

Archiv

für

pathologische Anatomie und Physiologie

und für

klinische Medicin.

Bd. XXXII. (Dritte Folge Bd. II.) Hft. 1.

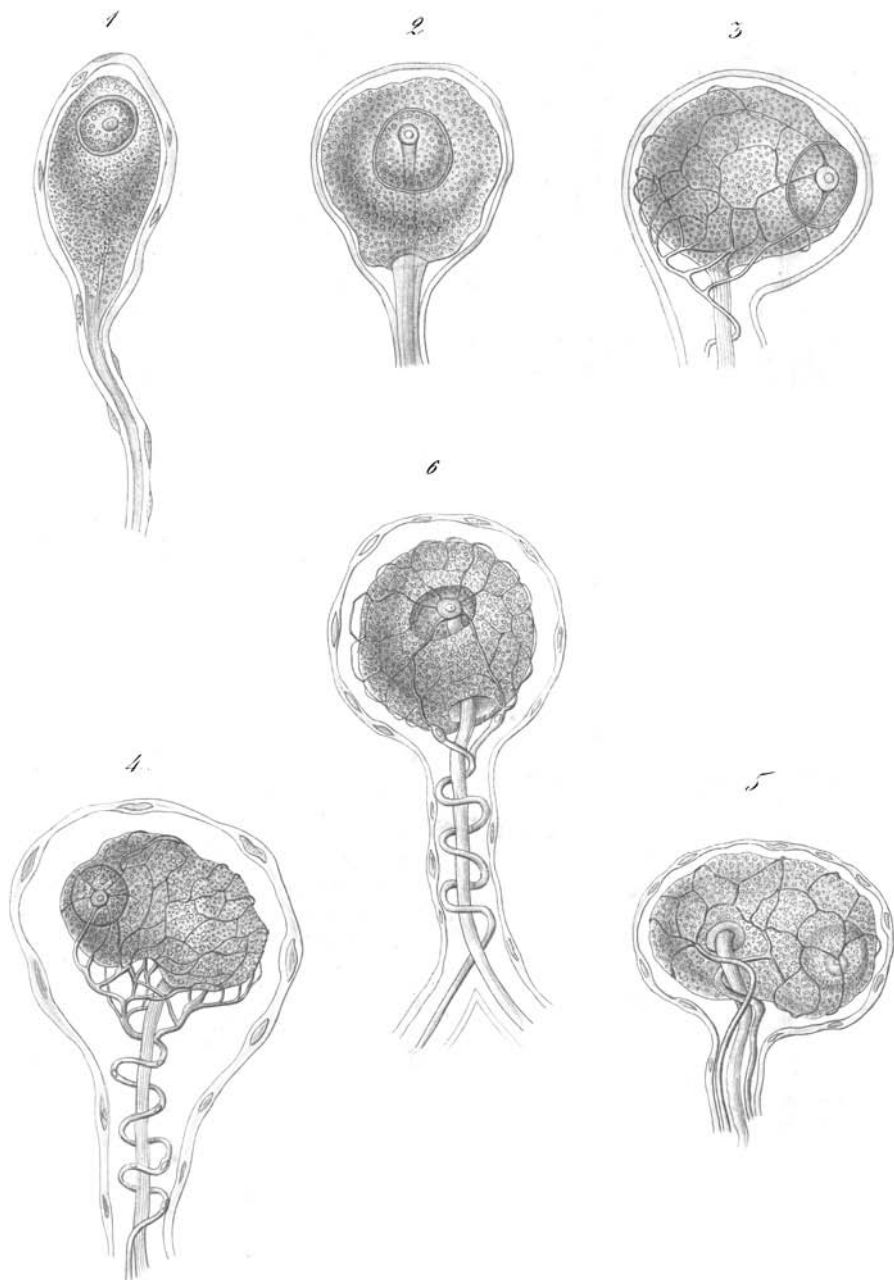
I.

Ueber die feineren histologischen Verhältnisse der Ganglienzellen in dem Sympathicus des Frosches.

Von Dr. Julius Arnold in Heidelberg.

(Hierzu Taf. I.)

In einem Beitrag „Zur Histologie der Lunge“ (dieses Arch. Bd. XXVIII. Hft. 5 u. 6) theilte ich mit, dass an und in den Nervenstämmen der Froschlunge Gruppen von ganglioiden Bildungen sich finden, von denen ich glaubte, dass sie den Lungen eigenthümlich seien, weil sie in ihrem Bau wesentliche Verschiedenheiten von der Anordnung, wie man sie an den Ganglienzellen überhaupt bisher ermittelt hatte, darboten. Ich erinnere nur an das Vorhandensein einer „Spiralfaser“, welche an keiner anderen Art von Ganglienzellen nachgewiesen war. Fortgesetzte Untersuchungen und die Vergleichung dieser Körper mit den Ganglienzellen in dem Sympathicus des Frosches hatten mich bald belehrt, dass auch letztere einen den ersteren ähnlichen Bau besitzen, dass auch ihnen eine Spiralfaser zukomme; ja es gelang mir, an diesem Untersuchungsobject die Endigung der zutretenden dunkelrandigen Nervenfasern in den Ganglienzellen nachzuweisen: Resultate, welche ich in einem Nachtrag zu der citirten Arbeit niederlegte.



Ich habe mich nun seit der Zeit fast ausschliesslich mit diesem Gegenstande, d. h. mit der Untersuchung, der Structur der Ganglienzellen des Sympathicus des Frosches beschäftigt und kann jetzt meinem Versprechen, hierüber weitere Mittheilungen zu machen, nachkommen. Dass eine so lange Zeit zwischen dieser vorläufigen Anzeige und dem Erscheinen der Arbeit selbst liegt, wird kaum auffallen, wenn man die Schwierigkeiten der Untersuchungen berücksichtigt, und wenn ich hervorhebe, dass allein Monate verstrichen, bis es mir gelang, gute Methoden aufzufinden. Ein weiterer Grund der Verzögerung liegt darin, dass die fortgesetzte Untersuchung nicht nur die Bestätigung der früher gemachten Angaben, sondern noch weitere Aufschlüsse über das Verhalten der dunkelrandigen Faser und Spiralfaser zu der Ganglienzelle, so wie zu einander lieferten. Zum Schluss will ich noch erwähnen, dass sich sämtliche Mittheilungen nur auf die Ganglienzellen in dem Sympathicus des Frosches beziehen. Ich habe zwar bereits Controluntersuchungen an anderen Ganglienzellen, z. B. aus dem Ganglion Gasseri des Kalbes, dem Centralnervensysteme des Flusskrebse, dem Rückenmark des Menschen angestellt und an denselben in manchen Punkten (ich hebe hier nur den Befund von fadenförmigen Fortsätzen, welche vom Kernkörperchen ausgehen, hervor) übereinstimmende Resultate erhalten, beschränke mich aber auf die Beschreibung der Befunde an den Ganglienzellen des Sympathicus, weil ich die Untersuchungen an den anderen Ganglienkörpern noch in verschiedener Richtung auszudehnen beabsichtige.

Ich werde zunächst Form und Grösse der Ganglienzellen besprechen, dann die einzelnen Bestandtheile der Zellen und deren Beziehung zu der eintretenden dunkelrandigen Nervenfaser erörtern; daran will ich die Mittheilungen über die Spiralfaser und die Anzahl der Fortsätze, welche die Zellen besitzen, reihen; zum Schluss folgt die Methodologie. —

Form und Grösse der Ganglienzellen. Die Form der Ganglienzellen ist eine ziemlich schwankende; es finden sich bald mehr rundliche, bald mehr ovale Zellen vor, bald zeigen dieselben eine mehr eckige Form, Verschiedenheiten, welche zum Theil innerhalb der Grenzen des natürlichen Vorkommens liegen, zum Theil

als Produkte der Präparation, so wie der angewendeten Methoden aufzufassen sind, zum Theil auch in Beziehung gebracht werden müssen mit der Lage der Zellen. So zeigen die kleineren Ganglienzellen allerdings vorwiegend eine mehr rundliche Form, die grösseren eine birn- oder keulenförmige Gestalt. — Die ersteren stellen sich von jeder Seite betrachtet als rundliche Körper dar, während die letzteren je nach ihrer Lage in verschiedener Weise sich präsentiren. Die oben erwähnte keulenähnliche Gestalt bezieht sich z. B. mehr auf die seitlich gelagerten Zellen, welche Situation bei den grösseren der häufigere Fall ist, während dieselben Körper bei der Lage, in welcher sie mit ihrem Längendurchmesser zu der Oberfläche des Objectentisches einen rechten Winkel bildend mit dem dicken Ende gegen den Beobachter gerichtet sind, ebenfalls mehr rund erscheinen. Man kann sich von dieser Verschiedenheit der Bilder je nach der Lage der Zellen sehr deutlich dann überzeugen, wenn man bei den mehr isolirt liegenden Körpern Ortsveränderungen vornimmt. —

Viel bedeutender sind jene Schwankungen der Form, welche nicht als präexistirende zu bezeichnen, vielmehr als Produkte der Behandlungsweise, welche die Körper erfahren haben, aufzufassen sind. So ist z. B. Druck als ein in dieser Richtung sich sehr wirksam bewährendes Mittel zu bezeichnen. Ich habe sehr häufig beobachtet, dass der Druck eines noch so dünnen Deckglases Formveränderungen an den Zellen bewirkt, welche man nicht selten als normal verzeichnet findet. Die zuvor rundlichen Bildungen werden polygonal, eckig, platten sich gegenseitig ab, wenn sie zu einem Ganglion vereinigt sind; liegen sie isolirt, so ziehen sie sich mehr in die Länge, werden oval, kurz nehmen alle möglichen Formen an: Täuschungen, denen ich mich durch Anbringen von Schutzleisten an zwei Seiten des Deckglases zu entziehen suchte. Noch wirksamer zeigt sich Druck gepaart mit der Anwendung concentrirter Reagentien; in diesem Falle entstehen die eigenthümlichsten Formveränderungen, indem die Zellen nicht nur im Ganzen, sondern auch in ihren einzelnen Theilen und deren gegenseitigen Lagerungsweise Verschiebungen erfahren. Diese Mittheilungen über Formveränderungen, so wie die Thatsache, dass die Zellen, welche

einen Druck erfahren und in Folge dessen ihre Gestalt verändert haben, nach Aufhebung des Druckes ihre frühere Gestalt wieder annehmen, weisen entschieden darauf hin, dass die Ganglienzellen einen hohen Grad von Elasticität besitzen: eine Eigenschaft, welche schon deshalb von Interesse ist, weil sie einen Rückschluss auf die Zusammensetzung des Zelleninhaltes und die Consistenz erlaubt; davon später das Weitere. —

Was die Grösse der Zellen betrifft, so variirt dieselbe ziemlich bedeutend. Wir finden in demselben Sympathicus kleine und wieder grössere Ganglienkörper; doch ist der Unterschied nicht so beträchtlich, wie wir ihn finden an anderen Orten, z. B. im Gehirn und Rückenmark. Dass grössere Zellen in dem Sympathicus vorkommen, darüber möchten schon die Abbildungen Rechenschaft ablegen; allerdings ist deren Zahl der der kleineren und mittel-grossen Körper nicht gleichkommend, so dass die Behauptung derer, welche glauben, dass sich in dem Sympathicus vorwiegend kleinere Ganglienzellen finden, eine Beschränkung verdient.

Wir bezeichnen nach dem jetzigen Standpunkte der Histologie die Ganglienkörper als Zellen, bestehend aus einer Hülle, dem Zelleninhalt mit dem Kern und Kernkörperchen. Bezüglich der Hüllen der Ganglienzellen ist in Begriff und Bezeichnung eine Unklarheit eingerissen, welche sich an den Scheiden der Nervenfasern wiederholt; es ist daher wohl am zweckmässigsten, von diesen letzteren auszugehen: eine Procedur, die sich schon deshalb empfiehlt, weil sie sich bei der Besprechung der übrigen Zellenbestandtheile wiederholen wird.

An denjenigen Nervenfasern, welche in wechselnder Anzahl grössere und kleinere Stämmchen zusammensetzen, ist das Mark von einer homogenen Scheide umgeben und zwar in der Weise, dass letztere dem ersteren ziemlich dicht anliegt und sich nur als schmale lichte Contur zu beiden Seiten der Faser darstellt. Fasst man eine solche Faser in einem nicht zu dicken Nervenstämmchen in das Auge, so wird man sich leicht davon überzeugen, dass das eben erwähnte Verhalten eine Aenderung in dem weiteren Verlauf der Faser gegen die Peripherie erfährt. Die zuvor dem Mark eng anliegende Scheide weicht nämlich, je weiter die Faser gegen die

Peripherie zieht, um so mehr von demselben ab, wird dicker, ohne jedoch ihre Homogenität einzubüssen.

Proportional dieser Dickenzunahme geht eine Veränderung in dem Verhalten der Kerne, welche zuvor spärlich und nur mit grosser Mühe nachweisbar, jetzt reichlicher werden, deutlicher hervortreten und sich näher rücken. Man kann sich sehr leicht von der Richtigkeit dieser Angaben an Muskelpräparaten (Brusthautmuskel des Frosches), an denen der Verlauf der Nerven mit möglichster Schonung und Anwendung nahezu indifferenter Reagentien dargestellt ist, wie ich sie in ausgezeichnet schöner Weise der Mittheilung meines Vaters verdanke, überzeugen. An solchen Präparaten gelingt es leicht, eine dunkelrandige Faser von der Insertionsstelle des Nerven auf den Muskel in ihrem ganzen Verlauf zu verfolgen und nachzuweisen, dass die das Mark an der erstgenannten Stelle eng umschliessende Scheide sich von demselben entfernt, sobald die Faser in die feineren Stämmchen eintritt: eine Erscheinung, welche zunimmt gegen die Peripherie zu und am schönsten sich demonstrieren lässt bei beginnender Theilung der Faser. Dass diese Anordnungsweise eine präexistirende, nicht arteficielle, durch Einwirkung der Reagentien erzeugte ist, dafür sprechen einmal das Bild des vollständigen Intactseins sämtlicher Nervenbestandtheile und ferner das enge Anliegen der Scheide derselben Nervenfasern an einer dem Centrum näher gelegenen Stelle. Inwiefern die Dickenzunahme der Scheide gegen die Peripherie eine absolute oder nur scheinbare, d. h. durch die Abnahme des Markes bedingte ist, lässt sich schwer entscheiden. Ausser dieser die Nervenfasern bald mehr bald weniger dicht umschliessenden, bald mehr kernreichen, bald mehr kernarmen Scheide ist an der Primitivfaser selbst keine zweite Scheidenbildung vorhanden; wohl aber umgibt das Stämmchen im Ganzen eine zarte bindegewebige Masse von vorwiegend homogener Beschaffenheit, die meistens auch noch ein anliegendes Gefäss mit einschliesst. Diese Scheide verliert sich an den kleineren Nervenstämmchen, welche nur aus wenigen dunkelrandigen Fasern bestehen, sehr bald und begleitet nur in seltenen Fällen eine einzeln verlaufende Faser. — Aus dem mitgetheilten Verhalten geht hervor, dass die Scheiden der Nervenfasern ganz analog den Hüllen der

Muskelprimitivbündel sich verhalten; wir haben hier, wie dort, eine die Primitivfaser resp. das Primitivbündel eng umschliessende Hülle homogener Natur mit Kernbildungen ausgestattet und zweitens eine mehrere solcher Fasern resp. Bündel umgebende bindegewebige Scheide. Wollen wir consequent sein, so müssen wir, wenn die Hülle des Muskelprimitivbündels mit dem Namen Sarkolemma, die bindegewebige Scheide mit Perimysium belegt wird, auch für die Nervenfaserscheiden die entsprechenden Bezeichnungen wählen, d. h. die die Primitivfaser umgebende homogene Hülle Neurilemma, die äussere Scheide Perineurium nennen.

