

Beiträge zur Kenntniss der Textur  
des  
Central-Nervensystems höherer Würmer.

Mit 5 Tafeln.

Von

**B. Haller**

(Ungarn).

Bereits in früheren Publicationen war ich bemüht, die doppelte Ursprungsweise der Nerven im Central-Nervensystem, einerseits direct aus Ganglienzellen, andererseits aus jenem centralen Nervennetze, welches bei den Vertebraten von J. Gerlach<sup>1)</sup> entdeckt wurde, nachzuweisen. Wie ich glaube, ist mir dieses für die rhipidoglossen Prosobranchier gelungen, was hauptsächlich jenem gewichtigen Umstande zuzuschreiben ist, dass bei diesen Thieren, noch mehr aber bei den Placophoren und Cyclobranchiern das primäre Nervensystem, welches noch keine gedrungeneren Ganglienbildungen aufweist, der neuroglialen Umhüllung insoferne keine grössere Rolle im Aufbau des Central-Nervensystems zukommen lässt, als dieselbe in die tieferen Schichten derselben nicht eingreift. Es findet sich hier eben ein corticalwärts gelegener Ganglienzellbelag vor, dessen einzelne multipolare Elemente, untereinander sich vielfach direct verbindend, andere Fortsätze in Form einer peripheren Nervenfasern in einen Nervenstamm übertreten lassen. Zum grössten Theil gehen aber die Fortsätze der Ganglienzellen, sich allmählig theilend, in ein central gelegenes Nervennetz über, aus welchem sich wieder centrale Nervenfasern construiren können. Die directe Nervenülle schickt bloß Fortsätze in das centrale Nervengewebe, welche innerhalb der Ganglienzellschichte, sich theilweise theilend, hierselbst stützend

<sup>1)</sup> J. Gerlach, „Von dem Rückenmark.“ In Stricker's Handbuch von den Geweben. Leipzig 1871.

eingreifen und innerhalb derselben im centralen Nervennetze immer blind endigen. Ich stellte seinerzeit dieses hier kurz geschilderte Verhalten, über welches im Speciellen in jener Arbeit nachzulesen ist<sup>1)</sup>, als ein primäres hin. In der That ist dieses Verhalten auch bei Würmern und betreff der Neuroglia noch einfacher aufzufinden, die als sehr ursprüngliche Formen nicht nur für die Anneliden, wenn wir das Annelid, und ich glaube mit vollem Recht, als ein secundäres Stadium auffassen, sondern auch für die Mollusken als Ausgangspunkt dienen, nämlich den Nemertinen.

Meine Entdeckungen für die Prosobranchier wurden für die Acephalen von B. Rawitz<sup>2)</sup> bestätigt und ich selbst habe in einer kurzen Mittheilung<sup>3)</sup> die Resultate veröffentlicht, welche ich in diesem Punkte bei Würmern, Arthropoden und Vertebraten gefunden habe. Dort schon habe ich gesagt, dass ich meine diesbezüglichen Resultate mit den nöthigen Tafeln versehen zu veröffentlichen wünsche, doch obgleich meine diesbezüglichen Untersuchungen für die Würmer damals schon vollständig abgeschlossen waren, konnte wegen Zeitmangel an die Fertigstellung zum Drucke nicht gedacht werden, und erst jetzt kann ich diese Resultate über die Würmer wenigstens der Oeffentlichkeit übergeben.

Zweck der Untersuchung war, bei vielen mir zugänglichen Wurmtypen das centrale Nervennetz und die doppelte Ursprungsweise der Nerven nachzuweisen. Untersucht wurden hierauf die Nemertinen, Sipunculiden, polychaeten und oligochaeten Anneliden in allerdings sehr wenig Vertretern, welche jedoch bei dem gesteckten Ziele genügten. Später wurde in mir der Wunsch rege, auch nach dem Grade der Entwicklung der Neuroglia in den verschiedenen Wurmclassen zu trachten, was übrigens mit jener obigen Frage zusammenhängt und bei der Untersuchung ohnehin berücksichtigt werden musste. Dass aber bei diesem festgesetzten Plane hier auch viele andere morphologische Fragen Erörterung finden müssen, war bei den vielen offenen Fragen hierselbst unvermeidlich. Hierdurch glaube ich die leitenden Motive zu dieser Arbeit gekennzeichnet zu haben. Eine ausführliche topographische Histologie der hier zu erörternden Nervensysteme zu schreiben lag nicht in meiner Absicht.

Die Objecte wurden entweder nur mit Alkohol oder Osmium-

<sup>1)</sup> B. Haller, „Studien über mar. Rhipidoglossen.“ II. Morph. Jahrb. Tom. XI.

<sup>2)</sup> B. Rawitz, „Das centrale Nervensystem der Acephalen.“ Jena'sche Zeitschrift f. Naturwiss. 1887, Tom. XX.

<sup>3)</sup> Morph. Jahrbuch. 1886.

säure, oder auch mit chromsaurem Ammoniak gehärtet und mit Carmin oder Picrocarmin tingirt, im Speciellen soll aber an Ort und Stelle berichtet werden. Die Schnitte waren, die meisten wenigstens, die denkbar feinsten, und die verwendeten Vergrößerungssysteme (unter diesen ein Wasserimmersion Reichert XI) tadellos. Dass ein in neurohistologischen Untersuchungen geübtes Auge auf diese Weise auch das Möglichste beobachten kann, ist mir sicher. Besonders waren meine Präparate, mit gewöhnlichem Carmin gefärbt, ausgezeichnet. Retesdorf, bei Schässburg in Siebenbürgen, im Juni 1889.

## Anneliden.

### A. Polychaeten.

#### a) Raubpolychaeten.

Von erranten Polychaeten wurden auf Querschnitten *Lepidasthenia elegans* Gr., da mein Material jedoch zu Längsschnitten nicht ausreichte, zur Entscheidung einiger strittiger Punkte im Gehirne *Nereis Costae* Gr. untersucht. Die Angaben über das Bauchmark beziehen sich lediglich auf *Lepid. elegans*. Beide Thiere wurden, da sie mir unbekannt waren, auf mein Ansuchen von Herrn Dr. E. von Marenzeller am k. k. Hofmuseum zu Wien bestimmt. Dieser Liebenswürdigkeit halber fühle ich mich genanntem Herrn gegenüber zu Dank verpflichtet.

Das Central-Nervensystem wird nach aussen vollständig durch eine Nervenhülle umscheidet, die entweder wie im Gehirne dorsalwärts, oder im Bauchmarke ventralwärts, direct unter der oft sehr dünnen Basalmembran des Hautepithels (Hypodermis) liegt und darum fälschlicher Weise von E. Rohde<sup>1)</sup> als Subcuticula aufgefasst wurde oder wie dorsalwärts im Bauchmarke der Muskulatur anliegt.

Diese innerste Nervenhülle schickt, wie fast überall bei den Bilaterien, Fortsätze in das Nervengewebe, die dort hauptsächlich als Stützgewebe functioniren. Dieses Stützgewebe ist aber bei den Polychaeten ein wirkliches Netz, das entweder sehr weitmaschig ist und zwischen den Maschenräumen stellenweise Ganglienzellen birgt, oder als sehr feines Netz das centrale Nervennetz gleichmässig durchsetzt.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> E. Rohde, „Histologische Untersuchungen über das Nervensystem der Chaetopoden.“ In A. Schneider's zoolog. Beiträgen. 1887, Tom. II.

<sup>2)</sup> Die Behauptung Rohde's, wonach das bindegewebeartige Netz in der nervösen Centralsubstanz nicht vorhanden sei, sondern das äussere Stütznetz sende bloß blinde Fortsätze oder quer durchsetzende Balken durch dieselbe, bedarf ihm

Die Nervenhülle setzt sich aber auch auf die peripheren Nerven continuirlich fort und hängt dort gleichfalls mit einem Stützgewebe, das, ebenfalls ein weitmaschiges Netz vorstellend, die Nervenfasern umspinnt, enge zusammen. Das Neurilemm hängt somit mit einem Stützgewebe, das wieder als identisch mit der Neuroglia der Wirbelthiere zu betrachten ist, organologisch ganz enge zusammen, oder bildet, anders ausgedrückt, ein enge zusammenhängendes Ganzes mit ihm, was auch gewiss durch die Histogenese Bestätigung finden wird.<sup>1)</sup> In dieser Beziehung stimmen Rohde's Untersuchungen, in denen das Studium auf eine grössere Zahl von Polychaeten ausgedehnt wurde, und meine vollständig überein, warum ich mir diesen Satz auf die erranten Polychaeten allgemein auszudehnen erlaube.

Bevor ich die specielle Beschreibung beginne, möchte ich bemerken, dass die von mir untersuchte *Lepidasthenia elegans* Gr. wohl kaum identisch sein wird mit jener, die von Rohde untersucht wurde, was ich daraus schliesse, dass in manchen Punkten, die eventuell auf Specieeseigenthümlichkeit zurückführbar sind, unsere Beobachtungen abweichen, natürlich abgesehen von anderen wichtigeren Fragen, in denen wir nur wenig übereinstimmen. Der von Rohde untersuchte *Polynoe* heisst nach seiner Angabe *P. elegans* Gr., während er den Namen *Lepidasthenia elegans* von Malmgreen führt. Ferner vertritt Rohde eine Auffassung, wonach das von mir als perineurales Stütznetz bezeichnete Gewebe um das Centralnervensystem herum, direct mit der Subcuticula, also mit der Hypodermis zusammenhänge. Diese zwar althergebrachte, aber auch von neueren Autoren, wie Jourdan<sup>2)</sup>, einigermassen getheilte

gegenüber keiner ernstern Widerlegung, da, wie Vejdovsky ganz richtig bemerkt, die feineren Verhältnisse der sogenannten Leydig'schen Punktsubstanz Rohde unbekannt blieben und es so auch nicht zu verlangen ist, dass er bei dieser Unkenntniss ein weiteres feineres Verhalten des neuroglialen Netzes erkennen sollte.

<sup>1)</sup> Es ist mir darum nicht recht verständlich, wie Rohde behaupten mag, dass ich einen Zusammenhang dieses Netzes mit der Nervenhülle seiner „Subcuticula“ nicht angebe (l. c. pag. 68), wobei ich doch in meinem kurzen Berichte über diese Verhältnisse (*Morph. Jahrbuch* 1886), nachdem ich über die chemisch verschiedene Schichtung der Nervenhülle gesprochen, ausdrücklich betont habe, dass auch dem inneren Theile der Umhüllung (Rohde's Subcuticula) Fortsätze in das perineurale Netz, wie ich es dort nannte, übergehen, und ich sagte weiter „präcisier ausgedrückt lautet dies so, dass letzteres (Netz) mit ersterem (Neurilemm) organologisch enge zusammenhängt“.

<sup>2)</sup> Jourdan, „Cerveau de l'Eunice Harassi et ses rapports avec l'hypoderme“. *Compt. rend. d. l'Acad. des scienc. de Paris*. 1884.

Ansicht beruht auf ungenauer histologischer Beobachtung und wird durch jene dogmatische Auffassung genährt, wonach bei ursprünglicheren Formen, wofür aber noch nach der Geoffroy-St. Hilaire'schen Auffassung die Anneliden gehalten werden und bei denen in der That, bei vielen Polychaeten wenigstens, das Central-Nervensystem zeitlebens seine ectodermale Lagerung beibehält, die Hypodermiselemente (Leibesepithel) noch einen directen, oder doch gewissermassen directen Zusammenhang mit den fest anliegenden Nervelementen des Central-Nervensystems gewahrt hätten. Und doch, wie sonderbar die Behauptung noch für Viele klingen mag, ist es Thatsache, dass das Central-Nervensystem der Sipunculiden und Nemertinen, Central-Nervensysteme also, welche bereits ihre definitive Lagerung ausserhalb des Ectodermes haben, betreff der nervösen Structur ein ursprünglicheres Verhalten aufweisen wie die Anneliden, insbesondere die Polychaeten, denn die Oligochaeten, bei denen ja das Central-Nervensystem schon aus dem Ectoderme herausgerückt ist, zeigen trotzdem ursprünglichere Texturverhältnisse wie erstere.

Gerade das Studium der Textur des Central-Nervensystems ist es, welches die übliche Annahme, als stamme der ungegliederte Körper anderer Würmer, ganz geschwiegen von dem der Mollusken, vom Annelid ab, sehr zu untergraben hilft und eher jener Annahme beipflichtet, dass im Gegentheil das Annelid kein primärer Zustand ist und dass eher die Ringelwürmer von einer ungegliederten Form, welche vielleicht auch den Stammeltern der Mollusken nahe stand, abstammen.

Ich will hier, bevor ich meine eigenen Beobachtungen mittheilen werde, die Beobachtungen Rohde's über dieses Gewebe auszüglich mittheilen. Er fand das Netz um das neurale Gewebe überall in dieser Form vorhanden, wohl am einfachsten mit zahlreichen, in die Knotenpunkte eingelagerten Zellkernen bei Aphroditen und *Polynoe elegans*; etwas complicirter bei *Sthenelais* und *Sigation*. Bei diesen zwei letztgenannten Formen sollen sogar Einlagerungen in den Maschenräumen stellenweise auftreten. Bei *Sthenelais* soll dieses Gewebe dorsalwärts vom Hirne wesentlich anders gebildet sein als lateral- und ventralwärts. Dorsalwärts ist es ein engmaschiges Netz mit eingestreuten Kernen, um die herum „in geringerer oder stärkerer Ausbildung ein Besatz feiner Körnchen, welche die feinen Fasern theilweise verdecken“, vorhanden sein soll, doch drückt sich über die Natur dieser Körnchen Rohde weiter nicht aus. Vom Hirn ventralwärts sollen die Maschen des

Netzes viel weiter sein und ein feineres Netz soll hier überhaupt fehlen, und die Maschenräume sollen durch eine „grosskrümmliche Masse“ erfüllt sein, welche je einen Zellkern enthält. Auch die Bedeutung des letztbeschriebenen Gebildes blieb dem Autor unbekannt.

Gegen die nervösen Elemente hin wird dieses Netz enger und bildet um die Ganglienzellen herum Scheiden, und sollen die Kerne an diesen Stellen im Netze etwas länglicher geformt sein. Aus diesem Grunde unterscheidet Rohde dieses feinmaschigere Netz von dem peripherer gelegenen weitmaschigen als inneres. Innerhalb der sogenannten Leidig'schen Punktsubstanz bildet aber dieses Gewebe kein Netz, sondern bloss einzelne Fortsätze sind es, welche dorthin eindringen und dieses sogar ganz durchsetzen sollen. In eine viel innigere Beziehung soll dieses Netzwerk nach Rohde zu den Ganglienzellen treten, denn obgleich Rohde sehr unverständlich ist, so geht aus seiner Angabe soviel doch hervor, dass die Netzfaser in den Zelleib eindringen und hier mit dem Mitom (Protoplasma im engeren Sinne) verschmelzen. Dies ist aber ein Irrthum, in welchen für die Wirbelthiere früher bereits E. L a h o u s s e<sup>1)</sup> verfallen ist, der in die unklarsten Behauptungen geräth und angibt, dass die Neuroglia mit den Ganglienzellen innig und organologisch zusammenhänge, wie dieses seiner Zeit auch S a l. S t r i c k e r annahm.

Die Hauptsache aber ist und bleibt bei der Rohde'schen Auffassung, dass dieses perineurale Netz als directe Fortsetzung der sogenannten Subcuticularzellen zu betrachten ist, wesshalb es von ihm auch als „Subcuticularfasergewebe“ benannt wurde. Rohde machte nämlich die Beobachtung, dass bei Sthenelais dorsalwärts vom Hirn die hier sehr niedrigen „Subcuticularzellen“ mit ihren basalen, dem Centrum zugekehrten Rändern mit zahlreichen Fortsätzen direct in jenes Netzwerk übergehen, welches Verhalten von ihm auch abgebildet wurde. Ausser dem eben Angeführten hat er noch mehrere Beobachtungen gemacht, welche diese seine Annahme stützen sollen, von denen wir aber bloss die eine anführen möchten, dass „die die beiden Hälften des Bauchmarkes trennende mediane Scheidewand fast ausschliesslich von den dicken Fortsätzen der Subcuticularzellen gebildet wird“. Nach dieser Auffassung würde somit dieses Stützgewebe von der „Subcuticula“ kaum scharf zu trennen sein.

<sup>1)</sup> L a h o u s s e, „La cellule nerveuse et la névroglia.“ Anatom. Anzeiger, 1886, pag. 116.

Soviel, glaube ich, genügt, um Rohde's Standpunkt über dieses Gewebe zu kennzeichnen, um später in Detailfragen, soweit es sich auf *Lepidasthenia* bezieht, auf seine Beobachtungen zurückzukommen.

Dieses perineurale Netz wurde vor mir und Rohde bereits vielfach beobachtet, wenngleich keine grössere Aufmerksamkeit demselben geschenkt wurde. G. Pruvot<sup>1)</sup> unterscheidet am Central-Nervensystem der Polychaeten eine corticale Lage von einer ihr centralwärts eingelagerten. Die letztere hält er für das wirklich nervöse, während die corticale Lage nach ihm das perineurale Netz ist. Bei *Nephtys Hombergi* aber, wo er diese Verhältnisse genauer studirt hatte, unterscheidet er ein Neurilemm, das er an seinen, freilich sehr klein gehaltenen Abbildungen auch wiedergibt. Jourdan<sup>2)</sup>, der dieses Gewebe nicht besonders ausführlich behandelt, nimmt, wie schon erwähnt, jenen Standpunkt demselben gegenüber ein, den Rohde später in seiner citirten Arbeit ausführlicher vertritt. Bei den Archianneliden erwähnt J. Fraipont<sup>3)</sup> dieses Gewebe nicht, doch gibt er eine deutliche Membran zwischen dem Nervengewebe und den Epidermzellen mehrfach an. Es wäre nun sehr interessant, zu erfahren, ob dieses Gewebe in jener Mächtigkeit bei diesen Urformen der Ringelwürmer bereits auftritt oder nicht.

Ob weitere Angaben von Bedeutung über dieses Gewebe in der Literatur vorhanden sind, ist mir unbekannt geblieben, doch auch in der neueren Literatur finde ich darauf keinen Hinweis.

Die Nervenhülle oder das Neurilemm ist im Gehirn sehr dünn, und eine nach meinen Beobachtungen homogene Schichte, in der ich selten und dann auch (n) sehr undeutlich Kerne erkennen konnte. Dorsalwärts lagern sie sich dem medianwärts hohen (Fig. 1 E), hier pigmentlosen, dann aber jederseits lateralwärts niedrigen und dunkel pigmentirten (Fig. 1 y) Ectoderm fest an. Auch die Augen liegen ausserhalb derselben, doch werden sie von ihr von hinten gleichsam umhüllt (Fig. 3 A). Sie ist erkenntlich an genügend feinen Präparaten, denn während das Leibesepithel nur durch seine gefärbten Kerne auffällig ist, färbt sich die Nervenhülle intensiv. Bei starken Vergrösserungen sah ich zwischen ihr und dem Epithel eine sehr zarte Membran, die nichts anderes als die

<sup>1)</sup> G. Pruvot, „Système nerveux des annelides polychètes.“ Arch. d. Zool. expém. et générale. 1885, Serie 2, Tom. II.

<sup>2)</sup> l. c.

<sup>3)</sup> J. Fraipont, „Recherches s. l. système nerveux central et périphérique des Archiannelides.“ Arch. de Biologie. 1884, Tom. V.

zarte Basalmembran des Leibeseithels sein kann. Bei *Nereis Costae* legt sich die Nervenülle dem Leibeseithel nicht fest an, da zwischen diesem und dem Gehirn eine Höhlung sich vorfindet (Fig. 22 h), welche dadurch, dass erstere medianwärts durch einen engen Isthmus (a) sich dem Gehirn anlegt, paarig, das ist bilateral symmetrisch wird. An dieser oben erwähnten Stelle lagert die Nervenülle so fest an die Basalmembran des Leibeseithels, dass eine Grenze zwischen ihnen umso schwerer erkennbar ist, da sie sich dazu noch beide sehr intensiv färben. Unter den Augen (A), wo die Basalmembran eine bedeutende Dicke aufweist, konnte ich eine Grenze stets erkennen. Auf die Nerven setzt sich diese Hülle des Gehirns deutlich fort, was bei *Nereis Costae*, da sie sich hier viel intensiver färbt wie bei *Lepidasthenia elegans*, schon bei schwächeren Vergrösserungen erkennbar ist (Fig. 22, 23, 24). Wie ich schon an anderen Orte hervorgehoben habe, ist um das Hirn insoferne eine chemische Differenzirung der Nervenülle eingetreten, als sie sich durch die angewandten Färbstoffe schichtenweise mit verschiedener Intensität färbt, wobei aber die Farbentöne continuirlich in einander übergehen (Fig. 7). Zu äusserst und wohl der grösste Theil färbt sich schön rosa (a), welche Schichte durch eine hellere (b) mit der innersten gelblich-rosa gefärbten (c) verschmilzt. Es ist dies aber eine blos chemische Differenzirung, der keine morphologische zu Grunde liegt. Ich halte diese chemische Differenzirung für insoferne wichtig, als sie auf die Entstehung der Nervenülle direct hinweist. Zu innerst, also aus der gelblich gefärbten Schichte der Nervenülle, gehen kurze Fortsätze ab, die aber sofort in das perineurale Netz continuirlich übergehen, und somit gibt es hier zwischen diesem und der Nervenülle keine Grenze. Das perineurale Netz selbst wird aber gleich von seinem Beginne aus dem Neurilemm an weder durch Picrocarmin, noch durch ammoniakalisches Carmin gefärbt. Ganz ähnlich verhält sich die Nervenülle ventralwärts über der Darmmusculation (m). Auch dort, wo das Neurilemm den Palpen (n, n', Fig. 1) fest anliegt, ist es durch die dort stark verdickte Basalmembran vom Körper epithel abgegrenzt, doch konnte ich nirgends eine völlige Verschmelzung mit dieser wahrnehmen. Schon der Umstand, dass zwischen der Nervenülle und dem deutlichen Leibeseithel eine Basalmembran sich vorfindet, noch mehr jedoch die Verhältnisse, wie sie sich bei *Nereis Costae* vorfinden, wo zwischen Hirn und Hypodermis eine deutliche Spalte sich ausgebildet hat (Fig. 22, 23, 24 h), schliesst schon a priori jene zu allerletzt von Rhode vertretene Ansicht aus, dass das perineurale



Netz mit dem Leibese epithel zusammenhängt, womit ich aber durchaus nicht behaupten will, aus welchem der Keimblätter dieses Gewebe eigentlich entstammt. Wissen wir doch heute mit Sicherheit überhaupt nicht, ob die Neuroglia aus dem Ecto- oder Mesoderme sich bildet. Bei *Sthenelais* zeichnet freilich *Rohde* den innigen Zusammenhang des perineuralen Netzes mit dem Leibese epithel (auf seiner Figur 24 b) sehr deutlich, doch kann ich zu meinem Bedauern dieser Angabe keinen Glauben schenken, denn obgleich ich die Verhältnisse bei *Sthenelais* aus eigener Anschauung nicht kenne, so muss ich die Richtigkeit von *Rohde's* Behauptung umsomehr in Zweifel ziehen, als er auch für *Lepidasthenia* diese Behauptung aufstellt, wo doch die Verhältnisse ganz andere sind, wie er sie angibt. Wie ich für jene Scheidewand zwischen den jederseitigen Bauchmarkshälften für *Lepidasthenia* zu zeigen Gelegenheit haben werde, befand sich hierin *Rohde* auch im Irrthum. Er gibt geradezu an, dass „die beide Hälften des Bauchmarkes trennende mediane Scheidewand“ fast ausschliesslich von den dicken Fortsätzen der Subcuticularzellen gebildet werde. Weiter aber gibt er darüber, was noch an der Bildung derselben Antheil nimmt, nichts an.

