

(Aus der histologischen Anstalt des Carolini'schen Instituts zu Stockholm.)

Zur Kenntniss der Ausbreitung und Endigungsweise der Magen-, Darm- und Pankreas-Nerven.

Von

Erik Müller.

Hierzu Tafel XXI u. XXII.

Die Untersuchungen über die Ausbreitung und Endigungsweise der Nerven, theils im Pankreas, theils in den verschiedenen Lagen der Magen-Darmwand, welche ich hier vorlege, bekräftigen in gewissen Hinsichten schon vorher bekannte Sachverhältnisse, wollen aber auch ein Beitrag dazu sein, unsere Kenntnisse in diesen Dingen in einzelnen Theilen zu erweitern. Was besonders die Frage hinsichtlich der sympathischen Nervenzellen in diesen Organen betrifft, so sind meine Untersuchungen indessen noch recht unvollständig. Dass ich schon jetzt meine Resultate der Oeffentlichkeit überliefere, hängt theils davon ab, dass die nächste Zukunft für mich von anderen Beschäftigungen in Anspruch genommen wird, theils davon, dass die Bilder, die ich über die Nerven — deren Verlauf und Endigungsweise — in diesen Organen erhalten habe, mir an Reichhaltigkeit und Deutlichkeit die besten zu sein scheinen, die man mit Hülfe der jetzigen Untersuchungsmethoden erhalten kann. Den näheren Bericht über die Nervenzellen, die sich in diesen Organen befinden, will ich für eine spätere Mittheilung aufbewahren.

Meine Untersuchungen sind alle mit der Golgi'schen sog. schnellen Methode vorgenommen. Als Material habe ich Organe theils vom Hunde und vom Kaninchen, theils vom Frosch angewendet. Ich beginne meinen Bericht mit

den Nerven in der Muskulatur und der Schleimhaut der Darmwand.

Die mächtigen Geflechte von Nervenfäden mit eingelagerten Ganglienzellen, welche theils in der Submucosa, theils zwischen

den beiden Muskellagern gelegen sind und nach ihren Entdeckern die Meissner'schen und Auerbach'schen Plexus benannt werden, sind von zahlreichen späteren Untersuchern studirt wurden. Diese bestätigen im Ganzen genommen die von den Entdeckern gefundenen Verhältnisse. Mit der Golgi'schen Färbungsmethode, welche, so viel ich weiss, bisher noch nicht bei Untersuchung dieser Nervengewebe angewendet worden ist, habe ich im Zwischenraum zwischen der Rings- und Längsmuskulatur sowohl, als auch in dem submucosen Lager im Darne ausserordentlich reichliche Bündel von Nervenfäden erhalten (Fig. 1), die sich in verschiedenen Richtungen kreuzen und hierdurch ein enges Flechtwerk bilden. Das Studium der Nervenzellen ist gerade in diesem Plexus mit den allergrössten Schwierigkeiten verknüpft. Sie lassen sich schwer färben, und sind ausserdem verborgen, theils von der kolossalen Menge von Nervenfäden, die es hier giebt, theils von diffusen Silberniederschlägen in den Knotenpunkten des Netzwerkes.

Von der Vertheilung und Endigungsweise der Nerven in der glatten Muskulatur im Allgemeinen und auch besonders in den Muskelhäuten in der Darmwand ist viel geschrieben worden.

Kölliker¹⁾ untersuchte die Nerven in der glatten Muskulatur schon im Jahre 1862 und fand, dass sich die Nervenzweige in feine Fäden vertheilten, welche, nachdem sie sich verzweigt hatten, mit freien Endausläufern schlossen.

Laut Auerbach²⁾ gehen von gewissen Lagen in dem mächtigen Plexus zwischen dem Längs- und Ringmuskellager des Darmes feine Ausläufer in das Ringmuskellager hinein, um hier hauptsächlich geradlinig in querer Richtung zu verlaufen. Sie bestehen aus 1—2 Primitivfäden und theilen sich in letzterem Falle bald, um sich in derselben Richtung fortzusetzen. Diese Fäden sind überall reichlich vorhanden zwischen den Muskelfäden, jedoch in solcher Entfernung von einander, dass mehrere — 5—10 Zellen — zwischen sie zu liegen kommen. Auch in das Längsmuskellager treten solche, mit den Muskelfäden parallele Nervenfasern ein. Ein bestimmtes Ende der Nerven in der Muskulatur konnte er nicht sehen.

1) Würzburger naturw. Zeitschrift Bd. II, 1862.

2) Virchow's Archiv Bd. 30.

Klebs¹⁾, Frankenhäuser²⁾ und Arnold³⁾ widmeten der Erörterung des Verhältnisses der Nerven in der glatten Muskulatur gründliche Untersuchungen. Ich will mich hier darauf beschränken, hauptsächlich die des Letzteren zu referiren. In allen Organtheilen, die aus glatter Muskulatur bestehen, also auch in der Muskelhaut des Darms, zeigt sich eine ziemlich gleichartige Anordnung der Nerven. In dem Bindegewebe, welches diese Organtheile umhüllt, bilden sie weitmaschige Plexus (Grundplexus), indem sich die Fäden neben einander legen und einander auf mannigfaltige Weise kreuzen. Von diesem Plexus gehen zahlreiche Fäden aus, welche, indem sie sich mit einander verflechten, einen sekundären Plexus bilden, welcher die Muskelbündel umspinnt (intermediäres Netz) und auch in diese hineindringen kann. Von dem intermediären Netze gehen feine Fäden zwischen die Muskelfasern hinein. Diese vertheilen sich in noch feinere, welche sowohl in ihrem Verlauf, als auch an den Theilungsstellen dunkle Körner von gerundeter, elliptischer oder kantiger Form enthalten. Die Fäden anastomosiren mit einander und bilden hierdurch feinmaschige wirkliche Netze (intramuskuläre Netze), die in der Kittsubstanz zwischen den Muskelfasern liegen. Von diesen Netzen gehen Fäden aus, die sich in die Muskelsubstanz hineinsenken, und darauf in die Kerne eindringen. Hier treten sie in Verbindung mit den Körnern des Kerns, um darauf quer durch die Zelle hindurchzugehen und sich von Neuem mit dem intramuskulären Netze zu vereinigen. Die Körner im Kern sind also keine Endpunkte der Nervenfasern, sondern nur Anschwellungen in dem feinen Netze. — Auch Frankenhäuser fand vor Arnold schon eine Verbindung zwischen dem Kern der Muskelfasern und den Endzweigen der Nerven. Er lässt diese indessen im Kern enden, indem sie mit den hier befindlichen Körnern in Verbindung treten, die er als Kernkörper auffasst.

