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

Altes und Neues zur Histologie des Bauchstranges des Regenwurms.

Von

Benedict Friedlaender (Berlin).

Mit Tafel XL.

Einige physiologische Versuche an Regenwürmern[1] veranlassten mich, an dem gerade vorhandenen Material auch auf einige histologische Dinge zurückzukommen, über die ich zum Theil schon vor 6 Jahren[2] berichtet habe und die seitdem der Gegenstand einiger anderer Arbeiten geworden sind. Sie betreffen großentheils die Deutung der drei »riesigen Fasern«, die auf der dorsalen Seite den ganzen Bauchstrang durchziehen. So auffallend diese drei Röhren auch sind, und so viel auch nachgerade über sie geschrieben worden ist, so sehr bedürfen sie dennoch in vielen Beziehungen weiterer Studien, da die Ansichten über sie noch immer nicht ganz geklärt sind, und besonders auch desshalb, weil es sehr wahrscheinlich ist, dass ein genaueres Verständnis dieser Gebilde, die Anfangs mehr für eine Art histologischer Kuriosität galten, auf die Anschauungen über den Bau der Nervenfasern wirbelloser Thiere überhaupt von Einfluss sein werden.

Schon die Bezeichnungsweise, wie »Riesenfasern«, »Neurochorde« etc. ist bei den einzelnen Autoren verschieden. Da nun Leydig nicht nur der Erste ist, der die fraglichen Bildungen genauer untersuchte, sondern auch gleich die richtige Ansicht aussprach, dass sie markhaltige Nervenfasern seien, so werde ich sie in Zukunft einfach die »Leydig'schen Fasern« nennen.

Was die umfangreiche Litteratur über unsern Gegenstand betrifft, so sind bis zum Jahre 1889 Listen darüber geführt worden, auf die ich

[1] Die ich in diesem Jahrgange des »Arch. f. d. ges. Physiologie« mittheile.

[2] B. Friedlaender (1), Beiträge zur Kenntnis des Centralnervensystems von Lumbricus. in: Diese Zeitschr. Bd. XLVII. 1888.

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

in meiner Schrift über die markhaltigen Nervenfasern wirbelloser Thiere[1] hingewiesen habe.

Seitdem sind, so weit mir bekannt, von Arbeiten, die speciell auf diese Gebilde Rücksicht nehmen, folgende neu hinzugekommen:

B. Haller, Beiträge zur Kenntnis der Textur des Centralnervensystems höherer Würmer. in: Arbeiten aus dem zool. Institut zu Wien. 1889.

P. Cerfontaine, Contribution à l'étude du système nerveux central du Lombric terrestre. in: Bull. de l'Acad. roy. de Belgique. 3e sér. T. XXIII. No. 6.

G. Retzius, Biologische Untersuchungen. Neue Folge. Stockholm 1892.

M. v. Lenhossék, Ursprung, Verlauf und Endigung der sensibeln Fasern bei Lumbricus. in: Archiv für mikr. Anat. Bd. XXXIX. 1892. p. 133.

Nachdem Leydig gleich das Richtige getroffen hatte, haben viele der späteren Arbeiten, auch wenn sie im Einzelnen neue und sogar an sich richtige Dinge kennen lehrten, doch im Großen und Ganzen die Wirkung gehabt, den eigentlichen Kern der Sache zu verdunkeln; ja, es ist bekanntlich sogar so weit gekommen, dass man aus markhaltigen Nervenfasern — Stützorgane machen wollte! Die Ursache dieser Erscheinung sehe ich sowohl in einer durchschnittlich geringeren Sorgfalt der späteren Autoren, als auch besonders in der Anwendung umständlicher Färbungs- und Schnitt-Methoden, ohne hinreichende Kritik. Ein so weittragendes, unentbehrliches und unschätzbares Mittel zur Erforschung der feineren Morphologie nämlich auch jene Methoden geworden sind, so sehr können gerade sie auch auf Abwege führen, wenn sie nicht fortwährend und überall von einer sorgfältigen Kritik kontrollirt werden, die sich besonders darauf zu richten hat, welcher Art die Veränderungen sind, die durch die verschiedenen Chemikalien hervorgerufen wurden.

Während Hatschek[2] meine Angaben über die Leydig'schen Fasern bestätigt, Cerfontaine sich in einer augenscheinlich sehr sorgfältigen Arbeit gleichfalls in meinem Sinne ausspricht und meine Angaben in einigen wichtigen Punkten vervollständigt, und während auch Haller, trotz Widerspruchs in andern Beziehungen, doch wenigstens die Leydigschen Fasern für Nervenfasern hält, ist von v. Lenhossék und von Retzius ihre nervöse Natur abermals in Abrede gestellt worden, und zwar offenbar hauptsächlich auf Grund der Ergebnisse, die sie bei Anwendung der »Golgi'schen Methode« erhielten. Wenn die Angaben dieser Autoren, von denen namentlich die Autorität eines Specialisten wie Retzius schwer in die Wagschale fallen dürfte, unwiderlegt blieben,

[1] (2) Über die markhaltigen Nervenfasern und Neurochorde der Crustaceen und Anneliden. in: Mitth. aus der Zool. Station zu Neapel. Bd. IX. 1889.

[2] Hatschek, Lehrbuch der Zoologie. p. 138.

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

so könnte es leicht dahin kommen, dass nach einiger Zeit die markhaltigen Fasern des Regenwurms gleichsam zum dritten Male neu entdeckt werden müssten.

Leydig hatte, offenbar nach sorgfältiger Untersuchung, ganz unbefangen nach dem allgemeinen Aussehen der Gebilde geurtheilt, und sie für markhaltige Nervenfasern gehalten; später wurde dem von Einigen widersprochen; darauf hatte ich, nachdem ähnliche Gebilde bei Polychäten von Spengel und von Rohde als Ausläufer von Ganglienzellen nachgewiesen waren und nachdem Rohde auch schon die Vermuthung ausgesprochen hatte, dass die betreffenden Zellen beim Regenwurm wahrscheinlich in den hinteren Abschnitten liegen würden, jene Ganglienzellen in den letzten Segmenten des Regenwurms thatsächlich gefunden; Cerfontaine endlich hat jüngst die betreffenden Zellen auch für die mittlere Leydig'sche Faser im vorderen Ende aufgefunden, wo auch ich sie zwar schon gesehen hatte (1, p. 75), aber den Zusammenhang nicht mit Bestimmtheit ausfindig machen konnte. Über die nervenmarkähnliche Beschaffenheit der Röhrenwand hatte ich mich freilich selbst Anfangs getäuscht und jenen Punkt erst berichtigt (2), nachdem ich markhaltige Fasern wirbelloser Thiere in größerer Mannigfaltigkeit kennen gelernt hatte.

Die Gründe nun, mit denen v. Lenhossék und Retzius ihre abweichende Meinung stützen, sind folgende: erstens sollen sich die Leydig-schen Fasern bei Anwendung der Golgi'schen Methode niemals schwärzen und zweitens wird die Behauptung aufgestellt, dass sie ohne alle Verästelungen oder Abgabe von Seitenzweigen die ganze Länge des Wurms durchzögen. Die von Retzius (l. c. Bd. III, p. 2) beifällig citirten Worte v. Lenhossék's lauten: »Die drei »Kolossalfasern« sind der Imprägnation stets unzugänglich, stellen also offenbar keine Nervenfasern dar, was übrigens schon aus ihrer außerordentlich dicken, nirgends eröffneten Hülle, dem totalen Mangel von Seitenästen und der chordaartigen[!!] längs des ganzen Markes überall gleich dicken Beschaffenheit derselben hervorgeht.« — Prüfen wir nun diese Gründe auf ihre Stichhaltigkeit. Mit der Golgi'schen Methode habe ich selbst nur wenig Erfahrung; aber auch schon aus der Litteratur geht Folgendes unzweifelhaft hervor: 1) Es giebt nicht-nervöse Strukturelemente, die sich mit jener Methode nicht schwärzen; das wird allseitig zugegeben. 2) Es giebt nicht-nervöse Elemente, die sich schwärzen; das giebt z. B. v. Lenhossék für verschiedene, auch von ihm selbst für nicht nervös gehaltene Zellen in der Epidermis des Regenwurms an; ja, einmal hatten sich sogar die Blutgefäße geschwärzt (eine Angabe, bei der es übrigens als ein Glück erscheint, dass die

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

Blutgefäße als solche zu gut bekannt sind, um missgedeutet zu werden). 3) Es giebt nervöse Elemente, die sich durch die Golgi'sche Methode schwärzen; was allseitig zugegeben wird. 4) Es giebt nervöse Elemente, die sich bei Anwendung der Golgi'schen Methode nicht schwärzen; das geht z. B. daraus hervor, dass die meisten Autoren, besonders auch v. Lenhossék selbst, nicht müde werden, die Unzuverlässigkeit der Methode zu betonen; sehr oft bleibt die »Reaktion« ganz aus, in den meisten übrigen Fällen aber schwärzt sich nur ein Theil der Fasern, die anderen nicht.

Es sind also die möglichen Kombinationen sämmtlich verwirklicht, und bei nur einiger Vorsicht hätte schon desshalb aus dem Verhalten gegenüber der Golgi'schen Methode offenbar kein irgend wie beweiskräftig sein sollender Schluss gezogen werden können. Da nun aber v. Lenhossék anführt, dass die Schwärzung der Leydig'schen Fasern selbst dann unterbliebe, wenn sich alle feinsten Nervenverzweigungen etc. gefärbt hätten, so scheint er dabei, wenn das als Beweis gegen die nervöse Natur der Leydig'schen Fasern gelten soll, die Idee gehabt zu haben, dass es keine nervösen Elemente gäbe, die sich nicht wenigstens »mitunter«, d. h. wenn einmal (ausnahmsweise) die »Reaktion« besonders gut »gelungen« wäre, bei Anwendung der Golgi'schen Methode schwärzten. Aber auch die Annahme, dass v. Lenhossék von diesem Gedanken ausgegangen sein sollte, lässt uns im Stiche, wenn wir bei demselben Autor[1] lesen, dass der Eintritt der Golgi'schen sogenannten »Reaktion« bei Raja asterias »offenbar wegen der schon vorhandenen Markscheiden« »unvollkommen« war. Also das Vorhandensein einer Markscheide erschwert zugestandenermaßen den Eintritt der »Reaktion«! Nun habe ich in meiner Neapler Arbeit (2) die nervenmarkähnliche Natur der Scheide der Leydig'schen Fasern des Mastobranchus und Lumbricus sehr ausführlich beschrieben; es hätte also doch wohl näher gelegen, das hartnäckige Ausbleiben der »Reaktion« auf das Vorhandensein einer Markscheide als auf die vermeintliche nichtnervöse Natur der ganzen Gebilde zurückzuführen, wenn man überhaupt den an sich unbestimmten und fragwürdigen Satz gelten ließe, dass sich alle (nichtmarkhaltigen) Fasern wenigstens mitunter schwärzten. Somit ist die Thatsache der Nichtschwärzung, die den ersten Grund v. Lenhossék's gegen die nervöse Natur der Leydig'schen Fasern abgiebt, für unsere Frage völlig bedeutungslos.

Wenn möglich noch schlimmer steht es aber mit seinem zweiten

[1] M. v. Lenhossék, Beiträge zur Histologie des Nervensystems. Wiesbaden 1894. p. 41.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Grunde: die angebliche Thatsache des Fehlens von Verzweigungen der Leydig'schen Fasern ist nämlich einfach falsch. Ich hatte von jenen Dingen eine ziemlich eingehende Beschreibung sowie auch Zeichnungen geliefert, die dann auch von Hatschek und von Cerfontaine bestätigt worden sind. Allein, es scheint so, als ob es v. Lenhossék und merkwürdigerweise auch Retzius, welche Beide meine darauf bezügliche Arbeit erwähnen, also vermuthlich kennen, nicht gelungen wäre, die betreffenden Dinge zu sehen und als ob sie desswegen meine Angaben und Zeichnungen keiner weiteren Beachtung für werth gehalten hätten. Das war namentlich der Grund, wesswegen ich mich der Mühe unterzog, nochmals einige Hinterenden von Regenwürmern nach der früher bewährten Methode zu härten und von kundiger Hand in Schnittserien zerlegen zu lassen[1]. Dass die Härtung in Osmiumsäure das einzige Mittel ist, jene Verhältnisse deutlich und unzweifelhaft zu sehen, hat einen sehr einfachen Grund: Es handelt sich um Öffnungen der Scheide; um ihre Öffnungen oder Verzweigungen zu sehen, ist es also offenbar erforderlich, die Scheide selbst zu konserviren. Das ist aber nur durch die Osmiumsäure[2] möglich, da bei Behandlung mit allen sonst üblichen Reagentien die Alkohollöslichkeit eines wesentlichen Bestandtheils der Scheidensubstanz nicht aufgehoben wird. Wenn man ein Stückchen Bauchstrang in destillirtem Wasser auf dem Objektträger etwa $^1/_2$ bis 1 Stunde aufbewahrt und nöthigenfalls mit dem Deckgläschen ein wenig quetscht, so entwickeln sich aus den Leydig'schen Fasern Myelinformationen, die zwar nicht ganz so charakteristisch sind, wie diejenigen des Mastobranchus oder der Wirbelthiernerven oder auch des Palaemon, aber deutlich genug, um von jedem Unbefangenen für solche gedeutet zu werden; ich verweise betreffs dieser Dinge auf meine Neapler Arbeit (2).

