

- Fig. 4. Flächenschliff aus der Mitte der Ulnadiaphyse eines 18jährigen Menschen, aus den oberflächlichsten Schichten hergestellt. Knochenlamelle en face. Die feinen Bündel bilden ein dichtes Geflecht, von zahlreichen, verschieden grossen Oeffnungen durchsetzt. Zeiss, Apochromat 8 mm. Compens.-Ocular 18.
- Fig. 5. Querschliff aus der Mitte der Femurdiaphyse eines 22jährigen Menschen. Ein Theil von einem Havers'schen System im Querdurchschnitte. Die einzelnen Lamellen sind von verschiedener Breite und anastomosiren mit einander. Zeiss, Apochromat 2 mm. Projections-Ocular 4.
- Fig. 6. Längsschliff aus der Mitte der Ulnadiaphyse eines 22jährigen Menschen. Es sind zwei Havers'sche Systeme zu sehen, deren eines der Länge nach, das andere etwas schräge durchschnitten ist. Vereinigungsmodus der gestreiften Lamellen mittelst bogenförmiger Fasern. Zeiss, Apochromat 8 mm. Compens.-Ocular 18.
- Fig. 7. Dasselbe Präparat bei stärkerer Vergrösserung. Zeiss, Apochromat 2 mm. Projections-Ocular 4.
- Fig. 8. Flächenschliff aus der Mitte der Ulnadiaphyse eines 22jährigen Menschen. Ein Havers'sches System in schräger Richtung durchschnitten. Verbindungsart der Lamellen. Zeiss, Apochromat 8 mm. Compens.-Ocular 18.

Zur Frage über den feineren Bau des sympathischen Nervensystems bei den Säugethieren.

Von

A. S. Dogiel,

Professor der Histologie an der Kaiserl. Universität St. Petersburg.

Hierzu Tafel XII, XIII und XIV.

I. Theil.

Die Einführung der Golgi'schen Methode in die histologische Technik hat uns die Möglichkeit gewährt, den Bau des sympathischen Nervensystems genauer zu studiren, als es nach den früheren Untersuchungsmethoden zu erreichen war. Dank den

Arbeiten von Kölliker¹⁾, Ramon y Cajal²⁾, A. van Gehuchten³⁾, Retzius⁴⁾, L. Sala⁵⁾ und Lenhossék⁶⁾ haben wir sowohl die Form der Zellen, aus welchen die verschiedenen sympathischen Ganglien bestehen, wie auch den Charakter ihrer Fortsätze und das Verhalten der vom Cerebrospinalsystem ihren Anfang nehmenden und durch die Rami communicantes mit dem Sympathicus in Verbindung stehenden markhaltigen Nervenfasern zu den Ganglien kennen gelernt. Alle oben genannten Forscher sind darin einig, dass die sympathischen Nervenzellen in den Grenzstrangganglien, im Plexus solaris und, aller Wahrscheinlichkeit nach, auch in allen freiliegenden Ganglien zu den multipolaren Zellen gehören, wobei einige der Zellenfortsätze sich in den Ganglien selbst verzweigen und den Protoplasmafortsätzen der Zellen des Centralnervensystems analog sind, andere aber — die Axencylinderfortsätze — in markhaltige oder marklose — Remak'sche — sympathische Fasern übergehen.

Die Protoplasmafortsätze (Dendriten) einer jeden sympathischen Nervenzelle verzweigen sich im Ganglion, umflechten die benachbarten Zellen und bilden um letztere ein dichtes Geflecht — „nido pericellular“ Ramon y Cajal's —, oder aber sie endigen frei zwischen den Zellen.

1) Kölliker: Histologische Mittheilungen; Sitzungs-Ber. d. Phys.-Medic. Gesellsch. zu Würzburg, 1889. Verhandlungen der Anat. Gesellsch. auf der sechsten Versamml. in Wien, 7.—9. Juni 1892. Der feinere Bau und die Functionen des sympath. Nervensystems, Würzburg 1894. Ueber die feinere Anatomie und die physiol. Bedeutung des sympath. Nervensystems, Wiener klin. Wochenschrift, Nr. 40—41, 1894.

2) Ramon y Cajal: Notas preventivas sobre la retina y gran simpático de los mamíferos, Barcelona 1891. Neue Darstellungen vom histol. Bau des Centralnervensystems, Archiv f. Anatomie u. Physiol., anat. Abth. 1893.

3) A. van Gehuchten: Les cellules nerveuses du sympathique chez quelques mammif. et chez l'homme, La Cellule, T. VIII, 1892. Les éléments nerveux moteurs des racines postérieures. Anat. Anzeiger, Jahrg. VIII, 1893.

4) G. Retzius: Ueber den Typus der sympath. Ganglienzellen der höheren Wirbelthiere. Biolog. Unters. Neue Folge, III, Stockholm 1892.

5) L. Sala: Sur la fine anat. des ganglions du sympathique. Archiv Italiennes de Biol., LXVIII, Fasc. III, 1893.

6) M. Lenhossék: Beiträge zur Histologie des Nervensystems u. der Sinnesorgane, Wiesbaden 1894.

Einige Forscher, an ihrer Spitze R. y Cajal, halten die Anwesenheit solcher pericellularer Nester für eine gewöhnliche Erscheinung und messen derselben eine besondere physiologische Bedeutung bei, indem sie annehmen, dass die Ganglienzellen mittelst derselben sich mit einander associiren. Andere, wie z. B. A. van Gehuchten und L. Sala, erachten im Gegentheil die pericellularen Nester als eine rein zufällige Erscheinung, welche vielleicht mit der Structur der Ganglien selbst in Verbindung steht und nehmen an, dass die Mehrzahl der Protoplasmafortsätze zwischen den Zellen des Ganglions frei endigt.

Was die Axencylinderfortsätze anbetrifft, so geht nach den Beobachtungen R. y Cajal's, Gehuchten's, Retzius, Sala's und in letzter Zeit Lenhosék's von jeder sympathischen Nervenzelle nur ein solcher Fortsatz aus, wobei derselbe bei dem Durchgange durch das Ganglion grösstentheils keine Collateralen abgibt und sich, wie oben bereits bemerkt, in eine sympathische Faser verwandelt. Nach den Beobachtungen Kölliker's sind die sympathischen Fasern, welche von den Ganglienzellen ausgehen, meistentheils von einer Markscheide umgeben und werden zu dünnen markhaltigen Fasern. Sie verbleiben entweder in ihrem ganzen Verlaufe bis nahe an ihr letztes Ende markhaltig, oder verlieren früher oder später ihre Markscheide und verwandeln sich in marklose — Remak'sche Fasern.

Das fernere Schicksal aller sympathischen Fasern pflegt ein verschiedenes zu sein: einige von ihnen nehmen ihren Weg unmittelbar zu den unwillkürlichen Muskeln und endigen in ihnen, andere aber begeben sich im Gegentheil zu den näher oder entfernter liegenden Ganglien, verzweigen sich zwischen den Ganglienzellen und endigen auf der Oberfläche der einzelnen Zellen in Form von pericellularen Geflechten. In letzterem Falle werden die motorischen Impulse, wie Kölliker annimmt, von einem Ganglion zum anderen übertragen. Ausserdem theilen sich von einigen Fasern, welche einfach durch die Ganglien durchtreten, Collaterale ab, denen man dieselbe Bedeutung zuschreibt, wie den Endverzweigungen der Fasern selbst.

Auf solche Weise besteht nach den Beobachtungen der oben genannten Forscher zwischen den Elementen des sympathischen und cerebrospinalen Nervensystems eine fast vollständige Analogie. Die sympathischen Zellen stellen, gleich den Zellen des Cerebro-

spinalsystems, mikroskopische, von einander unabhängige Einheiten dar — die „Nervenzäumchen“ Kölliker's. Die Fortsätze der Zellen zerfallen zunächst in eine Menge einzelner Aestchen, welche frei endigen und auf einander oder auf die Zellkörper nur durch einfachen Contact wirken.

Was diejenigen markhaltigen Nervenfasern anbetrifft, welche im Cerebrospinalsystem ihren Anfang nehmen und mit dem Sympathicus in Verbindung stehen, so verhalten sie sich nach den Beobachtungen A. van Gehuchten's, L. Sala's, M. Lenhossék's¹⁾, Langley's²⁾ und Kölliker's zu dem sympathischen Nervensystem verschieden und haben eine verschiedene Bedeutung. Die einen Fasern, die motorischen, entspringen aus den vorderen Wurzeln gewisser Rückenmarksnerven und auch aus dem IX., X. u. XI. Paar der Kopfnerven und begeben sich zu den Ganglien; nachdem sie den letzteren eine gewisse Anzahl Collaterale abgegeben haben, endigen sie in ihnen mit pericellularen Geflechten. Nach der Meinung Kölliker's gehören zu ihnen auch die Fasern, welche beim 5tägigen Hühnchen, wie die Beobachtungen M. Lenhossék's gezeigt haben, aus den Zellen der Vorderhörner des Rückenmarks ihren Anfang nehmen, darauf in den hinteren Wurzeln verlaufen und von dort aus die Ganglien des Sympathicus erreichen, wo sie wie Vaso- und Visceroconstrictoren mit pericellularen Geflechten endigen.

Die anderen markhaltigen Fasern, die sensiblen, begeben sich durch die sensiblen Wurzeln des Rückenmarks zum Sympathicus; ein grosser Theil dieser Fasern endigt, ohne mit den Ganglienzellen in Verbindung zu treten, frei in der Milz, im Darm, der Leber u. s. w., u. s. w.

In Anbetracht dessen, dass die soeben in Kürze dargelegten Resultate der Forschungen über das sympathische Nervensystem ausschliesslich mittelst der Golgi'schen Methode erlangt wurden, versuchte ich soviel als möglich die bereits erhaltenen Ergebnisse nach der von mir veränderten Methode Ehrlich's zu controlliren,

1) Der feinere Bau des Nervensystems im Lichte neuester Forschungen, Berlin 1895.

2) J. N. Langley: Journ. of Physiol., vol. XIV, XV (1893) und XVII (1894).

wobei ich zu meinen Untersuchungen die peripherischen Ganglien und die Ganglien des Brusttheils des Sympathicus auswählte.

Die peripherischen Ganglien.

Aus der Zahl der peripherischen Ganglien werden diejenigen untersucht, welche längs dem Verlaufe der Nervenstämmchen in der Gallenblasenwand des Hundes und der Katze belegen sind, und die Ganglien der Auerbach'schen und Meissner'schen Geflechte beim Meerschweinchen, Kaninchen, bei der Ratte und anderen Thieren.

I. Die Ganglien der Gallenblase.

Das Verfahren, die Nerven und Ganglien der Gallenblase zu färben, war folgendes: aus der Gallenblase eines soeben durch Blutentziehung getödteten Thieres wurde zunächst die Galle ausgepresst, sodann der D. cysticus unterbunden und die Blase entweder vollständig von der Leber getrennt oder mit dem an der Blase haftenden Lebertheil verbunden gelassen. Das auf solche Weise ausgeschnittene Organ wurde dann auf ein grosses flaches Uhrglas gelegt, die Oberfläche der Blase mit einigen Tropfen einer $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{16}$ % Lösung von Methylenblau befeuchtet und das ganze Präparat mit einem anderen Uhrglas bedeckt im Thermostat einer Temperatur von 37—38 ° C. ausgesetzt, oder es verblieb daselbst bei gewöhnlicher Zimmertemperatur.

Am häufigsten erfolgt eine mehr oder weniger vollständige Färbung der Nervenfasern und Zellen nicht früher als nach einer Stunde, zuweilen aber erst $1\frac{1}{4}$ und sogar $1\frac{1}{2}$ Stunden nach Beginn der Färbung, wobei man im Verlaufe dieser Zeit sorgfältig darauf achten muss, dass die Oberfläche des Organs stets feucht bleibt, zu welchem Zwecke dasselbe jede 5—10 Minuten mit einer neuen Portion Methylenblaulösung betröpfelt wird.

Falls bei der Färbung einer von der Leber vollständig abgelösten Gallenblase die Farbstofflösung, welche bei der Befeuchtung des Organs stets von der Oberfläche desselben herabfließt, sich in grosser Menge auf dem Uhrglase ansammelt, so muss man sie vom Glase entfernen.

Sobald die Färbung der Nerven erfolgt ist, wird der Rest der Galle aus der Gallenblase vorsichtig herausgedrückt, wonach

letztere in eine gesättigte wässrige Lösung von pikrinsaurem Ammoniak gelegt, der Länge nach ein wenig eingeschnitten und, zum Zweck der Entfernung des Schleims und der Galle von der Schleimhaut der Blase, sorgfältig ausgespült wird. Gleich nach dieser Behandlung wird das Präparat aufs neue in eine reine Lösung pikrinsauren Ammoniaks gelegt und verbleibt in derselben während 18—20 Stunden. Nach Verlauf dieser Zeit wird die ganze Blase in einige Stücke von 1—2 qcm Grösse zerschnitten und von jedem einzelnen Stücke zuvor die Schleimhaut, oder, falls die Wand der Blase dick ist, mit der Schleimhaut auch die Muskelschicht entfernt und das Präparat dann in eine Lösung von Glycerin und pikrinsaurem Ammoniak (zu gleichen Theilen) eingeschlossen. Nach Verlauf von 5—7 Tagen werden die Präparate so durchsichtig, dass man sie zur mikroskopischen Untersuchung benutzen kann.

