DER
FEINERE BAU DER SPINALGANGLIENZELLE
DES
KANINCHENS.

VON
W. H. COX,
DEVENTER.

*Mit 5 Figuren in Lichtdruck auf Tafel I/II und 13 Figuren auf den lithogr.
Tafeln III/VI.*

1. Die Granula.

Die Geschichte vom feineren Bau der Spinalganglienzelle fängt eigentlich erst mit Flemmings Untersuchung: „Vom Bau der Spinalganglienzelle“ an¹⁾. Leider war mir diese Publikation nicht zugänglich. Die Hauptsachen der darin enthaltenen Resultate werden jedoch von Flemming mitgeteilt in: Zellsubstanz, Kern und Zellteilung, und wir finden daselbst erwähnt (S. 41), dass man in der Zelle dickere Knötchen oder Körnchen von verschiedener Grösse findet, die mit einem ziemlich gleichmässig durch den Zelleib verteilten Fadenwerke verbunden sind. Aus der Zeichnung zeigt sich dann, dass diese Fädchen geknickt und wellig laufen, in der ganzen Zelle sich in ähnlicher Weise und ohne Regelmässigkeit vorfinden und dass die Fädchen Anhänge der Körnchen sind oder umgekehrt.

Dieser Beschreibung und dieser Ansicht ist Flemming im Streit der Meinungen, welche ich kurz mitteilen werde, treu geblieben. Er sagt²⁾, dass er nach Untersuchung der Spinalganglien von Kaninchen, Hunden und Katzen mit mehreren Reagentien auch nun wieder Körnchen und Fäden fand. („Ich kann meine frühere Beschreibung dieser Gebilde nur wiederholen“.) Diese Körnchen liegen zuweilen konzentrisch: bei diesen Tieren ist die „Erscheinung einer konzentrischen Anordnung der Körner um den Kern in so vielen Fällen . . . unverkennbar.“

¹⁾ Henle's Festschrift. Bonn 1882.

²⁾ Über den Bau der Spinalganglienzellen bei Säugetieren u. s. w. Archiv f. mikrosk. Anatomie. Bd. 46.

Flemming meint, dass die Körnerschollen in einem durch den Kern gehenden Querschnitt einer centralen Zelle von Spindelform eine etwa konzentrische Anordnung zeigen werden.

Eine solche Zelle, im Laufe der Entwicklung so umgestaltet, dass die beiden Pole an einem Punkt des Umfangs zusammenkommen, wird gleichfalls die Schollen in konzentrischer Anordnung zeigen.

„Dass man diese nur in einer Minderzahl von Zellen erkennt, ist natürlich, da die Erscheinung nur dann ganz deutlich sein kann, wenn der Kern in einer ganz bestimmten „Richtung getroffen ist . . .“ u. s. w.

Auch an anderer Stelle¹⁾ spricht Flemming diese Ansicht aus und bemerkt dazu, dass die kleineren Ganglienzellen sich meistens dunkler färben, die grösseren aber hell gefärbt sind und oft weiter auseinander liegende, grössere Körnchen zeigen.

Nissl gelang es durch seine fortgesetzten Bemühungen um den Bau der Nervenzellen, das Interesse für diesen höchst wichtigen Teil der Nerven-Anatomie wach zu rufen.

Über die Spinalganglienzelle sagt er²⁾: „Diese Nervenzellenform charakterisiert sich dadurch, dass sie in ihrem Zellleibe „zwei scharf von einander zu trennende Substanzen besitzt, „von denen die eine sich nach Alkohol-Vorbehandlung mit „Methylenblau färbt, während die andere ungefärbt bleibt. Die „sich färbende Substanz tritt in Form von grösseren oder kleineren rundlichen, ovalen oder sphärischen, manchmal auch „eckigen und unregelmässig geformten Knötchen auf, die äusserst „feine fadenförmige Ausläufer besitzen. Diese gefärbten Knötchen befinden sich in der sich nicht färbenden Substanz, in „einer ungefährr konzentrischen Schichtung um den Kern herum „geordnet; es tritt also die gefärbte Substanz, in einer gewissermassen zwiebelschalartigen Anordnung um den Kern herum,

1) *Ergänzungsheft. Anat. Anzeiger. Bd. X.*

2) *Allgemeine Zeitschrift f. Psychiatrie. Bd. 50. S. 372.*

„auf, so aber, dass zwischen den einzelnen Knötchen sowohl, „als auch, wenn man will, zwischen den einzelnen Schichten „ungefärbte Substanz sich befindet. Die verschiedenen Tink- „tionsgrade der Zellen innerhalb eines Spinalganglions entstehen „dadurch, dass in den einen Zellen die sich nicht färbende Sub- „stanz reichlicher entwickelt ist, die Knötchen weniger dicht „gelagert, manchmal auch kleiner sind als in anderen Zellen „wo die gefärbte Substanz vorherrscht.

„Darüber aber muss man sich klar sein, dass sowohl „die stark als die schwach gefärbten Zellen ebenso „wie die Mittelformen den gleichen Bau, dieselbe „Struktur besitzen¹⁾“. Finden wir also in dem Oben- erwähnten eine Beschreibung Nissls über den Bau der Spinal- ganglienzelle, die besonders die Granula oder die Körnchen be- trifft; bei Gelegenheit einer anderen Publikation²⁾ giebt er uns eine Abbildung. während wir wieder an einer anderen Stelle³⁾ vernehmen, dass die Spinalganglienzelle zu den stichochromen Zellen gehört, d. h. Zellen, „bei denen die eine Zellsubstanz (der gefärbte Bestandteil des Zelleibes) in Form einer gleich- gerichteten Streifung, gleichsinnig verlaufender Reihen sich findet“, „wenn auch ihre Struktur etwas von der Struktur „der übrigen (gleichnamigen) Zellen abweicht.“

Ich meine, dass Obenstehendes ziemlich genau angiebt, was Nissl über die Granula der Spinalganglienzelle behauptet hat, und will jetzt noch die Resultate zweier Untersucher auf diesem Gebiete erwähnen: v. Lenhossék und Held.

Ersterer erwähnt⁴⁾, dass er in den Spinalganglienzellen des Rindes in der Grundsubstanz gefunden hat: eine grosse Menge

1) Die Kursivierung ist von mir.

2) Über die sogenannten Granula der Nervenzellen. Neurolog. Central- blatt. 1894. S. 681.

3) Über die Nomenklatur in der Nervenzellenanatomie und ihre nächsten Ziele. Neurolog. Centralblatt 1895. S. 74 u. 75.

4) Der feinere Bau des Nervensystems im Lichte neuester Forschungen. 1895.

Körnchen, die viel feiner sind als die „Plasma-Schollen“ der centralen Nervenzellen. Diese Körnchen liegen durch die ganze Zelle hindurch, nur in einer peripherischen, helleren Zone fehlen sie. Von einer konzentrischen Schichtung (Nissl) konnte er in der überwiegenden Mehrzahl der Zellen nichts wahrnehmen.

