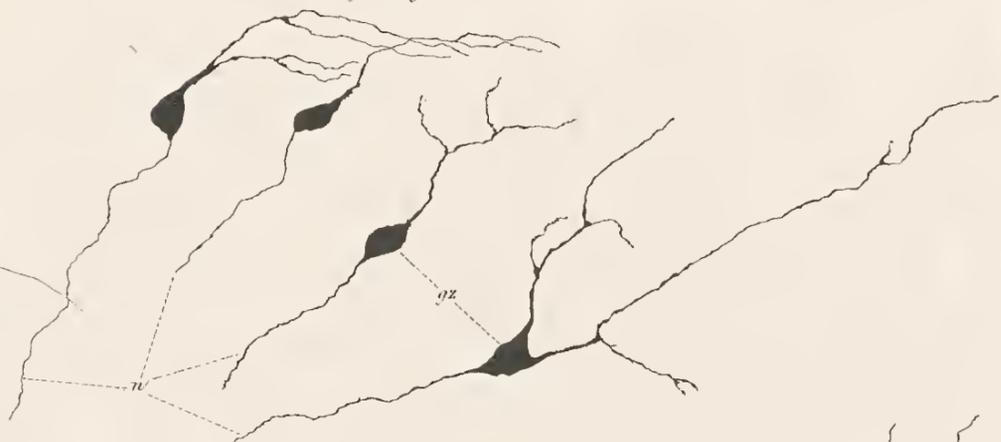


Fig. 7.

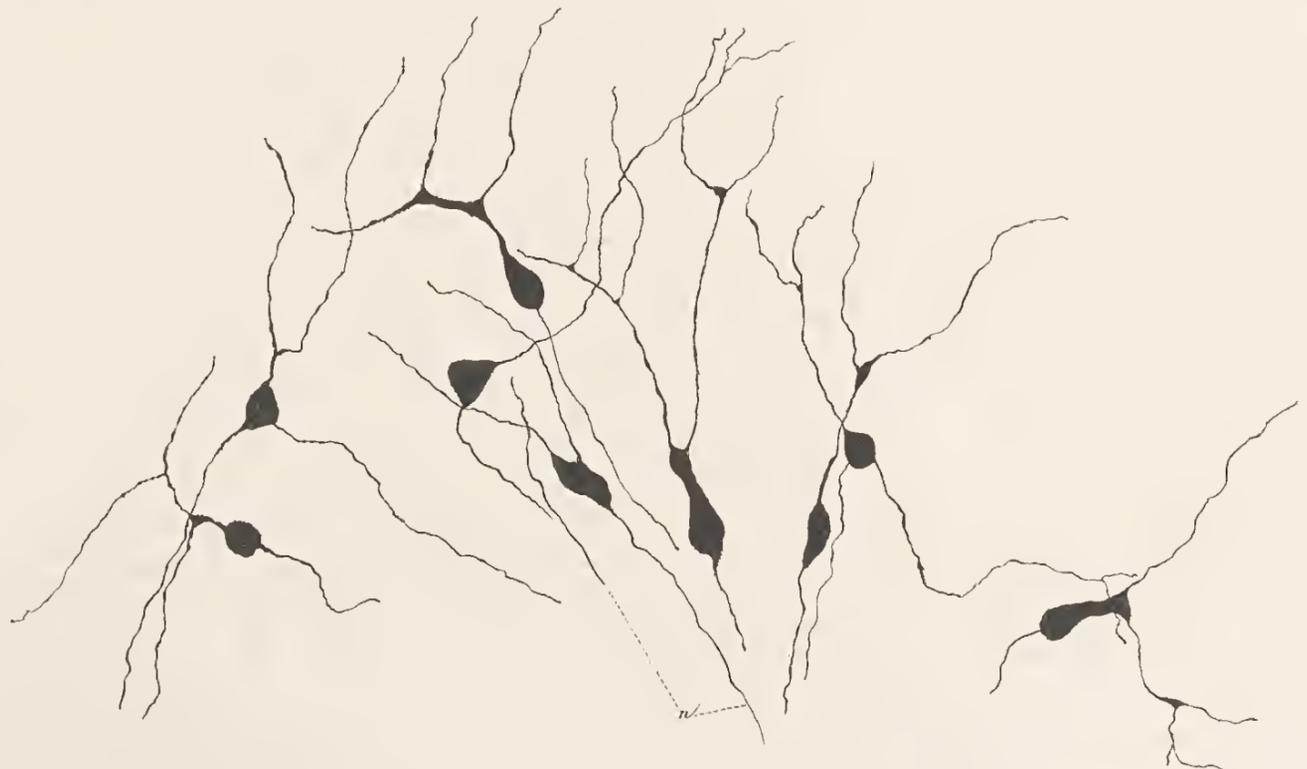
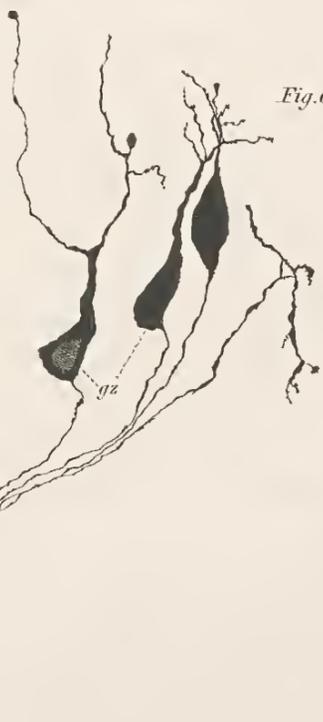