Hier ist es am Platz zu bemerken, dass bei der Färbung der Gallenblasennerven mit Methylenblau sorgfältig verhütet werden muss, dass etwas Galle zufällig auf die Oberfläche des zu färbenden Präparats falle, weil dadurch, wahrscheinlich in Folge des bedeutenden Gehalts der Galle an Salzen, die Färbung der Nerven verhindert wird.

An genügend durchsichtig gewordenen Präparaten treten die Nerven sehr deutlich hervor, welche in Form ziemlich dicker Stämmchen zugleich mit den Blutgefässen in die Gallenblase eintreten und sich in deren äusseren Bindegewebschicht in grösserer oder geringerer Entfernung von der Oberfläche der letzteren verbreiten. Allmählich in eine Menge Stämmchen von verschiedener Dicke zerfallend, bilden sie in genannter Schicht ein Geflecht, dessen Maschen eine unregelmässige, vieleckige Form und eine verschiedene Breite haben. Dieses Geflecht kann man als Haupt- oder Grund-Geflecht bezeichnen, da ausschliesslich von ihm die Aestchen und Fasern ausgehen, welche sich zu den Blutgefässen, zur Schicht der glatten Muskelfasern und zur Schleimhaut der Gallenblase begeben.

Alle Nervenstämmchen und Aestchen bestehen vorzugsweise aus Remak'schen Fasern, — die markhaltigen Fasern gesellen sich zu ihnen in verhältnissmässig kleiner Anzahl. Je nach dem Grade und der Intensität der Färbung der Nerven-elemente färben sich in jedem Präparate in den dicken Nervenstämmchen fast

alle oder nur wenige von den dieselben bildenden Fasern, während in den feinen Nervenstämmchen gewöhnlich alle in ihnen enthaltenen Fasern, gefärbt werden. Bei gelungener und intensiver Färbung der Fasern treten sie fast in jedem Stämmchen so klar und deutlich hervor, dass man die volle Möglichkeit hat sich nicht allein mit ihrem Charakter, sondern auch mit ihrem Verhalten zu den Gefässen, zu den Gruppen der sympathischen Zellen, die längs dem Verlaufe der Stämmchen belegen sind u. s. w., bekannt zu machen.

Wie bereits oben bemerkt, bilden die Remak'schen marklosen Fasern in jedem Stämmchen die hauptsächlichliche Masse. Sie haben gewöhnlich eine verschiedene Dicke und sind anscheinend von einer äusserst feinen structurlosen Bindehauthülle umgeben, an deren Oberfläche sich flache Zellen mit ovalen oder runden Kernen anlegen; diese Zellen befinden sich bald in geringer, bald in ziemlich grosser Entfernung von einander. Die Hülle, welche die Faser umgiebt, muss, falls sie wirklich existirt, nicht nur äusserst fein sein, sondern zugleich auch der Faser sehr dicht anliegen, da wir von ihrem Vorhandensein nur nach den Zellen urtheilen können, die längs dem Verlauf der Fasern belegen sind.

Meistentheils scheinen die Remak'schen Fasern an den Präparaten, die mit Methylenblau gefärbt sind, ganz glatt zu sein, auch sind sie verhältnissmässig sehr selten mit varicösen Verdickungen besetzt, wodurch sie sich, meinen Beobachtungen zufolge, von den neben ihnen in den Stämmchen verlaufenden markhaltigen Fasern, die ihre Markscheide verloren haben, so wie auch von den, aus der Theilung der letzteren entstandenen, gleichfalls marklosen Aestchen unterscheiden. An den Verzweigungsstellen der Nervenstämmchen verflechten sich die Remak'schen Fasern auf verschiedene Weise mit einander.

Die einen dieser Fasern entspringen aus den Zellen der sympathischen Ganglien, die in der Wand der Gallenblase belegen sind, die anderen nehmen aller Wahrscheinlichkeit nach ihren Anfang aus den Ganglienzellen des Plexus solaris.

Was die markhaltigen Fasern anbetrifft, die sich zugleich mit den Remak'schen Fasern in den Stämmchen befinden, so ist ihre Anzahl, je nach der Dicke des Stämmchens selbst, verschieden; man kann sie selbst bei schwachen Objectiven sowohl wegen ihrer Dicke, als auch wegen der sehr intensiven Färbung

bei den Ranvier'schen Einschnürungen von den Remak'schen Fasern leicht unterscheiden. In einem dicken Stämmchen kann man 5—10 und mehr Fasern zählen, von denen einige einen beträchtlichen Umfang haben, andere dagegen fein sind.

Gewöhnlich werden die genannten Fasern bei einer der Ranvier'schen Einschnürungen einer Theilung unterworfen, welche während des Verlaufs der Faser im Stämmchen selbst, oder auch an den Kreuzungsstellen der Stämmchen erfolgt, wo die Nervenfasern sich in mannigfaltiger Weise mit einander verflechten. Sehr häufig hat das eine oder das andere der aus der Theilung einer Faser entstandenen Aestchen keine Markscheide und erscheint in seinem ganzen Verlauf als ein mehr oder weniger feiner, nicht selten varicöser Faden. Wenn man ausserdem den Verlauf der markhaltigen Fasern selbst und den der unterwegs durch ihre Theilung entstandenen markhaltigen Aestchen verfolgt, so kann man bemerken, dass einige von ihnen allmählich feiner werden, alsdann ihre Markscheide verlieren und schliesslich nur als Axencylinder mit eng anschliessender Schwann'scher Scheide erscheinen; letztere ist erkennbar an den ovalen Kernen der zu ihr gehörigen Zellen, welche sehr häufig in recht naher Entfernung von einander belegen sind. In solcher Gestalt ähnelt die markhaltige Nervenfaser fast vollkommen einer Remak'schen, von welcher man sie nur unterscheiden kann, wenn es gelingt, sie bis dicht zu der Stelle zu verfolgen, wo sie die Marksubstanz erhält und wo an den Stellen der Einschnürungen die Ranvier'schen Kreuze deutlich hervortreten.

Nachdem die Nervenfasern ihre Markscheide verloren haben, werden sie in ihrem ferneren Verlauf noch feiner, die ihnen eng anliegenden Zellenkerne der Schwann'schen Scheide verschwinden, woraus man schliessen kann, dass sie auch diese Hülle verloren haben, und als mehr oder weniger feine, zuweilen varicöse Fasern und Fäden begeben sie sich zu der nächsten Gruppe von Ganglienzellen, wo sie endigen. Meinen Beobachtungen zufolge muss man die varicösen Fäden, welche sich stets neben den Remak'schen Fasern in den Nervenstämmchen befinden, wie auch viele Fasern, die dem Anscheine nach den Remak'schen Fasern ähnlich sind, erstens zu den oben erwähnten marklosen Aestchen rechnen, welche sich in den Stämmchen selbst von den markhaltigen Fasern absondern, und zweitens zu den markhaltigen

Fasern und deren Aestchen, die nur ihre Markscheide in den Stämmchen verloren haben.

Das Factum, dass in den dicken Stämmchen, welche in die Gallenblase eintreten, anfangs verhältnissmässig, je nach der Dicke des Stämmchens, ziemlich viele markhaltige Fasern enthalten sind, und dann nach Massgabe der Theilung dieses oder jenes Stämmchens ihre Anzahl, uncrachtet der wiederholten Theilung der Fasern, allmählich sich verringert, bis sie schliesslich in vielen mit den Ganglien verbundenen Stämmchen offenbar vollständig verschwinden, findet seine Erklärung in der soeben angeführten Veränderung im Bau der Fasern selbst. Auf die Richtigkeit dieser Sachlage weist auch der bereits oben erwähnte Umstand hin, dass wir in einigen Stämmchen Schritt für Schritt die Verwandlung dieser oder jener markhaltigen Faser in eine mehr oder weniger feine marklose Faser oder einen Faden verfolgen können. Wenn daher irgend ein Stämmchen auch keine markhaltigen Fasern enthält, so ist das noch kein Beweis eines Nichtvorhandenseins solcher Fasern in ihm, weil einige derselben, die neben den Remak'schen Fasern verlaufen, unzweifelhaft zu denjenigen markhaltigen Fasern gehören, welche sich in oben angegebener Weise verändert haben. In den Nervenstämmchen existiren ausser den soeben bezeichneten auch markhaltige Fasern solcher Art, welche, nachdem sie eine gewisse Strecke weit in dem gegebenen Stämmchen verlaufen sind, aus demselben heraustreten und als einzelne, häufig sich wiederholt theilende Fasern oder auch in Begleitung einiger Remak'schen Fasern sich zu den Blutgefässen, Arterien und Venen, begeben. Unterwegs verlieren sie gewöhnlich in der Nähe eines Gefässes zuerst ihre Markscheide, dann auch das Neurillemm und verwandeln sich in feine, häufig varicöse Fäden. Die letzteren treten zur Gefässwand heran, wo sie in einige äusserst feine Fädchen zerfallen.

Schliesslich existiren in den Nervenstämmchen noch markhaltige Fasern, welche, ohne ihre charakteristische Beschaffenheit zu verlieren, d. h. markhaltige Fasern verbleibend, zusammen mit den erwähnten Stämmchen diese oder jene Gruppe der sympathischen Zellen erreichen. Hier endigen sie nicht, sondern durchschreiten die Zellengruppe nur, wobei sie nicht selten schlangenähnliche Windungen machen, indem sie zwischen den einzel-

nen Zellen der Gruppe verlaufen. In einigen Fällen gehen diese Fasern nicht durch die Ganglien hindurch, sondern berühren nur die Oberfläche derselben. Welches das fernere Schicksal der soeben beschriebenen Fasern ist, — ob sie, nachdem sie zuvor ihre Markscheide verloren haben, in anderen Ganglien endigen, oder aus den Stämmchen heraustreten und sich dann zu den Gefässen wenden, und ferner, ob sie bei dem Durchgange durch die Ganglien Collaterale abgeben oder nicht, — das ist mir festzustellen noch nicht gelungen.

Indem ich die Nerven mit Methylenblau färbte, konnte ich mich, wie gesagt, davon überzeugen, dass in den sympathischen Nervenstämmchen wenigstens dreierlei Arten markhaltiger Nervenfasern vorhanden sind: die einen begeben sich zu den sympathischen Ganglien und endigen in ihnen, die zweiten gehen unmittelbar zu den Blutgefässen, die dritten endlich durchschreiten nur die sympathischen Ganglien als markhaltige Fasern. Diese Untersuchungen bestätigen zum Theil die Beobachtungen, welche von den oben genannten Autoren mit Hilfe der Nervenfärbung mittelst salpetersauren Silbers gemacht worden sind.

Die sympathischen Zellen lagern sich in Ganglien bildenden Gruppen oder als einzelne Zellen längs dem Verlaufe der Nervenstämmchen. Die sympathischen Ganglien haben eine verschiedene Grösse, je nach der Anzahl der zu ihrem Bestand gehörigen Zellen, und eine verschiedene, meistens runde, ovale und eiförmige Gestalt, wobei ein oder mehrere Nervenstämmchen mit jedem Ganglion in Verbindung stehen. Oft hängt irgend ein Ganglion an einem Nervenstämmchen wie die Beere am Stiel. Zu dem Bestande der kleinen Ganglien gehören 2—4 und mehr Zellen, die grossen Ganglien werden aus einigen zehn Zellen gebildet. Gewöhnlich trifft man in dem verengerten Theil und im Halse der Gallenblase Ganglien und einzelne Zellen in grösserer Zahl an, als in dem Theil der Blasenwand, welcher den Fundus der Blase bildet.

Bei Durchmusterung aller Präparate, die aus einer Gallenblase bei möglichst vollständiger Nervenfärbung hergestellt sind, kann man bemerken, dass, soviel Ganglien in dem betreffenden Präparate auch existiren mögen, die sympathischen Nervenzellen in jedem Ganglion in verschiedener Anzahl und in verschiedenem Grade gefärbt erscheinen: in dem einen Ganglion färben sich

fast alle Zellen mit ihren Fortsätzen, in einem anderen nur einige der Zellen, oder sogar nur eine einzige Zelle mit allen ihren Fortsätzen (Fig. 1, 2, 3 u. s. w.). Oft bleiben alle Zellen, welche das Ganglion bilden, ungefärbt, aber dafür färben sich die Nervenfasern, die durch das Ganglion hindurchgehen, sowie diejenigen, welche in demselben endigen (Fig. 11 B); in einigen Fällen erscheinen nur die Fortsätze der Zellen und mit ihnen auch der peripherische Theil des Zellkörpers gefärbt u. s. w. (Fig. 1, 2, . . . 14). Der Grad der Färbung pflegt ebenfalls kein gleichmässiger zu sein, sogar bei den Zellen eines und desselben Ganglions: bald färben sie sich fast alle mehr oder weniger intensiv, bald nur einige von ihnen, und zuweilen, endlich, erscheinen nur der Zellkörper oder die Fortsätze intensiv gefärbt. Dank der soeben angeführten Eigenheit des Methylenblaus, bald diese, bald jene Elemente, die zu dem Bestande der Ganglien gehören, zu färben, erlangen wir die Möglichkeit, bis zu einem gewissen Grade einerseits uns mit dem Charakter und Verhalten der Fortsätze der sympathischen Zellen bekannt zu machen, andererseits das Verhalten der in die Ganglien eintretenden und in ihnen endigenden Nervenfasern zu diesen Zellen zu erklären.