Nach den Angaben *Rohde's* ist dieses perineurale Netz, welches er als „Subcuticularfasergewebe“ bezeichnet, bei den verschiedenen untersuchten Formen nicht nur verschieden, sondern diese Verschiedenheit erstreckt sich bei *Sthenelais* sogar auf die verschiedenen anatomischen Stellen im Gehirn. Es soll nämlich bei letzterer Form dorsal vom Hirn ein Netzwerk sich vorfinden, in dessen Knotenpunkten grosse und deutliche Zellkerne eingelagert sind. „In der Umgebung dieser Kerne findet sich oft in geringerer oder stärkerer Ausbildung ein Besatz feiner Körnchen, welche die feinen Fasern theilweise verdecken. Hierdurch wird das Bild von verschieden grossen Zellen hervorgerufen, welche nach der Peripherie zu immer deutlicher in Fasern zerfallen und unterschiedslos in das umgebende feinfaserige Gewebe übergehen.“ Lateral vom Hirn soll nun jenes feine Netzwerk zwar fehlen, nicht jedoch ein gröberes, dessen Maschenräume von grossen, sehr hellen Zellen eingenommen werden. Es scheint mir fast, dass die „grossen Krümmeln“, deren *Rohde* theils zwischen den Maschenräumen, theils um die Kerne herum Erwähnung thut, in der That nichts anderes sind, als das extrahirte, chemisch vielleicht durch die Reagentien veränderte Pigment aus den Ganglienzellen. Bei den Aphroditen und *Polynoe* (*Lepidasthenia*) *elegans* soll das „Sub-

cuticularfasergewebe überall im Hirn etwa die Structur, welche es bei *Sthenelais* dorsal zeigt“, besitzen. „Es besteht aus feinen, engmaschig sich verbindenden Fasern, zwischen denen spärlich feine Körnchen auftreten.“ Endlich gelangt Rohde zu dem Resultate, dass das perineurale Netz überall im Wesentlichen aus einem Netz besteht. Diese Angabe scheint mir wichtig, denn obgleich ich mit seinen Resultaten, nach welchen dieses perineurale Gewebe von den directen Fortsätzen der „Subcuticularzellen“ gebildet werde, nicht übereinstimmen kann, da nach meinen Erfahrungen das perineurale Netz bei *Lepidasthenia* und *Nereis* nirgends einen Zusammenhang mit der *Subcuticula* aufweist, aber auch diese Zellen des Leibeseithels nirgends Fortsätze besitzen, so muss ich jener Annahme, wonach die Netzform das hauptsächlichste an diesem Gewebe bildet, mich anschliessen. Das Vorkommen der selbständigen, vom Zellverbände des Netzes unabhängigen Elemente zwischen den Maschenräumen bei *Sthenelais* möchte ich nicht bestreiten, da ich *Sthenelais* aus eigener Betrachtung überhaupt nicht kenne, diese Modification wäre aber überall, wo sie vorkäme, von mehr oder weniger untergeordneter Bedeutung und bloß das Netzwerk als solches von Wesenheit.

Um durch weitere Erwähnung der Rohde'schen Angaben in der Beschreibung der eigenen Beobachtungen nicht aufgehalten zu werden, führe ich noch an, dass er meine Beobachtungen, nach welchen dieses perineurale Netz auch in die sogenannte *Leydig'sche* Punktsubstanz in freilich verfeinerter Form eindringt, bestreitet, was jedoch bei dem Umstande, dass er über die Structur der sogenannten Punktsubstanz nicht weiter hinausgekommen ist, wie Forscher etwa zwanzig Jahre vor ihm, kaum von einigem Gewicht sein dürfte.

Dafür gibt aber Rohde an, dass das perineurale Netz nach Art, wie nach G. Fritsch die feinsten Capillaren in die riesenhaften Ganglienzellen der Markanschwellungen von *Lophius*<sup>1)</sup>, in den Körper der Ganglienzellen eindringen. Ich kann dem gegenüber nur behaupten, dass mir so etwas nie begegnet ist, und muss sowohl diese, wie Lahousse's früher erwähnte gleichartige Angabe als völlig unrichtig bezeichnen.

Nach meinen eigenen Beobachtungen ist somit eine deutliche Basalmembran unter dem Körperepithel (*Hypodermis*) vorhanden, welche dieses vom perineuralen Netze und somit auch vom Neurilemm

<sup>1)</sup> G. Fritsch, „Ueber einige bemerkenswerthe Elemente des Centralnervensystems von *Lophius piscatorius*.“ Arch. f. mikr. Anat. Tom. XXVII.

trennt und wobei das Netz, nur mit dem Neurilemm zusammenhängend, mit ihm ein einziges organisches Ganzes vorstellt.

Dorsalwärts im Gehirne (Fig. 2 bei v) finden wir das perineurale Netz sehr weitmaschig, doch sind die Maschenräume durchaus nicht gleich weit, sondern neben sehr weiten finden sich auch bedeutend engere vor. In der Gegend des zweiten Augenpaares reicht jenes Ganglion, das von sehr kleinen Nervenzellen gebildet, noch in der Gegend des ersten Augenpaares (Fig. 1 g) sich weit medianwärts, fast bis zum medianen Septum (p) erstreckt, nicht so weit nach innen, und da das Septum hier gleichfalls keine solche Mächtigkeit besitzt wie an erster Stelle, so ist zwischen diesen Theilen jederseits eine Stelle vorhanden, welche dorsalwärts ganz frei von Ganglienzellen ist und bloß vom perineuralen Netze eingenommen wird (Fig. 2 bei v). Ebenso ist ventralwärts oberhalb des Darmes (Fig. 1 k) das perineurale Netz nach aussen dem Perineurium zu vollständig frei von Ganglienzellen. Diese zwei Stellen sind deshalb am geeignetsten, um dieses Gewebe zu studiren.

Hier im Gehirne ist in diesem perineuralen Netze, mit Ausnahme einer noch zu erwähnenden ganz bestimmten anatomischen Stelle, in dessen Knotenpunkten nur in den allerseltensten Fällen ein Zellkern nachweisbar. Auch in dem Falle, dass ich einen solchen beobachten konnte, geschah dies nur mit starken Vergrößerungen und bei der grössten Aufmerksamkeit, denn der Kern färbte sich mit den zwei von mir angewandten Farbstoffen, ammoniakalischem Carmin und Picrocarmin, nicht. An den Knotenpunkten des Netzes finden sich dafür sehr oft verbreiterte Stellen vor (Fig. 1 q, h u. s. w.), in denen zwar ein Zellkern nicht erkennbar ist, die aber ihrer Form nach als Verschmelzungen mehrerer Zellen aufzufassen sein werden. Solche breite Stellen sind recht häufig. In der Nähe der Nervenfasermasse, der die Ganglienzellen peripher anlagern, sind letztere in die einzelnen Maschenräume des perineuralen Netzes eingelagert (Fig. 1, 4, 6). Manchmal fand ich auch zwei kleinere Ganglienzellen innerhalb eines Maschenraumes, aber immerhin recht selten. Natürlich werden an der Peripherie einer solchen Ganglienzelle auch Stellen sein, wo ihr eine andere direct anliegt, d. h. durch die Balken des Netzes nicht getrennt wird, ich glaube aber, dass es sich in vielen Fällen anders verhält, denn ich habe oft beobachten können, dass eine Seite einer Netzmasche sich sehr verbreiterte (Fig. 4, 6, 7 p) und dadurch ein sackartiges Gebilde hergestellt wurde, welches nicht die

ganze Ganglienzelle, sondern nur den untern abgerundeten Theil derselben aufnahm. Dass diese verbreiterten Stellen an den Maschen des perineuralen Netzes mit jenen früher beschriebenen Gebilden gleichartig sind und offenbar durch die Vereinigung mehrerer oder doch zweier Zellen dieses Netzes entstanden sein müssen, ist gewiss. Klar ist es ferner, dass man solche nach zwei bis drei Seiten hin concav verbreiterte Stellen zwischen dicht aneinander gelegenen Ganglienzellen selbst auf feinen Schnitten nicht beobachten kann; zumeist habe ich solche sackartige Erweiterungen an Stellen gefunden, wo sonst Ganglienzellschichten lagern (Fig. 4 p), und so liegt der Gedanke nahe, dass an einer solchen Stelle eine Ganglienzelle darinnen gelegen, aber durch das Präpariren herausgefallen war. Dabei bin ich aber weit entfernt, annehmen zu wollen, dass diese Verbreiterungen lediglich dazu bestimmt wären, den Ganglienzellen als Bett zu dienen, denn ich fand sie, wenngleich auch seltener, auch an solchen Stellen, wo sonst keine Ganglienzellen lagern. Dort, wo ventralwärts unter der Nervenfasermasse die Ganglienzellen fehlen (Fig. 2 w) oder auch oberhalb dieser, zwischen Ganglienzellen und der Nervenfasermasse (Fig. 4 w), also stets an Theilen des perineuralen Netzes, welche direct an die Nervenfasermasse anstossen, fand ich dieses Netz engmaschiger wie sonst wo, doch war der Unterschied kein besonders auffallender.

Das perineurale Netz umgibt das Gehirn von allen Seiten und schliesst es der Haut und den Augen gegenüber dadurch, dass es in eine verdickte und aus ihm hervorgegangene Membran, der Nervenhülle, direct übergeht (Fig. 7), ab. Im Gehirne ist somit bei *Lepidasthenia elegans* und *Nereis Costae* keine Stelle vorhanden, die beweiskräftig dafür auftreten könnte, dass die verlängerten basalen Enden der Hypodermiszellen direct in dieses Netz übergehen würden, wofür mir gegenüber Rohde eintritt. Diese in letzter Zeit eben durch ihn vertretene Ansicht beruht lediglich auf einem Beobachtungsfehler.

Bevor ich auf die medianen Septe des Hirnes von *Lepidasthenia elegans* eingehen möchte, die auch eine Bildung aus dem perineuralen Netze ist, möge hier Einiges über die chemische Eigenschaft des perineuralen Netzes im Hirne mitgetheilt werden, welches ich übrigens in meiner früheren Publication angeführt hatte. Es sind der gelbe Hornglanz dieses Netzes sowie der Schwund der Zellkerne einerseits, andererseits das ganz indifferente Verhalten den zwei angewandten und schon erwähnten Farbstoffen gegenüber. Der Umstand nun, dass ich dieses perineurale Netz in

seiner ganzen Wesenheit, also auch jenen Theil im nervösen centralen Fasertheil des Gehirns wie Bauchmarkes, als ein unzweideutiges Homologon mit dem durch H. Gierke<sup>1)</sup> wohl am ausführlichsten beschriebenen Neurogliaetze der Wirbelthiere erkannt habe, sowie der Umstand, dass jenes Netz bei erwachsenen Säugethieren eine allmälige Verhornung, d. h. Umwandlung der Eiweisssubstanz in Keratin oder wie die Entdecker dieses Verhaltens, Ewald und Kühne<sup>2)</sup>, dieses Keratin benannten, „Neurokeratin“, eingeht, was durch Gierke abermals ausführliche Erörterung fand, veranlassten mich, bei dem Umstand, dass die Zellkerne dieses Netzes im Gehirne der hier aufgeführten zwei Polychaeten eine Umwandlung erfuhren, anzunehmen, dass hier möglicherweise auch eine Verhornung eingetreten sei. Die Zellkerne in den Knotenpunkten des Netzes sind derart umgewandelt, dass ich sie nur, wie ich schon mittheilte, in den seltensten Fällen auffinden konnte. Das Netz verräth einen auffallenden matten Glanz, wodurch die Begrenzung der Fasern viel schärfer hervortritt, wie im Bauchmarke. Dies sind alle Eigenschaften, die dem Neurogliaetze der Wirbelthiere, wo jene Verhornung zumeist überall im Centralnervensystem durch Gierke constatirt werden konnte, eigen sind. Ich kann heute aber diese Anschauung für das perineurale Netz nicht mehr aufrecht halten, denn wenn ich auch noch jetzt behaupten muss, dass durch die oben angeführten Eigenschaften eine chemische Umwandlung des perineuralen Netzes erfolgt ist, so kann ich doch nicht mehr annehmen, dass jener Process eine Keratinisirung sei, denn abgesehen von dem Umstande, dass ich überhaupt wichtigere chemische Reagentien, wie Alkalien und Säuren, sowie die Verdauungsversuche nicht vorgenommen habe, färbt sich das perineurale Netz im Gehirne, d. h. um die Nervenbestandtheile, mit ammoniakalischem Carmin nicht, was doch geschehen müsste, wenn eine veritable Verhornung eingetreten wäre. Ich beschränke mich also jetzt nur auf jene Wahrnehmung, dass in jenem Netze und an angeführter Stelle sich ein Process vollzog, welcher die Zellkerne bei der angeführten Behandlung nicht mehr erkennen lässt.

Medianwärts in der Mitte des Hirnes zieht durch dessen ganze Länge eine septale Bildung hin, welche von Rohde zwar

<sup>1)</sup> H. Gierke, „Die Stützsubstanz des Centralnervensystems.“ Archiv f. mikr. Anat. Tom. XXV, XXVI.

<sup>2)</sup> A. Ewald und W. Kühne, „Ueber einen neuen Bestandtheil des Centralnervensystems.“ Verhandl. d. naturhist.-med. Vereins zu Heidelberg. Neue Folge, 1877, Tom. I.

beobachtet, aber ganz unrichtig aufgefasst wurde. Rohde zeichnet und beschreibt dieses Gebilde als aus den hier besonders langen Hypodermiszellen gebildet und an einen vereinzelt Strang des Subcuticularfasergewebes anstossend und mit ihm verschmelzend. Dieser Strang soll dann unter dem letzteren gelegen nach hinten verlaufen, um zum Schlusse in die Leibeshöhle hervortretend aufzuhören. Meine Beobachtungen sind von Rohde's Angaben grundverschieden, denn nach jenen ist dieses System (Fig. 1, 2), welches bei *Nereis Costae* fehlt (Fig. 12), in der vorderen Kopfreion aus einem mittleren mächtigen, direct an das Kopfdach stossenden unpaaren Abschnitte und drei Fortsätzen gebildet (Fig. 1 p). Die zwei lateralen Fortsätze ziehen, jederseits unter dem innern Rande des jederseitigen kleinzelligen Stirnganglions (mihi) gelegen und diesem fest angelagert, bis zur Stelle, wo die von Rohde richtig beobachtete Ganglienzellschicht desselben Ganglienpaares aufhört und seine Fasermasse beginnt. Der unpaare mediane Fortsatz ist kurz, von etwas conischer Form und hört oberhalb der medianen grosszelligen Ganglienzellschicht des Hirns zugespitzt auf. Ich habe, um die Structur dieser stützenden Vorrichtung, worauf es mir ja in erster Instanz hier ankam, kennen zu lernen, einen Schnitt durch eine Stelle geführt, wo sie ein lockeres Gefüge zeigt — es ist dies die Gegend des zweiten Augenpaares — und habe diesen Schnitt auf Fig. 2 abgebildet. Hier sehen wir nur noch den medianen Fortsatz (p) in seiner früheren Compactheit und Mächtigkeit entwickelt, denn der mächtige Theil, aus dem die drei Fortsätze abtraten, hört hier ganz auf. Der unpaare Fortsatz stösst fest an die Nervenöhle an und scheint mit dieser innig verwachsen. Er besteht aus von oben nach unten ziehenden und fest aneinander gereihten Fasern, welche an der Peripherie und besonders nach unten in ein feines, sehr kernreiches Netz sich auflösen (y). Dieses Netz reicht bis an die Fasermasse, oder richtiger gesprochen, an das obere Commissuralsystem (f) des Gehirnes. Hier speciell sind den Maschenräumen dieses Netzes keine Ganglienzellen eingestreut, doch werden sie einige Schnitte früher von solchen ganz ausgefüllt.

Von oben ziehen dem unpaaren Fortsatze angelagert (t) jederseits, gleich diesem anfangs fest aneinandergereichte, später unten aber auseinanderweichende Fasern, ohne sich netzförmig ausserhalb der nervösen Fasermasse zu verbinden, bis zu letzterem. Diese Fasern senken sich von hier mit den Fortsätzen der anliegenden Ganglienzellen in die nervöse Fasermasse ein. Von dem unpaaren Fortsatze treten gleichfalls lateralwärts Fasern über (p), und unten

findet sich zwischen ihnen jenes oben erwähnte kernreiche feine Netz vor. Das oben beschriebene Gebilde gehört somit dem perineuralen Netze an, und sind seine Fasern gleich denen des übrigen Netzes gegen die angewandten Farbstoffe unempfindlich, von demselben gelben Hornglanze. Nur das feine Netz verräth eine leise Färbung nach gehörig langer Einwirkung der angewandten Farbstoffe und seine deutlichen Kerne (g) wurden vom Picrocarmin gut tingirt. Aus alldem zu schliessen ist dieses kernreiche Netz chemisch derart nicht verändert, wie das übrige perineurale Netz.

Weiter nach vorne, dort, wo die mittlere Einsenkung des medianen Gehirndaches (E) keine so grosse ist, ist, wie schon oben erwähnt wurde, das mediane Septum mächtiger entwickelt (Fig. 1) und sowohl die lateralen wie der unpaare Fortsatz hängen durch abtretende Verbindungen mit einem Netze zusammen, dessen Maschenräume von Ganglienzellen vollständig ausgefüllt werden. Dieses Netz zeigt hier aber jene Eigenschaften des eben beschriebenen, weiter hinten sich an dieser Stelle vorfindenden Netzes nicht mehr und unterscheidet sich durch nichts vom übrigen perineuralen Netze.

Dort, wo Ganglienzellen sehr dicht aneinanderliegen, wie die grossen Zellen auf Fig. 2, dort konnte ich nur die wandständig gelegenen, von den Fasern des perineuralen Netzes umgeben, beobachten. Darum glaube ich, dass das perineurale Netz ebenso wenig bis zu innerst in die dichte Ganglienzellschicht eindringt, wie in die sehr compacten Stirnganglien.

Die jederseitigen zwei Commissuren vom Gehirne zu dem Bauchmarke (Fig. 1 d) werden auch, nachdem ihre Ganglienschicht (gzs) aufgehört hat, lateralwärts von dem perineuralen Netze, welches hier freilich sehr reducirt ist, umgeben, so dass das perineurale Netz des Gehirns mit jenem des Bauchmarkes continuirlich zusammenhängt. Gleich bei der ersten gangliösen Verdickung des Bauchmarkes finden wir das perineurale Netz mächtig entwickelt (Fig. 31, 32). Wenn wir aber dieses Netz hier um das Bauchmark herum nach guten Carminpräparaten betrachten, so werden uns sogleich zwei Eigenschaften dieses Gewebes auffallen, welche demselben Gewebe bis auf jene schon erörterte Stelle im Gehirne fehlen; denn erstens sind die Zellkerne in den Knotenpunkten des Netzes schön umrandet und sehr intensiv tingirt, zweitens aber fehlt hier dem Netze jener Hornglanz, welcher im Hirne so auffiel. Wir sind somit sowohl durch die positive wie durch die negative Eigenschaft zur Annahme voll-

berechtigt, dass das perineurale Netz um das Bauchmark herum chemisch anders beschaffen ist, wie im Hirne.