„Eine sehr auffallende Erscheinung macht sich bei vielen Zellen darin bemerkbar, dass hart an der Peripherie oder bei Gegenwart eines noch zu besprechenden, homogenen Saumes etwas darunter, die Körnchen dichtgedrängt sich in einer marginalen Reihe anordnen. Diese Anordnung tritt uns aber nur hier und da entgegen“

Zu den Ausnahmen rechnet v. Lenhossék „eine ganze Anzahl von Zellen, die sich durch etwas gröbere Beschaffenheit ihrer Körnchen unterscheiden“; indem er von diesen Zellen sagt: „dass eine gröbere Körnelung häufiger gerade bei den kleineren Exemplaren angetroffen wird.“ Auch in den grobkörnigen Zellen, meint er, sind die Körnchen rund, dennoch weiter auseinander liegend. Anordnung der Körnchen in parallelen Ringen achtet er eine seltene Erscheinung. „Bei dieser konzentrischen Streifung hat es oft den Anschein, als wären hier statt der kleinen Granula längere, stäbchenförmige, schollenartige Gebilde vorhanden.“

Später¹⁾ glaubt v. Lenhossék die Meinungsverschiedenheit zwischen ihm und Flemming über die Form der Granula der Verschiedenheit der Tiere zuschreiben zu müssen, von denen die Spinalganglienzellen herrührten. Ferner erklärt er sich gegen Held's Auffassung (worüber später), als sollten die Granula nur Präcipitate sein, durch die Fixierflüssigkeiten entstanden. Die Regelmässigkeit der Spulformen, Kernkappen u. s. w. stehe damit im Widerspruch. Die Schollen bestehen, so meint

¹⁾ W. v. Lenhossék, Über Nervenzellenstrukturen. Ergänzungsheft. Anat. Anzeiger. Bd. XII.

v. Lenhossék, aus einer blassgefärbten Zwischensubstanz, worin die Körnchen („die stark chromatophilen Mikrosomen“) eingebettet liegen.

Held¹⁾ schliesst sich in seiner Beschreibung der Granula, was die Form betrifft, an v. Lenhossék an. Was das Entstehen der Granula angeht, hat er zwar originelle, aber vorläufig nicht von anderen geteilte Meinungen.

Er nimmt nämlich in den von ihm als frisch bezeichneten Zellen keine Granula wahr und glaubt, dass die Körnchen entstehen durch Absterben, Fixiermittel u. s. w.

Einige von ihm erwähnte mikrochemische Reaktionen der Nissl'schen Körnchen werden wir als weniger unser Thema berührend beiseite lassen.

Die Flemming-Nissl'schen Körperchen oder Granula wurden in den Spinalganglienzellen des Kaninchens von mir erst näher studiert, nachdem ich die Fibrillen kennen gelernt und beschrieben hatte²⁾.

Beim Suchen nach Fixierflüssigkeiten, welche die Fibrillen so gut wie möglich zu demonstrieren gestatten, bemerkte ich auch eine mehr oder weniger gute Einwirkung jener Flüssigkeiten auf die Granula. Bevor ich weiter gehe, will ich zuerst mitteilen, was ich hier unter gut verstehe. Ich meine damit solch eine Fixierung, die erstens keinen Raum zwischen Zelle und Kapsel verursacht, zweitens den Achsencylinder nicht zu einem soliden Strang zusammenschrumpfen lässt; drittens die Granula und Fibrillen nicht nur gut fixiert, sondern auch so viel wie möglich die Aussicht vergrössert, dass in der Zelle das Verhältnis zwischen Fibrillen und Granula nicht durch heftige Wasserentziehung gestört wird, wodurch ihre Form und gegen-

1) H. Held, Beiträge zur Struktur der Nervenzellen und ihrer Fortsätze. Archiv f. Anatomie und Entwicklungsgeschichte. Jahrg. 1895.

2) Feestbundel der Nederlandsche Vereeniging voor Psychiatrie. 1896.

seitige Lage, voraussichtlich, gänzlich oder zum Teil sich verändern.

Kann doch eine Fixierflüssigkeit, welche die Achsencylinder Fibrillen zu einem soliden Strang zusammenbringt, unmöglich eine gute Fixierung der Zellen bewirken, weil auch die Zellen Fibrillen enthalten, in einer Substanz (Flüssigkeit?) liegend, die gewiss nicht weit von der, welche der Achsencylinder enthält, abweichen kann.

Darum betrachte ich Alkohol als eine unzweckmässige Fixierflüssigkeit für Spinalganglienzellen.

Dies zeigt sich auch aus Nissl's Wahrnehmungen, welche, in Bezug auf die Granula (und hierin soll nach Nissl gerade die Kraft seiner Methode liegen), die Details dieser Zellen nicht in genügender Weise darthun.

Ich versuchte mehrere Fixiermittel und deren Kombinationen wie: Alkohol, Formol, konzentriertes Sublimat, Osmiumsäure, Sublimat mit Platinchlorid, Flemming's Mischung, Sublimat-Platinchlorid-Osmiumsäure, Sublimat-Platinchlorid-Osmiumsäure-Essigsäure, Chromsäure-Essigsäure, Essigsäure-Platinchlorid, Chromsäure-Essigsäure-Platinchlorid, Sublimat-Essigsäure, Sublimat-Formol-Essigsäure, Alkohol-Essigsäure, einige Mischungen in verschiedenen Verhältnissen, wobei immer als Kriterien der Beurteilung die oben erwähnten Ansprüche gestellt wurden.

Dabei zeigte sich, dass mehrere Mischungen, die ich näher angeben werde, mehr oder weniger befriedigten. Nach diesen Auseinandersetzungen in Bezug auf die Präpariermethoden will ich jetzt mit der Beschreibung von der Lage und der Form der Granula anfangen.

Erstens unterscheide ich: grosse und kleine Zellen. Zu den grossen Zellen gehören zwei Typen.

Typus I

kennzeichnet sich durch Granula, die aus kleineren oder grösseren Knötchen unregelmässiger Form bestehen, welche nur an der

Peripherie der Zelle zum Teil von länglicher Form sind. Diese Knötchen liegen in der Zelle dergestalt, dass von einer konzentrischen Schichtung, oder von Reihen nicht die Rede sein kann (siehe Fig. I). Eine Ausnahme machen bisweilen die Granula länglicher Form, dicht an der Peripherie, welche aber in keinem Falle mehr als eine Reihe darstellen. Hat eine solche Zelle zwei Kerne, wie dies hier und da, aber selten, vorkommt (Fig. II), so ist das ebenso deutlich.

Der Kern dieser Zellen liegt in der Mitte, oder ungefähr in der Mitte der Zelle¹⁾.

Typus II.

Diese Zellenart ist gewiss auch von v. Lenhossék, Flemming und Nissl beobachtet worden. Sie zeigt die grossen streifenförmigen Granula, welche die Neigung haben, sich in Reihen anzuordnen — nicht immer jedoch konzentrisch um den Kern herum, wie Nissl meint.

Die Granula dieser Zellen bestehen aus unregelmässigen, länglichen Brocken, welche in Durchschnitten durch die Mitte der Zellen eine konzentrische Lage, zuweilen um den Kern herum, zeigen, an peripherischen Durchschnitten eine mehr oder weniger parallele, gerade Richtung annehmen. Bei diesen Zellen liegt der Kern aber, insoweit ich dies habe kontrollieren können, immer, bisweilen sogar sehr stark (Fig. III u. V), exzentrisch. Es versteht sich, dass dergleichen Zellen bei Durchschnitt auch derart getroffen werden können, dass sie den Eindruck geben, wie wenn der Kern in der Mitte läge, die Granula konzentrisch um ihn herum (Fig. IV).

Dass aber auch bei den so durchschnittenen Zellen der Kern stark exzentrisch liegt, sieht man in Serienschnitten.

Die kleinen Zellen.

Diese gehören alle zum Typus I.

¹⁾ Zellen dieses Typus mit exzentrischen Kernen werden fast nie gesehen.

Die Substanz zwischen den Granula, „homogene“ Substanz von Nissl, hat die Neigung, sich bei einigen dieser Zellen stark, bei anderen weniger stark zu färben.

Auf Grund dieser Erscheinung darf ich keine Einteilung in zwei Arten vorschlagen. Fast immer sind die Granula der kleinen Zellen kleiner als die der grossen.

Nach der Lagerung noch ein Wort über den Bau der Granula. Im allgemeinen kann man behaupten, dass bei Benutzung der meisten Fixierungsflüssigkeiten in den Granula eine stark und eine weniger stark sich färbende Substanz wahrzunehmen ist (v. Lenhossék).

Die stark sich färbende Substanz zeigt sich in der Form von Knötchen, mehr oder weniger stark geknickten oder rechten Fädchen (siehe Fig. 12, 13 und 14) oder Pünktchen, die durch feine Fädchen zusammenhängen.

