© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Contractile und leitende Primitivfibrillen.

Von

Prof. Dr. St. Apáthy

in Kolozsvár.

Mit Tafel 24.

Einige Thatsachen möchte ich mittheilen, welche, wie ich glaube, geeignet sind, zu beweisen, dass man bisher, obwohl man meist die Existenz von Primitivfibrillen auch in den Nervenfasern zugegeben hat, die eigentlichen Primitivfibrillen weder in ihnen noch in den glatten Muskelfasern erkannt hat. Für die leitenden und contractilen Primitivfibrillen hat man immer die zwischen den Primitivfibrillen befindlichen und mit interfibrillärer Substanz gefüllten Zwischenräume angesehen und demonstrirt. Die Primitivfibrillen selbst hat man übersehen, weil sie bei den üblichen Tinctionen ungefärbt bleiben und, in stark lichtbrechenden Medien bei gewöhnlichem Licht untersucht, auch durch ihre eigene Lichtbrechung nur wenig sichtbar werden. Besonders von den leitenden Primitivfibrillen kann man auf Schnitten und in Balsam oder concentrirtem Glycerin nur ausnahmsweise positive Bilder bekommen; meistens fällt nur das auf, was sich zwischen ihnen und um sie herum befindet, d. h. die interfibrilläre und perifibrilläre Substanz. Diese ist es, welche am leichtesten tingirt werden kann und auch ohne Tinction ins Auge fällt, weil sie das Licht bedeutend schwächer und in anderer Weise als die Primitivfibrillen bricht. Also: die Primitivfibrillen der glatten Muskelfasern und der Nervenfasern waren bisher, so zu sagen, bloß durch ihr Negativ bekannt, und man kannte bloß die fibrilläre Structur, nicht die Primitivfibrillen selbst.

Bei den Nervenfasern — wenigstens der Hirudineen — ist das Positiv der Primitivfibrillen in erster Linie durch ein von mir angewandtes, sehr einfaches Vergoldungsverfahren sichtbar zu

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

machen. Hat man den richtigen Grad der Goldtinction, eine sehr starke Tinction — nach meiner Ansicht keine Imprägnirung durch niedergeschlagenes Metall — erreicht, so erscheinen die Primitivfibrillen dunkelviolett, beinahe schwarz, wogegen die interfibrilläre Substanz, resp. der Mantel, welcher einzelne losgelöste Primitivfibrillen, wie Wachs den leitenden Kupferdraht, umgiebt, blass hortensiaroth ist. Bei den Muskelfasern hingegen bleiben die Primitivfibrillen in Goldchlorid beinahe ungefärbt, wenn die Zwischensubstanz schon eine sehr dunkelrothe Farbe angenommen hat. Übrigens muss man, um die Primitivfibrillen positiv sehen zu können, nach gewissen Methoden macerirte Muskel- resp. Nervenfasern in verdünntem Glycerin, Wasser oder, wenn es aus anderen Gründen zulässig ist, am besten in Methylalkohol, ungefärbt untersuchen. Es lassen sich einzelne, besonders leitende Primitivfibrillen auch ganz isoliren, oder sie stehen wenigstens an den Rissenden einzeln hervor und können in den Nerv oder in die Muskelfaser hinein weiter verfolgt werden. Sie werden von dunklen Reflexlinien begleitet, wie ein Glasstäbchen im Wasser, und haben nebst stärkerer Lichtbrechung einen eigenthümlichen Glanz, ja sogar eigene, obwohl sehr geringe Farbe.

Die in dieser Weise, bei gedämpftem Lichte — ohne Abbe'schen Apparat, mit tief gestelltem Spiegel und engem Diaphragma — untersuchte contractile und leitende Substanz erscheint im optischen Längsschnitt aus alternirenden dunklen (schwarzen oder grauen) Linien und lichten glänzenden Streifen zusammengesetzt, welche mit einander und der Längsachse der Muskel- resp. Nervenfaser parallel verlaufen. Liegt die Muskelfaser gestreckt und die Nervenfaser gedehnt (nicht nur gestreckt) vor uns, so sind die genannten dunklen Linien so regelmäßig gerade, als wären sie mit dem Lineal gezogen; auch ihre Abstände sind in der contractilen Substanz der glatten Faser immer, in der leitenden Substanz nicht selten ganz gleich.

Sind die Muskelfasern nicht gestreckt, sondern gekrümmt, zusammengedrückt oder passiv contrahirt — falls nämlich die Bindesubstanz, in welcher sie eingebettet sind, elastischer ist und sich (schon vor dem Maceriren) stärker contrahirt hatte als die Muskelfasern selbst — so verlaufen die Linien in der contractilen Substanz wellig. Auch diese Wellen sind oft ganz regelmäßig und bewirken so eine ganz überraschende Querstreifung der glatten Muskelfaser, worauf ich noch zurückkommen werde.

Sind die Nervenfasern nicht gedehnt, sondern nur gestreckt,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

so verlaufen die genannten Linien beinahe immer wellig, meist in sehr kurzen Wellen. In den Nerven vom röhrenförmigen Typus mit dünner Wand aus leitender Substanz bewirkt dieser wellige Verlauf, welcher hier sehr regelmäßig sein kann, auch eine Querstreifung der Wand, d. h. eine Querfaltung. In den Nerven vom bündelförmigen Typus correspondiren die Wellenlinien viel seltener in dieser Weise mit einander, so dass man auf den ersten Blick gelegentlich nur ein Durcheinander von längeren oder kürzeren Streifen sieht. Ist noch dazu die Nervenfaser passiv verkürzt oder gekrümmt, so kann man über ihre Structur nur sehr schwer, auf dünnen Schnitten gar nicht ins Klare kommen.

Die dunklen Linien entsprechen den interfibrillären Räumen, die hellen, glänzenden Streifen den Primitivfibrillen. Letztere sind das eigentlich Körperliche sowohl in der contractilen, als auch in der leitenden Substanz; und sie sind es, welche an den Rissenden, nicht selten ziemlich lang, gerade oder gekrümmt, hervorragen und sich auch isoliren lassen. Losgelöst bilden sie die schon erwähnten glasartigen Stäbchen resp. (z. B. in den Muskelfasern der Hirudineen) Leistchen, welche oft ziemlich lange Strecken der Primitivfibrille darstellen.

Die dunklen Linien verdanken dieses Aussehen einerseits der schwachen Lichtbrechung der Interfibrillärsubstanz, welche die glänzenden Primitivfibrillen von einander trennt, andererseits der starken Lichtbrechung der Primitivfibrillen selbst, welche von dunklen Reflexlinien begleitet werden.

Die Interfibrillärsubstanz lässt sich durch Carmin, Hämatoxylin und mehrere Anilinfarbstoffe stark tingiren, wogegen die Primitivfibrillen entweder ganz ungefärbt oder wenigstens viel heller bleiben. Die Behandlung mit Methylenblau nach Ehrlich und nachherige Fixirung in Ammoniumpicrat verleiht den Primitivfibrillen der leitenden Substanz dieselbe violette Farbe, wie jenem Theile der Interfibrillärsubstanz, welcher die Primitivfibrillen unmittelbar umgiebt und einzelne Primitivfibrillen in den Endverzweigungen als Mantel begleitet, d. h. der Perifibrillärsubstanz[1].

---

[1] Noch stärker färben sich gewisse Körnchen in der perifibrillären Substanz, und eben so die fett- oder chitinartigen Körnchen in allen bindegewebigen und epithelartigen Zellen, ja sogar in der protoplasmatischen Achse und in der Interfibrillärsubstanz der Muskelfasern, wenigstens bei Hirudineen. Daher ist eine sehr vorsichtige Beurtheilung der durch Methylenblau zu erzielenden Färbungen dringend zu empfehlen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Eben so vermögen die meisten Vergoldungsverfahren, welche die Endästchen der Nerven wohl sehr gut verfolgen lassen, das leitende Primitivfibrillum von der perifibrillären Hülle nicht zu differenziren. Eine Vergoldung ist nur dann vollkommen gelungen zu nennen, wenn die Primitivfibrille, welche ihren eigenthümlichen Glanz auch dann nicht verliert, sehr dunkelviolett, die peri- oder interfibrilläre Substanz dagegen viel blasser, hortensiaroth, erscheint. Ich erinnere mich aber nicht, diese Differenzirung in den Nervenenden bei anderen Autoren schon abgebildet gesehen zu haben [1].