Fig. 6.







## Tafel XXV.

### Die Endigungsweise des Gehörnerven bei der Ratte und der Nerven der menschlichen Haare. Verzweigte Endigungen von Muskelfasern.

**Fig. 1—4.** Die Endigungsweise des *Gehörnerven*, bei 2 *Cm.* langen *Rattenembryonen*; — *Fig. 1, 3 und 4*, Vertikalschnitte von *Maculæ acusticæ*; — *Fig. 2*, Vertikaler Längsschnitt einer *Ampulle* und ihrer *Crista acustica*.

- n* — Nervenfasern,
- h, hz* — Haarzellen (in der *Fig. 2* ist eine gefärbt),
- fz* — Fadenzellen (gefärbt),
- d* — Dach der *Ampulle*.

**Fig. 5—9.** *Haare* aus der *Lippenhaut* eines 19.5 *Cm.* l. *menschlichen Embryos*. Das *Nervengeflecht* ist grösstentheils nur an der oberen Seite wiedergegeben; an der unteren Seite, v. A. an dem in *Fig. 8* dargestellten *Haare*, war ebenfalls ein reichliches *Geflecht* vorhanden.

- n* — Nervenfasern, die sich auf der *Glashaut* verästeln und dort frei endigen,
- h* — *Haar*, von den *Wurzelscheiden* umgeben,
- dr* — *Talgdrüse*,
- p* — *Papille*, in welcher eine *Nervenfaser* endigt (*Fig. 9*),
- bz* — *Bindegewebszellen* in der *Cutis*.