Lässt man nun von der einen Seite starken Alkohol zufließen, indem man auf der anderen Seite das Wasser mit Fließpapier absaugt, so kann man die theilweise Löslichkeit der Tröpfchen sehr gut unmittelbar sehen. Es ist also selbstverständlich, dass man ein Organ (d. h. die Wand der Leydig'schen Fasern), dessen Einzelheiten (d. h. Verzweigungen) man studiren will, nicht vorher auflösen darf. Da sich ferner, wie schon früher angegeben, der Eintritt von Ganglienzellfortsätzen und im Zusammenhange damit die größeren Öffnungen der Leydig'schen Fasern am Hinterende des Wurms finden, so muss man natürlich darauf achten, dass die Würmer nicht etwa, was beim Nachgraben nach

[1] Meine alten Präparate sind mir zum Theil abhanden gekommen.

[2] Einigermaßen auch durch doppeltchromsaures Kali, das sie aber nicht färbt.

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

Regenwürmern mit dem Spaten häufig geschieht, ihr Hinterende eingebüßt haben. Ich führe diese selbstverständlichen Dinge nur desshalb hier ausdrücklich an, weil vielleicht ihre Nichtbeachtung die Ursache des Widerspruchs war; denn beim Befolgen der angegebenen Methode sind die Dinge so leicht zu sehen und so deutlich, dass sie sich bei nur einigermaßen sorgfältigem Zusehen der Beobachtung nicht entziehen können, nachdem erst einmal genauere Angaben über die Stellen und die anzuwendenden Methoden vorhanden waren.

Da sich aber nun Beschreibungen und Zeichnungen als unvermögend herausgestellt haben, Jedermann zu überzeugen, so habe ich einige Photographien angefertigt, deren Reproduktion selbstverständlich nach Platten geschah, auf denen nichts retouchirt worden ist. Falls aber die Reproduktion auch nur annähernd so gut ausfällt, wie direkte Abzüge auf Kopierpapier, so glaube ich, dass wenigstens, was die Öffnungen und Verzweigungen der Leydig'schen Fasern betrifft, auch die am meisten skeptischen Autoren überzeugt werden müssen. Dass sich nicht der ganze Anastomosenkomplex auf einem Schnitt befindet, ist selbstverständlich, aber ich glaube, dass jene Photographien trotzdem geeignet sind, auch in dieser Hinsicht die letzten Zweifel zu zerstreuen; denn wo auch der unmittelbare Zusammenhang des Ganglienzellfortsatzes mit dem Seitenästchen der Leydig'schen Faser nicht sichtbar ist, da ist doch erstens deutlich erkennbar, dass der Fortsatz die Richtung auf die Leydig'sche Faser nimmt, zweitens ist namentlich auch das allgemeine, auffallend helle Aussehen der Zellfortsätze sowie der Seitenästchen der Leydig'schen Fasern so charakteristisch und dabei so übereinstimmend, dass ich kaum nochmals hervorzuheben brauche, dass ich an vielen Beispielen durch Besichtigung auf einander folgender Schnitte den wirklichen Zusammenhang mit aller wünschenswerthen Sicherheit nachweisen konnte (cf. Fig. 1—9, 19, 20, besonders Fig. 6 und 7, die zwei auf einander folgende Schnitte darstellen).

An den neu angefertigten Schnitten habe ich nun noch einige neue Beobachtungen machen können. In meiner ersten Arbeit hatte ich angegeben, dass die beiden seitlichen Leydig'schen Fasern ihren Ursprung aus zwei Ganglienzellen nähmen, die, auf der ventralen Seite des Bauchstranges liegend, ihre Fortsätze mit einigen Schlängelungen nach oben sendeten, wo sie dann nach vorn umbögen, die dicke Scheide erhielten (deren nervenmarkartige Beschaffenheit ich damals freilich noch verkannte) und hinfort längs verlaufend eben die bisher so fraglichen Gebilde darstellten. Schon in meiner ersten Arbeit (p. 81 Anm.) aber hatte ich auch darauf hingewiesen, dass dieses Verhalten nicht in allen Fällen zutreffe, sondern dass man mitunter die Leydig'schen Fasern noch

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

hinter jenem am weitesten nach hinten liegenden Zusammenhang mit Ganglienzellen eine Strecke weit verfolgen könne. Nachdem ich nun eine noch reichhaltigere Auswahl von Präparaten durchmustert habe, gelange ich dazu, Dasjenige, was ich damals als die Ausnahme betrachtete, nunmehr für die Regel zu halten: das äußerste Ende der Fasern, so weit sich diese überhaupt mit Sicherheit verfolgen lassen, was wegen Verschwindens der dicken Markscheide und der großen Abnahme der Dicke des ganzen Organs schwierig ist, liegt in der Regel noch hinter dem letzten sicher nachweisbaren Zusammenhang mit Ganglienzellen. Daraus wird man wohl schließen müssen, dass sich die Ausläufer jener letzten, mit der Leydig'schen Faser zusammenhängenden Zellen, in der Weise gablig theilen, dass der eine Ast nach vorn, der andere nach hinten geht. Übrigens giebt es in den Details doch mehr Varietäten, als man glauben sollte; wenn ich auch, wie gesagt, die Öffnungen der Leydig'schen Fasern und die zugehörigen Zellen in keinem Falle vermisste, und die gegentheiligen Angaben mit aller Bestimmtheit auf mangelhafte Beobachtung zurückführen muss, so habe ich doch in einzelnen Fällen Abweichungen in anderer Beziehung gefunden, die entweder als Anomalien gelten müssen oder auf Speciescharaktere oder Eigenthümlichkeiten verschiedener Altersstadien zurückzuführen sein dürften. Dass ich bei Criodrilus auf einem Präparate des Herrn Dr. Collin einmal vier Leydig'sche Fasern sah, erwähnte ich schon früher; jetzt fand ich (Fig. 19) dasselbe auch bei einem andern Regenwurm, wobei die kleine, unter der medianen liegende, vierte Faser sich als ein Seitenästchen herausstellte, das in diesem Falle nicht, wie gewöhnlich, ventralwärts zog, sondern längs umbog, so dass es auf dem Schnitte quer getroffen wurde. In einem andern Falle, in dem ich aber nur einige Schnitte machte, fanden sich sogar fünf ziemlich dicke Leydig'sche Fasern (Fig. 18); nach Allem, was ich gesehen habe, handelt es sich auch hier um Verzweigungen, übrigens aber wahrscheinlich um eine entschiedene »Anomalie«, die vielleicht damit zusammenhängen könnte, dass möglicherweise ein regenerirtes Stück vorlag. Jedenfalls wäre es gut, wenn sich künftige Beobachter auch um die untersuchte Species kümmerten; ich kann mich in dieser Hinsicht selbst nicht von Vorwürfen freisprechen; zeigt doch z. B. das Verhalten der Capitelliden, dass selbst nahe verwandte Würmer recht ansehnliche Verschiedenheiten in den Details ihres Bauchstranges darbieten können. Indem ich wegen der Einzelheiten auf meine frühere Arbeit hinweise, möchte ich hier nur noch einige Kleinigkeiten ergänzend hinzufügen. Ich fand Öffnungen oder Verzweigungen, d. h. den Abgang dünner, nach unten ziehender Seitenästchen erstens auf dem Niveau

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

des einfachen Nerven; von diesen kann ich aber nicht behaupten, dass sie konstant wären; es mag sein, dass sie in einigen der hier allein in Betracht gezogenen hintersten Ganglien fehlen. Ausnahmslos jedoch fand ich auf dem Niveau der zweiten Wurzel des Doppelnerven an den beiden seitlichen Leydig'schen Fasern nach unten abgehende, annähernd symmetrische Ästchen; ich glaube zwar, dass auch diejenigen der mittleren Faser konstant sind, kann das aber nicht mit ganz gleicher Bestimmtheit behaupten. Die Markscheide der Leydig'schen Faser begleitet die abgehenden Ästchen nur ein kleines Stück weit und hört dann auf. Jedes der abgehenden Ästchen theilt sich dann gablig, in der Weise, dass sich der eine Zweig nach rechts, der andere nach links wendet. Ferner habe ich noch nachzutragen, dass sich die Ganglienzellen, deren Fortsätze in den Inhalt der Leydig'schen Fasern eintreten, in so vielen Fällen als unzweifelhaft bipolar herausstellten, dass ich mit einiger Wahrscheinlichkeit annehmen zu dürfen glaube, dass dies immer der Fall sei; der eine Fortsatz wendet sich zunächst nach innen oder medianwärts, der andere nach außen oder lateralwärts; letzterer tritt in die Leydig'sche Faser ein (Fig. 6 u. 7). Nach Allem, was ich an vielen Präparaten gesehen habe, muss an den betreffenden Stellen eine verwickelte Anastomose zwischen allen drei Leydig'schen Fasern — durch Vermittelung der abgehenden Ästchen —, der zugehörigen Ganglienzellen, sowie der zweiten Wurzel des Doppelnerven vorhanden sein. Der ganze Anastomosenkomplex, wie auch das Innere der Leydig'schen Fasern und die zugehörigen Ganglienzellen heben sich sehr auffallend hell von den übrigen Gewebselementen ab (vgl. die Photographien 1, 6, 7, 9, 15, 20); sie werden durch die Osmiumsäure weit weniger gebräunt, wie die übrigen Theile und namentlich auch wie die übrigen Ganglienzellen und sind desswegen sehr leicht aufzufinden. Nur die Inhaltsmasse der Seitenästchen der Leydig'schen Fasern bräunt sich allerdings etwas stärker, als die fast ganz hell bleibende Inhaltsmasse der Hauptstämme der Fasern, was sich sehr einfach durch die Annahme erklären würde, dass die geringere Dicke der Markscheide der Osmiumsäure dort das Eindringen erleichtere.

B. Haller stimmt mir in seiner letzten Arbeit in vielen Punkten zu; namentlich hält auch er die Leydig'schen Fasern für Nervenfasern. Bevor ich aber nun auf einige andere Punkte eingehe, in denen er mir widerspricht, will ich ein Missverständnis beseitigen, zu dem meine Bemerkung den Anlass gegeben zu haben scheint, dass ich in meiner ersten Arbeit ausdrücklich darauf verzichtete, auf die Streitfragen über die letzten Feinheiten der Struktur der Nervenfasern einzugehen. Haller glaubt nämlich anscheinend daraus den Schluss ziehen zu sollen (p. 76

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

Anm.), dass ich nur mit unverhältnismäßig groben Schnitten gearbeitet hätte, was durchaus nicht der Fall ist; da Haller angiebt, dass er immer freihändig geschnitten habe, ich aber annehme, dass selbst die größte Geschicklichkeit nicht die Vollkommenheit guter Präcisionsinstrumente erreiche, so glaube ich eher das Gegentheil. — Haller hat sich große Mühe gegeben, das feine Wabenwerk, zu dem die Scheide der Leydigschen Fasern auf dem Querschnitt zu werden pflegt, wenn sie nicht durch die Einwirkung von Osmiumsäure gegen diejenige des Alkohols widerstandsfähig gemacht worden ist, in seinen Einzelheiten zu studiren und abzubilden. Er hält die feinen Fäserchen, deren allgemeines Aussehen unter Andern auch ich schon früher beschrieben und gezeichnet habe, für abgehende Nervenfasern; er giebt an, dass auch ich diese Formen schon gesehen hätte, was richtig ist, dass ich sie aber wegen »Unkenntnis der feineren Verhältnisse« falsch gedeutet hätte; was auch richtig ist, wenigstens in so fern, als ich ja die ganze nervenmarkähnliche Beschaffenheit der Scheide nicht verstanden hatte. Jedenfalls bin ich aber im Irrthum doch nicht so weit gekommen, wie Haller: das Wabenwerk, ob es nun zum Theil einer präformirten Bildung entspricht oder nicht, ist weiter nichts, wie der in Alkohol und den üblichen Kohlenwasserstoffen unlösliche Antheil der Scheide. Übrigens sieht man dies Maschenwerk ganz gut an Fig. 12, 16, 17.