Löwit⁴⁾ hat mit der Goldchlorid-Methode die Ausbreitung

1) Virchow's Archiv Bd. 32, 1865.

2) Die Nerven der Gebärmutter und ihre Endigung in den glatten Muskelfasern. Jena 1867.

3) Die Gewebe der organischen Muskeln. Leipzig 1869 und Stricker's Handbuch 1871.

4) Sitzungsber. d. Wiener Akad. Bd. 71, 1875.

und Endigungsweise der Nerven in der glatten Muskulatur genau untersucht. Er unterscheidet, wie vorher Klebs und Arnold, einen Grundplexus, einen intermediären und einen intramuskulären Plexus von Nervenfasern. Die beiden ersterwähnten enthalten mächtige Primitivfibrillenbündel, welche durch wiederholte Auffaserungen und Verzweigungen an Dicke abnehmen und schliesslich in die feinen Terminalfibrillen übergehen, die in das intramuskuläre Netz eingehen. Diese letzteren verlaufen in der Kittsubstanz zwischen den zu Reihen geordneten Muskelzellen, parallel mit diesen. In der Nähe des Kerns der Muskelzelle tritt der Nerv in eine Art Verbindung mit der Muskelzelle. Von welcher Art diese ist, kann er nicht genau bestimmen. Ob die zahlreichen, parallel mit den Muskelfäden laufenden Nervenfasern frei enden oder ob sie zusammenhängende Terminalnetze bilden, wie die vorhergehenden Forscher, Arnold u. A. m. meinen, kann er nicht mit Bestimmtheit angeben. Die letztere Möglichkeit scheint ihm am wahrscheinlichsten. „Ich hebe hervor“ — sagt er, „dass ich an meinen gelungensten Goldpräparaten immer nur zusammenhängende Endfasern auffinden konnte.“

Ungefähr gleichzeitig mit oben referirter Untersuchung kam eine Abhandlung von Arnstein und Goniaew über die Nerven im Nahrungskanal heraus. „Verfolgt man die secundären Stränge des Plexus myentericus, so sieht man sie büschel- oder pinselförmig in die Muskulatur ausstrahlen; in der nächsten Nähe der letzteren theilen sich die feinen Fasern mehrfach, wodurch ein sehr zierliches Bild entsteht.“ Eine Menge feiner Nervenfasern versenken sich in die Muskulatur und können bis zu den deutlich hervortretenden Muskelkernen verfolgt werden. Ein so vollständiges, intramuskuläres Nervenetz, wie es Arnold dargelegt, konnten sie nicht finden. Sie erhielten freilich sehr leicht mit Goldchlorid ein zwischen den Muskelzellen gelegenes Netz schwarzer Fasern, hielten jedoch dafür, dass dieses von der gefärbten Kittsubstanz gebildet wurde. Die Form der Maschen an dem fraglichen Netze wechselt nämlich mit der Richtung, in welcher die Muskelzellen vom Schnitt getroffen wurden. Die Contouren der letzteren stimmen gewöhnlich mit dem Fadennetze überein. Den Zusammenhang dieses Netzes mit wirklichen Nervenfasern aufzuweisen, ist den erwähnten Forschern nicht geglückt.

Drasch¹⁾, welcher die Nerven in der Darmwand genau untersucht hat und dessen Untersuchungen ich später ausführlicher erwähnen werde, erzielte hinsichtlich der Nervenenden in der Muskulatur mit den von Löwit gefundenen übereinstimmende Resultate. Er betont indessen besonders, dass sich L. vielleicht manchmal einer Verwechslung mit der Kittsubstanz zwischen den Zellen schuldig gemacht hat, die auch vom Goldchlorid gefärbt wird, und daher leicht mit Netzen von nervöser Natur verwechselt werden kann.

Gscheidlen²⁾, welcher die Nervenenden in der glatten Muskulatur mit Goldchlorid untersucht hat, kommt zu einem ähnlichen Resultat, wie Löwit.

Lustig³⁾ untersuchte die Nervenenden in der Urinblase und im Darm bei Säugethieren. Er fand, dass die feinen Nervenendzweige entweder damit endeten, dass sie mit der Kerncontour in Verbindung traten, oder auch mit dem sog. Protoplasma- oder Kernfortsatz, worunter er den centralen, dem Kern zunächst gelegenen, mit Gold intensiv färbbaren Theil des Protoplasma versteht. Diese Nervenendfäden können mehrere Zellen versorgen. Der Verfasser hält, auf die Erfahrung über die Menge von Nervenendigungen, die er durch seine Untersuchungen gemacht hat, gestützt, für wahrscheinlich, dass eine jede besondere Muskelzelle mit einem Nervenfaden in Verbindung tritt.

Die Nervenfäden, welche die glatte Muskulatur bei den höheren Thieren versorgen, zeichnen sich nach Ranvier's⁴⁾ Ansicht dadurch aus, dass sie mit einander anastomosiren. Gleichwie Klebs, Arnold u. A. m. unterscheidet er einen Grundplexus einen intermediären und einen intramuskulären Plexus. Im Darme bilden die Nerven erst einen Grundplexus zwischen den beiden Muskellagern: Plexus mysentericus oder Auerbach's Plexus. Von diesem Plexus gehen Fäden ab, die in dessen Maschen einen andern Plexus ohne Ganglienzellen bilden, und schliesslich befindet sich im Innern der Muskellager der dritte intramuskuläre Plexus. Die mit einander zusammenhängenden,

1) Sitzungsber. d. Akad. d. Wissenschaften Bd. 71, 1875.

2) Archiv für mikr. Anat. 14. Bd., 1877.

3) Sitzungsber. d. Akad. d. Wissenschaften Bd. 83, 1881.

4) Traité technique d'Histologie.

zu einem wirklichen Netze vereinigten Fäden in diesem, treten in der Gegend der Kerne der Muskelzellen in Verbindung mit dem Protoplasma der Zellen durch knollenartige Verdickungen, die unmittelbar auf dem letzteren liegen und von Ranvier „motorische Flecke“ genannt werden.