Es ist diess eine Nomenclatur, welche auch bereits von einigen Forschern (M. Schultze, Reissner, Leydig u. A.) eingehalten wird, ohne dass dieselben näher auf die oben angedeuteten Verhältnisse eingegangen sind, während Andere (Frey) Neurilemma und Primitivscheiden einander entgegenstellen, wiederum Andere das Neurilemma als äussere Scheide oder Perineuron (Stilling und Robin) bezeichnen, Henle und Kölliker schliesslich zwei Scheiden an der Nervenprimitivfaser annehmen. Henle bespricht in seiner allgemeinen Anatomie in dem Kapitel von dem Nervengewebe zuerst die Verhältnisse der bindegewebigen Scheide (Perineurium nach unserer Bezeichnung), geht dann zu der Hülle der Nervenprimitivfaser über, hebt hervor, dass er die Schwann'sche Scheide meistens kernlos gefunden habe und dass es ihm nur einmal gelungen sei, eine kernhaltige Hülle aufzufinden, dann aber ein solcher Abstand zwischen der inneren Oberfläche der kernhaltigen Hülle und der äusseren Oberfläche der Nervenfaserscheide vorhanden gewesen, dass er vermuthen möchte, die letztere wäre noch von ihrer eigenen Scheide umschlossen und die kernhaltige Hülle entspreche einer secundären. — Diese Vermuthung Henle's finden wir durch Kölliker (Gewebelehre 4. Aufl. S. 282) zum Factum erhoben, welcher zweierlei „scheinbar verschiedene“ Scheiden an den Nervenprimitivfasern annimmt: eine von den Nervenprimitivfasern weit abstehende und zweitens eine dieselbe dicht umschliessende. Ich glaube, man hat sich durch das oben geschilderte Verhalten zu dieser Annahme verleiten lassen, aus dem Vorkommen von eng anliegenden und weit abstehenden Scheiden auf das Vorhandensein zweier Hüllen geschlossen und hat übersehen, dass beide Formen an derselben Nervenfaserscheide allmählig in einander übergehen.

Kehren wir zu unseren Ganglienzellen zurück, so finden wir an diesen dieselben Verhältnisse bezüglich der Scheiden wie an den Nervenfasern. Wir haben auch hier eine der Zelle bald mehr bald weniger dicht anliegende, bald kernhaltige bald kernlose Scheide, welche als Fortsetzung des Neurilemmas der zutretenden Nervenfaserscheide aufzufassen ist. Dieselbe bietet die gleichen Erscheinun-

gen in den Kernen, wie das Neurilemma der zutretenden Faser, theilt mit dem letzteren die homogene Beschaffenheit und die Eigenthümlichkeit, dass sie an den einen Zellen sehr dünn ist, an den anderen eine bedeutendere Mächtigkeit erreicht. Doch muss man in der Beurtheilung dieser Verhältnisse sehr vorsichtig sein; da verschiedene Reagentien in verschiedener Weise wirken; so bedingt Essigsäure eine Quellung der Zellensubstanz und dadurch eine Annäherung oder besser gesagt ein vollständiges Sichanlegen derselben an die Wandung, während Chromsäure eine Zusammenziehung der ersteren und dadurch eine Entfernung beider von einander verursacht; in dem ersten Falle erscheint die Membran dünner, in dem letzteren dicker. Dennoch lassen möglichst indifferente Reagentien erkennen, dass Verschiedenheiten vorhanden sind, welche innerhalb der Grenzen des natürlichen Vorkommens liegen, wie diess schon aus der verschiedenen Dicke der Ganglienzellenumhüllung an demselben Präparate hervorgeht. Eben solche Verschiedenheiten, wie bezüglich ihrer Dicke, zeigen auch die Zellen in der Anordnung ihrer Kerne. Dieselben sind an den einen sehr spärlich, an den anderen zahlreicher; es richtet sich diess nach der Beschaffenheit und dem Kerngehalt der Hülle der zutretenden Faser, so wie die Dicke der neurilemmatischen Umhüllung im Verhältniss steht zu der der Faser. Es finden sich in dem Sympathicus Ganglienzellen mit sehr dünnen Membranen, welche nur wenige Kerne besitzen; sie stehen mit Nervenfasern in Verbindung, deren Neurilemma ganz dieselben Beschaffenheiten darbietet; andere Zellen, und sie sind keineswegs seltene Fälle, lassen einen ganz deutlichen neurilemmatischen Ueberzug mit Kernen erkennen gleich der neurilemmatischen Hülle der eintretenden Faser. Ausser dieser eben beschriebenen homogenen Scheide finden wir an denjenigen Zellen, welche mehr isolirt zu beiden Seiten der Ganglienzellen einschliessenden Nervenstämme liegen, einen bindegewebigen Ueberzug, welcher der erst erwähnten Hülle dicht aufliegt und eine wechselnde Dicke besitzt. Derselbe ist als ein Theil des Perineuriums oder mit anderen Worten des die Nervenstämme umgebenden Bindegewebes aufzufassen, theilt mit demselben die gleiche Structur und zeigt gerade hier die Eigenthümlichkeit, dass sich ausser den Ker-

nen noch Netze von Bindegewebsfasern finden, welche vielleicht als Ausläufer von Bindegewebskörperchen gedeutet werden müssen. Nicht selten erreicht diese äussere bindegewebige Hülle eine beträchtliche Dicke und stellt gleichsam geschichtete Lagen um die Ganglienkörper dar. Dasselbe Bindegewebe, welches an den freiliegenden Zellen „die äussere Scheide“ bildet, setzt in den Ganglien selbst ein Fächerwerk zusammen, in welchem die einzelnen Zellen liegen und durch dasselbe in ihrer Lage erhalten werden. Hieraus ergibt sich, dass die Ganglienzellen in dem Sympathicus des Frosches gleich jeder Nervenfasern eine neurilemmatische Umhüllung von wechselnder Dicke mit wechselndem Kerngehalte haben, welche als Fortsetzung des Neurilemmas der zutretenden Nervenfasern zu deuten ist, dass ferner an den isolirt liegenden Zellen ausserdem noch eine bindegewebige Umhüllung vorkommt, welche dem Perineurium der Nervenstämmen entspricht und in den Ganglien zu einem vollständigen Fächerwerk sich gestaltet.

Zunächst muss auffallen, dass ich die Hüllen der Zellen zum grossen Theil, wenn auch als structurlos, so doch als kernhaltig bezeichne, während die meisten Forscher dieselben als kernlos schildern. Möglicher Weise erklärt sich diese Abweichung daraus, dass die Zellen des Sympathicus durchschnittlich sich kernreicher zeigen, als diess bei anderen Ganglienzellen der Fall ist, so wie ja auch die Neurilemmata der schmalen dunkelrandigen Nervenfasern in dem Sympathicus kernreicher sind, als die der dunkelrandigen Fasern anderer Nervenstämmen. Auf der anderen Seite kommen aber nach meiner Ansicht noch andere Verhältnisse in Betracht. Ich glaube nämlich, dass man das Neurilemma sowohl der Fasern als der Zellen irrthümlicher Weise wegen seiner an diesem Orte häufiger vorkommenden beträchtlicheren Dicke zu der äusseren Scheide gerechnet hat und die eigentliche Primitivscheide der Nervenfasern, so wie die Membran der Zellen innerhalb desselben verlegte, wie diess früher von den Nervenfasern ausführlicher auseinandergesetzt wurde. So wenig es mir gelingen wollte, die Existenz einer zweiten solchen Primitivscheide an den Nervenfasern nach-

zuweisen, eben so wenig war ich im Stande, eine dieser entsprechende Hülle oder Membran an den Zellen aufzufinden und es scheinen mir gerade jene Reagentien, welche eine Entfernung der Hülle von der Ganglienzellensubstanz bewirken, in dieser Hinsicht beweisende Bilder zu liefern. An solchen Stücken sieht man ganz deutlich äussere und innere Contur des Neurilemmas der Zellen und es erscheint dann unzweifelhaft, dass die zunächst folgende innere Contur der Zellensubstanz angehört. Belehrend sind ferner jene Präparate, an welchen nach Ablösung des Neurilemmas die Ganglienzellen frei geworden sind, indem auch sie keine Spur einer Membran an der Zelle erkennen lassen. Wäre das abgelöste Neurilemma als äussere Scheide aufzufassen, so müsste eine Membran und deren Fortsetzung auf die Nervenfasern nachzuweisen sein. Dem ist aber keineswegs so; man erkennt vielmehr ganz deutlich die Contur der nackten Zelle und zwar ist diese eine scharfe, so lange nicht Reagentien eine zu bedeutende Veränderung der Zellensubstanz bewirkt haben. Es weisen diese Thatsachen unzweideutig darauf hin, dass das, was wir oben als neurilemmatische Umhüllung der Zelle und Nervenfasern beschrieben, in der That eine solche ist und dass nicht eine Verwechselung mit der bindegewebigen Einhüllung dieser Theile, welche wir als Perineurium bezeichneten und nach aussen von dieser verlegten, uns untergeschoben werden kann; ferner dass die Ganglienzellen des Sympathicus nicht nur kernlose, sondern auch kernhaltige Hüllen besitzen, dass schliesslich nach innen von dieser keine selbständige Membranbildung an der Zelle sich findet.

Ich glaube, dass bezüglich des Neurilemmas der Zellen vielfache Täuschungen vorgekommen sind, weil man sich durch die bedeutendere Dicke der Zellenhülle verleiten liess, dieselbe als äussere Scheide zu deuten und die eigentliche Membran nach innen von dieser zu verlegen: eine Auffassungsweise, in der man einmal durch jene Bilder bestärkt werden könnte, an denen sich die Hülle in dem Grade von den Ganglienzellen entfernt, dass man geneigt sein möchte, deren innere Contur für eine eigene Membranbildung auszugeben; zuweilen ist auch die Contur der Zellensubstanz selbst als Membran bezeichnet worden. Für die Richtigkeit dieser An-

sicht spricht die genauere Betrachtung der uns vorliegenden Abbildungen von sympathischen und peripherischen Ganglienzellen überhaupt. Fassen wir z. B. die Abbildungen Kölliker's, welche dessen „neurologischen Bemerkungen“ (Zeitschr. f. wiss. Zoolog. Bd. I, H. 2 u. 3) beigegeben sind, näher in das Auge und zwar auf Taf. XI, Fig. II, 1, Fig. III, 2, so kann nicht entgehen, dass die Contur, welche als der Zellenmembran angehörig bezeichnet wird, wenn wir sie auf die Nervenfasern verfolgen, in die Contur des Markes übergeht; die Scheide des Nerven fehlt, so wie die neurilemmatische Umhüllung der Zelle, deren äusserste Contur durch die Substanz selbst, nicht durch eine Membran dargestellt wird; an einem intacten Object kann man ganz leicht die Contur der Hülle in die Contur der Scheide der Nervenfasern verfolgen. Meiner Ansicht nach hatte es Kölliker mit Zellen zu thun, die ihrer Hülle beraubt waren. Aehnliche Abbildungen finden sich auch bei anderen Autoren; ich habe nur gerade diese hervorgehoben, weil sie sich in dieser mit Recht so hoch geschätzten Arbeit Kölliker's finden und von da aus den Weg in die verschiedensten histologischen Werke und Handbücher gefunden haben. Ein weiterer Punkt, in welchem ich von der gewöhnlichen Auffassung über die Hüllen der Ganglienzellen abweiche, ist der, dass ich einen grösseren Werth lege auf die Beziehung zwischen dem Neurilemma der Nervenfaser und der Hülle der Zelle, als diess gewöhnlich geschieht, dass ich die letztere in ein gewisses Abhängigkeitsverhältniss zu den ersteren bringe und die Selbständigkeit der Zellenhülle, d. h. deren Bedeutung als Zellenmembran in Abrede stelle. Die Begründung dieser Ansicht finde ich in dem beschriebenen Verhalten der beiden Hüllen zu einander, ferner aber in der später weiter auszuführenden Ansicht, dass wir den Begriff der Zelle für die Ganglienkörper in Berücksichtigung noch anderer Gesichtspunkte müssen fallen lassen.

Ich halte es für geeignet, schon hier anzuführen, dass Bidder dieselbe Ansicht in seinem Werke (zur Lehre von dem Verhalten der Ganglienkörper zu den Nervenfasern S. 22) vertheidigt hat. Bidder erwähnt daselbst der sogenannten freien d. h. ihrer Umhüllung beraubten Ganglienkugeln und wirft bezüglich derselben die Frage auf, ob eine solche Bildung auch wirklich alle diejenigen Ele-

mente darbierte, die zu der Bezeichnung „Nervenzelle“ berechtigen. Bidder führt dann aus, dass eine Zellenmembran durch keine Methode, kein Reagens zu demonstrieren sei; er hat nur den Fehler gemacht, dass er trotzdem noch zu sehr an dem Begriff der Zelle für die Ganglienkörper festgehalten hat; es sind daher die Vorwürfe Kölliker's (l. c.), dass Bidder inconsequent sei, in gewisser Beziehung gerechtfertigt. Weniger gegründet scheinen mir dagegen jene Deductionen Kölliker's, welche die Existenz einer Zellenmembran darthun sollen. Kölliker hält Bidder entgegen, dass er die Verhältnisse an den sogenannten selbständigen (apolaren) Ganglienzellen übersehen habe; er stellt dieselben in der bekannten Weise als Bildungen mit deutlicher, structurloser Membran, mit einem zähflüssigen granulirten Inhalt und einem Kern ausgestattet dar, macht auf die Aehnlichkeit dieser Bildungen mit den nicht selbständigen (polaren) aufmerksam und will aus der Selbständigkeit der Hüllen der ersteren auf dieselben Eigenschaften der letzteren schliessen. Dieser Schluss ist vollständig gerechtfertigt, vorausgesetzt die Unfehlbarkeit der Beobachtung der apolaren Ganglienzellen, die wir für den Sympathicus des Frosches wenigstens in Abrede zu stellen später Gelegenheit nehmen werden. Wenn Kölliker seine Ansicht ferner darauf basirt, dass die Ganglienkugeln auch im Uebrigen die Charaktere der Zellen (Kerne etc.) tragen, so werden wir auch bezüglich dieser Punkte in den folgenden Mittheilungen Thatsachen beibringen, welche nicht zu Gunsten dieser Auffassung sprechen. — Auch Volkmann schliesst sich der Ansicht Bidder's in einem Anhang zu der citirten Arbeit an. — Sehr werthvoll sind in dieser Beziehung die Beobachtungen Leydig's und Max Schultze's.