Da die leitende Primitivfibrille bei den meisten üblichen Tinctionen ganz oder beinahe farblos bleibt und so ihre Existenz, wenn man in stark lichtbrechenden Medien untersucht, dem Beobachter entgeht, wogegen die intensiv gefärbte Perifibrillärsubstanz geradezu ins Auge sticht, so ist es nicht zu verwundern, dass die leitende Primitivfibrille, von ihrem Mantel umgeben, auf manche Forscher den Eindruck einer Röhre gemacht hat. In dieser Weise entstehen die Nansen'schen Primitivtuben; der Querschnitt des Nerven kann nämlich im Innern kleine Kreise, der Längsschnitt diesen entsprechende parallele Linien zeigen. Und eine Summe von Röhrchen kann in der Schnittserie unter dem Mikroskop wirklich nicht anders aussehen; nur ist der vermeintliche flüssige Inhalt der Röhre, das vermeintliche Hyaloplasma, im Gegentheil das Solide, das isolirbare Fibrillum selbst; also ist wirklich das Innere der vorgetäuschten Röhre die leitende Substanz, ein Draht, welcher ununterbrochen von der Ganglienzelle bis zur innervirten Zelle reicht; das was als Wand der Röhre aussieht — die inter- oder perifibrilläre Substanz — ist auch wirklich nicht das Leitende (Fig. 11).

Da nun weiter die dunklen Linien in den Nerven und auch in den Muskelfasern einmal der Eindruck von interfibrillären Zwischenräumen sind, so sind diese mit einander — um die Primitivfibrillen. die vermeintlichen Zwischenräume, herum — eo ipso in Communication, welche nicht überall im gleichen Grade sichtbar sein

[1] Auch Methylenblau ist nach dem Verfahren von Ehrlich, Dogiel, Retzius u. A., wie erwähnt, nicht im Stande die Primitivfibrillen zu differenziren. In neuester Zeit habe ich eine Methylentinction (nicht Imprägnirung intra vitam) ausfindig gemacht, welche nicht nur sehr dauerhafte (gelungene Präparate sind nach 5 Monaten nur noch schöner geworden) und überhaupt bei Weitem reinere Bilder als die bisherigen Methoden liefert, sondern auch so regulirt werden kann, dass einzig und allein die absolut nicht varicösen leitenden Primitivfibrillen tingirt bleiben, eine beinahe unglaubliche Schärfe erlangen und die dickeren von ihnen sogar ihre Elementarfibrillen deutlich erkennen und weit verfolgen lassen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

muss; und so können die dunklen Linien, die Primitivfibrillen von Bütschli, in querer, ja sogar verschiedener Richtung mit einander verbunden sein. Der coagulirte Inhalt dieser thatsächlichen Zwischenräume kann aber auch in Form von regellos verfilzten Fäserchen erscheinen, und Rohde hat vollkommen Recht, dass diese Fäserchen, deren Zahl in seinen Zeichnungen durch gewaltige Myelinformationen vermehrt ist, nicht das Leitende der Nerven sind. Die Leitung besorgen eben die Primitivfibrillen, welche er nicht gesehen hat.

Die leitenden Primitivfibrillen selbst, wie sie sich an meinen Goldchlorid- und Macerationspräparaten darthun, sind nie varicös, sondern, obwohl sie ja beinahe immer wellig verlaufen, ganz glatt (Fig. 8 *A*). Die Varicosität wird immer durch die Zwischensubstanz des Nervenästchens, resp. durch den Mantel des Endästchens verursacht. Diese Kitt- oder Hüllsubstanz, welche auch das Myelin enthält, ist nicht immer gleichmäßig in der ganzen Länge der Fibrille vertheilt. Ihre Vertheilung hängt vom Dehnungszustande des Nerven ab. Sehr dünne Nervenästchen sind, wenn sie ungestreckt, ja sogar passiv verkürzt vor uns liegen, auffallend varicös; ganz glatt dagegen, wenn sie gedehnt sind. Eine Varicosität kann aber auch durch blasige Quellung entstehen; die Fibrillen selbst erfahren keine unregelmäßige Quellung; um so mehr die Inter- resp. Perifibrillärsubstanz, und diese bildet dann die Varices. Diese Art der Varicosität ist an Methylenblaupräparaten besonders auffällig. Meine Macerationsmethode löst die Zwischensubstanz auf, es bleiben höchstens geringe Coagulationsfäserchen übrig, welche hie und da an den glatten Primitivfibrillen kleben können, sich aber von diesen schon durch ihre Blässe deutlich abheben (Fig. 8 *Bb*).

Endlich seien noch die optischen Eigenschaften der Primitivfibrillen erwähnt. Was die contractile Substanz betrifft, so erscheinen die beschriebenen hellen Streifen des optischen oder wirklichen Längsschnittes auch zwischen gekreuzten Nicols hell und glänzend, besonders an frischen Präparaten; die dunklen Linien bleiben auch dunkel, von welcher Richtung man sie auch betrachten mag. Die hellen Streifen, oder die losmacerirten Stäbchen oder Leistchen, welche sich in erstere fortsetzen, erweisen sich als positiv einachsig doppeltbrechend, was bekanntlich die charakteristische Eigenschaft der contractilen Tagmen (der Inotagmen) ist. Die dunklen Linien können also schon aus diesem Grunde nicht den contractilen Primitivfibrillen entsprechen. Stehen die Primitivfibrillen senkrecht zum Gesichtsfelde, so sind sie bei gewöhnlichem