Arnstein¹⁾ hat die Nerven im Magen und im Darm mit der Methylenblaumethode untersucht. Er findet ein dichtes, mit Ganglienzellen versehenes Geflecht; hiervon gingen Bündel von Fibrillen parallel längs der Muskelbündel aus. Von diesen drängten einzelne blaue Fäden sich zwischen die Muskelfäden hinein, um zu enden, „ohne Endköpfe oder taches motrices zu bilden“.

Obregia²⁾ untersuchte die Nervenenden in der Muskulatur im Darm des Hundes. Er wendete folgende Methoden an: Behandlung mit 2% Essigsäure, Methylenblaufärbung nach Ehrlichs Methode, Goldchlorid (mit Citronensaft nach Ranvier). Die Nerven dringen longitudinal oder schief in den Zellenkörper ein und verlaufen darauf longitudinal durch die Kerne, so dass nicht die Mitte des letzteren, sondern dessen Seitengrenze mit der Faser verknüpft ist. Hierauf können die Nervenfasern diese Zelle verlassen, um eine zweite oder dritte Zelle auf dieselbe Weise zu durchziehen, ehe sie endigen. Dies Letztere findet innerhalb der Muskelzelle statt, und die Nervenfasern vereinigen sich nicht, wie Arnold sah, nach der Passage durch die Zelle von Neuem mit dem intramuskulären Netze.

Wie aus dem Vorhergehenden hervorgeht, sehen die Meisten: Arnold, Löwit, Ranvier u. A. m., welche das Verhältniss der Nerven in der glatten Muskulatur untersucht haben, dafür an, dass die Endfasern derselben durch Anastomosen ein wirkliches Netz bilden. Kölliker sprach indessen schon im Jahre 1862 die Ansicht aus, dass die Nerven in der glatten Muskulatur mit freien Enden schlössen. Ebenso Arnstein in späterer Zeit, gestützt auf die Erfahrung, die er mit der Methylenblaumethode gemacht. Wie in dem Folgenden dargelegt werden soll, wird diese Ansicht bestätigt durch Untersuchung mit der Golgi-

1) Anatomischer Anzeiger Bd. II, 1887.

2) Verhandl. des X. internat. medicin. Congresses, Berlin 1890, Bd. I, Abth. I.

sehen Methode. Die Resultate, die ich hiermit erzielt, will ich nun berichten.

Vom Plexus Auerbach's gehen reichliche Nervenstämmе, d. h. Bündel feiner Nervenfäden, in die Muskellager hinein, gewöhnlich fast winkelrecht gegen deren Verlaufsrichtung. Von diesen Bündeln kann man zwei Arten unterscheiden: theils solche, die in die Muskellager hineingehen, um sich dort weiter zu verzweigen und damit zu enden, dass sie mit den Muskelzellen in Verbindung treten, theils solche, welche quer durch die Muskellager hindurchgehen, um sich resp. mit dem Plexus Meissner's und dem subserösen Nervenplexus zu vereinigen. Diese letzteren anastomosirenden Bündel sind recht zahlreich. Ueber die Vertheilung und Ausbreitung der Nervenstämmе innerhalb der Muskellager erhält man die beste Einsicht, wenn man sie in Schnitten studirt, welche diese Lager parallel mit der Richtung der Muskelzellen getroffen haben. Man nimmt dann in erster Reihe die kolossale Menge von Nervenfäden wahr, welche sich in diesen Muskelhäuten befinden, theils in Form von freien Endfasern, theils als mehr oder minder mächtige Fädenbündel. Man findet ferner ihre Anordnung und Ausbreitung besonders typisch. Als Beispiel will ich auf Fig. 2 hinweisen, welche vom cirkulären Muskellager des Frosches genommen worden ist. Die oben erwähnten Stämme in der Circularis (Fig. 2 a), vom Plexus Auerbach's kommend, vertheilen sich unter fast rechten Winkeln in Zweige, die in der Richtung der Muskelbalken verlaufen, und von diesen gehen, ebenfalls rechtwinklig, neue Zweige aus, welche den Verlauf der Muskelbalken kreuzen, und diese wiederum vertheilen sich in Zweige mit longitudinalem Verlauf u. s. w. Durch diese fast rechtwinklige fortgesetzte Vertheilung entsteht eine sehr typische guirlandenförmige Verzweigung der Nervenfäden. Es ist klar, dass die Nervenstämmе während dieser Zertheilung nach und nach an Mächtigkeit abnehmen und dass schliesslich, als letzte Leiter dieser Verzweigung, nur die feinen Nervenfäden dastehen. Das Totalbild der Nervenausbreitung wird also das eines mächtigen Flechtwerkes mit gröberen und feineren Maschen.

Das grösste Interesse bei diesen Bildern wendet sich indessen dem schliesslichen Ende der Nervenfäden zu. Wie ist dies? Wie ist die Verbindung zwischen den Muskelzellen oder

den daraus gebildeten Balken und den Endigungen der Nerven, welche sich im oben beschriebenen Plexus befinden? Folgt man, in Präparaten, die nach der Golgi'schen Silberfärbungsmethode behandelt worden, den einzelnen Nervenfäden, nachdem sie die Bündel verlassen haben, worin sie verlaufen, so findet man, dass sie sich in feine Endzweige theilen, die frei auslaufen. Der Verzweigungstypus ist sehr verschieden und will ich in dieser Hinsicht auf Fig. 3, 4, 5, 6 hinweisen, welche verschiedene Typen dieser Endverzweigungen der Nerven darlegen. Man kann demzufolge grosse Endverzweigungen mit mächtigen Zweigen vorfinden, welche einander oft kreuzen, ehe sie endigen (Fig. 4). Oder man kann ihnen zur Seite kleine büschelförmige Bildungen kurzer zahlreicher Fäden sehen, welche durch Verzweigung eines einzigen entstanden sind (Fig. 3), und ferner zahlreiche Uebergänge von verschiedenem Aussehen zwischen den erwähnten Verzweigungstypen. Die Endverzweigungen der Nerven in der glatten Muskulatur sind augenscheinlich von derselben Art, wie die verzweigten Nervenendigungen, die seit lange schon in der quergestreiften Muskulatur bekannt sind. Die Nervenfäden verlaufen, ehe sie sich zertheilen, im Allgemeinen parallel mit den Muskelfäden. Die Zweige, in die sie sich zertheilen, verlaufen bald in derselben Richtung, bald etwas unregelmässiger. Die feinen Zweige endigen mit einer keulen- oder birnenförmigen Anschwellung (Fig. 6 b), die sich auf eine Muskelzelle (a) legt. Diese Anschwellungen sind sehr konstant und regelmässig (Fig. 4 a) ihrem Aussehen nach, so dass ich keinen Anstand nehme, sie als ein der Wirklichkeit entsprechendes Structurverhältniss anzusehen. Es ist indessen nicht nur an den Enden der Fäden, wo sich solche befinden. Man findet nämlich oft die Fäden ihrer ganzen Länge nach mit dergleichen kleinen Platten versehen, oft an kleinen kurzen Stielen sitzend und eine jede mit ihrer besonderen Muskelzelle in Verbindung tretend. Hieraus geht hervor, dass ein jeder Nervenfaden mehrere Muskelzellen versorgen kann. In dünnen Schnitten, wo die Färbung geglückt ist und die Contouren der Muskelzellen deutlich hervortreten, habe ich mir besondere Mühe gegeben, mit starker Vergrösserung das Verhältniss des Nervenfadens zur Substanz der Muskelzelle zu studiren. Wie in dem Vorhergehenden erwähnt worden, haben verschiedene Untersucher (Arnold, Lustig, Obregia u. A. m.),