Dorsalwärts unter der Körpermuskulatur (Fig. 12, 13, 16, 18, 31, 32 m) findet sich eine Nervenhülle (ft) vor, die gerade so wie im Gehirne mit dem perineuralen Netze ganz eng zusammenhängt und ohne Zweifel aus diesem entstanden ist. Bei schwächeren Vergrößerungen scheint es, wie wenn diese Hülle sich auch als Grundmembran um die umliegende Hypodermis erstrecken würde (Fig. 15, 18). Doch wird man bei den feinsten Schnitten und stärkeren Vergrößerungen wohl erkennen können, dass dem nicht so ist und dass die dorsale Nervenhülle hier von innen, der Hypodermis anlagernd, hierorts nach unten biegt. Sie hört aber dann hier plötzlich als eine dicke compacte Membran weiter zu bestehen auf, denn wir werden an der lateralen und ventralen Begrenzung jenes Raumes, der zur Aufnahme des Bauchmarkes dient und von diesem, sowie dem perineuralen Netze ausgefüllt wird, vergebens nach einer ähnlichen Nervenhülle suchen, da diese als solche hier fehlt. Wir finden hier bei stärkeren Vergrößerungen höchstens, dass das perineurale Netz bei dem Anstossen an die Hypodermis viel engmaschiger geworden ist als sonst wo. Somit ist es im Bauchmarke an dessen lateraler und ventraler Begrenzung noch zu keiner ähnlichen Hüllenbildung gekommen, wie dieses im Gehirne überall und dorsalwärts im Bauchmarke sich bereits vorfindet, denn, wie ich dort den Nachweis geliefert habe, hat sich die Nervenhülle aus dem perineuralen Netze durch dessen Verdichtung herausgebildet. Vielmehr ist das Bauchmark der Hypodermis gegenüber noch nicht durch eine membranartige Hülle abgegrenzt, und dieses ist um so auffallender, als hier das perineurale Netz sich in die Hypodermis fortsetzt und als solches sich hier überall nachweisen lässt (Fig. 12). Es wäre aber darum anzunehmen, dass dieses Netz mit den Hypodermiszellen eng zusammenhänge, wie nach den Angaben von Rohde zu vermuthen wäre, ganz unrichtig, denn die Hypodermis besteht hier immer, vorausgesetzt, dass durch unzweckmässiges Conserviren ihre Elemente durch allzu grosse Schrumpfung nicht fadenförmig geworden sind, was dann in der That zu einer confusen Auffassung Gelegenheit gegeben hätte, aus breiten hohen Cylinderzellen, deren grosser schwach tingirbarer Kern von jenem des perineuralen Netzes scharf absticht. Zwischen diesen Hypodermiszellen liegt dann das Netz gleich den abtretenden Nerven, und es ist als eine Fortsetzung



des perineuralen Netzes zu betrachten. Weiter habe ich die Verhältnisse innerhalb der Hypodermis nicht verfolgt, kann aber das Mitgetheilte mit gutem Gewissen versichern.

Aus jedem beliebigen Querschnitte ist ersichtlich, was schon durch Pruvot und dann genauer durch Rohde bekannt geworden ist, dass das Bauchmark jederseits aus einer mehr oder weniger runden, oder wo Nerven abtreten, etwas ovalen Nervenfasermasse und aus dem dieser nach aussen fest anliegenden Ganglienzellbelag besteht. Diese Ganglienzellen liegen dann, gleich wie im Gehirne, wie dieses ja von Rohde richtig beschrieben wurde, in den Maschenräumen des perineuralen Netzes. Ferner werden wir auch an jedem beliebigen Querschnitte constatiren können, dass um die Fasermasse herum das perineurale Netz bestrebt ist, sich concentrisch anzuordnen, wodurch erstens eine lockere, beide Faserstrangmassen in sich aufnehmende (Fig. 12 r) und eine um jede Fasermasse kreisende Hülle entsteht (r'). Dieses kommt dadurch zu Stande, dass die Maschen des Netzes sich um die Faserstränge in die Quere der Körperachse ziehen, wobei die Fasern enger aneinander zu liegen kommen. Die concentrische Schichtung ist um die einzelnen Faserstränge dichter, als die gemeinsame um beide Faserstränge herum. Auf gröberem Schnitten macht erstere sogar oft den Eindruck, wie wenn um jeden Faserstrang herum eine kernreiche Membran sich befinden würde. Obgleich aber diese Hülle um die beiden Faserstränge herum bei den von mir untersuchten Polychaeten keine compacte ist, so möchte ich doch in Anbetracht ihrer phyletischen Bedeutung sie benennen, und zwar jene um beide Fasermassen herum als die gemeinsame, die anderen zwei aber als die eigenen Umhüllungen der Faserstränge. Dieses schien mir auch bei der weiteren Beschreibung geboten, doch möchte ich, um jedem zukünftigen Missverständnisse aus dem Wege zu gehen, abermals betonen, dass es sich hier um keine compacten Hüllen, sondern bloss um eine Verdichtung des perineuralen Netzes in der angegebenen Richtung handelt.

Ausser dieser eigenen Umhüllung werden die zwei Nervenfasenstränge noch von einem dorso-ventralwärts ziehenden verticalen Septum getrennt (s. d. Abbild. s). Dieses Septum wird von Rohde beschrieben und abgebildet, der es als mediane Scheidewand bezeichnet hat. Von der Annahme ausgehend, dass das perineurale Netz mit der Hypodermis eng zusammenhänge, fasst er auch dieses Septum als eine lediglich von den Hypodermiszellen gebildete auf. Dieses hat für denjenigen, der mit diesen Verhält-

nissen nicht aus eigener Anschauung bekannt ist, und in Betracht des Umstandes, dass das Centralnervensystem noch immer jene primäre Lage im Ectoderme gewahrt hat, ich sehe es ein, etwas sehr Bestechliches, zumal wenn man die Abbildungen Rohde's über Sthenelais ansieht. Ich habe allerdings Sthenelais nicht untersucht und man könnte mir darum leicht einwenden, dass mein Einwand der Rohde'schen Behauptung gegenüber völlig unberechtigt sei. Von diesem Standpunkte aus betrachtet wäre ja dies gewiss richtig, wenn ich aber bedenke, wie unrichtig diese Verhältnisse Rohde bei *Lepidasthenia elegans* wiedergibt und recht gut weiss, dass jenes Septum weiter mit den Hypodermiszellen als solchen nicht zusammenhängt, wenn ich dann ferner bedenke, dass Sthenelais in der sonstigen Organisation nicht als eine ältere Form auffassbar ist, dann muss ich diese Verhältnisse, so wie sie Rohde wiedergibt, mit ganzer Entschiedenheit bezweifeln. Ich beschränke mich nun auf *Lepidasthenia*, wo Rohde dieses Verhalten in der Weise, dass die Septenfasern directe Verlängerungen der Hypodermiszellen wären, nicht so deutlich zeichnet. Seine zwei Abbildungen (Fig. 80 a, 80 b) sind durchaus nicht so beweiskräftig, zumal wenn man bedenkt, bei wie schwachen Vergrößerungen diese Abbildungen gezeichnet wurden.

Dieses Septum ist nicht compact, sondern besteht aus locker aneinandergefügten Fasern, die, ganz ähnlich wie das übrige perineurale Netz, mit der dorsalen Nervenöhle eng zusammenhängt (Fig. 12, 13, 16, 18, 31, 32 s). Es sind verticale Fasern in verschiedener Zahl, die, von der Nervenöhle entspringend (Fig. 31, 32 s), nach unten ziehen. Bereits zwischen den Nervenfaserversträngen beginnen diese verticalen Fasern sich zu gabeln (Fig. 14 s) und zerfallen, bis an die Hypodermis angelangt, in ihre Endäste oder besser gesagt, sie gehen in das kernreiche perineurale Netz auf (siehe d. Figg.  $\pi$ ). Dieses Netz setzt sich dann wie immer in die Hypodermis fort. Bevor aber diese verticalen Fasern diesen Zerfall in das perineurale Netz eingegangen wären, divergiren sie etwas unterhalb der Ganglienzellschichte. Während ihres Verlaufes zwischen den Nervenfaserversträngen werden sie vom übrigen Netze durchspannen (Fig. 14 s), doch enthalten sie selber hier nur selten einen Zellkern. Sie sind somit ein blosser Theil jener Substanz, welche das perineurale Netz bildet. Diese Verhältnisse sind so klar zu beobachten, dass man sich in der That wundern muss, wie Rohde in den erwähnten Irrthum verfallen sein konnte.

Dort, wo Nerven abtreten, umlagert das perineurale Netz dieselben und bildet um dieselben eine dichte Hülle (Fig. 13, 16, 18 n), wobei es nach innen in den Nervenbündel als ein nach allen Richtungen hin abgeschlossenes Netzwerk sich erstreckt, und die Nervenfasern liegen dann in den Maschenräumen dieses Netzes. Um dieses perineurale Netz in seiner gesammten Vollständigkeit zu würdigen, möge gleich hier mitgetheilt werden, wie die centrale Fasermasse des Centralnervensystems, oder wie schon ziemlich unzutreffend bezeichnet wurde, die „Marksubstanz“ beschaffen ist. Rohde ist bezüglich der feineren Structur dieser Centralsubstanz nicht weiter gekommen als die ältesten Autoren vor ihm. Ich meine hier natürlich die feine Netzstructur. Ich <sup>1)</sup> hatte hierüber mitgetheilt, dass man, und dieses möchte ich hier nochmals betont haben, bei den feinsten Präparaten und mit guten Immersionssystemen hier in dieser Centralsubstanz ein etwas gröberes Netzwerk und ein feineres erkennen kann, die sich vielfach ineinander flechten, ohne jedoch mit einander irgendwie zu verschmelzen. Das gröbere Netz, behauptete ich dann, gehöre dem perineuralen Netze als dessen Fortsetzung an, während das viel feinere mit aller Sicherheit ein Nervennetz sei, welches von mir für andere Thiere als „centrales Nervennetz“ bezeichnet wurde und dessen Entdecker für alle Zeiten nur und allein L. Gerlach gelten kann. Hierauf erwiderte Rohde folgendermassen: „Haller behauptet, dass die Centralsubstanz des Gehirns bei den Polychaeten ähnlich wie bei den Wirbelthieren neben dem nervösen Netz auch ein sehr ausgebildetes bindegewebiges erhalte. Das kann ich nicht bestätigen. Es ziehen zwar im Hirn und Bauchmark Subcuticularfasern theils in Begleitung der Ganglienzellfortsätze, theils unabhängig von diesen allenthalben in die nervöse Centralsubstanz hinein, sie endigen aber in dieser entweder nach kürzerem Verlauf blind oder treten die Centralsubstanz quer durchsetzend aus dieser am entgegengesetzten Rande des Bauchmarkes wieder heraus. Niemals aber verbinden sie sich innerhalb der Centralsubstanz zu einem Netz, wie ich mich namentlich deutlich bei Sthenelais überzeugen konnte, wo sich die Subcuticularfasern nach Sublimatbehandlung stets durch dunklere Färbung von den centralen nervösen Fibrillen scharf abheben.“ Auch vom centralen Nervennetze will Rohde nichts wissen, seine Abbildung auf Fig. 29 beweist aber nur zu sehr, dass er in diese subtilen Verhältnisse gar nicht eingedrungen

---

<sup>1)</sup> l. c.

ist, wenngleich ihn dies nicht abhält, trotzdem darüber ein Urtheil zu fällen. Es ist somit ganz überflüssig, hier weiter sich mit seinen Angaben hinsichtlich dieser Frage zu befassen. Ich selbst nannte das perineurale Netz sowohl ausserhalb wie innerhalb des centralen Nervennetzes ein bindegewebiges, jetzt möchte ich aber diesen Ausdruck aus später anzuführenden Gründen fallen lassen.

Leydig's sonderbare Auffassung betreffs des centralen Nervennetzes habe ich in meinen Studien über marine Rhipidoglossen zurückgewiesen und gleiches auch später wiederholt. Es ist darum unbegreiflich, wie Leydig heute behaupten mag <sup>1)</sup>, dass er in meiner letzten diesbezüglichen Mittheilung schon etwas von Unsicherheit „und ein Hinneigen zu dem, was er behauptete“, bemerke. Hiergegen muss ich ganz entschieden protestiren. Ich habe dieses nur der Berichtigung halber erwähnt und will hier auf die neuere Literatur über das centrale Nervennetz wie der Neuroglia nicht eingehen, da ich zum Schlusse dieser Abhandlung mir Gelegenheit nehmen werde, mich kritisch auf dieselben einzulassen. Hier will ich nun die diesbezüglichen Verhältnisse, wie ich sie bei den untersuchten zwei erranten Polychaeten gefunden, mittheilen. Unter meinen diesbezüglichen Präparaten wurden nun auch viele in chromsaurem Ammoniak gehärtet, frei aus der Hand geschnitten, ohne zuvor sie einzuschliessen und mit ammoniakalischem Carmin, aus dem jedes freie Ammoniak entfernt wurde, gefärbt. Eingeschlossen wurde in Canadabalsam und mit einem ganz vorzüglichen Wasserimmersions-System XI von Reichert untersucht. Dabei wurde von Zeit zu Zeit auch der Beleuchtungsapparat angewandt. Bei solcherweise angestellten Untersuchungen konnte ich im Gehirne an Stellen, wo massenhaftere Nervenfasernzüge mehr oder weniger fehlten, wie unter Anderem in der Gegend der unteren Commissuralzüge (Fig. 2  $\pi$ ), gleich bei der ersten Betrachtung ein Netzwerk mit aller nur wünschenswerthen Sicherheit erkennen. Es gehört hierzu freilich ein auf ähnliche Nervenpräparate eingeschultes Auge, denn ein anderes wird erst nach längerem Suchen mit solcher Sicherheit das Vorhandensein eines regelrechten Netzes constatiren können.

Es war mir im Anfang nicht möglich, etwas anderes zu sehen, als eben ein subtiles Netz, dem hie und da recht selten ein gut gefärbter Zellkern eingelagert war. Erst als ich die denkbarst feinsten Schnitte mehrere Tage hindurch fast unausgesetzt

<sup>1)</sup> Zoolog. Anzeiger, XI. Jahrgang, Nr. 281, pag. 311.

beobachtete, konnte ich mich überzeugen, dass hier die Verhältnisse nicht so einfach sind, wie etwa bei den rhipidoglossen Schnecken und dass ich es mit Complicationen zu thun habe, die lebhaft an ähnliche Verhältnisse bei Vertebraten erinnern. Wie es sich dann nachträglich herausstellte, sind zwar die Verhältnisse hier durchaus nicht so complicirt wie bei den Wirbelthieren, doch bilden sie immerhin eins der schwerst enträthselbarsten Objecte der Histologie:

Ich habe aber trotz diesen Umständen keine andere Technik angewandt, da ich überzeugt bin, dass die angewandten Reagentien auf Nervenhistologie heute wenigstens das möglichst Vollkommenste leisten. Hierin stimme ich mit dem sachkundigen Gierke vollkommen überein. Sollten also meine Untersuchungen kritisch besprochen werden, so kann dies nur dann geschehen, wenn der betreffende Forscher auf dieselbe Weise untersucht hat, nicht aber nach oberflächlichen und schülerhaften Studien. Ich werde mich in Zukunft stets hüten, auf solche zu reflectiren, denn hiermit ist in dieser Sache nichts Förderndes anzustellen; im Gegentheil, sie wird nur immer complicirter.

Wie ich schon erwähnt habe, erkannte ich die Structur des centralen Fasertheiles am ersten und genauesten in der Gegend des Abganges des hinteren Augennerven. An dieser Stelle fehlten die anderen Commissuralsysteme, blos die obere (Fig. 2 f) war vorhanden. Lateralwärts von dieser median gelegenen Stelle (N) trat ein Theil der Nervenfasern des hinteren Augennerves von oben nach unten hierher ein (n u a), um sich dann hier in die Endäste aufzulösen, oder correcter gesprochen, ein Theil der Nervenfasern des hinteren Augennerven entsprang von hier. Wie ich schon bei Beschreibung des medianen Septums erörtert habe, treten jederseits an dieser Stelle Längsfasern des perineuralen Netzes mit den Fortsätzen anliegender Ganglienzellen hierher ein ( $\pi$ ). Man kann diese Stützgewebsfasern bis weit in das centrale Faserwerk schon mit stärkeren Trockensystemen verfolgen, ohne jedoch ihr Endverhalten auf diese Weise ermitteln zu können. Erst bei Anwendung des gedachten Immersionssystemes konnte ich feststellen, dass diese Fasern sich allmählig ramificirend hier in ein feines Netz auflösten (Fig. 3 b). Betrachtet man solche Präparate längere Zeit bei der gewünschten Beleuchtung und auch bei Anwendung des Beleuchtungsapparates, so wird man gut erkennen können, dass hier die Lücken dieses Netzes, dessen Fasern deutlich doppelt contourirt und etwas wie glänzend erscheinen,

von einem andern bedeutend feineren und regelmässigeren Netze ausgefüllt werden. Wenn man eine bestimmte Faser dieses gröbereren Netzes längere Zeit betrachtet, so wird es einem nicht entgehen können, dass die Fasern des feineren Netzes stellenweise über sie hinwegziehen und auf diese Weise das feine Netzwerk innerhalb der Maschenräume des gröbereren Netzes mit dem in anliegenden Maschenräumen zusammenhängt, oder, dass jenes feinere Netz ein eben so innig zusammenhängendes und in sich abgeschlossenes Ganzes darstellt, wie jenes gröbere.

Da die längere Betrachtung so feiner Structuren das Auge sehr ermüdet, man aber dann leicht einer Täuschung ausgesetzt sein könnte, andererseits aber man eventuell bei solch feinen Structuren auch etwas sehen könnte, was eine Vortäuschung, begünstigt durch die subjective Auffassung der Dinge, sein könnte, so verfuhr ich, um von solchem Irrthum möglichst verschont zu werden, auf folgende Weise: Ich suchte mir eine beliebige Stelle im Präparate aus, studirte diese und zeichnete sie; dann stellte ich die Betrachtung für etliche Tage ein, indem ich das Präparat auf dem Mikroskop befestigt liegen liess, und nahm die Betrachtung dann abermals auf. Dann zeichnete ich jene Stelle im Präparate wieder, ohne jedoch die erste Zeichnung von der Zeit her, wo ich sie fertiggestellt hatte, zu betrachten. Erst als ich drei solche Zeichnungen auf diese Weise fertiggestellt hatte, verglich ich sie. Sie stimmten auffallend überein! Ich kann darum behaupten, dass die Abbildung in Fig. 3 sehr naturgetreu ist.

Der Unterschied zwischen den zwei Netzen besteht äusserlich hauptsächlich darin, dass das eine Netz breitere Fasern besitzt, diese doppelt contourirt sind und einen gewissen Glanz besitzen. Diesen Eigenschaften gegenüber ist das andere, viel zartere Netz ganz matt, und vermöge der grossen Feinheit seiner Fasern erscheinen dieselben auch nicht so scharf begrenzt, sondern stellenweise varicös. Ferner sind an den Knotenpunkten letzteren Netzes feinste Punkte eingestreut, die nichts anderes als die Querschnitte der von hier abtretenden Fasern sind. Dem gegenüber erkennt man an dem gröbereren Netz solche quergeschnittene Fasern nur nach öfterem Verschieben des Tubus und auch dann nicht so deutlich wie an dem feineren Netz, bei welchem sie sofort in die Augen fallen. Während ferner das feinere Netz sich durch ammoniakalischen Carmin nicht färbt, erfährt das grössere Netz eine ganz leise Tinction.

Wie ich schon mitgetheilt habe, gehen jene verticalen Fasern aus dem perineuralen Netz durch allmälige Ramification in das

größere Netz innerhalb der centralen Fasermasse am genannten Orte über, wie dieses mit aller nur wünschenswerthen Sicherheit constatirt werden konnte. Bei gut tingirten Präparaten sieht man innerhalb der centralen Fasersubstanz zwei Gebilde sehr schön tingirt. Erstens sind es schöne runde, mehr oder weniger ovale und verhältnissmässig grosse Zellkerne (Fig. 2 t), die ein feines Kerngerüst und stets ein deutliches Kernkörperchen besitzen. Ein Zelleib ist zwar um diese Zellen herum stets vorhanden, denn möge es noch so sehr den Anschein gehabt haben, dass diese Kerne frei innerhalb des centralen Fasergewebes einlagern, so konnte doch bei genauer Besichtigung ein, wenn noch so feiner Zelleib um den Kern herum beobachtet werden. Von diesem geringen Zelleibe, und somit nicht vom Zellkerne, gehen dann kurze Fortsätze ab, die in jeder Beziehung den Fasern des größeren Netzes entsprechen und sich, dichotomisch theilend, in dieses auflösen. Somit gehören diese Kerne dem größeren Netze an und, obgleich man bei der Feinheit des Netzes und der verhältnissmässig ganz bedeutenden Grösse dieser Zellkerne nicht so recht sagen kann, dass sie die Knotenpunkte des Netzes einnehmen, so ist dies in Wirklichkeit doch der Fall. Was ich aber betonen möchte, sind diese Kerne selbst an diesem Orte nicht häufig und verrathen bloß eine mittelstarke Tinction.

Eine andere Einlagerung innerhalb des größeren Netzes sind grössere Gebilde in den Knotenpunkten, die durch die Carmin-tinction eine mittelstarke Färbung, etwa wie die besprochenen Zellkerne, annehmen. Diese Gebilde (z, z') besitzen Ausläufer, die in das Netz übergehen. Ein Zellkern lässt sich hier in diesen Gebilden, die nichts anderes sind wie chemisch umgewandelte Zellen, durch die angeführte Tinctionsweise nicht nachweisen, und wenn ein solcher durch besondere Kernfärbemittel, wie Beale'schen Carmin, Alauncarmin etc., sich nachweisen lassen wird, so sind diese Zellen, die morphologisch mit jenen eben beschriebenen grosskernigen identisch sind, von ihnen chemisch doch ganz verschieden. Ob freilich diese Umwandlung auf einer Verhornung beruht, das kann ich nicht unterscheiden.