Diese Knötchen liegen eingebettet in einer weniger stark sich färbenden Substanz, welche mehr oder weniger sichtbar ist, je nach dem benutzten Farbstoff, dessen Einwirkungsdauer und der Stärke der Differenzierung.

Sehr schön kann man z. B. die feinen Fädchen wahrnehmen bei Fixierung mit Flemming's Flüssigkeit und Färbung mit Methylenblau Fig. 14 (unten das Rezept).

Auch bei Sublimat-Fixierung und Färbung mit Delafield's Hämatoxylin oder Heidenhain's Eisen-Hämatoxylin wird man die geknickten Fädchen mit zusammenhängenden Knötchen sehr deutlich unterscheiden (Flemming). Ferner mit Alkohol-Methylenblau (Nissl) Fig. 13, Sublimat-Platina-Methylenblau Fig. 12 u. s. w.

Man muss sich aber hüten, diese Fädchen mit den wahren Fibrillen zu verwechseln, mit denen sie nichts zu thun haben¹⁾.

1) M. Colenbrander, Over de structuur der Gangliencel uit den voorsten hoorn. S. 30.

Gegenüber Held glaube ich, mit v. Lenhossék u. a. annehmen zu dürfen, dass Form und Disposition der Granula im ganzen nicht von einfacher Präzipitation abhängig sein können.

Die Ausfällung der, in den Granula enthaltenen Substanzen durch die Fixierungsflüssigkeit dürfte höchstens das körnige oder gestreifte Aussehen u. s. w. der Granula beeinflussen.

Wo so deutlich dieselben Granula-Komplexe mit verschiedenen Fixier-Mischungen stets mit derselben Regelmässigkeit sich zeigen, kann der Zufall bestimmt keine grosse Rolle spielen.

Mein Standpunkt gegenüber Nissl¹⁾.

Nissl versteht unter dem Äquivalent einer Nervenzelle: „das mikroskopische Bild der im Gewebe vorhandenen Nervenzellen des in einer bestimmten Weise getöteten Tieres, das sich bei einer bestimmten Behandlung unter bestimmten Voraussetzungen erfahrungsgemäss mit einer gesetzmässigen Konstanz ergibt.“

Hieran nun ist nichts auszusetzen, aber vergleiche ich Nissl's Beschreibung der Spinalganglienzelle mit meinen Resultaten, so ergibt sich, dass Nissl's Äquivalent-Bild jener Zelle unvollkommen ist, denn der Unterschied, den ich in den Zellen mit den verschiedenen von mir benutzten Fixierflüssigkeiten wahrnahm, ist Nissl grösstenteils entgangen²⁾.

Wie auch Flemming, Mann und viele andere betrachte ich Alkohol als eins der schlechtesten Fixiermittel für Spinalganglienzellen.

¹⁾ Autoreferat. Neurologisches Centralbl. 1896. S. 947.

²⁾ Vorläufig kann ich mitteilen, dass Durchschneidungsversuche mich gelehrt haben, den Unterschied in den zwei von mir gesehenen Typen im Zusammenhang zu bringen mit der Funktion der fraglichen Zellen. Typus II zeigt mir dabei deutlich morphologische Veränderungen, welche ich an Typus I vergeblich suchte, und umgekehrt; ich hoffe darüber in Kurzem zu berichten.

Da Nissl mit einem solchen Fixiermittel arbeitet, kommt es mir mindestens gewagt vor, dass er auf den erwähnten Satz folgen lässt:

„Die wenigen von dem Äquivalentbild abweichenden Formen, die auf noch nicht erkannte Einflüsse der Technik zurückzuführen sind, lässt er von vornherein unberücksichtigt.“

Es kommt mir vor, dass gerade jene Formen einen Anlass bilden müssen, entweder an der Methode oder an dem Äquivalentbild zu zweifeln.

2. Die Fibrillen.

Man kann ohne Widerrede behaupten, dass der fibrilläre Bau der Ganglienzelle eine brennende Streitfrage ist. Nachdem die Golgischen und die mit Hülfe von Ehrlichs vitaler Methylenblau-Reaktion ausgeführten Untersuchungen, die mikroskopisch-anatomische Kenntnis des Nervensystems in hohem Grade erweitert und ergänzt hatten, wurde der Bau der Ganglienzelle der Brennpunkt des allgemeinen Interesses.

Nicht nur Neurologen und Psychiater suchten die Geheimnisse der Ganglienzelle zu enträtseln, sondern auch Histologen und Anatomen richteten ihre Mikroskope darauf. Indessen glaube ich zu dem Ausspruch berechtigt zu sein: Es ist auf die Frage, ob die Spinalganglienzelle Fibrillen enthält, die identisch sind mit den Fibrillen des Achsencylinders, noch keine genügende Antwort gegeben; und ich füge sogleich die Behauptung hinzu, dass ich glaube, diese Antwort entscheidend und zwar bejahend geben zu können.

Zur Bekräftigung der obenausgesprochenen Ansicht brauche ich nur an die Litteratur der letzten zwei Jahre zu erinnern, die so reich war an mannigfachen Spekulationen auf dem Gebiete der Struktur der Ganglienzelle, und dadurch auch soviel wissenschaftlichen Streit veranlasste.

Es war im Anfange hauptsächlich die Rede von den Gra-

nula von Nissl, welche durch die Methode Nissls und so vieler anderen sichtbar gemacht werden, von der Form jener Gebilde, von ihrem wirklichen oder vermeintlichen Dasein, ihrem möglichen Entstehen durch Reagentien, ihrer chemischen Zusammensetzung, ihrem Verhalten bei Degenerations- und Regenerationsprozessen in den Zellen, zufolge der Reize, welche die Zellen trafen, von Giften u. s. w.

Erst allmählich erweiterte sich der Streit auf das, was doch gewiss neben dem Kern die erste Stelle verdient: die Fibrillen. Nissl wird wohl die Hauptursache dieser Vernachlässigung sein; zwar beeile ich mich hinzuzufügen, das er eher gelobt als getadelt werden muss, weil gerade er das Interesse für den feineren Bau der Nervenzelle geweckt hatte.

Er legte besondern Nachdruck auf die bei seiner Methode sich färbenden Bestandteile der Zelle und er konnte den Nachdruck verstärken durch den Nachweis von Veränderungen in jenen Bestandteilen, nach chemischer und mechanischer Verletzung des Neurons. Der zwischen der Granula liegende Teil der Zelle, der sich bei seiner Methode nicht färbte, oder wie man gewohnt war zu sagen, der sich homogen zeigte, wurde von Nissl beschrieben, so weit es möglich ist etwas zu beschreiben, das in gefärbten Präparaten ungefärbt bleibt. Von der Spinalganglienzelle sagt er¹⁾, dass der Ausläufer aus einem Ring von vorwiegend ungefärbter Substanz entspringt, welche an der Peripherie der Zelle liegend, vom übrigen Teil des Zellkörpers halbkreisförmig begrenzt wird; der konkave Rand der Grenzlinie wendet sich zum Ausläufer hin, der auch im centralen Teil ungefärbte Substanz, doch von anderer Lichtbrechung als die der Zelle, enthält.

Nissl fügt hinzu, dass seine Beschreibung der Spinalganglienzelle nur „in groben Zügen“ den Bau angibt, und dass er

¹⁾ Zeitschrift f. Psychiatrie. Bd. 50. S. 372.

auf deren „äusserst verwickelte Strukturdetails“ nicht eingehen will. Auch ich bin überzeugt von der verwickelten Struktur dieser Zelle, aber auch davon, dass Nissls Methode von den Details sehr wenig erklärt hat oder erklären wird, was genügend aus der Geschichte bewiesen wird¹⁾.