welche mit der Goldchloridmethode arbeiteten, einen intimen Zusammenhang zwischen diesen Theilen zu finden gemeint, indem sich der Nervenfaden in die Zelle hineinsenken und in Verbindung mit deren Kern treten soll. Etwas Aehnliches habe ich in meinen Präparaten nie gefunden. Die Endvaricosität, womit der Nerv endigt, legt sich auf den Zellenkörper selbst, berührt denselben, senkt sich aber nie in denselben hinein. Das Bild in Fig. 6 gibt ein Beispiel dieses Verhältnisses.

Was nun die Menge von Nervenendigungsfäden betrifft, so ist dieselbe in verschiedenen Schnitten sehr verschieden, gleichwie auch in den verschiedenen Theilen desselben Schnittes, natürlicherweise von der mehr oder minder geglückten Färbung abhängig. Es ist ja eine Eigenthümlichkeit der Golgi'schen Silberfärbungsmethode, die Nervenelemente nur theilweise zu färben. An den Stellen, wo die Färbung besonders geglückt ist, erstaunt man über die kolossale Menge frei endigender Fäden, die es in der Darmmushulatur giebt. Als Beispiel eines solchen Bildes gilt Fig. 7, welche gezeichnet ist nach einem Schnitt vom Längsmuskellager des Hundedarms, parallel mit den Muskelzellen. Nach solchen Bildern zu urtheilen, sollte also eine jede Muskelzelle mit einem Nervenfaden in Verbindung treten. Auch an diesen Stellen mit solcher reichlichen Nervenfärbung kann man deutlich konstatiren, dass alle Nervenfäden frei endigen, nirgends gehen sie Verbindungen mit einander ein.

Fassen wir das Vorhergehende zusammen, so finden wir, dass die reichlich vorkommenden Bündel von Nervenfäden, die im Muskellager des Darms befindlich sind, sich in feinere Zweige zertheilen, die sich auf eine sehr charakteristische Weise mit einander verflechten, ohne jemals wirkliche Anastomosen einzugehen. Schliesslich gehen aus diesem Netzwerk mit seinen grösseren und kleineren Maschen und gröberen und feineren Balken feine Nervenfäden hervor, die gewöhnlich parallel mit den Muskelzellen verlaufen. Diese verzweigen sich auf eine sehr typische Weise und die Zweige in dieser Endarborisation endigen als freie Fäden, sich mit dem Protoplasma der Muskelzellen in Verbindung setzend.

Die Endnetze, die von verschiedenen Forschern mit der Goldchloridmethode dargestellt und als Nervennetze beschrieben worden sind, werden von Anderen als Kittsubstanz zwischen den

Muskelzellen angesehen, die in solchem Falle auch vom Goldchlorid gefärbt worden ist. Es ist daher von sehr grossem Interesse zu finden, dass diese Kittsubstanz auch schwarz gefärbt wird bei Silberfärbung nach Golgi's Methode. Man erhält nämlich die hübschesten Netze in den Muskellagern von verschiedenem Aussehen, je nachdem der Schnitt die Muskelzellen der Länge oder der Quere nach getroffen hat, mit regelmässigen oder unregelmässigen, runden oder ovalen Maschen. Fig. 8 liefert ein Beispiel eines solchen Bildes. Es kann nicht geleugnet werden, dass man oftmals Bilder von diesem Netzwerk von Kittsubstanz erhält, die auf eine auffällige Weise Uebereinstimmung mit den Netzen darlegen, die von verschiedenen Untersuchern mit Goldchlorid hergestellt und als Nervenetze beschrieben worden sind. Diese Verwechslung ist indessen schon, wie oben erwähnt worden, von Arnstein und Goniaew, sowie auch von Drasch besprochen worden. Sind die Nervenfäden ebenfalls gefärbt, so lassen sie sich immer gut von diesen schwarzen Netzen unterscheiden, so dass eine Verwechslung zwischen diesen verschiedenartigen Bildungen bei Anwendung dieser Methode nicht möglich ist.

Ueber das Verhältniss der Nerven in der Mukosa des Darmkanals sind nicht so viele Untersuchungen ausgeführt worden.

Arnstein und Goniaew¹⁾ untersuchten mit der Goldchloridmethode theils die Structur und die Anordnung der Nerven-elemente in Auerbach's und Meissner's Plexus, theils die Nervenendigungen im Oesophagus und Magen des Frosches. Da meine Untersuchungen nur die Nerven in der Mukosa des Magens und des Darms umfassen, so will ich hier nur die Resultate der erwähnten Forscher hinsichtlich der Innervation der Magenschleimhaut referiren. Ausser besonderen, für die Gefässe bestimmten Nerven finden sie feine Bündel von Nervenfäden, aus den tieferen Schleimhautlagern direkt an die Oberfläche aufsteigend und hier in freien Endausläufern zwischen den sich verschmälernden basalen Enden der Cylinderzellen schliessend. Sie setzen sich nicht in Zellen fort, wie Trütschel und Thanhoffer es beschreiben. Gewisse Epithelzellen werden vom Goldchlorid oft stark gefärbt. Davon hängt der Irrthum ab, den diese Untersucher gemacht haben,

1) Archiv f. mikr. Anat. Bd. XI, 1875.

wenn sie die Nerven mit den Zellen in Continuität stehen lassen. Auch an den Drüsen fanden Arnstein und Goniaew Nervenausbreitungen.