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Lichte zwar glänzend, bei gekreuzten Nicols aber dunkel. Bei gekreuzten Nicols sind sie dann am hellsten, wenn sie parallel zum Gesichtsfelde liegen. Verlaufen sie wellig und sind die Wellen senkrecht auf das Gesichtsfeld gerichtet, so erscheinen die Fibrillen aus hellen und dunklen Strecken zusammengesetzt, als ob sie, wie man es von den Muskelsäulchen der quergestreiften Muskelfasern annimmt, aus alternirenden isotropen und anisotropen Partien beständen. So kann z. B. eine glatte Muskelfaser der Hirudineen ganz die optischen Eigenschaften quergestreifter zeigen; denn auch bei gewöhnlichem Lichte können in ihr helle und dunkle Querstreifen sehr regelmäßig alterniren. Ich will mich hier auf diesen Gegenstand nicht weiter einlassen, so viel möchte ich aber schon bei dieser Gelegenheit mittheilen, dass triftige Gründe für die Annahme vorliegen, dass eine Querstreifung der sogenannten quergestreiften Muskelfasern zwar durch drei verschiedene Ursachen hervorgerufen werden kann, die eigentlich charakteristische aber durch den welligen Verlauf der Elementarfibrillen innerhalb der Muskelsäulchen bedingt wird; die Elementarfibrillen (s. unten pag. 365) selber sind auch hier in ihrer ganzen Länge eben so beschaffen, wie die der glatten Fasern. Der ganze Unterschied beschränkt sich in dieser Hinsicht darauf, dass die Elementarfibrillen der glatten Muskelfasern normal in gerader Linie parallel mit der Längsachse, diejenigen der quergestreiften normalerweise in regelmäßigen Wellenlinien verlaufen. Durch Contraction werden die Wellen verkürzt, in der ruhenden Faser sind sie verlängert: durch Dehnung über das normal Mögliche hinaus, ja sogar innerhalb des normal Möglichen, können sich die Wellen so verlängern, dass die Elementarfibrillen ganz gerade werden, und die früher quergestreifte Faser ganz den Eindruck einer glatten macht. Abwechselnde Verdickungen und Einschnürungen der Muskelsäulchen, wie sie Haycraft (in: Zeit. Biol. 28. Bd. 1891 pag. 105 ff.) zu seiner neuen Erklärung der Querstreifung nothwendig hat, sind nach meiner Ansicht, wo sie vorkommen, Kunstproducte. Die thatsächliche Unebenheit der Oberfläche der Faser selbst lässt sich in anderer Weise erklären, nämlich durch die zweite Art der Querstreifung, welche auf dem welligen Verlauf der Muskelsäulchen in ihrem Ganzen beruht, oder durch die dritte, welche durch Querfaltung des Sarcolemmas, resp. durch überwiegende Zusammenziehung der die Muskelfasern zusammenhaltenden Grundsubstanz des Gewebes entsteht.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Die leitende Substanz verleiht den Nervenfasern, vielleicht allen, seien sie von Wirbelthieren, seien sie von Wirbellosen, wie ich es bereits gezeigt habe und Ambronn bestätigt hat, eine doppelte Lichtbrechung. Diese hat neuerdings Ambronn als in Bezug auf die Längsachse negativ einachsig bestimmt. Losgelöste oder an den Rissenden hervorstehende, leitende Primitivfibrillen, wie ich sie besonders von Hirudineen darstellen konnte, zeigen aber in Bezug auf die Längsachse eine deutliche positiv einachsige doppelte Lichtbrechung, wie die contractilen Primitivfibrillen, nur bedeutend schwächer, wenigstens bei den Hirudineen. Extrahirt man die Nerven in Äther-Alkohol, so verschwindet die negative Lichtbrechung; die Interfibrillärsubstanz, d. h. die tingirbare Partie, verhält sich dann optisch neutral, wogegen die Primitivfibrillen selbst die positive Lichtbrechung zu Tage treten lassen. Die negative Lichtbrechung des Nerven wird also durch das Myelin, die positive hingegen durch die Primitivfibrillen, das eigentlich Leitende, verursacht. Das Myelin ist in den sogenannten marklosen Nervenfasern, so lange sie leben, in der interfibrillären Substanz gleichmäßig vertheilt; nach dem Absterben fließt es innerhalb der leitenden Substanz zu kleinen Tröpfchen zusammen oder bildet daselbst kleine Bläschen, Röhrchen, Kolben etc.; an den Schnitt-, resp. Rissenden quillt es aber in Form der bekannten Myelinformationen hervor. Überwiegen die optischen Eigenschaften des Myelins, so ist der Nerv negativ, überwiegen die der leitenden Primitivfibrillen, so ist er positiv doppeltbrechend, wodurch die Befunde Ambronn's, was das Wechseln der optischen Eigenschaften betrifft, erklärt werden. Die positive Doppelbrechung fand ich aber nie so auffallend, wie die entsprechende negative.

Meine Untersuchungen über die contractile und leitende Substanz erstrecken sich zwar auf sehr verschiedene Wirbelthiere und Wirbellose; das im Vorhergehenden Mitgetheilte fand ich zwar im Wesentlichen überall bestätigt: ich habe jedoch die erwähnte Vergoldungs- und Macerationsmethode, nach welcher ich die am meisten beweisenden Nervenpräparate erhielt, erst bei den Hirudineen vollkommen auszuproben Gelegenheit gehabt[1]. Specielleres könnte ich also vorläufig nur über diese Gruppe mittheilen. Für die Muskelfasern habe

[1] Dasselbe kann ich von der oben erwähnten Methylenblautinction sagen, welche aber auch bei *Lumbricus*, *Astacus* und *Unio* sehr schöne Resultate geliefert hat.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ich es gegen Bütschli bereits gethan; und auf die Nervenfasern will ich mich auch diesmal nicht tiefer einlassen. Ich habe Einiges von meinen Präparaten in den beigegebenen Figuren (Fig. 6—11) abzubilden versucht und beschränke mich darauf, dieselben zu erklären. Die Präparate selbst stehen Jedem zur Verfügung, der sich von den vorgelegten Thatsachen mit eigenen Augen überzeugen will.

Da aber ohne die Kenntnis meiner histologischen Parallele zwischen Nervenzellen und Muskelzellen weder das Vorhergehende hinreichend gewürdigt, noch das Folgende richtig verstanden werden kann, so verweise ich auf meine früheren Mittheilungen[1] und fasse das Wesentlichste davon in einigen apodiktischen Sätzen kurz zusammen.

Nervenzelle und Ganglienzelle sind histologisch und physiologisch verschiedene Zellarten. Phylogenetisch stammen sie wohl von gemeinsamen Epithelvorfahren: die Nervenzellen und Ganglienzellen sind nach zwei verschiedenen Richtungen hin differenzirte Neuroganglienzellen, und diese waren bloß umgestaltete Sinnesepithelzellen, von deren ursprünglichen morphologischen Eigenschaften die Nervenzellen mehr als die Ganglienzellen behalten haben. In der Ontogenese ist dies aber keineswegs immer der Fall; die Nervenzellen scheinen vielmehr meistens aus frühzeitig von den Ganglienanlagen getrennten ektodermalen Epithellagen zu entstehen.

Die Nervenzelle findet in der Muskelzelle in jeder Hinsicht ihr Gegenbild.

Als Nervenspindel, resp. Muskelspindel, bezeichne ich jene Strecke einer Nervenfaser, resp. jene Muskelfaser, welche entweder dauernd einer Zelle entspricht oder — durch endogene Zelltheilung mehrzellig geworden — wenigstens auf eine bereits differenzirte embryonale Nervenzelle resp. Muskelzelle zurückzuführen ist. So sind die Muskelspindeln der glatten Muskulatur in der Regel einzellig; die der quergestreiften Muskulatur sind dagegen meistens mehrzellig[2].

Nervenspindel und Muskelspindel können sich sowohl an ihren

---

[1] Studien über die Histologie der Najaden (ungarisch). in: Math. Nat. Abh. Ungar. Akad. Wiss. 14. Bd. 1884. Ein deutscher Auszug in: Biol. Centralbl. 7. Bd. 1887. — Nach welcher Richtung hin soll die Nervenlehre reformirt werden? in: Biol. Centralbl. 9. Bd. 1889. — Über den Unterschied zwischen Nervenzellen und Ganglienzellen (ungarisch). in: Gyógyászat (Heilkunde) 31. Jahrg. 1891. — Über die Schaumstructur hauptsächlich bei Muskel- und Nervenfasern. in: Biol. Centralbl. 11. Bd. 1891. Nachtrag. Ebenda.

[2] Andere wollen letztere bloß als mehrkernig und dann beide auch entwickelt als je einer Zelle entsprechend auffassen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Enden in sehr verschiedenem Grade verzweigen als auch seitliche Ästchen, Fäserchen abgeben (die Collateralen der Nervenfasern). Die Endästchen der Muskelspindel dienen entweder als Ansatz oder als Ursprung.

Nervenfasern werden entweder dadurch gebildet, dass sich mehrere Nervenspindeln hinter einander reihen und mit einander verwachsen, und dann können, von kleinen Collateralen abgesehen, bloß die terminal gelegenen Spindelenden Verzweigungen eingehen (Vertebraten, Arthropoden, Mollusken); oder jede Nervenfaser wird von einer Nervenspindel gebildet, welche mit ihren Endästchen vom Centrum bis zur Peripherie, resp. von einem Centrum bis zum anderen reicht. Die centralen Endästchen der Nervenspindel treten, falls sie nicht frei endigen, mit den Ganglienzellen, die peripheren, wenn sie nicht ebenfalls frei endigen, mit den zu innervirenden Zellen in Verbindung (Fig. 4 u. 5)[1].