Letzterer hat namentlich unzweifelhaft die Abhängigkeit der Membran der Ganglienzellen von der Scheide der Nervenfasern dadurch dargethan, dass er nachwies, dass Zellen (wie z. B. in der Rétina), welche mit Nerven in Verbindung stehen, die kein Neurilemma besitzen, hüllenlos sind. M. Schultze (Observat. de retinae structura penitior. S. 21) spricht sich über diesen Gegenstand wörtlich so aus: „Membrana tum modo praedita est cellula, cum sit circumdata vagina nucleis instructa, quae Schwannianam nervorum tunicam continuans etc.“ Seine Untersuchungsergebnisse führen ihn zu der Aufstellung der bekannten vier Arten von Ganglienzellen, mit denen ebenso zusammengesetzte Nervenfasern in Verbindung stehen; hier interessirt uns nur die zweite Art: „cellulae neurolemmate instructae, quae sunt gangliorum sympathici vel potius omnium gangliorum periphericorum cellulis multipolaribus instructorum.“

Ebenso entschieden spricht sich Leydig sowohl in seiner Histologie als in der neuesten Zeit in seiner vergleichenden Anatomie aus. Er sagt S. 84: „Bereits vor längerer Zeit habe ich hervorgehoben, dass den Ganglienzellen eine Zellenmembran häufig mangle“, weiter unten, „sie erscheinen als hüllenlose Ballen.“ — Auch Auerbach (Virchow's Archiv Bd. XXX. Hft. 3 u. 4) konnte sich von der Existenz einer Membran an den peripherischen Ganglienzellen des Darmes nicht überzeugen.

Diese eben beigezogenen Citate lassen unzweifelhaft die Ansicht der erwähnten Forscher erkennen, so dass wir sie als wesentliche Stütze für unsere Auffassung von den Eigenschaften der Hüllen der Ganglienzellen betrachten dürfen.

Nachdem wir das Verhalten und die Bedeutung der Hüllen der hier in Betracht kommenden Ganglienzellenarten besprochen, gehe ich zu der Erörterung der übrigen Zellenbestandtheile, d. h. der eigentlichen Zellensubstanz mit dem Kern und Kernkörperchen über. Ich bin bei der Auseinandersetzung über das Verhalten der Hülle von dem Neurilemma der zutretenden Nervenfaser ausgegangen und werde diese *Procédur* auch bei den erwähnten Theilen einhalten, dagegen von dem Gange insofern abweichen, als ich nicht zuerst das Mark, dann den Axencylinder, sondern letzteren zuvor in das Auge fasse.

Untersucht man eine Ganglienzelle, welche mit einer Nervenfasern in Verbindung steht, näher und prüft man namentlich das Verhalten des Axencylinders genauer, so sieht man denselben in die Ganglienzellensubstanz sich einsetzen, von welcher Stelle an er sich bei den gewöhnlichen Methoden der Untersuchung meistens der Beobachtung entzieht; bei der Anwendung der später anzuführenden Reagentien dagegen kann man bestimmt nachweisen, dass der Axencylinder als blasser breiter Faden innerhalb der Zelle weiter verläuft und in einer rundlichen knopfförmigen Anschwellung, dem Kernkörperchen der Zelle, endigt und zwar verhält sich der Axencylinder auf diesem Wege von dem Eintritt in die Zelle bis zu seiner Endigung in dem Kernkörperchen genauer in folgender Weise. Liegt die Zelle seitlich, so dass sie mit der zutretenden Nervenfasern einen birnförmigen Körper darstellt, dessen schmäleres stielähnliches Ende der Eintrittsstelle der Nervenfasern entspricht, dessen dickeres Ende gewöhnlich Kern und Kernkörperchen enthält, so sieht man in dem spitz zulaufenden Pole den Axencylinder der zutretenden Nervenfasern deutlich sich einsenken und in gerader Richtung durch den Inhalt der Zelle verlaufend in dem Kernkörperchen endigen (cf. Taf. I. Fig. 2 u. 6). Bei dieser Lagerungsweise der Zelle kommt sehr klar zur Beobachtung das Verhalten des Axencylinders innerhalb der Zellensubstanz, so wie dessen Endi-

gung innerhalb der Grenzen des Kernes in dem Kernkörperchen. Man sieht ganz deutlich das ziemlich breite, lichte und platte Band, die eigentliche Zellensubstanz verlassend, in das Gebiet des Kernes eintreten und allmählig breiter werdend in der knopfförmigen Anschwellung endigen. Weniger deutlich ist bei dieser Lagerungsweise das Verhalten des Axencylinders an der Stelle, an welcher sich derselbe in die Zelle einsenkt, indem sich nicht immer scharf die Contur des Axencylinders von der der Zellensubstanz abhebt. Grosses Interesse bieten daher jene Zellen, welche so gelagert sind, dass sie eine mehr ellipsoide Bildung darstellen, an deren einem Ende die Nervenfasern eintritt, an deren anderem der Kern mit dem Kernkörperchen sichtbar ist, ohne dass jedoch diese beiden Punkte ganz nach aussen zu liegen kommen, so dass die ganze äussere Contur von Zellensubstanz dargestellt wird. Man hat dann die Eintrittsstelle des Nerven sowohl als die Kernbildung auf der Flächenansicht; merkwürdiger Weise liegen dieselben aber nie in einer Ebene, sondern immer die eine höher, die andere tiefer, so dass sie nicht bei ein und derselben Einstellung zur Beobachtung kommen, sondern der Focus verändert werden muss, wenn man beide Punkte prüfen will. Liegt diese Zelle schliesslich so, dass die Eintrittsstelle dem Beobachter zugewendet ist (Taf. I. Fig. 5), so haben wir die zur Prüfung der letzteren geeignetsten Verhältnisse. Dieselbe bietet sich dann in folgender Weise dar: wir sehen den Nerven auf der Rindensubstanz verlaufend plötzlich einen starken Bogen beschreiben und mit diesem in eine lichte rundliche Stelle eintreten; diese ist nach aussen scharf begrenzt durch die umliegende Zellensubstanz —, in ihrem Centrum befindet sich der Axencylinder der zutretenden Nervenfasern, der Raum zwischen Axencylinder und Contur der Zellensubstanz ist erfüllt mit einer lichten Masse. Diese Eintrittsstelle gleicht bei oberflächlicher Betrachtung, oder wenn der Verlauf des Nerven auf der Rindensubstanz nicht deutlich zu verfolgen ist, einer zweiten Kernbildung, nur dass dieselbe viel kleiner erscheint, wie der eigentliche Kern. Die Ähnlichkeit der ersteren mit dem letzteren ist noch grösser und die Vergleichung beider zeigt sich noch mehr gerechtfertigt, wenn man berücksichtigt, dass das sogenannte Kernkörperchen in beiden Fäl-

len durch den Axencylinder dargestellt wird; nur haben wir es in dem einen Falle mit dem wirklichen Ende desselben, in dem anderen nur mit dessen optischem Durchschnitt zu thun; die lichte Masse zwischen Axencylinder und Zellensubstanz wäre in beiden Fällen in derselben Weise zu deuten. Um Missverständnissen vorzubeugen, muss ich mich dagegen verwahren, dass ich dieser Zeichnung die Bedeutung eines Kernes zuschreibe; ich wollte nur auf die Existenz einer solchen aufmerksam machen; überdiess habe ich ja die Deutung unzweifelhaft gelassen und hätte eine solche Unterstellung bei unserer Auffassung von den Ganglienzellen des Sympathicus keinen Sinn. Zu der Verfolgung der Nervenfasern innerhalb der Zelle, so wie zu der Beobachtung der Endigung des Axencylinders in dem Kernkörperchen ist die beschriebene Lagerungsweise nicht geeignet.

Die gemachten Mittheilungen scheinen mir insofern von Bedeutung, als sie darthun, dass der Axencylinder als solcher in die Zelle eindringt, nicht, wie vielfach angegeben wird, in unbestimmter Weise in die Zellensubstanz übergeht; nur in der beschriebenen Lage ist das Getrenntbleiben der Conturen des Axencylinders von der der Rindenschichte unzweifelhaft zu constatiren, während bei seitlicher Lagerung, wie schon oben erwähnt wurde, die Conturen des ersteren in die der letzteren überzugehen scheinen und an eine unmittelbare Verschmelzung beider Theile gedacht werden könnte (Taf. I. Fig. 1). Die Endigung des Axencylinders in dem Kernkörperchen betreffend, ist hinzuzufügen, dass das gewöhnliche Vorkommen die einfache Endigung des Axencylinders in einem Kernkörperchen ist; in nicht gerade seltenen Fällen aber findet man zwei und mehr Kernkörperchen und eine diesen entsprechende Theilung des Axencylinders; es endigt dann je ein Theilungsast des letzteren in je einem Kernkörperchen. Die mitgetheilten Beobachtungen berechtigen mich zu der Aufstellung des Satzes: der Axencylinder der zu einer Ganglienzelle des Sympathicus tretenden Nervenfasers durchsetzt deren Substanz und endigt in dem Kernkörperchen.

Aehnliche Befunde wurden auch von Anderen mitgetheilt und zwar zuerst von Harless (Müller's Archiv 1846. Hft. 3). Nachdem Harless im Allgemeinen

der Existenz von Ganglienzellen, aus denen Nervenfasern entspringen, erwähnt hat, unterscheidet er zwischen Zellen, welche Hirnfasern und solchen, die peripherischen Nervenfasern zum Ursprung dienen. Bei den ersteren sollen von dem Kern der inneren Ganglienzelle Fasern ausgehen, die sich unzweifelhaft als Nervenprimitivfasern darstellen und durch grosse Strecken in dem Gehirn verfolgen lassen; in anderer Weise sollen sich jene Ganglienzellen verhalten, von denen peripherische Nervenfasern entspringen, indem hier die Scheidenfortsätze zur Hülle des abgehenden Nerven werden, während das Mark von dem Inneren der Ganglienzelle auszugehen scheine. Harless fügt seiner Arbeit Abbildungen bei, die keinen Zweifel aufkommen lassen, dass er die Nervenfaser in dem Kernkörperchen endigen lässt. Zu ähnlichen Resultaten ist Lieberkühn (*de structur. gangl. penit.*) gekommen, welche er in folgenden Worten mittheilt: „Aliquoties contigit, ut fibræ nerveæ in nucleum intrantem viderem; nucleus apparuit globulus fibræ nerveæ adhaerens, quasi amplificata sive intumescens fibra.“ In einzelnen Fällen schienen Lieberkühn zwei Fasern aus der Zelle hervorzugehen, die eine aus dem Kern, die andere aus der Zelle selbst; in wiederum anderen Fällen endigte die Faser in dem Kern und deren Axencylinder (*Filum fibra inclusum*) setzte sich zum Kernkörperchen fort. Lieberkühn hebt namentlich 5 Arten des Verhaltens der Nervenfasern zu den Ganglienzellen hervor: 1) Es ist nur eine Axenfaser vorhanden, welche in den Nucleolus übergeht. 2) Dieselbe zieht durch den Nucleolus, welcher als in der Mitte verdickte Axenfaser erscheint. 3) Es finden sich zwei Kernkörperchen, durch welche beide die Axenfaser gehen. 4) Auf der einen Seite der Zelle tritt eine Axenfaser in das Kernkörperchen, auf der entgegengesetzten Seite eine scheinbar unversehrte Faser in den Kern. 5) Auf der einen Seite der Zelle dringt eine Axenfaser in das Kernkörperchen, von der anderen Seite eine wahrscheinlich mit einer Scheide versehene Nervenfaser in die Zelle selbst, deren Axenfaser bis zu dem Kernkörperchen vordringt. — G. Wagener (*Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. VIII. Hft. 4*) bestätigt die Lieberkühn'schen Beobachtungen und nimmt dieselben gegen die gleich anzuführenden Einwendungen Stilling's in Schutz; auch Owsjannikow (*Annal. des scienc. natur., Zoolog. Tom. XV. S. 139*) spricht sich für Lieberkühn aus. Kölliker (*Gewebelehre 4te Aufl. S. 291*) hat bestimmt in dem Ganglion Gasserii des Kalbes zwei Fälle gesehen, in welchen der Nucleolus in eine Faser sich verlängerte, die gegen einen abgehenden Fortsatz der Zelle verlief. In einem scheinbaren Widerspruch mit diesen Angaben stehen die Beobachtungen Axmann's (*De gangl. struct. penit. und Beitr. zu der mikroskop. Anatomie des Gangliennervensyst.*), denen zufolge der Axencylinder in den Kern übergehen soll; doch scheinen hier Verwechslungen vorzuliegen, auf deren Erörterung wir später zurückkommen. So viel geht jedenfalls aus Axmann's Abbildungen hervor, dass auch er die Fortsetzung des Axencylinders durch die Zellensubstanz gesehen hat.

Diess sind die Beobachtungen, welche als Bestätigung unserer Mittheilungen anzuführen wären, indem sie alle auf einen Zusammenhang zwischen Axencylinder der zutretenden Nervenfaser und dem Kernkörperchen der Ganglienzelle hinweisen. Auf der anderen

Seite hat sich eine Reihe von Forschern gegen ein solches Verhalten ausgesprochen.

Zuerst hat sich meines Wissens R. Wagner (*Handw. d. Physiol.* Bd. III. S. 367) dagegen erklärt, indem er glaubt, dass Harless auf oder unter den Ganglienzellen verlaufende Fasern in dieselben verlegte. Valentin (*Handb. d. Physiol.* Bd. II. S. 701) machte zwar ähnliche Beobachtungen wie Harless, deutet dieselben aber wie Wagner. Ich stimme Stilling (*Bau d. Nervenf. etc.*) vollständig bei, wenn er die Unterbreitung einer solchen Täuschung zurückweist, dagegen nicht darin, dass er die Abbildungen von Harless verurtheilt und als rein schematische darstellt. — Am entschiedensten spricht sich Stilling gegen Lieberkühn's Befunde aus, indem er die Darstellung desselben als nicht naturgetreu verwirft. Stilling selbst ist nämlich der Ansicht, dass der Axencylinder nicht direct, sondern indirect durch ein System von Röhren mit dem Kernkörperchen in Verbindung stehe. Wie es sich mit dieser Behauptung verhält, werde ich später weiter ausführen und will hier nur vorausschicken, dass allerdings Fäden mit dem Kernkörperchen in Verbindung stehen, dass dieselben aber nicht als unmittelbare Theilungsprodukte des Axencylinders aufzufassen sind. Auch Buchholz (*Archiv von Du Bois und Reichert.* 1863. Hft. 2. S. 247) spricht sich, obgleich er ähnliche Beobachtungen wie Lieberkühn machte, gegen denselben aus. Buchholz sah nämlich einen grossen Kern, welcher sonst von kugelförmiger Form einen langen Fortsatz zeigte, der mit seiner breiten Basis fest mit der Kernoberfläche verbunden war, deutet aber denselben als einen Theil des Zellkörpers; ganz ähnlich spricht sich Waldeyer (*Zeitschr. f. rat. Med.* Bd. XX. Hft. 3. S. 241) aus.