Drasch¹⁾ untersuchte mit der Goldchloridmethode die Nerven im Duodenum. Er beschreibt genau Auerbach's und Meissner's Plexus, ferner die Nervenausbreitungen um die Brunner'schen Drüsen und findet schliesslich reichliche Nerven in der eigentlichen Schleimhaut und in den Villi. Zwischen den Lieberkühn'schen Krypten steigen grosse Nervenstämme empor, welche Anastomosen eingehen und so reichliche Netzwerke bilden. Von diesen unterscheidet er gröbere und feinere Netze, zwischen denen ein Fadenaustausch stattfindet und worin grössere und kleinere Ganglienzellen eingelagert sind. Unmittelbar gegen die Membrana propria der Drüsen liegen feine Nervenetze. In den Villi befinden sich theils reichliche Nerven, theils Ganglienknoten. Von der Tiefe der Schleimhaut dringen jene in die Villi hinauf, theilen sich dichotomisch und treten in Verbindung mit Zweigen von naheliegenden Nerven oder mit den erwähnten Ganglienknoten. So entstehen zwei Netze: ein oberflächliches unter dem Epithelium gelegenes und ein tieferes im Zottenparenchym, welche indessen durch anastomosirende Fäden mit einander in Verbindung stehen. Von dem ersteren gehen freie Fäden theils nach den Blutcapillaren, theils zu der Basalmembran ab, welche das Cylinderepithelium gegen das Zottenparenchym begrenzt. Von dem tieferen Netze gehen Fäden zu den Muskelzellen in den Villi.

Ramón y Cajal²⁾ hat mittelst der Golgi'schen Methode in den Villi der Darmschleimhaut besondere Nervenzellen von Stern- oder Spulenform entdeckt, die mit einander anastomosiren und hierdurch zusammen ein Netzwerk mit verdickten Knotenpunkten bilden, welche also gerade von den Zellkörpern zu den ebenerwähnten Zellen ausgemacht wurden.

Prof. Andrea Capparelli³⁾ in Catania hat die Nervenendigungen in der Magenschleimhaut untersucht und sich dabei

1) Sitzungsber. d. kaiserl. Akad. d. Wissenschaften Bd. 81, III. Abtheilung. Wien 1880.

2) Gazeta Medica Catalana. 1889.

3) Biologisches Centralblatt Bd. XI, 1891.

der Golgi'schen Methode bedient. Sein Untersuchungsmaterial ist Frosch und Hund. Er macht hier die wichtige Entdeckung, dass die Nervenfasern mit becherförmigen Epithelzellen in der Schleimhaut in Verbindung stehen. Sie färben sich gleichwie die Nerven schwarz und setzen sich in feine Ausläufer fort, welche direkt mit den Nervenfasern zusammenhängen. „Die Nerven in der Magenschleimhaut stehen in Verbindung mit den bis jetzt als Epithelzellen (Becherzellen) betrachteten Elementen.“

Ich gehe jetzt zur Berichterstattung über die Nervenausbreitung in der Schleimhaut des Magens und des Darms über, so wie sie sich in Präparaten darstellt, wo die Färbung nach Golgi's sog. schnellen Methode geglückt ist. Ist es gelungen, mittelst dieser Methode die Nerven in der ganzen Breite der Darmwand zu färben, so ist das Bild, welches man von einem Querschnitte erhält, ausserordentlich belehrend. Man sieht dann nämlich den reichlichen Zusammenhang, der zwischen den Nerven- ausbreitungen der einzelnen Häute stattfindet. Ja, man erhält den Eindruck eines zusammenhängenden Flechtwerkes von gröberen oder feineren Bündeln von Nervenfasern, welches sich von dem subserösen Lager quer durch die Darmwand hindurch ganz bis an Cylinderepithelium ausbreitet. Zwischen den beiden Muskelhäuten sowohl, als auch in dem submukösen Lager ist das Flechtwerk reichlicher als sonst. Dies sind die beiden, seit Meissner und Auerbach bekannten Nervenplexus.

In der Mukosa haben wir die Plexusbildungen zu unterscheiden, die sich im unteren Theil derselben befinden (Fig. 9), wovon Nerven unter Anderem auch zu den Lieberkühn'schen Drüsen abgehen, und die, welche sich in den Villi befinden (Fig. 10, 12 a u. 13). Sie hängen indessen mit einander zusammen. Mit der Golgi'schen Färbung erhält man ausserordentlich instructive und gute Bilder über die Nerven- ausbreitung in diesen Theilen der Mukosa. Sie stimmen der Hauptsache nach mit den Resultaten überein, welche Drasch mit Goldchlorid erzielt hat. Nur die Anordnung und das Verhältniss zwischen den Fasern untereinander ist verschieden in den Präparaten, welche mit der Goldchlorid-Säuren-Behandlung dargestellt sind und mit der Golgi'schen Färbung. Es ist keinem Zweifel unterworfen, dass das Aussehen der Nervenfasern, so wie man sie nach geglückter Färbung mit Golgi's Methode erhält, den in Wirklichkeit