Von Muskelspindeln und Nervenspindeln giebt es zwei Haupttypen; dabei sind aber sowohl Combinirungen der beiden, namentlich in den Nerven, als auch verschiedene Übergänge zwischen den beiden vorhanden. Der eine Spindeltypus ist der bündelförmig-massive, der andere der röhrenförmig-hohle. Letzterer Typus geht in der Histogenese oft (vielleicht immer) durch den ersteren hindurch. Röhrenförmig sind z. B. sowohl die Nervenspindeln mit Markscheide bei den Wirbelthieren und den Crustaceen als auch die scheidenlosen Spindeln mancher anderer Wirbellosen. Bündelförmig sind u. a. die nackten Spindeln der Wirbelthiere (die Remak'schen Fasern); aus solchen fand ich auch die Nerven der Muscheln etc. zusammengesetzt. Den combinirten Typus zeigen die Hirudineen und wahrscheinlich auch andere Annulaten. In der Gegend des Kernes

---

[1] Die Art und Weise, wie sich die centralen Verästelungen der Nervenspindeln mit den Ganglienzellen verbinden, habe ich schon vor mehreren Jahren richtig gesehen und beschrieben (»Nach welcher Richtung hin etc.« l. c.) und mich mit meiner neuen Methylentinction wieder davon überzeugt. Bei der Ganglienzelle angelangt, divergiren die Primitivfibrillen des betreffenden Spindelastes und umgeben in der Richtung der Meridiane die Ganglienzelle, um sich nachher in den »Dendritenfortsätzen« der Ganglienzelle zu vertheilen oder in denselben Spindelast wieder zurückzukehren, resp. in dessen Verzweigungen abzulenken. Die einzelnen Primitivfibrillen spalten sich in ihre Elementarfibrillen und diese verbinden in schräger Richtung die Meridiane mit einander. Die Elementarfibrillen endigen also in den Ganglienzellen nicht und verflechten sich auch nicht mit dem eventuellen Faserwerk im Zellkörper der Ganglienzelle.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

unterscheiden sich letztere Nerven von den beiden Haupttypen kaum; bald sind sie dem einen, bald dem anderen ähnlicher. Nur in dem weiteren Verlauf der Spindel resp. in ihren Verästelungen vereinigen sich Bündel von leitender Substanz mit Röhren.

Fig. 1 stellt schematische Quer- und Längsschnitte des bündelförmigen, Fig. 2 (*C* ausgenommen) des röhrenförmigen und Fig. 3 des combinirten Typus, letztere durch Nerven von Hirudineen, dar.

Was die Muskelspindeln betrifft, so sind z. B. die quergestreiften der Wirbelthiere und der Arthropoden, sämmtliche Muskelspindeln der Mollusken, der Chaetopoden etc. bündelförmig; röhrenförmig sind u. a. die der Hirudineen. Erstere illustrirt Fig. 1, letztere Fig. 2 *Aa*, *Ab* u. *C*, sowohl als auch Fig. 6.

Die contractile Substanz ist ein intracelluläres Protoplasmaproduct der Muskelzelle; die leitende Substanz ein intracelluläres Protoplasmaproduct der Nervenzelle. (Die Nervenzelle producirt das Leitende, die Ganglienzelle das zu Leitende.)

Das eigentlich Fortlebende, der Kern und das Protoplasma der Muskel-, resp. Nervenzelle, bildet bald den überwiegenden (Fig. 2 *Aa*, *Ab*), bald einen beinahe verschwindend kleinen (Fig. 1 *Aa*, *Ab*) Theil der Spindel. Auch befindet sich der Kern und das Protoplasma in beiden Typen bald innerhalb der contractilen resp. leitenden Substanz (Fig. 1 und 2 *Aa*), bald außerhalb (Fig. 1 *Ab* und Fig. 2 *Ba*, *Bb*); oder in dieselben eingebettet. Nicht selten befindet sich ein Theil des Protoplasmas mit dem Kern außerhalb der leitenden Substanz, wogegen der andere Theil, von Zellsaft sehr gelockert, das Lumen der röhrenförmigen Nervenspindel ausfüllt. (Fig. 2 *Ba*, *Bb*: Nervenfasern mit Markscheide bei den Wirbelthieren und den Crustaceen.) Was aber die Lage des Kerns zur Längsachse betrifft, so halten sich die vor und hinter dem Kerne befindlichen Mengen von contractiler oder leitender Substanz in den meisten Fällen das Gleichgewicht.

Die contractile Substanz besteht aus den eigentlich contractilen Primitivfibrillen und aus einer interfibrillären Substanz, welche die mehr oder weniger beträchtlichen Zwischenräume zwischen den Primitivfibrillen ausfüllt.

Die leitende Substanz besteht ebenfalls aus den eigentlich leitenden Primitivfibrillen und aus einer interfibrillären Substanz, welche der der Muskelspindeln entspricht. Nicht selten überwiegt das Interfibrilläre an Menge das eigentlich

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Leitende; und dann ist jener Theil der interfibrillären Substanz, welcher die Primitivfibrillen unmittelbar umgiebt, die perifibrilläre Substanz, etwas anders beschaffen als der übrige; er ist namentlich viel dichter und enthält mehr Myelin.

Myelin ist in allen Nerven vorhanden. Es kann, mehr oder weniger gleichmäßig, in der interfibrillären Substanz vertheilt sein, oder es bildet eine gesonderte periphere Lage (die Markscheide) in der Wand der Spindel, welche in diesem Fall immer zum röhrenförmigen Typus gehört (Fig. 2 *Ba*, *Bb*).

Der Verlauf der Primitivfibrillen entspricht immer der Hauptrichtung der Spindel und in ihren Verästelungen der Längsachse des betreffenden Astes. In einer Muskelspindel können die Primitivfibrillen je nach ihrer Lage zwar verschieden lang sein, sie durchsetzen aber immer ununterbrochen die ganze Spindel.

Auch in einer und derselben Nervenfaser können die Primitivfibrillen verschieden lang sein, immer reichen sie aber ununterbrochen vom Centrum bis zur Peripherie oder bis an andere Centren.

Die contractilen Primitivfibrillen können außer in cylindrischer Form (als Muskelsäulchen, Primitivsäulchen) auch als Leistchen oder Bänder (Primitivleistchen der Hirudineen) auftreten; von leitenden Primitivfibrillen kenne ich dagegen nur die cylindrische Form.

Die Primitivfibrillen, sowohl die leitenden, als auch die contractilen, sind je nach ihrer Stärke aus mehreren Elementarfibrillen zusammengesetzt, oder sie entsprechen selbst einer Elementarfibrille. Die Elementarfibrillen können wir innerhalb der Primitivfibrille gewöhnlich nicht unterscheiden; stärkere Primitivfibrillen können aber durch geeignete Macerirung gelegentlich in ihre Elementarfibrillen aufgelöst werden. Andererseits kann man — falls gelungene Vergoldungen zur Verfügung stehen — auch in den peripherischen Endverzweigungen der Nerven sehen, wie sich dickere Primitivfibrillen allmählich in dünnere Ästchen spalten und endlich für die einzelnen zu innervirenden Zellen die allerdünnsten Elementarfibrillen abgeben. Die Elementarfibrillen scheinen — bei einem und demselben Thiere wenigstens — gleich dick zu sein; die contractilen Elementarfibrillen sind aber bei den Hirudineen dicker als die leitenden[1].

---

[1] Die leitenden Elementarfibrillen in den dickeren Primitivfibrillen von *Hirudo* werden nach meiner Methylenblautinction etwas gelockert und sind dann deutlich zu erkennen. Primitivfibrillen, welche nicht dicker sind, als 0,1 μ = $^1/_{10000}$ mm) sind, kann man durch mehrere Gesichtsfelder verfolgen. Primitiv-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Der protoplasmatische Theil der Spindel reicht in die dünneren Verzweigungen nicht mehr hinein, ausgenommen gewisse centrale Endäste bei den Nerven, welche zu Ganglienzellen führen. Jene bestehen also bloß aus leitender, resp. contractiler Substanz. Verfolgt man die Nervenästchen gegen die Peripherie, so findet man in denselben bald nur noch eine Primitivfibrille, welche mit einem Mantel von perifibrillärer Substanz umgeben ist; auch die Primitivfibrille verästelt sich weiter, bis sie, wie schon gesagt, in Elementarfibrillen aufgelöst ist. Noch ist aber die Elementarfibrille, das eigentliche Nervenende, von einem perifibrillären Mantel umgeben. Dieser bildet die verschiedenen Varicositäten, die Endplatten an den Epithelzellen etc. und bleibt an der Oberfläche, wogegen die Elementarfibrille wohl meist in die betreffende Zelle hineindringt.