Wenn Haller gegen meine Eintheilung der Ganglienzellen in Gruppen protestirt, so gebe ich ihm hierin in so weit Recht, als auch ich, namentlich jetzt, Präparate erhalten habe, wo die Zellen so dicht gedrängt stehen, dass eine Eintheilung vollständig willkürlich erschiene; doch hatte ich auch das schon früher angedeutet. Vielleicht sind hier Unterschiede zwischen den vorderen, mittleren und hinteren Partien des Wurms, vielleicht auch Alters- oder Art-Unterschiede maßgebend. Entschieden widersprechen muss ich aber der Angabe von Haller, dass eine Sonderung des Bauchstranges in drei Hauptfaserzüge, wie ich sie angegeben hatte, nicht vorhanden sei. Mit Ausnahme des äußersten Vorder- und des äußersten Hinter-Endes erinnere ich mich nicht, auch nur einen einzigen Querschnitt durch den Bauchstrang auf dem Niveau einer Kommissur gesehen zu haben, auf dem dies nicht ganz deutlich gewesen wäre; meist ist auch jene Sonderung noch auf dem Niveau des einfachen Nerven erhalten (Fig. 10, 12, 13, 17). Ob nun freilich die Scheidewände, die die beiden Hauptfaserstränge nach innen von dem medianen Nerven trennen, passender mit dem Namen »Bindegewebe«, wie ich sie nannte, oder mit dem Namen »Neuroglia«, wie Haller denselben Gewebstypus nennt, bezeichnet werden, darüber will ich nicht streiten.

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

Was ich aber nochmals betone, ist das, dass an den bezeichneten Stellen regelmäßig die Nervenfaserzüge des Bauchstrangs durch eine Art von Septen in zwei dicke, seitliche und einen viel dünneren, mittleren Strang, gesondert sind. Die Septen treten dadurch hervor, dass sie eine andere Struktur zeigen, wie die Nervenfasern, dass sie ziemlich reich an kleinen, spindelförmigen Zellkernen sind, was namentlich bei Hämatoxylinfärbung deutlich ist, und dass sie bei Behandlung mit Osmiumsäure eine Schattirung dunkler werden, wie die anderen Theile, natürlich mit Ausnahme der fast ganz schwarzen Markscheide der Leydig'schen Fasern. Ich bestehe ausdrücklich auf diesem Befunde, weil das Vorhandensein eines medianen Nerven auch beim Regenwurm nicht ganz ohne Interesse ist. Allerdings ist zuzugeben, dass die Sonderung in die drei Faserbündel nur auf dem Niveau der Kommissuren vorhanden ist, also, wegen der gedrängten Folge der Ganglien und der Kürze der Kommissurstellen beim Regenwurm, nur auf verhältnismäßig kurzen Strecken. Das konnte man aber von vorn herein nicht anders erwarten, da ja bei allen Thieren mit Bauchstrang die etwa vorhandene Sonderung in Faserzüge nur in den Kommissuren deutlich zu sein und die Faserzüge in den Ganglien mit einander zu verschmelzen pflegen. Wahrscheinlich hat Haller bei seiner anscheinenden Abneigung gegen die Anwendung des Mikrotoms — die ich übrigens theile, aber erforderlichen Falls doch überwinde — nur wenige Querschnitte durch die so kurzen Kommissurstellen erhalten.

In meinen früheren Arbeiten habe ich absichtlich eine große Zurückhaltung gegenüber den Fragen bewahrt, die sich auf die feinere und feinste Struktur der gewöhnlichen Nervenfasern, d. h. der die große Mehrzahl bildenden, nicht kolossalen, beziehen. Ich that das, weil ich sowohl aus der Litteratur, als auch aus der Betrachtung der Gegenstände selbst den Eindruck gewonnen hatte, dass es sich hier um außerordentlich heikle Dinge handle. Auch jetzt glaube ich noch, dass es voraussichtlich lange dauern wird, ehe hierin das letzte Wort gesprochen werden kann oder vielmehr, ehe wenigstens die Hauptfragen als entschieden gelten können.

Wenn ich hier nun den Gesammteindruck, den ich aus einer sehr großen Zahl von verschieden behandelten Präparaten gewonnen habe, kurz aus einander setze, so thue ich das aus dem Grunde, weil ich glaube, dass das nur der Sache nützen kann, zumal wenn ich ausdrücklich betone, dass ich mir sehr wohl bewusst bin, hier mit viel geringerer Bestimmtheit urtheilen zu können, als in vergleichsweise einfacheren Fragen, wie z. B. derjenigen nach den Verästelungen der

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

Leydig'schen Fasern, obwohl ja sogar diese einigen Autoren entgehen konnten.

Auf feinen Schnitten von Stücken, die mit Osmiumsäure behandelt wurden, sieht man regelmäßig ein zartes, dunkles Netzwerk, welches eine sehr große Menge von hellen Räumen einschließt. Diese Räume sind von recht verschiedener Größe, die meisten aber sehr klein; im Ganzen glaube ich, dass sie sich um so mehr einer vollkommenen Kreisgestalt nähern, je besser die Präparate behandelt wurden (Fig. 10, 11, 13, 15).

Die Fäden des Netzwerks sind immer viel dunkler als das Innere; je nach der Zeit, während der die Osmiumsäure einwirkte, sind sie gelblich, bräunlich bis schwärzlich; ist die Osmiumsäure aber durch Holzessig nach der in meiner ersten Veröffentlichung angegebenen, mir von v. Mährenthal empfohlenen Methode reducirt worden, so sind die Fäden fast ganz schwarz. Man sieht in diesem Falle auf Querschnitten mit großer Deutlichkeit (vgl. Fig. 10, 11, 13) eine Menge kleiner, schwarzer Kreise mit hellem Inneren, in welchem hier und da verschieden geformte, gleichfalls ein wenig gefärbte Gerinnsel liegen; auch diese sieht man stellenweise auf den beigegebenen Photographien sehr gut. Die schwarzen Kreise sind es nun, die in ihrer Gesammtheit, namentlich wenn sie bei Anwendung anderer Methoden etwas weniger deutlich sind, das »Netzwerk« bilden. Auf Längsschnitten sieht man, entsprechend den schwarzen Kreisen der Querschnittsbilder, feine schwarze Linien (Fig. 14), von denen je zwei, parallel verlaufend, einen etwas helleren Streifen zwischen sich einschließen, also die Auffassung bestätigen, dass wir es mit Röhren zu thun haben, deren Wand durch die Reagentien geschwärzt wurde. Ich sehe bei dieser Beschreibung zunächst von einigen Stellen ab, die ziemlich große Abweichungen zeigen und die ich daher gesondert besprechen will. Die bisher beschriebenen Bilder lassen sich nur erklären, wenn man annimmt, dass die betreffenden Strukturelemente aus kleinen Röhrchen bestehen, deren Wand — nach der erwähnten Behandlung mit Osmiumsäure — schwärzlich, und deren Inneres bis auf kleine Gerinnsel hell ist. Wo man nun Gelegenheit hat, namentlich die dickeren Fortsätze der Ganglienzellen zu sehen, da zeigt sich, dass diese in ihrem Aussehen mit jenen Röhrchen in der Weise übereinstimmen, dass der Ganglienzellfortsatz dem Röhreninhalte, d. h. den helleren Partien oder den Gerinnseln, die im Inneren der Röhren liegen, jedenfalls aber nicht den Röhrenwandungen, deren Gesammtheit auf Querschnitten das dunklere Netzwerk bildet, entspricht. Somit komme ich zu der Ansicht, dass das helle Innere, oder die darin liegenden Gerinnsel das eigentlich Nervöse sind, die schwärzlichen Ringe dagegen, deren

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

Gesammtheit das Netzwerk darstellt, der Ausdruck der Querschnitte von Scheiden sind, welche die Nervenfasern umgeben. Ich stelle mir daher die nervösen Strukturelemente — immer abgesehen von den bereits erwähnten, später zu besprechenden Gebilden anderer Art — folgendermaßen vor: ich glaube, dass die meisten Nervenfasern nach dem Schema einer Röhre gebaut sind, also eine Wand und einen Inhalt unterscheiden lassen, von welchen nur der letztere als das eigentlich Nervöse angesehen werden kann. Es fragt sich nun, ob wir noch irgend etwas Genaueres über die nähere Beschaffenheit sowohl der Scheide als auch des Inhalts erfahren können. Der Umstand, dass das Innere bei Anwendung der Osmiumhärtung so schlecht, die Scheiden hingegen so gut konservirt sind, legt den Schluss nahe, dass die Osmiumsäure die Scheiden nur schlecht durchdringe, um so mehr, als sie ja diese ziemlich stark schwärzt, oder doch bräunt, also offenbar zum Theil gebunden wird. Das Innere, nach seiner außerordentlich starken Schrumpfbarkeit zu urtheilen, muss eine sehr wasserreiche Masse sein. Will man die Osmiumsäurebilder in der Weise ergänzen, dass man das Innere möglichst gut konservirt haben will, unter Verzicht auf die gute Erhaltung der Scheiden, so kann ich am meisten die Anwendung der schon früher von mir angegebenen Mischung aus etwa 50%igem Alkohol und koncentrirter wässeriger Sublimatlösung zu gleichen Raumtheilen empfehlen. Das Röhreninnere, das bei Anwendung der Osmiumsäure fast ganz hell, fast wie Lücken aussieht, oder vielmehr großentheils wirklich leer ist, und in dem nur hier und da verschieden geformte Gerinnsel liegen, bleibt zwar auch dann hell, wird aber offenbar völlig kompakt. Die Röhrenwandungen aber, die bei Anwendung der Osmiumsäure, und namentlich bei nachher bewirkter Reduktion der Osmiumsäure durch Holzessig so scharf in dunkler Färbung hervortreten (Fig. 10, 11, 13), sind hier ganz unscheinbar geworden (Fig. 12, 17). Der Leser, dem die markhaltigen Fasern, speciell die der Wirbellosen, bekannt sind, wird schon jetzt auf den nunmehr ausdrücklich auszusprechenden Gedanken kommen: Die Bilder, die man bei Anwendung der verschiedenen Härtungsmittel erhält, glaube ich alle mit einander nur unter einer einzigen Annahme befriedigend erklären zu können, die zudem noch den Vorzug hat, dass durch sie das so verschiedene Aussehen der Fasern von Palaemon, dasjenige der Leydig'schen Fasern, kurz aller derjenigen, die ich als »markhaltige Fasern wirbelloser Thiere« in meiner Neapler Arbeit ausführlich gekennzeichnet habe, unter dasselbe Schema gebracht werden könnte. Ich muss aber noch in einer anderen Beziehung auf diese frühere Arbeit verweisen, nämlich was den dort geführten Nachweis anbelangt, dass das

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

»Nervenmark« oder besser die »nervenmarkartigen Substanzen« nicht nur quantitativ, sondern auch qualitativ in verschiedenen Gradabstufungen vorkommen; in der Weise, dass es nicht nur Markscheiden von allen möglichen Dicken giebt, von den feinsten bis zu solchen von sehr ansehnlicher Dicke, sondern dass auch die für charakteristisch angesehenen Eigenschaften des Nervenmarks in verschiedenem Grade entwickelt sind. Ich hatte schon damals darauf hingewiesen, dass sich nach meinen bisherigen Erfahrungen vielleicht folgende Stufenleiter angeben ließe. An der Spitze steht Mastobranchus, d. h. seine kolossal entwickelten Leydig'schen Fasern; darauf erst folgen in einigem Abstande die markhaltigen Fasern der Wirbelthiere und die von Palaemon; in ziemlich weitem Abstande folgen dann die Leydig'schen Fasern der Regenwürmer; dann die von Dasybranchus, einer nahen Verwandten des Mastobranchus. Als charakteristische Eigenschaften des Nervenmarks sehe ich bei Aufstellung dieser Stufenleiter folgende an: 1) Starke Lichtbrechung. 2) Doppelbrechung in dem in meiner Neapler Arbeit ausführlich angegebenen Sinne. (Beiläufig bemerke ich, dass ich die Beobachtung im polarisirten Lichte mit Einlegung eines Gipsplättchens »Roth erster Ordnung« für die bequemste Methode von allen halte, um stark markhaltige Fasern sofort sichtbar zu machen. Die Leydig'schen Fasern des Regenwurms treten z. B. hierbei sehr schön hervor, wenn auch, der angegebenen Stufenfolge entsprechend, nicht ganz so auffallend wie diejenigen von Mastobranchus.) 3) Schwärzbarkeit durch Osmiumsäure. 4) Neigung zur Bildung der sogenannten Myelinformationen.