stattfindenden Verhältnissen entsprechen. Von dem Meissner'schen Plexus (Fig. 9, a) steigen mächtige Bündel von Nervenfasern vertikal oder schief in die Mukosa hinauf (Fig. 9, b), zertheilen sich hier in kleinere Bündel, welche sich unter Austausch von Fasern mit einander kreuzen und bilden hierdurch einen zusammenhängenden mächtigen Plexus erster Ordnung; von diesem gehen nun noch kleinere Bündel aus, die sich in ein feineres Flechtwerk von Nervenfasern auflösen, welche die Drüsen zunächst umgeben und hiervon gehen feine Endzweige ab, die sich entweder theilen oder ungetheilt in nächster Nähe der Zellen endigen. Ein Eindringen zwischen oder in die Zellenkörper selbst habe ich nirgends mit voller Sicherheit wahrnehmen können. Bei starker Färbung nehmen die gröberen sowohl, als auch die feineren Nervenfasern-Bündel eine gleichförmige, schwarze Farbe an und man erhält dann Bilder mit wirklich anastomosirenden Balken. Dies tritt besonders oft an den feinen Flechtwerken von Nervenfasern hervor, die den Drüsen zunächst liegen. Die Bilder stimmen also mit den Bildern überein, welche Drasch mit Goldchlorid erhalten. Er zeichnet die Ausbreitung der Nerven in diesen Plexus als zusammenhängende wirkliche Netze, welches mir auch aus der Beschreibung hervorzugehen scheint. So verhält es sich indessen nicht. Darüber klären die silbergefärbten Präparate auf, wo die Färbung mässig, also nicht zu stark hervortritt, wo das Silber nicht zwischen den Fasern niedergeschlagen ist. Man findet bei Anwendung hinreichend starker Vergrößerungen, dass die Bündel, wenn sie sich mit einander verflechten, freilich Fasern austauschen können, man sieht diese aber nicht untereinander zusammenschmelzen und in den feineren Netzen sieht man auch, dass die Anastomosen nur scheinbar sind: Fasern kreuzen sich über einander ohne zusammenzuschmelzen. Das Prinzip für die Nervenendigungen in diesem Theil der Mukosa, also um die Drüsen herum, ist dasselbe, wie in der Muskularis: eine immer feinere und feinere Zertheilung der Fasernbündel bis zu den einfachen Fasern, welche dann entweder Endfasern sein können, oder sich ein oder mehrere Male in solche zertheilen können, die blind endigen. Natürlicher Weise begeben sich nicht alle diese Endfasern zu der feinen subepithelialen Endausbreitung auf den Drüsen, sondern ein Theil schliesst als Gefässnerven, andere als Muskelnerven in der Muscularis mucosae oder in den Muskelfasern in der Mukosa.

Der Reichthum an Nerven in den Villi, wovon Drasch redet, tritt auf eine ausgezeichnete Weise in den Präparaten hervor, wo die Färbung nach Golgi's Methode geglückt ist. Ein Querschnitt der Mukosa in einem solchen Stücke gibt ein besonders lehrreiches Bild von der Menge, der Anordnung und der Ausbreitung der Nerven (Fig. 10, 12a u. 13). In einem Villus einen peripheren Plexus von einem centraleren zu unterscheiden, wie Drasch es gethan, dafür reden indessen diese Bilder nicht. Sie machen eher den Eindruck einer ziemlich gleichförmigen Vertheilung der Nerven Elemente durch des ganzen Villus' Parenchymmasse bis zu dem Epithelium. Will man indessen ein besonderes epitheliales Lager unterscheiden, so muss man als ein solches die zahlreichen Endausläufer auffassen, die sich hier vorfinden und die sich unmittelbar an das Epithelium legen. Diese Endausläufer treten nämlich oft sehr hübsch hervor als ein mehr oder weniger zusammenhängendes Lager frei auslaufender Fäden. Von den verschiedenen Graden von Färbung gilt hier dasselbe, was oben von den übrigen Plexus gesagt worden. Bei starker Färbung (Fig. 10) sieht man starke, homogene schwarze Strähne vom Plexus um die Drüsen aufsteigen und die Villi von der Basis bis an die Spitze hinaus durchziehend, unterdessen an Dicke abnehmend durch die Querzweige, welche sie an die übrigen abgeben. Daneben gehen feinere Zweige ab, die sich einander anlegen oder sich kreuzen, einen feineren Plexus bildend, aus welchem schliesslich die freien Endzweige hervorgehen (Fig. 12a). In Präparaten, wo die Färbung schwächer ist, sieht man deutlich, dass sowohl die grösseren, als auch die feineren Zweige in diesem Geflechte aus feinen Nervenfäden bestehen, die neben einander herlaufen, nirgends wirkliche Anastomosen mit einander eingehen, sondern als freie Endzweige endigen. Von diesen unterscheidet man hier in den Villi zwei Arten: theils solche, die sich unmittelbar unter dem Cylinderepithelium befinden, theils andere, die innerhalb des Villusparenchyms liegen. Die letzteren stehen im Zusammenhang mit den hier reichlich vorkommenden glatten Muskelzellen.

Das Flechtwerk von Nervenfäden, welches so eben beschrieben worden, weicht etwas von der Anordnung ab, die Drasch als für die Villi eigenthümlich beschrieben hat. Er beschreibt die feinen Plexus als aus mit einander wirklich anastomosirenden

Nervenfäden bestehend. Dies geht noch deutlicher aus den Bildern hervor. Im Gegentheil finde ich hier, wie an anderen Stellen, immer freie Nervenfäden, freilich oft einander kreuzend, doch ohne mit einander zusammenzuschmelzen.

Ramón y Cajal ist es geglückt, mit der Golgi'schen Methode eine Art Zellen mit verzweigten und anastomosirenden Endausläufern darzulegen, die er als zahlreiche in das Villusparenchyma eingelagerte Ganglienzellen deutete. Es ist auch mir geglückt, einige wenige Male dergleichen Zellen oder zellenähnliche Bildungen zu imprägniren. Fig. 12 liefert ein Beispiel solcher Bildungen. Das Eigenthümliche ist indessen, dass sie nicht gefärbt wurden in den Fällen, wo die übrigen Nervenlemente, die oben beschriebenen Fäden, reichlich gefärbt wurden, sondern in den Fällen, wo ich sie gefärbt erhielt, waren die Nerven unbedeutend mitgefärbt. Meine Erfahrung in Hinsicht derselben ist bisher nur gering.

Wie oben erwähnt worden, endigen gewisse Nerven in den Villi mit freien Endausläufern unmittelbar unter dem Cylinderepithelium. Ein Eindringen weit zwischen die Zellen hinein oder in die Zellen habe ich nicht finden können, noch weniger einen direkten Uebergang in die Epithelzellen. In der Mukosa des Magens befinden sich reichliche Netzwerke von derselben Natur, wie die oben beschriebenen, die Drüsen umgebend, und die Nervenausbreitung erstreckt sich zwischen diesen ganz bis zum Cylinderepithelium hinauf. Was das Ende der Nervenfäden hierselbst betrifft, so stimmen meine Resultate, mit der Golgi'schen Methode erzielt, vollkommen mit denjenigen überein, welche Arnstein und Goniaew mit der Goldchloridmethode erhielten. Die Nerven endigen mit freien, oft angeschwellten Endfäden unter dem Cylinderepithelium oder zwischen den basalen zugespitzten Enden der Zellen (siehe Fig. 11). Bilder, wie sie Capparelli erhalten, und woraus er den Schluss zieht, dass die Nerven in die Epithelzellen übergehen, habe ich freilich oft erhalten, aber es ist mir leicht geworden zu finden, dass Capparelli in der Deutung derselben sich einer Täuschung schuldig gemacht hat. Wie ich in einer vorhergehenden Arbeit¹⁾ mitgetheilt habe, legen die Epithelzellen — besonders diejenigen, die schleimmetamorphosirt sind — eine besondere Vorliebe an den Tag,