Wo sich nun die Primitivfibrillen speciell bei den Hirudineen befinden und wie sie sich unter dem Mikroskop präsentiren, will ich an der Hand der hier beigegebenen Holzschnitte etwas eingehender darstellen.

Fig. 6 zeigt Querschnitte röhrenförmiger Muskelspindeln von *Pontobdella*, alle vor oder hinter dem Kern. Nach den üblichen Tinctionen, und besonders nach meiner Hämatoxylintinction, erscheint der axiale Theil (*p*), ein durch Zellsaft sehr gelockertes Protoplasmanetz, viel heller als der Mantel aus contractiler Substanz. Letztere besteht immer aus einer Lage meist leistchenförmiger Primitivfibrillen, welche von der interfibrillären Substanz mit einander verkittet werden. Diese interfibrilläre Substanz ist, in Form von kurzen Linien, welche mit einander parallel auf der Oberfläche der Spindel vertical stehen, schwarz gezeichnet, da sie in gelungenen Präparaten allein tingirt ist. Diese Linien des Querschnittes haben Bütschli und alle Anderen für das contractile Protoplasma gehalten, Ersterer speciell aus je einer radiären Wabenreihe bestehend beschrieben. Andere haben die darin liegenden Körnchen, gelegentlich radiäre Reihen (*C*), für Querschnittbilder von Primitivfibrillen demonstrirt. Die in der Zeichnung hell gelassenen Zwischenräume zeichnen sich im Präparat durch einen eigenthümlichen Glanz und gelblich-grünlichen Schimmer aus; sie sind gegen den viel weniger lichtbrechenden

---

fibrillen, wahrscheinlich schon einzelne Elementarfibrillen von 0,05 μ, kann man in den Ganglien und Connectiven von *Hirudo* noch scharf unterscheiden.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

(daher in *C* dunkler dargestellten) protoplasmatischen Theil durch eine schwarze Reflexlinie deutlich abgegrenzt; gegen die Peripherie grenzt sie dagegen eine Zone erhärteter Interfibrillärsubstanz (g_1 in *D*) ab, welche ihrerseits an eine ebenfalls erhärtete Grenzschicht der hyalinen Grundsubstanz des betreffenden Gewebes (g_2 in *D* und *F*) stößt. Eine eigentliche Zellmembran, welche — aus chitinoider (chitinartiger) Substanz bestehend — schonenden Macerirungen Widerstand leisten würde, besitzen die Muskelspindeln der Hirudineen nicht.

Wie irrthümlich es von Bütschli war, die hellen Leisten (*l*) als Wabenreihen gewöhnlichen Protoplasmas zu bezeichnen, zeigt ein Blick auf gelungene Goldpräparate (*E* und *F*) am schlagendsten. Das wirklich gewöhnliche Protoplasma (*p*) des Lumens erscheint stark granulirt und sehr dunkel violett: dieselbe Farbe setzen die Streifen *if* gegen die Peripherie fort, wogegen die dazwischen liegenden Felder *l* beinahe ganz farblos bleiben und sich durch Lage, Form und eigenthümliche Lichtbrechung, durch einen starken Glanz, als identisch mit den Leistchen *l* in *C* und *D* erweisen. Und doch sollen nach Bütschli diese, weil sie sich durch Carmin, Hämatoxylin etc. kaum färben lassen, Wabenreihen gewöhnlichen Protoplasmas darstellen. Hätte Bütschli Recht, so müssten diese »Wabenreihen« eine ähnliche Goldreaction wie das medulläre, wirklich gewöhnliche Plasma zeigen, und nicht die mit ihnen alternirenden, welche ja aus contractilem Plasma bestehen sollen. Die Sache verhält sich also genau umgekehrt, wie er und beinahe alle anderen Autoren es meinten. — Die glänzenden contractilen Leisten *l*, deren gewöhnliche Form bei Pontobdella *D* genauer darstellt, sind vollkommen homogen; es lässt sich nicht eine Spur von Wabenstructur in ihnen auftreiben; es würde mir aber wahrscheinlich auch gelingen, eine solche künstlich herzustellen.

Fig. 7 stellt Theile von Muskelfasern einer *Pontobdella* vor. Die in *A* und *B* weniger, in *C* stärker macerirten, ungefärbten Muskelfasern sind mit Nadeln zerstückelt; an den Rissenden ragen die Primitivleistchen frei vor: *l* in *A* und l_1 in *C* auf der Kante stehend, l_2 auf die Fläche umgebogen. Das, was da frei hervorragt, ist die Fortsetzung der lichten Längsfelder, welche im Präparat stark glänzen und das Licht doppelt brechen. Die schmäleren, dunkel erscheinenden Linien *if* ragen nirgends hervor: was eventuell so scheinen könnte, sind die dunklen Reflexlinien, welche die hervorragenden, glänzenden Leistchen begleiten. Zwischen den ganz

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

homogenen glänzenden hellen Streifen (den Leistchen) befinden sich in den dunklen Linien kleinere und größere Körnchen. Diese verleihen den dunklen Linien, da sie oft dicker und ziemlich regelmäßig (wie in *A* angedeutet) angeordnet sind, ein Aussehen, welches mehrere Autoren als moniliform bezeichnen; dieselben Körnchen sehen wir auch auf dem Querschnitt in radiäre Reihen angeordnet. Die Primitivfibrillen selbst sind nie moniliform, sondern ganz glatt. Ich finde Stückchen von ihnen in meinen Macerationspräparaten oft ganz isolirt, bald auf der Kante stehend, bald auf der Fläche liegend (*C*. l_1 und l_2). Immer zeigen sie die charakteristischen optischen Eigenschaften sehr deutlich (mit dem Altern des Präparates allmählich bedeutend schwächer). In tangentialen Längsschnitten sieht man sie immer von der Kante; in Längsschnitten dagegen, welche durch die Hauptachse der Spindel geführt sind, von der Fläche (*l* in *B*); l_2 in *C* zeigt auch, dass die Kanten der Primitivleisten etwas verdickt sind.

Fig. 8 *A* zeigt den Verlauf und den Charakter der leitenden Primitivfibrillen aus der Darmwand von *Pontobdella* nach Goldbehandlung[1]. Innerhalb eines kleineren Nervenastes, welcher nur noch aus leitender Substanz besteht, sehen wir dickere und dünnere Primitivfibrillen (*f*); sie verlaufen alle wellig und sind ohne Mühe weit (oft durch das ganze Präparat) zu verfolgen. *if* ist die interfibrilläre Substanz, im Präparat blass hortensiaroth, von welcher die dunkelvioletten, beinahe schwarzen Primitivfibrillen deutlich abstechen. f_1 ist eine in kurzen Wellen ganz isolirt verlaufende, bei *l* abgerissene Fibrille, welche von einem blassen perifibrillären Mantel umgeben ist, aus welchem aber bei *l* die Fibrille etwas hervorragt. Die Contouren des Mantels verlaufen im Gegensatz zur Wellenlinie der Fibrille ziemlich gerade. Die Primitivfibrille f_1 giebt dünnere Ästchen f_2 (Primitivfibrillen) ab. Die dickste Primitivfibrille f_3 begegnet einer sympathischen Ganglienzelle *g*: sie spaltet sich in dünnere Fibrillen und verbreitet diese um die Zelle herum; die

[1] Besonders schön zeigen sich die feinsten Primitivfibrillen nach der erwähnten Methylenblautinction bei *Hirudo* in den motorischen Bündeln der Bauchganglien und ihrer Seitennerven. Ich habe mich hier nämlich davon überzeugen können, dass die motorischen Primitivfibrillen compacte Bündel bilden, die sensorischen dagegen in die Wand von Röhren eingelagert sind. In den Nerven der Hirudineen, welche zum gemischten Typus gehören, sind also die Bündel motorische, die Röhren (mit sehr vielen Collateralen in den Ganglien) sensorische Bahnen: erstere verbreiten sich im Ganglion mehr ventral, letztere mehr dorsal.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

dünnen Ästchen sammeln sich aber wieder, und die dicke Primitivfibrille setzt ihren Weg weiter fort.