Über die Fibrillen der Spinalganglienzelle besonders hat Nissl sich nicht entschieden geäussert; im allgemeinen behielt er, was Fibrillen betrifft, einen ziemlich neutralen Standpunkt: er machte ihr Dasein nicht streitig, aber er erwähnte sie anfangs auch nie.

Nach und nach hat er seine Meinung in dieser Hinsicht etwas geändert, was sich aus seinen letzten Veröffentlichungen zeigt, worin er erklärt²⁾, dass man „im Hinblick auf den tatsächlichen Nachweis der Nervenfibrillen in den motorischen Zellen³⁾ mit einer gewissen Berechtigung doch die Schlussfolgerung ziehen darf, dass die ungefärbte Substanz auch in allen übrigen Nervenzellen Nervenfibrillen enthält.“

Er findet es eine offene Frage, ob die ungefärbte Substanz im ganzen oder nur zu einem kleinen Teil aus Fibrillen besteht⁴⁾.

Man vergesse nicht, dass mit ungefärbter Substanz immer gemeint wird jener Teil der Ganglienzelle, der bei Nissls Methode ungefärbt bleibt.

Ausser von Nissl wurde die Frage noch von mehreren andern Forschern erörtert. Vier von diesen will ich zur Sprache

1) Datieren doch die erwähnten Angaben vom Mai 1893.

2) Allgemeine Zeitschrift f. Psychiatrie. Bd. 52. S. 1147.

3) Dies that Becker mit Kupferhämatoxyline. Archiv f. Psychiatrie. Bd 27. S. 953.

4) Bei Gelegenheit der Versammlung der deutschen Irrenärzte, wo Nissl über die Veränderungen der Nervenzellen nach experimentell erzeugter Vergiftung sprach, sagte er (Autoreferat): „tritt Verfasser namentlich für die Existenz wahrer Nervenfibrillen in der ungefärbten Substanz ein.“

bringen, Held und v. Lenhossék, die negative, und Flemming und Dogiel¹⁾, welche positive Resultate erhielten.

Held²⁾, der vielerlei Zellformen des Nervensystems untersuchte, behauptet, dass er weder Fäden noch Fibrillen in den Spinalganglienzellen gefunden habe.

v. Lenhossék³⁾ leugnet das Dasein einer fibrillären Struktur ganz bestimmt, auch in der Spinalganglienzelle; er erklärt ausdrücklich: „meine Erfahrungen weichen sowohl von denen jener Forscher ab, die die Spinalganglienzellen als einen Komplex längerer Fibrillen auffassen, wie auch von denen Flemmings⁴⁾.

Zwischen den Körnchen von Nissl findet Lenhossék (er erwähnt noch dazu: dank der grossen auflösenden Kraft eines Zeiss'schen Apochromaten hom. Imm. 2. m. m. N. A. 1. 30). eine feine Struktur, die nicht zu beschreiben ist, und die der Grundsubstanz ein schlammiges oder wabenartiges Aussehen giebt. Diese Struktur setzt sich in den Ursprungshof des Nervenaufläufers fort. Bei einer späteren Gelegenheit hat Lenhossék⁵⁾ im Anschluss an Flemming, dessen Untersuchung noch zur Sprache kommt, erklärt, dass er die feine fibrilläre Streifung des Nervenaufläufers und seines Ursprungshügels in die Spinalganglienzelle hineinstrahlend hat wahrnehmen können.

Dennoch vermeint er im Ursprung selbst etwas anderes wahrgenommen zu haben als Flemming. Die Fibrillen sollten daselbst eine Art Wirbel bilden, und nicht pinselförmig in die Zelle ausstrahlen. Nach dieser Erklärung lässt er folgen: „Vor-

1) Becker, l. c. und Reinke, Ergänzungsheft. Anat.-Anzeiger. Bd. XII. S. 21 muss ich ausser Besprechung lassen, weil sie ihre Resultate nur mündlich und unvollständig mitteilten.

2) Beiträge zur Struktur der Nervenzellen und ihrer Fortsätze. Archiv f. Anatomie und Entw.-Gesch. Jahrg. 1895.

3) Der feinere Bau des Nervensystems im Lichte neuester Forschungen.

4) Vom Bau der Spinalganglienzellen. Festschrift für Henle. Bonn 1882.

5) Ergänzungsheft. Anat. Anzeiger. Bd. XII. S. 15—20. Die neue Arbeit Lenhossék's im Archiv f. Psychiatrie konnte nicht mehr berücksichtigt werden.

tragender vermag auch heute von den Fibrillen, die Flemming darin (in den Zellen) beschreibt, nichts wahrzunehmen, ebenso wenig wie von den fädigen Ausläufern, die die Körnerschollen nach Nissl besitzen sollen; in allen seinen Präparaten, auch an den Sublimat-Eisenhämatoxylinbildern, scheint ihm die Grundsubstanz ein feinwabig-körniges Gefüge darzubieten, wie er es in seiner ersten einschlägigen Darstellung geschildert hatte.“

Bis dahin die verneinenden Forscher. Diejenigen, welche auf positive Resultate weisen zu können vermeinten, wendeten ganz verschiedene Methoden an. Dogiel bediente sich selbstredend der vitalen Methylenblaureaktion. Er hatte damit schon an Retinazellen¹⁾ Fibrillen nachgewiesen, und später²⁾ seine Wahrnehmungen ausgedehnt. Seine Resultate bieten ungenügende Anknüpfungspunkte mit denen anderer und da sie nicht die Spinalganglienzellé betreffen, und also weniger zur Sache thun, kann ich sie ruhen lassen. Zu der Mitteilung seiner interessanten Untersuchung der Spinalganglien³⁾ fügt er eine kurze Beschreibung hinzu über den Bau der Zellen selbst. Er meint, dass die Fibrillen sich färben, sehr fein sind, und zwei Systemen angehören. An der Peripherie zeigen sich die Fibrillen als dicht neben einander liegende Parallel-Zirkel; im centralen Teil der Zelle sind es Meridiane, die sich in den Conus des Nervenausläufers begeben.

Flemming⁴⁾ härtete in Chromsäure, seiner bekannten Mischung, besonders aber in Sublimat, und färbte mit Hämatoxylin von Delafield und nach der Methode von Heidenhain;

1) Zur Frage über den Bau der Nervenzellen und über das Verhältnis ihres Achsencylinderfortsatzes zu den Dendriten. Archiv f. mikrosk. Anatomie. Bd. 41.

2) Die Struktur der Nervenzellen der Retina. Archiv f. mikrosk. Anatomie. Bd. 46.

3) Anat. Anzeiger. Bd. 12. S. 140—152.

4) Über den Bau der Spinalganglienzellen bei Säugetieren, und Bemerkungen über den der centralen Zellen. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. 46.

wobei er fand, dass in den Spinalganglienzellen (von Kaninchen, Katzen, Hunden und Rindern), Fäden sich vorfinden, die sich ihm am deutlichsten zeigten durch Heidenhain's Färbung, besonders beim Rind. Insbesondere an dünnen Schnitten sind dieselben sichtbar, wiewohl sie dort kurz sind. Die Fädchen hängen oft mit den Körnchen zusammen, jedoch nicht immer; es ist als ob die Körnchen Anlagerungen seien.

Die Fäden haben einen wellenförmigen und geknickten Verlauf. Ausser den Körnchen (Granula von Nissl) und den Fäden giebt es eine kaum zu färbende interfilare Substanz, die bei engem Diaphragma fein granuliert erscheint. Alle genannten Reagentien bewirken Schrumpfung.

Am Ursprung des Achsencylinders sieht Flemming eine fibrilläre Streifung, die sich sogar in zwei Systeme verteilen soll, welche er mit dem peripheren und centralen Ausläufer in Zusammenhang bringt. Er giebt diese Beschreibung mit Reserve, glaubt aber, dass sie der Wirklichkeit entspreche.