1) Verhandl. d. Biolog. Vereins in Stockholm Bd. 4, 1892.

bei der Behandlung mit Golgi's Methode schwarz gefärbt zu werden. So findet man oft in den oberflächlicheren Theilen des Frostmagens solche schwarz oder braun gefärbt, welche einen braun oder schwarz gefärbten Ausläufer in das unterliegende Villusparenchyma aussenden. Bei geglückter Nervenfärbung sieht man jetzt deutlich, wie die Nerven zwischen diesen Ausläufern endigen, und es ist sehr leicht sich davon zu überzeugen, dass sie sich nicht in sie fortsetzen. Als Beispiel des Verhältnisses der Nervenendigungen in der Mukosa unter den Zellen kann Fig. 11 dienen.

Von den Nerven im Pankreas.

Meine Untersuchungen über dieses Organ mit der Golgi'schen Methode nahm ich ursprünglich in der Absicht vor, das Verhältniss der Drüsengänge zu studiren, nachdem meine Aufmerksamkeit nach dieser Richtung gelenkt worden war durch recht interessante Funde, die ich hinsichtlich der Ausführungsgänge der Labdrüsen in der Magenschleimhaut gethan. Ich untersuchte das Pankreas beim Hund und Kaninchen und es gelang mir sogleich vortreffliche Färbungen nicht nur der Ausführungsgänge, sondern auch der Nerven Elemente zu erhalten. Einige Zeit nachdem ich diese Bilder erhalten, kam eine Arbeit¹⁾ von Ramón y Cajal und Sala heraus, die gerade diese Dinge behandelte. Meine Resultate stimmen in der Hauptsache mit den von diesen Forschern erzielten überein. Ramón y Cajal und Sala finden die Nervenplexus, die das Pankreas besitzt, theils aus eigenthümlichen Nervenzellen, welche sie „corpusculos ganglionares simpaticos viscerales“ nennen, theils aus Verzweigungen Remak'scher Nervenfasern zusammengesetzt. Die Zellen sind multipolar mit kleinem Zellenkörper, von welchem zahlreiche Ausläufer ausgehen, die sich reichlich verzweigen und damit endigen, periacinöse Flechtwerke zu bilden, von welchen feine Fasern zwischen die Zellen eindringen. Diese visceralen sympathischen Ganglienzellen unterscheiden sich von den in den sympathischen Ganglien vorkommenden, — die, wie Ramón y Cajal²⁾ und van Ge-

1) Terminacion de los nervios y tubos glandulares del pancreas de los vertebrados. Barcelona 1891.

2) Estructura del gran simpatico de los mamíferos. Barcelona 1891.

huchten¹⁾ gezeigt, zwei Arten von Ausläufern besitzen, theils gewöhnliche Axencylinder-Ausläufer, theils verzweigte Protoplasma-Ausläufer, — dadurch, dass sie nur diese einzige Art verzweigter Ausläufer haben. Sie haben ausserdem die Eigenthümlichkeit, mit einander zu anastomosiren.

Die Resultate, zu denen ich gekommen bin, stimmen, wie schon gesagt worden, in der Hauptsache mit denen der erwähnten Forscher überein. Gleich wie ihnen, ist es mir gelungen, mit der Golgi'schen Methode sehr reichliche plexusartige Nervenausbreitungen um die einzelnen Acini aufzuweisen, und die Nervenfasern, die in dieselben eingehen, sind zweierlei Ursprunges; sie kommen theils von verzweigten Ausläufern von sehr charakteristischen Zellen, theils von zahlreichen Bündeln von Nervenfasern.

Die letzteren finden sich in reichlicher Menge vor und durchziehen das Organ in verschiedenen Richtungen (Fig. 14). Sie vertheilen sich in mehr oder weniger mächtige Zweige, welche zwischen den Acini verlaufen und sich mit einander zu gröberen und feineren Netzen verflechten. Von diesen gehen feinere Zweige ab, von welchen ein Theil sich zu den Gefässen begiebt, um dort perivasculäre Plexus von Fäden (Fig. 15, b) zu bilden, die sich in einander verflechten, ohne direkt mit einander zusammenzuhängen und enden als freie Ausläufer gewöhnlich mit einer knopfförmigen Anschwellung, wie auch Ramón y Cajal und Sala es erwähnen. Im Uebrigen vertheilen sie sich um die Acini sowohl, als auch um die Ausführungsgänge in der Drüse und bilden um diese ein Flechtwerk von feinen Fäden, welche unmittelbar den Zellenkörpern anliegen und mit freien Endzweigen schliessen (Fig. 15, a u. 16). Was besonders bei Präparaten mit sehr geglückter Färbung die Aufmerksamkeit fesselt, ist der grosse Reichthum an Fäden, die jeden Acinus umgeben, und ferner, dass sie — wenigstens die feinsten Endzweige — ganz den Zellen anliegen. Ich habe mich nie davon überzeugen können, dass sie, wie Ramón y Cajal und Sala erwähnen, sich zwischen die Zellen hineinsenken. Es scheint freilich oft, als ob es sich so verhielte, besonders bei Anwendung geringer Vergrösserungen. Man erhält dann nämlich Bilder, wie

1) La Cellule. T. VIII. 1. fasc.

Fig. 16, a aufweist, worin von den reichlichen Nervenausbreitungen um die Acini herum feine Fäden sich gegen das Centrum hinauszustrecken und sich zwischen die Zellen einzusenken scheinen. Aber man kann sich dennoch in jedem Falle davon überzeugen, dass der Schnitt den Acinus mehr oder weniger schief getroffen hat, dass man also wenigstens theilweise einen Flächenschnitt dieses Acinus vor sich hat und dass also die erwähnten Fäden an den äusseren Seiten der Zellen und nicht zwischen ihnen liegen. Dies ist der einzige Punkt, worin die Resultate meiner Untersuchungen von denen der obenerwähnten verdienstvollen Forscher abweichen. Ich muss hinzufügen, dass die von mir in dieser Hinsicht untersuchten Stellen eine besonders reichliche Färbung der periacinösen Nerven gezeigt haben. Dagegen habe ich mich mit Bestimmtheit davon überzeugen können, dass sie in unmittelbarer Berührung mit den Zellen liegen. Die perivaskulären und die periacinösen Flechtwerke von Nervenfasern hängen innig mit einander zusammen, wie Fig. 15 zeigt, worin man theils ein Gefäss (b), theils einen Acinus (a) sieht, beide von reichlichen Nervenfasern umspinnen.