Die Form der sympathischen Zellen, welche irgend ein Ganglion bilden, pflegt eine verschiedene zu sein und hängt zum Theil von der Lage ab, welche die Zelle im Ganglion selbst einnimmt: am häufigsten trifft man multipolare Zellen an (Fig. 1, 2, . . . 10), aber neben ihnen auch bi- und unipolare (Fig. 13). Gewöhnlich scheinen die Zellen, welche im Centrum des Ganglions liegen, in den meisten Fällen multipolar zu sein, während die an der Peripherie und den Polen des Ganglions gelegenen häufig eine bipolare und unipolare Form annehmen. Die Grösse der Zellen eines und desselben Ganglions kann ebenfalls, gleich der Form, eine verschiedene sein und unter Zellen von 0,0645 mm und mehr Durchmesser findet man beständig auch kleine Zellen, deren Durchmesser 0,0215 mm nicht übersteigt.

Struktur der Zellen. Wenn man die sympathischen Zellen nach der von mir veränderten Methode mit Methylenblau färbt, so hat man oft die Möglichkeit, die Struktur der Zellen ebenso gut zu studiren, als wenn sie nach der von Nissl¹⁾ bei der Unter-

1) Fr. Nissl: Mittheilungen zur Anatomie der Nervenzelle, Allgem. Zeitschr. f. Psychiatrie, Bd. 50, 1894; Ueber eine neue Unter

suchung der Zellen des Centralnervensystems angewandten Methode behandelt worden wären. Gewöhnlich wirkt das Methylenblau nicht gleichzeitig auf alle Zellen, die zum Bestand der Gallenblase-Ganglien gehören: in jedem Ganglion färben sich, wie zum Theil bereits oben erwähnt wurde, anfangs nur wenige Zellen, und dann erst beginnen sich allmählich stets mehr und mehr Zellen zu färben; in Folge dessen trifft man an einem und demselben Präparate oder sogar in einem und demselben Ganglion Zellen in verschiedenen Stadien der Färbung an.

Nach Verlauf von einer oder anderthalb Stunden vom Anfang der Färbung an gerechnet, d. h. zu dem Zeitpunkt, wenn das Präparat bereits mit der pikrinsauren Ammoniaklösung fixirt werden soll, verbleiben in jedem Ganglion einige Zellen noch gänzlich ungefärbt, während andere das Maximum der Färbung bereits erreicht haben.

Wenn man die Färbung der Zellen beobachtet, so kann man leicht bemerken, dass zu allererst die kleinen Körnchen im Zellkörper sich zu färben beginnen, wobei im Anfang der Einwirkung des Färbemittels die Anzahl solcher gefärbten Körnchen eine sehr unbedeutende zu sein pflegt. Aber allmählich, nach Massgabe der weiteren Einwirkung des Methylenblaus, nimmt die Zahl der sich färbenden Körnchen mehr und mehr zu und nach Verlauf einer gewissen Zeit der Tinction scheint das ganze Protoplasma der Zelle fast durchweg aus einer Masse solcher gefärbten Körnchen zu bestehen; ungefärbt oder schwach gefärbt verbleiben nur geringe Zwischenräume zwischen den Körnchen, welche von der Grundsubstanz eingenommen werden (Fig. 1, 2, . . . 7 und 10, 11, 13).

Die mit Methylenblau gefärbten Körnchen sind von unbedeutender Grösse und haben meistentheils eine runde Form, wobei einige von ihnen sich oft intensiv färben, andere aber schwächer. Während alle Körnchen im Zellkörper gefärbt erscheinen,

suchungsmethode der Centralorgane etc., Centralbl. f. Nervenheilkunde u. Psychiatrie, Bd. 16, 1894; Ueber Rosin's neue Färbemethode des gesammten Nervensystems etc., Neurologisches Centralblatt, Nr. 3 u. 4, 1894; Ueber die sogenannten Granula der Nervenzellen, Neurologisch. Centralblatt, Nr. 19, 1894; Ueber die Nomenklatur in der Nervenzellenanatomie und ihre nächsten Ziele. Neurologisches Centralblatt, Nr. 3, 1895.

bleibt der Kern oft ungefärbt, oder er färbt sich mit Ausnahme seines peripherischen Gürtels schwächer und es treten in ihm nur ein oder zwei gefärbte Kernkörperchen deutlich hervor.

In einer weiteren Periode der Einwirkung des Färbemittels erscheinen die Körnchen, welche anfangs in der ganzen Grundsubstanz des Zellkörpers gleichmässig vertheilt sind, grösser und sammeln sich in einzelne Gruppen, Schollen; in Folge dessen erhält die Zelle ein fleckiges Aussehen (Fig. 14), oder wie Lenhossék¹⁾ in Bezug auf die nach Nissl'scher Methode gefärbten motorischen Zellen sehr treffend bemerkt, ein tigerfellähnliches Aussehen. Die bezeichneten Schollen haben eine runde, ovale, oder unregelmässig eckige Form und eine verschiedene Grösse, wobei man im Centraltheil des Zellkörpers mehr Schollen antrifft, als in dem peripherischen Theil, weshalb der letztere heller erscheint als der erstere. Oft ragen einige Schollen, welche an der äussersten Peripherie des Zellkörpers liegen, über dessen Oberfläche ein wenig hervor und geben der Zelle auf solche Weise ein mehr oder weniger knolliges Aussehen (Fig. 14). Die chromophilen Schollen kommen nicht nur im Zellkörper vor, sondern man kann ihre Anwesenheit leicht auch sowohl in den dicken Protoplasmafortsätzen, als in der konusartigen Verdickung wahrnehmen, mit welcher der Axencylinderfortsatz anfängt (Fig. 14).

Gewöhnlich färben sich die Schollen intensiv violett, resp. blau, und die zwischen ihnen liegende Grundsubstanz bleibt ungefärbt, oder nimmt eine schwach violette Färbung an. Die Kerne in solchen Zellen, welche ein fleckiges Aussehen angenommen haben, erscheinen gleich den Schollen selbst intensiv violett gefärbt und oft kann man in ihnen, wenn auch nicht ganz deutlich, stark gefärbte kleine Klümpchen, aller Wahrscheinlichkeit nach Nucleine, und zuweilen sogar die Anwesenheit von kleinen Kernkörperchen beobachten; nur die schmale peripherische Zone des Kerns bleibt ungefärbt, in Folge wessen derselbe scharf vom Zellkörper abgegrenzt erscheint. Wenn man die sympathischen Zellen im bezeichneten Stadium der Färbung mittelst starker Immersionen durchmustert, so kann man wahrnehmen, dass die Schollen aus einigen Gruppen an einer Stelle angehäufte, stark gefärbte und mehr oder weniger grosser Körnchen bestehen;

1) L. c.

was aber die Grundsubstanz anbetrifft, so kann man in derselben die Anwesenheit sehr feiner Fäden beobachten, welche etwas intensiver, als die Grundsubstanz selbst, gefärbt erscheinen und, dem Anscheine nach, in derselben ein dichtes Netz bilden. Ob zum Bestande der Zelle ausserdem noch sich intensiv mit Methylenblau färbende Fäden gehören, wie dieses bei den Nervenzellen der Retina stattfindet, das konnte ich bisher noch nicht constatiren.

Am Schluss der Färbung des Präparats (nach einer oder anderthalb Stunden vom Anfang der Färbung an gerechnet) nehmen einige Zellen, deren Färbung früher begonnen hatte, als die der übrigen, eine solche Menge Methylenblau in sich auf, dass auch die Grundsubstanz mehr oder weniger intensiv gefärbt erscheint, in Folge dessen der Umriss der chromophilen Schollen undentlich wird und schliesslich die ganze Zelle mit allen ihren Fortsätzen eine gleichmässige dunkel-violette Färbung erhält; nur die Kerne der Zellen treten zuweilen als ein wenig intensiver gefärbte Flecken hervor.

Auf solche Weise sind wir im Stande, ohne die Zellen einer vorhergehenden complicirten Behandlung mit verschiedenen Reagentien zu unterwerfen, gewisse Bestandtheile derselben mittelst des Methylenblaus ebenso gut und deutlich zu färben, als es nach des Methode Nissl's geschieht.

Was die Fortsätze der Zellen anbetrifft, welche die Ganglien bilden, so kann man in jeder Zelle ohne alle Mühe eine zweifache Art Fortsätze unterscheiden — erstens solche, welche sich in dem gegebenen Ganglion verzweigen und den Protoplasmatortsätzen, Dendriten, der Zellen des Centralnervensystems vollkommen analog sind, und zweitens einen Axencylinder- oder Nerven-Fortsatz.

Die Protoplasmafortsätze — Dendriten — (Fig. 1, 2, 3, 11, 13 und 14b) entspringen, je nach der Lage der betreffenden Zelle in dem Ganglion, aus verschiedenen Stellen des Zellkörpers, wenn die Zelle im Centraltheil des Ganglions gelegen ist, oder nur aus derjenigen Seite der Zelle, welche dem Ganglion zugewendet ist, falls die Zelle sich an der Peripherie des Ganglions befindet, oder aber, endlich, aus einem oder beiden Polen der Zelle, was am häufigsten vorkommt in den Fällen, wenn die Zelle an einem Pole des Ganglions liegt.

Die Anzahl der Fortsätze schwankt zwischen 1—2 und 3—8—12 und mehr. Die Länge derselben hängt von der Grösse und zum Theil der Form des Ganglions so wie von der Lage der Zelle im Ganglion selbst ab: in Zellen, welche den Centraltheil des Ganglions einnehmen, sind die Fortsätze in der Mehrzahl bedeutend länger, als in Zellen, die an der Peripherie des Ganglions gelegen sind, und desgleichen ist ihre Länge in grossen Ganglien, die aus einigen zehn Zellen bestehen, grösser, als in Ganglien, welche nur aus wenigen Zellen zusammengesetzt sind. Ausserdem sind, nach meinen Beobachtungen, in den wurstförmigen Ganglien, die sehr in die Länge gezogen sind, im Allgemeinen viele Protoplasmafortsätze vorhanden, welche, ohne Rücksicht auf die Lage der Zellen, im Vergleich zu den Fortsätzen derjenigen Zellen, die in Ganglien von runder, ovaler oder eiförmiger Gestalt belegen sind, eine beträchtliche Länge besitzen.

Die Dicke der Fortsätze, welche von einer und derselben Zelle ausgehen, pflegt eine verschiedene zu sein: einige Fortsätze sind ziemlich dick, andere dagegen fein und fadenförmig.

Was die Structur der Protoplasmafortsätze anbetrifft, so erscheinen sie nach der Tingirung mit Methylenblau meistens gleichmässig mehr oder weniger intensiv violett gefärbt. In gewissen Fällen kann man beobachten, dass die dicken Fortsätze gleich dem Zellkörper aus der schwach gefärbten Grundsubstanz und den chromophilen Schollen bestehen. Die letzteren findet man in den Fortsätzen in einer beschränkteren Anzahl vor, als in der peripherischen Schicht der Zelle; sie haben eine unbedeutende Grösse und sind gewöhnlich nicht nur in den Theilungswinkeln der Fortsätze zerstreut, sondern man begegnet ihnen auch im übrigen Theil jedes Fortsatzes. Zuweilen konnte ich in der Grundsubstanz der Protoplasmafortsätze ausser den chromophilen Schollen noch die Anwesenheit feiner und ziemlich stark gefärbter Fädchen wahrnehmen, aber gleichwohl erscheinen sie nicht so scharf contourirt, wie z. B. die Fäden in den Protoplasmafortsätzen vieler Nervenzellen der Netzhaut.

Da die peripherische Schicht des Zellkörpers weniger chromophile Schollen enthält, als der Centraltheil desselben, und daher heller erscheint, und ferner an der Bildung aller Fortsätze der Zelle, und unter ihnen auch des Axencylinderfortsatzes, vorzugs-

weise Antheil nimmt, so scheint es aus diesem Grunde oft, als ob die helle Basis der Fortsätze mehr oder weniger tief in den intensiver gefärbten Theils des Zellkörpers hineinragt. Ein solches Verhalten der Fortsätze zum Zellkörper wird noch mehr begreiflich, wenn man berücksichtigt, dass die peripherische Schicht des Zellkörpers keine gleichmässige Dicke hat und an einigen Stellen enger, an anderen aber breiter zu sein pflegt.