Prüfen wir die Angaben derjenigen Forscher, welche sich gegen den Zusammenhang von Axencylinder und Kernkörperchen ausgesprochen, vorurtheilsfrei, so ist auffallend, dass die Meisten Beobachtungen gemacht haben, welche auf eine solche Beziehung hinweisen, dieselben nur in anderer Weise deuten zu müssen glauben. Was speciell die Einwände von Valentin und Wagner betrifft, dass hier Verwechslungen mit über und unter den Ganglienzellen verlaufenden Nervenfasern vorliegen, so muss ich nach meinen Untersuchungen vermuthen, dass Harless solch einer Täuschung sich nicht unterzogen hat, will aber ferner hier beifügen, dass ich die eben mitgetheilten Beobachtungen vorzüglich an Zellen anstellte, die vollständig isolirt waren, so dass an eine solche Täuschung nicht gedacht werden kann. Dass solche Bilder nicht durch anhängende Protoplasmatheile, wie Buchholz und Waldeyer meinen, erzeugt sind, geht daraus hervor, dass die Verhältnisse nur an intacten Zellen, nicht an frei schwimmenden

Kernbildungen geprüft wurden. Was die Angaben von Harless, Lieberkühn, Wagener, Owsjannikow und Kölliker betrifft, so ist nur der Theil der Beobachtungen hier zu verwerthen, denen zufolge der Axencylinder einer unzweifelhaft peripherischen Nervenfaser in dem Kernkörperchen endigt, während einem Theil der Fäden eine andere Deutung zukommt. Am meisten stimmen mit meinen Beobachtungen die Fälle überein, wie sie von Harless in Fig. 8, von Lieberkühn in Fig. 1 abgebildet wurden, während gerade bei dem letzteren Forscher ein Theil der Fäden, wie sie in den anderen Figuren abgebildet sind, wohl als präexistirende Bildungen, nicht aber als Fortsetzungen des Axencylinders einer peripherischen Nervenfaser zu bezeichnen sind.

Aus dieser historischen Mittheilung geht hervor, dass in der Literatur eine grosse Anzahl von Beobachtungen sich findet, welche die früher gemachten Angaben bestätigen, und zwar nicht nur Beobachtungen, welche direct zustimmend lauten, sondern auch solche, welche in der That für unsere Befunde sprechen, aber in anderer Weise gedeutet wurden. Dagegen haben andere Histologen ohne weiteres jede ähnliche Angabe verdammt und in das Reich der histologischen Märchen verwiesen, während nur ein kleiner Theil mit grosser Vorsicht über dieselbe sich ausspricht. So sagt z. B. Leydig in seiner vergleichenden Anatomie S. 90: „Ich bin weit davon entfernt, die Richtigkeit der von Lieberkühn und Wagener veröffentlichten Zeichnungen zu bezweifeln, aber wenn der Eine der Genannten selbst erklärt, dass unter hundert Fröschen nur einer oder zwei zur Untersuchung sich eignen, etc., so handelt es sich offenbar um keine normale Bildung.“ Dieser Ausspruch Leydig's muss der gemachten Angabe gegenüber vollständig gerechtfertigt erscheinen. Dagegen kann ich versichern, dass ich an jedem Frosche und zu jeder Zeit, wenn nur einzelnen Erfordernissen entsprochen wird, im Stande bin, die oben erwähnten Verhältnisse zu demonstriren. Dass diess Lieberkühn und Wagener nicht gelingen wollte, lag einfach darin, dass die von ihnen angewendeten Methoden unzweckmässig waren.

Ich kann nicht umhin, zum Schlusse dieser Betrachtungen noch einige Thatsachen zu erwähnen, welche mir unzweifelhaft für

den Zusammenhang zwischen Kernkörperchen und Axenfaser zu sprechen scheinen. Behandelt man ein kleineres Ganglion des Sympathicus sechs und mehr Stunden mit $\frac{1}{2}$ —1 pCt. Essigsäure, so erfahren nicht nur die bindegewebigen Theile desselben eine Quellung und dann eine Lösung, sondern auch die Zellensubstanz erliegt denselben Vorgängen. Die erste Erscheinung, die man an der letzteren wahrnimmt, ist die, dass der Kern zerstört wird, d. h. dass sich dessen Conturen verwischen und die eigentliche Zellensubstanz dem Kernkörperchen näher rückt; dieses letztere wird durch die ganze Procedur verhältnissmässig wenig afficirt, ja verändert nicht einmal seine Stellung, wie man doch bei der Zerstörung des Kernes a priori erwarten sollte; erst wenn die zutretende Nervenfaser Lageveränderungen eingeht, sehen wir auch das Kernkörperchen solchen unterworfen. Wirkt die Essigsäure noch längere Zeit (12 Stunden) ein, so findet man nicht selten Ganglienzellen, aus welchen die zutretende Nervenfaser mit dem Kernkörperchen entfernt ist. Ich erinnere mich eines Präparates, an welchem die Ganglienzellensubstanz, umgeben von der Hülle, dalag, die letztere war abgerissen an der Stelle, an welcher sich der Nerv in die Zellsubstanz einsetzt; in einiger Entfernung fand sich die Nervenfaser mit der abgerissenen Scheide, in dem Centrum der Axencylinder mit einer knopfförmigen Anschwellung, dem Kernkörperchen, wie dies G. Wagener auch abbildet. Aehnliche Erscheinungen beschreibt Axmann an den Ganglienzellen nach der Einwirkung von verdünnter Essigsäure; doch lässt er den Kern der Nervenfaser anhängen, diess habe ich niemals beobachtet.

Die Annahme einer Endigung des zu einer Ganglienzelle tretenden Nerven in dem Kernkörperchen steht in directem Widerspruch mit unseren Begriffen über die Natur der Ganglienkörper als Zellen. Während man bisher wie an anderen Zellen so auch hier Kern und Kernkörperchen als der Zelle ganz eigenthümlich auffasste, stellt sich heraus, dass denselben eine selbständige Bedeutung gar nicht zukommt, dass es nur das Ende der zutretenden Nervenfaser ist.

Betrachten wir nun das Kernkörperchen als solches etwas genauer, so erscheint dasselbe nicht nur, wie häufig dargestellt wird,

als eine homogene rundliche Bildung ohne weitere Zeichnung, es finden sich vielmehr noch einige erwähnenswerthe Formen. Der Nucleolus ist gegen die Substanz des Kernes durch eine kreisrunde Linie abgegrenzt; diese äussere Contur erscheint scharf, dunkel, ist ziemlich breit und umschliesst häufig einen lichten Raum, in welchem wiederum ein dunkles Korn (Nucleolulus) liegt. Prüfen wir das Kernkörperchen bei stärkerer Vergrösserung, so bietet sich dasselbe als eine ziemlich grosse rundliche Bildung dar, deren äussere breite Contur einer Wandung, deren innere dem lichten Inhalt entspricht, der, jenachdem wir dasselbe als Bläschen oder festen Körper auffassen, von flüssiger oder festweicher Consistenz wäre und in der Mitte dieses dunkle Korn trägt. Die Wand zeigt dem Inhalt gegenüber eine gewisse Constanz in ihrer Erscheinung, bietet nur geringe Schwankungen in der Dicke, während der lichte Inhalt und das Korn in ihrer gegenseitigen Lagerung vielfach wechseln: bald liegt das letztere ziemlich genau in der Mitte, bald mehr excentrisch; einige Male sah ich es der Wand fast anliegen, in anderen Fällen vermisste ich es vollständig. In ähnlicher Weise beschreiben auch schon Valentin, Wagener, Remak, Hannover das Kernkörperchen. Stilling unterscheidet an demselben drei Schichten: erstens eine centrale rothe, zweitens eine blaue und drittens eine gelbe Schichte. In der neuesten Zeit hat Schrön (Mol. Unters. B. IX, H. 2) seine Aufmerksamkeit dem Korn des Kernkörperchens zugewendet und bringt dasselbe mit der Entwicklung der Zellen in Zusammenhang. Ueber diesen Punkt stehen mir keine Thatsachen zu Gebot, ich weiss nur so viel, dass das Korn nicht immer nachzuweisen ist. Dagegen scheint mir der erwähnte Bau des Kernkörperchens in Anbetracht der Thatsache, dass dasselbe als knopfförmige Endigung des Axencylinders aufzufassen ist, von Interesse. Wir müssen unseren Befunden zufolge die Peripherie des Kernkörperchens mit der des Axencylinders vergleichen, dessen lichtetes Centrum in den letzteren sich fortsetzen lassen, während möglicher Weise das Korn eine dem Kernkörperchen eigenthümliche Bildung wäre. Diese Betrachtungen führen aber unmittelbar zu der Frage über den Bau des Axencylinders. Zwar können wir mittelst dieser Thatsachen nicht entscheiden, ob

die Axenfaser als eine cylinderförmige Röhre oder ein plattes Band zu bezeichnen ist, wohl aber weisen dieselben darauf hin, dass sie aus verschiedenen geschichteten Theilen zusammengesetzt ist, da sich diese optisch in verschiedener Weise darstellen. Ich beschränke mich auf diese Andeutungen, weil ich in dieser Beziehung, um nicht zu sehr von meinem Ziele abzukommen, keine besonderen Untersuchungen anstellte; ich glaubte nur darauf hinweisen zu müssen, dass unsere Beobachtungen auch bezüglich der Structur des Axencylinders zu verwenden wären.

Kehren wir zu dem Kernkörperchen zurück. Ich habe vorhin die äussere Contur desselben als eine vollständige kreisrunde beschrieben. Diese Angabe ist in der Weise zu modificiren, dass dieselbe eine unterbrochene ist, und zwar ist die Unterbrechung bewerkstelligt durch Fäden, welche von ihr, d. h. von der äusseren Contur des Kernkörperchens, abgehen. Die Anzahl derselben schwankt zwischen 2—5; 3 ist das häufigste Vorkommen. Die Fäden sind an ihrer Ursprungsstelle aus dem Kernkörperchen etwas breiter, verschmälern sich dann ziemlich rasch, um als feine Fäden die Substanz des Kernes zu durchsetzen; sie gleichen sich nicht vollständig insofern, indem einer derselben gewöhnlich breiter ist, als die beiden anderen (Taf. I. Fig. 3, 4, 6). Was die Richtung des Verlaufes betrifft, so ziehen sie meistens in der Weise, dass sie speichenartig um das Kernkörperchen als Axe angeordnet sind. Die Fäden sind sehr deutlich und scharf conturirt, so lange sie in der Kernsubstanz verlaufen; sobald sie diese verlassen und in die eigentliche Zellensubstanz eintreten, sind sie schwieriger zu verfolgen; darüber gebe ich später weitere Mittheilungen. Diese Fadenbildungen gehen nicht selten noch innerhalb der Grenze des Kernes Theilungen ein und verbinden sich zuweilen unter einander; sind zwei Kernkörperchen vorhanden, so sind dieselben durch Fäden mit einander verbunden. Wahrscheinlich verhält es sich ebenso bei drei Kernkörperchen; doch kann ich hierüber keine Mittheilungen machen. Die Fäden, welche von den beiden Kernkörperchen ausgehen, verhalten sich genau so wie in den erst erwähnten Fällen.

Der Einzige, welcher solcher Fäden, die von dem Nucleolus

ausgehen und nicht als directe Fortsetzungen des Axencylinders der zutretenden Faser zu deuten wären, erwähnt, ist meines Wissens Stilling (l. c.). Er berichtet von feinen Elementarröhrchen, welche man nicht selten in dem Innern des Nucleolus in verschiedener Richtung bald radienartig, bald bogenförmig verlaufen sieht, so wie von feinen Punkten, welche seiner Ansicht nach als Querschnitte solcher Röhrchen zu deuten wären. Obgleich ich im Allgemeinen der Ansicht Stilling's, dass sämmtliche Theile der Zelle, so wie der Nervenfasern aus solchen Elementarröhrchen zusammengesetzt seien, keineswegs beistimmen kann, vielmehr glaube, dass diese Bilder auf Producte der Gerinnung zu beziehen seien, namentlich insofern sie die Scheide, Mark und Axencylinder der Nervenfaser einerseits, Kern, Kernkörperchen und Scheide der Ganglienzelle andererseits betreffen; so muss ich doch hervorheben, dass man in der Beurtheilung der Stilling'schen Arbeit insofern ungerecht war, als man das Kind mit dem Bade ausschüttend die Richtigkeit aller Beobachtungen in Abrede stellte. Was z. B. gerade diese hier in Rede stehenden Fäden, welche von dem Kernkörperchen ausgehen, betrifft, so hat Stilling dieselben unzweifelhaft gesehen; diess geht aus seinen Abbildungen auf Taf. II, Fig. 40, 41, 45—52 klar hervor; auch in Fig. 10, 11, 13 derselben Taf. und Taf. I bildet Stilling Zellen ab, in denen von dem Kernkörperchen ein bis zwei solcher Fortsätze sich abzweigen. Allerdings sind es meiner Ueberzeugung gemäss nur diese scharf conturirten Fortsätze, welche hier in Betracht kommen und als präexistirend zu bezeichnen sind; während das Netz von feinsten Elementarröhrchen nicht innerhalb der Grenzen des natürlichen Vorkommens liegt, sondern ein Product der Gerinnung, erzeugt durch die in hohem Concentrationsgrade angewendete Chromsäure sein dürfte. Stilling geht von der Ansicht aus, dass diese Fortsätze des Nucleolus mit dem Axencylinder der zutretenden Nervenfaser in Verbindung treten und deutet in dieser Weise die von Harless (in Fig. 4 und 9) und Lieberkühn (Fig. 1, 2, 3, 4 und 9) gelieferten Abbildungen. Darin kann ich aber Stilling nicht beistimmen, indem meine Untersuchungen mir als Ergebniss lieferten, dass niemals diese Fäden mit dem Axencylinder ausser rückwärts

durch das Kernkörperchen eine Verbindung eingehen. Es könnte somit allenfalls bei Harless in Fig. 3 der Faden c, in Fig. 4 der nach oben verlaufende, nicht weiter bezeichnete Fortsatz, bei Lieberkühn in Fig. 4 jener Faden, welcher von dem Kernkörperchen entspringend mit keiner Nervenfaser in directer Verbindung steht, als hierher gehörig gedeutet werden, niemals aber jener Fortsatz, welcher als Axencylinder der zutretenden Nervenfaser aufzufassen ist. Stilling hat die Endigung des Axencylinders der zutretenden Faser in dem Kernkörperchen nicht gesehen, bringt daher die von dem letzteren ausgehenden Fadenbildungen zu dem Axencylinder in Beziehung, während ich der Ueberzeugung bin, dass der Axencylinder in dem Kernkörperchen endigt, von dem aus dann erst die Fäden entspringen (Taf. I. Fig. 6). Auf diese Weise wird der scheinbare Widerspruch zwischen den Befunden von Harless, Lieberkühn und Wagener einerseits, und Stilling andererseits auf eine irrige Deutung der Befunde reducirt.