Das größere Netz hängt somit ganz eng zusammen mit dem perineuralen Netz und ist mit demselben eins und dasselbe, nur mit dem Unterschiede, dass es, den topographischen Verhältnissen entsprechend, viel engmaschiger und bedeutend feiner ist, wobei es chemisch noch eine Veränderung erfahren hat, die dem perineuralen Netze fehlte. An der beschriebenen Stelle der centralen Fasermasse

im Gehirn war dieses Netz wohl am schönsten sichtbar. Ich werde das perineurale Netz im Gehirn sowohl wie im Bauchmark von nun an perineurales Neuroglia-Netz, jenes in der centralen Fasermasse aber centrales Neuroglia-Netz nennen, wobei ich den innigen Zusammenhang beider abermals betonen möchte. Die Begründung dessen, wenn es nunmehr einer solchen noch bedarf, dass in der That dieses Stütznetz ein Homologon der Neuroglia der Vertebraten ist, soll mehr weiter unten erfolgen.

Bevor ich hier die allgemeine Verbreitung der Neuroglia, soweit ich das Central-Nervensystem angeführter erranten Polychaeten untersucht habe, im Gehirn sowohl, wie im Bauchmark noch kurz erörtern würde, möge zuvor das centrale Nervennetz besprochen werden. Dieses Netz ist äusserst zart und seine Fäden nehmen keine Färbung an. In den Knotenpunkten sieht man die Querschnitte nach einer anderen Richtung abtretender Nervenfasern (Fig. 3, 4). Betrachten wir abermals die früher erörterte Stelle im Gehirn (Fig. 2 N), so finden wir, wie ich dieses schon erwähnt habe, dass ein Theil der Fasern (kr) des hinteren Augennerven, die Commissur (t) kreuzend, sich hierher begibt, um allmählig in feinere Aeste zerfallend (nua), bei Trockensystemen unserem weitem Blicke zu entgehen. Es gelang mir bei aufmerksamer Betrachtung bei vorzüglicher Beleuchtung auch schon mit den stärksten Trockensystemen constatiren zu können, dass diese Fasern (nua) allmählig in das Netzwerk sich auflösen. Bei Immersionssystemen sieht man aber recht deutlich, dass diese Nervenfasern (Fig. 3 nua), welche den gröbereren Neurogliafasern (b) gegenüber ganz blass erscheinen, allmählig sich in das feinere Netz auflösen. Ich beobachtete dies Alles mit der grössten Sicherheit und ich glaube darum den Beweis erbracht zu haben, dass das feinere Netz innerhalb der centralen Fasermasse ein nervöses ist, wie ein solches für das Central-Nervensystem der Prosobranchier von mir <sup>1)</sup> und für jenes der Bivalven von Rawitz <sup>2)</sup> mit aller nur wünschenswerthen Sicherheit beschrieben wurde. Der Unterschied wäre zwischen dem der untersuchten erranten Polychaeten und dem der Mollusken nur der, dass das centrale Nervennetz ersterer viel engmaschiger ist. Es existiren somit bei diesen Polychaeten innerhalb der centralen Fasermasse zwei in einander verschlungene, doch miteinander nicht verbundene Netze, und zwar ein gröberes, der Neuroglia

<sup>1)</sup> Morphol. Jahrbuch, Tom. XI.

<sup>2)</sup> B. Rawitz, Das centrale Nervensystem der Acephalen. Jena'sche Zeitschr. f. Naturwiss. Tom. XX, N. F. XIII.



angehörendes und ein viel zarteres Nervennetz, welches letzteres aus den Fortsätzen der Ganglienzellen sich construirt und peripheren Nervenfasern zum Ursprung dient.

Nun möchte ich nochmals auf das centrale Neurogliaetz zurückkommen, um zu erörtern, wie weit es, sich allgemein verbreitend, im Central-Nervensystem dieser Würmer anzutreffen ist. Was das Bauchmark betrifft, so ist es dort überall in der centralen Fasermasse gleichmässig vertheilt. In Bezug auf das Gehirn sind aber meine Beobachtungen nicht ausreichend genug, um für alle Theile ein sicheres Urtheil abgeben zu können; so viel aber schien mir ganz sicher, dass erstens die innere Neuroglia feiner ist wie im Bauchmark und zweitens, dass sie sich nicht jener allgemeinen Verbreitung erfreut wie dort. Es existirt nämlich ein äusserst feines Netzwerk gleich unterhalb der Kreuzung des hinteren Augennerven mit der Commissur (t) innerhalb der centralen Fasermasse, welches lediglich aus einem äusserst feinen Nervennetz (g) besteht, das noch feiner ist wie das Nervennetz an anderen Stellen und innerhalb welchem die innere Neuroglia gänzlich fehlt. Es treten zwar in nächster Nähe der Commissur gröbere Fasern der äusseren Neuroglia hierher ein ( $\beta$ ), diese dienen aber eher zur Stütze der Commissur und verästeln sich nicht in ein feines Netz, sondern bilden bloss etliche gröbere Maschen. Dadurch nun, dass an dieser kleinen Stelle weder gröbere Nervenfaserbündel sich vorfinden, andererseits aber, dass hier das Nervennetz enger wie sonst ist und das innere Neurogliaetz fehlt, erhält diese Stelle (g) der Nachbarschaft gegenüber ein etwas blassmattes eigenartiges Aussehen.

Ventralwärts (w) sieht man fast immer aus der perineuralen Neuroglia Fasern in die centrale Fasermasse eintreten, welche dann die innige Verbindung zwischen dem centralen und perineuralen Neurogliaetz herstellen. Es sind mir aber einige Male Stellen aufgefallen (Fig. 4), wo bloss die Ganglienzellfortsätze (gzf) in das centrale Nervennetz (nn) sich einsenkten, während die perineurale Neuroglia (sn) keine Fortsätze einsandte, vielmehr an der inneren Fasermasse ganz abgeschlossen (w) zu enden schien und man auch an letztem Orte keine innere Neuroglia erkennen konnte. Wie weit diese Stelle reicht, ob sie grössere Ausdehnung besitzt, oder bloss auf kleine Strecken sich erstreckt, darüber habe ich kein Urtheil.

Dieses ist nun Alles, was ich über die Neuroglia dieser Polychaeten ermitteln konnte, und ich werde nun die Neuroglia hier zu

charakterisiren versuchen. Bei den zwei untersuchten Formen besteht die Neuroglia aus einem äusseren und inneren Netz. Das äussere weitmaschige Netz umgibt die nervösen Theile des Gehirnes und des Bauchmarkes von allen Seiten, in ihren Maschenräumen die Ganglienzellen bergend. Nach aussen zu wird das Gehirn von einer Membran abgeschlossen, die ich mit der „Glyahülle“ Gierke's bei den Wirbelthieren vergleiche und welche als eine Umwandlung der äussersten, dem Hypodermis angrenzenden Theile des perineuralen Neuroglianetzes zu betrachten ist, entstanden dadurch, dass diese Theile des Netzes sich morphologisch verdichteten und durch feste Aneinanderlagerung der Netzfäden, sowie chemische Umwandlung zu einem einheitlichen Ganzen wurden. Im Bauchmark aber findet diese Membranbildung nur dorsalwärts statt, da lateral- wie ventralwärts das perineurale Neuroglianetz sich in die Hypodermis-schicht fortsetzt, ohne jedoch mit den Elementen derselben zu verschmelzen. Diese perineurale Neuroglia setzt sich dann in viel feinerer Netzform auch in die centrale Fasermasse fort und bildet dort gleichfalls ein zusammenhängendes Netz. Aus all dem geht aber hervor, dass die Neuroglia hier ein Stützgewebe in physiologischem Sinne  $\alpha\alpha\tau'$   $\xi\chi\omicron\gamma\eta\nu$  ist.

Soviel einstweilen hier über dies Gewebe, und nun möge auf die Angaben Rohde's bei anderen Formen Rücksicht genommen werden. Nach Rohde kommen bei Sthenelais sehr grosse und vielfach verästelte Zellen innerhalb der Knotenpunkte des perineuralen Neuroglianetzes vor. Diese wären dann, meiner Ansicht nach, als ungemein vergrösserte Formen der bei Lepidasthenia und Nereis in den Knotenpunkten sich vorfindenden Zellen zu betrachten. Ganz anders würde es sich mit den Zellen innerhalb der Netzfächer der lateralen und ventralen Theile bei Sthenelais verhalten. Diese wären Elemente, welche der Lepidasthenia und Nereis Costae ganz fehlen und deren Bedeutung als eingewanderte Mesodermgebilde, die vielleicht durch das Bedürfniss des Stoffwechsels hierher befördert wurden, noch am wahrscheinlichsten ist. Immerhin bedürften aber die durch Rohde untersuchten Formen mehr zum Zwecke der Erweiterung einer eingehenderen histologischen Untersuchung.

### Die Topographie des Central-Nervensystems.

Die Form der Ganglienzellen betreffend, kann ich insoferne Rohde beistimmen, als auch ich die Ganglienzellen sowohl von *Lepidasthenia* als *Nereis* mit Ausnahme weniger Stellen birnförmig und somit scheinbar wenigstens unipolar fand. Diese Unipolarität bezieht sich aber selbstverständlich nicht darauf, dass der Fortsatz sich ungetheilt in einen peripheren Nerven fortsetzen würde, wodurch die Nervenzelle ausser allen Zusammenhang mit dem übrigen Central-Nervensystem gerathen würde. Eine solche echte Unipolarität ist im physiologischen Sinne rein unmöglich und es liegen nur Beobachtungen morphologischer Art zahlreich genug vor, um sie mit aller Bestimmtheit leugnen zu müssen. Gerade meine hier mitzutheilenden Beobachtungen sind ein weiterer Beleg für diese Behauptung. Die Ganglienzellen sind zwar hier birnförmig, doch theilt sich der strunkförmige Fortsatz innerhalb des centralen Nervennetzes, um entweder sammt allen Aesten oder bloß mit dem einen, oder doch wenigen, dann gewöhnlich sehr feinen, sich in dasselbe aufzulösen. Im letzteren Falle geht der stärkste Ast in einen peripheren Nerven oder in eine Commissur über. Dies ist die allgemeine Regel und somit würden die Ganglienzellen hier untereinander keine directen Anastomosen eingehen, sondern der Zusammenhang unter der Gesamtheit der Ganglienzellen würde durch das centrale Nervennetz vermittelt werden.<sup>1)</sup> Damit will ich aber durchaus nicht behauptet haben, dass directe Anastomosen zwischen Ganglienzellen hier überhaupt nicht vorkämen, doch sind es bloß ganz bestimmte anatomische Stellen, wo solche vorkommen. So beobachtete ich ausser im Tentakelganglion und stellenweise im übrigen Gehirn, dass Ganglienzellen zweier entgegengesetzter Seiten, also sehr weit auseinander gelegener Gebiete (Fig. 26, 27), miteinander sich direct verbanden. Es gibt aber gewiss keine Zelle im Central-Nervensystem der Polychaeten, die ausser dem dicken Fortsatze, für den Fall er in einen Nerven oder Commissur eintreten sollte, nicht feinste Aeste in das centrale Nervennetz abgeben sollte. Es gibt aber eben so viele Fälle, wo der gesammte Fortsatz einer Zelle sich in das centrale Nervennetz auflöst. Für den ersteren Fall geben uns ein schönes Beispiel jene riesenhaften durch Rohde entdeckten Ganglienzellen im Bauchmark, die jederseits lateral an ganz bestimmten Stellen gelegen sind.

<sup>1)</sup> Rohde scheint die Unipolarität in der That im althergebrachten Sinne zu verstehen. S. l. c. pag. 23.

Der Zellkern ist in der Ganglienzelle von *Lepidasthenia* und *Nereis* im Verhältniss zum Zelleib nicht gross; im Gegentheil sind es diese Ganglienzellen, welche in dem angeführten Verhältniss bei den mir bekannt gewordenen Nervenzellen die kleinsten Kerne besitzen (siehe Taf. II). Dies ist eine Eigenschaft, die bei den Oligochaeten nicht anzutreffen ist, wo der Zellkern der Ganglienzellen geradezu sehr gross ist.

Ein grösseres Kernkörperchen kommt allen Ganglienzellen dieser Polychaeten zu. Die Zellkerne behalten ihre vollkommene Kugelform resistenter wie sonst eine Ganglienzellenart, wenigstens konnte ich bei der von mir angewandten Methode nur sehr selten einen verzerrten Zellkern antreffen.

Rohde unterscheidet bei den Polychaeten nach Grösse, dichter Granulirung des Zellkörpers und nach der chemischen Natur des Zellkernes zwei Typen von Ganglienzellen, welcher Unterscheidung ich aber für die von mir untersuchten Polychaeten wenigstens nicht beistimmen kann; wie es denn überhaupt ungemein schwer fällt, dort, wo es nicht zu ganz besonderen Gruppierungen gewisser Nervenzellen im Central-Nervensystem kommt, wie etwa im Hirn der Vertebraten etc. zwischen den Ganglienzellen Grenzen durchzuführen. Dies geht aber auch aus Rohde's Angaben deutlich hervor, da er selbst zwischen seinen zwei aufgestellten Ganglientypen „alle möglichen Uebergangsformen“ angibt. Den Unterschied nach dem chemischen Verhalten des Zellkernes konnte ich bis auf die Zellen der Tentakelganglien gleichfalls nicht constatiren, obgleich ich auch neuerdings auf meinen Präparaten eine Musterung in dieser Richtung vornahm. Ebenso wenig konnte ich das Fehlen eines grösseren Kernkörperchens in den Zellkernen der kleineren Zellen feststellen.

Was schliesslich die Granulation der Ganglienzellen betrifft, womit Rohde allerdings nicht näher bestimmt, ob er ausschliesslich das Protoplasma (Filarmasse) oder auch die noch nach der Conservirung theilweise im Zelleib verbliebenen Stoffwechselproducte versteht, so konnte ich unter den gewöhnlichen Zellen nur den sehr hellen Zelleib mit sehr feiner, zumeist um den Kern gruppirter Filarmasse beobachten, der nur selten noch Stoffwechselproducte eingelagert waren. Man wird aber auch an fest aneinander gelagerten und von einander sonst gar nicht verschiedenen Ganglienzellen, deren Fortsätze fest aneinander liegend sogar in ein und denselben Faserbündel eintreten, beobachten können, dass sie nicht gleich „dicht granulirt“ sind. Es lässt sich aber darum, wie dieses Fig. 2

am besten versinnlicht, noch kein zutreffendes Charakteristikon zwischen ihnen herausfinden. Ich bin vielmehr der Meinung, dass es sich in solchen Fällen, wo eine „dichtere Granulirung“ vorhanden ist, weniger um ein dichteres Filarwerk (Protoplasma), sondern um feine Körnchen eines Stoffwechselproductes handelt, die zwischen den Fäden der Filarmasse sich gleichmässig vertheilen.

Was die Anordnung der Filarmasse betrifft, so hat Rohde besonders bei Aphrodite öfter an jenen schönen grossen Elementen die concentrische Anordnung beobachtet. Ich selbst habe zumeist nur die netzförmige Anordnung angetroffen und nur an den Riesenzellen des Bauchmarkes gelang es mir einige Male, die concentrische Anordnung zu sehen. Damit will ich aber selbstverständlich nicht eine zeitweise concentrische Anordnung der Filarmasse in den Ganglienzellen bezweifeln, denn eine concentrische habe ich an den Riesenzellen des Bauchmarkes, wie ich es eben erwähnte, auch beobachtet. Ich vertrete vielmehr jene von mir schon vor fünf Jahren ausgesprochene Ansicht<sup>1)</sup>, wonach innerhalb der Ganglienzelle die Filarmasse nach dem jeweiligen Functionszustande der Zelle eine concentrische, netzförmige oder gleichmässig vertheilte Anordnung eingehen kann.

Nur in den Riesenzellen des Bauchmarkes konnte ich in der That eine gröbere Granulirung erkennen, aber auch da würde man sich irren, wollte man annehmen, dass diese gröbere Granulirung lediglich auf eine gröbere und zahlreichere Filarmasse zurückzuführen sei, denn in der That handelt es sich hier auch um zahlreiche Stoffwechselproducte (Fig. 14 v), die in Form feinerer oder gröberer Körnchen die Zelle erfüllen. Doch habe ich manchmal auch diese Riesenzellen nicht so dicht erfüllt von Stoffwechselproducten angetroffen, wenn sie auch heller erschienen, doch bei weitem nie so hell, wie die übrigen Ganglienzellen. Auch Fälle fanden sich vor (Fig. 18 h), wo ein gewisses Stoffwechselproduct einmal ausgeschieden die Randpartien des Zelleibes in Form von kranzförmig gestellten, mehr oder weniger unregelmässigen Kugeln einnahm, wo dann diese lichten Plätze von Filarmasse freibleiben. Es entstanden dann sehr oft Figuren, wie sie von Rohde so ausführlich beschrieben und auf Taf. IV abgebildet wurden und die lediglich als Kunstproducte anzusehen sind.

Nach dieser Erörterung auf die topographisch-histologischen Verhältnisse übergehend, möchte ich hier mit dem vorderen, oberen

<sup>1)</sup> B. Haller, Beiträge zur Kenntniss der Nerven im Peritoneum von *Doris tuberculata*. Arb. a. d. Zool. Institut z. Wien, Tom. V.

Theil des Gehirnes beginnen. Wenn wir die vordersten Querschnitte über das Gehirn von *Lepidasthenia* nach Carmin-tinction betrachten, so werden uns sofort durch ihre intensive Tinction ein paar gangliöse Gebilde auffallen müssen (Fig. 1 g). Obgleich mir die Bedeutung dieser Gebilde nach ihrer Auffindung sofort klar wurde und ich mich darüber zum Theil wenigstens auch geäußert habe, so fand diese Deutung, möglicherweise darum, weil ich sie in jener kurzen Mittheilung zu wenig eingehend motiviren konnte, bei Rohde keinen Anklang. Bevor ich nun auf die Mittheilung anderer Autoren über diesen Organtheil bei *Lepidasthenia* oder bei anderen Formen mich einlassen werde, möchte ich zuvor über denselben meine eigenen Beobachtungen mittheilen. Bei *Lepidasthenia elegans*, wo ich dieses Ganglienpaar auf Querschnitten bei den zwei von mir untersuchten Exemplaren zu beobachten Gelegenheit hatte, sind es zwei, ganz richtig von Rohde als hutpilzförmig bezeichnete, rein gangliöse Gebilde (Fig. 1 g, g') und sitzen ganz ähnlich wie der Hut des Pilzes auf seinem Stiele einem kurzen Stiele (n, n') auf, der mit dem ganglienzellosem Kerntheil des Gehirns eng verwachsen ist. Sie stossen hier nicht direct an die Hypodermis, obgleich sie bei dem Umstand, dass sie bei schwächeren Vergrößerungen der pigmentirten Epithelschicht fest anzuliegen scheinen (Fig. 1), in der That leicht zu dieser Auffassung verleiten könnten. Bei stärkeren Vergrößerungen (Fig. 2 sg) erkennt man aber deutlich, dass sie gerade so, wie das ganze Gehirn, durch die Neurogliahülle von der Hypodermis getrennt werden. Von den Augen, die ihnen nach aussen und unten (Fig. 1 an, an') fest anliegen, sind sie gleichfalls durch eine zarte Neuroglia-schicht getrennt. Dieses Ganglienpaar innerhalb des Gehirns ist, wie ich schon früher Gelegenheit gehabt habe hervorzuheben und, wie dieses vor mir bei anderen Formen schon durch Pruvot geschehen ist, dadurch auffallend, dass die Kerne seiner Ganglienzellen viel intensiver durch ammoniakalischen Carmin und Picrocarmin tingirt werden, als jene der übrigen Ganglienzellen des Central-Nervensystems. Diese Angabe bestätigt auch Rohde nicht nur für *Lepidasthenia*, sondern auch für die Aphroditen.

Wie schon Rohde ganz richtig mitgetheilt hat, erkennt man innerhalb der Zellschicht dieses Ganglions Faserzüge, welche aber nur zum allergeringsten Theile Neurogliazüge sind, die sich von oben her nur auf eine ganz kurze Strecke in die Zellschicht stützend fortsetzen; zum grössten Theil sind es die nervösen Faserzüge ( $\pi$ ), die sich aus der Ganglienschicht in den faserigen

Stiel (n) begeben. Was die histologische Structur dieses Ganglions weiter betrifft, so ist es aus kleinen multipolaren Ganglienzellen gebildet, deren im Verhältniss zum Zelleib grosser Kern sich sehr intensiv tingirt. Die Fortsätze dieser Zellen sind sehr kurz und verbinden sich mit jenen der anliegenden Zellen, wodurch ein inniger Zellverband hergestellt wird, oder gehen manche unter ihnen, miteinander zu Bündeln vereint, auf die schon angegebene Weise in den faserigen Stiel über. Ob dabei freilich jede einzelne Zelle eine Faser in den Stiel sendet, ist mehr als unwahrscheinlich, soviel steht aber fest, dass die meisten unter ihnen auch solche Fortsätze besitzen. Nur selten sah ich in diesen Ganglien und dann stets an ihren Rändern, und zwar an jenen der den übrigen Ganglienzelllagen am meisten genäherten, eine grössere gewöhnliche Ganglienzelle (Fig. 2 gzg). Diese Structurverhältnisse sind aber, ich gestehe es gerne zu, äusserst schwer zu beobachten, denn die Zellkörper sind sehr fein und von sehr geringer Ausdehnung. Nur die feinsten und bestgelungensten Präparate lassen die beschriebenen Structurverhältnisse erkennen, aber bereits etwas dickere Schnitte, solche, an denen man anderweitige histologische Beobachtungen noch mit Erfolg machen kann, zeigen nur die dicht gestellten Zellkerne, sonst aber gar nichts weiter.