Schaffer¹⁾, Nissl²⁾ und Lenhossék³⁾, welche die Zellen des Centralnervensystems und die Spinalganglienzellen untersucht haben, weisen darauf hin, dass das soeben beschriebene Verhalten der Fortsätze zu dem Zellkörper nur dem Axencylinderfortsatz eigen ist, während dasselbe nach meinen Beobachtungen in grösserem oder geringerem Grade überhaupt allen Fortsätzen jeder Zelle zukommt; übrigens werde ich bald Gelegenheit haben, hierüber ausführlicher zu sprechen.

Meistentheils theilt sich jeder Protoplasmafortsatz bereits in kurzer Entfernung vom Zellkörper unter mehr oder weniger spitzem Winkel in 2—3 Aestchen, welche bald aufs neue in einige noch feinere Aestchen zerfallen (Fig. 1, 2, 3 u. s. w.). Die letzteren theilen sich ihrerseits oft mehrmals und erhalten schliesslich das Aussehen von äusserst feinen Fäden, die zuweilen mit varicösen Verdickungen von verschiedener Grösse besetzt sind. Alle Fortsätze mit aus ihrer primären, secundären etc. Theilung entstandenen Aestchen geben in ihrem ganzen Verlauf unter verschiedenen Winkeln eine gewisse Anzahl wiederholt sich theilender Seitenästchen und Fäden ab, welche eine verschiedene Dicke haben und zuweilen varicos zu sein scheinen (Fig. 1, 2 u. s. w.). Bei möglichst vollständiger Färbung der Fortsätze kann man in vielen Zellen bemerken, dass von jedem Fortsatz, angefangen fast von seiner Ursprungsstelle, und bis dicht zu seinen letzten Verzweigungen, sich allmählich eine Menge der obenbezeichneten Seitenästchen und Fäden abtheilt, wodurch dieselben in dem Falle, wenn einige von ihnen sich nur in einer gewissen Ausdehnung färben, die Fortsätze und ihre Aestchen

1) K. Schaffer; Kurze Anmerkung über morpholog. Differenz des Axencylinders im Verhältniss zu den protoplasm. Fortsätzen bei Nissl's Färbung, Neurologisches Centralblatt Nr. 24, 1893.

2) L. c.

3) L. c.

gleichsam mit Dornen oder Nadeln besetzt erscheinen. Oft findet man an den Stellen der Theilung der Fortsätze und der Entsendung von Seitenästchen und zuweilen sogar im Verlaufe dieses oder jenes Fortsatzes oder Aestchens Erweiterungen von unregelmässiger Form, welche diesen Fortsätzen, wie es aus Fig. 1, 2, 4, 7 u. a. ersichtlich ist, ein besonderes charakteristisches Aussehen verleihen. Die genannten Erweiterungen, wie auch einige Fortsätze, scheinen, so viel ich aus meinen Präparaten schliessen kann, mehr oder weniger abgeplattet zu sein, was auch unter anderem als Kennzeichen dienen kann, um die Protoplasmafortsätze der sympathischen Zellen von ähnlichen Fortsätzen der Zellen des Centralnervensystems zu unterscheiden.

Zu den unterscheidenden Merkmalen muss man auch den Umstand zählen, dass die bezeichneten Fortsätze der sympathischen Zellen meistens entweder fast gar keine varicösen Verdickungen haben, — ihre Stelle nehmen gleichsam die oben erwähnten Erweiterungen ein —, oder aber, falls sie auch varicos erscheinen, so haben die varicösen Verdickungen nicht diejenige regelmässige Form, welche gewöhnlich an Protoplasmafortsätzen der Zellen des Centralnervensystems beobachtet wird. Ausserdem stellen sich auch die allerfeinsten der aus der Theilung der Protoplasmafortsätze der sympathischen Zellen entstandenen Fäden nicht als solche, man kann sagen, undeutlich feine Fädchen dar, wie sie bei der Theilung der entsprechenden Fortsätze vieler Nervenzellen des Cerebrospinalsystems oft erhalten und beobachtet werden.

Oft trifft man Zellen von ovaler oder spindelförmiger Gestalt an, wobei von jedem Pol der Zelle 2—3 und mehr Fortsätze ausgehen, oder nur ein dicker und ziemlich kurzer Fortsatz, der darauf in einige, 3—4, sich theilende Aestchen zerfällt. Zellen solcher Art trifft man, nach meinen Beobachtungen, am häufigsten als Einzelzellen längs dem Verlaufe der Nervenstämmchen vertheilt an, oder in Ganglien, welche eine wurstähnliche Form haben. Zuweilen hat diese oder jene Zelle nur einen dicken und mehr oder weniger kurzen Protoplasmafortsatz, von welchem sich eine gewisse Anzahl (3—5) sich theilender Aestchen verschiedener Dicke absondern; zu solchen Zellen gehören diejenigen, welche an den Polen oder an der Peripherie der Ganglien belegen sind.

Die Frage über das Verhalten der Protoplasmafortsätze irgend einer sympathischen Zelle zu denselben Fortsätzen der Nachbarzellen wird, wie es mir scheint, an mit Methylenblau gefärbten Präparaten bis zu einem gewissen Grade viel besser aufgehellt, als an Präparaten, die nach Golgi'scher Methode behandelt sind, da man in ersterem Falle, ohne Schmitte machen zu müssen, die Möglichkeit hat, die in ihnen eingelagerten Zellen zu beobachten und bei einiger Veränderung der Focaldistanz den Verlauf und das Verhalten der Protoplasmafortsätze zu einander, wie auch zu den Zellen selbst zu verfolgen.

In den grossen Ganglien begeben sich die Protoplasmafortsätze jeder Zelle, welche den Centraltheil des Ganglions einnimmt, nach verschiedenen Richtungen oder nach einer Seite des gegebenen Ganglions und dann erreichen sie, sich zwischen den benachbarten Zellen durchdrängend und sich nach und nach theilend, meistentheils die Peripherie des Ganglions; hier treffen sie in Form mehr oder weniger feiner, glatter oder varicöser Fäden, die eine Menge Seitenästchen abgeben, mit den Aestchen und Fäden ähnlicher Fortsätze anderer Zellen zusammen und bilden mit ihnen an der ganzen Peripherie des Ganglions ein dichtes Geflecht (Fig. 1, 4 und 5). So viel ich mich an meinen Präparaten überzeugen konnte, befindet sich dieses Geflecht unter der Hülle des Ganglions, wobei die Maschen des Endgeflechts sich der Oberfläche derjenigen sympathischen Zellen anlegen, welche an der Peripherie des gegebenen Ganglions belegen sind. Viele Protoplasmafortsätze der soeben erwähnten Zellen dringen nicht — zum Unterschiede von ähnlichen Fortsätzen der Zellen, die im Centraltheil des Ganglions belegen sind, — dank der Lage der Zelle selbst, zwischen die Körper der benachbarten Zellen, sondern verbreiten und verzweigen sich nur auf der Oberfläche des Ganglions, wo sie an der Bildung des oben beschriebenen Geflechts Antheil nehmen.

In einigen Fällen trifft man unter den Zellen, die den peripherischen Theil des Ganglions bilden, solche von birnförmiger oder keulenförmiger Gestalt an. Der Körper dieser Zellen ragt mehr oder weniger über die Oberfläche des Ganglions hervor, während der verengerte Theil der Oberfläche des Ganglions zugewendet ist, und von letzterem gehen gewöhnlich Protoplasmafortsätze aus, welche sich dann in gleichem Niveau mit

den Fortsätzen anderer Zellen verzweigen. Die Oberfläche der soeben genannten Zellkörper befindet sich natürlich ausserhalb des von den Fortsätzen der übrigen Zellen des Ganglions gebildeten Geflechts und nur der verengerte Theil solcher Zellen wird von einigen Aestchen des Geflechts umfasst. In Anbetracht dessen, dass an der Bildung des beschriebenen Geflechts augenscheinlich die Endverzweigungen der Protoplasmafortsätze aller Zellen eines Ganglions Antheil nehmen — kann man dasselbe „das allgemeine peripherische Geflecht“ nennen.

Die Protoplasmafortsätze der mehr im Centraltheil des Ganglions belegenen Zellen theilen sich allmählich bei ihrer Annäherung zur Peripherie des Ganglions, wie schon theilweise bereits oben erwähnt wurde, und werden bedeutend feiner, so dass sie bei Erreichung der peripherischen Reihe der Zellen, deren Oberfläche der Ganglienhülle zugewendet ist, als mehr oder weniger dünne Fäden erscheinen. Die letzteren krümmen sich, sich zwischen den genannten Zellen hindurchwindend, in verschiedener Weise, machen oft um diese oder jene Zelle einige Windungen und bilden schliesslich, wie oben gesagt, zusammen mit ähnlichen Fortsätzen anderer Zellen auf der freien Zellenoberfläche ein Geflecht (Fig. 1 und 5). In Folge des Strebens der Fortsätze der bezeichneten Zellen zur Peripherie des Ganglions und ihrer allmählichen Theilung, sowie auch dank dem Umstande, dass die freie Oberfläche der Ganglienzellen der peripherischen Reihe etwas gewölbt ist und über die Ganglienoberfläche hervorragt, müssen die Endverzweigungen der Protoplasmafortsätze natürlich einige Zellen umflechten und um dieselben, wie aus Fig. 1 und 5 ersichtlich, pericellulare Geflechte oder die pericellularen Nester („nidos pericelulares“) Ramon y Cajal's bilden. An der Bildung jedes einzelnen pericellularen Geflechts nehmen gewöhnlich die Fortsätze einer oder mehrerer Zellen Antheil.

Aus der gegebenen Beschreibung und den Zeichnungen (Fig. 1 und 5) ist ersichtlich: erstens, dass das Vorhandensein von pericellularen Geflechten von besonderen, rein örtlichen Bedingungen, denen die Zellenfortsätze unterworfen sind, abhängt, und zweitens, dass die genannten Geflechte in den grossen Ganglien vorzugsweise um Zellen beobachtet werden, welche an der Peri-

perie des Ganglions liegen und zudem nur dann scharf hervortreten, wenn einige der aus der Theilung der Protoplasmafortsätze entstandenen Aestchen nach Erreichung derjenigen Seite irgend einer peripherischen Zelle, welche dem Centrum des gegebenen Ganglions zugewandt ist, rein zufällig an dieser Seite in eine bedeutende Anzahl Fäden zerfallen. Indem die genannten Fäden der Peripherie des Ganglions zustreben, müssen sie zuvor an den Seitenflächen der Zelle vorbeigehen, wobei sie sich während ihres Verlaufes um die Zelle winden, aufs neue theilen und schliesslich die Peripherie des Ganglions erreichen, wo sie an der Bildung des allgemeinen Geflechts Antheil nehmen und zugleich auch die gegebene Zelle umflechten.

Alle Protoplasmafortsätze der Ganglienzellen und ihre Verzweigungen, ob diese nun, sich in mannigfaltiger Weise durchkreuzend, zwischen den Zellen des Ganglions hindurchgehen oder ob sie einige dieser Zellen umflechten, — liegen nicht unmittelbar den Zellen an, sondern sind von jeder Zelle durch deren Hülle getrennt.

Auf Grund der oben dargelegten Facta können die pericellularen Nester Ramon y Cajal's, da sie rein zufällige Gebilde vorstellen, nicht diejenige physiologische Bedeutung haben, welche Ramon y Cajal ihnen zuschreiben will. Nicht einzelne Zellen associiren sich mit vielen anderen mittelst der pericellularen Nester, wie dieses Ramon y Cajal meint, sondern, soviel meine Beobachtungen gezeigt haben, associiren sich alle Zellen des gegebenen Ganglions mit einander durch ein Geflecht, welches durch alle ihre sich im Ganglion verzweigenden Protoplasmafortsätze gebildet wird.

Was das Verhalten der Protoplasmafortsätze in den kleinen, aus wenigen Zellen bestehenden Ganglien anbetrifft, so ist es im allgemeinen gleich demjenigen in den grossen Ganglien, d. h. die Endverzweigungen der Protoplasmafortsätze aller Zellen des Ganglions bilden an seiner Peripherie ein Geflecht (Fig. 4 u. 8). In sehr kleinen Ganglien, in denen sich nicht mehr als 2—3—5 Zellen befinden, haben die Protoplasmafortsätze meistens eine unbedeutende Länge und, indem sie theilweise zwischen den Zellen hindurchgehen, theilweise direct zur Peripherie des Ganglions behufs Bildung des Geflechts verlaufen, umflechten

sie, dank der Lage der Zellen, fast alle Zellen des Ganglions in der von mir angegebenen Weise. In Ganglien, welche eine in die Länge ausgezogene ovale oder wurstartige Form haben, geben die an den Polen des Ganglions belegenen Zellen von der dem Ganglion zugewandten Seite aus Protoplasmafortsätze ab, oder es geht von diesen Zellen nur ein mehr oder weniger dicker Fortsatz aus, welcher bald in ein ganzes Bündel von Aestchen zerfällt, wobei die Fortsätze in beiden Fällen einander entgegen gehen und oft, sich an der Peripherie des Ganglions verzweigend, die Pole desselben von allen Seiten umfassen (Fig. 4 D).