Eine andere Frage, welche hier noch in Betracht kommt, ist die: haben wir diese Fäden als solide oder röhrlige Bildungen aufzufassen? Stilling deutet dieselben als Elementarröhrchen. Was meine Ansicht über den Bau dieser Bildungen betrifft, so muss ich ganz offen gestehen, dass ich zu einer sicheren Ueberzeugung in diesem Punkt nicht gelangen konnte. Doch will ich einer Thatsache erwähnen, weil dieselbe vielleicht gerade in dieser Beziehung verwerthbar sein wird. Man beobachtet nämlich ziemlich häufig (cf. Stilling), dass auf der Oberfläche der Ganglienzellen und innerhalb des Kernes kleine stark glänzende Tropfen sich sammeln, welche grosse Aehnlichkeit mit jenen haben, die den Retinastäbchen als kuglige Bildungen anhängen und allgemein als ausgetretener Inhalt gedeutet werden. In welcher Weise diese Erscheinung zu erklären ist, weiss ich nicht zu berichten, ebensowenig welchen Theilen der Ganglienzellen dieser Inhalt zuzurechnen ist. Ich schildere daher einfach, was ich gesehen.

Dass die eben beschriebenen fadenförmigen Fortsätze des Kernkörperchens nicht als Gerinnungsproducte, wie die Elementarröhrchen innerhalb des Kernes zu bezeichnen sind, dafür kann ich anführen, dass dieselben auch ohne Anwendung von Chromsäure

zur Anschauung kommen; dafür sprechen ferner die scharfen Conturen, die Regelmässigkeit in der Anordnung und ihr deutlicher Ursprung von dem Kernkörperchen. Man könnte schliesslich bezweifeln, ob sie präformirte Bildungen sind. Dieser Einwurf hat meiner Ansicht nach hier dieselbe Bedeutung, wie bei der grossen Streitfrage des Präformirtseins oder Nichtpräformirtseins des Axencylinders. Erkennt man diesen als eine präformirte Bildung an, so muss man auch diesen Fäden diese Eigenschaft zuertheilen.

Kern der Ganglienzellen. Die Kerne werden gewöhnlich aufgefasst als kugelförmige Bläschen mit einer Wandung, der Kernmembran. Gerade auf die Existenz des Kernes gründete man die Lehre von der Zellennatur der Ganglienkugeln. Nachdem aber nachgewiesen ist, dass das Kernkörperchen nicht als eine selbständige Bildung, sondern als Endigung der zutretenden Axenfaser sich darstellt, werden wir auch für die das Kernkörperchen umlagernde Kernbildung nach einer andern Deutung uns umsehen müssen. Am besten befolgen wir auch hier den früher eingeschlagenen Gang, indem wir auf die zutretende Nervenfasern zurückgehen und sehen, was aus dem den Axencylinder umgebenden Mark auf dem Verlauf des Nerven gegen die Ganglienzelle zu wird. In dieser Beziehung ist zunächst zu erwähnen, dass in dem Sympathicus vorwiegend schmale dunkelrandige Nervenfasern sich finden; dass ferner das Mark in seinen morphologischen Verhältnissen eine Veränderung erfährt, ehe der Nerv die Ganglienzelle erreicht. Dasselbe erscheint nämlich nicht mehr wie zuvor als eine helle glänzende, das Licht stark brechende Masse, geht nicht mehr die charakteristischen Gerinnungsformationen ein, sondern es stellt sich mehr als ein lichtes, aber mattes, das Licht schwach brechendes Gebilde dar, welches nur durch zarte Conturen zu beiden Seiten des Axencylinders sich zu erkennen gibt (Taf. I. Fig. 2). Verfolgt man diese lichten Conturen gegen die Ganglienzelle zu, so verläuft sie zu beiden Seiten des Axencylinders bis an die Eintrittsstelle des Nerven in die Ganglienzelle; hier hört die Möglichkeit der weiteren Verfolgung auf, indem die Contur des Markes sich verliert und in die der Zellensubstanz überzugehen scheint. So stellt sich die Sache bei seitlicher Lagerung der Zelle dar; in ganz anderer

Weise, wenn dieselbe so gelagert ist, dass man die Eintrittsstelle des Nerven auf dem Flächenbilde gegen den Beobachter zu gewendet hat (Fig. 5). Ich habe früher bei der Beschreibung der Eintrittsstelle erwähnt, dass sich zwischen Axencylinder und Contur der Zellensubstanz eine lichte Ausfüllungsmasse finde, deren Bedeutung ich damals unentschieden liess. Diese lichte Masse ist nichts anderes als die in die Zelle sich fortsetzende, in der beschriebenen Weise modificirte Markscheide des Axencylinders, welche sich somit einerseits scharf gegen den letzteren, andererseits gegen die Zellensubstanz abgrenzt. Während nun bis hierher die Verfolgung des Markes ohne Schwierigkeiten glückte, sollte die Prüfung des weiteren Verlaufes innerhalb der Ganglienzelle nicht von demselben Erfolg gekrönt werden. Allerdings schienen mir in nicht seltenen Fällen die lichten Conturen des Markes von der genannten Stelle aus innerhalb der Zelle sich fortzusetzen und in die Conturen des Kernes überzugehen, so dass der Kern als Fortsetzung oder besser gesagt als kugliges Ende des Markes aufzufassen wäre; ich muss aber offen gestehen, es liegen in dieser Beziehung die Untersuchungsergebnisse nicht mit der Schärfe vor, wie ich diess von den anderen Punkten sagen kann. Was mich in der eben angedeuteten Ansicht bestärkte, ist eine eigenthümliche Zeichnung um das Kernkörperchen, welche sich sehr häufig findet und bis jetzt nicht erwähnt ist. Man beobachtet nämlich sehr häufig um die kreisrunde äussere Contur des Kernkörperchens eine zackige Zeichnung, welche ich mir nur dadurch bedingt denken kann, dass die Substanz des Kernes resp. der Markmasse, welche den Kern darstellt, durch die Einwirkung des Reagens von dem Kernkörperchen sich abgehoben hat. Für unsere Auffassung spricht ferner die Analogie des Verhaltens der Kernsubstanz und der Markscheide des Nerven gegen Reagentien und gegen Färbemittel. Sobald z. B. die einprocentige Essigsäure die Kernsubstanz zerstört hatte, wurde auch die Markscheide undeutlich, Carmin und Anilin färben die Kernsubstanz nur schwach und erst dann, wenn auch die Markscheide des Nerven sich zu färben beginnt. So wenig bestimmt ich mich bezüglich des Zusammenhanges zwischen Markscheide des Nerven und Kernsubstanz der Zelle aussprechen kann,

so unzweifelhaft habe ich mich davon überzeugt, dass das Mark der Nervenfasern nicht in die Zellensubstanz (Rindensubstanz der Zelle) übergeht, und dass es auch niemals eine Markscheide um die Ganglienzellen des Sympathicus bildet, wie diess Leydig und Max Schultze bei anderen Zellen nachgewiesen haben. Da nun das Mark weder mit der Zellensubstanz verschmilzt, wofür der klare Beweis in der Zeichnung der Eintrittsstelle liegt, und auch keine Markscheide um die Zellen bildet, so müssten diejenigen, welche sich unserer Deutung nicht anschliessen, das Mark an der Eintrittsstelle endigen lassen und den Kern der Ganglienzelle als eine eigenthümliche Belegungsmasse auffassen.

Ich reihe hier noch einige Bemerkungen über den Kern an. Derselbe wird gewöhnlich dargestellt als ein liches Bläschen mit flüssigem Inhalt und selbständiger Wandung; die letztere hat namentlich in der neuesten Zeit Buchholz (Arch. f. Anatom. 1863, Hft. 2) in fast unzweifelhafter Weise demonstriert; dennoch konnte ich mich an den Ganglienzellen des Sympathicus des Frosches von der Existenz einer solchen Membran nicht überzeugen. Ich habe mir alle Mühe gegeben, die von Buchholz anempfohlenen Reagentien angewendet, niemals wollte es mir gelingen, so unzweifelhaft eine Kernmembran zu demonstrieren, wie diess Buchholz von seinen Untersuchungsobjecten berichtet. Gegen eine solche Kernmembran scheint mir ferner das Verhalten der Kernbildungen zu der Essigsäure zu sprechen. Lässt man nämlich verdünnte Essigsäure einige Zeit auf unsere Ganglienzellen einwirken, so beobachtet man in kurzer Zeit, dass sich die Conturen der Kerne verwischen und undeutlich werden: eine Erscheinung, welche dadurch bedingt ist, dass die Zellensubstanz an die Stelle des in Auflösung begriffenen Kernes rückt, bis sie schliesslich denselben vollständig verdrängend das Kernkörperchen umlagert. Was wird bei diesem Vorgange aus der Kernmembran? Dass die Existenz einer Doppelcontur in dieser Beziehung nicht verwendbar ist, wird man unbedingt zugeben müssen.

Zellensubstanz. Während früher die Einen die Substanz der Ganglienzellen sich mehr als eine flüssige (Hannover, Axmann), die Anderen als eine consistente Masse (Valentin, R.

Wagner, Kölliker u. A.) dachten, hat man sich jetzt ziemlich allgemein zu der letzteren Ansicht geeinigt. Die früher beschriebenen Veränderungen der Form sprechen meiner Ansicht nach dafür, dass die Substanz der Zellen von festweicher Consistenz ist; ja man muss dieser Eigenschaft noch die der Elasticität aus den früher schon erörterten Gründen hinzufügen. Was die chemische Zusammensetzung betrifft, so schliesst Buchholz aus seinen mit grosser Gründlichkeit angestellten mikrochemischen Reactionen wohl mit Recht, dass man es mit einem Eiweiskörper in erheblich dichtem Zustande zu thun habe. Die morphologischen Eigenschaften betreffend, wird die Ganglienzellensubstanz aus einem hellen gleichartigen, leicht gelblichen oder farblosen Cytoplasma und aus feinen Körnchen zusammengesetzt gedacht. So äussern sich wenigstens die meisten Histologen. Dagegen sind von Andern schon seit längerer Zeit in dieser Grundsubstanz noch andere Bildungen beschrieben; so hat z. B. Remak zu verschiedenen Zeiten auf streifige Zeichnungen der Ganglienzellen aufmerksam gemacht; Stilling lässt die Zellensubstanz, wie alle Theile der Ganglienkörper aus Elementarröhrchen zusammengesetzt sein; Leydig und Walter (Mikroskop. Studien) beschreiben in der Rindensubstanz eine concentrische Streifung. Was meine Beobachtungen betrifft, so muss ich denjenigen beistimmen, welche ausser der feinkörnigen Grundsubstanz noch andere Bildungen annehmen. Betrachtet man Ganglienzellen bei etwas stärkerer Vergrösserung (dieselbe braucht jedoch die 450fache nicht zu übersteigen), so findet man zunächst auf der Rindensubstanz feine Fäden, welche sich unter einander verbinden und so ein nicht sehr enges Netz zusammensetzen (Taf. I. Fig. 3, 4, 5 u. 6). Wie erwähnt, liegen diese Fäden zum Theil oberflächlich, zum Theil dringen sie aber auch in die Zellensubstanz selbst ein, um dieselbe in den verschiedensten Richtungen zu durchsetzen. Die Richtigkeit dieser Angabe geht daraus hervor, dass die oberflächlich liegenden Fäden sich verschieben (natürlich bei stattfindendem Druck), während die in der Substanz selbst liegenden unverrückt bleiben, und dass die Fäden bei Steigerung des Druckes an der Stelle abreißen, wo sie in die Substanz selbst eintreten. Den Verlauf der Fadenbildungen

innerhalb der körnigen Masse zu verfolgen, ist mit grossen Schwierigkeiten verknüpft, indem gerade die körnige Beschaffenheit der Grundsubstanz deren Aufsuchung sehr erschwert; doch habe ich häufig gesehen, dass die Fäden auch innerhalb der Rindensubstanz Theilungen und Verbindungen eingehen. Verfolgt man dieselben gegen die Kerngrenze zu, so sieht man sie ganz deutlich mit den Fortsätzen des Kernkörperchens und deren Theilungen in Zusammenhang treten; ja es gelingt am leichtesten, die Fäden in der Rindensubstanz aufzufinden, wenn man von den Fortsätzen des Kernkörperchens ausgeht, so dass ohne Zweifel ein Zusammenhang zwischen beiden Fadensystemen besteht (Fig. 3, 4 u. 6).

Zunächst muss ich hier einige Thatsachen darlegen, welche beweisen, dass wir es wirklich mit Fadenbildungen in der Rindensubstanz zu thun haben, nicht mit Producten der Präparation oder einer optischen Täuschung. Man könnte daran denken, dass dieses Fadennetz nicht in und auf die Zellensubstanz, sondern in die Hülle zu verlegen sei. Obgleich man schon mittelst der Einstellung ziemlich bestimmt nachweisen kann, dass unsere Angaben in der That richtig sind, bemühte ich mich dennoch, einen triftigeren Beweis beizubringen, und da ich glaubte, denselben dann geliefert zu haben, wenn ich auch an den ihrer Hülle beraubten Zellen diese Fäden zu demonstriren im Stande wäre, so richtete ich namentlich auf die aus ihrer Hülle befreiten Zellen mein Augenmerk. Es ist mir vielfach gelungen, solche aufzufinden, und konnte ich gerade an ihnen die oberflächlich liegenden Fäden deutlich wahrnehmen, indem dieselben die äussere Contur der Zellen wenigstens theilweise überragten und so eine Strecke weit isolirt zur Beobachtung kamen. Dieser Befund ist auch dem Einwurf entgegenzuhalten, dass man es hier mit Unebenheiten der Oberfläche und der Substanz der Ganglienzellen zu thun habe. Ferner muss ich hinzufügen, dass ich die Fäden nicht nur an Stücken, welche in Chromsäure gelegen hatten, sondern auch an solchen beobachtet habe, welche mit verdünnter Essigsäure behandelt waren. Ich hebe diess besonders hervor, weil man den Stilling'schen Beobachtungen den Vorwurf gemacht hat, dass dieselben nicht auf präexistirende Bildungen sich beziehen, sondern auf solche, welche Producte der

in hohen Concentrationsgraden angewendeten Chromsäure seien. Dass dieser Vorwurf unseren Untersuchungen gegenüber ungerechtfertigt ist, geht zum Theil aus dem bereits Erwähnten, zum Theil aus der später weiter auszuführenden Thatsache hervor, dass ich nur sehr geringe Concentrationsgrade der Chromsäure anwendete.