Ich musste nothwendigerweise daran erinnern, dass es alle möglichen, und zwar sowohl qualitativen wie quantitativen Übergänge von sehr stark markhaltigen Nervenfasern bis zu solchen giebt, bei denen das Mark gerade noch mit Mühe nachweisbar ist. Erst wenn man sich damit vertraut gemacht hat, wird es als eine wenigstens diskutable Ansicht erscheinen, dass, wie ich beinahe zu vermuthen geneigt bin, das Bauchmark des Regenwurms vorwiegend aus markhaltigen Fasern bestehe. Ich brauche nicht erst zu betonen, dass es sich dabei nur um solche handeln könnte, bei denen das Mark quantitativ wie qualitativ sehr wenig entwickelt wäre. Die Gründe, welche mich zu dieser, mit der herrschenden so widerstreitenden Ansicht geführt haben, sind folgende: 1) Würde das Vorhandensein dünner Markscheiden erklären, warum man bei Anwendung einer ausgiebigen Einwirkung von Osmiumsäure, besonders aber wenigstens bei nachträglicher Reduktion mit Holzessig, feine schwarze Ränder um alle Nervenfasern erhält, Ränder, deren Gesammtheit das schon oft erwähnte Netzwerk auf

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

Querschnitten zusammensetzt (Fig. 10, 11, 13, 15). 2) Wäre es verständlich, warum der Inhalt der Röhren bei Anwendung von Osmiumsäure im Allgemeinen wenig gut erhalten wird: die angenommenen Markscheiden würden jenes Reagens theilweise wegen ihrer wahrscheinlich sehr geringen Durchlässigkeit für wässerige Flüssigkeiten überhaupt, theilweise aber desshalb, weil sie selbst die Osmiumsäure binden, vom Inhalte abhalten. 3) Wäre es verständlich, warum gerade bei Anwendung einer alkoholhaltigen Sublimatlösung (Fig. 12, 17) zwar die Scheiden sehr unscheinbar werden (oder mit anderen Worten das Netzwerk sehr undeutlich wird), die Inhaltsmasse aber sehr gut erhalten bleibt: der Alkohol löst die Markscheide auf, und das Sublimat bringt die plasmatische Inhaltsmasse zum Gerinnen. 4) Ich habe wiederholt gesehen, dass sich beim Aufbewahren eines Stückchens Bauchmark, besonders beim Quetschen mit dem Deckglase, Tröpfchen entwickeln, die einem Myelin »geringer Qualität«, wenn ich mich so ausdrücken darf, sehr gut entsprechen, und die sich anscheinend nicht ausschließlich aus den stark markhaltigen Leydig'schen Fasern, sondern auch aus anderen Theilen des Bauchmarks, ja sogar aus den segmentalen Nerven zu entwickeln schienen. 5) Würde sich bei meiner Annahme eine principielle Übereinstimmung mit solchen Thieren ergeben, die den Anneliden sehr nahe stehen, und die unzweifelhaft markhaltige Nervenfasern haben, besonders Palaemon; ein Querschnitt durch eine Kommissur des Bauchstrangs dieses Thieres liefert in der That Bilder (vgl. Zeichnung Nr. 1 in meiner Neapler Arbeit), die sich von den entsprechenden Präparaten des Regenwurms wesentlich nur durch die Größe der Elemente und die Dicke der schwarzen Ringe unterscheiden (Fig. 13). Allerdings genügt bei Palaemon, wegen der Massenhaftigkeit des Marks seiner Nervenfasern, eine viel geringere Einwirkung der Osmiumsäure. Übrigens aber findet man auch bei Palaemon Stellen auf den Querschnittsbildern, wo die Nervenfasern fast so dünn sind wie beim Regenwurm, und noch dazu durch alle möglichen Zwischenformen mit den dickeren und dicksten verbunden sind. Ich würde auch die Leydig'schen Fasern selbst mit zum Vergleiche heranziehen, wenn nicht ihre Eigenschaft als markhaltiger Nervenfasern, wenn auch irrthümlicherweise, noch von Einigen bezweifelt würde. 6) Würde bei Zugrundelegung meiner Annahme die Nervenhistologie überhaupt ein einheitlicheres Aussehen gewinnen: Die Nervenfasern auch der Anneliden wären demnach nach demselben Schema gebaut, wie die best bekannten von allen, die markhaltigen Fasern der Wirbelthiere.

Nochmals hebe ich aber hervor, dass ich nur die Absicht habe, diesen Gedanken anzuregen, indem sich nämlich vielleicht beim

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

Studium der betreffenden Elemente bei noch anderen Thierklassen zeigen wird, dass auch dort ähnliche Verhältnisse obwalten. — Es wäre ja allerdings überraschend, wenn sich schließlich das Dogma von dem Vorhandensein nur »markloser« Fasern bei wirbellosen Thieren, das eigentlich erst kürzlich ins Wanken gekommen ist, vollständig verflüchtigen würde.

Nun muss ich aber nochmals an gewisse andere Elemente erinnern, die von Vielen gesehen worden sind, und die ich z. B. in meiner ersten Arbeit namentlich im Gehirn (Oberschlundganglion) des Regenwurms beschrieben habe. Es sind das keine Röhren, wenigstens keine von erkennbarem Durchmesser, sondern äußerst feine Fäserchen, die besonders im Gehirn ein unentwirrbares Chaos darzustellen scheinen. Sie bilden den größeren Theil der Centralmasse des Gehirns und lassen zudem noch in so fern zwei Typen unterscheiden, als sich die eine Partie viel dunkler, als die andere färbt; auch im Bauchstrang findet man, wie ich schon früher beschrieb, ähnliche Partien, wenn auch in viel geringerer Ausdehnung. Da diese feinfaserige Substanz nun gerade im Gehirn, dessen Hauptmasse sie sogar ausmacht, anzutreffen ist, so kann man füglich ihre nervöse Natur nicht bezweifeln [1]. Um aber auch diese Strukturelemente unter unser Schema zu bringen, oder doch wenigstens mit ihm in einige Verbindung zu setzen, müsste man sich erstens die angenommene dünne Markscheide der gewöhnlichen Fasern fortdenken und sich zweitens den Durchmesser des ganzen Gebildes sehr verringert denken. Allein hier gelangen wir noch mehr in das Gebiet bloßer Annahmen; desshalb will ich auch nur ganz andeutungsweise anführen, dass der morphologische Unterschied vielleicht mit physiologischen Unterschieden zusammenhängt; man könnte denken, dass die dickeren, röhrenförmigen, mehr oder weniger markhaltigen Fasern motorisch und die dünnen sensibel seien. Diese Hypothese wird ein ganz klein wenig dadurch gestützt, dass, wie ich fand und in diesem Jahrgang des »Arch. f. d. ges. Physiologie« veröffentlicht habe, die vollständige Abtragung des Oberschlundganglions wenigstens nur so geringe motorische Störungen hervorruft, dass man sie kaum noch als Störungen bezeichnen darf und sorgfältig nach ihnen suchen muss, um sie überhaupt zu finden; wobei daran zu erinnern ist, dass sich auch im Oberschlundganglion einige wenige größere Ganglienzellen und entsprechende dickere Fasern vor-

[1] Nach Lektüre der wichtigen Rohde'schen Untersuchungen an Hirudineen finde ich, dass, wie am Schlusse aus einander gesetzt werden soll, dennoch eine andere Auffassung möglich ist; die Fäserchen könnten Stützsubstanz, und die zwischen ihnen befindliche, viel unscheinbarere Masse, das eigentlich Nervöse sein.

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

finden. Übrigens hat Steiner bereits ähnliche Ergebnisse bei Polychäten veröffentlicht.

Ich lege viel Gewicht auf die beigegebenen Photographien, weniger auf diejenigen, welche die Verästelungen der Leydig'schen Fasern mit den zugehörigen Ganglienzellen zeigen, als besonders auf die Fig. 10—13. Natürlich erhält man weniger einfache Bilder, wenn man die Querschnitte auf dem Niveau des Ganglions macht; denn erstens finden sich dort außer den längs verlaufenden, auf Querschnitten also senkrecht durchschnittenen Fasern, auch solche vor, die quer verlaufen und mehr oder weniger genau längs geschnitten sind; besonders aber finden sich im Ganglion selbst viel feinere Fasern, als auf dem Niveau der Kommissur oder auch noch auf dem des einfachen Nerven, der ja in unmittelbarer Nähe der Kommissurstellen entspringt. Allerdings ist der Unterschied zwischen Kommissur und Ganglion beim Regenwurm lange nicht so groß, wie bei Palaemon, was z. B. in Fig. 1 und 29 meiner Neapler Arbeit sichtbar ist. Übrigens ist Palaemon nach meiner Ansicht ein Objekt, das sich Jeder ansehen sollte, ehe er sich über die Nervenhistologie der wirbellosen Thiere ein Urtheil bildet; desshalb, weil, wie ich glaube, zwar eine grundsätzliche Übereinstimmung vorliegt, die Strukturelemente bei jenem Thier aber unvergleichlich viel größer und desshalb deutlicher sind. Man vergleiche besonders meine Fig. 13 dieser Schrift mit Fig. 1 der Neapler Arbeit. Übrigens habe ich mir im Wesentlichen die hier ausgesprochenen Ansichten — mit Ausnahme derjenigen, die sich auf die Frage nach dem Vorhandensein von Nervenmark beziehen — schon bei meiner ersten Arbeit über das Nervensystem des Regenwurms gebildet; allein damals wagte ich nicht, meine Ansichten darüber zu veröffentlichen.

Außerdem bemerke ich ausdrücklich, dass ich meine beiden früheren nervenhistologischen Arbeiten als bekannt voraussetze, da ich mich sonst allzusehr hätte wiederholen müssen; ich vertrete auch heute noch dieselben Ansichten, natürlich mit Ausnahme des in der ersten Arbeit begangenen und erst in der zweiten berichtigten Irrthums betreffs der nervenmarkartigen Natur der Scheide der Leydig'schen Fasern. Die Frage, ob aber die Scheide ausschließlich aus Nervenmark besteht, oder ob außer dieser Substanz noch eine Art Gerüstwerk vorliegt, habe ich offen gelassen und kann auch heute darüber nichts Sicheres mittheilen; im Ganzen aber neige ich doch entschieden mehr zu der Ansicht, dass solche Stützelemente vorhanden seien, d. h. dass die Scheiden aus einem im Ganzen koncentrisch angeordneten Wabenwerk beständen, in welchem das Nervenmark enthalten sei, vielleicht in der Weise, dass es die

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

einzelnen Lagen der Stützsubstanz zu einer kompakten Masse verklebte. Diese Ansicht würde dann auch für die nicht kolossalen, gewöhnlichen Nervenröhren gelten.

Eine derjenigen Fragen, die ich für besonders schwierig halte, und auf die ich die Aufmerksamkeit der Beobachter hinlenken möchte, ist folgende. In vielen Fällen ist ein röhriger Bau der Nervenfasern augenscheinlich; in anderen enthüllt er sich bei einigem Zusehen; in noch anderen Fällen kann man lange im Zweifel sein, ob man es noch mit Röhren zu thun hat; denn natürlich wird das Bild der Röhren um so undeutlicher, je feiner die Röhren sind, je dünner ihre Wand und je mehr die im Inneren vorhandenen, geschrumpften Massen das Bild verwirren. Dass z. B. im Bauchmark des Regenwurms außer den Leydig-schen Fasern noch andere Röhren vorkommen, das wird zwar Niemand in Abrede stellen, der sich jemals gut erhaltene Präparate genauer angesehen hat; dass aber ein so offenbar vorwiegend röhriger Bau nachzuweisen ist, — (immer in den Kommissuren!) —, wie ihn meine Fig. 10—11, 13—15 zeigen (von denen ich schon desswegen nicht annehmen kann, dass sie ein »Kunstprodukt« darstellen, weil sie im Großen und Ganzen mit den nach anderen Methoden gewonnenen Präparaten übereinstimmen, und weil auch nicht recht abzusehen ist, auf welche Art und Weise künstliche Röhren zu Stande kommen sollten), das wird vielleicht Manche überraschen. Man braucht sich in der That nur die schwarzen Ringe etwas dicker zu denken, eben so den durchschnittlichen Röhrendurchmesser ein wenig bedeutender, um ein Aussehen zu erhalten, das mit demjenigen eines Querschnittes eines beliebigen markhaltigen Wirbelthiernerven große Ähnlichkeit haben würde.

Wenn sich so also oftmals bei genauerem Zusehen ein röhriger Bau auch da nachweisen lässt, wo die oberflächlichere Betrachtung nur ein anscheinendes Geflecht von »Fibrillen« zeigt, so liegt offenbar die Vermuthung nahe, dass sich auch noch in manchen anderen Fällen ein solches Fibrillengeflecht schließlich als Durchschnittsbild von Röhren herausstellen könnte. Trotzdem glaube ich, dass es beim Regenwurm auch im Bauchmark Stellen giebt, die keinen röhrigen Bau zeigen, und dass namentlich das Oberschlundganglion vorwiegend nicht aus Röhren bestehe, sondern, wie erwähnt, aus einem wirklichen und nicht nur scheinbaren Fibrillengeflechte.

Viele werden sich vielleicht schon gewundert haben, dass ich bisher nichts über eine Anwendung der beiden jetzt beliebtesten Methoden, der sogenannten Golgi'schen, die bekanntlich in der Erzeugung von Niederschlägen in den Geweben besteht, und der Ehrlich'schen Methylenblau-Methode berichtet habe. Der Grund ist einfach der, dass

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

ich mit der Ehrlich'schen Methode keine guten Erfolge hatte, und dass ich gegen die Golgi'sche Methode einiges Misstrauen hege. Was zunächst die Ehrlich'sche Methode anbelangt, so hat z. B. Biedermann damit schöne Resultate bei Wirbellosen erhalten, hat dagegen am Regenwurm gleichfalls vergebliche Versuche gemacht. Cerfontaine berichtet hingegen in seiner schon erwähnten Arbeit von gelungenen Versuchen bei diesem Thiere und giebt dazu sehr vertrauenerweckend aussehende Abbildungen. Ich habe trotz verschiedener Versuche nur ein einziges Mal und auch jenes Mal nur einen theilweisen Erfolg gehabt; allein, was ich bei dieser Gelegenheit sah, spricht nur zu Gunsten dieser Methode: es hoben sich blaue Zeichnungen mit bewundernswerther Schärfe, allerdings nicht sehr intensiver Farbe, von einem viel helleren Grunde ab; Zeichnungen, die in ihrer Gestalt und ihrem Aussehen vollständig mit den mir bekannten Ganglienzellen und ihren Ausläufern übereinstimmten. Ich hege also in Bezug auf diese Methode nicht den allergeringsten Zweifel, dass sich unter günstigen Umständen wirklich Nervenzellen sowie Fasern blau färben, und dass hierdurch mindestens der große Vortheil gewonnen wird, dass dann der Verlauf der Fasern mit großer Leichtigkeit zu verfolgen ist. Ob die Methode hingegen wirklich eine Art Reaktion auf nervöse Substanz bildet, d. h. vorzugsweise gerade diese färbt, halte ich doch für fraglich und Vorsicht für geboten, damit nicht etwa Jemand v. Lenhossék's Irrthum betreffs der Golgi'schen Methode auf die Ehrlich'sche mit übertrage.