Nachdem ich mich mit der Anordnung und dem Verhalten der Protoplasmafortsätze in den Ganglien bekannt gemacht hatte, suchte ich mir Aufschluss über die Frage zu geben, ob alle Protoplasmafortsätze der Zellen irgend eines Ganglions sich ausschliesslich in dem Rayon desselben Ganglions verzweigen, ohne aus dem Ganglion selbst herauszutreten. Die Antwort auf diese Frage wird bei vollständiger Färbung sowohl der Nerven-elemente des Ganglions als auch der Nervenstämmchen, die in der Gallenblasenwand vertheilt sind, bis zu einem gewissen Grade ermöglicht. Unter solchen Bedingungen ist es nicht schwer an den Gallenblasen-Präparaten Ganglien zu finden, die in grösserer oder geringerer Entfernung von einander belegen und unter einander durch Nervenstämmchen oder Aestchen von verschiedener Dicke, an welchen sie sitzen, verbunden sind. Oft kann man irgend ein Ganglion mit Nervenstämmchen antreffen, die von den Polen des Ganglions nach verschiedenen Richtungen ausgehen und mit denen ihrerseits neue Ganglien in Verbindung stehen, welche von dem gegebenen Ganglion sich in verschiedener Entfernung befinden.

Bei aufmerksamem Betrachten dergleichen benachbarter Ganglien konnte ich oft bemerken, dass einige der Protoplasmafortsätze irgend einer sympathischen Zelle sich an der Peripherie desselben Ganglions verzweigen, andere aber, in einer Anzahl von 1—2 und zuweilen mehr, über die Grenzen des Ganglions selbst hinausgehen, in dieses oder jenes Nervenstämmchen, welches das betreffende Ganglion mit den benachbarten verbindet, eindringen und sodann in demselben zusammen mit Nervenfasern verlaufen, die entweder aus sympathi-

schen Zellen des betreffenden Ganglions entspringen, oder in ihm endigen, oder endlich, nur durch das Ganglion hindurchgehen (Fig. 3 und 8).

Nachdem die genannten Fortsätze eine gewisse Strecke weit, je nach der Entfernung des betreffenden Ganglions von anderen, fortgeschritten und das nächstbelegene Ganglion erreicht haben, zerfallen sie gewöhnlich in einige Aestchen, welche sich an der Peripherie des Ganglions ausbreiten, nochmals theilen und schliesslich an der Bildung des Geflechts Antheil nehmen (Fig. 3). Oft entsendet einer der beschriebenen Fortsätze in einiger Entfernung von der Zelle und noch in den Grenzen des gegebenen Ganglions zuvor zu letzterem einige Aestchen, oder aber er theilt sich nach seinem Hinaustreten aus dem Ganglion erst im Nervenstämmchen selbst, wobei die aus seiner Theilung entstandenen Aestchen sich entweder zusammen mit ihm zum benachbarten Ganglion begeben, oder aber es kehren einige Aestchen zu dem Ganglion zurück, aus welchem der genannte Fortsatz ursprünglich hervorgegangen (Fig. 3).

Die Dicke der genannten Fortsätze ist gewöhnlich verschieden: einige sind recht dick und mit varicösen Verdickungen von unregelmässiger Form besetzt und können in gewissen Fällen mit Remak'schen Fasern verwechselt werden. Soviel ich bemerken konnte, unterscheiden sie sich von letzteren durch die Anwesenheit der soeben erwähnten Varicositäten von unregelmässiger Form, durch das Fehlen der charakteristischen Kerne längs ihrem Verlaufe und hauptsächlich dadurch, dass sie unterwegs, wie bereits oben bemerkt, einer Theilung unterworfen werden. Aber den Charakter dieser Fortsätze kann man mit voller Gewissheit nur in dem Falle bestimmen, wenn es gelingt, sie bis dicht an die Zellen selbst zu verfolgen und zu constatiren, dass von jeder Zelle, mit der sie in Verbindung stehen, ausserdem noch ein Axencylinderfortsatz ausgeht, wie dieses aus Fig. 3 ersichtlich ist. Uebrigens findet eine Schwierigkeit im Erkennen der beschriebenen Fortsätze nur in dem Falle statt, wenn sie sehr lang sind und folglich solche Ganglien mit einander verbinden, die durch eine grössere Entfernung von einander getrennt sind. Sind die Fortsätze verhältnissmässig kurz, so hört die Schwierigkeit, sie von Remak'schen Fasern zu unterscheiden, auf.

Oft kann man im Verlauf eines Nervenstämmchens einige

Ganglien antreffen, welche einander sehr nahe liegen; wenn man solche Ganglien betrachtet, lässt sich wahrnehmen, dass die Protoplasmafortsätze irgend einer Zelle, die zu dem einen oder dem andern Ganglion gehört, nach zwei verschiedenen Richtungen auseinandergehen: die einen verzweigen sich in dem Ganglion, welchem die Zelle selbst angehört, die anderen begeben sich, ihren Charakter beibehaltend und sich unterwegs theilend, zum benachbarten Ganglion und verzweigen sich schliesslich in ihm (Fig. 8 und 9). Bisweilen gelingt es zu beobachten, wie solche Fortsätze von Zellen ausgehen, welche an den Polen zweier benachbarter Ganglien belegen sind, wobei sie längs dem Nervenstämmchen verlaufen, welches die genannten Ganglien mit einander verbindet; unterwegs begegnen sie sich im Stämmchen selbst, wo sie in einzelne Aestchen zerfallen, welche sich dem Anscheine nach mit einander verflechten (Fig. 8).

Nach meinen Beobachtungen gehen die Fortsätze, vermittelst deren das von den Protoplasmafortsätzen der Zelle eines Ganglions gebildete Geflecht mit dergleichen Geflechten anderer benachbarter Ganglien in Verbindung gesetzt wird, am häufigsten von Zellen aus, welche an den Polen des Ganglions belegen sind.

Längs dem Verlaufe der Nervenstämmchen sind, wie bereits oben bemerkt, ausser den Ganglien noch einzelne sympathische Zellen hier und da zerstreut, die entweder nahe bei einander und zugleich nahe bei irgend einem Ganglion belegen sind, oder, im Gegentheil, ganz vereinzelt zwischen den Nervenfasern des Stämmchens eingelagert sich vorfinden und mehr oder weniger weit von anderen Zellen und den Ganglien abstehen; nicht selten sind sie in den Nervenästchen eingeschlossen, welche die Arterien der Gallenblase umflechten.

Was diejenigen Zellen betrifft, welche nahe bei einander belegen sind, so gehen die Protoplasmafortsätze je nachdem, ob zu dem Bestande einer solchen, gleichsam, Zellenkette 2 oder eine grössere Anzahl, 3—4, Zellen gehören, entweder nur von den einander zugewandten Polen der Zellen aus, oder eine solche Art und Weise des Hervorgehens der Fortsätze ist nur den Zellen eigen, welche die Enden der gegebenen Kette einnehmen, während die übrigen, zwischen ihnen eingeschlossenen Zellen die Fortsätze von allen Seiten oder von beiden Polen aus entsenden (Fig. 9). Wie in diesem, so in jenem Falle theilen sich die

Fortsätze allmählich, gehen einander entgegen, verflechten sich darauf mit einander und bilden ein Geflecht. Viel schwieriger ist die Entscheidung der Frage über das Verhalten der Protoplasmafortsätze derjenigen Zellen, welche ganz isolirt und dabei von anderen ähnlichen Zellen oder Ganglien entfernt liegen. Wie zum Theil bereits oben bemerkt, befinden sich diese Zellen entweder zwischen den Fasern irgend eines Nervenstämmchens, oder sie liegen nur dem letzteren an, oder, endlich, sie lagern sich an den Stellen des Zusammentreffens einiger, 2—3—4, feiner Stämmchen. Nur bei intensiver und vollständiger Färbung sowohl der Fasern, welche die Nervenstämmchen bilden, als auch der Protoplasmafortsätze der Zellen, gelingt es diese zu beobachten und ihren ganzen Verlauf oder wenigstens eine gewisse Strecke desselben zu verfolgen.

Die Protoplasmafortsätze nehmen am häufigsten in den beschriebenen Zellen, welche meistentheils eine spindelförmige oder ovale Gestalt haben, ihren Anfang und zwar in einer Anzahl von 1—2—3 von jedem Pol der Zelle, wonach bald alle oder nur einige von ihnen in einzelne mehr oder weniger feine, glatte oder varicöse Fäden zerfallen, welche ihrerseits wiederum von sich aus zuweilen 2—3 sehr feine varicöse Fädchen abgeben (Fig. 13). Gewöhnlich verlaufen die aus der Theilung der Protoplasmafortsätze entstandenen Fäden nach der Seite, welcher die Pole der Zelle zugewandt sind, d. h. nach zwei einander entgegengesetzten Richtungen, aber zuweilen sondert sich irgend ein Fädchen von einem aus der Seite eines Pols der Zelle ausgehenden Fortsatze ab und verläuft dann zusammen mit den Fortsätzen, welche vom andern Pol aus ihren Anfang nehmen (Fig. 13).

Ferner geht oft sowohl aus dem einen, wie auch aus dem anderen Pol der Zelle ein mehr oder weniger feiner Fortsatz aus und jeder derselben verläuft zusammen mit den Nervenfasern des gegebenen Stämmchens, erscheint glatt oder varicos und unterliegt, so weit er sich im Stämmchen verfolgen lässt, keiner Theilung (Fig. 13). Zuweilen liegen einem der Fortsätze einer solchen bipolaren Zelle in einer gewissen Entfernung von einander vertheilte Kerne spindelförmiger Zellen an, in Folge dessen dieser Fortsatz unzweifelbar den Charakter eines Axencylinderfortsatzes erhält (Fig. 13 a').

Ueberhaupt kann man unter günstigen Umständen viele der beschriebenen Fortsätze eine beträchtliche Strecke weit verfolgen, aber wegen ihrer Feinheit und Glätte gleichen sie so sehr den Nervenfasern, mit denen zusammen sie im Stämmchen verlaufen, dass es in einer gewissen Entfernung von der Zelle fast unmöglich ist, sie von den Fasern selbst zu unterscheiden. Nur wenn man sich von der unmittelbaren Verbindung der Fasern mit dem Zellkörper überzeugt hat, ist man im Stande über ihren eigentlichen Charakter zu urtheilen.

Was die Zellen anbetriift, welche sich an den Vereinigungsstellen einiger Stämmchen befinden, so gehen von ihnen 2—3—4 und mehr Fortsätze aus, wobei, so viel ich beobachten konnte, in jedes einzelne Stämmchen ein oder mehrere solcher Fortsätze eintreten.

Wohin die Fortsätze der beschriebenen Zellen sich begeben und wie sie endigen, desgleichen ob dieselben alle, mit Ausnahme eines einzigen, zu den Protoplasmafortsätzen gehören, oder ob sie im Gegentheil alle ohne Ausnahme zu den Axencylinderfortsätzen zu rechnen sind, — eine Antwort auf diese Fragen ist beim Studium der einzelnen Zellen, welche sich in grösserer Entfernung von anderen Zellen befinden, schwierig. In Anbetracht dessen, dass die in Rede stehenden Zellen sich nur durch ihre isolirte Lage von anderen nahe bei einander liegenden Zellen und von solchen, welche Ganglien bilden, unterscheiden, kann man fast mit Bestimmtheit behaupten, dass die Mehrzahl der Fortsätze dieser Zellen, wie es in gleicher Weise in anderen sympathischen Zellen stattfindet, den Charakter von Protoplasmafortsätzen haben, während einer derselben sich wie ein Axencylinderfortsatz verhält. Aber in Folge der ausnahmsweisen Lage der Zellen selbst müssen ihre Protoplasmafortsätze nothwendigerweise zuvor eine ziemlich weite Strecke verlaufen, ehe sie dergleichen Fortsätze anderer ähnlicher Zellen oder Fortsätze von Zellen irgend eines Ganglions erreichen, — alsdann zerfallen sie in einzelne Aestchen und verflechten sich mit ihnen. Für die Möglichkeit eines solchen Verhaltens spricht ferner einerseits das Vorhandensein von langen und kurzen Protoplasmafortsätzen, welche aus dem Bereiche eines Ganglions heraustreten und sich in benachbarten Ganglien verzweigen, anderseits — ihre Theilung und die häufige An-

wesenheit von besonders grossen, ein wenig abgeplatteten varicösen Verdickungen unregelmässiger Form, die den Protoplasmafortsätzen eigen zu sein pflegen. Zuweilen kann man ferner einzelne in der Nähe des Ganglions belegene Zellen antreffen, deren Protoplasmafortsätze ihre Richtung zum Ganglion nehmen und sich schliesslich in ihm verzweigen.

Wie mir scheint, ist in der Thatsache, dass die Körper der beschriebenen Zellen in gar keiner Beziehung zu den Protoplasmafortsätzen anderer Zellen stehen, noch ein Beweis zu finden gegen die Meinung von Ramon y Cajal von der Bedeutung der pericellularen Nester, von denen der genannte Forscher annimmt, dass sie zur Associirung der einzelnen sympathischen Zellen mit einander dienen.