Fig. 8 *Ba* und *Bb* zeigt glasstäbchenartige Stücke von Primitivfibrillen, welche aus den Längscommissuren von *Pontobdella* herauszumaceriren sind. Bei *Ba* sieht man rechts zwei Primitivfibrillen dicht neben einander liegen; links liegen sie schon über einander, und ebendort spalten sich zwei dünnere Primitivfibrillen, in Folge der starken Macerirung, ab. Bei *Bb* ist an einer Stelle noch etwas perifibrilläre Substanz zu sehen. *C*, ein Stückchen derselben Längscommissur, zeigt dicht neben einander gelagerte Primitivfibrillen in situ: stark glänzende helle, homogene Streifen. Die Fortsetzung von solchen ragt in *D* am Rissende frei hervor. Dass die hellen, homogenen Streifen nicht der optische Ausdruck von Septen, radiären Leisten in der Commissur (Fig. 11 *ns*) sind, wird schon in diesem Bilde dadurch bewiesen, dass ihr dem Beobachter entgegengekrümmtes Ende einen kreisförmigen Querschnitt hat. Auch ihre optischen Eigenschaften beweisen, dass sie dasselbe sind, wie die frei herausmacerirten Stäbchen *Ba* und *Bb*. Die dunklen Linien in *C* bedeuten die Reflexlinien, welche die glänzenden Stäbchen begleiten. — Die Primitivfibrillen erscheinen in diesem Präparat desshalb nicht so wellig, wie im Chlorgoldpräparat, weil die Längscommissur, welche macerirt wurde, bei der normal möglichen größten Streckung des Thieres in gedehntem Zustande fixirt war. — Die optischen Eigenschaften der Primitivfibrillen sind, von der Farbe abgesehen, auch nach Goldbehandlung dieselben, wie ungefärbt.

In dem tangentialen Längsschnitt aus dem Connectiv (der Längscommissur), welcher — ein Balsampräparat, nach meiner Hämatoxylinmethode gefärbt — in Fig. 9 wiedergegeben ist, treten die Primitivfibrillen *f* in der Form von homogenen, ungefärbten Längsstreifen auf. Die dunklen, hier auffallend geraden Linien bedeuten zum Theil Reflexe und zum Theil die dunkelstahlgrau tingirte perifibrilläre Substanz[1].

Fig. 10 und 11 sollen die Lage der Primitivfibrillen in dem Connectiv und dem Faivre'schen Nerv von *Pontobdella* näher angeben. Fig. 10 stellt einen genauen Querschnitt nach vollkommener Streckung und Goldbehandlung dar. Bei *Pontobdella* und den meisten

---

[1] Jene hellen Streifen, resp. die losgelösten glasstäbchenartigen Fibrillenstücke sind das, was nach meiner Methylentinction, wenn alles Interfibrilläre und Perifibrilläre entfärbt ist, in Form von glatten stahlblauen, mehr oder weniger violetten scharfen Linien ohne jede Varicosität erscheint. Die Varicositäten sind nur dann sichtbar, wenn die perifibrilläre Substanz mitgefärbt ist.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

anderen Hirudineen ist jedes je eine kolossale Nervenspindel, welche an ihren leitenden Enden, in je einem Ganglion. reiche Verästelungen eingeht, in deren leitende Zone aber Fortsätze vor und dahinter liegender Connectivspindeln eingekeilt sind. Diese Fortsätze sind es, welche die durchgehenden Primitivfibrillen durch ein Ganglion in das andere führen und so entferntere Somite mit einander nervös verbinden. In Fig. 10 *A* ist gerade der Kern der Connetivspindel getroffen. Um den Kern *k* herum befindet sich eine medullare Zone aus lockerem Protoplasma mit viel Zellsaft. Eine gewisse Anzahl von Primitivfibrillen scheint sich gegen die Peripherie zu schon innerhalb dieser Zone differenzirt zu haben. Die auch hier (weiter vom Kern aber, z. B. in Fig. 11, noch mehr) überwiegende corticale Zone bilden radiäre Leisten aus leitender Substanz (*l.ls*). Dieselben erscheinen hier in ihrer Gesammtheit bedeutend dunkler, als der Kern, welcher seinerseits etwas dunkler als die blasse protoplasmatische Zone ist.

Die Leisten aus leitender Substanz, die eigentlichen Septen, werden von einander durch Spalten getrennt, welche nur in Goldchloridpräparaten so weit, wie hier gezeichnet, erscheinen (*issp*: Interseptalspalten). Sie sind im Präparat ganz farblos; das medullare Protoplasma setzt sich nämlich in die Spalten nicht fort. Dieselben sind bei *Pontobdella* im natürlichen Zustand nur virtuell vorhanden, indem sich die benachbarten Seitenflächen der Septen (*ps.ls*) in Fig. 11) unmittelbar an einander schmiegen, und sind nach anderen Methoden bei *Pontobdella* gar nicht zu demonstriren, wohl aber bei gewissen anderen Hirudineen.

Die Septen, welche von der Peripherie bis an die medullare Zone reichen, wollen wir schlechthin als Hauptsepten bezeichnen. Sie sind keilförmig, mit der schmalen Kante nach der Peripherie. Durch diese Lage der Hauptsepten entstehen dreieckige Zwischenräume, welche von den Nebensepten ausgefüllt werden. So seien nämlich die kleineren Septen genannt, welche nicht bis an die medullare Zone reichen. Die Nebensepten sind ebenfalls keilförmig oder bandförmig, nur ist die schmale Kante des Keils nicht gegen die Peripherie, sondern gegen das Centrum gewendet. Die Nebensepten sind zum Theil eingeschaltete Fortsätze benachbarter oder entfernterer Spindeln, welche in auf- oder absteigender Richtung hinter einander liegende Somite unter sich verbinden.

Die Septen, welche von dem betreffenden Connectiv selbst gebildet werden, sind als Längsfalten der Wand der ursprünglich

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

dünnwandigen, röhrenförmigen Connectivspindel (primären Nervenröhre) aufzufassen. Indem sich nun die eingefaltete Wand, welche aus leitender Substanz besteht, nach außen verdickt, wird der Hohlraum innerhalb der Falte (zwischen den zwei Lamellen der Falte) ausgefüllt. Aber nicht vollkommen; es entstehen weitere und engere Röhren in der leitenden Substanz, welche das ganze Connectiv durchziehen und sich in die Ganglien fortsetzen, um sich dort zu verzweigen. Man kann sie secundäre Nervenröhren nennen, indem sie sich innerhalb der Wand der primären Nervenröhre, der Connectivspindel, differenzirt haben und ihre Wand aus leitender Substanz besteht.

Die leitende Substanz ist also in den Connectiven (Längscommissuren) von *Pontobdella* durch die Septen vertreten, welche nach Goldchloridbehandlung in Fig. 10 *A* (*l.ls*), nach gewöhnlichen Tinctionen in Fig. 11 *A* (*ps.ls*) abgebildet sind.