Ich hatte diesmal keine Veranlassung, weitere Versuche damit anzustellen, schon desshalb, weil, vielleicht in Folge irgend eines Versehens, die Färbung meist nicht gut gelang. Was sich übrigens bei dieser Methode zu färben scheint, das ist der plasmatische Inhalt der Nervenröhren, oder was dasselbe heißt, die Ganglienzellfortsätze; die Scheiden bleiben ungefärbt, was sich auch aus den Mittheilungen Cerfontaine's betreffs der Leydig'schen Fasern ergiebt, ferner mit den allgemeinen Angaben übereinstimmt, und eben so auch mit dem, was mir Biedermann auf meine Frage danach persönlich mittheilte.

Ich erwähne diese Dinge nur aus dem Grunde, weil häufig die Ehrlich'sche Methode und diejenige Golgi's, als die allermodernsten Errungenschaften, zusammen genannt werden und weil ich gegen die letztere (im Gegensatze zur ersteren) von vorn herein ein Misstrauen hatte, welches in dem Augenblicke eher noch zunahm, als ich das erste einigermaßen »gelungene« Präparat von dem mir intimer bekannten Bauchstrange des Regenwurms sah. Auch ich sah die hübschen, wie mit Tinte gezeichneten, absolut scharfen, verzweigten Zeichnungen — aber ihre Gestalt war oft so absonderlich, dass sich in diesen Fällen

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

entweder so ziemlich Alles, was man sonst sieht, oder aber das, was mit der »Golgi'schen Methode« sichtbar wurde, als Trugbild oder wenigstens als nicht nervös herausstellen musste. Das Erste, was mir beim Betrachten gewisser Stellen meines gelungenen Präparates einfiel, war der sogenannte Bleibaum. Eine Ähnlichkeit oder gar Übereinstimmung mit sonst bekannten Formen von Nervenfasern war ganz und gar nicht herauszufinden. Im Gegentheil: in einem Falle lagen die schön und fein verästelten schwarzen Zeichnungen absolut regellos und außer Zusammenhang mit den Nervenfasern, die sich bei der Härtung in $3^1/_2$ %igem chroms. Kali mit etwas Osmiumsäure ganz leidlich erhalten hatten, und, trotz des Mangels an Farbe, deutlich sichtbar wurden, sobald eine enge Blendenöffnung angewandt wurde, während natürlich die schwarzen, Golgi'schen Zeichnungen um so reiner hervortraten, je größer die Blendenöffnung gewählt wurde. In anderen Fällen erhielt allerdings auch ich die Schwärzung zweifelloser Ganglienzellen und ihrer Fortsätze, in der aus Abbildungen genugsam bekannten erstaunlichen Schärfe.

Die Golgi'sche Methode besteht darin, dass in den Geweben durch auf einander folgende Behandlung mit chromsaurem Kali und Silbernitrat ein Niederschlag erzeugt wird. Niederschläge in den Geweben treten ja auch unter anderen Umständen gelegentlich ein, z. B. wenn man seewasserhaltige Thiere zu schnell in starken Alkohol bringt, ehe durch Wasser oder sehr schwach alkoholische Flüssigkeiten die in Alkohol unlöslichen Salze ausgewaschen wurden. Das sind freilich meist Krystalle, im eigentlichen Sinne des Wortes. Es giebt aber auch anorganische Formen, die den Golgi'schen Niederschlägen ziemlich ähnlich sind, z. B. der schon erwähnte »Bleibaum«. Man kann sich auch von dem Vorgange bei der Golgi'schen Methode bis zu einem gewissen Grade von Deutlichkeit ganz gut eine Vorstellung machen: erst dringt das doppeltchromsaure Kali ein, dann das Silbernitrat; wo beide in hinreichender Koncentration auf einander treffen und die bei Ausscheidungsvorgängen der Art eine große Rolle spielenden Molekularkräfte günstige Bedingungen schaffen, da kommt es zur Ausfällung des röthlichen, in etwas dickeren Schichten fast undurchsichtigen Niederschlages. Die hier offenbar in Betracht kommende Wirkungsweise der Molekularkräfte ist nun wohl überhaupt noch nicht hinreichend bekannt; davon abgesehen lassen sich aber mit einiger Wahrscheinlichkeit einzelne Verhältnisse anführen, von denen man annehmen kann, dass sie der Bildung solcher Niederschläge günstig seien. Erstens ist es offenbar eine nothwendige Bedingung, dass die Flüssigkeiten gut eindringen können; desswegen war von vorn herein zu erwarten, dass z. B. in den Leydig'schen Fasern wenig Aussicht dazu vorhanden sei. Zweitens ist

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

es ein Erfordernis, dass die beiden Flüssigkeiten einigermaßen reichlich imbibirt werden; es werden also im Ganzen diejenigen Theile eine günstigere Stätte für die Bildung der Niederschläge abgeben, die sehr wasserreich, oder mit anderen Worten, sehr arm an Trockensubstanz sind. Aber auch an anderen Stellen, namentlich bei langer Einwirkung der betreffenden Flüssigkeiten, werden sich regellose Niederschläge bilden können, die dann voraussichtlich die Neigung haben werden, sich allmählich zu vergrößern; denn bei allen solchen oder ähnlichen Erscheinungen, bei denen sich feste Substanzen aus Flüssigkeiten ausscheiden, kann es als Regel gelten, dass die sich neu ausscheidenden Theilchen die Neigung haben, sich an bereits vorhandene Theilchen desselben Stoffes anzusetzen, was bei eigentlicher Krystallbildung am sichersten als allgemeine Regel angesehen werden kann, aber auch z. B. bei der Ausscheidung des sogenannten »Bleibaums« der Fall sein muss. Damit ist nun freilich noch nicht gesagt, dass nicht mitunter gerade auch die Nervenfasern solche Stellen seien, die für die Bildung der fraglichen Niederschläge besonders geeignet sind; ich habe immer die Ansicht gehabt, dass die Substanz der Nervenfasern besonders wasserreich sei, habe das auch mehrfach ausgesprochen und stehe mit dieser Ansicht auch nicht allein da. Wo nun nicht etwa eine Markscheide das Eindringen der Flüssigkeiten erschwert, da wäre dann allerdings unter Umständen der Zug einer Nervenfaser oder eines Ganglienzellfortsatzes eine besonders geeignete Stelle, d. h. eine solche, an der die betreffenden Niederschläge besonders leicht eintreten werden. Ich zweifle desshalb nicht im geringsten daran, habe mich auch selbst durch den Augenschein, am Bauchmark des Regenwurms, davon überzeugt, dass viele von den mit der Golgi'schen Methode gesehenen Figuren wirklich Nervenfasern entsprechen. Aber ich würde es für einen großen Leichtsinn halten, alles Das, was sich bei dieser Methode geschwärzt hat und die Form dünner Fäserchen hat, schon desshalb einfach für »Nerven« ausgeben zu wollen.

Um übrigens ein besseres Urtheil über die Wirkungsweise der Golgi'schen Methode zu gewinnen, probirte ich sie an Stückchen von geronnenem Eiweiß[1]. Ich spritzte aus einer Pipette flüssiges Hühnereiweiß in siedendes Wasser und erhielt so mannigfache Formen von geronnenem Eiweiß, von denen sich schließlich die festeren als die geeigneteren herausstellten; dann habe ich auch einfach von dem Weißen eines ganz hart gekochten Eies dünne Scheibchen nach jener Methode

[1] Kürzlich erzählte mir ein Freund, dass er sich zu erinnern glaube, dass ähnliche Versuche bereits von Anderen angestellt seien.

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

behandelt und dabei Resultate erhalten, die Manche interessiren dürften. Auf Schnitten, die ich der Zeitersparnis wegen meist einfach mit dem Messer, ohne Einbettung, machte, fand sich, dass sich die Niederschläge vorwiegend in folgender Weise angeordnet hatten. Das ganze Stück war von solchen durchsetzt, vorzugsweise hatten sie sich aber nahe der Oberfläche gebildet; sie hatten meist eine längliche Gestalt, deren längerer Durchmesser fast immer auf der Oberfläche des Stücks senkrecht stand, entsprechend der Richtung der Diffusionsströme, wie ich glaube. Sie waren ganz scharf begrenzt, standen oft ziemlich dicht gedrängt und erwiesen sich in den meisten Fällen als dünne Blättchen von fast schwarzer, bei starkem Licht aber röthlicn durchscheinender Farbe. Das Wichtigste besteht aber in dem Umstande, dass sich die meisten dieser Formen von der Oberfläche an, nach dem Inneren des Stückes zu nicht nur verbreiterten, sondern auch verästelten und oft Netze bildeten. Freilich waren die Verästelungen nicht sehr lang und ziemlich breit, wennschon oft recht zahlreich. Im Einzelnen herrschte die größte Mannigfaltigkeit. Aus diesem Versuche geht zunächst hervor, dass bei der Golgi'schen Methode mitunter scharf begrenzte Formen von mannigfacher Gestalt und auch verästeltem Bau auch da auftreten können, wo von präformirten Strukturen schwerlich die Rede sein kann; man wird also gut thun, in dieser Beziehung die größte Vorsicht anzuwenden; dass von einer Art »Reaktion« auf nervöse Substanz gar keine Rede sein kann, das geht ja freilich schon aus den Litteraturangaben ganz sicher hervor, so dass es schwer begreiflich ist, wie v. Lenhossék anscheinend dieser Idee anhängt, da er ja aus der Nichtschwärzbarkeit der Leydig'schen Fasern auf deren nichtnervöse Natur schließen zu können glaubte.

Überhaupt kann die Schwärzung bei der Golgi'schen Methode wohl kaum als irgend eine »Reaktion« aufgefasst werden, außer derjenigen des Silbernitrats auf das Kaliumbichromat. Das Wesentliche an der Methode ist dabei auch wahrscheinlich weder das eine Reagens noch das andere, sondern die Erzeugung von Niederschlägen in den Geweben überhaupt. Ich vermuthe, dass andere Paare von Flüssigkeiten, die bei ihrer Mischung einen Niederschlag erzeugen, ganz ähnliche Bilder liefern werden, wenn sie nur folgende Bedingungen erfüllen: 1) Keine der beiden Flüssigkeiten darf die Gewebe zerstören. 2) Es ist gut, wenn eine der beiden Flüssigkeiten, besonders die zuerst anzuwendende, die Gewebe vielmehr konservirt, besonders durch Koagulation der Eiweißsubstanzen. 3) Die durch Mischung der beiden Flüssigkeiten erzeugten Niederschläge müssen möglichst unlöslich in Wasser, Alkohol, und den bei dem Einbettungs-

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

verfahren angewandten Kohlenwasserstoffen sein. Ich selbst habe bisher Versuche mit Sublimat und Silbernitrat gemacht, die ich durch Schwefelammonium zur Ausfällung in Form von Sulfiden brachte; allein ich erhielt damit allerdings keine Resultate, weil das Schwefelammonium, selbst noch in starker Verdünnung und sogar noch bei Gegenwart von starkem Alkohol, die Gewebe außerordentlich stark angreift, und weil ferner die entstehenden Niederschläge das ganze Gewebe mit diffus bräunlicher Farbe durchdrangen, wahrscheinlich, weil sie entweder nicht hinreichend schwer löslich waren, oder weil sie mit den Geweben selbst chemische Verbindungen einzugehen im Stande sind. Ich glaube aber bestimmt, dass es möglich sein wird, eine Anzahl von Flüssigkeitspaaren so zu kombiniren, dass sie und die aus ihnen erhaltenen Niederschläge den erwähnten Bedingungen entsprechen und dann voraussichtlich ganz ähnliche Resultate wie die Golgi'sche Methode liefern werden. — Man bedenke übrigens auch, dass unter allen bisher angewandten Methoden es allein die Golgi'sche ist, die darin besteht, in den Geweben Niederschläge zu erzeugen, deren Substanz aller Wahrscheinlichkeit nach lediglich aus denjenigen Stoffen besteht, die in den angewandten Reagentien selbst enthalten waren. Gewisse andere Methoden bestehen nämlich zwar gleichfalls in der Erzeugung von Niederschlägen; z. B. die einfache Behandlung mit Silbernitrat; aber in diesem Falle bilden sich die Niederschläge durch das Zusammentreffen des Reagens mit den Geweben, während sie bei der Golgi'schen Methode durch das Zusammentreffen des ersten Reagens mit dem zweiten entstehen. Desswegen sagte ich, dass von einer »Reaktion«, die das thierische Gewebe beträfe, eigentlich überhaupt, d. h. auch abgesehen von der auch im Übrigen unhaltbaren Idee einer »Reaktion auf nervöse Substanz«, keine Rede sein könne; es ist eine Reaktion des Silbernitrats auf das Kaliumbichromat, bei der die Struktur des thierischen Gewebes nur in so fern in Betracht kommt, als sich für das Zusammentreffen der beiden Flüssigkeiten und die Bildung der Niederschläge nicht überall gleich günstige Bedingungen vorfinden. Wenn ich eine Vermuthung aussprechen wollte, so würde ich eher glauben, dass es sich gleichsam um eine Reaktion auf die Stellen des geringsten Widerstandes, nämlich gegen die Bildung fester Niederschläge überhaupt handle. Dass, wie ich nicht im geringsten zweifle, ja aus eigener Anschauung weiß, sich sehr oft gerade die marklosen oder fast marklosen Fortsätze von Ganglienzellen und letztere selbst als solche Stellen erweisen, das ist mir, wie gesagt, in so fern sehr interessant, als dies mit der Vermuthung zusammenstimmen würde, dass sich die »nervöse Substanz« durch einen sehr geringen Procentsatz von Trockensubstanz

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

und im Zusammenhange damit durch eine Konsistenz auszeichne, die wahrscheinlich dem flüssigen Zustande ziemlich nahe kommt.