Der Axencylinderfortsatz (Fig. 1, 2, 3, 4, 6 . . . 10 und 11) geht unmittelbar vom Zellkörper oder von einem der Protoplasmafortsätze der Zelle aus, wobei jede Zelle, wie Ramon y Cajal in einem seiner letzten Artikel ganz richtig bemerkt, nur einen solchen Axencylinderfortsatz besitzt. In beiden Fällen nimmt der Fortsatz gewöhnlich seinen Anfang mit einer konusartigen Verdickung, an deren Spitze er sich in einen mehr oder weniger dicken Faden — Remak'sche Faser — verwandelt.

Die konusartige Verdickung erscheint je nach der Färbungsperiode, in welcher sich die gegebene Zelle befindet, mehr oder weniger körnig, oder aber, falls sich die chromophilen Schollen im Zellkörper gefärbt haben, hat sie dieselbe Structur, wie die peripherische Schicht des Zellkörpers, d. h. es tritt in ihr die nicht gefärbte oder schwach gefärbte Grundsubstanz, in welcher nur eine geringe Anzahl chromophiler Schollen vertheilt sind, deutlich hervor (Fig. 14, a). Die letzteren haben meistens eine unbedeutende Grösse, eine runde, ovale oder spindlige Form und sind in der ganzen Verdickung zerstreut; oft liegen einige Schollen an der Basis der Verdickung und andere, in der Anzahl von 1—2, nehmen Platz in deren Spitze, daher dieselbe in solchen Fällen dunkelviolet gefärbt erscheint. In seinem weiteren Verlauf färbt sich der Axencylinderfortsatz gewöhnlich mehr oder weniger dunkelviolet, resp. blau, wobei ich bei starken Immer-

sionen in ihm die Anwesenheit nicht scharf contourirter, sehr feiner Fädchen beobachten konnte.

Der Axencylinderfortsatz, welcher gleich den Protoplasmafortsätzen von der peripherischen Schicht des Zellkörpers aus anfängt, ragt oft mit seiner helleren Basis gleichsam in den intensiver gefärbten Centraltheil des Zellkörpers ein wenig hinein. In Anbetracht dessen, dass dasselbe, wie oben bemerkt, auch in Bezug auf die Basis der Protoplasmafortsätze der Zelle der Fall ist, so kann man dieser Erscheinung nicht diejenige Bedeutung geben, welche ihr Schaffer¹⁾, Lenhossék²⁾ und andere Forscher, welche die Structur der Zellen des Centralnervensystems nach der Methode Nissl's untersucht haben, zuschreiben. In dieser Beziehung, wie auch hinsichtlich des Umstandes, dass in der konusartigen Verdickung des Axencylinderfortsatzes, wie auch in den Protoplasmafortsätzen, chromophile Schollen Platz greifen, stimmen meine Beobachtungen mit denen der soeben genannten Forscher nicht überein.

In den grossen Ganglien windet sich der Axencylinderfortsatz, je nach der Lage der Zelle, von welcher er ausgeht, in geringerem oder stärkerem Grade zwischen den einzelnen Zellen und tritt dann in eins von den mit dem betreffenden Ganglion in Verbindung stehenden Nervenstämmchen ein (Fig. 2 und 10); in demselben kann man ihn oft sehr weit weg von der Zelle verfolgen. Zuweilen gelingt es zu beobachten, wie dieser oder jener Axencylinderfortsatz, nachdem er sich vom Nervenstämmchen abgesondert hat, sich zur Wand einer Arterie begiebt und diese eine grosse Strecke weit begleitet. Gewöhnlich verlaufen die Axencylinderfortsätze, von den Zellen ausgehend, die zu einem und demselben Ganglion gehören, ohne Rücksicht auf die Grösse des letzteren, nach verschiedenen Richtungen und treten in verschiedene mit dem Ganglion in Verbindung stehende Nervenstämmchen ein. Dasselbe kann man auch hinsichtlich des Verhaltens des Axencylinderfortsatzes derjenigen Zellen, welche einzeln längs dem Verlaufe irgend eines Stämmchens und zudem in geringer Entfernung von einander belegen sind, sagen (Fig. 9). Ob der Axencylinderfortsatz beim Hervorgehen aus dem betreffenden Ganglion Collaterale abgiebt, oder nicht, in Bezug auf diese

1) L. c.

2) L. c.

Frage sagt A. v. Gehuchten, dass er die Gegenwart derselben nicht bemerken konnte. M. Lenhossék weist in seiner Abhandlung darauf hin, dass es ihm gelungen ist in den Ganglien des Kaninchens zu bemerken, wie bisweilen vom Axencylinderfortsatze, nicht weit von seinem Ursprunge sich ein Collateralast absonderte.

Bei der Färbung der sympathischen Zellen mit Methylenblau kann man wahrnehmen, wie dieses in Fig. 6 c, c' dargestellt ist, dass fast von jeder konusartigen Verdickung, mit welcher der Fortsatz anfängt, oft eine Menge Seitenästchen verschiedener Dicke sich abtheilt; die letzteren haben ganz den Charakter von Protoplasmafortsätzen, werden oft, gleich diesen, Theilungen unterworfen und nehmen schliesslich mit denselben zugleich Antheil an der Bildung des allgemeinen Geflechts. In dieser Beziehung finden wir eine Aehnlichkeit zwischen den sympathischen Zellen und den Zellen des Centralnervensystems: hier wie dort unterscheiden sich die Aestchen, welche von den konusartigen Verdickungen, mit denen die genannten Fortsätze anfangen, ausgehen, in nichts von den Protoplasmafortsätzen. Aber ausser den soeben angeführten Aestchen, sondert sich von dem Axencylinderfortsatz selbst, so lange er im Rayon des gegebenen Ganglions bleibt, zuweilen eine grössere oder geringere Anzahl äusserst feiner, variöser Fäden ab, welche oft zwischen den Ganglienzellen in einige noch feinere Fäden zerfallen; diese sind bedeutend feiner als die Aestchen, welche von den konusartigen Verdickungen aus ihren Anfang nehmen, und an den Stellen ihrer Absonderung vom Fortsatze beobachtet man oft dreieckige Erweiterungen (Fig. 6 B, c'). Die genannten Fäden gehören anscheinend zu den eigentlichen Collateralen des Axencylinderfortsatzes. In welcher Weise die beschriebenen Collateralen in den Ganglien endigen, — darüber kann ich einstweilen noch nichts sagen.

In dem Falle, wenn der Axencylinderfortsatz seinen Anfang von einem der Protoplasmafortsätze der Zelle nimmt, sondert er sich von der Basis irgend eines Fortsatzes, oder von irgend einem der dicken Aestchen desselben ab, oder aber einer der Protoplasmafortsätze entsendet vorzugsweise viele Aestchen zum gegebenen Ganglion und erreicht darauf die Peripherie des letzteren,

wo er schliesslich, wie aus Figur 4 A ersichtlich, einen Axencylinderfortsatz abgiebt.

Zuweilen theilt sich von der Zelle nur ein mehr oder weniger dicker und kurzer Fortsatz ab, welcher bald in mehrere Aestchen zerfällt, von welchen ein Aestchen sich darauf zum Axencylinderfortsatz gestaltet. Oft trifft man unter den sympathischen Zellen solche mit zwei ziemlich dicken Fortsätzen an, die meistens von den Polen der gegebenen Zelle ausgehen; jeder dieser Fortsätze theilt sich in der Nähe der Zelle in einige Aestchen, von denen eins, aus der Theilung dieses oder jenes Fortsatzes entstanden, den Charakter eines Axencylinderfortsatzes annimmt, in irgend ein Nervenstämmchen eintritt und in demselben eine lange Strecke weit verfolgt werden kann.

Von der Spitze der konusartigen Verdickung angefangen, erscheint der Axencylinderfortsatz als ein ziemlich dicker Faden oder als eine Faser, welche ihren Durchmesser eine beträchtliche Strecke weit nicht merklich verändert und von Methylenblau meistens ganz gleichmässig gefärbt wird; nur sehr selten und bei sehr günstiger Färbung konnte ich beobachten, dass in den Bestand einer solchen Faser äusserst feine Fibrillen eintreten, welche nicht besonders scharf hervortreten, wahrscheinlich in Folge dessen, dass sie eine unbedeutende Quantität Interfibrillar-Substanz enthält. Die Dicke des Fortsatzes steht bis zu einem gewissen Grade in directem Verhältnisse zur Grösse der Zelle selbst, von welcher er ausgeht und erreicht annähernd 0,0021—0,0014 mm. In den verhältnissmässig sehr kleinen Ganglienzellen der Darmgeflechte erscheint der Axencylinderfortsatz, wie weiterhin gesagt werden wird, als äusserst feiner Faden.

Soviel ich mich sowohl an mit pikrinsaurem Ammoniak fixirten, wie an ganz frischen Präparaten überzeugen konnte, erscheint der Axencylinderfortsatz ganz glatt und nur in seltenen Fällen kann man an ihm das Vorhandensein von kleinen spindel-förmigen Verdickungen, welche an Varicositäten erinnern, bemerken (Fig. 1, 2 u. s. w.). Diesen Charakter behält er nicht selten sowohl bei seinem Verlauf innerhalb der Nervenstämmchen, als auch ausserhalb derselben und bis fast dicht zu seinen Endverzweigungen bei. Allein nicht immer ist es so leicht einen Axencylinderfortsatz von Protoplasmafortsätzen einer sympathischen Zelle zu unterscheiden. Auf Schwierigkeiten in der Bestimmung

des Charakters der Fortsätze stossen wir bei der Untersuchung der Fortsätze solcher Zellen, welche sich völlig isolirt von anderen Zellen in den Nervenstämmchen vorfinden. Zur Unterscheidung eines Axencylinderfortsatzes von Protoplasmafortsätzen in Zellen solcher Art dient uns, wie bereits oben gesagt, die charakteristische Eigenheit der letzteren, dass sie häufig nach Zurücklegung einer gewissen Strecke sich theilen und mit varicösen Verdickungen von unregelmässiger Form besetzt erscheinen; aber in einigen Fällen können diese Kennzeichen in Bezug auf die Protoplasmafortsätze der bezeichneten Zellen fehlen, — alsdann ist es uns nicht mehr möglich den Charakter der Fortsätze zu bestimmen. Ausserdem trifft man zuweilen, vorzugsweise in den grossen Ganglien, auch Zellen an, von welchen einige lange Protoplasmafortsätze ausgehen (Fig. 7), wobei sowohl die Fortsätze selbst, als auch die aus ihrer Theilung entstandenen Aestchen vollständig glatt oder mit einer sehr beschränkten Anzahl varicöser Verdickungen besetzt erscheinen. Sie unterscheiden sich von den Axencylinderfortsätzen nur dadurch, dass sie sich meistens in den Grenzen des gegebenen Ganglions theilen und auch endigen, während der Axencylinderfortsatz ohne sich zu theilen aus dem Ganglion heraustritt, worauf man ihn dann in grösserer oder geringerer Ausdehnung in irgend einem mit dem Ganglion in Verbindung stehenden Nervenstämmchen antreffen kann. In dem Falle, dass sich nur derjenige Abschnitt des Axencylinderfortsatzes färbt, welcher sich im Ganglion befindet und sich ferner noch Seitenästchen von ihm absondern, schwindet in den beschriebenen Zellen fast jeder Unterschied zwischen ihm und den Protoplasmafortsätzen.

Dank dem Umstande, dass sich durch das Methylenblau oft im allgemeinen die Kerne vieler Zellen, nicht nur der Nervenzellen, sondern, auch anderer, — Bindegewebszellen u. s. w. — färben, fällt es nicht schwer zu beobachten, dass dem Axencylinderfortsatze ovale Kerne anliegen, welche schwächer gefärbt erscheinen, als der Fortsatz selbst und daher mit genügender Deutlichkeit hervortreten. Sie sind mehr oder weniger von einander entfernt und gehören, wie dieses aus Fig. 6, A ersichtlich ist, nicht allein zu dem der Zelle am nächsten gelegenen Abschnitt des genannten Fortsatzes, sondern finden sich auch im ganzen ferneren Verlauf desselben. Zuweilen kann man beobachten,

dass dieser oder jener Kern sich mit einer feinen Protoplasmaschicht umgiebt, die sich an den Polen des Kerns in einen feinen Fortsatz in die Länge zieht, in Folge dessen das ganze Gebilde eine spindelförmige Gestalt erhält, d. h. in der That als eine Zelle erscheint. Ob nun die bezeichneten spindelförmigen Zellen zur Schwann'schen Scheide gehören, oder ob sie dem Axencylinderfortsatz selbst unmittelbar anliegen, das zu entscheiden ist bei Benutzung von mit Methylenblau gefärbten Präparaten sehr schwierig. Unzweifelhaft gewiss ist nur, dass dem Axencylinderfortsatz in seinem ganzen, oft beträchtlich weiten Verlauf eigenthümliche, etwas abgeplattete Zellen anliegen, welche in ziemlich geringer Entfernung von einander angetroffen werden.