Auch der Achsencylinder hat eine fibrilläre Struktur, allerdings nur mit Ölimmersion sichtbar, (wenigstens wo er die Myelinröhre ausfüllt und nicht geschrumpft ist).

Ob die geknickten und welligen Fibrillen (Fadenwerk) mit der faserigen Einstrahlung am Polkegel in Verbindung stehen, konnte Flemming nicht ausmachen, sodass er deren Zusammenhang als hypothetisch betrachtet.

Später hat derselbe Autor¹⁾ noch eine Bestätigung für die fibrilläre Struktur der Ganglienzellen gefunden in Rückenmarkszellen des *Gadus callarias* (Kabeljau). Er bringt dabei die Spinalganglienzelle zur Sprache und erklärt, dass in der Mitte dieser Zelle verzweigte Faserwerke sich befänden.

Beim Suchen nach Fibrillen in Ganglienzellen ist von den Forschern meines Erachtens ein Weg betreten worden, der nur zufällig zu einem günstigen Resultat führen konnte.

¹⁾ Über die Struktur centraler Nervenzellen bei Wirbeltieren. *Anat. Hefte*. Bd. VI.

Soweit ich habe prüfen können, härteten alle Forscher in dieser oder jener bekannten Flüssigkeit, an welche sie nur die Anforderung stellten, dass, besonders auch bei der Spinalganglienzelle, der pericelluläre Raum abwesend war oder gering blieb; nachher versuchten sie durch Färben die Fibrillen in der Zelle sichtbar zu machen. Als ich mich dazu entschloss die Fibrillen in der Spinalganglienzelle des Kaninchens zum besonderen Gegenstand der Forschung zu wählen, stellte ich mich auf einen ganz anderen Standpunkt. Des bekannten fibrillären Baus des gut fixierten Achsencylinders eingedenk, erinnerte ich mich des vor kurzem noch von Heidenhain erwähnten Ausspruchs, dass für die Untersuchung einer bestimmten Struktur alles vom Fixiermittel abhängt. Es ist eine bekannte Sache, dass bei verschiedenen Härtingsflüssigkeiten die Achsencylinder der Nervenfasern sich verschieden zeigen.

Ein frischer, in Osmiumsäure gehärteter Achsencylinder lässt sich erkennen als ein homogener Strang, der den Raum der Markscheide gänzlich ausfüllt, und in der Längsrichtung eine geringe Streifung zeigt. Bei Härtung in allerlei anderen Flüssigkeiten findet man nur sehr selten dergleichen, die Markscheide ausfüllende Achsencylinder; meistens haben sie sich von der Markscheide zurückgezogen zu einem soliden Strang, welcher bei Färbung sich in die Länge als eine Linie zeigt, bei Durchschnitten, das einem jeden Histologen bekannte, sogenannte Sonnenbildchen gewährt. Dieses Bild ist, man kann dies in Hinsicht auf dasjenige, was von frischen Nervenfasern bekannt ist, mit grösster Wahrscheinlichkeit annehmen, ein Kunstprodukt.

Dagegen stellt sich bei Härtung in Osmiumsäure, mit darauffolgender Färbung der Fasern, der Achsencylinder in einem dem Leben ähnlichen Zustand dar¹⁾.

1) Schiefferdecker und Kossel, Gewebelehre mit besonderer Berücksichtigung des menschlichen Körpers u. s. w.

Dennoch leidet diese Härtung an zwei Übeln: erstens hat die Flüssigkeit ein mangelhaftes Eindringungsvermögen, während sehr dünne Schnitte der mit diesem Reagens gehärteten Stückchen schwer zu machen sind. Das Zerbröckeln der Schnitte macht das Passieren durch mehrere Flüssigkeiten gefährlich. Doch sollte, weil Osmiumsäure und bestimmte Färbestoffe die Fibrillen und die Achsencylinder hervortreten lassen, dieses Reagens in erster Linie auf die Spinalganglienzelle erprobt werden, weil es einigermaßen wahrscheinlich war, dass dadurch eventuelle Fasern in den Zellen auch nachgewiesen werden könnten. Darf man doch mit ziemlich grosser Bestimmtheit annehmen, dass die Fibrillen der Zellen chemisch identisch sein werden mit denen des Achsencylinders; jedenfalls ist es vorsichtig, beim Suchen nach Fibrillen in den Zellen von dieser Voraussetzung auszugehen. Ausserdem ist es wahrscheinlich, dass eine Fixierflüssigkeit, welche die Fibrillen im Achsencylinder schrumpfen lässt, oder aus ihrem Zusammenhang zieht, dies auch mehr oder weniger in den Zellen thun wird. Dies zeigte sich als richtig; dennoch waren Fixierung mit Osmiumsäure und Färbung ungenügend, ein einigermaßen detailliertes Studium der Fibrillen zu ermöglichen.

Ich suchte also nach Mischungen, die besser als Osmiumsäure den Ansprüchen einer guten Fixierung des Achsencylinders und der sich darin vorfindenden Fibrillen genügen.

Letztere färbte ich nach den unten angegebenen Methoden.

Waren die Achsencylinder tadellos fixiert, und die Fibrillen deutlich gefärbt erkennbar und jeder für sich zu verfolgen, so wurden auch die Zellen untersucht¹⁾.

Dies geschah mit Zeiss' Apochromat Homog. Imm. 3. m. m. N. A. 1.40, was ich besonders erwähne, weil Flemming und

¹⁾ Ich lege hierauf besonderen Nachdruck, weil mehrere Schriftsteller sich zufrieden geben mit einer „feinen fibrillären Streifung“ (Lenhossék), einer faserigen Struktur, feiner Streifung u. s. w. (Flemming).

v. Lenhossék dies ebenso thun, wiewohl alles, was ich beschreibe, auch ohne Ölimmersion, (ich muss erkennen, nicht so in Details) wahrzunehmen ist.

Vorläufig noch die Bemerkung, dass die beiden Mischungen, mit denen ich die besten Fixierungen bekam, Osmiumsäure enthalten; dennoch habe ich noch eine Mischung erprobt, welche zwar nicht so gut ist, als die mit diesem Reagens, aber mancherlei Färbungen viel leichter gestattet (Mischung III). Betrachtet man nun eine nach guter Fixierung und Färbung in Canadabalsam konservierte.³⁾ Spinalganglienzelle, so bemerkt man erstens, dass mit nur einzelnen Ausnahmen die Zelle ihre Kapsel ganz ausfüllt. Die kleinen Zellen sind dunkler blau gefärbt, als die grösseren, nach Härtung in dem Osmiumsäuregemische zu dunkel, um das Studium des feineren Baus zu gestatten, sodass nur die grösseren Zellen für eine genaue mikroskopische Untersuchung in Betracht kommen können.

Erstens treten durch ihre dunkle Farbe, die Granula Nissl's hervor, überdies sieht man an der Peripherie vieler Zellen, die von Lenhossék u. a. richtig beschriebene Randzone oder den Saum, wo keine Granula vorkommen und wo man bei Alkoholhärtung dieselbe homogene Substanz vorfindet wie zwischen den Granula. Dieser Rand, dieser äussere granulafreie Hof, enthält eine grosse Zahl schmaler mehr oder weniger langer Fasern oder Fibrillen. In einigen Zellen, die nicht genau in der Mitte getroffen worden sind (Fig. 1), und wo ersichtlich im Durchschnitt noch ein Teil des Ursprungshofs vorkommt, in den die Fasern des Achsencylinders einstrahlen, haben die Fädchen eine Länge von 5 μ . Im weiteren Teil der Zelle sind sie kürzer, in der Nähe des Kerns, dessen Platz durch das hindurchschimmernde Licht (a) sichtbar ist, sind die Fäserchen sehr kurz (1–1,5 μ). Zwischen den Granula sind sie etwas länger. Überall sieht man

1) Die Schnitte waren alle 5 μ dick.

dunklere Pünktchen, welche die Durchschnitte der Fäserchen bezeichnen.