Über den Werth oder Unwerth der Golgi'schen Methode ist damit nichts gesagt; ich vermuthe, dass sie mit gehöriger Vorsicht und Kritik angewandt sehr nützlich sein kann, z. B. durch die Möglichkeit, irgend welche Kontinuitäten, etwa die von Nervenfaserzügen, sichtbar zu machen; ohne hinreichende Kritik indess kann sie sicher, wie namentlich das Beispiel v. Lenhossék's zeigt, Irrthümer erzeugen.

Es wird manchen Lesern willkommen sein, wenn ich meine Ansicht über die Struktur der faserigen Bestandtheile des Bauchmarks, nochmals kurz und präcis zusammenfasse. Das Bauchmark des Regenwurms besteht nach meiner Anschauung, die ich durch die Betrachtung des frischen Objekts sowohl als auch durch Beobachtung einer sehr großen Anzahl von Präparaten gewonnen habe, die nach verschiedenen Methoden hergestellt wurden, in der Hauptsache aus einem Bündel zahlreicher Röhren von verschiedenem, im Vergleich zu den mir bekannten Polychäten verhältnismäßig dickem, im Vergleich zu Palaemon jedoch sehr dünnem Kaliber. Bei diesen Röhren muss man natürlich, wie bei allen Röhren, die Wand vom Inhalt unterscheiden. Die Wand der Nervenröhren besteht wahrscheinlich aus einer Stützsubstanz, welche eine Spur von Nervenmark enthält. Letzteres ist in Alkohol löslich, wenn es nicht vorher mit Osmiumsäure behandelt wurde. Chromsaures Kali in etwa $3^1/_2$%iger Lösung macht es auch einigermaßen gegen Alkoholeinwirkung widerstandsfähig, jedoch bleibt es dann ungefärbt, während es durch Osmiumsäure bei längerer Einwirkung gebräunt, bei nachträglicher Behandlung mit Holzessig tiefschwarz wird und dann besonders deutlich ist. Unter Umständen, die mir nicht genau bekannt sind, die ich aber in einer zu kurzen Behandlung mit Osmiumsäure vermuthe, vielleicht in Verbindung mit einer zu schnellen Übertragung in starken Alkohol, blättert die Scheide koncentrisch aus einander, was beim Regenwurm freilich wegen der geringen Größe der ganzen Gebilde nur an den kolossalen Leydig'schen Fasern sichtbar ist (Fig. 15).

Wenn der Bauchstrang jedoch ohne vorhergehende ausgiebige Härtung mit Osmiumsäure oder auch nöthigenfalls chromsaurem Kali (mehrere Tage!) mit Alkohol und Kohlenwasserstoffen behandelt wird, wie dies für die verschiedenen Einbettungs- und Schnittverfahren nothwendig ist, so ist von den Röhrenwandungen nur ein lockeres, faseriges, zartes Maschenwerk übrig geblieben, was nur dann gut sichtbar ist, wenn der Röhreninhalt, was leicht eintritt, sehr stark geschrumpft ist; man sieht in diesem Falle ein blasses Netz äußerst feiner

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

Fäserchen, welches, wie ich bestimmt glaube, irrthümlicherweise von Vielen für ein »centrales Nervennetz« gehalten wird (Fig. 16). Ist jedoch der Röhreninhalt wenig oder gar nicht geschrumpft, was durch Einwirkung alkoholhaltiger Sublimatlösungen (Fig. 12, 17) und sehr sorgsame Behandlung erreicht werden kann, so sieht das System der Röhrenwandungen noch viel unscheinbarer aus, desshalb, weil seine Hauptmasse durch den Alkohol gelöst wurde, und das übrig bleibende Maschenwerk sich gerade wegen der kompakten Beschaffenheit des Röhreninnern nicht ausbreiten konnte. Das Innere der Röhren, welches sich in vielen Fällen unzweifelhaft als Ganglienzellausläufer herausstellt, es auch in den übrigen sein dürfte[1] und desshalb als der Träger der nervösen Funktion anzusehen ist, ist eine plasmatische Masse, die ich mir ihrem ganzen Verhalten nach als sehr wasserreich vorstelle. Ich komme auf diesen Punkt nochmals zurück. Osmiumsäure bräunt diesen Inhalt viel weniger als die Röhrenwand; sie scheint ihn auch nicht ordentlich zu härten, wenn das nicht vielleicht daran liegen sollte, dass dieses Reagens nicht ins Innere eindringen kann, weil es von der Röhrenwand zurückgehalten oder gebunden wird. Auf Schnitten sieht man meist nur verschieden geformte, leicht gebräunte Gerinnsel, die das Bild noch mehr verwirren; bei Anwendung der nachträglichen Reduktion mit Holzessig wird die Sache deutlicher, indem dann die Gerinnsel das äußerst scharf hervortretende Bild des Systems der Röhrenwandungen weniger stören. Bei bloßer Alkoholhärtung schrumpft das Röhreninnere äußerst stark; er tritt dann gleichfalls gegen das System der Röhrenwandungen in den Hintergrund, die aber in diesem Falle ihr kompaktes Ansehen verloren haben, und zu einem Gewirr von Maschen und Fäserchen geworden sind (Fig. 16). Sublimat jedoch bringt das Innere zur Gerinnung, anscheinend ohne Schrumpfung, man thut jedoch gut, diesem Reagens das Eindringen in die Röhren zu erleichtern, indem man es in alkoholhaltiger Lösung anwendet, da diese dann die Röhrenwand theilweise löst (Fig. 12, 17). Auf Querschnitten treten dann namentlich die dickeren Nervenröhren ziemlich deutlich als kleine helle Kreise hervor, obwohl Röhreninneres wie Röhrenwand ungefärbt ist; nur muss man natürlich eine kleine Blende anwenden, da sich Röhreninneres und Wand betreffs der Farbe nur wenig unterscheiden.

Ich vermeide es absichtlich, meine Ansichten mit jener Bestimmtheit vorzutragen, wie das von Vielen geschieht, weil ich glaube, dass es sich um sehr schwierige Fragen handle. Ich glaube desswegen aber nicht, dass meine Ansicht weniger gut begründet sei, als die Anderer.

[1] Rohde's Entdeckungen bei Hirudineen zeigen, dass es auch eine andere Ursprungsart der Nervenröhren giebt.

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

Der Hauptfehler, den sehr Viele begehen, besteht nach meiner Meinung in Folgendem: sie probiren irgend eine Methode aus, die besonders scharfe und deutliche Bilder liefert; so weit ist Alles in Ordnung, der Fehler beginnt aber dann, wenn sie beim Betrachten jener schönen mikroskopischen Ansichten allmählich nicht mehr daran denken, dass Alles, was sie sehen, das Produkt nicht eines Faktors, des ursprünglichen Baues der Gewebe, sondern vielmehr zweier, nämlich der präformirten Struktur auf der einen und der Wirkung der angewandten Chemikalien auf der anderen Seite ist. Es ist unbedingt erforderlich, die Resultate verschiedener Methoden zu kombiniren und von den Methoden denjenigen den Vorzug zu geben, bei denen man wenigstens eine Ahnung davon hat, welche Änderungen sie hervorrufen.

Das ist nämlich bisher leider noch der beste Fall, da eine eingehendere Kenntnis darüber meist ganz fehlt und wohl auch erst sehr allmählich erlangt werden kann. Mir schwebt dabei als Beispiel vor, dass wir einigermaßen bestimmt wissen, dass Osmiumsäure das Nervenmark schwärzt, dass Sublimat plasmatische Substanzen koagulirt, dass Alkohol Nervenmark löst und Ähnliches mehr. Ich brauche mich übrigens wohl kaum ausdrücklich dagegen zu verwahren, dass ich ein Gegner der modernen histologischen Technik wäre; ganz im Gegentheil erkenne ich es als fast selbstverständlich an, dass wir bei bloßer Betrachtung des frischen Objekts nur einen kleinen Bruchtheil dessen wissen würden, was wir, auch abzüglich aller Irrthümer, in histologischen Fragen wirklich wissen. Aber ich glaube, dass die modernen Methoden ein sehr zweischneidiges Schwert sind, mit dem derjenige, der sie mit unzureichender Kritik, oder gar positiver Gedankenlosigkeit anwendet, wirklich mehr Verwirrung und Irrthümer stiftet, als Richtiges zu Tage fördert. Wenige Beispiele sind hierfür gerade so lehrreich, wie die Frage der Leydig'schen Fasern; lange nachdem der umsichtige und gewissenhafte Beobachter Leydig sie ganz richtig gedeutet hatte, gelangte man mit aller Technik dazu, aus markhaltigen Nervenfasern — Stützorgane zu machen; und nachdem mit mancher Mühe die alte Wahrheit wieder an den Tag gezogen war, da kam eine neue Methode auf, deren unkritische Anwendung, im Verein mit mangelnder Sorgfalt, sie abermals zu verschütten droht.

Im Ganzen habe ich seit meiner ersten Veröffentlichung vor 6 Jahren meine Ansichten nur unwesentlich geändert; wenn man überall da, wo ich die Wand der Nervenröhren oder, was dasselbe ist, das auf Querschnitten sichtbare Netzwerk, als »Bindegewebe« bezeichnete, dafür etwa den Ausdruck setzte: »mehr oder minder nervenmarkhaltige Stützsubstanz«, so hat man meine gegenwärtige Ansicht, die ich bereits

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

in meiner Neapler Veröffentlichung, aber nur in Bezug auf die kolossalen Leydig'schen Fasern und ähnliche Bildungen vertrat, während ich sie jetzt, wenn auch nicht mit demselben Grade von Sicherheit, auf die gewöhnlichen, kleineren Fasern ausdehne. Ich will jetzt noch auf den vorher berührten Punkt, betreffs des muthmaßlichen Aggregatzustandes des Röhreninneren, das wir nach dem Voraufgehenden einfach »Achsencylinder« nennen können, wenn wir die Bezeichnungsweise der Wirbelthierhistologie annehmen wollen, mit einigen Worten zurückkommen. Meine Ansicht hierüber gilt übrigens auch von dem Achsencylinder markhaltiger Wirbelthiernervenfasern.

Es ist ja äußerst schwierig, sich über den Aggregatzustand des Inneren mikroskopisch kleiner Röhren eine bestimmte Rechenschaft zu geben. Nach dem ganzen Verhalten dieser Substanz aber, namentlich der außerordentlich starken Schrumpfbarkeit muss ich glauben, dass ihre Festigkeit diejenige der festeren Theile von rohem Hühnereiweiß schwerlich übersteige. In der That, wenn ich mir vorstellte, dass jene Röhren mit wirklichem Hühnereiweiß gefüllt wären, so glaube ich, dass dann die Verschiedenartigkeit des Aussehens der Bilder je nach Anwendung der verschiedenen Methoden ziemlich die gleiche sein würde. Ich bin aber ferner der Überzeugung, dass diese Ansicht, mit der ich ja freilich wenigstens nicht ganz allein dastehe, in Anbetracht offenkundiger Thatsachen viel verbreiteter sein würde, wenn nicht bei sehr Vielen eine gewisse Abneigung dagegen zu bestehen schiene, sich diejenige Substanz, die der Träger der Reizleitung ist, als weiche Plasmamasse vorzustellen. Hierbei muss ich unwillkürlich eines Ausspruches des Physiologen Preyer gedenken, den ich, wenn ich mich recht erinnere, in einer seiner Vorlesungen hörte: dass man nämlich in der Regel im Protoplasma nach Nerven gesucht habe, während es richtiger sei, vielmehr — in den Nerven nach dem Protoplasma zu suchen. Ich halte diesen Gedanken für ganz richtig. Wo wir nämlich das Leben in seinen verhältnismäßig einfachsten Formen vor uns haben, in den Protisten und besonders in den nackten Amöben, da ist es fast augenscheinlich, dass der Träger der Lebensfunktionen, speciell also auch der Reizleitung, nahezu flüssig sei.