Ausser diesem weiteren Netze feiner zum Theil auf zum Theil in der Zellensubstanz gelegenen Fäden fand ich zuweilen ein sehr enges Netz solcher Fadenbildungen, welches innerhalb der Substanz der Zelle eingebettet war. Ich erwähne dieser Zeichnung, ohne mich entschieden dahin auszusprechen, dass dieselben präexistirende Bildungen seien; und zwar bestimmt mich zu dieser Vorsicht der Umstand, dass es mir nur an Präparaten, welche in Chromsäure gelegen hatten, gelingen wollte, dieses Netz nachzuweisen. Auf der anderen Seite sei bemerkt, dass dasselbe sehr deutlich an Präparaten war, welche in sehr dünnen Chromsäure-Lösungen (0,01 pCt.) gelegen hatten. Leider wollte es mir nicht gelingen, so wie für das weitere Netz der Fäden Beweise beizubringen, welche unzweifelhaft dargethan hätten, dass wir hier präexistirende Formen vor uns haben, so dass ich vorerst diesen Punkt unentschieden lassen muss. Diese Vorsicht muss ich aber auch in der anderen Richtung anwenden, d. h. ich darf diese Zeichnungen nicht unbedingt als Artefakte ansprechen, weil sie bei Anwendung der Chromsäure in einem hohen Grade der Verdünnung zum Vorschein kommen, und weil ich einige Male glaubte, einen Zusammenhang zwischen beiden Fadensystemen nachweisen zu können. Jeder, der die Schwierigkeiten dieser Untersuchungen kennt oder kennen lernen wird, kann diese Vorsicht in der Beurtheilung solcher Befunde nur billigen.

Den gemachten Beobachtungen zufolge ist die Substanz der Ganglienzellen aus einer theils homogenen, theils feinkörnigen Grundsubstanz und einem System von feinen, in diese eingebetteten Fadenbildungen zusammengesetzt, welche sich netzförmig verbinden und nach der einen Seite mit den Fortsätzen des Kernkörperchens und deren Theilungsästen in Verbindung stehen. Das rostrothe Pigment der Ganglienzellen scheint in der

feinkörnigen Grundsubstanz seinen Sitz zu haben; es zeigt Differenzen seines Vorkommens nach Species, Alter und Individualität des Frosches.

Es fragt sich zunächst, in welcher Beziehung steht die Substanz der Zellen oder Rindensubstanz der Ganglienkörper zu den einzelnen Theilen der zutretenden Nervenfaser? Wir haben uns davon überzeugt, dass die Membran der Zellen nichts anderes ist, als die Fortsetzung der neurilemmatischen Hülle des zutretenden Nerven, dass das Kernkörperchen die knopfförmige Endigung des Axencylinders darstellt; wir haben ferner darauf hingewiesen, dass wahrscheinlich eine Beziehung zwischen dem Mark des Nerven und der Kernsubstanz vorhanden sei. Eine der Rindensubstanz der Zelle entsprechende Bildung ist dagegen in der Nervenfaser nicht aufzufinden. Man hat von verschiedenen Seiten geglaubt, dass das Mark des Nerven in die Zellensubstanz übergehe; wir haben uns aber bei Gelegenheit des Studiums der Eintrittsstelle des Nerven davon überzeugt, dass eine solche Annahme ungerechtfertigt ist, weil Markscheide und Substanz der Zelle sich gegenseitig scharf abgrenzen und der Uebergang beider in einander nur ein scheinbarer, durch die seitliche Lagerung der Zelle vorgetäuschter ist; dagegen sprechen ferner die nachgewiesenen Differenzen in dem Bau der Rindensubstanz und der Markscheide. Leydig und Max Schultze sehen die den Kern umlagernde Substanz als einen angeschwollenen Axencylinder an. Ich kann für die Ganglienzellen des Sympathicus dieser Auffassungsweise mich nicht anschließen und zwar erstens, weil ich den Axencylinder innerhalb der Zellensubstanz zu dem Kernkörperchen verlaufen und in demselben endigen sehe, und weil zweitens die Contur des Axencylinders von der Contur der Zellensubstanz an der Eintrittsstelle nicht nur sich abgrenzt, sondern beide Conturen noch durch eine dichte Ausfüllungsmasse getrennt sind. Gegen eine solche Beziehung zwischen Axencylinder und Zellensubstanz oder dieser und Mark spricht ferner der Bau derselben, d. h. das Zusammengesetztsein aus einer feinkörnigen Grundsubstanz und Fadenbildungen, welche Bestandtheile weder in dem Axencylinder, noch in dem Mark des zutretenden Nerven sich nachweisen lassen. Die Rindensubstanz der

Ganglienzellen des Sympathicus ist somit zu bezeichnen als eine eigenthümliche Belegungsmasse.

Eine Frage ist hier noch zu beantworten: ob nicht die Fäden dieser Belegungsmasse direct, d. h. ohne Vermittelung der Fortsätze des Kernkörperchens mit dem Axencylinder der zutretenden Nervenfasern in Verbindung stehen, so dass derselbe ausser dem Fortsatz, welcher in dem Kernkörperchen endigt, noch eine Reihe von Fäden aussendete, resp. aus solchen sich zusammensetzte, welche mit den Fadenbildungen der Belegungsmasse in Beziehung treten. Von der Existenz solcher Fäden, welche als directe Theilungsproducte des Axencylinders gedeutet werden könnten, konnte ich mich nicht überzeugen; niemals sah ich denselben in solche Bildungen zerfallen.

Spiralfasern. Die Spiralfasern wurden von Beale und mir gleichzeitig nachgewiesen und zwar hat sie Beale zuerst an den Ganglienzellen in dem Sympathicus des Frosches, ich an den Nervenstämmchen der Froschlunge gesehen. Beale (Quart. Journ. of microsc. science. III.) macht über dieselben folgende Mittheilungen: „The spiral fibre or fibres can be shown to be continuous with the material of which the body of the cell is composed, as well as the straight fibre, but the former are connected with its surface, while the latter proceeds from the deeper and more central part of its substance.“ Er erwähnt die Kernbildungen, welche in dem Verlauf der Spiralfasern zu beobachten sind und mit ähnlichen Bildungen in der Zellensubstanz übereinstimmen; ferner spricht Beale die Vermuthung aus, dass die Anzahl der Windungen der Fasern proportional sei dem Alter der Zelle. Ich selbst (l. c.) habe mich über die Spiralfaser in folgender Weise ausgesprochen: „Ebenso unklar, wie die Endigungsweise dieser (der zutretenden) Faser, ist der Ursprung des sehr schmalen Fadens, welcher regelmässig aus der Glocke austritt, spiralig um die eintretende Faser sich windet und dann in dem Nervenstamm sich verliert; nur einige Male glaubte ich einen Uebergang der eintretenden schmalen, dunkelrandigen Faser in den austretenden, spiralig verlaufenden Faden zu sehen, etc.“ Zu diesen Angaben habe ich folgende wesentliche Zusätze zu machen.

Was zunächst das Vorkommen der Spiralfasern in den Ganglienzellen an dem Sympathicus des Frosches betrifft, so habe ich sie in der grossen Mehrzahl der Fälle nachweisen können; weniger constant ist ihr Verhalten bezüglich der Anzahl der Windungen. Einige Male sah ich die Spiralfaser nur sehr wenige, zwei bis drei, Windungen beschreiben, sonst parallel mit der eintretenden geraden Faser ziehen; einige Windungen habe ich fast immer beobachtet und zwar liegen dieselben, wenn sie so spärlich sind, entweder in der Mitte der gemeinsamen Verlaufsstrecke, oder aber gegen die Ganglienzelle zu; nur in einem Falle sah ich eine einfache Kreuzung beider Fasern. In anderen Fällen sind die Windungen so zahlreich, dass zwischen je zwei Spiralen nur sehr kleine Zwischenräume sich finden; zwischen diesen beiden Extremen in der Anordnungsweise finden sich alle möglichen Uebergänge. Grosse Unterschiede bieten die Spiralfasern in ihrem Dickendurchmesser dar; man findet Fasern, welche so fein sind, dass sie sich der Messung fast entziehen und nur bei stärkeren Vergrösserungen wahrzunehmen sind, während wiederum andere einen bedeutenden Dickendurchmesser erreichen, so dass sie dem der geraden Faser gleichkommen. Interessant ist, dass diese Verhältnisse in dem Dickendurchmesser der Spiralfasern in einer gewissen Proportion stehen zu der Zahl derselben; man findet nämlich deren bald mehrere (bis zu drei), bald nur eine; in dem ersteren Falle pflegen dieselben feiner, in dem letzteren dicker zu sein. Was die morphologischen Eigenschaften betrifft, so lassen sich ausser ziemlich grossen Kernbildungen, welche aber nur an den dickeren Fasern deutlich sind, wenige morphologische Eigenschaften erkennen (Taf. I. Fig 4). Die Spiralfasern stellen sich meistens als nicht ganz drehrunde, namentlich bei beträchtlicher Dicke etwas abgeplattete Fäden dar, an welchen keine weitere Structur, keine fibrilläre Streifung, keine Contur, welche auf eine Markscheide oder eine eigene neurilemmatische Umbüllung schliessen lässt, nachzuweisen ist. Was den letzteren Punkt betrifft, so ist zu erwähnen, dass die Faser innerhalb des Neurilemma's der geraden Faser liegt, um deren Mark und Axencylinder sie sich windet, so dass beiden Fasern eine gemeinschaftliche Scheide ursprünglich zukommt (Taf I. Fig.

3, 4, 5 u. 6); erst auf dem weiteren Verlauf erhält jede Faser eine Scheide für sich und zwar geht diess in der Weise vor sich, dass die Fasern, d. h. die gerade zutretende und die Spiralfasern in einiger Entfernung von ihrer Ursprungsstelle resp. ihrem Endigungspunkt von und in der Zelle in entgegengesetzter Richtung weiter ziehen. An der Stelle nun, an welcher die Fasern auseinandergehen, theilt sich das Neurilemma, so dass jede Faser ihre eigene neurilemmatische Umhüllung erhält (Fig. 6); sind es mehrere Spiralfasern, so haben dieselben wenigstens im Anfang gewöhnlich ein gemeinsames Neurilemma. Wir müssten den gemachten Auseinandersetzungen zufolge die Spiralfaser als marklose, nur aus Axencylinder bestehende Bildung bezeichnen.

Diess wäre das Verhalten der Spiralfaser an der geraden zutretenden Nervenfasern, so wie das ihres Verlaufes in den Nervenstämmen. Welches sind aber ihre Beziehungen zu der Ganglienzelle? Verfolgt man dieselbe in dieser Richtung, so bemerkt man, dass sie an der Stelle, wo eine Ganglienzelle die gerade Faser aufnimmt, an die letztere enger sich anlegt und noch einige Spiraletouren um die Zelle beschreibend in dieser sich zu verlieren scheint. Untersucht man eine grosse Anzahl von Ganglienzellen auf diesen Punkt, so ergeben sich grosse Verschiedenheiten in dem Verhalten der Spiralfaser an der Eintrittsstelle der geraden Nervenfasern. In dem einen Falle nähert sich die erstere der letzteren kurz vor deren Eintreten in die Zelle so sehr, dass eine weitere Verfolgung unmöglich ist, wenn man nicht die Eintrittsstelle auf der Flächenansicht hat (Taf. I. Fig. 5). In diesem Falle kann man sich sehr leicht davon überzeugen, dass die Spiralfaser die Stelle umkreisend an die Rindensubstanz sich anlegt. Auf diese Weise stellt die Spiralfaser einen bald mehr bald weniger vollständig in sich geschlossenen Ring dar, in welchem bei dickeren Spiralfasern deren Kerne zu erkennen sind. Von diesen Punkten aus pflegt sich dieselbe zu vertheilen, indem sie im Anfang noch ziemlich starke Fäden aussendet, welche häufig die Zelle spiralgig umwinden; auf diesem Verlauf zerfallen die Aestchen dann wieder durch Theilung in feinere Bildungen, welche mehr netzförmig angeordnet sind, so dass die spiralgigen Zeichnungen sich sehr bald verlieren und

selten mehr als das erste Dritttheil der Ganglienzelle umspinnen; in anderen Fällen vermisste ich diese vollständig, indem sich die Faser ziemlich rasch in ein Netz von Fäden auflöste (Fig. 4 u. 5). Nicht selten entfernt sich die Spiralfaser von der geraden Faser vor deren Eintreten in die Zelle, theilt sich, noch ehe sie die letztere erreicht, in mehrere Fäden, welche sich verbinden, so dass schon vor dem Ganglienkörper ein Convolut von feinen Fadenbildungen liegt, welche dann in die Zellensubstanz sich einsenken, zum Theil auch auf deren Oberfläche verlaufen (Fig. 4). In allen Fällen treten diese Fäden, aus denen sich die Spiralfaser zusammensetzt, mit den früher in und auf der Ganglienzellensubstanz beschriebenen in Verbindung, so dass mittelst der ersteren die Spiralfaser resp. deren Theilungsäste durch die Fäden der Belegungs- masse zu den Fortsätzen des Kernkörperchens in Beziehung stehen. In jenen Fällen, in welchen der eine Fortsatz des Kernkörperchens stärker war, als die anderen, konnte derselbe direct durch die Belegungs- masse zu der Spiralfaser verfolgt werden (Fig. 3, 4 u. 6).

Ich habe so eben verschiedene Arten des Verhaltens der Spiralfaser geschildert, und es drängt sich zunächst die Frage auf: liegen diese Schwankungen innerhalb der Grenzen des natürlichen Vorkommens oder sind sie erzeugt durch die angewendete Methode? Ich habe mir viele Mühe gegeben, ein normales Verhalten der Spiralfaser festzustellen, konnte jedoch über ein solches nicht in das Klare kommen. Nur davon habe ich mich überzeugt, dass jene Fälle, in welchen die Fäden in Knäueln an der einen Seite der Ganglienzelle liegen, erzeugt sind durch Druck, welcher die Fäden von der Oberfläche der Ganglienzelle in dieser Richtung verschob. Für die Richtigkeit dieser Angabe kann ich anführen, dass es mir einige Male gelungen ist, durch Druck in entgegengesetzter Richtung angebracht, die Fäden wieder auf die Zelle zu verschieben: eine experimentelle Translocation, welche ich öfter wiederholte. Dass die beschriebenen Fadenbildungen nicht in die Scheide zu verlegen sind, beweist ihr Zusammenhang mit den Fäden der Belegungs- masse, den Fortsätzen des Kernkörperchens und durch diese mit dem Axencylinder der zutretenden Nerven-

faser; ferner die schon früher erwähnte Thatsache, dass sich die Scheide ablösen lässt und diese Bildungen mit den genannten Theilen im Zusammenhang bleiben. Daraus geht in zweiter Linie hervor, dass die Spiralfaser nervöser Natur ist, da sich dieselbe aus solchen Elementen zusammensetzt. Es bestätigt sich somit die Auffassung Beale's über den nervösen Charakter, so wie meine Vermuthung vollkommen, dass die Spiralfaser mit der eintretenden dunkelrandigen Faser in Verbindung stehe.