Ich habe bei dem geringen Material keine Längsschnitte am Gehirn des *Lepidasthenia* angelegt und konnte so über die volle Bedeutung dieser Ganglien hier nicht in's Klare kommen und nur soviel ermitteln, dass sie zum Theil dazu dienen, mit ihren nach innen gerichteten Fasern die Centralsubstanz zu verstärken, auf welche Weise aber, darüber soll weiter unten die Rede sein. Völlige Klarheit über die Bedeutung dieser Ganglien erhielt ich dann bei *Nereis Costae*, wo ich zahlreiche Exemplare zur Untersuchung hatte und so auch Längsschnitte über das Hirn anfertigen konnte.

Diese Ganglien liegen bei *Nereis* viel weiter auseinander als bei *Lepidasthenia* (Fig. 22 g') und reichen auch oben nicht bis zur Neurogliahülle, von welcher sie durch das Neurogliaetz getrennt sind. Sie sind der Länge nach von grösserer Ausdehnung wie bei *Lepidasthenia*, was ich für letzte Form aus den Querschnitten schliesse, sind dabei aber schmärer (Fig. 22) wie bei derselben. Jedes Ganglion überdeckt das übrige Gehirn seitlich fast in seiner ganzen Länge (Fig. 23 g), ganz ähnlich, wie dieses Rohde für *Sigalion* angibt, und stösst nach vorne beinahe an die vordere Gehirnseite. Das sonstige Verhalten schliesst sich im Uebrigen jenem bei *Lepidasthenia* völlig an.

Wenn man auf einer Längsschnittserie einen Schnitt betrachtet, der gerade durch die Mitte des einen Tentakels geführt wurde, so erkennt man, dass der Tentakelnerv (Fig. 23 tn) aus dem vorderen oberen Theil jenes „pilzhutförmigen“ Ganglions (g) heraustritt und somit unterliegt es keinem Zweifel, dass der Tentakelnerv jederseits aus diesem Ganglion seinen Ursprung hat; freilich ist dieser weiter in seinem histologischen Detail nicht verfolgt worden. Man findet, wie auf angeführter Abbildung, die Ganglienzellschichte sich sogar noch in den abgehenden Nerven etwas verlängern. Etwas unterhalb des Tentakels schwillt der Tentakelnerv bedeutend an, wo ihm zahlreiche grosse Ganglienzellen (tg) peripher anlagern und ihn verstärken helfen, nicht unähnlich wie etwa die Nervenzellen des Bulbus olfactorius bei den Selachiern, die in das Geruchsorgan tretenden Nervenfasern.

Weiter nach innen vom Tentakelnerven treten zwei andere Nerven (Fig. 24 n, l) aus dem Gehirn ab, von denen der obere (n) sofort in der dorsalen Hypodermis der Tentakelwurzel sich auflöst, während der untere (l) an die ventrale Seite der Tentakelwurzel sich begibt. Keiner dieser beiden Nerven nimmt seinen Ursprung aus dem pilzhutförmigen Ganglion. Es ist somit klar, dass, neben der innigen Verbindung der pilzhutförmigen Ganglien mit dem übrigen Hirn es ausschliesslich jederseits zum Ursprung des Tentakelnerven dient. Das Sinnesepithel der Tentakeln beginnt an dem Ende des Tentakels, während der übrige Theil bis zum Gehirn (Fig. 24) Drüsen und indifferente Epithelzellen gemeinsam vermischt führt. Nun werden aber diese Theile der Tentakeln auch von anderen Nerven versehen, als die Spitze. Es ist somit gewiss, dass das Ende der Tentakeln ein wichtiges Sinnesorgan sein muss, dessen Wichtigkeit schon daraus erhellt, dass ihm im Gehirn ein sehr ansehnliches Ganglion ausschliesslich zum Ursprung dient. Es ist somit die Bedeutung dieses Ganglions und zugleich jene der Tentakeln klar. Wichtig ist ferner noch, dass bei Formen, wo paarige Tentakeln am Kopfe wie auch alle übrigen Anhänge fehlen und blos ein unpaarer Fortsatz, der aber mit Tentakeln nicht zu homologisiren wäre, wie bei den meisten Opheliaceen<sup>1)</sup> (mit Ausnahme der Gattung Polyophthalmus) diese Ganglien in der That zu fehlen scheinen. Sehen wir uns nun in der Literatur bei den Anneliden um, so finden wir dasselbe Ganglienpaar bereits bei den Archianneliden, bei Protodrilus und

<sup>1)</sup> S. d. W. Kükenthal, Ueber das Nervensystem der Opheliaceen. Jena'sche Zeitschr. f. Naturwiss. Tom. XX (neue Folge Tom. XIII).



Polygordius wieder, wo es durch Fraipont<sup>1)</sup> ausführlich beschrieben wurde, der jederseits das Ganglion „ganglion nerveux antérieur“ bezeichnet und innervirt nach des Autors Angabe jederseits den Tentakel. Wer nun die Abbildungen Fraipont's (Taf. XII, Fig. 9 und Taf. XIII, Fig. 2) mit meinen bei *Lepidasthenia* und *Nereis* und mit Eduard Meyer's<sup>2)</sup> bei *Polyopthalmus* andererseits vergleicht, der wird kaum darüber zweifeln dürfen, dass es sich hier um homologe Gebilde des Hirnes handelt. Bei letzter Form würden dann die aus den Ganglien tretenden Nerven ein Sinnesorgan versorgen, das möglicherweise der Tentakelspitze gleichwerthig zu setzen wäre. Von Pruvot<sup>3)</sup> wurden diese Ganglien für *Nephtys* und *Staurocephalus* beschrieben, doch nicht richtig verstanden, da er sie für Hirnloben hält.

Ogleich Rohde<sup>4)</sup> meine Angabe über dieses Ganglienpaar, nach welcher sie aus wirklichen Ganglienzellen bestehen, bezweifelt und auch von der Homologisirung dieser Ganglien mit jenen von *Polyopthalmus* nichts wissen will, so gibt er weder was die Structur, noch was die Bedeutung derselben betrifft, etwas über sie an. Ueber die Structur meint er, beständen diese Gebilde aus „Nerven-kernen“ (!), die jedes Plasmabeleges ermangeln sollen. Unter Nerven-kernen verstand man in der Hirnanatomie des Menschen und höherer Vertebraten früher etwas anderes, als was dieser Autor meint, denn er bezeichnet damit in der That freie Zellkerne. Diese weiland „freien Zellkerne“ sind aber aus der normalen Neurohistologie allmählig geschwunden, und selbst jene in der Neuroglia der Wirbelthiere erwiesen sich unter der Hand des sachkundigen Hans Gierke als mit einem wengleich geringen Zellkörper umgeben, der sogar zahlreiche Fortsätze absendet. Dabei gibt aber Rohde selbst an, feine Nervenfäden an die einzelnen Kerne treten gesehen zu haben; ferner, dass solche „Nervenkerne“ bei verschiedenen Wirbellosen, im engsten Zusammenhange mit Sinnesnerven stehend, beobachtet wurden. Rohde's Endresultat ist aber trotzdem, dass dieser „Pilzhut“, wie er diese Ganglien nennt, weder mit Fühlern, noch mit Palpen oder Augen in nachweisbarem

<sup>1)</sup> J. Fraipont, „Recherches sur le système nerveux central et périphérique des Archiannelides“. Arch. de Biologie. 1884, Tom. V.

<sup>2)</sup> Eduard Meyer, „Zur Anatomie von *Polyopthalmus pictus*“, Clap. Arch. f. mikr. Anat. Tom. XXI.

<sup>3)</sup> G. Pruvot, „Système nerveux des annélides polychètes“. Arch. d. Zool. expér. et générale, Série 2, Tom. III.

<sup>4)</sup> l. c.

Zusammenhänge stünden. Hierüber wäre Rohde allerdings anderer Meinung geworden, hätte er auch Längsschnitte untersucht.

Die Benennung Rohde's als „Hutpilz“ oder hutpilzförmiger Körper für diese Ganglien möchte sich aber schon aus dem Grunde nicht verwenden lassen, weil sie sehr leicht zu einer Verwechslung mit den hutpilzförmigen Körpern am Hirn der Insecten veranlassen dürfte, mit denen aber diese Ganglien nichts Homologes aufweisen können. Ich möchte darum dieses Ganglienpaar in Anbetracht des aus ihnen abtretenden Tentakelnerven als „Tentakelganglion“ bezeichnen und nochmals zugleich darauf hinweisen, dass im Tentakel der Anneliden offenbar ein wichtiges Sinnesorgan vorliegen dürfte.

Rohde beschreibt noch ein Gebilde im Hirn von *Lepidasthenia*, welches er, in Folge der Paarigkeit, „Hirnhörner“ nennt. Sie liegen, jederseits einer, hinter den Tentakelganglien als schmale Streifen, die lediglich aus denselben Elementen gebildet werden wie die Tentakelganglien. Aus der Mitte dieser Gebilde sollen, jederseits ein stärkerer, Faserbündel nach innen ziehen, um sich in der Mitte des Hirnquerschnittes zu vereinigen. Der vereinigte Bündel würde aber im Fasertheil des Gehirns sich nicht auflösen, sondern ihn durchsetzend ventral und, wie aus Rohde's Abbildungen (Taf. II, Fig. 12, 17, 18) hervorzugehen scheint, ausserhalb des Gehirns in eine Gruppe ventral gelegener Ganglienzellen übergehen. Was nun die oberen Theile der „Hirnhörner“ betrifft, so liegt dort meiner Ueberzeugung nach nichts Anderes vor, wie der hinterste Theil der Tentakelganglien, die ihre Fasern in das Faserwerk des Hirnes senden. Was aber den unteren Theil der Rohde'schen Hirnhörner anbelangt, so muss da dem Autor ein Irrthum unterlaufen sein, wenigstens habe ich so etwas nie beobachtet.

Wenn man das Hirn von *Lepidasthenia* etwa in der Gegend des vorderen Augenpaares, und zwar hinter dem Abgange des Augennerven, auf dem Querschnitt beobachtet, so findet man die ganglienzellose Fasermasse (Fig. 1) in Form eines H angeordnet, dessen untere Schenkel jederseits sich theilen und auf diese Weise das Hirn verlassen, um in das Commissuralganglion (gzs) einzutreten. Nachdem sie aus diesem Ganglion, das ich auf sein weiteres histologisches Verhalten nicht untersucht habe, neue Fasern aufgenommen haben, treten sie auch als äusserlich erkennbare Commissuren, die jederseits doppelten Schlundcommissuren, nach längerem Verlaufe in das erste Ganglion des Bauchmarkes, in das sogenannte untere Schlundganglion, ein. Sie sind die Wurzeln dieser Commissuren.

Oberhalb, unterhalb, seitlich und hinter der Fasermasse, wie auch zwischen den beiden Commissuralwurzeln liegen die Ganglienzelllagen, so dass somit die Fasermasse allseitlich von Ganglienzellen umgeben wird. Wir wollen auf die weitere Form dieses Faserkernes hier nicht eingehen und bloss die Verhältnisse, so wie sie uns auf angeführtem Querschnitt vorliegen, genauer betrachten, denn für unsere Zwecke genügt so viel hier vollständig und eine detaillirte Beschreibung bezweckt diese Abhandlung nicht.

Oberhalb der Fasermasse findet sich nach den Tentakelganglien die mächtigste Ganglienzelllage des Hirnes vor. Auf feinen Schnitten und bei entsprechend starker Vergrößerung (Fig. 2 oben) finden wir diese Zellschicht aus verschiedenen grossen Elementen gebildet. Die grössten Zellen unter ihnen waren birnförmig, unter den kleinsten fanden sich aber tri- bis quadripolare vor, welche stellenweise untereinander kurze Anastomosen eingingen ( $\varepsilon$ ). Eine weitere Beschreibung dieser Zellschicht wäre hier nicht am Orte und ich glaube, die sehr naturgetreue Abbildung (Fig. 2) ist am besten geeignet, die sich hier vorfindenden Verhältnisse zu vergegenwärtigen. Die seitlich dem Faserkerne anliegende Ganglienzellschicht ist ebenso zusammengesetzt wie die zuvor beschriebene, und auch hier gelang es, gleich wie dort, manchmal eine Anastomose zwischen zwei anliegenden Zellen zu beobachten (cg). Etwas anders zusammengesetzt fand ich die Zelllage unterhalb der Fasermasse (Fig. 1 w'), denn hier kommen stets nur birnförmige Zellen vor (Fig. 4, 5) und die kleinen multipolaren Zellen fehlen. Ich muss R o h d e beistimmen, dass sich im Gehirn hier die grössten Ganglienzellen befinden, wenngleich ich die Differenz zwischen der Grösse dieser Zellen und jenen im übrigen Gehirn für nicht so gross fand wie R o h d e. Wie ich schon dieses bei Gelegenheit der Beschreibung des Neuroglianetzes mitgetheilt habe, ist die Ganglienzellschicht am unteren Rande der Fasermasse keine continuirliche, sondern fehlt stellenweise bei *Lepidasthenia* (Fig. 2) vollständig, bei welcher Form sie nie die Mächtigkeit der oberhalb der Fasermasse gelegenen Ganglienzellschicht erreicht. Bei *Nereis Costae* ist diese Schicht lateralwärts stets continuirlich vorhanden (Fig. 22, 23), doch wird sie medianwärts stellenweise wenigstens (Fig. 22, 24) unterbrochen. Von hinten wird die Fasermasse gleichfalls von Ganglienzellen umgeben, die gleich jenen der oberen Seite entweder grosse birnförmige oder kleine multipolare sind.

Auf die weiteren Details möchte ich aber hier weiter nicht eingehen und bloss noch erwähnen, dass ich bei *Nereis Costae* hinten

im Gehirn an der Stelle, wo die Neurogliahülle innig mit der Subepithelialschichte zusammenhängt (Fig. 23, 24 q), eine durch stärkere Neurogliafasern von den übrigen Ganglienzelllagen sozusagen vollständig abgeschlossene Ganglienzellgruppe mittelgrosser Zellen auffand (wg), deren volle Bedeutung mir nicht ganz klar wurde. Ich fand aus ihr ein Nervenfaserbündel (Fig. 23 n') abgehen, der, nach innen biegend (Fig. 24 n), die Wurzel des Nerven für das obere Tentakelwurzelepithel (t) in der Fasermasse des Gehirns erreichte und sich mit diesem vereinigend innen vom Tentakelganglion (Fig. 22  $\gamma$ ) nach vorne in den Nerven (Fig. 24 n) begab. Da jedoch dieser Nerv auch Fasern aus der Fasermasse des Gehirns aufnimmt, so scheint es mir nicht unmöglich, dass die Fasern aus jener Ganglienzellgruppe hauptsächlich die Fasern directen Zellursprunges jenes Nerven bilden; dass jene Ganglienzellgruppe aber ausschliesslich dazu dienen möchte, scheint mir bei der geringen Grösse des abgehenden Faserbündels für völlig ausgeschlossen.

Nach dieser Beschreibung möchte ich abermals auf die centralen Faserkerne des Gehirns zurückkommen und die Ursprungsweise der beiden Schlundcommissuren jederseits und die der Augennerven besprechen. Beginnen wir vorerst mit dem Ursprung der unteren Schlundcommissur. Man findet gerade unter der oberen Zelllage in der Fasermasse des Gehirns eine bogenförmig von oben nach unten biegende Quercommissur (Fig. 1, 2 f). Sämmtliche Fasern dieser Quercommissur zu verfolgen, gelang mir allerdings nicht, doch so viel steht fest, dass sie in innigstem Zusammenhange mit der unteren Schlundcommissur steht und meiner Ueberzeugung nach nur Fasern derselben zuführt. Von den untersten Fasern dieser Quercommissur (Fig. 2 uf) konnte mit aller nur wünschenswerther Klarheit ermittelt werden, dass sie aus dem Nervenetz der Centralmasse sich construiren, und dass sie somit Nervenfasern „indirecten Ursprunges“ sind. An den oberen Fasern erkannte ich aber, dass sie ihren Ursprung direct aus der oberhalb gelegenen Ganglienschichte nehmen (Fig. 2 z). Diese Ursprünge der unteren Schlundcommissuren würden sich aber nur auf die jederseitige Hälfte des Gehirns beziehen, wobei dann ein Theil der Fasern jener Quercommissur sich unter der Zellschichte auf die andere Hälfte des Gehirns fortsetzt (Fig. 2 f). In der That verhält sich dies aber ganz anders. Wenngleich ich, um die Tafelzahl nicht unnöthiger Weise zu vermehren, diese Verhältnisse nicht abgebildet habe, so glaube ich, genügt nach dem beschriebenen Verhalten die blosse

Angabe, dass diese quer von der einen Hälfte des Gehirns in die andere sich fortsetzenden Fasern nichts anderes sind, als die beiderlei Ursprünge von Nervenfasern der unteren Schlundcommissur aus der entgegengesetzten Hälfte des Gehirns, wodurch eine mediane Faserkreuzung entsteht. Somit entspringt also aus dem Gehirn jede der beiderseitigen unteren Schlundcommissuren auf die Weise, dass ein Theil seiner Fasern sowohl directen als indirecten Ursprunges, also aus Ganglienzellen und aus dem centralen Nerven-netze aus der gleichseitigen Hälfte des Gehirns entsteht, während der andere Theil auf dieselbe Weise aus der entgegengesetzten Hälfte desselben beginnt. Ganz ähnlich verhält es sich mit der unteren Quercommissur im Hirn (Fig. 1 nv'), die gleichfalls an dieser Stelle Ursprungsfasern für die untere Schlundcommissur führt. Diese zwei Quercommissuren sind nur in der Gegend des ersten Augenpaares in derselben Querebene vorhanden (Fig. 1), während die unteren in der Gegend des zweiten Augenpaares bereits fehlen. Selbstverständlich sind auch Fasern in der unteren Wurzel der unteren Schlundcommissur vorhanden, die von vorne etwas nach hinten, oder umgekehrt, ziehen, um dann in die Commissur einzubiegen.

Aus dem Faserkern der Tentakelganglien ziehen Fasern (Fig. 1  $\pi$ ) direct in den Faserkern des Gehirns, um sich hier aufzulösen, dann sieht man gerade in der Gegend des ersten Augenpaares eine Quercommissur (pv) aus dem einen Ganglion durch die Fasermasse des Gehirns zum anderen ziehen. Diese Quercommissur ist von oben nach unten gebogen und somit nach oben zu concav; sie verbindet die beiderseitigen Tentakelganglien miteinander. Zu äusserst aus der Centralsubstanz jener Ganglien zieht ein äusserst starker Faserbündel (Fig. 1 af) direct in die obere Schlundcommissur. Ausser dieser Wurzel bekommt die obere Schlundcommissur noch eine andere starke Wurzel (Fig. 22 uv) aus der Fasermasse des Gehirns selbst. Die Wurzel kann bei *Nereis Costae* bis in die Mitte der Fasermasse verfolgt werden, wo auch eine Kreuzung der Endfasern der beiderseitigen Wurzeln zu beobachten ist; sie geht ferner eine sehr schöne Kreuzung mit der Wurzel der unteren Schlundcommissur ein (Fig. 22 uc). Nach dem Mitgetheilten würde somit die obere Schlundcommissur zum Theil aus dem Tentakelganglion entspringen. In das feinste Verhalten aber habe ich den Ursprung der oberen Schlundcommissur nicht verfolgt, doch möchte ich es für sehr wahrscheinlich annehmen, dass sie ihre Fasern directen Ursprunges aus der unteren Ganglienzellschicht erhält.

Ich will nun, bevor ich das Gehirn verlassen möchte, den Ursprung der Augennerven besprechen, worüber ich schon mitgetheilt<sup>1)</sup>, dass er am hinteren Augenpaare, wo ich ihn dazumal beobachtet hatte, sowohl Fasern aus dem centralen Nervennetz, als aus den Zellen der oberhalb der centralen Fasermasse gelegenen Ganglienzellschichte erhält. Heute, nachdem ich dieses Verhalten nochmals unbefangen genau geprüft habe, muss ich meine frühere Angabe als unrichtig bezeichnen. Meine Controlbeobachtungen überzeugten mich nämlich, dass jene Fasern aus den Ganglienzellen (Fig. 2 z), welche ich anfänglich in die Augennerven sich einbiegen dachte, nicht dorthin, sondern in die untere Schlundcommissur sich begeben und dass thatsächlich die Augennerven keine Fasern directen Ursprungs erhalten, sondern dass ihre sämtlichen Fasern, wie dieses auf Fig. 2 für einen grossen Theil derselben abgebildet wurde, aus dem centralen Nervennetz sich sammeln (nu). Sie kreuzen beim hinteren Augenpaar vielfach die Fasern der unteren Schlundcommissur (kr) und treten durch diese aus der Fasermasse des Gehirns, wobei ich beobachten konnte, dass die unteren Fasern des Augennerven die oberen kreuzen (Fig. 2) und so den oberen Theil des Auges<sup>2)</sup> innerviren, während die oberen nach unten an

<sup>1)</sup> Morphol. Jahrbuch. 1886.