Was die Frage betrifft, ob die Axencylinderfortsätze der Zellen eine Markscheide erhalten, muss ich bemerken, dass ich beim Durchsehen von Hunderten von Präparaten nicht ein einziges Mal beobachten konnte, dass irgend ein Axencylinderfortsatz irgend einer in der Gallenblasenwand eingelagerten sympathischen Zelle eines Ganglions früher oder später eine Markscheide erhalten hätte; stets erschien er, so weit ich ihn im Nervenstämmchen verfolgen konnte, als marklose Remak'sche Faser. Die markhaltigen Fasern, welche in den Stämmchen enthalten waren, endigten entweder gewöhnlich in den Ganglien, oder sie treten nach Zurücklegung einer gewissen Strecke aus den Nervenstämmchen heraus und begaben sich darauf zu den Gefässen.

Kölliker¹⁾ sagt in seiner Anmerkung über die Remak'schen Fasern der Milz, dass die bezeichneten Fasern aus feinen Fibrillen, eigentlich nackten Axencylindern bestehen, in der 6. Auflage seines Lehrbuch der Histologie aber bemerkt er hinsichtlich der Remak'schen Fasern unter anderem Folgendes: „dagegen sind die unverästelten Fortsätze dieser Zellen, wie ich selbst, Ramon, v. Gehuchten und Sala gefunden haben, unzweifelhaft nervöse Fortsätze und von diesen ist die Annahme wohl begründet, dass jede derselben in eine Remak'sche Fibrille übergehe“. Die Benennung „Remak'sche Fibrille“, welche Kölliker dem Axencylinderfort-

1) A. v. Kölliker: Verhandl. d. Anatom. Gesellschaft auf der sechsten Versammlung in Wien, 7.—9. Juni, 1892; Handb. d. Gewebelehre, 6. Aufl. Bd. II, p. 36.

sätze der sympathischen Zellen giebt, scheint mir, so weit ich nach eigenen Beobachtungen schliessen kann, nicht ganz glücklich und der Wirklichkeit wenig entsprechend zu sein. Mit der Bezeichnung „Fibrille“ sind wir in der Histologie gewohnt die Vorstellung von äusserst feinen Fächchen zu verbinden, aus welchen im Nervengewebe z. B. die Endverzweigungen sowohl der Protoplasma- als auch der Axencylinder-Fortsätze der Zellen bestehen. Was den Axencylinderfortsatz der sympathischen Zellen anbetrifft, so erscheint er überhaupt durchaus nicht als eine solche äusserst feine Fibrille, — im Gegentheil, seine Dicke ist oft nicht geringer als die eines ähnlichen Fortsatzes vieler grossen Zellen des Centralnervensystems und besteht scheinbar selbst aus feinen Fibrillen. Sogar die sehr feinen Axencylinderfortsätze der Zellen der Auerbach'schen und Meissner'schen Geflechte erscheinen nicht so sehr fein, dass sie die Bezeichnung Fibrillen verdienen. Deshalb muss man unter einer Remak'schen Faser nicht ein Bündel Remak'scher Fibrillen, resp. Axencylinderfortsätze der Zellen im Sinne Kölliker's, sondern einen abgesonderten Axencylinderfortsatz der sympathischen Nervenzelle verstehen.

Die Nervenfasern, welche in den Ganglien endigen, gehören, wie die Beobachtungen Kölliker's, Ramon y Cajal's, v. Gehuchten's, L. Sala und And. gezeigt haben, zu den sympathischen markhaltigen und marklosen Fasern und zu den Fasern des Centralnervensystems, die von den vorderen Wurzeln des Rückenmarks, vom IX, X und XI Paar der Kopfnerven ausgehen und als Lenhossé'sche Fasern mit den sensiblen Wurzeln laufen.

Ich habe bereits oben bemerkt, dass man bei Färbung der Nerven mit Methylenblau in den Nervenstämmchen ausser den Remak'schen Fasern ohne Mühe noch das Vorhandensein von markhaltigen Fasern beobachten kann, von welchen einige nach Zurücklegung einer gewissen Strecke aus den Stämmchen hervortreten und sich zu den Gefässen der Gallenblase begeben, andere aber in den Stämmchen verbleiben, allmählich ihre Markscheide verlieren und dann, sich von Remak'schen Fasern fast nicht unterscheidend, zu diesem oder jenem Ganglion verlaufen, wo sie endigen. Von den in den Ganglien endigenden Fasern, wie dieses auch in Bezug auf die sich zu den Blut-

gefässen der Gallenblase begebenden Fasern der Fall ist, theilen sich unterwegs markhaltige und marklose Aestchen ab, die zusammen mit den Fasern, denen sie ihren Ursprung verdanken, zu den Ganglien verlaufen. Ferner existiren, wie ich oben bereits bemerkte, ausser den in die Ganglien eintretenden und in ihnen endigenden markhaltigen Fasern noch solche, welche durch die Ganglien nur hindurchgehen und dabei ihren Charakter nicht ändern, d. h. sie behalten ihre Markscheide bei, und an ihnen sind die Ranvier'schen Einschnürungen deutlich sichtbar; dergleichen Fasern trifft man anscheinend nur in sehr beschränkter Anzahl an.

In Anbetracht dessen, dass die sympathischen Fasern, welche von den Ganglienzellen der Gallenblase ausgehen, so viel ich sie in den Stämmchen beobachten konnte, in ihrem ganzen Verlauf marklose Remak'sche Fasern verbleiben, muss man nothwendigerweise anerkennen, dass alle in den Nervenstämmchen der Gallenblase enthaltenen markhaltigen Fasern nicht von den in diesem Organ eingelagerten Ganglien, sondern viel weiter her ihren Anfang nehmen. Es ist sehr wahrscheinlich, dass einige von ihnen (die feinen Fasern) zu den markhaltigen sympathischen Fasern gehören, andere aber (die dicken markhaltigen Fasern) aus den Zellen des Centralnervensystems entspringen, wobei sowohl diese wie jene Fasern zusammen mit den aus dem Plexus coeliacus hervorgehenden Remak'schen Fasern, die in die Gallenblase eintretenden Nervenstämmchen bilden.

Da die in den Ganglien endigenden markhaltigen Fasern meistens ihre Markscheide in sehr weiter Entfernung von den Ganglien, in welchen sie sich verzweigen, verlieren, so erscheinen fast alle Fasern, welche in dieses oder jenes Ganglion eintreten, als marklose Fasern. Wenn man solche Fasern in der Nähe der Ganglien und in gewisser Entfernung von letzteren beobachtet, so kann man leicht bemerken, dass sie eine verschiedene Dicke besitzen: die einen sind ziemlich dick, andere dagegen feiner, noch andere endlich haben das Aussehen feiner varicöser Fäden, wobei vielen der genannten Fasern Zellen mit ovalen Kernen anliegen. Zufolge des soeben angeführten Umstandes ist es ziemlich schwer in der Nähe der Ganglien den Charakter der in letzteren endigenden Fasern zu bestimmen und zu entscheiden, welche von ihnen zu den markhaltigen Fasern,

die ihre Markscheide nur verloren haben und zu den aus ihrer Theilung entstandenen marklosen Aestchen gehören, und welche von ihnen zu den eigentlichen Remak'schen Fasern zu zählen sind. Wenn man aber das Präparat verschiebt und den Verlauf solcher Fasern in den Stämmchen genau beobachtet, so kann man oft viele Fasern bis dicht an diejenige Stelle verfolgen, wo sie ihre Markscheide wieder erhalten und auf solche Weise constatiren, dass sie zu den markhaltigen Fasern gehören. Die übrigen in den Ganglien endigenden Fasern erscheinen sogar in bedeutender Entfernung von letzteren als marklose Fasern und gleichen ganz den Remak'schen Fasern. Wenn man in Betracht zieht, dass viele markhaltige Fasern, nachdem sie ihre Markscheide verloren haben und bevor sie in dieses oder jenes Ganglion eintreten, darauf in den Stämmchen einen sehr langen und complicirten Verlauf nehmen, wobei sie unterwegs marklose Aestchen abgeben, so wird es verständlich, dass man sogar hinsichtlich derjenigen Fasern, welche in bedeutender Entfernung von den Ganglien den Charakter markloser Fasern bewahren, nicht mit Bestimmtheit behaupten kann, ob sie zu den Remak'schen Fasern gehören oder nicht.

Jedenfalls ist in Bezug auf die in den Ganglien der Gallenblase endigenden Fasern einstweilen nur soviel gewiss, dass einige von ihnen zu den markhaltigen Fasern verschiedener Dicke gehören, andere aber als marklose Fasern und feine varicöse Fäden erscheinen.

Soviel ich beobachten konnte, winden sich die feineren der soeben bezeichneten markhaltigen und marklosen Fasern, nachdem sie in ein Ganglion durch dessen Pole eingetreten, auf verschiedene Weise zwischen den sympathischen Zellen und auf der Oberfläche des Ganglions selbst, wobei sie während ihres Verlaufs feine Seitenästchen abgeben und, eine weitere oder kürzere Strecke zurücklegend, schliesslich selbst in einige feine Aestchen zerfallen (Fig. 10 und 11). Sowohl die Seiten- als auch die Endästchen theilen sich allmählich in eine grosse Anzahl feiner Fäden, die sich mit einander, so wie mit den Aestchen und Fäden, welche aus der Theilung anderer dergleichen Fasern entstanden sind, nach verschiedenen Richtungen hin durchkreuzen und schliesslich in eine unzählbare Menge ihrerseits sich wiederum theilender unendlich feiner Fädchen zerfallen.

Letztere verbreiten sich in den Zwischenräumen zwischen den sympathischen Zellen und auf der Oberfläche von deren Kapsel und bilden im ganzen Ganglion und an dessen Peripherie ein allgemeines, äusserst dichtes Geflecht (Fig. 11). Die einzelnen Fädchen des beschriebenen Geflechts liegen unmittelbar nur den Protoplasmafortsätzen der Zellen an, kommen aber nicht in directe Berührung mit den Körpern der Zelle selbst, von welcher sie deren Kapsel absondert. Alle Fäden des Geflechts sind mit einer Menge kleiner varicöser Verdickungen von runder oder ovaler Form besetzt, in Folge dessen bei Färbung einer möglichst grossen Anzahl der Fäden des Geflechts, das ganze Ganglion, wenn man es durch schwache Objective betrachtet, oft wie von einer unzählbaren Menge kleiner gefärbter Körnchen durchsetzt erscheint. Da das genannte Geflecht mit den Körpern der Ganglienzellen in keiner unmittelbaren Beziehung steht, so kann man es *intercellulares Geflecht* nennen.

Aber nicht alle centrifugalen Fasern endigen mit einem intercellularen Geflecht: neben ihnen tritt in jedes Ganglion eine kleine Anzahl verhältnissmässig dicker Fasern ein, welche in grösserer oder geringerer Entfernung vom Ganglion sich mit einer Markhülle umgeben und auf solche Weise zu den markhaltigen Fasern gerechnet werden müssen. Sie winden sich zwischen den Ganglienzellen und geben gleich den Fasern der ersteren Art Collaterale ab, worauf sie, allmählich dünner werdend, in einige Aestchen zerfallen. Die aus der Theilung jeder solcher Faser im Ganglion entstandenen Aestchen treten zu den sympathischen Zellen (je ein bis zwei zu jeder Zelle) heran, dringen durch deren Hülle, legen sich eng an die Zellen selbst an und machen zuweilen um dieselben einige Züge. Die genannten Aestchen zerfallen, sich an der Oberfläche der Ganglienzellen windend, allmählich in mehr oder weniger feine Fäden, welche oft auf's neue einer Theilung unterworfen werden, sich mit einander und mit anderen ähnlichen Fäden, die anderen dergleichen Fasern angehören, verflechten und um jeden Zellkörper ein *pericellulares Geflecht* bilden (Fig. 12); dasselbe liegt unmittelbar der Oberfläche der Ganglienzelle an und befindet sich, wie mir scheint, zum Unterschiede von dem intercellularen Geflecht nicht über, sondern unter der Zellenhülle. Ausserdem haben die Fäden der pericellularen Geflechte eine bedeutend grössere Dicke,

als die unendlich feinen Fädchen des intercellularen Geflechts und sind mit grossen Varicositäten von runder, ovaler oder unregelmässiger Form besetzt, wie dieses besonders deutlich an den grossen sympathischen Ganglien (dem Gangl. stellatum u. and.) und in den Ganglien der Darmgeflechte wahrnehmbar ist.

Zufolge dessen, dass die Fasern der zweiten Art in den Ganglien Collaterale abgeben, nimmt jede einzelne Faser, je nach der Anzahl der abgegebenen Collateralen, Antheil an der Bildung einiger oder vieler pericellularer Geflechte; soviel ich beobachten konnte, besteht jedes Geflecht seinerseits wiederum grösstentheils aus Fäden, welche nicht allein einer, sondern mehreren centrifugalen Fasern der zweiten Art angehören.