Die Bildungen, welche Ramón y Cajal und Sala im Pankreas gefunden und als viscerale sympathische Ganglienzellen beschrieben haben, ist es mir auch zu finden gelungen, schon seit der Zeit meiner ersten Untersuchungen über die Nerven in diesem Organ. Man erhält ziemlich reichlich in jedem Schnitt, wo die Färbung geglückt ist, solche schwarzgefärbte Körper von verschiedener Grösse und Form: dreieckig, spulenförmig und vieleckig, von denen feine Nervenfasern entspringen, die, wie die übrigen Nervenfasern, in die periacinösen Flechtwerke hineingehen und sich verzweigen. Beispiele solcher Bilder liefern Fig. 17—20. Es ist dagegen schwierig, sich in jedem Fall davon überzeugen zu können, dass diese Bildungen Ganglienzellen mit verzweigten Nervenausläufern sind. Man ist nämlich Täuschungen verschiedener Art unterworfen. Ich habe mich davon überzeugt, dass diese Bilder dadurch entstehen können, dass das Silber in reichlicher Menge um die Nervenfasern an den Punkten der feinen Flechtwerke sich niederschlägt, wo sich mehrere Nervenfasern kreuzen. Auf diese Weise ist ganz sicher die untere zellenähnliche Bildung in Fig. 19 entstanden. Bei Anwendung schwacher Vergrösserung hat eine solche ein vollkommen

homogenes Aussehen, untersuche ich dagegen mit stärkeren Linsen, so finde ich, dass sie aus feinen, sich kreuzenden Fäden besteht. Das Silber ist ferner auch zwischen den Fäden niedergeschlagen und dies ist die Ursache des obenerwähnten Aussehens bei geringer Vergrößerung. Inwiefern die obere, naheliegende zellenähnliche Bildung auf dieselbe Weise entstanden ist, kann ich nicht mit Bestimmtheit sagen, sehe es indessen für sehr wahrscheinlich an. Trotz alledem bin ich gleichwohl in Uebereinstimmung mit Ramón y Cajal und Sala davon überzeugt, dass im Pankreas eigenthümliche verzweigte Nervenzellen vorhanden sind. Man erhält nämlich auch Bilder wie Fig. 20. Sie zeigen einen homogenen schwarzgefärbten Zellenkörper oder einen solchen mit einer helleren Parthie in der Mitte — ganz sicher der Zellkern; von diesem scharf begrenzten Körper gehen gewöhnlich mit einer schmaler werdenden Basis feine Zweige aus, die oft deutlich varicös sind und sich auf vielerlei Art verzweigen, um zu endigen wie die übrigen Nervenfäden um die Acini. Aber ganz gewiss erfordert eine so wichtige Sache wie diese: das Darlegen spezifischer, eigenthümlicher Ganglienzellen, hier und da in einem Organe liegend, noch weit eingehendere Studien, um als sicher und bewiesen angesehen zu werden. Daher habe ich sie nur im Vorbeigehen erwähnt und einige Abbildungen derselben geliefert.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XXI und XXII.

- Fig. 1. Geflecht von Nervenfäsern zwischen der Längs- und Ringfäaserschichte des Hundedarmes.
 Fig. 2. Nervenplexus in der Ringfäaserschichte des Froschmagens.
 a — Nervenstämme aus dem Plexus Auerbach's herkommend.
 Fig. 3, 4, 5, 6. Endgeweihe der Nervenfäsern in der Muscularis des Froschmagens. a — Muskelzellen. b — Endvarikosität der Nervenfaser.
 Fig. 7. Nervenendfäden in der Muscularis des Hundedarmes.
 Fig. 8. Kittsubstanz zwischen den Muskelzellen.
 Fig. 9. Nervenplexus, die Lieberkühn'schen Drüsen des Kaninchendarmes umspinnend.
 Fig. 10, 12a u. 13. Nerven in den Zotten des Kaninchendarmes.

Fig. 12. Zellen in denselben.

Fig. 11. Nervenendfasern in der Mukosa des Froschmagens. a — Cylinderepithelzellen. b — Nervenfasern.

Fig. 14. Nervenfasern im Pankreas des Hundes.

Fig. 15. Periacinöse (a) und perivasculäre (b) Geflechte von Nervenfasern im Pankreas des Kaninchens.

Fig. 16. Periacinöse Plexus im Pankreas.

Fig. 17, 18, 19, 20. Nervenzellen und ähnliche Bildungen im Pankreas des Hundes und des Kaninchens.

Fig. 1 und 11 sind gezeichnet mit Zeiss Obj. 6, Oc. 3; Fig. 2, 10 Verick Obj. 2, Oc. 3; Fig. 3, 4, 5, 7, 9, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19 Verick Obj. 7, Oc. 3; Fig. 6, 13, 20 Zeiss Oc. 3, Immersion $\frac{1}{12}$; Fig. 8 Zeiss Obj. E, Oc. 3.

(Physiologisches Institut der Universität Berlin; mikroskopisch-biolog. Abtheilung.)

Ueber das Verhalten der Kerne der Schwann'schen Scheide bei Nerven- degenerationen.

Von

Dr. G. Carl Huber,

ass. Prof. der Histologie an der Staatsuniversität Ann' Arbor,
Michigan U. S. A.

Mit 4 Figuren im Text.

Die Degeneration und Regeneration markhaltiger Nervenfasern ist schon häufig Gegenstand einlässlicher Untersuchung gewesen, doch weichen auch heute noch in vielen Punkten die Anschauungen der einzelnen Autoren beträchtlich von einander ab. Eine dieser Streitfragen ist die, welchen Antheil die Kerne der Schwann'schen Scheide an der Degeneration nehmen, und ich möchte mit dem Folgenden einen kleinen Beitrag insbesondere zur Lösung dieser Frage bringen.

Während der Degeneration markhaltiger Nerven vergrössern — so nimmt man ziemlich allgemein an — und vermehren sich die Kerne der Schwann'schen Scheiden. Dem entgegen äussert sich Engelmann (1) wie folgt: „Die Kerne und das