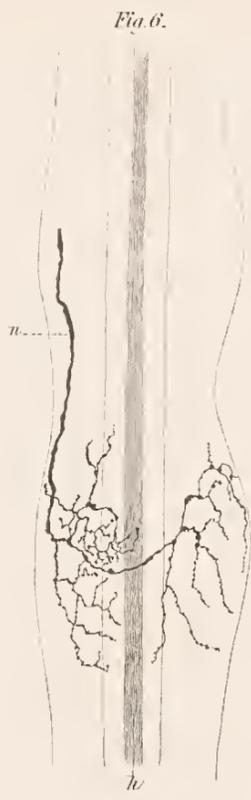
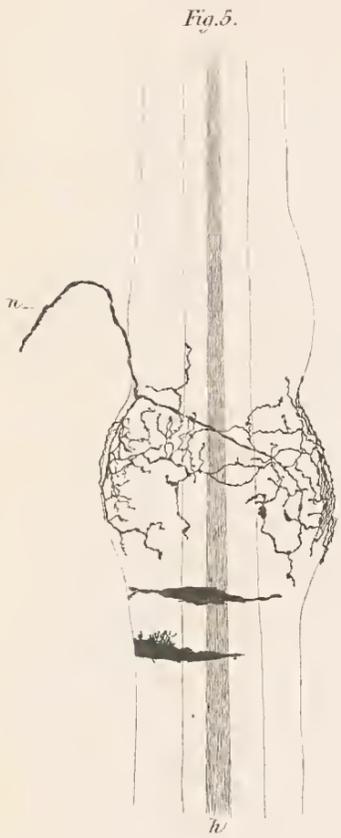
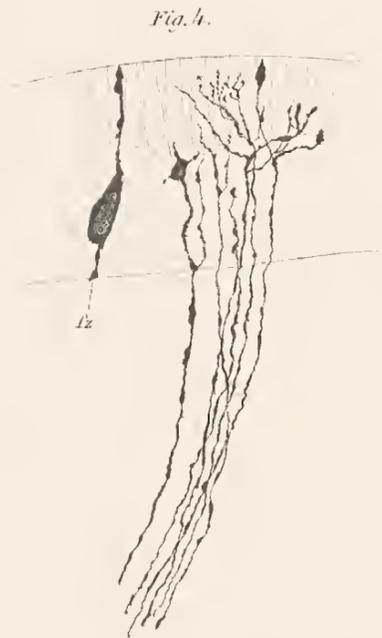
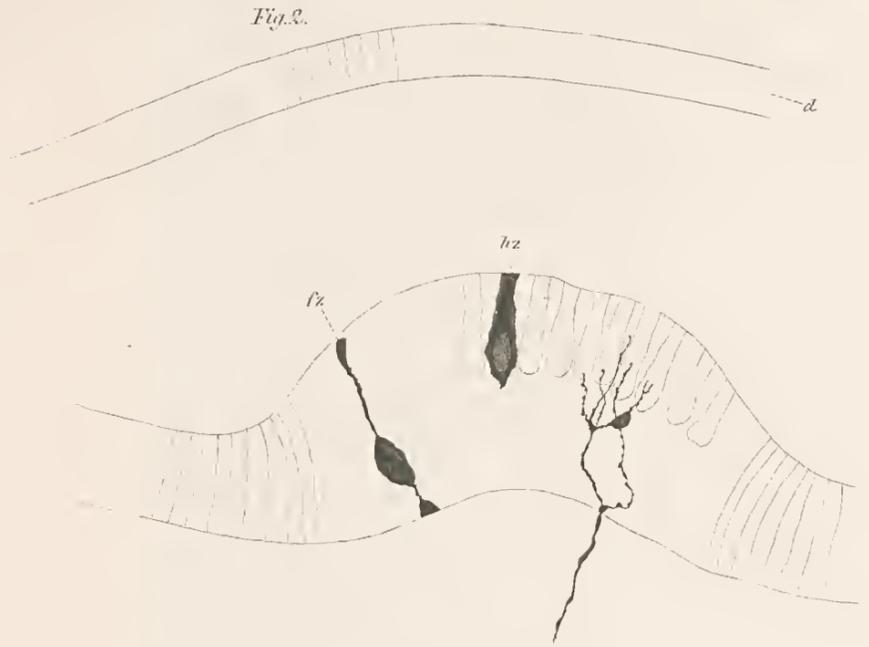
**Fig. 10.** *Quergestreifte Muskelfasern* mit verzweigten Enden, vom *Hühnerembryo*.

**Fig. 11.** *Verzweigte Enden quergestreifter Muskelfasern* aus der *Lippenhaut* einer jungen *Maus*.

---

Sämmtliche *Figuren* der *Tafel* sind nach *Golgi'schen Präparaten* und bei *Vér. Obj. 6* und *Ocul. 3* gezeichnet, die *Fig. 1—4, 10* bei ausgezogenem, die *Fig. 5—9, 11* bei eingeschobenem *Tubus*.

---



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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologische Untersuchungen](#)

Jahr/Year: 1894

Band/Volume: [NF\\_6](#)

Autor(en)/Author(s): Retzius Gustaf Magnus

Artikel/Article: [Zur Entwicklung der Zellen des Ganglion Spirale Acustici und zur Endigungsweise des Gehörnerven bei den Säugethieren 52-57](#)