<sup>2)</sup> Nach Carrière (Die Sehorgane der Thiere. München und Leipzig 1885) soll der Binnenraum des Auges bei *Nereis cultifera* „von einem faserigen, körnig gerinnenden Gallertkörper erfüllt“ sein, dessen Aussehen aber selbst bei verschiedenen Exemplaren wechseln soll. Dem gegenüber besteht aber nach Graber (Morphol. Unters. u. d. Augen der freilebenden marinen Borstenwürmer. Arch. f. mikr. Anat. Tom. XVII, citirt nach Carrière) der Glaskörper der erranten Polychaeten gerade so wie bei den Alciopiden aus kernhaltigen Zellen. Diese Angabe bestreitet Carrière, dem ich für *Lepidasthenia elegans* und *Nereis Costae* ganz entschieden für Graber entgegenzutreten muss. Bei *Lepidasthenia* besteht der Glaskörper aus einzelnen, fest aneinander gelagerten Zellen, die mit einem durch Carmin sich sehr wenig tingirenden Zellkern versehen sind (Fig. 1). Bei *Nereis Costae* ist dieser Glaskörper gleichfalls aus fest aneinander gelagerten Zellen zusammengesetzt, doch ist an letzteren eine ausgesprochene Verschiedenheit bemerkbar. Während nämlich das hintere Zweidrittel des fast kugeligen Glaskörpers aus Zellen besteht, die den Zellkern deutlich zeigen, fehlen letztere den Zellen des vorderen Drittheils (Fig. 22). Somit ist hier bereits im vorderen Drittel eine Differenzirung der Zellkörper eingetreten und es wäre nicht unmöglich, dass bei gewissen Formen, wie bei *Nereis cultifera*, in der That diese Differenzirung der Zellkörper für die gesammten Zellen des Glaskörpers noch in höherem Grade eingetreten ist und auf diese Weise ein mehr oder weniger homogener Glaskörper gebildet wird, wie ihn bei dieser Form Carrière beobachtet hat. Es würde sich dann die ontogenetische Entwicklung des Glaskörpers hier aus den Hypodermiszellen phylogenetisch von *Lepidasthenia* durch *Nereis Costae* zu *Nereis cultifera* verfolgen lassen.

das Auge treten. Somit haben wir in den Augennerven der untersuchten Polychaeten bei den Wirbellosen zum ersten Mal einen reinen Sinnesnerven vor uns, der keine Fasern directen Ursprungs, also aus Ganglienzellen, sondern ausschliesslich aus dem centralen Nervennetz bezieht. Ganglienzellen am Auge des vorderen Augenpaares konnte ich weder bei *Nereis Costae*, noch bei *Lepidasthenia* auffinden, ebenso fehlen diese am hinteren Augenpaar.

Mit der Beschreibung der histologischen Verhältnisse im Bauchmark beginnend, möchte ich mittheilen, dass meine diesbezüglichen Angaben sich ausschliesslich auf *Lepidasthenia elegans* beziehen. Zu allererst finden wir im Bauchmark das Subösophagealganglienpaar, welches, wie seit *Quartrefages* bei *Nereis* bekannt, das stärkste im ganzen Bauchmark ist. Wenn wir aus dem vordersten Theil dieses Ganglienpaares einen Querschnitt betrachten, so finden wir die beiden Faserkerne des Bauchmarkes unter einander durch eine zarte Quercommissur (Fig. 31 com) verbunden. Sie besteht aus 7—11 nicht sehr dicken Nervenfasern, welche lose aneinander gelagert durch das Neurogliaetz zu einem lockeren Bündel zusammengehalten werden. Diese Commissuralfasern lösen sich, in den Faserkern der jeweiligen Bauchmarkshälfte eintretend, dortselbst sofort in das centrale Nervennetz auf, so dass nur selten eine dieser Fasern sich bis zur Mitte des Faserkernes verfolgen lässt. Nie habe ich beobachten können, dass die Fasern dieser Quercommissur sich mit Ganglienzellen verbunden hätten, und ebenso wenig gelang es mir, dickere Nervenfasern nach Art der colossalen Nervenfasern hier zu beobachten. Letztere Beobachtung führe ich hauptsächlich darum an, weil nach *Rohde* die von ihm als innere, kleinere colossale Nervenfasern jeder Bauchmarkshälfte aus einer colossalen Ganglienzelle der entgegengesetzten Bauchmarkshälfte im Subösophagealganglion entstehen soll, von wo sie, das Bauchmark quer durchsetzend, dann zu ihrem Bestimmungsorte gelangt. Obgleich nun *Rohde* über die Quercommissur der Subösophagealganglien nichts angibt, so kann die Kreuzung der erwähnten Colossalfasern nur dort stattfinden, denn eine andere nervöse Verbindung, mit Ausnahme der Fortsätze der lateral gelegenen colossalen Ganglienzellen, findet sonst unter den beiderseitigen Bauchmarkshälften nicht statt. Wie ich aber eben mitgetheilt habe, konnte ich in der Quercommissur der Subösophagealganglien keine colossale Faser, ja nicht einmal eine von besonderer Dicke auffinden. Aus diesem Grunde scheint mir die *Rohde'sche* Behauptung, wonach in der angegebenen Weise eine Kreuzung zweier kleinerer

Colossalfasern hierselbst stattfinden sollte, was übrigens Rohde nicht abbildet, wohl auf einem Irrthum seinerseits zu beruhen.

Die beschriebene Quercommissur befindet sich gerade vorn in dem Subösophagealganglion, so dass ein Schnitt, der die Mitte des Ganglions getroffen hat (Fig. 32), dieselbe nicht mehr zeigt. Die Ganglienzellen in den Subösophagealganglien sind, mit Ausnahme der lateralen Colossalzellen, die mächtigsten im ganzen Central-Nervensystem. Am zahlreichsten sind die Ganglienzellen an der ventralen Seite, weniger zahlreich an der dorsolateralen, und an der dorsomedianen Seite fehlen sie im Bauchmark überhaupt (Fig. 32). Unter den abgehenden Nerven gelegen befinden sich die beiden lateralen Colossalzellen (kz) schon in den Subösophagealganglien vor. Sie wurden sammt ihrem Fortsatz von Rohde beschrieben, auf welche Beschreibung sowohl, wie auf meine eigenen Befunde hierüber ich weiter unten eingehen möchte. Ausser dieser Colossalzelle befinden sich noch Colossalzellen, wenngleich von geringerer Mächtigkeit, in den Subösophagealganglien vor, wie dieses Rohde wohl bekannt war. Ich fand drei solche unter einander nicht gleich mächtige Ganglienzellen in der dorsolateralen Zellgruppe, von welchen aber die zwei kleineren ihrer Lage nach nicht ganz constant waren und einmal übereinander, ein andermal unter dem grössten ( $z, z'$ ) gelagert waren. Die übrigen Ganglienzellen der dorsolateralen Schichte sind verschieden gross und unter einander vermischt; sie senden ihre Fortsätze, nachdem mehrere derselben sich zu Bündeln vereinigt haben, in den Faserkern oder ganz einzeln direct (du) in den abgehenden Nerven. Auch die Ganglienzellschichte der ventralen Seite besteht aus sehr verschieden grossen Elementen (Fig. 32), die unter einander gleichfalls vermischt sind. Es finden sich hier manchmal geradezu sehr grosse Elemente vor (gzg). Die Zellen, insoferne sie nicht direct mit ihren Fortsätzen in den abgehenden Nerven eintreten, vereinigen zu mehreren ihre Fortsätze bündelweise und lassen sie auf diese Weise in einem gemeinsamen Bündel in den Faserkern des Bauchmarkes eintreten; ich konnte nie beobachten, dass eine grössere Zelle zum Ursprung einer colossalen Nervenfaser gedient hätte.

Die Ganglienzellhaufen der beiden Seiten stossen medianwärts hier so fest aneinander, dass man oft in Verlegenheit geräth, anzugeben, welche medianwärts gelegene Zelle der rechten Seite und welche der linken angehört. Aber schon einige Schnitte hinter dem vorigen erscheint das mediane Septum der Neuroglia (s) auch zwischen der ventralen Ganglienzellschichte und theilt diese nach



den zwei Seiten in zwei Gruppen. Allmählig nehmen nun die Ganglienzellen an Zahl ab, bis sie wiederum mit dem nächstfolgenden Ganglienpaar an Zahl zunehmen. Nach meinen Untersuchungen gibt es somit im Bauchmark hier keine Stelle, welche von Ganglienzellen vollständig frei wäre.

Die Ganglienzellen sind, wie im ganzen Bauchmark, auch hier mit allerdings wenigen Ausnahmen birnförmig und pseudo-unipolar, doch konnte ich hier selbst unter den kleinsten Zellen jene tri- bis quadripolaren des Gehirnes ebenso wenig antreffen, wie überhaupt im gesammten Bauchmark.

Die Verhältnisse im Faserkern möchte ich hier nicht besprechen, dieses soll vielmehr im Zusammenhange mit den des ganzen Bauchmarkes erst dann geschehen, nachdem wir ein Ganglienpaar der gewöhnlichen Art aus dem Bauchmark besprochen haben.

Ein Schnitt durch die Mitte des Bauchmarkganglions (Fig. 16) zeigt, dass die Ganglienzellschicht, gleich wie in den Subösophagealganglien, jederseits den Faserkern von unten und innen nach aussen und oben halbmondförmig umgibt und somit auch hier die dorsale und dorsomediane Seite des Faserkernes von keinen Ganglienzellen umlagert werden. So ist es im ganzen Bauchmark. Hier gibt es mit Ausnahme der lateralen Colossalzellen keine so grossen Ganglienzellen wie in den Subösophagealganglien. Es gibt aber andererseits hier auch selten eine so kleine Ganglienzelle, wie wir sie dort in grösserer Zahl angetroffen haben, und somit behalten hier die Ganglienzellen eine grössere Gleichförmigkeit in ihrer Grösse untereinander. Sie sammeln ihre Fortsätze zu grösseren Bündeln, um sie so in den Faserkern treten zu lassen. Solche Zellgruppen (lgr) sehen dann ganz ähnlich Packeten einzelliger Drüsen mit langen Ausführungsgängen, wie sie etwa unter Anderem in den Speicheldrüsen der Ameisen oder in den Fussdrüsen der Arthropoden vorkommen. Entweder lassen solche Zellgruppen ihre Fortsatzbündel lateralwärts (Fig. 16 lgr), oder ventralwärts (Fig. 13 vgr, vgr') in den Faserkern eintreten. Man kann darnach eine laterale (Fig. 16 lgr, lgr') und eine ventrale (Fig. 13, 16 vgr) Zellgruppe in den Bauchmarkganglien unterscheiden. Zur ersteren würden auch die laterodorsal gelegenen Zellen gehören. Nicht in allen Ganglienpaaren konnte ich mit gleicher Sicherheit eine Verbindung zwischen einem Element der laterodorsalen und dem der ventrolateralen Zellen der lateralen Zellgruppe durch den Faserkern hindurch beobachten; in einigen Fällen war jedoch diese directe Anastomose sehr

deutlich. Man findet nämlich stellenweise die in den Faserkern gelangten Fortsatzbündel der unteren Zellen der Gruppe mit einem Theil der dorsolateralen Zellen etwas lateralwärts von der Mitte im Faserkern zusammenstossen. Dies findet in beiden Bauchmarkshälften gleichzeitig statt. Wenn man diese aneinander stossenden Fasern an den dünnsten Präparaten betrachtet, so wird man finden, dass hier eine der unteren Zellen (Fig. 26, 27 C) mit einer der oberen (a) durch ihren Fortsatz sich direct verbindet (c), während die anderen Fortsätze der anliegenden Zellen im ventralen Nervennetz sich auflösen. Bei genauer Betrachtung konnte auch sichergestellt werden, dass von dieser Anastomose sich äusserst feine Reiserchen abzweigten, die sich gleich den anliegenden Fortsätzen im centralen Nervennetze auflösten. Es liegt hier somit eine directe Anastomose zweier Ganglienzellen vor, und es wäre wichtig zu erfahren, ob diese Verbindung auch in jedem Ganglienpaar auf diese Weise sich vorfindet. Wenn ich auch dieses mit entschiedener Sicherheit nicht habe ermitteln können, so liegen mir doch Gründe vor, um es anzunehmen.

Medianwärts stossen die Ganglienzellen der beiderseitigen Bauchmarkshälften nicht so fest aneinander wie in den Suböso-phagealganglien und werden von einander durch das mediane Septum (Fig. 18 s) der Neuroglia getrennt. Diese Trennung ist mehr oder weniger im ganzen Bauchmark vorhanden und wird in der Mitte des Bauchmarkes nur durch zwei Zellen unterbrochen. Es sind das zwei in der Medianlinie über einander gelagerte Ganglienzellen, die in jedem Ganglion an demselben Orte anzutreffen sind, so deutlich jedoch, wie in dem abgebildeten Falle (Fig. 16  $\lambda$ ,  $\lambda'$ ) selten beobachtet werden konnten. Die obere dieser Zellen ist unzweideutig bipolar (Fig. 20); ihr oberer mächtiger Fortsatz dringt in den linksseitigen Faserkern ein, während der schwächere, dem Fortsatze der unteren Zelle anlagernd, zwischen den Ganglienzellen der rechtsseitigen Hälfte sich verlor. Bei starker Vergrösserung konnte dieser schwächere Fortsatz bis in die nächste Nähe des Zellkernes verfolgt werden, doch konnte ich, wie ich unverholen zugestehen möchte, den directen Zusammenhang mit dem Zellkern sicher nie beobachten. Von der unteren Zelle konnte der linksseitige Fortsatz nicht beobachtet werden, doch war er an anderen Präparaten eine kurze Strecke sichtbar. Es ist bezeichnend für dieses Zellenpaar, dass es die gleiche Lagerung und die gleiche Form überall beibehält und in jedem Ganglienpaar vorkommt. Dies war der Grund, warum ich diese Zellen mit den von Fried-

länder<sup>1)</sup> bei *Lumbricus* entdeckten und von mir in dieser Arbeit in ihrem weiteren Verhalten beschriebenen, und jenen bei *Hirudineen* durch Hermann beschriebenen gewiss homologen „Medianzellen“ gleichstelle. Diese Medianzellen sind gewiss dazu berufen, was besonders bei den *Polychaeten* jedem denkenden Neurologen einleuchten muss, den innigen Zusammenhang der beiderseitigen Bauchstranghälften zu vervollkommen.

Einige Schnitte vor dem oben beschriebenen, also an der Stelle, wo der Nerv aus dem Ganglion abgeht (Fig. 18), sind die Ganglienzellschichten nicht mehr so mächtig, und besonders sind die dorso-lateralen Schichten reducirt. Gerade so verhält es sich hinter der Mitte des Ganglions, bis endlich auf allen Stellen jene Armuth an Ganglienzellen erreicht wird, wie dies etwa auf Fig. 12 dargestellt wurde. Hinter dieser Stelle beginnt dann das Bauchmark sich abermals zu einem Ganglienpaar zu verdicken. Am ehesten schwindet nach hinten zu die laterale Zellgruppe, während die ventrale in der Gegend liegt, wo der schwächere Nerv des Bauchmarkes (der III. nach Rohde) noch ganz gut erhalten ist (Fig. 13 vgr). Wie ich aber nochmals betonen möchte, gibt es keine Stelle im Bauchmark von *Lepidasthenia elegans*, wo die Ganglienzellen, wie dieses bei zahlreichen anderen *Polychaeten*, wie *Hyalinaecia*, *Phyllodoce* u. A. m. der Fall ist, gänzlich fehlen sollten.

Mit der Betrachtung des Faserkernes im Bauchmark fällt jene der Nervenursprünge zusammen. Aus einem Bauchmarkssegment treten jederseits vier Nerven ab, und zwar sind zwei unter ihnen nach dem gewöhnlichen Modus von einem Nervenfaserbündel gebildet, während die zwei anderen bloß aus einer einzigen, jedoch colossalen Nervenfasern bestehen. Wir wollen mit der Ursprungsweise der ersteren beginnen, dieselben aber bloß so weit verfolgen, soweit es der Zweck der vorliegenden Untersuchung erfordert. Nach meiner Beobachtung treten aus jedem Bauchmarkssegment bei *Lepidasthenia* nicht drei, sondern bloß zwei Nerven der letzten Art ab, der eine und mächtigere aus der Mitte des Ganglions (Fig. 16, 18, 32 n, n'), der andere etwa gegen Ende eines jeden Segments. In vorliegender Untersuchung handelte es sich weniger darum, nachzuweisen, wie weit jeder dieser Nerven von longitudinalen Nervenfasern im Bauchmark ergänzt wird und wie weit sich dieselben nach vorne oder hinten im Bauchmark verfolgen lassen, was übrigens zu ergründen lediglich nur an Serien von Horizontal-

<sup>1)</sup> B. Friedländer, Beiträge zur Kenntniss des Central-Nervensystems von *Lumbricus*. Inaug. Diss. — Berlin 1888 (Otto Franke).

schnitten möglich gewesen wäre. Solche wurden aber bei dem geringen Material gar nicht gefertigt, denn mein Zweck war ja nur, die doppelte Ursprungsweise der Nervenfasern nachzuweisen. Dieses zu illustriren, wählte ich der grösseren Klarheit halber einen schönen Querschnitt durch den dünneren hinteren Nerven des Bauchmarkes, welchen ich auf Fig. 25 getreulich abbildete. Wir sehen hier den rechtsseitigen Nerven (N) das Bauchmark oben verlassen und in die Hypodermis (hy) eintreten. Das centrale Nervennetz setzte sich noch eine Strecke weit in den Nerven fort und wurde erst dort, wo der Nerv in die Hypodermis übertrat, von den dicht aneinander gelagerten Nervenfasern verdrängt. Die innersten dieser Nervenfasern verfolgend, erkannte ich, dass sich ein Theil (m) der auf dem Schnitte erkennbaren Nervenfasern bald darauf in das centrale, von der Colossalfaser nach aussen gelegene Nervennetz auflöste, während die anderen (w, v), die Colossalfaser von oben und unten passierend, sich ziemlich in die Mitte des Faserkernes begaben und dort, gleich wie die ersteren, im centralen Nervennetz auflösten. Unterhalb des Nerven lagen mehrere Ganglienzellen der lateralen Gruppe, die ihre Fortsätze zu einem Bündel vereinigt, von unten gerade an der Stelle in den Faserkern eintreten liessen, an der der Nerv abzweigte. Sämmtliche dieser Ganglienzellfortsätze bogen nach aussen zu in den Nerven um und die Fortsätze zweier Ganglienzellen (g, g') konnten weit in den Nerven hinein verfolgt werden. An dem einen dieser Fortsätze konnte ich sogar beobachten, dass er an der Stelle, an der er in den Nerven überbog, ein feines Aestchen abzweigen liess, welches sich bald darauf in das centrale Nervennetz auflöste. Durch diesen letzten Umstand trat die scheinbar unipolare Zelle durch Vermittlung des centralen Nervennetzes in Verbindung mit dem centralen Nervensystem, ohne welche sie ein vom Central-Nervensystem ganz unabhängiges kleines Centrum gewesen wäre.

Ein dem eben beschriebenen Bilde ganz gleiches bildete ich auch von dem grossen Nerven des Bauchmarkes auf Fig. 18 rechts ab, wo man auch zwei Ganglienzellen (g') aus der ventralen Zellgruppe mit ihren Fortsätzen in den Nerven eintreten sieht. Ich muss bemerken, dass auch aus der dorsolateralen Zellgruppe, wie ich dieses oft genug zu beobachten Gelegenheit hatte, Nervenfasern directen Zellursprunges in den Nerven abgeben können (Fig. 32 du).

Somit glaube ich nun die doppelte Ursprungsweise der Nerven sowohl im Gehirn wie im Bauchmark bei den erranten Polychaeten nachgewiesen zu haben.

Nun möchte ich auf jene zwei Nerven jederseits im Segmente eingehen, welche bloß aus einer einzigen, aber ganz colossalen Nervenfasern bestehen. Die schwächere unter den beiden Fasern ist der Fortsatz der lateralen Ganglienzelle, welche letzteren zuerst Rohde beschrieb. Er traf diese enorme Ganglienzelle sowohl bei *Sthenelais* als auch bei *Lepidasthenia* in ziemlich gleicher Lagerung an. Sie sendet „ihren colossalen Nervenfortsatz quer durch den Bauchstrang in den letzten der in jedem Segment abgehenden drei Nerven (den schwächeren der zwei von mir beobachteten Nerven H), mit welchem er gemeinsam zur Peripherie verläuft“. Weiter gibt Rohde über dieses Zellenpaar nichts an, welche so, wie sie von Rohde beobachtet wurden, unbedingt ein vom ganzen Central-Nervensystem unabhängiges kleines Centrum darstellen würden, denn andere Fortsätze, wie die erwähnten, besitzen diese Zellen nach Rohde nicht.

Was speciell die Lage dieser Zellen betrifft, so kann ich Rohde insofern beistimmen, als auch ich diese colossale Ganglienzelle in jedem Bauchmarksegmente paarig (in jeder Bauchmarkshälfte eine) vorfand. Weniger kann ich jedoch diesem Autor beistimmen, wenn er behauptet, dass diese Zellen immer hinter dem letzten Nerven des Segmentes lagern. Allerdings trifft diese Angabe für die meisten Fälle zu, doch findet man das Zellenpaar in manchen Segmenten weit nach vorne gerückt und so sich gerade in den Bauchganglien befinden, wie dieses der Fall in dem ersten Ganglienpaare, d. i. in den Subösophagealganglien (Fig. 32, kz, kz') ist, und überhaupt scheint mir die letztbeschriebene Lagerung hauptsächlich in den vorderen Ganglienpaaren sich vorzufinden (Fig. 16). In den weiter nach hinten gelegenen Ganglien fand ich dann immer diese Zellen an dem von Rohde angegebenen Orte liegen (Fig. 12, 13 kz, kz'). Sie liegen lateralwärts in der jederseitigen Bauchmarkshälfte und entsenden ihren starken Fortsatz durch denselben Kerntheil in den der anderseitigen Bauchmarkshälfte (Fig. 13), von wo diese jederseits als ein peripherer Nerv abtritt. In der Mitte des Bauchmarkes, zwischen den beiden Faserkernen also, kreuzen sich die beiden Fortsätze und bilden, ausser der Quercommissur, zwischen den Subösophagealganglien die einzigen nervösen queren Durchbrückungen im ganzen Bauchmark.

Bis hierher würden meine Untersuchungen mit den Angaben Rohde's übereinstimmen, und meine weiteren Beobachtungen bilden Ergänzungen hierzu. Ich will das Gefundene beschreiben, wie ich es sehr schön an einem äusserst dünnen und wohl prä-

parirten Querschnitte zu beobachten Gelegenheit hatte. Es war das ein Schnitt (Fig. 13) hinter dem letzten Nerven im Segmente, an einer Stelle, wo nur die ventrale Ganglienzellgruppe sich vorfand.