Eine zweite, meist nicht geradezu ausgesprochene, aber trotzdem sehr verbreitete Vorstellung hat ferner dazu beigetragen, wie ich glaube, jene Frage zu verdunkeln. Fast unwillkürlich sind Viele dazu gelangt, das Nervensystem mit einem Telegraphennetz mit Centralapparaten, Endapparaten und, wenn ich mich roh ausdrücken darf, verbindenden Drähten, zu vergleichen. Die Vermittler der Leitung sollten demnach, analog unseren Telegraphendrähten, solide Fibrillen sein: man

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

suchte »nach den Nerven im Protoplasma«, anstatt nach »dem Plasma in den Nerven« zu suchen. Nun, ich glaube, dass wir im Achsencylinder, sowohl demjenigen der Wirbelthiere, als auch in demjenigen des Regenwurms beispielsweise, d. h. also in dem »Röhreninneren«, das Plasma, das fast flüssige Plasma, und in ihm den Träger der Reizleitung vor uns haben. Wenn ich übrigens immer von einer »fast flüssigen« Masse spreche, so schließt das nicht im geringsten eine feinere Struktur aus. Sobald aber nun von einer feineren Struktur des Achsencylinders die Rede ist, denken die Meisten gleich wieder an die bekannten, von Vielen für sicher nachgewiesene Bestandtheile gehaltenen »Achsenfibrillen«. Ich habe die schönsten Fibrillen, besonders mit Säure-Fuchsinfärbung bei Wirbelthiernerven gesehen, mich aber von deren Präexistenz nicht überzeugen können, was ich schon früher gelegentlich erwähnte. Die ganze Fibrillenangelegenheit steht aber großentheils unter dem Einflusse voreilig als sicher angenommener physiologischer Vorstellungen, speciell jenem unglücklichen Vergleich mit dem System eines Telegraphennetzes. Freilich ist zuzugeben, dass bis zu einem gewissen Grade eine isolirte Reizleitung fast zwingend — so wenig Bestimmtes man auch über die ganze Angelegenheit, besonders über das Wesen des Nervenprincips weiß — isolirte, langgestreckte histologische Elemente erfordert. Aber man sehe zu, ob man mit der doch wirklich schon ziemlich großen Zahl der Nervenfasern, oder der in ihnen enthaltenen Achsencylinder nicht auskomme. Muss denn nun jede Nervenfaser noch eine Unmasse von Fibrillen enthalten? Und wenn das wirklich der Fall wäre, warum sollte man dann gerade bei den Achsenfibrillen stehen bleiben? Warum sollte nicht etwa wieder jede der Achsenfibrillen aus vielleicht jenseits der Grenze des mikroskopischen Sehens liegenden »Fibrillen zweiter Ordnung« bestehen, diese wieder aus »Fibrillen dritter Ordnung« und so fort ad infinitum? Irgend wo muss doch die Grenze gezogen werden, und ich glaube, dass die bisher auf wirklich solider Basis erreichte, für unsere physiologischen Vorstellungen übrigens wohl auch ganz ausreichende Grenze die einzelne Nervenfaser oder, wenn man so will, ihr wahrscheinlich fast flüssiger Inhalt, der Achsencylinder sei. Auch ich glaube nun nicht etwa an eine Strukturlosigkeit des Plasmas und halte die in dieser Richtung vorschreitende Forschung für sehr wichtig und z. B. die namentlich von Bütschli ausgeführten Versuche mit mikroskopischen Schäumen für eine sehr interessante und möglicherweise außerordentlich wichtige Sache; aber das Suchen nach »Fibrillen« für etwas sehr Fragliches, um so mehr, als, wer da recht eifrig sucht, nur allzu leicht künstliche Fibrillen findet. Übrigens sind aber gerade die Nervenfasern zur Ergründung

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

der Plasmastrukturen aller Wahrscheinlichkeit nach keine sehr vortheilhaften Versuchs- oder Beobachtungsgegenstände, namentlich wegen der Scheide.

Die Untersuchungen, so weit ich nicht alte Präparate benutzte, stellte ich in dem zoologischen Institute der Berliner Universität an, dessen Benutzung mir Herr Geheimrath Prof. Dr. Franz Eilhard Schulze freundlichst erlaubte; ich spreche ihm auch an dieser Stelle meinen aufrichtigen Dank aus.

Erst nachdem ich diese Ausführungen geschrieben hatte, las ich die neuesten neurohistologischen Untersuchungen von Rohde[1]. Obwohl ich gerade die von ihm studirten Objekte — Hirudineen — nicht aus eigener Anschauung genauer kenne, so habe ich dennoch den bestimmten Eindruck gewonnen, dass die Rohde'schen Untersuchungen zu den wirklich kritischen und sorgfältigen Arbeiten über unseren Gegenstand gehören, und sehr wichtig sind, besonders wenn sich, wie ich zwar bisher aus eigener Anschauung nicht weiß, aber aus manchen Gründen bestimmt glaube, die Angaben bestätigen, wie sich die dickeren Nervenröhren aus der von Rohde sogenannten »Centralsubstanz« konstruiren. In letzterer sowohl, wie überhaupt, hält er Dasjenige, was an gefärbten Querschnitten das Auffallendere ist, wegen stärkerer Färbung und fibrillären Aussehens, gerade für das nicht Nervöse; der eigentliche Träger der nervösen Funktion ist nach Rohde das viel weniger auffallende »Hyaloplasma«. Diese Auffassung, die meines Wissens, wie auch Rohde nicht zu erwähnen unterlässt, auf Leydig zurückzuführen ist, steht, wie der Leser leicht verstehen wird, in vollständiger Übereinstimmung mit meinen Resultaten. Bei der fast völligen Unabhängigkeit zwischen den Schriften Rohde's und meinen, glaube ich, dass diese Übereinstimmung ein gewichtiges Zeugnis zu Gunsten der Richtigkeit wenigstens der hauptsächlichsten Resultate sei. Freilich ist im Übrigen der Inhalt der Rohde-schen Schriften und meiner recht verschieden; aber jene Verschiedenheiten sind wohl fast in keinem Falle Widersprüche, die einander ausschlössen, sondern Ergebnisse, die einander ergänzen, da ich auf viele wichtige Dinge, die Rohde anführt, nicht besonders geachtet habe, und weil Rohde andere Objekte studirte, als ich. Nach Lektüre der Rohde'schen Schrift scheint es mir selbst eine Inkonsequenz und wahrscheinlich ein Fehler auf meiner Seite zu sein, wenn ich das Gewirr feiner Fäserchen, wie es die Hauptmasse des Oberschlundganglions

[1] Zoologische Beiträge. Bd. III.

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

bildet und stellenweise in den Bauchmarksganglien vorkommt, für nervös hielt, während ich im Bauchstrang diejenigen Elemente, die sonst damit einige Ähnlichkeit haben, nämlich die Masse, welche die Scheiden der Nervenröhren bildet, als eine Stützsubstanz zu erkennen glaubte. Ich habe freilich wiederholt darauf hingewiesen, dass z. B. in den Ganglien die faserigen Elemente viel reichlicher, und die dickeren Nervenröhren viel spärlicher sind, als in den Kommissuren; aber ich habe niemals, wie das Rohde gethan hat, darauf geachtet, in welcher Weise diese dickeren Nervenröhren ihren Ursprung nehmen; ich hatte vermuthet, dass es ausschließlich Ausläufer von Ganglienzellen seien. Der wesentlichste Punkt, in dem Rohde und ich vollkommen übereinstimmen, besteht, wie schon angedeutet, darin, dass wir beide die bei künstlicher Färbung dunkleren, anscheinend festeren Elemente für eine Stützsubstanz halten, und den Träger der nervösen Funktion in dem viel weniger auffallenden, schwerer konservirbaren und schwerer färbbaren »Hyaloplasma«, oder wie ich mich ausdrückte, einer »fast flüssigen Masse« sehen. Ich glaube, dass sich diese ganze Leydig'sche Auffassung, immer mehr als die richtige herausstellen und von großer Bedeutung werden wird[1]. Für besonders wichtig halte ich aber den schon angeführten Befund Rohde's, dass sich nämlich die »Nervenröhren« in der »Centralsubstanz« sondern, in der Weise, dass die Rohde'schen »Centralfibrillen«, z. B. von einem bestimmten Abschnitte eines der segmentalen Nerven an, anders anordnen, als vorher, und durch einen ringförmigen Verlauf eine »Nervenröhre« abgrenzen. Diese Angabe schien mir aus folgenden Gründen von besonderer Wichtigkeit. Erstens, was die Sicherheit der Beobachtung betrifft, führt Rohde an, dass in den Hauptnerven, in einer gewissen Entfernung vom Ganglion, eine Anzahl von Nervenröhren auftrete, von denen sich vorher, d. h. unmittelbar beim Durchtritt des Nerven durch das Neurilemm (des Bauchstranges) keine Spur habe erkennen lassen. Zweitens ist es für mich fast unzweifelhaft, dass die dicken Nervenröhren der Blutegel im Wesentlichen mit denen der Ringelwürmer übereinstimmen, auch mit den unzweifelhaft markhaltigen, wie den Leydig'schen Fasern der Regenwürmer und anderer. Diese sind wiederum im Wesentlichen dieselbe Bildung, wie die markhaltigen Fasern der Wirbelthiere. Alle Unterschiede, die zwischen den ange-

[1] Was die Myelinfrage betrifft, so sei noch daran erinnert, dass das bloße Vorkommen von Myelin bei Wirbellosen gelegentlich von verschiedenen Beobachtern, z. B. Rawitz, erwähnt wird; doch hat man sich anscheinend nicht eingehender darum bekümmert. — Auf die Apathy'sche Auffassung der Nervenhistologie will ich hier nicht näher eingehen.

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

führten Gebilden obwalten, scheinen mehr Unterschiede der absoluten und der relativen Größe und Dicke, als solche der wesentlichen Anordnung zu sein. Rohde hat bei den Blutegeln keine nervenmarkartige Substanz finden können; allein, da gerade mir das Vorkommen von Übergängen aller Art geläufig ist, so möchte ich darin kaum einen grundsätzlichen Unterschied sehen; von welcher Ausbildung des Marks ab sollte übrigens eine Faser für »markhaltig« gelten? Die Sache wird sich schließlich vielleicht so herausstellen, dass das Stützgewebe, oder um mit Rohde zu reden, die ringförmig angeordneten, die Scheide der Nervenröhre bildenden »Centralfäserchen«, in manchen Fällen mehr oder weniger von der fraglichen »myelinogenen« Substanz enthält und dann eben eine sogenannte »Markscheide« bildet. Der von Rohde angeführte Ursprung der Nervenröhren durch Sonderung aus der Centralsubstanz ist wahrscheinlich auch für die Leydig'schen Fasern zutreffend, nämlich in den Fällen, wo sie sich noch über den letzten Zusammenhang mit Ganglienzellen nach hinten hinaus nachweisen lassen. Dafür spricht namentlich der Umstand, dass es in diesen Fällen wirklich unmöglich ist, zu sagen, wo sie eigentlich aufhören; die in ihrem mittleren Verlaufe so außerordentlich auffallenden Gebilde werden immer unscheinbarer und undeutlicher, so dass eben die Vignal'sche Angabe, sie endeten mit einer feinen Spitze, ohne dass man genau sagen könne, wo, ganz richtig ist. Ich hatte zufälligerweise einen Ausnahmsfall zu sehen bekommen, als ich das in Fig. 1 photographirte Präparat erhielt, welches einer der Schnitte ist, welche der Fig. 7 in meiner ersten Arbeit zu Grunde gelegt wurde: Hier waren auf der Schnittserie die Leydig'schen Fasern überall in der gewohnten Weise sichtbar, bis zu jener Stelle, wo sie ventralwärts umbogen und sich zu den Ganglienzellen begaben, von denen eine auf der Photographie zu sehen ist; hinter dieser Stelle waren die seitlichen Leydig'schen Fasern auf jener Schnittserie verschwunden; auf anderen Schnittserien fand ich freilich keine solche Endigung in der Weise, dass ich sie als unmittelbare Ausläufer von Ganglienzellen hätte betrachten können; aber damals schob ich diese Abweichung darauf, dass mir nur der letzte Zusammenhang mit Ganglienzellen aus irgend einem Grunde entgangen sei; was ich aber jetzt nach Durchmusterung einer noch größeren Zahl von Schnittserien um so weniger glaube, als ja eben von Rohde jener verschiedene Ursprungsmodus von Nervenröhren wenigstens zunächst bei Blutegeln nachgewiesen ist.

Berlin, Anfang August 1894.

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

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XL.

Sämmtliche Abbildungen wurden nach Photographien auf rein mechanischem Wege hergestellt; die Photographien mit dem großen Zeiss'schen Apparate und dessen apochromatischen Objektiven nach der Natur aufgenommen.