Man könnte geneigt sein, diesen Beobachtungen über die Spiralfaser Täuschungen unterzubreiten, dieselben für Zeichnungen des Markes oder Bindegewebsbildungen in der Scheide auszugeben: eine Unterbreitung, deren ich allerdings nicht von jenen Forschern gewärtig bin, welche gründliche Controluntersuchungen über diesen Punkt anstellen werden. Täuschungen durch Zeichnungen des Markes fallen hier weg, weil dasselbe, wie bereits erwähnt, eine blasse, keine Gerinnungsformationen bildende Masse darstellt. Gegen eine Verwechselung der Spiralfasern mit Bildungen der Scheide spricht die Beobachtung, dass die ersteren namentlich deutlich zur Wahrnehmung kommen an Präparaten, welche aus ihrer Umhüllung befreit sind. Ueberdiess habe ich die Spiralfaser zu wiederholten Malen isolirt dargestellt von ihrem Ursprung aus der Zelle an auf einer grossen Strecke des Verlaufes. Dass dieselbe bis jetzt noch nicht (ausser von Beale und mir) beobachtet wurde, findet darin seine Erklärung, dass sie, namentlich wenn sie feiner ist, der eintretenden Faser dicht anliegt, erst bei Anwendung von verdünnter Essigsäure sich von der letzteren entfernt und deutlicher hervortritt und ferner darin, dass man eine zu geringe Zahl von Beobachtungen an isolirten Ganglienzellen des Sympathicus angestellt hat; ohne die Erfüllung dieser Bedingungen ist die Erkennung derselben nur dann möglich, wenn man deren Eigenthümlichkeiten im Verhalten genau kennt.

Wir haben hier zunächst die Erwähnung einer sehr wichtigen Thatsache beizuziehen, nämlich der, dass sich die Spiralfaser in ihrem Axencylinder aus feinen Fäden zusammensetzt und zwar aus Fäden, welche durch die Belegungsmasse der Ganglienzelle mit den Fortsätzen des Kernkörper-

chens, in welchem der Axencylinder der zutretenden Nervenfaser endigt, in Verbindung stehen. Bekanntlich machen sich in der neuesten Zeit immer mehr Stimmen dafür geltend, dass sich die Axenbänder der Nervenfasern aus feinen Fäden, „Axenfibrillen“, zusammensetzen. Man vergleiche hierüber die schönen Beobachtungen von Leydig, Max Schultze, Walter und Waldeyer. Offenbar haben wir es hier in den Ganglienzellen des Sympathicus mit einem analogen Verhalten zu thun, indem sich die Spiralfaser aus solchen Axenfibrillen, welche zum Theil in, zum Theil ausserhalb der Grundsubstanz der Zelle liegen, constituirt. Doch unterscheiden sich unsere Befunde in einigen wesentlichen Punkten von denen, welche die genannten Forscher an anderen Zellen erhalten haben. Einmal ist es nicht die dunkelrandige Faser, die dieses Verhalten darbietet, welche vielmehr, ohne Theilungen zu erfahren, in dem Kernkörperchen endigt; sondern die Spiralfaser geht diesen eigenthümlichen Vorgang der Zusammensetzung ein. Ferner sind diese Axenfibrillen nicht selbständige Bildungen, welche mit keinem anderen Bestandtheil des Ganglienkörpers in Beziehung zu bringen wären, sie stehen vielmehr in Verbindung mit den Kernkörperchenfortsätzen, ja sind vielleicht als deren Theilungsproducte aufzufassen. Möglicher Weise haben wir es bei den Ganglienkugeln des Sympathicus mit einer solchen eigenthümlichen, von der anderer Ganglienzellen abweichenden Anordnungsweise zu thun. Von Interesse ist ferner die Thatsache, dass an der aus Axenfibrillen sich zusammensetzenden Spiralfaser nach vollendeter Verschmelzung mit den uns jetzt zu Gebote stehenden optischen Hilfsmitteln keine Spur einer fibrillären Zusammensetzung aufzufinden ist. Diese Beobachtung brachte mich immer wieder auf die Vermuthung, ob nicht auch der Axencylinder der zutretenden Nervenfaser aus Axenfibrillen aufgebaut sei oder besser gesagt sich aufbaue. Aber auch bei wiederholten Untersuchungen kam ich immer wieder zu demselben Befunde, d. h. der Endigung der zutretenden Nervenfaser in dem Kernkörperchen ohne jede weitere Theilung.

Ueber die Natur der Spiralfasern bestimmt sich auszusprechen, ist natürlich unmöglich. Ziehen wir aber in Erwägung, dass die-

selben zu den marklosen Fasern zählen, dass sie aus feinen Axenfibrillen, welche sich nicht immer zu einem Faden vereinigen, sich zusammensetzen, dass mehrere solcher Fibrillen in einer neurilemmatischen Scheide liegen, so wird uns die Ansicht, dass wir es hier mit sympathischen Fasern zu thun haben, nahe gelegt.

Wir können hier allerdings nur vermuthen, weil der Aufstellung einer bestimmten Ansicht Thatsachen zu Grunde liegen müssen, d. h. es müsste zuvor durch Untersuchungen der Bau der sympathischen Fasern festgestellt sein. Es darf bei Erörterung dieser Verhältnisse nicht mehr fraglich sein, ob jene breiten Bänder mit den feinen Fibrillen als Bindegewebsmassen oder nervöse Bildungen aufzufassen seien. Ich will schliesslich nur noch bemerken, dass ich der letzteren Ansicht sehr zuneige, weil jene feinen Fibrillen grosse Aehnlichkeit haben mit den Bildungen, aus denen die Spiralfaser zusammengesetzt ist.

Ich habe bis jetzt absichtlich nur jener Ganglienzellen, welche mit Nervenfasern in Verbindung stehen, Erwähnung gethan. Wir hätten somit zunächst zu erörtern, ob sich nicht auch in dem Sympathicus Zellen vorfinden, welche eine solche Beziehung nicht erkennen lassen, d. h. welche apolar sind. Wie bekannt, verdanken wir den Forschungen von Helmholtz, Will und Kölliker die Entdeckung, dass Nervenfasern mit Nervenzellen zusammenhängen; die Untersuchungen von Harless, Kölliker, Wagner, Robin, Bidder, Lieberkühn, Stannius u. A. haben diese Befunde bestätigt und erweitert; dazu kommt später noch eine grosse Anzahl sehr werthvoller Forschungen, welche alle aufzuzählen nicht in dem Bereich dieser Arbeit liegt. Das Resultat derselben war, dass überall in dem centralen, wie peripherischen Nervensysteme Nervenprimitivfasern mit Nervenzellen in Zusammenhang treten resp. die ersteren aus den letzteren entspringen. Ja R. Wagner ging so weit, die Behauptung aufzustellen, dass in den Ganglien jede Zelle, welche eine Primitivfaser vom Centrum kommend aufgenommen hat, nach der Peripherie wieder eine Faser an ihrem entgegengesetzten Ende abgebe. Dieser Behauptung stellten verschiedene Forscher die Ansicht entgegen, dass nicht nur in den Centralorganen, sondern auch in den Spinalganglien Zellen

sich finden, welche mit keiner Nervenfasern in Verbindung stehen, während andere nur einen einzigen Fortsatz zeigen sollen. Was zunächst das Vorkommen von apolaren Zellen in dem Sympathicus betrifft, so muss ich zufolge meiner Untersuchungen die Existenz solcher vollkommen in Abrede stellen: eine Ansicht, welche auch Beale vertritt und zu welcher Leydig ebenfalls hinneigt. Ich habe eine grosse Anzahl von sympathischen Ganglien auf diesen Punkt untersucht, aber niemals eine Ganglienzelle aufgefunden, welche nicht mit wenigstens einer Faser in Verbindung gestanden hätte. Ich glaube, wie diess auch schon von anderen Seiten geltend gemacht ist, dass der Annahme von apolaren Ganglienzellen mangelhafte Beobachtungen zu Grunde liegen. Die zu den Zellen tretenden Nervenfasern können nicht bei jeder Lagerungsweise derselben demonstriert werden. So sind sie z. B. an Zellen, welche zu einem Ganglion vereinigt sind, sehr schwer nachzuweisen. Ich habe die Richtigkeit dieser Angabe experimentell erhärtet. Der Versuch besteht einfach darin, dass man ein kleines Ganglion frisch und ohne weitere Präparation unter das Mikroskop legt; in diesem Falle ist an den wenigsten Zellen ein Fortsatz nachzuweisen; bringt man aber dasselbe durch einige Zeit mit verdünnter Essigsäure ($\frac{1}{2}$ —1 pCt.) in Berührung, so lockert sich das intercelluläre Bindegewebe, die Ganglienzellen entfernen sich in Folge dessen von einander und bei erneuter Prüfung kann man jetzt auf das Bestimmteste feststellen, dass zu jeder Zelle mindestens eine Nervenfasern hinzutritt. Die Annahme von apolaren Ganglienzellen ist aber ferner dadurch bedingt, dass man Zellen, welche ursprünglich mit Nervenfasern in Verbindung standen, d. h. polar waren, künstlich durch die Präparationsmethode zu apolaren gemacht hat. Führt man nämlich statt durch die eben angeführte Methode die Lockerung des Zwischengewebes durch Reagentien, behufs der genaueren Untersuchung die Isolirung der Zellen mittelst Nadeln aus, so reissen die Fortsätze derselben ab; bei vorsichtiger Prüfung findet man dann eine grosse Menge von Zellen, an denen sich die Spuren dieser künstlichen Trennung erkennen lassen. Wir müssen die Existenz von apolaren Ganglienzellen in dem Sympathicus des Frosches läugnen, da sie sich bei Anwendung schonender Metho-

den niemals vorfinden; damit fällt aber auch die Hauptstütze für die Annahme der Zellennatur der Ganglienkörper. Die weitere Frage, ob die Zellen unipolar seien, ist dem strengen Wortlaut nach bejahend zu beantworten, da dieselben nur in einer Richtung mit Nervenfasern in Verbindung treten. Allerdings schliesst dieser eine Pol mehrere Nervenfasern ein, welche nicht als unmittelbare Theilungsproducte einer einzigen Faser gedeutet werden dürfen, so dass unsere Ganglienkörper sächlich genommen bi- und multipolare sind. Ob ausser diesen beschriebenen Fortsätzen der Zellen noch andere vorhanden sind, ob die lichten Fortsätze, welche von dem entgegengesetzten Pole der Zelle ausgehen, als bindegewebige oder nervöse Bildungen zu bezeichnen sind, die Beantwortung dieser Fragen muss ich unentschieden lassen, ebenso der Frage, ob sich vielleicht noch Zellen von anderer Struktur in dem Sympathicus finden. Jedenfalls würden auch dann die Zellen von dem beschriebenen Bau die grosse Mehrzahl bilden.

Aus diesen Mittheilungen über die Struktur der Ganglienzellen in dem Sympathicus des Frosches ist zu entnehmen, dass dieselben einen höchst complicirten Bau haben: einmal tritt in sie eine schmale dunkelrandige Nervenfaser, welche in dem Kernkörperchen endigt; von diesem gehen wieder Fortsätze aus, welche sich theilen und mit einem Faden-netz in der Belegungsmasse in Verbindung stehen, aus welchem letzteren sich die Spiralfaser zusammensetzt, um dann in entgegengesetzter Richtung wie die zutretende Faser weiter zu verlaufen.

Zum Schluss noch die Erörterung der Frage: sind wir berechtigt, die Ganglienkugeln als Zellen anzusprechen? Ich glaube, diese Frage ist aus verschiedenen Gründen mit Nein zu beantworten. Einmal ermangeln dieselben einer Membran, welcher eine selbständige Bedeutung zukäme, da sie nur als Fortsetzung der neurilemmatischen Hülle der zutretenden Nervenfaser zu deuten ist; in demselben Abhängigkeitsverhältniss stehen Kernkörperchen und vielleicht auch Kern der vermeintlichen Zelle zu den entsprechenden Theilen der Nervenfaser; die sogenannte Zellensubstanz wird nicht nur durch eine fein moleculäre Masse, sondern durch

eine Grundsubstanz dargestellt, in welcher noch ein Netz von feinen Fäden eingebettet ist. Bildungen, welchen so wenig die Eigenschaft des Einfachseins zukommt, welche so complicirt aufgebaut sind, können wir nicht mit dem Namen der Zelle belegen, mit welcher Bezeichnung wir den Begriff eines Elementarorganes zu verbinden pflegen. Ich habe mich nur des Namens „Ganglienzelle“ in der vorliegenden Arbeit bedient, um Missverständnissen auszuweichen. Früher habe ich für diese Bildungen in der Froschlunge die Bezeichnung „Glocke“ gebraucht, von meinem Befunde ausgehend, dass wir es hier mit ovalen Körpern, zusammengesetzt aus einer äusseren dichten und inneren feinkörnigen lichten Masse, zu welcher letzteren eine rundliche Oeffnung führt, zu thun haben. Es würde dann das Glockengehäuse der Belegungsmasse, die lichte Masse in dem Innern der Kernsubstanz, der Glockenzugang der Eintrittsstelle des Nerven entsprechen. Nachdem aber nun nachgewiesen ist, dass diese Bildungen der Froschlunge nicht eigenthümlich sind, dass vielmehr die Ganglienzellen des Sympathicus ganz denselben Bau besitzen, so bin ich selbst der Ansicht, obige Benennung fallen zu lassen, weil sich die Wahl zweier Namen für dieselben Körper im Principe verdammt; obgleich ich auf der anderen Seite betonen muss, dass vielleicht die Bezeichnung „Glocke“ eine passendere wäre als die „Zelle“. Am meisten scheint sich mir noch der alte Namen „Ganglienkörper“ als der indifferenteste von allen zu empfehlen.

Vergleichen wir die von den Glocken gegebene Beschreibung mit den Befunden an den Ganglienzellen in dem Sympathicus, so ergibt sich in den meisten Verhältnissen eine Uebereinstimmung, nur in zwei Punkten eine Differenz. Erstens ist der Glockenzugang grösser als die Eintrittsstelle des Nerven, zweitens ist die Grenze des Kernes bei den Glocken vollkommen verwischt, bei den Ganglienkörpern sehr scharf. Diese Abweichungen sind bedingt durch die angewendete Methode, indem die einprocentige Essigsäure zu rasch auf die einzelnen Bestandtheile des Ganglienkörpers wirkt und eine Verschiebung derselben veranlasst; um die elementaren Verhältnisse zu prüfen, bedarf es einer noch viel schonenderen Methode.