Was die Vertheilung der Bestandtheile der leitenden Substanz in den Septen betrifft, so bilden die Primitivfibrillen zuerst gegen die Oberfläche der Septen eine dichtere Lage. In dieser oberflächlichen Lage befinden sich, außer einigen dickeren (Fig. 8 *D*), meist sehr dünne Primitivfibrillen. Die übrigen, dickere und dünnere, liegen im Inneren des Septums, ziemlich unregelmäßig und gar nicht dicht eingestreut; auch um die Röhren herum (*rl* in Fig. 10 und *rl* (*N*) = Neurochord in Fig. 11) bilden sie keineswegs immer eine distincte Lage. Das Myelin der Interfibrillarsubstanz sammelt sich hauptsächlich in der unmittelbaren Umgebung der einzelnen Primitivfibrillen und ist gegen die Oberfläche des Septums am auffallendsten. Die secundären Nervenröhrchen (so z. B. die Neurochorde) sind mit einem glashellen, dünnflüssigen Zellsaft prall gefüllt, welcher nur nach ungeeigneter Behandlung ein körnig-faseriges Coagulum entstehen lässt.

Auf Längsschnitten können wir also die Primitivfibrillen wohl parallel mit einander, aber nie in regelmäßigen, gleichen Abständen finden; ist der Schnitt sehr dünn (wie z. B. in Fig. 9), so werden wir gelegentlich auffallend wenig Primitivfibrillen darin entdecken können: wir können gerade das Lumen der Röhren und im Innern der Septen solche Stellen getroffen haben, wo eben gar keine Primitivfibrille in die Schnittebene fällt, oder höchstens eine. Ist noch dazu das Connectiv nicht einmal gehörig gedehnt, so dass die Fibrillen wellig verlaufen, und ist vielleicht auch die Schnittrichtung

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

etwas schräg, so wird es uns, je dünnere Schnitte wir machen, um so schwerer fallen, die Primitivfibrillen in ihrer Continuität zu entdecken. Ein körnig-fibrilläres Coagulum des Zellsaftes und der Interfibrillärsubstanz kann mit Theilstücken der Primitivfibrillen, durch reichliche Myelinformationen unterstützt, das prächtigste Substrat für eine Rohde'sche Paraffinserienhistologie liefern.

Im Querschnitt erscheinen die Primitivfibrillen nach Goldchloridbehandlung (Fig. 10) als kleinere und größere schwarze Flecke von rundlicher Gestalt, welche trotz der Färbung einen auffallenden eigenen Glanz behalten, falls man nur Celloidinschnitte und in verdünntem Glycerin untersucht. Die Interfibrillärsubstanz, mit ihrem fein vertheilten Myelin, ist röthlichviolett: Myelinformationen hatten keine Zeit zu entstehen. Der Inhalt der Röhrchen ist vollkommen hyalin, blass rosenfarbig. Die Interseptalspalten (*issp*) sind ganz farblos, da sie ja erst nach der Imprägnirung künstlich bis zur Sichtbarkeit erweitert worden sind.

So zu sagen ganz das Negativ dieses Bildes zeigen die Querschnitte aus Objecten, welche nicht mit Goldchlorid behandelt, sondern nach einer der üblichen Methoden tingirt worden sind. Fig. 11 stellt einen Querschnitt aus dem Connectiv von *Pontobdella* gerade durch eine Stelle dar, wo sich das Connectiv zufällig etwas nach oben verbogen hatte, so dass die untere Hälfte des Bildes einen genauen Querschnitt zeigt, die obere dagegen in einen tangentialen Längsschnitt übergeht: ein Umstand, welcher dem Präparat eine ganz besondere Beweiskraft verleiht.

Zu allererst fallen uns an Stelle der Interseptalspalten von Fig. 10 radiäre Balken auf, welche sich gegen die Peripherie zu verzweigen scheinen. Sie lassen sich nach starker Färbung mit meinem Hämatoxylin dunkelgrau bis schwarz tingiren; nach einer schwächeren Färbung — oder auch ungefärbt — erscheinen sie mehr oder weniger bräunlichgelb und zeigen einen deutlichen Myelinglanz, vorausgesetzt, dass das Object beim Einbetten in Celloidin nicht allzu lange der Einwirkung von Äther-Alkohol ausgesetzt war. Vergleicht man Fig. 10 mit Fig. 11, so sieht man sofort, dass diese Balken nur der optische Eindruck davon sind, dass die Seitenflächen benachbarter Septen, wo sich die Interfibrillärsubstanz gerade durch besonders viel Myelin auszeichnet, einander unmittelbar berühren. Auch gegen das Centrum und gegen die Peripherie sind die Septen natürlich durch deutliche, scharfe Linien abgegrenzt. Nur das

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Auftreten von gewaltigen Myelinformationen kann diese Linien so splitterig machen, wie sie Rohde gezeichnet hat. Auch die Contouren der Röhrchen sind scharfe Linien, welche sich von der blasseren Grundsubstanz der Septen deutlich abheben.

Das Querschnittsbild der Primitivfibrillen ist aber hier ein kleiner Kreis, welcher — je nach der Einstellung — auch den Eindruck eines glänzenden Punktes machen kann; oder es erscheint im Centrum des kleinen Kreises ein noch kleinerer dunkler Punkt. Um den kleinen Kreis herum ist, wenn dieser im Innern des Septums liegt, ein heller Hof, welcher seinerseits ebenfalls von einer ziemlich scharfen Linie begrenzt wird: der optische Eindruck des Mantels aus perifibrillärer Substanz. Man sieht sowohl in *A* als auch in *B*, wie die im Querschnitt punktförmigen Primitivfibrillen in die hellen Streifen des Längsschnittes übergehen; man sieht, wie sich die dunkel gezeichneten Radiärbalken in die dickeren dunklen Längslinien fortsetzen. Die dünneren dunklen Längslinien sind aber meistentheils Reflexe, welche die Primitivfibrillen eben so nur scheinbar begleiten, wie jene kleinsten Kreise den Querschnitt derselben umgeben.

Je mehr von den eigenthümlichen optischen Eigenschaften der Bestandtheile in solchen Präparaten zum Ausdruck kommt, einen um so leichteren Einblick kann man in die Beschaffenheit des Connectivs und in die der Nerven überhaupt gewinnen. Das Einschmelzen in Paraffin zerstört manche Feinheiten, das Einschließen in stark lichtbrechende Medien löscht die natürlichen Contouren, welche auf Lichtbrechungsdifferenzen beruhen, aus; zu dünne Schnitte lassen die optischen Eigenthümlichkeiten der Bestandtheile nicht zur Geltung kommen. Die Hauptsache ist hier, dass die Commissur gehörig gedehnt sei und man die Richtung des Schnittes genau kenne. Ein richtiger Querschnitt ist, wenn auch 20 μ dick, mehr werth, als wenn er 1 μ dünn ist. Man täuscht sich sehr, wenn man glaubt, der Lösung schwieriger histologischer Probleme durch das Übertreiben des Dünnschneidens näher gekommen zu sein. Gewiss ist die Herstellung tadelloser Serien von Schnitten, welche 1 μ dünn sind, eine schöne Kunst, nur hat sie bei der heute noch so rohen Vorbehandlung des Objectes für die Wissenschaft sehr wenig Werth. Aus Schnitten von 1 μ Dicke können wir nur ganz ausnahmsweise mehr lernen, als aus 5 μ dicken, wohl aber meistens viel weniger, davon abgesehen, wie oft sie ganz Falsches zeigen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

So weit vom Kern des Connectivs, wie der Schnitt in Fig. 11 liegt, nimmt das medullare Protoplasma nur noch sehr wenig Raum ein, noch weiter stoßen die Septen im Centrum beinahe an einander. Die wenigen Primitivfibrillen, welche im centralen Theil in Fig. 11 noch sichtbar sind, setzen dann ihren Weg innerhalb der Septen weiter bis in das Ganglion fort, wo die Septen aus einander rücken, sich verästeln und in Röhren und Bündel auflösen. — Der FAIVRE-sche Nerv besitzt nirgends einen protoplasmatischen axialen Theil, also auch keinen Kern; im Übrigen ist er (*B* in Fig. 10 und 11) ganz so beschaffen, wie die Connective. Seine Bedeutung und seine Entstehung zu schildern, würde zu weit führen.