Ich bemerke noch besonders, dass es viel mehr Fasern giebt, als in der Zeichnung vorkommen, und überdies, dass sie nur dort gezeichnet wurden, wo sie ganz deutlich wahrzunehmen sind.

Die Fasern sind entweder gerade, wenn sie kurz sind, oder verlaufen auch wohl sehr leicht wellenförmig; geknickt, wie Flemming sie beschreibt und abbildet, sehe ich sie niemals¹⁾.

Bei einem Durchschnitt der Zelle, ungefähr durch die Mitte (Fig. 2), wobei der Kern in der Mitte getroffen worden ist, sieht man auch wieder überall, an der Peripherie wie zwischen den Granula zahlreiche Fibrillen. Aber sie sind hier vorwiegend kurz, man trifft m. a. W. in diesen und dergleichen Durchschnitten meistens kurze Fädchen an. Hierdurch, und weil die Fasern in einer so grossen Anzahl vorhanden sind, überdies ihr Durchschnitt einen dunklen Punkt vorzeigt, wo zuweilen zwei Fäserchen einander allem Anscheine nach berühren, macht das Faserwerk den Eindruck eines Netzes. Ob wirklich ein Netz da ist, kann man aber nicht mit Bestimmtheit entscheiden.

Auf Grund des folgenden muss ich aber vorläufig die Anwesenheit eines Netzes bezweifeln.

Eine Zelle (Fig. 3), mehr peripher durchschnitten, noch mit einem Teil ihres Ausläufers verbunden, zeigt die Einstrahlung von der Faserstruktur in der Form von Fädchen von 6—8 μ Länge, welche sich sehr weit selbständig in die Zelle hinein begeben. Hier, wo die Fasern leicht wellenartig und ungefähr parallel mit einander laufen, ist von einem Eindruck, als wäre ein Netz da, nicht die Rede, die Fädchen laufen unabhängig von einander; noch deutlicher ist dieses Verhalten in einer Zelle (Fig. 6), welche ganz peripher durchschnitten wurde.

1) Ausnahmsweise in sehr schlecht conservierten Ganglien und Zellen.

Überdies nenne ich noch ein, obschon nicht genügendes Argument gegen die Anwesenheit eines Netzes.

In den Durchschnitten der Achsencylinder sieht man, wenn ausschliesslich die Durchschnitte gewählt werden, welche scheinbar senkrecht auf die Längsrichtung getroffen worden sind, fast nie die Fasern in der Form von Pünktchen, fast immer als mehr oder weniger kurze und gerade, zuweilen sehr leicht gekrümmte Fäserchen, die zusammen das Bild eines ähnlichen Netzes wie in den Zellen (Fig. 5) gewähren.

Dennoch ist man berechtigt, anzunehmen, dass ein Fasernetz in den Querdurchschnitten des Achsencylinders nicht vorkommen kann, weil die Längedurchschnitte in der Nähe und überall sonst, zwar wellenartige (Fig. 7), aber dennoch selbstständige und einfache Fasern vorzeigen, denen man in ihrem ganzen Lauf genau folgen kann.

Die Färbung ist so gut, dass hierüber kein Zweifel besteht. Dem Eindruck eines Netzes braucht also nicht wirklich ein Netz zu Grunde zu liegen; dies gilt für die Zelle so wie für den Achsencylinder, und vorläufig muss ich diese Frage als unentschieden betrachten.

In Präparaten, gehärtet in Sublimat und gefärbt nach Heidenhain und Delafields Hämatoxylin, habe ich genau dasselbe gesehen, als oben beschrieben wurde, jedoch viel undeutlicher. Auch in diesen Präparaten war die Anzahl der Fasern sehr gross, infolgedessen und durch ihre Undeutlichkeit machten sie noch mehr den Eindruck eines Fasernetzes.

Drei Fragen muss ich noch im Verband mit dem was von anderen Forschern darüber bemerkt worden ist, besprechen.

Erstens: Hängen die Granula Nissls und die Fasern irgendwie zusammen? Nach meiner Überzeugung nicht.

Zwar meint Flemming auf diese Frage bejahend antworten zu können, und kann ich nicht mit Bestimmtheit das Gegenteil behaupten, aber gegen die Wahrscheinlichkeit will ich anführen,

dass in der Peripherie der Zelle keine Granula anwesend sind, wohl aber sehr viele Fasern; dass das Dasein der Fasern für sich also gänzlich unabhängig ist von dem der Granula. Das vermeintliche Wahrnehmen eines Zusammenhangs zwischen Fasern und Granula ist meines Erachtens aus denselben Gründen, die ich vorher gegen ein Fasernetz einwandte, kein wirklicher Beweis für das Dasein eines solchen Zusammenhanges.

Zweitens: welches Bild zeigen die Fasern bei ihrem Eintritt in die Zelle?

Es kommt mir vor, dass die Beschreibung Flemmings, was die Hauptsachen betrifft, der Wirklichkeit entspricht. Zweifellos strahlen die Fasern pinselartig (ich behaupte dies gegen Lenhosséks Versicherung) in die Zelle hinein (Fig. 4) und nur bei Durchschnitten, welche nicht parallel den Fasern, oder schräg durch den Ausläufer hindurch gerichtet sind, bekommt man den Eindruck einer Art Wirbel, worin jedoch eine bestimmte Richtung der Fasern nicht zu verkennen ist.

Drittens: welchen Verlauf haben die Fibrillen in der Zelle?

Entscheidend kann ich diese Frage nicht beantworten. Nur lässt sich mit Hülfe meiner Präparate behaupten, dass der Faserverlauf (Fig. 6 u. Fig. 8) verschiedenen Richtungen folgt.

Ausserdem lässt sich nicht bezweifeln, dass sogar im Polkegel oder Ursprungshof Fasern sind, welche parallel mit der Peripherie der Zelle, m. a. W. konzentrisch mit dem Kern laufen (Fig. 4), sodass man annehmen muss, dass es auch Fasern giebt, welche sich mehrmals um den Kern winden.

Nur einmal konnte ich eine Zelle ausfindig machen (Fig. 9), welche als Stütze von Flemmings Meinung, dass es zwei Systeme von in die Zelle einstrahlenden Fasern gebe, dienen konnte. Zu meinem Bedauern ist von dieser Zelle nicht die ganze Serie bewahrt, sodass ich nur von dem Bündel *a* mit

Sicherheit sagen kann, dass er direkt in den Achsencylinder übergeht.

Ich vermute, dass bei dieser Zelle peripherer und centraler Ausläufer nicht konfluieren, wie dies hin und wieder stattfindet und in Golgischen Bildern sichtbar ist.

Eine derartige Einstrahlung in zwei Systeme habe ich jedoch trotz des Suchens in zahlreichen guten Präparaten niemals mehr angetroffen, wiewohl ich viele Zellen mit deutlichen Fibrillen im Ursprungshof gesehen habe.

In den Typen I und II ist ein verschiedenes Verhalten der Einstrahlung der Fasern nicht zu verkennen.

Bei Typus I ist die Einstrahlung sich ausbreitend pinselförmig (Fig. 4); bei II mehr bündelweise (Fig. 3 u. 6) und lässt sich noch ziemlich weit in der Zelle das Bündel nachweisen (Fig. 6).

Ich komme noch einmal mit Nachdruck darauf zurück, dass bei meiner Färbung nicht davon die Rede ist, dass der fibrilläre Bau des Achsencylinders nur mit Öl-Immersion sichtbar wäre, wie Flemming von seinen Präparaten sagt. Auch ohne Immersion, und zwar mit Apochromat 8 mm und Kompensationsokular 8 und 12 sind die Fasern sehr deutlich sichtbar (weites Diaphragma).

Die Fasern finden sich vor in einer ungefärbten Substanz, über deren Eigenschaften ich mich vorläufig nicht zu äussern wage.