Was die Bedeutung dieser Ganglienkörper betrifft, so finde ich mich durch das Resultat dieser Untersuchungen in meiner früher (l. c.) ausgesprochenen Vermuthung, dass dieselben Ursprungsgebilde sympathischer Fasern seien, bestärkt. Wir haben nachgewiesen, dass mit den Ganglienkörpern in dem Sympathicus dunkelrandige Fasern, welche in dem Kernkörperchen endigen, und Spiralfasern (wahrscheinlich sympathischer Natur) in Beziehung stehen, welche letztere aus Axenfibrillen sich zusammensetzen. Es fragt sich, welche dieser Fasern haben wir als zutretende, welche als entspringende aufzufassen, oder nehmen sie beide aus den Ganglienkörpern ihren Ursprung. Ist es erlaubt, per analogiam zu schliessen und erkennt man die Angabe, dass aus anderen Ganglienzellen dunkelrandige Fasern entspringen, indem sich deren Axencylinder aus feinen Axenfibrillen aufbaut, als Thatsache an; so müsste man hier die Spiralfaser als entspringende Faser anerkennen; ja man dürfte nach meiner Ansicht noch weiter gehen und daraus, dass die dunkelrandige Faser sich nicht in derselben Weise verhält, sondern im Kernkörperchen endigt, den Schluss ziehen, dass sie als zutretende Faser zu bezeichnen sei, während schliesslich die einzelnen Bestandtheile der Ganglienkörper den Ursprung der sympathischen Faser aus der dunkelrandigen vermittelten. Dass diese Verhältnisse von Bedeutung sind für die Beantwortung der Frage über die Selbständigkeit des Sympathicus von histologischem und physiologischem Standpunkte aus, dessen bedarf es wohl keiner besonderen Erwähnung.

Methoden der Untersuchung. Was zunächst die Species von Fröschen betrifft, welche ich zu meinen Untersuchungen verwendete, so war es vorwiegend *Rana temporaria*, welche als geeignet zu denselben befunden wurde; *Rana fusca* bietet mehr Schwierigkeiten dar wegen der zahlreich vorhandenen sternförmigen Pigmentkörper, welche in den theils die Nervenstämmchen, theils die Ganglien umhüllenden Bindegewebszügen eingebettet sind. Die Präparation des Sympathicus nehme ich in der Weise vor, dass ich einen frisch decapitirten Frosch vollständig eventriere, dann die Aorta von ihrer Vereinigung zu einem gemeinsamen Gefäss bis zu ihrer Theilung in die beiden Arteriae iliacae mit den ihr an-

liegenden Nervenstämmchen ohne Anwendung von Zug heraus-schneide, indem ich die Verbindungsäste des Sympathicus mit den Spinalnerven dicht an diesen trenne. Auf diese Weise erhalte ich die Nervenplexus um die Aorta selbst, so wie diejenigen, welche deren Theilungsäste umlagern; in den ersteren liegt dann eine Reihe von grösseren und kleineren Ganglien nebst zahlreichen isolirten Ganglienzellen. Je nach Zweckmässigkeit und Bedürfniss wird dann dieses Präparat wieder in grössere oder kleinere Stücke zerlegt und der gleich zu erwähnenden Behandlung unterzogen.

Die Anwendung der Reagentien betreffend, muss ich vorausschicken, dass ich gerade bei diesen Untersuchungen mich davon überzeugt habe, von welch' grossem Werth die Wahl der Concentration ist. Während z. B. Reagentien in hohen Concentrationsgraden angewendet unbrauchbare Präparate lieferten, haben sich bedeutende Verdünnungen desselben Reagens als ausgezeichnet bewährt. Im Ganzen hat sich ergeben, dass bei diesen Untersuchungen nur sehr verdünnte Reagentien zu gebrauchen sind und zwar bin ich zu Verdünnungen übergegangen, denen man zum Voraus geneigt gewesen wäre, die Möglichkeit einer Wirkung abzusprechen, wenn sie nicht die objectiven Beweise einer solchen geliefert hätten. Ich habe gerade in dieser Beziehung eine grosse Reihe von Versuchen angestellt, indem ich mit 5 pCt. Lösungen beginnend zu immer bedeutenderen Verdünnungen überging, und habe gefunden, dass Lösungen von z. B. 0,01 pCt. Chromsäure und 0,2 pCt. Essigsäure (Mutterflüssigkeit v. 1,070 sp. G.) noch charakteristische Wirkungen äussern. Um mich vor Täuschung zu bewahren, wurden immer die Objecte gleichzeitig verglichen, welche mit den in verschiedenem Grade verdünnten Reagentien hergestellt waren, und zeigten sich bei dieser Vergleichung leicht erkennbare Differenzen in der Wirkung derselben. Mit den gleichen Verdünnungen wurden auch controlirende Experimente an Reagenspapieren vorgenommen, und ich kann als Resultat dieser Versuchsreihen den Satz aufstellen, dass ein Reagens, welches in einem hohen Grade der Verdünnung noch auf Reagenspapier wirkt, die Wirkung auch äussert auf thierische Gewebe.

Alein nicht nur die Wahl des Grades der Concentration, son-

dern auch der Quantität der Flüssigkeit ist von hoher Bedeutung. Zehn Cubikcentimeter einer Flüssigkeit von einer bestimmten Concentration wirken viel intensiver als fünf Cubikcentimeter desselben Fluidums. Für den in der oben erwähnten Weise präparirten Sympathicus des Frosches zeigte sich eine Flüssigkeitsmenge von vier bis fünf Cubikcentimeter (je nach den Schwankungen in der Grösse des Objectes) als ausreichend und habe ich mich an dieses Maass für alle Fälle gehalten. Ich muss mich hier auf diese kurzen Andeutungen über die Wichtigkeit der Wahl des Concentrationsgrades und der Quantität der angewendeten Mischung beschränken. Es sind dieselben das Resultat einer grossen Reihe von Versuchen, welche Monate in Anspruch nahmen und vieles Interessante im Einzelnen darboten, dessen Aufzählung mich aber hier zu weit führen würde. Dagegen muss ich noch erwähnen, dass in dieser mühevollen Arbeit die Angaben, welche M. Schultze (Bau der Nasenschleimhaut) über Anwendungen der Reagentien macht, mir manchen wichtigen Wink bei Aufsuchung der geeigneten Methode gaben.

Von Reagentien wurden in Gebrauch gezogen Alkalien (Kali, Natron etc.) und Säuren (Schwefelsäure, Salzsäure, Salpetersäure, Oxalsäure, Essigsäure, Chromsäure). Die ersteren zeigten sich unter allen Verhältnissen als vollkommen unbrauchbar; dagegen kamen Säuren in ausgedehnter Weise in Anwendung. Die Schwefelsäure, Salzsäure und Salpetersäure empfehlen sich in sehr grossen Verdünnungen (5 Tropfen auf 100 Ccm. Aqua dest.) und liefern dann sehr hübsche Bilder. Interessant ist, dass jede Säure eine eigenthümliche Wirkungsweise zeigt; doch konnte ich besondere Vortheile nicht auffinden, am wenigsten gilt diess von der Oxalsäure; dagegen sind Essigsäure und Chromsäure für diese Untersuchungen sehr schätzenswerthe Mittel.

Die Essigsäure kam in Anwendung von 1 pCt. — 0,20 pCt. Concentration (immer dargestellt aus derselben concentrirten Essigsäure von 1,070 sp. G.) und es ergab sich, dass jede dieser Concentrationsstufen wieder in verschiedener Weise auf die Ganglienkörper wirkt. Die einprocentige Essigsäure übt einen ziemlich intensiven Einfluss dadurch, dass sie die bindegewebigen

Umhüllungen derselben quellen macht und dadurch eine gegenseitige Lageveränderung durch Entfernung der Zellen von einander bedingt. Diese Eigenthümlichkeit der Wirkung ist sehr gut zu verwerthen, um zu entscheiden, ob Nervenfasern und in welcher Weise dieselben zu den Ganglienkörpern treten; ich habe auf diese Art manches Ganglion behandelt und mich davon überzeugt, dass eine Reihe von Körpern, welche zuvor apolar erschienen, nachher als polare sich darstellten. Die einprocentige Essigsäure wirkt aber auch auf das Neurilemma der Ganglienkugeln, bedingt eine Quellung und Erweichung desselben, so dass sich die Körper leicht von selbst aus ihrer Hülle befreien. Auch diese Wirkungsweise ist in vielfacher Beziehung zu verwenden, wie aus dem früher Mitgetheilten hervorgeht. Zu dem Studium der elementaren Verhältnisse ist diese Concentration nicht geeignet, sie zerstört die Ganglienbildungen zu rasch. Zu diesem Zwecke empfehlen sich vielmehr Verdünnungen von 0,5—0,2 pCt. An solchen Präparaten sind sehr deutlich die Endigung der zutretenden Nervenfasern in dem Kernkörperchen, Fortsätze desselben, Fäden der Rindensubstanz etc. zu demonstrieren; nur ein Nachtheil ist leider zu erwähnen: die Objecte erhalten sich in dieser Weise nur wenige Stunden. Um denselben eine längere Dauer zu verschaffen, machte ich Versuche mit Chromsäure. Die höheren Concentrationsgrade derselben sind ganz unbrauchbar zu diesen Untersuchungen; die höchste Concentration, die sich empfiehlt, ist 0,02 pCt., die geringste 0,01 pCt. Die ersten Versuche stellte ich mit Chromsäure allein in der Weise an, dass ich das Präparat unmittelbar in dieselbe legte; dieselbe verursachte aber eine solche Trübung des Bindegewebes, dass auf diese Weise nichts zu erreichen war. Ich kam daher auf den Gedanken, die Wirkung der Essigsäure mit der der Chromsäure zu combiniren, von der Ansicht ausgehend, dass die erstere das Bindegewebe leicht erhalten und einer zu starken Trübung durch die letztere vorbeugen werde, während diese eine Gerinnung und ein Festwerden der Ganglienkörpersubstanz bewirke. Diese Voraussetzung hat sich auch vollkommen bestätigt und bin ich behufs der Demonstration der feineren Verhältnisse der Ganglienkörper in dem Sympathicus des Frosches bei folgender

Methode stehen geblieben. Der in erwähnter Weise präparirte Sympathicus wird in ein Uhrschildchen gebracht, in welchem sich 4—5 Cc. Essigsäure v. 0,3—0,2 pCt. befinden, in diesem 4—5 Minuten gelassen und dann in ein Uhrschildchen mit 4—5 Cc. 0,01—0,02 pCt. Chromsäurelösung angefüllt gebracht. Die Zeit der Einwirkung der Chromsäure schwankt zwischen 12—48 Stunden, gewöhnlich habe ich die Untersuchung nach 12 Stunden begonnen, ein längerer Termin wie dreimal 24 Stunden empfiehlt sich nicht. Diese Methode hat nur einen Nachtheil, nämlich den, dass die Objecte nachdunkeln. Behufs der genaueren Untersuchung der einzelnen Körper bietet sich nur noch eine Schwierigkeit: die Isolirung derselben; hier sind Geduld und Ausdauer die einzigen Mittel, welche sicher zum Ziele führen.

Nachdem ich bereits die Ausarbeitung dieses Stoffes beendet hatte, erhielt ich Beale's „New observations upon the structure and formation of certain nervous centres etc.“ Obgleich dieselben eine grosse Anzahl auch für unsere Anschauung von dem Bau der Ganglienkörper sehr werthvoller Beobachtungen zu enthalten scheinen, muss ich jetzt doch verzichten, auf dieselben näher einzugehen, behalte mir aber eine Besprechung der Beziehungen, welche sich zwischen unseren beiderseitigen Befunden ergeben, vor.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1 zeigt den Uebergang der kernhaltigen Scheide des Nerven in die kernhaltige Umhüllung der Ganglienzelle.

Durch Fig. 2 ist der Eintritt der dunkelrandigen Faser in die Rindensubstanz der Ganglienzelle und der Verlauf der Axenfaser durch diese bis zu dem Nucleolus dargestellt.

In Fig. 3 sieht man die Fortsätze des Kernkörperchens und den Uebergang dieser in das Fadennetz der Belegungsmasse der Ganglienzelle, sowie den Ursprung einer einfachen Spiralfaser aus diesem Netze.

Fig. 4 erläutert dieselben Verhältnisse wie Fig. 3; nur erkennt man hier den complicirteren Ursprung der Spiralfaser, welche mit vielen Windungen und mit Kernen versehen die dunkelrandige Faser umkreist.

Fig. 5. Ganglienzelle, an welcher man die Eintrittsstelle der dunkelrandigen Nervenfaser an der dem Beobachter zugewendeten Seite wahrnimmt. Der Kern

mit dem Kernkörperchen liegt angedeutet in der Tiefe; aus dem Netz von Fäden in der Belegungsmasse der Ganglienzelle gehen zwei sich gegenseitig und die dunkelrandige Faser kreuzende Spiralfasern hervor.

Fig. 6 zeigt das Neurilemma der Ganglienzelle und des Nerven mit Kernen, die Theilung desselben in zwei Scheiden, da wo die Spiralfaser von der dunkelrandigen Faser sich sondert, ferner den Eintritt der dunkelrandigen Faser durch die Zugangsöffnung der Zelle in die Rindensubstanz, das Wiedererscheinen in dem Bereich des Kernes und die Endigung in dem Kernkörperchen, endlich die Fortsätze des letzteren und deren Uebergang in das Fadennetz, aus welchem zwei mit Kernbildungen versehene Fäden hervorgehen, welche sich zu einer Spiralfaser vereinigen.

II.

Beiträge zur pathologischen Anatomie der Linse nach Versuchen an Thieren.

Von Dr. August Moers,

Assistent des pathologisch-anatomischen Instituts in Bonn.

(Hierzu Taf. II.)

Die Frage, ob es eine Entzündung der Linse gebe oder nicht, ist in früheren Zeiten wohl immer mit „Nein“ beantwortet worden, da man überhaupt nach dem Standpunkte der pathologischen Anatomie sich eine Entzündung gefäßloser Organe nicht einmal als möglich denken konnte. Auffallend muss es daher auf jeden Fall erscheinen, wenn man für die Linsenkapsel, für die in Bezug auf Ernährung dieselben Bedingungen gelten, wie für die Linse, eine Entzündung, wenn auch nur in bedingter Weise, zugab. Für die Folgen solcher Entzündungen wurden die Verdickungen und Auflagerungen auf die Kapsel angesehen, ferner die Faltungen derselben und endlich die Bildung von Blutgefässen und Eiter in ihr. Obgleich auch bei der Linse ein Theil dieser Ausgänge, nämlich Eiter- und Gefässneubildung, von einzelnen Schriftstellern beschrieben wurde, so wurde nichtsdestoweniger die Entzündung selbst gelehnet. Allerdings musste man es für unmöglich halten, dass