Die Fortsätze kreuzten sich hier eigentlich erst im rechtsseitigen Faserkerne (Fig. 13, 14), wo die Faser der linksseitigen Zelle (b) sich ober die rechtsseitige begab; zwischen den Faserkernen und auch eine kurze Strecke im linksseitigen Faserkerne lagen sie übereinander, wobei die rechtsseitige Faser der linksseitigen auflag. Während die linksseitige Faser im rechtsseitigen Faserkerne auf diesem Präparate durchschnitten war (Fig. 14 r), trat der rechtsseitige oberhalb der lateralen Colossal-faser (Fig. kf') im linksseitigen Faserkerne aus demselben, um, sich dem letzten Nerven (n) des Segmentes anlagernd, das Bauchmark zu verlassen. Auf den folgenden Schnitten verhielt sich die anderseitige Faser ebenso. Wenn man nun den Fortsatz der Colossalzellen im Faserkerne mit starken Vergrößerungen untersucht, so wird man alsbald erkennen, dass jeder von ihnen bis zu seinem Abgange aus dem Bauchmark sich etwas verjüngt hat. Vollends überzeugt wird man hierüber, wenn man zu Beginn der Faser und bei ihrem Abgange aus dem Bauchmark Messungen vornimmt. Der Grund davon liegt darin, dass diese Fortsätze während ihrem Verlaufe im Faserkern feine Aestchen abgeben, die sich im centralen Nervennetz auflösen. An vorliegendem Präparate erkennt man linkerseits, dass der Fortsatz der dort der centralen Fasermasse fest anliegenden Colossalzelle (kz) bald nach seinem Abtritte in den Kerntheil dortselbst sich in zwei Aeste spaltet, von denen der stärkere, als die eigentliche Fortsetzung, seinen oben beschriebenen Weg einhält, während der untere (y), von viel geringerer Mächtigkeit, sich sofort im centralen Nervennetz auflöst. Der Hauptfortsatz gibt ausserdem etwas vor dem Verlassen des linksseitigen Kerntheiles noch ein Aestchen (y') in denselben ab, das sich gleichfalls sofort theilt und in dem centralen Nervennetz vollständig auflöst. An dem Hauptfortsatze der rechtsseitigen Colossalzelle konnte ich hier nur ein Aestchen auffinden (z), das etwa an derselben Stelle sich befand, wo das zweite Aestchen des anderseitigen Fortsatzes war; es löste sich gleichfalls im centralen Nervennetz auf.

Somit würde der Hauptfortsatz der jederseitigen Colossalzelle in dem gleichseitigen Faserkern 1—2 Aestchen von ungleicher Dicke abgeben, die sich im Kerntheile der betreffenden Seite, in dessen centralem Nervennetz, auflösen. An einem meiner übrigen

Präparate aus einer zwar anderen, jedoch ähnlichen Stelle, wie die vorige war, konnte nur der Fortsatz der rechtsseitigen Zelle, und auch dieser nicht in seiner Vollständigkeit beobachtet werden. Man konnte hier beobachten, dass der vorhandene Fortsatz einen dünnen Ast in den gleichseitigen Faserkern abgab (Fig. 12 z), während die Fortsetzung in dem linksseitigen Faserkern, d. i. in dessen centralem Nervennetz, sich auflöste (z'), worüber mich auch meine stärksten Vergrößerungen überzeugen konnten (Fig. 9 a). Wie aber aus den vorhergehenden Präparaten ersichtlich wurde, zweigte sich ein Ast, und zwar der stärkste, nach vorne und seitlich ab, um als Hauptfortsatz den linksseitigen Faserkern zu verlassen und dann dem letzten Nerven des Segmentes sich fest anzuschliessen. Auf demselben Präparate war auch der Fortsatz der linksseitigen Colossalzelle vorhanden und somit fiel die Kreuzung der Hauptfasern beider Zellen nicht in eine und dieselbe senkrechte Ebene. Nach meinen mitgetheilten Beobachtungen gibt somit jede der beiderseitigen lateralen Colossalzellen je einen mächtigen Fortsatz ab, der zwar, allerdings in den anderseitigen Faserkern sich fortsetzend, von dort als periphere Nervenfasern abtritt, jedoch daneben sowohl in seinem eigenen, als auch in dem anderseitigen Faserkern feine Aeste abtreten lässt, die sich an beiden Orten in das centrale Nervennetz auflösen. Hieraus wird also klar, dass der Zusammenhang auch dieser Colossalzelle bei *Lepidasthenia*, und offenbar wird es sich mit der homologen Zelle von *Sthenelais* ähnlich verhalten, mit dem centralen Nervensystem durch das centrale Nervennetz hergestellt wird. Wenn wir nun aber nach der Bedeutung dieser Zellen uns weiter umsehen, so würde sich daraus Folgendes ergeben. Betrachten wir die Bilaterien, so werden wir überall finden, dass die beiden seitlichen Hälften des Central-Nervensystems, des engeren Zusammenhanges halber, was aus der phyletischen Entwicklung derselben unbedingt folgt, von denjenigen primitiven Nervensystemen angefangen, wo die beiderseitigen Hälften weit auseinander liegen, wie etwa die sogenannten Hauptkörpernerven einer Turbellarie, die durch nervöse Querverbindungen miteinander zusammenhängen, bis hinauf zu den compactesten Nervencentren ähnlicher Art, deren laterale Theile miteinander engstens verbunden sind, wie das Rückenmark, wo die beiden seitlichen Theile durch Commissuren (Pyramidenkreuzung des verlängerten Markes, *Commissura alba sive anterior* u. s. f.) noch zusammenhängen, durch nervöse Quer-

verbindungen zusammenhängen. Diese nervösen Querverbindungen oder Commissuren führen entweder Fasern, die aus der einen Hälfte des centralen Nervensystems entsprungen sind und in der anderseitigen endigen, oder solche, die, aus der einen Hälfte entsprungen die anderseitige Hälfte durchsetzen, um in einen peripheren Nerven dieser Seite eintretend, diese Seite des bilateral symmetrischen Körpers innerviren zu helfen. Die Kreuzungen solcher Nervenfasern sind ein morphologisch wohlbekanntes Object, worüber unser Wissen bei den höheren Wirbelthieren noch durch das physiologische Experiment sowohl, wie durch die Beobachtungen am kranken und an dem verletzten Körper in höherem Masse vervollständigt wird. Auch vorliegende Abhandlung gibt hierfür zahlreiche, wie ich glaube, lehrreiche Beispiele, doch, um uns nur aus der allernächsten Nähe welche zu verschaffen, mögen aus diesem Grunde speciell die Anneliden herangezogen werden. Wollen wir mit den Olygochaeten beginnen, so sehen wir, dass den abtretenden Nerven der einen Bauchmarkshälfte (siehe weiter unten bei *Lumbricus*) auch Fasern aus der anderen Bauchmarkshälfte, und zwar sowohl aus dem Nervenetz, wie auch direct aus den Ganglienzellen entspringend (Fig. 48, 50), beigemischt werden. Unter den Polychaeten hat uns *Kükenthal*<sup>1)</sup> bei den Opheliaceen, und zwar bei *Ophelia limacina* und *Travisia Forbesii* Fälle kennen gelehrt, wo Ganglienzellen der einen Bauchmarkshälfte ihre Fortsätze in die abgehenden Nerven der anderen Bauchmarkshälfte entsendeten. Bei *Aphrodite* treten nach *Rohde* die Fortsätze mehrerer Ganglienzellen der einen Bauchmarkshälfte gleichfalls in den abtretenden Nerven der anderen Bauchmarkshälfte ab. Ueber die dem centralen Nervenetz entspringenden Fasern berichten diese zwei Autoren, da sie die feine Textur nicht weiter verfolgt haben, nicht so, dass wir über diesen Punkt der sich kreuzenden Nervenfasern hier ununterrichtet würden, wenngleich hier ein Analogieschluss vollständig am Platze ist.

In Anbetracht der angeführten anatomischen Verhältnisse können wir uns von der Bedeutung der lateralen Colossalzellen einen Begriff machen. Erwägen wir einmal, dass mit Ausnahme der Quercommissuren zwischen den Subösophagealganglien weiter im ganzen Bauchmark von *Lepidasthenia* keine nervösen Querverbindungen zwischen den beiderseitigen Hälften vorkommen, wobei der Umstand, dass nach *Rohde* solche zwischen den Nerven

<sup>1)</sup> l. c.



bei Sthenelais vorkommen sollen, kaum hindernd sein dürfte, und dass bei Aphrodite, wie derselbe Autor mittheilt, nicht in der Einzahl, sondern gruppenweise Ganglienzellfortsätze „nicht nur in dem einen, sondern in jedem der jederseits abgehenden Nerven eines Segmentes“ ihre Fortsätze in die anderseitigen Nerven entsenden<sup>1)</sup>, so muss uns die Bedeutung dieser lateralen colossalen Ganglienzellen von Lepidasthenia klar werden. Ich denke mir nun die Sache auf die Weise erklärbar, dass jene bei Aphrodite bereits in geringer Zahl auftretenden grösseren Ganglienzellen, die ihre Fortsätze in die Nerven der jenseitigen Bauchmarkshälfte entsenden, schon durch ihre geringe Zahl und gleichzeitige bedeutende Grösse darauf hindeuten, dass die physiologische Aufgabe, welche bei anderen Formen der erranten Polychaeten auf eine grössere Zahl von kleineren Ganglienzellen vertheilt war (hier müssen wir uns allerdings bei dem heutigen geringen Wissen über den feineren Bau des Central-Nervensystems der Polychaeten mit ihnen ferner stehenden Formen, wo diese Verhältnisse genauer bekannt sind, also mit Lumbricus begnügen), hier auf eine beschränktere Zahl grösserer Ganglienzellen übertragen wurde, um endlich bei Lepidasthenia auf eine einzige Zelle beschränkt zu werden, welche in Folge dessen eine immense Grösse erreichen musste, da mit der Zunahme der Functionsintensität die Zunahme der Grösse erfolgte.

Nebenbei möchte ich hier noch bemerkt haben, dass ich die Nebenäste des Hauptfortsatzes dieser Zellen, die sich im centralen Nervennetz der beiderseitigen Bauchmarkshälften auflösen, nicht etwa so auffasse, wie wenn sie aus dem centralen Nervennetz entspringen würden, sondern so, dass sie sich vom Hauptfortsatz abzweigen; diese Annahme rechtfertigen die oben beschriebenen anatomischen Verhältnisse vollständig.

Von dem oben auseinandergesetzten Standpunkt aus werden auch sämtliche colossalen Ganglienzellen sowohl, wie die längs verlaufenden Colossalfasern, auf die wir jetzt weiter zu reden kommen, zu beurtheilen sein. Für diese Auffassung für die Colossalfasern spricht speciell noch der gewichtige Umstand, dass nach *Rohde* bei Aphrodite und Hermione solche gar nicht vorkommen.

<sup>1)</sup> Zu welchen Zellen speciell jene starken Nervenfasern bei Aphrodite gehören, konnte zwar dieser Autor nicht ermitteln, was weiter aber auch nicht von Bedeutung ist. Diejenigen des starken vorderen Nerven schienen ihm jedoch „von lateral auf entgegengesetzter Bauchmarkshälfte liegenden grossen Ganglienzellen des zweiten Typus zu stammen“, und diese Beobachtung, so sehr auch ganz positive Angaben erwünscht gewesen wären, ist für die Bedeutung der lateralen Ganglienzellen von Lepidasthenia von grossem Werthe.

Weder von den zahlreichen Mittheilungen über die colossalen Nervenfasern, noch über ihr Vorkommen bei den verschiedenen Formen der erranten Polychaeten soll hier die Rede sein, sondern blos von diesen, soweit sie sich bei *Lepidasthenia* vorfinden. Bei *Lepidasthenia elegans* beschreibt Rohde zwei Paar längs verlaufende colossale Nervenfasern im Bauchmark, und zwar jederseits eine mittlere, schwächere und eine seitliche, viel stärkere. Erstere soll im unteren Schlundganglion mit einer colossalen Ganglienzelle der entgegengesetzten Seite in directe Verbindung treten. Ueber diese Angabe habe ich mich weiter oben geäußert und möchte hier blos noch hinzufügen, dass ich diese mittlere Colossalfaser stellenweise zwar auch angetroffen habe (Fig. 18 f, f'), dass ihr Vorkommen in den einzelnen Abschnitten des Bauchmarkes aber bei weitem kein so constantes ist, als das der lateralen Colossalfaser. Im dritten und vierten Segment beginnend, findet man eine oft grosse Zahl kleinerer Colossalfasern auf dem Querschnitte (Fig. 12, 13, 14) beisammenliegend, doch sind dieselben im Faserkerne sehr unregelmässig zerstreut und ich glaube kaum, dass es sich hier um ganz bestimmt localisirte Elemente handeln würde. An der Stelle der mittleren Colossalfaser sieht man oft eine fest aneinander gelagerte Colossalfasergruppe (Fig. 25 f), so dass es in der That den Anschein hat, wie wenn sich diese Faser in Aeste auflösen würde. Befriedigende Klarheit aber über das Verhalten der Colossalfasern werden erst Serien von Horizontalschnitten gewähren, die ich zu untersuchen keine Gelegenheit hatte.

Viel mehr habe ich über die laterale Colossalfaser ermitteln können. Diese, die mächtigste unter allen diesen Colossalfasern, besitzt eine ganz constante Lagerung lateralwärts in jeder Bauchmarkshälfte (Fig. 12, 13, 14, 18, 25 kf). Ueber ihren Ursprung hat Rohde nichts zu ermitteln vermocht, doch scheint es ihm am wahrscheinlichsten, dass sie ihren Ursprung im Hirn hat, „da sie in den Schlundcommissuren deutlich zu verfolgen ist“. Dieser Behauptung muss ich nun ganz entschieden entgegenreten, denn sowohl diese Colossalfaser, wie auch die kleineren derselben Art, fehlen bis auf einen einzigen (Fig. 16 f), in den vorderen zwei Segmenten und auch in den Subösophagealganglien ist von ihnen keine Spur zu erkennen (Fig. 32). Die laterale Colossalfaser scheint vielmehr erst im dritten Ganglienpaare des Bauchmarkes zu beginnen (Fig. 16 f). Hier sah ich einmal im Faserkern an einer Stelle, wo sonst die lateralen Colossalfasern liegen, eine kleinere Ganglienzelle (Fig. 15, 16 w), welche umso mehr auffallen

musste, da sonst Ganglienzellen in der Mitte der Faserkerne nie vorkommen, doch konnte ich weiter über ihren Zusammenhang mit der Colossal-faser nichts ermitteln. Bei Sthenelais hat Rohde aber thatsächlich in Colossal-fasern solche Zellen eingeschoben aufgefunden. Vom dritten Bauchmarkssegmente beginnend, ist die laterale Colossal-faser überall in jedem Segmente vorhanden, doch findet man auch Stellen, wo sie in der einen Bauchmarkshälfte mehr nach innen gerückt und in Aeste zerfallen ist (Fig. 12 links), und auch Rohde ist der Meinung, dass diese Faser sich im Bauchmark öfter in Aeste theilt, die seiner Meinung nach aber „eine Strecke neben einander weiter verlaufen, dann sich aber wieder vereinigen“. Wenn man diese Colossal-faser bei stärkerer Vergrößerung betrachtet, so erkennt man, dass sie, vom Neuroglia-netz scheidenartig umgeben, im Querschnitt nicht rund noch oval ist und überhaupt nicht immer glatte Ränder besitzt, sondern diese oft mehr oder weniger ausgezackt erscheinen. Auf Fig. 21 habe ich an einem dickeren Schnitte bei verschieden tiefer Tubus-einstellung die Contouren dieser Faser zweimal mit der Camera übereinander gezeichnet. Ebenso that ich auf Fig. 17 auf einem anderen Präparate, wo ich sogar die Contouren dreimal mit der Camera übereinander zeichnete. Aus erster Figur geht hervor, dass die Faser auch auf eine ganz kurze Strecke Formveränderungen erleidet, während aus der zweiten die wichtige Thatsache ersichtlich ist, dass diese Formveränderungen auch mit einer Verjüngung der Faser verbunden sein können. Bei sehr feinen Präparaten konnte ferner erkannt werden, dass die Colossal-faser kurze Fortsätze abgibt, die sich sofort theilen und im centralen Nervennetz auflösen (Fig. 19 fr). Oft sind diese Fortsätze sehr kurz, dann aber um so zahlreicher (Fig. 11), und erscheinen dann als kleine Kegelchen, die mit dem centralen Nervennetz verschmelzen (a). Mit Ganglienzellen habe ich aber bis auf jenen vereinzelt Fall (Fig. 15, 16 w) die laterale Nerven-faser nie zusammenhängen gesehen. Es steht somit nach meinen vorgetragenen Befunden fest, dass sich die laterale Colossal-faser hauptsächlich, wenn möglicherweise nicht ganz ausschliesslich, aus dem centralen Nervennetz construirt, ähnlich wie dieses nach meinen Beobachtungen die drei Colossal-fasern der Oligochaeten theilweise thun. Auch ihre zeitweise Verjüngung (Fig. 17) weist darauf hin, dass sie ihren Ursprung aus dem Nervennetz hat.

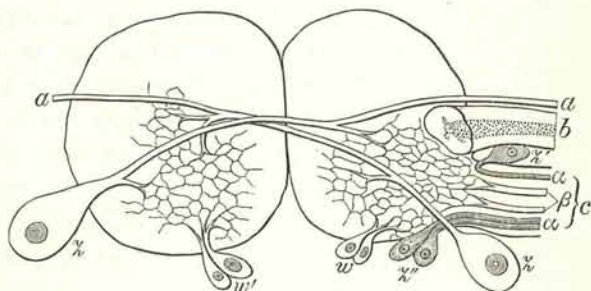
Die laterale Colossal-faser gibt in jedem Segmente einen mächtigen peripheren Ast ab (Fig. 8, 10 n), den ich in der Hypo-

dermisschichte bis unterhalb des Lateral Muskels (Fig. 8 l, m) verfolgen konnte, ohne dass er sich verzweigt oder feinere Aeste abgegeben hätte. Dieser periphere Ast der lateralen Colossal-faser ist nur wenig schwächer wie diese selbst (Fig. 10) und erhält von dem Neuroglia-netz eine lockere netzförmige Umhüllung. Unbegreiflich war es mir, wie Rohde diese periphere Nerven-faser bei ihrer Mächtigkeit hat übersehen können.

Es ist nun klar, dass, ebenso wie die laterale Colossalzelle und ihr Hauptfortsatz, durch die Uebertragung der gleichwerthigen Functionen mehrerer Elemente auf eine sich allmählig vergrösserte, die laterale Colossal-faser aus der Gemeinschaft mit anderen wenigen (Aphrodite), die zum Schluss zurücktreten mussten und die ganze Function auf dieselbe übertrugen, sich heraus-hob und nun auf diese Weise die enorme Grösse erlangen musste.

Zum Schluss möchte ich noch erwähnt haben, dass ich diese Nerven-faser einer ganz gewöhnlichen Nerven-faser für homolog halte, welche von der Filar- und Interfilar-masse gebildet wird, wobei die als „Markscheide“ etc. bezeichnete Hülle nichts als die Interfilar-masse selbst ist. Die Filar-masse kann in der Faser aber, ebenso wie in dem Ganglienzelleibe, je nach dem Functions-zustande sich entweder gleichmässig vertheilen (Fig. 14, kf), sich mehr centralwärts gruppieren, sternförmig auf dem Querschnitte nach der Peripherie zu anordnen (Fig. 10), oder sich in der Netzform in der Interfilar-masse (Figg. 10, 11, 19)<sup>1)</sup> ausbreiten.

Fig. 1.



Zum Schluss nun möchte ich die Ursprungsweise der Bauchmarksnerven bei *Lepidasthenia* zusammenfassen und auf beigegebenem Holzschnitte der Uebersicht halber kurz erörtern. Wir finden erstens gewöhnliche periphere Nervenbündel (c), deren Einzelfasern entweder

<sup>1)</sup> Selbstverständlich sind die von Rohde bei *Sthenelais* in den Colossal-fasern gefundenen rosettenförmigen Gebilde nichts anderes, als postmortale krystal-linische Ausscheidungen.

direct aus Ganglienzellen ( $\alpha$ ) oder aus dem centralen Nervennetz entspringen ( $\beta$ ), welches seinerseits abermals aus den Fortsätzen der gewöhnlichen Ganglienzellen ( $w$ ) gebildet wird. Zweitens sind zwei Colossalfasern vorhanden, von welchen die eine, und zwar stets geringere ( $a$ ), direct aus einer colossalen Ganglienzelle ( $z$ ) der anderen Seitenhälfte entspringt, welche Zelle aber ihren Zusammenhang mit dem Central-Nervensystem sowohl derselben als auch der entgegengesetzten Seite durch Aeste bewahrt, die im centralen Nervennetz sich auflösen. Endlich ist noch die grössere periphere Faser ( $b$ ) vorhanden, die ein Ast einer centralen colossalen Faser ist, die ihren Ursprung im centralen Nervennetz hat.

Es hat sich somit hier in diesen beiden peripheren Colossalfasern einerseits eine periphere Nervenfasern entwickelt, deren Ursprung ein directer ist, während der Ursprung der anderen aus dem Nervennetz erfolgt. Keine der beiden Ursprungsweisen hat sich also hier einseitig verstärkt, sondern dies erfolgte für beide gleichmässig.