Was die Ganglienzellen anbetrifft, welchen man längs dem Verlaufe der Nervenstämmchen entfernt von anderen ähnlichen Zellen begegnet, so konnte ich zuweilen wahrnehmen, dass sie zu den centrifugalen Fasern in derselben Beziehung stehen, wie die einzelnen Zellen, welche zum Bestand der Ganglien gehören. Gewöhnlich treten an eine solche Zelle einige feine Fasern oder varicöse Fäden heran, welche in einer gewissen Entfernung von der Zelle in eine Menge äusserst feiner varicöser Fädchen zerfallen, die den der Zelle zunächst liegenden Abschnitt der Protoplasmafortsätze und die äussere Oberfläche der Zellkapsel wie mit einem Spinnweben umgeben. Dabei kann man zuweilen beobachten, dass ausser dem auf der Zellenhülle belegenen Geflecht unter dieser Hülle noch ein anderes Geflecht vorhanden ist, das aus dicken varicösen Fäden besteht.

Der Charakter der Fäden, welche das intercellulare und die pericellularen Geflechte bilden, die verschiedene Lage und das damit verbundene Verhalten zu den Zellen der Geflechte selbst weisen darauf hin, dass die centrifugalen Fasern, welche an der Bildung jedes Geflechtes Antheil nehmen, nicht ein und denselben Ursprung haben. Zu Gunsten dessen spricht auch die verschiedene Dicke der Fasern, welche mit den genannten Geflechten endigen und der Umstand, dass die dünnen markhaltigen Fasern stellenweise ihre Markscheide verlieren, was bekanntlich meistens den sympathischen Fasern eigen ist.

Dass zweierlei Arten von centrifugalen Fasern existiren, dazu sind, wie bereits oben erwähnt, Beobachtungen vorhanden, freilich noch lange nicht hinreichende, auf Grund derer man mit

Bestimmtheit voraussetzen könnte, dass die einen der Fasern zu den direct motorischen sympathischen, die anderen aber zu den Fasern des Cerebrospinalsystems gehören; die Endverzweigungen dieser wie jener Fasern umflechten die Ganglienzellen. Nach den Beobachtungen M. Lenhossék's endigen die spinalen Fasern in den sympathischen Ganglien auf zweierlei Art: durch einfache Verzweigungen und unter Bildung von typischen Endkörben um die sympathischen Zellen herum.

In welcher Beziehung die von zweierlei Art centrifugaler Fasern gebildeten pericellularen Geflechte zu einander und zu den sympathischen Zellen stehen, ob sie eine und dieselbe Zelle oder verschiedene Zellen umflechten und ob zwischen ihnen irgend ein Unterschied besteht u. s. w. — in dieser Hinsicht waren unsere Kenntnisse noch unzureichend.

Meine eigenen Untersuchungen über die sympathischen Ganglien der Gallenblase und, wie im Verlaufe dieses Artikels gesagt werden wird, über die Ganglien der Darmgeflechte und die Grenzstrangganglien führen mich zu dem Schluss, dass die feinen Fasern, welche in den Ganglien mit intercellularem Geflechte endigen, zu den sympathischen, augenscheinlich vorzugsweise markhaltigen Fasern gehören, die dicken Fasern aber, deren Endverzweigungen in den Ganglien pericellulare Geflechte bilden, zu den markhaltigen Fasern zu rechnen sind, welche aus dem Cerebrospinalsystem entspringen.

Zwischen den Endverzweigungen der Fasern des sympathischen und des cerebrospinalen Nervensystems existirt, wie aus oben angeführter Beschreibung hervorgeht, ein scharfer Unterschied: die ersteren bestehen aus unendlich feinen, varicösen Fädchen, welche zwischen den Ganglienzellen belegen, von jeder Zelle durch deren Kapsel gesondert sind und in den Ganglien ein intercellulares Geflecht bilden, welches letztere mittels Contacts in enge Beziehung zu den Protoplasmafortsätzen der Zellen tritt. Die zweiten dagegen, d. h. die Endverzweigungen der Fasern des Cerebrospinalsystems, bestehen aus dicken Fäden, welche mit grossen Varicositäten besetzt sind und die Körper der Ganglienzellen umflechten, indem sie sich unter der Zellkapsel befinden, wodurch sie sich von den Fäden der intercellularen

Geflechte unterscheiden. Ob nun alle sympathischen Zellen eines jeden Ganglions von einem solchen Pericellulargeflecht umgeben sind, oder ob dieses nur bei einigen von ihnen der Fall ist, das kann ich augenblicklich noch nicht entscheiden.

Neuroglia. Ausser den Nervelementen gehören zum Bestand der Ganglien des Sympathicus (Gangl. cervic. sup.), wie die Beobachtungen R. y Cajal's gezeigt haben, noch besondere, bald spindelförmige, bald sternförmige Zellen, welche R. y Cajal als zu den Zellen der Neuroglia gehörig ansieht.

Ungeachtet dessen, dass die Zellen der Neuroglia, so viel ich mich aus zahlreichen in dieser Richtung gemachten Untersuchungen überzeugen konnte, durch Methylenblau überhaupt nicht gefärbt werden, mit alleiniger Ausnahme der Zellen des Ependyms, welche sich nur in seltenen Fällen und bei langandauernder Einwirkung des Färbemittels tingiren, verhalten sich die von R. y Cajal beschriebenen Zellen zum Methylenblau anders und erhalten im Gegentheil zuweilen eine mehr oder weniger intensive Färbung. Im Fall der Färbung dieser Zellen ist es nicht schwer zu beobachten, dass sie eine sternförmige Gestalt haben, wobei von den Winkeln jedes Zellkörpers oft ziemlich lange und wiederholt sich theilende Fortsätze ausgehen (Fig. 15). Der Zellkörper schliesst einen Kern von runder oder ovaler Form ein und erscheint ebenso wie die vom Zellkörper ausgehenden Fortsätze mehr oder weniger abgeplattet.

Gewöhnlich lagern sich die bezeichneten Zellen in den Ganglien derart, dass 2—3 Zellen der äusseren Oberfläche der Kapsel jeder einzelnen sympathischen Zelle anliegen und, sich mit ihren Fortsätzen verflechtend, diese Kapsel umgeben (Fig. 15). Zuweilen begeben sich die Fortsätze einer und derselben Zelle zu den Kapseln einiger benachbarter Ganglienzellen.

Ausserdem muss ich noch bemerken, dass sich in einigen Fällen gleichzeitig mit den sympathischen Zellen auch Kerne runder oder ovaler Form färben, welche wie kleine Kronen um diesen oder jenen Zellkörper vertheilt sind und mehr oder weniger in die Seite der Zelle hineingepresst sind, in Folge dessen sich auf deren Oberfläche kleine Vertiefungen bilden (Fig. 2). Die genannten Kerne gehören wahrscheinlich den flachen Zellen

an, mit welchen die innere Oberfläche der Ganglienzellen-Kapsel bedeckt zu sein pflegt.

Oft diffundirt die Methylenblaulösung bei intensiver Färbung von den sympathischen Zellen aus unter die Kapsel, welche jede Zelle umgibt und rückt sie stellenweise von dem Zellkörper fort, wodurch es den Anschein gewinnt, als ob von der Zelle eine Menge kurzer Fortsätze — Zapfen — ausgehen, oder, anders ausgedrückt, die Zelle gewährt den Anblick, wie sie ihn oft nach Einwirkung verschiedener anderer Reagentien in bekannter Weise darbietet.

Was die Natur der obengenannten flachen Zellen betrifft, welche R. y Cajal den Zellen der Neuroglia zuzählt, so scheint es mir, dass man sie nicht zu den eigentlichen Zellen der Neuroglia rechnen darf, welche sich mit Methylenblau nicht färben, sondern eher zu den Zellen bindegewebiger Natur, analog z. B. den sternförmigen Zellen, welche der Membr. propria der Enddrüsenschläuche vieler Drüsen anliegen; wie meine Beobachtungen gezeigt haben, werden diese zuweilen ebenfalls durch Methylenblau gefärbt.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XII—XIV.

Alle Zeichnungen sind von mir mittelst einer Camera lucida gefertigt worden, wobei ich mich bestrebt habe, das mikroskopische Bild der Präparate so genau als möglich wiederzugeben. Die Mehrzahl der Präparate ist zur Vermeidung unnöthiger Grösse nach Obj. 4 u. 6 Reichert's aufgenommen, aber zuvor wurde jedes Präparat durch starke Objective (Zeiss Apochr. 4,0, Apert. 0,95, Oc. 6 und $\frac{1}{12}$ Homog. Immers.) betrachtet.

Fig. 1. *A* sympathische Zellen, welche im Centraltheil eines Ganglions liegen; *B* sympathische Zellen, welche an einem Pol eines anderen, dem gegebenen benachbarten, Ganglions belegen sind; *a*) Axencylinder- und *b*) Protoplasma-Fortsätze der Zellen. Die einen der Protoplasmafortsätze der Zelle *A* bilden pericellulare Geflechte, die anderen aber nehmen zusammen mit einigen Fortsätzen der Zellen *B* Antheil an der Bildung des allgemeinen Geflechts. Hund. Obj. 6 Reichert's.

Fig. 2. Ein Ganglion, in welchem sich einige Zellen mehr oder weniger intensiv gefärbt haben, andere aber ganz ungefärbt geblieben sind. *a* Axencylinderfortsatz; *b* Protoplasmafortsätze; *c* Kerne der Zellenkapsel; *d* Nervenstämmchen. Hund. Obj. 6 Reichert's.

- Fig. 3. Zwei Ganglien. *a* Axencylinderfortsatz; *b* Protoplasmafortsätze der sympathischen Zellen; *c* ein Protoplasmafortsatz, welcher aus einem Ganglion heraustritt und sich in einem andern verzweigt; *d* Nervenstämmchen. Hund. Obj. 6 Reichert's.
- Fig. 4. *A, B, C* u. *D* kleine Ganglien. *a* Axencylinderfortsatz; *b* Protoplasmafortsätze, welche an der Peripherie jedes Ganglions ein Geflecht bilden; *c* sympathische Zellen. Hund. Obj. 6 Reichert's.
- Fig. 5. Ein pericellular Geflecht, welches durch die Protoplasmafortsätze der Zellen gebildet ist. *a* sympath. Zellen; *b* Protoplasmafortsätze. Hund. Obj. 8^a Reichert's.
- Fig. 6. *A* u. *B* zwei Ganglien, in welchen sich nur einige der sympathischen Zellen gefärbt haben; *a* Axencylinderfortsatz; *b* Protoplasmafortsätze; *c* u. *c'* Collateralen, welche von der konusartigen Verdickung und von dem Axencylinderfortsatz selbst ausgehen. Hund. Obj. 6 Reichert's.
- Fig. 7. Einzelne sympathische Zellen mit Axencylinder- (*a*) und Protoplasmafortsätzen (*b*). Hund. Obj. 6 Reichert's.
- Fig. 8. Vier kleine Ganglien, welche nahe bei einander liegen; in jedem Ganglion hat sich nur eine Zelle mit allen ihren Fortsätzen intensiv gefärbt. *a* Axencylinderfortsatz; *b* Protoplasmafortsätze; *c* Nervenstämmchen; *d* eine einzelne Zelle, welche zwischen den Fasern eines Nervenstämmchens belegen ist. Hund. Obj. 4 Reichert's.
- Fig. 9. Einige Zellen, welche längs dem Verlaufe der Nervenstämmchen nahe bei einander liegen. *a* Axencylinderfortsatz; *b* Protoplasmafortsätze; *c* Nervenstämmchen. Hund. Obj. 4 Reichert's.
- Fig. 10. Ein Ganglion mit in ihm endigenden sympathischen (feinen) Fasern. *a* marklose Fasern; *b* eine markhaltige Faser. Hund. Obj. 4 Reichert's.
- Fig. 11. *A* u. *B* zwei Ganglien, in welchen die sympathischen Fasern mit einem intercellularen Geflechte endigen. *a* Marklose Fasern, welche an der Peripherie des Ganglions verlaufen; *b* eine Nervenzelle mit einem Axencylinderfortsatz *c* und mit Protoplasmafortsätzen *d*. Hund. Obj. 6 Reichert's.
- Fig. 12. Eine centrifugale Faser des Cerebrospinalsystems, deren Endverzweigungen pericellulare Geflechte bilden. Hund. Obj. 8^a Reichert's.
- Fig. 13. Einzelne Zellen, welche zwischen den Fasern der Nervenstämmchen belegen sind. *a* Zellen-Fortsätze, von denen die *a'* bezeichneten anscheinend zu den Axencylinderfortsätzen gehören; *b* eine markhaltige Faser. Hund. Obj. 6 Reichert's.
- Fig. 14. Die Zelle eines Grenzstrangganglions vom Hunde. *a* Axencylinderfortsatz; *b* Protoplasmafortsätze; *c* Gruppen vom Körnchen und die zwischen ihnen vertheilte Grundsubstanz. Zeiss Apochr. 4,0 mm, Apert. 0,95, Oc. 6.
- Fig. 15. Gliazellen der sympathischen Ganglien. Hund. Obj. 6 Reichert's.