Mein Standpunkt gegenüber den Resultaten Flemmings¹⁾.

Dem Leser meiner obenbeschriebenen Beobachtungen wird es, bei Vergleichung mit Flemmings Untersuchung, schon deutlich sein, dass wir in mehreren Hauptpunkten verschiedener

1) Über den Bau der Spinalganglienzellen bei Säugetieren u. s. w. Archiv f. mikroskop. Anatomie. Bd. 46.

Meinung sind. Kurz will ich diese Differenzen auseinander setzen.

Flemming findet und beschreibt geknickte Fasern mit aufgelagerten Knötchen (Fig. 3, 4, 5, 6), — ich vergleiche absichtlich nur die bei Kaninchen gefundenen Resultate — und wenn die Zeichnungen richtig sind, muss man zugestehen, dass diese Knötchen (Granula Flemming-Nissls) und Fäserchen dunkler gefärbt und dicker sind, als die Fasern in den Ausstrahlungssegele und im Achsencylinder (Fig. 5, 6, 13 zu vergleichen mit Fig. 3 u. 4). In Fig. 3 Zelle 1 und 4 findet man fast keine Granula.

Ich dagegen finde Fasern, die höchstens leicht wellig sind, wenn sie über einen längeren Verlauf wahrzunehmen sind; die nichts mit den Granula gemein haben: die sich, was die Färbung betrifft, genau ebenso verhalten, wie die Fasern im Achsencylinder; die in kurzen Durchschnitten (in der Mitte der Zelle) sich zeigen als ganz kurze, gerade Stäbchen.

Überdies finde ich in den Flemming-Nisslschen Granula gerade und geknickte Fasern, wie sie von Flemming in Fig. 3 und 4 gezeichnet worden sind und die sich mit meinen Methoden viel intensiver färben, als die echten Fibrillen.

Flemming glaubt imstande zu sein, sich ein Urteil über die interfibrilläre Substanz zu bilden (interfilare Zwischensubstanz S. 385 Fig. 10 bei einer Zelle einer Katze gezeichnet).

Bei meinen Methoden zeigt es sich, dass die Zelle so viele Fasern enthält, dass man über die interfibrilläre Substanz nichts mit Bestimmtheit sagen kann, aber überdies, dass in schlecht fixierten Zellen (Sublimat u. s. w.) die Fasern besonders da, wo sie kurz sind, gänzlich den Eindruck der von Flemming beschriebenen interfilaren Zwischensubstanz machen.

Schliesslich muss Flemming sich mit der Hypothese abfinden, dass das Fadenwerk mit der faserigen Einstrahlung am Polkegel zusammenhänge, während es mir deutlich wurde, dass

diese Einstrahlung sich weit in die Zelle hinein ausdehnt, aber überdies, dass, wie oben schon bemerkt, die Fasern im Achsencylinder und die der Zelle sich dem Farbstoff gegenüber vollkommen übereinstimmend verhalten.

Aus meinen Resultaten folgre ich:

Die von Flemming in Fig. 3, 4, 5, 6 gezeichneten geknickten Fasern sind Bestandteile der Flemming-Nisslschen Granula, aber nicht Fasern, identisch mit den Fibrillen des Achsencylinders.

Die in Fig. 7 gezeichneten Fasern sind echte Fibrillen.

Dies erhellt auch aus der Nuancierung der Streifchen, die meines Erachtens sehr richtig abgebildet worden ist, und welche übereinstimmt mit jener der faserigen Struktur im Polkegel bei Fig. 5 u. 6 und mit jener des Achsencylinders in Fig. 13; nicht mit jener der geknickten Fasern. Die in Fig. 10 (Katze) als interfilare Substanz gezeichneten kurzen Fäden sind wahrscheinlich die Durchschnitte der echten Fibrillen.¹⁾

Methoden.

Härtung in den folgenden Mischungen.

M. I.	Sublimat (gesättigt)	30.
	Osmiumsäure 1 0/0	10.
	Eisessig	5.
M. II.	Sublimat (gesättigt)	15.
	Platinachloride 5 0/0	15.

1) Nachträgliche Bemerkung bei der Korrektur. Die Kenntnissnahme von Flemming's Aufsatz: Die Struktur der Spinalganglienzellen bei Säugtieren: Archiv f. Psychiatrie. Bd. 29. Hat meine Meinung nicht ändern können.

Nicht ob die Spinalganglienzelle fibrillenartige oder fädige Gebilde enthält, denn dergleichen hat Nissl, und Flemming selbst, an den Granula schon beschrieben, sondern ob die Zelle Fibrillen enthält, identisch mit den Fibrillen des Axencylinders, ist der Kernpunkt der Frage, dies hat man wenn möglich zu beweisen oder so wahrscheinlich zu machen, dass etwas andres nicht leicht angenommen werden kann!

Osmiumsäure 1 %	10
Eisessig	5.
M. III. Sublimat (gesättigt)	30.
Formol	10.
Eisessig	5.

Nach zwei oder drei Tagen auswaschen; dann durch Alkohol von 60, 70, 90 und 98 % in Alkohol-Bergamotöl, Bergamotöl, Paraffin-Bergamotöl und Paraffin.

Aufkleben der Schnitte mit Wasser auf mit Eiweiss präparierte (Methode Mann)¹⁾ Deckgläschen.

Entfernung des Paraffins durch Xylol und Benzin.

Aus dem Alkohol kommen die Schnitte in Tannin-Auflösung von 20—25 %, worin sie acht Stunden verbleiben, hierauf fünf Minuten in viel Wasser und dann für die Methylenblau-Färbung in Eisenoxyd-Ammonium-Sulfat (2¹/₂ %) für die Indoinblau-Färbung in Brechweinstein (5 %).

Nachdem sie 5—10 Minuten in diesen Auflösungen geblieben sind, werden die Schnitte gewaschen (während 10 Minuten) in vielem Wasser und gefärbt in:

I. Alaun 5 %	10.
Indoinblau ²⁾ B-B 5 %	<div style="display: inline-block; vertical-align: middle;"> <div style="display: inline-block; vertical-align: middle;"> Anilin- und Sodafabrik Ludwigshafen u. E. Merk </div> <div style="font-size: 3em; vertical-align: middle;">}</div> </div>

oder

II. Phenol 2 %	15,
wo 1 - 2 cc. einer Methylenblau-Auflösung zugefügt wird, die besteht aus:	

Methylenblau	2.
Kaliumkarbonat	2.
Wasser	200.

¹⁾ Zeitschrift f. wissensch. Mikroskopie. Bd. XI. S. 486.

²⁾ Statt Indoinblau benutze ich jetzt Baumwollblau BB derselben Fabrik, da die Indoinblau-Präparate ihre Farbe einbüßen.

welche fünf Minuten lang auf einem Wasserbade gekocht worden sind.

Die Mischung der bei I sowie bei II genannten Auflösungen muss kurz vor dem Gebrauch geschehen; die alkalische Methylenblau-Auflösung (U n n a)¹⁾ bleibt auf längere Zeit gut.

Nach 12—18stündiger Färbung wird in vielem Wasser kurze Zeit abgespült, und werden die Deckgläschen zwischen Filtrierpapier vom überflüssigen Wasser befreit. Nachher kommen sie in:

Xylol 90.

Alkohol 95 % 60.

Dann in Xylol.

Ist die Färbung zu stark, so kann man entfärben mit:

Alaun-Anilin (gesättigt U n n a)²⁾,

indem man Sorge trägt, von Zeit zu Zeit das Präparat zu beobachten, damit die Entfärbung nicht zu weit gehe.

Bei Härtung in III färbt man mit Methylenblau (obiges Rezept) ohne Beize. 24 Stunden.

Nachher wird in Wasser abgespült und in Xylol-Alkohol entfärbt. Auch Färbung in Delafields Hämatoxylin gibt vorzügliche Präparate.