Fig. 1. Schnitt durch die letzten Segmente des Bauchstranges. Man sieht, wie die beiden seitlichen Leydig'schen Fasern nach unten umbiegen, wo eine besonders hell aussehende Ganglienzelle mit gleichfalls sehr hellem Fortsatze liegt; die Kontinuität der Leydig'schen Fasern mit diesem Ganglienzellfortsatze ist zwar auf dem Schnitt nicht in aller Strenge sichtbar, da nicht das Ganze in derselben Ebene liegt; doch macht die Gleichartigkeit des Aussehens des Zellfortsatzes und der in jener Richtung umbiegenden Leydig'schen Fasern unmittelbar den Eindruck, dass hier ein Zusammenhang vorhanden sei, wie auch die Vergleichung mit den benachbarten Schnitten erwies.

Fig. 2. Dasselbe, von einer anderen Schnittserie und etwas weiter nach vorn. Die beiden seitlichen Fasern geben symmetrische, nach unten ziehende Ästchen ab, die noch mit einer dünnen Myelinscheide bekleidet sind.

Fig. 3. Dasselbe, von einer anderen Schnittserie; die auf der Abbildung rechte Leydig'sche Faser giebt einen sehr deutlichen Seitenast ab.

Fig. 4. Nach unten ziehende Seitenästchen aller drei Fasern.

Fig. 5. Die linke Leydig'sche Faser giebt einen nach unten ziehenden Seitenast ab, dessen gabelige Theilung deutlich zu sehen ist.

Fig. 6 u. 7. Zwei auf einander folgende Schnitte. (Die linke Partie von Fig. 6 konnte nicht genau eingestellt werden, da der Schnitt etwas uneben war.) Rechts unten liegt eine sehr hell aussehende, bipolare Ganglienzelle, deren lateraler Fortsatz auf Fig. 6, deren medianer Fortsatz auf Fig. 7 zu sehen ist. Die beiden seitlichen Leydig'schen Fasern geben Seitenästchen ab, die sich beide gabelig theilen; durch Kombination der beiden Schnitte kann man verfolgen, dass der äußere Fortsatz der erwähnten Ganglienzelle in die rechts liegende Leydig'sche Faser eintritt.

Fig. 8. Die mittlere Leydig'sche Faser giebt einen Seitenast ab, der sich gabelig theilt.

Fig. 9. Die linke Leydig'sche Faser giebt einen auf eine lange Strecke sichtbaren Fortsatz ab, der schief nach unten zieht; rechts sieht man eine der zugehörigen, hellen Ganglienzellen, gleichfalls mit einem auf lange Strecken hin verfolgbaren Fortsatz. Alle bisher erwähnten Abbildungen sind von Schnitten gemacht, die aus Würmern hergestellt wurden, welche bloß mit Osmiumsäure behandelt waren.

Fig. 10. Schnitt durch eine Kommissurstelle des Bauchstranges; Osmiumsäure mit nachfolgender Reduktion durch Holzessig. Man sieht ein zierliches schwarzes Netzwerk, in dessen Maschenräumen hier und da gleichfalls dunkle Gerinnsel von mannigfacher Form liegen. Von den beiden seitlichen Fasersträngen ist der »mediane Nerv« durch schwarze Septen deutlich getrennt.

Fig. 11. Wie der vorige, aber etwas nach dem einfachen Nerven zu; unten in der Medianlinie sieht man eine der stark geschwärzten medianen Zellen.

Fig. 12. Dasselbe, aber nach Behandlung mit Sublimatalkohol. Die Räume des Maschenwerkes sind mit einer kompakten Masse gefüllt, die hier und da dunk-

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

lere Mittelpunkte erkennen lässt. Die Abgrenzung des medianen Nerven ist deutlich sichtbar. Die Scheide der Leydig'schen Fasern ist bis auf ein feines Wabenwerk aufgelöst. Vgl. Fig. 1 etc. auf Taf. IX in Bd. XLVII (1888) dieser Zeitschr.

Fig. 13. Ähnlicher Schnitt wie Fig. 10, aber stärker vergrößert; man sieht die Abgrenzung des medianen Nerven. Das schwarze Netzwerk, der Ausdruck der Wandungen der quer geschnittenen Nervenfasern, ist besonders deutlich, auch die hier und da in den Röhrenquerschnitten liegenden Gerinnsel.

Fig. 14. Längsschnitt durch ein eben so behandeltes Stück; die Röhrenwandungen treten durch schwarze Linien hervor, bei denen man wegen ihres welligen Verlaufs erkennen kann, dass immer je zwei parallel verlaufen, also wirklich der Ausdruck der hier längs geschnittenen Röhren, und nicht etwa Fibrillen sind.

Fig. 15. Schnitt durch den vordersten Theil des Bauchstranges. Bloße Osmiumsäurebehandlung. Die Maschen des auch hier fast überall sehr deutlichen Netzwerks, des Ausdrucks der Querschnitte der Röhrenwandungen, sowie die hier und da darin liegenden Gerinnsel des Achsencylinders, sind im Präparate gelblich; nur die Scheiden der Leydig'schen Fasern sind in Wahrheit schwarz. Sie sind wahrscheinlich in Folge einer nicht hinreichenden Einwirkung der Osmiumsäure, wie das öfters vorkommt, in mehrere Schichten aufgeblättert, was man sehr deutlich an der mittleren Faser sieht, eben so wie den ventralwärts ziehenden Seitenast.

Fig. 16. Querschnitt nach bloßer Alkoholbehandlung und heller Karminfärbung. Das Maschenwerk ist leidlich deutlich, aber viel zarter als bei Osmiumhärtung. Das Innere der Maschenräume ist meistentheils ganz leer, weil die Achsencylinder auf einen winzigen Bruchtheil ihres wahren Durchmessers, der sonst das ganze Innere der Scheide ausfüllt, zusammengeschrumpft sind.

Fig. 17. Ein ähnlicher Schnitt, aber mit sublimathaltigem verdünnten Alkohol gehärtet; da in diesem Falle die Achsencylinder weniger stark schrumpfen, erfüllen sie die Räume des Maschenwerks so ziemlich, wodurch das Bild des Maschenwerks weniger auffallend wird. Fig. 12, 16 und Fig. 17 zeigen manche der Details, die ich in meiner ersten Arbeit beschrieben und auf Taf. IX des XLVII. Bandes dieser Zeitschrift (1888) abgebildet habe, namentlich in Fig. 1 und 4.

Fig. 18. Wahrscheinlich abnorme Bildung; fünf Leydig'sche Fasern anstatt der gewöhnlichen drei.

Fig. 19. Dessgleichen, unter der mittleren Leydig'schen Faser eine überzählige vierte von kleinerem Durchmesser. Die rechte Faser giebt einen Seitenast ab.

Fig. 20. Die rechte Leydig'sche Faser giebt einen Seitenast von ungewöhnlichem Durchmesser ab, der sich gabelförmig in zwei Seitenäste theilt.

Die den meisten Photographien beigegebenen Pausen einiger Kontouren sind in aller Eile angefertigt worden, machen auf Genauigkeit keinerlei Anspruch und dienen nur zur Erleichterung der Übersicht. — Obwohl die Lichtdrucke sehr gut ausgefallen sind, ist doch in manchen Fällen ein direkter Abzug auf Kopierpapier noch deutlicher; ich bin gern bereit, auf briefliche Bestellung hin, solche Photographien Denjenigen zuzusenden, welche sie zu sehen wünschen[1]. — Wegen der besonderen Sachlage hielt ich es für angemessen, von den Schnitten, die die Verästelung der Leydig'schen Fasern zeigen, nicht etwa nur einen, sondern lieber eine ganze Anzahl zu photographiren, erstens damit endlich einmal jeder Zweifel

[1] Adresse: Berlin W. (10) Regentenstraße 8.

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

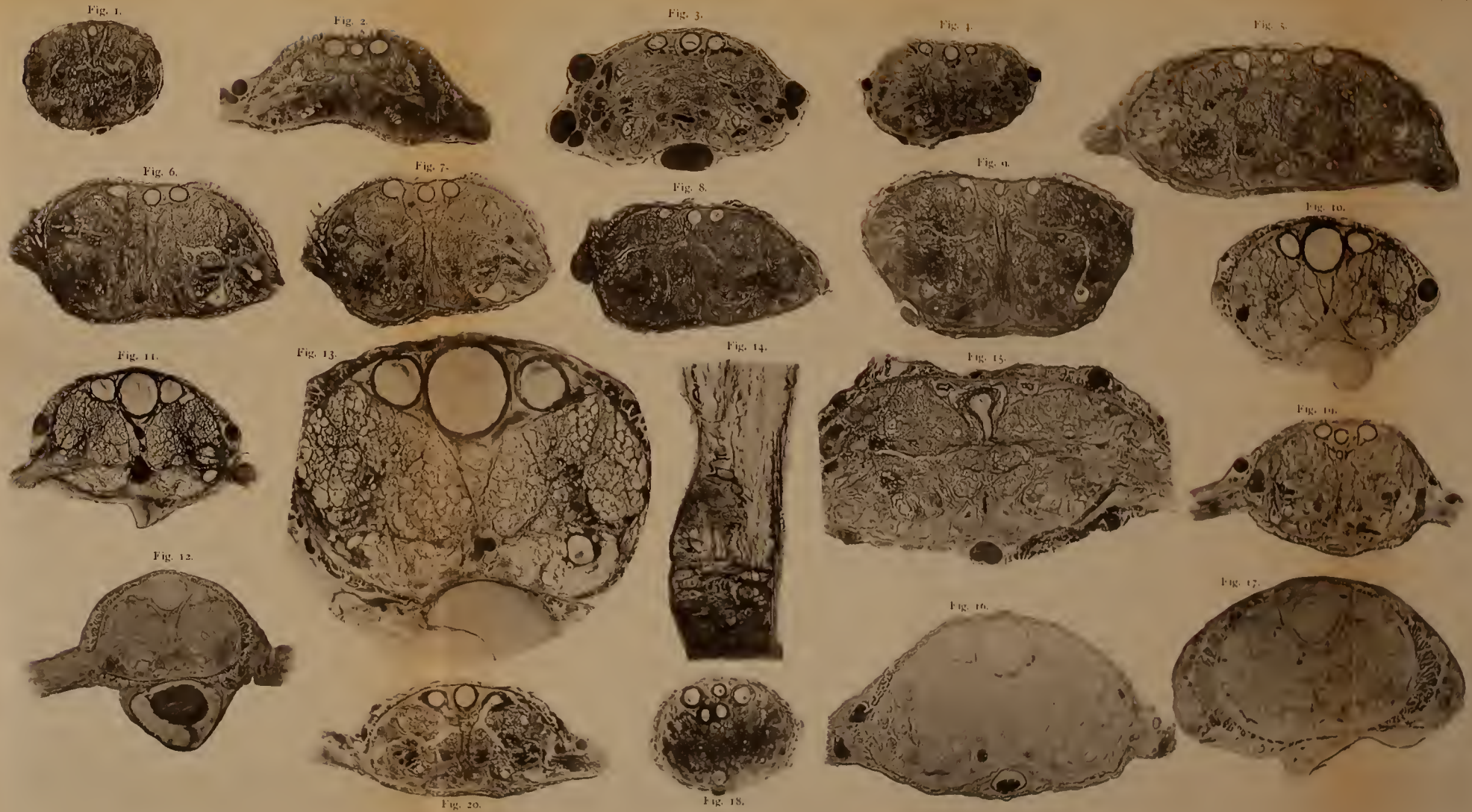
beseitigt werde, und zweitens um zu zeigen, dass es sich um keine Sache handle, die etwa nur ausnahmsweise vorkomme oder schwer aufzufinden sei, was Manche vielleicht sonst daraus folgern könnten, dass einige Autoren jene Dinge trotz meiner genauen Angaben nicht gefunden haben.

In den Pausen bedeutet:

lf, Leydig'sche Fasern;
lz, die dazu gehörigen Ganglienzellen;
a, Verästelungen der Leydig'schen Fasern;
b, Fortsätze der Ganglienzellen *lz*;
c, Verbindungsstücke von *a* und *b*, die im Schnitte aus dem Zusammenhang gebracht sind;
s, Septen, die den medianen Nerv auf dem Niveau der Kommissuren von den beiden Hauptfasersträngen sondern;
m, medianer Nerv;
sch, die Markscheide der Leydig'schen Fasern, die bei allen Behandlungsweisen, außer mit Osmiumsäure, mehr oder minder aufblättert und dann das von vielen Autoren falsch gedeutete Wabenwerk bildet (bei den Osmiumpräparaten außer Fig. 15 auf der Pause nicht bezeichnet);
f, Nervenfasern (vgl. Text).

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

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



Friedländer, Phot. Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig. Lichtdruck v. Julius Klinkhardt, Leipzig.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie

Jahr/Year: 1894

Band/Volume: 58

Autor(en)/Author(s): Friedlaender Benedict

Artikel/Article: Altes und Neues zur Histologie des Bauchstranges des Regenwurms. 661-693