Die hier mitgetheilten und an Hirudineen illustrirten Thatsachen werde ich bei nächster Gelegenheit auch für andere Gruppen aus einander zu legen versuchen.

Kolozsvár, im October 1891.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel 24.

Fig. 1. *Aa.*, *Ab.* schematische Querschnitte, *Ba.* und *Bb.* Längsschnitte vom bündelförmigen Typus der Nerven resp. Muskelspindeln, *Bc.* eine ganze Muskelspindel. *k.* der Kern. *p.* der protoplasmatische Theil, *les.* contractile resp. leitende Substanz, *cs.* contractile Substanz. Die leitende resp. contractile Substanz ist mit Kreuzstrichen schraffirt.

Fig. 2. *Aa.* und *Ab.* Querschnitte von Nerven- resp. Muskelspindeln des röhrenförmigen Typus. *Ac.* Querschnitt durch die Äste einer röhrenförmigen Nervenspindel, welche durch eine Bindegewebshülle (*bg.* resp. Neurilemm) zusammengehalten werden; *Ad.* die weitere Verästelung quer und schräg getroffen, das Lumen der Röhre (*p.* und *rl.*) ist hier schon verschwunden. *Ba.* schematischer Querschnitt der markhaltigen Nervenspindel von Wirbelthieren, *Bb.* von Crustaceen. *Sch.* SCHWANN'sche Scheide, *m.* Myelinscheide, *ls.* leitende Substanz, *k.* Kern, *p.* dichteres Protoplasma um den Kern herum, *rl.* Lumen der Spindel mit vom Zellsaft sehr gelockertem Protoplasmanetz (wo nach KUPFFER u. A. die leitenden Primitivfibrillen zu suchen wären). *C.* schematischer Querschnitt einer röhrenförmigen Muskelspindel von *Branchellion* (Ein- und Ausstülpungen der Wand aus contractiler Substanz *cs.*).

Fig. 3. *A.* Schematischer Quer-, *B.* Längsschnitt einer Nervenspindel vom combinirten Typus (Hirudineen), etwas vom Kern entfernt. *zs.* Zwischensubstanz (in natürl. Zustand sehr gering), welche die verschiedenen Bündel und Röhren aus leitender Substanz (*ls.* mit Kreuzstrichen schraffirt) zusammenhält, resp. den Zwischenraum ausfüllt. *bg.* Neurilemm. *rl.* Röhrenlumen (fein punktirt), *p.* Züge von dichterem Protoplasma in der Zwischensubstanz.

Fig. 4. *A.* centrale, *B.* periphere Verästelung einer röhrenförmigen Nervenspindel schematisch dargestellt. (In der That ist aber die sensorische

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

und motorische leitende Substanz wohl meist ein Product verschiedener Nervenspindeln.) *ls.* leitende Substanz, *rl.* Röhrenlumen, *gz.* Ganglienzellen, welche von den centralen Endästchen aus mit Primitivfibrillen (resp. Elementarfibrillen) umsponnen werden. *S.a.* oder *S.ei.* Seitenästchen (Collaterale). *cf.e.* centrale freie (sensorische) Nervenenden. *Mf.* Muskelspindeln, *me.* motorische Enden, *p.f.e.* periphere freie Enden, *Sz.* Sinneszellen.

Fig. 5. Muskelspindeln von Hirudineen. Röhrenförmiger Typus, verschiedene Variationen im optischen Längsschnitt, halbschematisch. *A.* kurze Spindel aus dem Saugnapfe: *cs.* contractile Substanz (corticaler Theil), *p.* protoplasmatischer (medullarer) Theil. *B.* Sternform aus einer Hautwarze von *Clepsine sexoculata.* *C.* langgestreckte Spindeln mit Verästelung aus der Darmwand von *Pontobdella.* *f.* dünne Seitenästchen (mit meist einer einzigen Primitivfibrille), welche parallel verlaufende Spindelstrecken (benachbarte und auch entfernter liegende) mit einander verbinden.

Fig. 6. Muskelfasern von *Pontobdella.* Querschnitte vor dem Kern. Nicht schematisirt, nur unausgeführt. *A.* aus der Längsmuskulatur, mit weitem Lumen (*p.* durch Zellsaft sehr gelockertes Protoplasmanetz: Medulla) und leistchenförmigen Primitivfibrillen (Primitivleisten) in der contractilen Substanz (*c.*: Cortex); *B* aus der Darmwand, mit beinahe cylindrischen Primitivfibrillen (Primitivsäulchen). Ein Theil der contractilen Substanz in *C* stärker, in *D* noch stärker vergrößert. *l.* die Primitivleistchen, *if.* die interfibrilläre Substanz, g_1 die erhärtete Grenzschicht aus interfibrillärer Substanz, g_2 erhärtete Grenzschicht der interstitiellen Grundsubstanz. — *E.* Goldpräparat, nur die Strecke zwischen den Sternen ausgeführt. *F.* schwächere (ungefähr 400fache) Vergrößerung. *h.* künstlicher Hohlraum zwischen Muskel und interstitieller Grundsubstanz.

Fig. 7. Aus der circulären Muskulatur von *Pontobdella.* *C.* stark, *A.* u. *B.* weniger macerirt. *A.* optischer Längsschnitt, tangential, *B.* durch die Achse. l_1 Primitivleisten auf der Kante, l_2 auf der Fläche. Nicht schematisirt.

Fig. 8. Leitende Primitivfibrillen von *Pontobdella.* *A.* Goldchlorid, Darmwand, *B.*, *C.*, *D.* Macerirung, Längscommissur des Bauchstranges. *f.* Primitivfibrillen eines peripheren Nerven resp. der Commissur. f_1 und f_2 einzeln verlaufende, resp. losmacerirte Primitivfibrillen. *if.* interfibrilläre Substanz. *g.* sympathische Ganglienzelle (deren Kern aus Versehen etwas zu klein gezeichnet ist). *si.* das Innere der Septen, wo keine Primitivfibrillen getroffen sind. (Gar nicht schematisirt.)

Fig. 9. Längscommissur von *Pontobdella.* Tangentialer Längsschnitt (sehr dünn). *f.* Primitivfibrillen. *ns.* (*issp*) Interseptalspalten (das Negative der Septen). *rl.* Röhrchenlumen. *si.* das Innere der Septen, wo gerade keine Primitivfibrillen getroffen sind. (Gar nicht schematisirt.)

Fig. 10. *A.* Querschnitt aus einem Connectiv von *Pontobdella* in der Höhe des Kernes der Connectivspindel, Goldchloridpräparat. *B.* Querschnitt des FAIVRE'schen Nerven. Dasselbe Präparat. *k.* Kern der Connectivspindel. *p.* protoplasmatischer Theil (Medulla) der Spindel. *l.ls.* Leisten aus leitender Substanz im corticalen Theil. *issp.* Spalten zwischen den eigentlichen Septen aus leitender Substanz. *rl.* Lumen der abgeschnürten Röhrchen. *f.* die Primitivfibrillen. *b.ls.* Bündel (Säulen) aus leitender Substanz.

Fig. 11. Querschnitt, in tangentialen Längsschnitt übergehend, *A.* aus einem Connectiv, *B.* aus dem FAIVRE'schen Nerv von *Pontobdella.* *a.th.* axialer Theil, *rl*(*N*) Lumen der neurochordartigen großen Röhre. *ns*(*issp*) Negativ der Septen (Interseptalspalte), *ps*(*ls*) das eigentliche Septum, d. h. die leitende Substanz. (Meine Hämatoxylin-Doppelfärbung.)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mittheilungen aus der Zoologischen Station zu Neapel

Jahr/Year: 1891-1893

Band/Volume: 10

Autor(en)/Author(s): Apáthy Stephan

Artikel/Article: Contractile und leitende Primitivfibrillen. 355-375