Der Canadabalsam muss entweder nicht oder höchstens mit wenig Cederholzöl verdünnt sein; durch Erwärmen bekommt er die für den Gebrauch nötige Flüssigkeit.

Anhang: Über den Bau der Markscheide.

Ranvier in seinem bekannten: *Traité technique* erklärt S. 570: „Ewald et Kühne ont attiré l'attention sur un réticulum chromatique, qui se montre dans les tubes nerveux à

¹⁾ Zeitschrift f. wissenschaft. Mikroskopie. Bd. VIII. S. 482

²⁾ Zeitschrift f. wissenschaft. Mikroskopie. Bd. XII. S. 60.

„la place de la myeline lors que les nerfs ont été traités successivement par l'alcool ordinaire, l'alcool bouillant et l'éther, et qu'après avoir été séparés par dissociation on les colore par le carmin, l'hématoxyline ou d'autres matières colorantes. Ces auteurs ont pensé, que ce réseau était préformé.“ Hier ist die Rede vom Neuro-Keratin-Netz von Ewald-Kühne.¹⁾

Dieses Netz wird im allgemeinen noch als ein Kunstprodukt betrachtet (siehe auch Schiefferdecker und Kossel) und zwar, wie mir scheint, mit Unrecht. Werden Nerven des Kaninchens sofort fixiert in 2% Osmiumsäure, nach guter Fixierung ausgewaschen, in Alkohol gehärtet und in Paraffin eingeschmolzen und geschnitten, so kommt das Neuro-Keratin-Netz sehr schön ans Licht in den vorzüglich fixierten Markcheiden, wenn man nur als Öl zur Alkohol-Entfernung Bergamotöl benutzt, welches die Eigenschaft besitzt, das durch Osmiumsäure geschwärzte Myelin aufzulösen, während das Netz intakt übrig bleibt. Fig. 10.

Dieses Netz besteht aus mehreren Schichten, die so lange das Axoplasma (Schiefferdecker) mit den Fibrillen sich nicht zu einem soliden Strang kontrahiert hat, dicht aneinander anliegen. Fig. 10a.

Findet die Fixierung aber langsam statt, entweder durch eine Flüssigkeit, die langsam eindringt, oder weil die gut fixierende Flüssigkeit in den tiefsten Teil des Nervengewebes erst durchdringt, nachdem schon postmortale Veränderungen eingetreten, so zeigt es sich, dass in den später fixierten Nervenfasern das Axoplasma mit seinen Fibrillen sich zurückgezogen hat, und überdies, dass dadurch das Netz auseinandergerissen worden. Es zeigt das Netz deutlich die Folgen rein mechanischer Einflüsse, d. h. hier und dort wurden die Maschen zerrissen, an anderen Stellen stark ausgedehnt, da sie beim Zusammenziehen

1) S. L. Gedoelst. La Cellule T. III.

des Achsencylinders (Fig. 11) haben nachgeben müssen. Der gleichen mechanische Erscheinungen lassen sich nur erklären durch die Voraussetzung eines präformierten Neuro-Keratin-Netzes¹⁾.

¹⁾ Jedermann kann sich leicht von der Wahrheit des oben Mitgeteilten überzeugen, durch Wiederholung des folgenden, von mir in derselben Weise ausgeführten Versuchs.

Einem curarisierten Frosch werden die zwei Nn. ischiadici entnommen, und lebenswarm in 1% Osmiumsäurelösung fixiert. Nachdem sie 10 Stunden darin geblieben sind, werden beide Nerven in Wasser ausgewaschen und zerzupft. Einen der Nerven betrachtet man in Glycerin, der andere kommt in Alcohol absolutus und nachher 2×24 Stunden in Bergamotöl.

Der Nerv in Glycerin zeigt kein, derjenige aus Bergamotöl in Canadabalsam eingebettete ein sehr schönes Neurokeratin-Netz.

Die Erklärung ist meines Erachtens nicht schwer. Das Nervenmark macht, in seiner Wirkung den übrigen Fetten gleichend, das Netz durchdringend; dasselbe unsichtbar.

Wird das von Osmiumsäure geschwärzte Myelin durch Bergamotöl gelöst, dann bleibt das Netz übrig.

Diese Eigenschaft, von Osmiumsäure geschwärztes Fett zu lösen, teilt Bergamotöl mit Terpentin. Wenn ich mich nicht irre, machte Flemming diese, dem Terpentin eigene Wirkung bekannt, welche er an Präparaten, mit seiner für Mitosen-Studium geeigneten Mischung fixiert, wahrgenommen hatte. Dass man die Anwesenheit eines Neurokeratinnetzes im lebenden Nerv in Frage stellte, so lange dasselbe auf keine andere Weise zur Ansicht gebracht werden konnte als durch sehr eingreifende Wirkungen einer Menge von Reagentien oder durch für Nerven ungeeignete Reagentien, ist begreiflich; aber dem oben beschriebenen Versuch haften diese Nachteile nicht an, und es scheint mir, dass jeder Zweifel weichen muss, wenn man neben dem Neurokeratinnetz die schön fixierten Nerven betrachtet.

Erklärung der Figuren.

Tafel I/II.

Die Photogramme sind angefertigt mit dem grossen Zeiss'schen Apparat für Mikrophotographie; die Beleuchtung geschah mit Kalklicht durch Zetnows Kupferchromfilter; die Platten waren in Erythrosin (nach Eder) gefärbten Marionplatten.

Die Präparate entstammten in Formol-Sublimatessigsäure gehärteten Ganglien, und wurden gefärbt mit Methylenblau. S. Methoden.

Die Vergrösserung ist ungefähr 600fach.

Die gebrauchte Linsen-Kombination bestand aus Zeiss Apochromat 3 mm Homog. Immersion N. A. 1.40 mit Projections-Okular 4.

Tafel III/IV. V/VI.

Alle Figuren sind gezeichnet worden mit Hilfe von Zeiss-Abbe's neuem Zeichenapparat auf Bernhardt's Zeichentisch, nachdem durch einen Objekt-Mikrometer die Vergrösserung bestimmt worden war, die bei allen Figuren 1100 beträgt.

Das benutzte System besteht aus Objektiv Zeiss Apochromat. homog. Imm. 3 mm. N. A. 1.40 und Okular 12.

Fig. 1. Spinalganglienzelle des Kaninchens gehärtet in I, gefärbt mit I.

Fig. 2 und Fig. 3 als Fig. 1.

Fig. 4. Spinalganglienzelle des Kaninchens gehärtet in II, gefärbt mit II.

Fig. 5. Querdurchschnitte von Nerven aus einem Spinalganglion des Kaninchens. Behandlung wie Fig. 1.

Fig. 6 wie Fig. 1.

Fig. 7. Längsdurchschnitt einer Nervenfasern aus dem Spinalganglion des Kaninchens. Härtung in II, Färbung mit II.

Fig. 8. Spinalganglienzelle des Kaninchens. Härtung in I. Färbung mit I (statt Indoinblau: Baumwollblau).

Fig. 9. Spinalganglienzelle des Kaninchens. Härtung in III. Färbung in Delafield's Hämatoxylin.

Fig. 10a. Nerven aus einem Spinalganglion des Kaninchens. Härtung in Osmium-Säure. Querdurchschnitt.

Fig. 10. Wie Fig. 9. Längsdurchschnitt.

Fig. 11. Wie Fig. 9. Härtung in Sublimat-Osmiumsäure-Essigsäure. Färbung in Methylenblau. Tannin-Brechweinsteinbeizung.

Fig. 12. Flemming-Nissl'sche Körner aus einer Spinalganglienzelle. Härtung in Sublimat-Platinchlorid. Färbung mit Methylenblau.

Fig. 13. Wie Fig. 12. Härtung in Alkohol. Im Paraffin geschnitten. Färbung mit Methylenblau nach Nissl.

Fig. 14. Wie Fig. 12. Härtung in Flemmings Gemisch.