#### b) Röhrenbewohnende Polychaeten.

Von den tubicolen Polychaeten habe ich nur ein einziges Exemplar einer bei Triest häufigen *Serpula* (*vermicularis*?) mir auf die Weise conservirt, dass, nachdem ich das Thier aus dem Gehäuse zog, es in dickere Querschnitte zerlegte und diese zuerst in Osmiumsäure und nachträglich in immer concentrirteren Alkohol brachte. Dabei ereignete es sich leider, dass die Stücke zu dick waren und dem Eindringen der Osmiumsäure widerstanden. Darum waren die aus dem Bauchstrang verfertigten Präparate nicht zu feineren histologischen Detailbeobachtungen geeignet. Zufällig ganz vorzüglich waren die unteren Schlundganglien conservirt, weniger gut, aber noch immer brauchbar, war das Gehirn conservirt. Immerhin konnte ich, abgesehen von der Form der Ganglienzellen, in den Hauptpunkten feststellen, dass die Verhältnisse in den Ganglienknotten des Bauchmarkes mit jenen in den unteren Schlundganglien übereinstimmen. Ueber die unteren Schlundganglien besitze ich vier ganz vorzügliche Querschnitte. Ein Querschnitt über das Gehirn, das, nach den Querschnitten beurtheilt, nicht ganz die Form besitzen dürfte, als diese in der bekannten *Quatrefages*-schen Abbildung<sup>1)</sup> wiedergegeben ist, sondern hinter und vor dem Abgang des mächtigen Nerven in die Tentakeln eine etwas eckige Gestalt besitzt, zeigt Folgendes. Nach aussen wird das Gehirn

<sup>1)</sup> A. de Quatrefages, Histoire des Annales. Pl. III, Fig. S.

von einer Neuroglia-schichte umgeben (Fig. 43 ah), die sich auch auf den abtretenden Nerven fortsetzt. Dieser Nervenscheide heften sich nach aussen Bindegewebszüge fest an (v), die, besonders an der dorsalen Seite, septenförmig an das Integument inseriren und auf diese Weise das Gehirn in seiner Lage fixiren. Ausser dieser äusseren Neurogliahülle gibt es noch stellenweise eine innere, deren Genese erst durch das Studium der Textur des unteren Schlundganglions klar werden wird. Die innere Neurogliahülle ist dorsolateral mit der äusseren verwachsen (m) und fehlt an der dorsalen Seite des Gehirns; nur medianwärts findet sich noch ein mit der äusseren Neurogliahülle verwachsener Rest davon vor (t), der aber mit der übrigen inneren Neurogliahülle nirgends zusammenhängt. Die innere Neurogliahülle scheidet auf die oben angegebene Weise somit lateral und ventralwärts einen Raum ab, der zwischen ihr und der äusseren Neurogliahülle gelegen ist (r) und in welchem die Ganglienzellen der lateralen und ventralen Seite des Gehirns liegen. Die beiden Neurogliahüllen verbinden sich untereinander durch zahlreiche, mehr oder weniger dicke Septen (s) und die innere gibt ausserdem Fortsätze in den centralen Fasertheil (cf) noch ab. In der ventralen Hälfte der inneren Neurogliahülle finden sich von Blutgefässen ausgefüllte Räume vor (bg). Die sehr geringe Ganglienzellschichte (r') im dorsalen Theile des Gehirns wird von dem centralen Fasertheile durch keine innere Neurogliahülle geschieden. In der Gegend, wo die beiden Hüllen verwachsen sind, ist die Ganglienzellschichte der dorsalen Seite geradezu einschichtig. Ein Längsschnitt durch das Subösophagealganglion (Fig. 42) zeigt, dass die grösste Anhäufung von Ganglienzellen in der Nähe der Schlundcommissuren (n) sich findet, während das entgegengesetzte Ende, wo die Cerebralcommissur eintritt (m), und hauptsächlich die obere laterale Seite (h) nur wenig Ganglienzellen besitzt. Die Ganglienzellen gruppiren sich vollständig corticalwärts, so dass inmitten des Ganglions gar keine Zelle zu finden ist. Da dieses Präparat äusserst dünn, wohl conservirt und vorzüglich mit ammoniakalischem Carmin gefärbt war, so konnte es auch zum Studium der Textur verwendet werden. Die Abbildung auf Fig. 41 bei sehr starker Vergrösserung ist etwa die Stelle, die auf Fig. 42 zwischen den Linien vv' und rr' liegt. Medianwärts, in der Nähe der Schlundcommissur (n), ist die Ganglienzellschichte (gz) recht ansehnlich. Eine dickere Neurogliahülle ist nicht vorhanden, diese ist vielmehr nicht einmal mächtiger, wie ihre zwischen die Ganglienzellschichte sich fortsetzenden Septen. Letztere vereinigen sich zwischen den

Ganglienzellen zu einem sehr weitmaschigen Netz, das der Commissur zu immer enger wird und endlich ganz aufhört, wobei sich bloß die einfache äussere Neurogliahülle weiter fortsetzt. Dieses dicke Neuroglianetz innerhalb der Ganglienzellschichte ist umso deutlicher zu beobachten, als sie sich ebenso, wie die dünne Neurogliahülle, mit Carmin intensiv tingirt. Zellkerne konnten in seinen Knotenpunkten deutlich nicht beobachtet werden, und wenn dann und wann sich auch etwas Aehnliches zeigte (t), so war ich meiner Sache doch nie sicher, ob ich es thatsächlich mit einem Zellkern zu thun habe. Nach innen, dem centralen Nervennetz zu, hört das Neuroglianetz entweder vollständig auf, oder schickt es bloß verschieden dicke Fortsätze in dasselbe, die sich öfter sogar noch theilen können, dann aber plötzlich blind endigen (fs). Gewöhnlich enden sie aber, ohne sich zuvor gegabelt zu haben, blind auf. Das beschriebene Verhalten ist umso deutlicher zu beobachten, als das centrale Nervennetz bekanntlich keine Tinction erfährt. Auch wo die Ganglienzelllage bloß einschichtig ist, wie auf der oberen lateralen Seite (gz'), schickt die Neurogliahülle (h) zwischen die multipolaren Ganglienzellen verzweigte Fortsätze ein, die sich jedoch hier zu keinem Netz vereinen, wie dieses an den dicken Ganglienzellschichten der Fall war, und die Neuroglia setzt sich zwischen das centrale Nervennetz auch hier nicht weiter fort. Somit ist das centrale Nervennetz in diesem Ganglion sowohl, wie auch im Gehirn bei *Serpula* von keinem Neuroglianetz durchwebt, wie dieses bei den erranten Polychaeten der Fall war, und ein solches ist bloß in den corticalwärts gelegenen Ganglienzellschichten mehr oder weniger ausgebildet vorhanden. An diesem Beispiele ist ferner auch sehr deutlich zu sehen, wie die Mächtigkeit des Neuroglianetzes in der Ganglienzellschichte mit der Dicke derselben zunimmt und in der ventralen und lateralen Seite des Gehirns, wo die Ganglienzellschichte ihre grösste Mächtigkeit im Central-Nervensystem von *Serpula* erreicht, zur besseren Stütze derselben selbst zu einer inneren Neurogliahülle sich entwickeln kann.

In den dickeren Ganglienzellschichten sind ausschliesslich grössere, sogenannte unipolare Zellen vorhanden, welche ihre Fortsätze entweder in das centrale Nervennetz senden und in demselben sie auflösen lassen (Fig. 41 w), oder es treten dieselben als directe Nervenfasern (a, b) in die abtretende Commissur ein. Von zahlreichen Fasern der Commissur lässt sich erkennen, dass sie sich aus dem centralen Nervennetz construiren (if, if'), so dass somit

auch bei *Serpula* die doppelte Ursprungsweise der Nervenfasern nun erwiesen ist. Ich habe unter den Ganglienzellen der dickeren Schichten, wie das an der oben beschriebenen Stelle der Fall war, keine multipolaren Ganglienzellen und somit auch keine directen Anastomosen zwischen ihnen auffinden können. Kleinere multipolare Ganglienzellen fanden sich zwar hier und da vor ( $\pi$ ), doch lagerten dieselben schon ausserhalb des Neuroglia-netzes. Ganz anders verhält es sich mit den Elementen der dünneren Ganglienzellschichten, denn diese sind ( $gz'$ ) immer multipolar und ihre Fortsätze anastomosiren entweder direct mit denen der Nachbarzellen, oder sie lösen sich theilweise in das centrale Nerven-netz auf.

Der Zelleib der Ganglienzellen bei *Serpula* ist zart, ihr Pigment war extrahirt. Er nimmt durch ammoniakalisches Carmin sowohl, wie durch Picrocarmin eine leise Tinction an. Der Zellkern ist gross und besitzt ein stets deutliches Kernkörperchen.

Wie ich schon im Vorhinein zugestanden habe, besitze ich vom Bauchmark keine derartigen Präparate, welche das Studium der feineren Structur ermöglichen würden, doch, soweit ich an diesen Präparaten mich überzeugen konnte, ist die Textur ähnlich der der unteren Schlundganglien.

### B. Oligochaeten.

Von Oligochaeten habe ich nur *Lumbricus terrestris* L. (*agricola* Hoffm.) untersucht, doch bin ich der Meinung, dass bei den Oligochaeten bezüglich des quantitativen Verhaltens der gesammten Neuroglia grosse Verschiedenheiten anzutreffen sein werden, weshalb ich die bei *Lumbricus* gefundenen diesbezüglichen Verhältnisse nicht auf die gesammten Oligochaeten übertragen möchte. Die Topographie des Bauchmarkes, denn das Hirn wurde hier nicht untersucht, ist von mir nur insoferne berücksichtigt worden, als es der Zweck vorliegender Abhandlung unbedingt erheischte, indem ich hier das Hauptgewicht auf die Feststellung der quantitativen Betheiligung der Neuroglia am Aufbau des Central-Nervensystems und auf den Nachweis der zweifachen Ursprungsweise der Nervenfasern legte. Darum habe ich auch die sehr umfangreiche Literatur über das Central-Nervensystem der Oligochaeten nur insoweit berücksichtigt, als sie sich speciell auf *Lumbricus* bezog oder bei Behandlung vorliegenden Themas doch unbedingt nöthig erschien.



W. Vignal hat in seiner Abhandlung über das Central-Nervensystem einiger Wirbelloser<sup>1)</sup> auch des Central-Nervensystems von *Lumbricus terrestris* L. gedacht, und da er somit über dieselbe Art berichtet wie ich, so sind seine Angaben hier hauptsächlich zu berücksichtigen. Wie schon seit lange her bekannt, wird das Bauchmark von *Lumbricus*, ebenso wie bei zahlreichen anderen Oligochaeten, von einer sehr dicken und äusserst resistenten Nervenhülle umgeben, der stellenweise selbst Muskelfasern einlagern. Vignal findet nun diese Nervenhülle aus drei verschiedenen Schichten zusammengesetzt, wobei wir freilich in seiner angeführten Arbeit auf beweiskräftige Detailabbildungen uns vergebens umsehen. Zu äusserst findet er aus polygonalen Elementen eine platte einschichtige Zelllage, die er am schönsten mit *Argentum nitricum* darstellen konnte. Es ist dies dieselbe Lage, welche bereits durch Claparède beschrieben wurde. Die hierauf folgende Muskelschicht ist die dickste von allen dreien. Gebildet aus glatten Muskelfasern, ist zwischen den einzelnen Elementen nur ein sehr spärliches Bindegewebe (*Tissu conjonctif*) vorhanden, über dessen Structur wir weiter aber nichts erfahren. Auf diese Muskellage folgt nun eine dritte, ganz homogene Schicht, welche für die angewandten Farbstoffe, nämlich Carmin und Picrocarmin, eine grosse Affinität zeigt und mit Hämatoxylin sich violett färbt; Osmiumsäure bräunt sie intensiv. In heissem Wasser mehrere Tage gelegen, soll diese Schicht sich ähnlich in Lamellen zerlegen lassen, wie die Descemet'sche Membran. Aus all dem zieht Vignal den Schluss, dass diese dritte Schicht der Nervenhülle eine cuticulare Bildung sei, ganz gleich der hinteren Membran der Wirbelthiercornea. Seiner Ansicht nach sind es Bindegewebszellen (*Cellules conjonctives*) innerhalb der Central-Nervenmasse, welche diese Cuticula abscheiden, freilich weiter begründet wird diese Ansicht nicht. Diese cuticulare Schicht sendet dann nach diesem Autor sehr feine Fortsätze sowohl zwischen die Muskelbündelschicht, als auch in die Central-Nervenmasse. Zu ähnlichen Resultaten kam auch Friedländer. In der kürzlich erschienenen ersten Lieferung seines Lehrbuches der Zoologie zeichnet Hatschek einen Querschnitt durch das Bauchmark von *Allolobophora* ab (Fig. 142) und benennt eine sehr dicke Schicht über der Muskellage als „Peritonealschicht“. Diese Schicht ist nach der Zeichnung äusserst dick, vielfach gekörnt und besitzt viele Zellkerne, die

<sup>1)</sup> W. Vignal, *Recherches histologiques sur les centres nerveux de quelques invertébrés*. Arch. d. Zool. expér. et génér. 1883, Serie 2, Tom. I.

besonders dorsalwärts reihenförmig in der Körper-Querachse angeordnet sind. Bei *Lumbricus* fand ich über der eigentlichen Nervenöhle gelegen eine einschichtige, im Allgemeinen zwar platte Schichte vor (Fig. 44 v, v'), welche aber stellenweise auch dicker sein konnte. Diese Schichte ist sehr fein granulirt, zeigt, auf den Querschnitten wenigstens, keine Zellgrenzen, doch sind stark tingirbare Zellkerne vorhanden, deren Lage eben auf eine Einschichtigkeit dieses Ueberzuges schliessen lässt. Sie umschliesst das Nervenmark allseitig, setzt sich jedoch auch auf die abtretenden Nerven nicht fort; auch Vignal beobachtete, dass diese Zellschichte dort, wo der Nerv in das Gewebe eintritt, aufhört. Diese einschichtige Lage setzt sich der eigentlichen Nervenöhle gegenüber ganz scharf ab (Fig. 44). Wenn man nun meine Abbildung mit der angeführten von Hatschek vergleicht, so wird es klar, dass diese Zellschichte mit der bei *Allolobophora* zwar sehr dicken, doch immerhin einschichtigen identisch ist, und somit Hatschek's „Peritonealschichte“ bei *Lumbricus* darstellt. Hatschek's Abbildung ist bei schwacher Vergrösserung entworfen und so wird eine Abgrenzung der eigentlichen Nervenöhle gegenüber nicht angegeben. Bei *Lumbricus* fand ich öfter gelbliche Körnchen in dieser Schichte zerstreut liegen. Diese Schichte beschreibt nun Claparède zum ersten Mal und Vignal rechnet sie irrthümlich, wie wir oben sahen, zur Nervenöhle, indem er sie als äusserste Schichte derselben auffasst.

Als die eigentliche Nervenöhle oder Neurogliahöhle bezeichne ich nach meinen Untersuchungen bei *Lumbricus* eine sehr dicke homogene (mit den bisher angewandten Reagentien wenigstens) Höhle um das Central-Nervensystem herum, welche sich als dünne Schichte auch auf die peripheren Nerven fortsetzt, wo ihre Zellkerne noch stellenweise aufzufinden sind. Diese Höhle reicht von der centralen Nervenmasse an bis zur Peritonealschichte, welche der glatten Oberfläche derselben aufliegt. Diese Nervenöhle ist kein compactes Ganzes, sondern ist vielfach durch Hohlräume unterbrochen. Die schon seit Alterszeiten her bekannten glatten Muskelfasern lagern in Höhlungen derselben (Fig. 44 m). Die Muskelfasern heften sich mit einem Ende an die äussere Wand der Höhlung, mit dem anderen an die innere (Fig. 44) an. Auf die Anordnung dieser Muskelfasern, wie auf ihre Vertheilung während der ganzen Länge des Bauchstranges einzugehen, ist hier nicht der Ort. Dass sie stellenweise spärlicher (Fig. 48), stellen-

weise in grösseren Massen (Fig. 46) auftreten, ist ja bekannt, doch fehlt es noch immer an ausführlichen Angaben. Die Muskelbündel füllen nur selten die ihnen in der Neurogliahülle angewiesene Höhlung so vollständig aus, dass nicht kleinere Lücken, entweder zwischen ihnen und der Höhlenwand oder zwischen ihnen selbst nicht vorhanden wären. Innerhalb der Neurogliahülle liegt ferner auch das grosse ventrale Gefäss (b<sub>gf</sub>), dessen Muskelwände stellenweise sehr verschieden dick sind. Es finden sich ferner noch andere Lückensysteme innerhalb der dicken Neurogliahülle (Fig. 44 gl) vor, welche jedoch nie leer, sondern von eigenthümlichen Zellen mehr oder weniger erfüllt gefunden werden. Manchmal findet man solche Hohlräume von jenen Zellen ganz erfüllt (Fig. 44 gl<sup>1</sup>); ferner liegen die drei colossalen Nervenfasern mehr oder weniger innerhalb der Neurogliahülle. Die Neurogliahülle nimmt mit Carmin-tinction eine intensive rothe Färbung an und Picrocarmin färbt sie blassrosa (Fig. 53 bz).

Die topographischen Verhältnisse der Nervenülle hier zu besprechen, würde zu weit führen, so viel mag aber angeführt werden, dass es stellenweise Plätze gibt, wo jener Theil der Nervenülle, welcher zwischen centraler Nervenmasse und der Muskel-lage gelegen ist, eine grössere Breite aufweist wie auf Fig. 44, und man dann ähnliche Bilder bei schwachen Vergrösserungen gewinnt, wie die Abbildungen Vignal's (Taf. XVIII) sie wiedergeben. Vignal gibt nun an, dass zu innerst eine Schichte liege, welche er sehr deutlich als separate Membran gesehen haben will und sie als eine von den innerhalb der centralen Nervenmasse von ihm beobachteten Bindegewebszellen abgeschiedene Cuticula auffasst. Leider wird diese Beobachtung durch keine Detailabbildung gestützt, als durch seine bei schwachen Vergrösserungen aufgenommenen Totalpräparate. Dies glaube ich aber genügt nicht, um einen von der Richtigkeit seiner Aussage zu überzeugen. Eine solche Membran existirt aber in der That nicht. Und doch wäre sehr zu wünschen, dass in histologischen Streitfragen hauptsächlich das Gesehene bildlich möglichst getreu wiedergegeben werde, denn nur auf diese Weise liesse sich für die Leser, die sich speciell mit dem Gegenstande aus eigener Anschauung nicht bekannt gemacht haben, eine gewünschte Lectüre bieten. Gerade die Neurohistologie ist es, in welcher auf diese Weise so viel gesündigt wurde, und nur daraus lässt sich eben erklären, dass in Lehrbüchern der Zoologie so oft über die Histologie des Central-Nervensystems so unerklärlich Sonderbares mitgetheilt wird.

Es war mir bei dem Studium des Central-Nervensystems von Lumbricus sehr wichtig, zu erfahren, wie weit die Neurogliahülle durch Einsenden von Fortsätzen in die centrale Nervenmasse am Aufbau derselben betheilt sei. Sehr wahrscheinlich schien es mir Verhältnisse zu finden, wie sie sich bei den erranten Polychaeten vorfinden, und dass somit auch hier ein schönes inneres Neurogliaetz zu beobachten sein wird. Vignal, der von der Neuroglia nichts redet, sondern das nichtnervöse Gewebe innerhalb des centralen Nervengewebes als „Tissu conjonctif“ bezeichnet, findet dieses hier selbst in folgender Form vor. Ich will ihn selber sprechen lassen: „Le tissu conjonctif, au milieu duquel elles se trouvent, me paraît être formé de lamelles intimement unies entre elles par un ciment qui ne se révèle que par une légère différence de réfringence; dans certains points, il est dense et serré (contre la gaine anhiste, cloison), les lamelles sont formement appliquées les unes contre les autres; dans d'autres points, au contraire, il se présente sous la forme de minces et élégantes lamelles isolées (colonnes des fibres nerveuses). Il m'a été impossible de décomposer ces lamelles en fibres.“ Durch Abbildungen wird diese kurze und unsichere Aussage nicht gestützt, und wie Vignal zur Auffassung gelangt sein mag, dass in der centralen Nervenmasse das Zwischengewebe in Form lamellöser Septen sich vorfindet, ist mir ganz unerklärlich. Dies ist aber auch Alles, was der Autor uns hierüber mitzutheilen weiss. Viel wichtiger als diese nichtssagende Mittheilung ist eine andere Beobachtung Vignal's, nach welcher nämlich innerhalb der centralen Nervenmasse Zellen nichtnervöser Natur, die er als Bindegewebszellen (cells conjonctifs) anspricht, sich vorfinden. Es sind granulirte Zellen der verschiedensten Form, spindelförmig bis vieleckig. Die Granula selbst sind sehr kleine Kügelchen von stärkerem Lichtbrechungsvermögen wie der Zelleib. Die chemische Natur dieser Kügelchen konnte er zwar sicher nicht ermitteln, doch meint er, sie mögen auch etwas Fett enthalten. Manche unter diesen Zellen und notorisch diejenigen, welche in der centralen Nervenmasse mehr peripher und in unmittelbarer Nähe der Neurogliahülle liegen, wo sie unter Umständen eine förmliche Schichte bilden sollen, sind von diesen Kügelchen derart vollgepfropft, dass man selbst den Zellkern nicht zu sehen vermag. Andere, und zwar solche, die eine mehr centrale Lagerung einnehmen, enthalten nur wenige dieser Kügelchen und zwischen diesen beiden Extremen gibt es alle möglichen Uebergänge.

Diese Zellen sind nun, wie Vignal sich vielfach ausdrückt, sehr gestaltveränderlich, ob er aber der Meinung ist, dass sie im Leben spontan amöboid sich verändern könnten, ist mir nicht klar geworden. Diese Abänderung in der Gestalt beobachtete Vignal wenn er Nervengewebe frisch in Körperflüssigkeit des Thieres macerirte, wo dann diese Zellen in Folge der Strömung der Körperflüssigkeit eine Gestaltveränderung erfuhren. Besser bemerkte man aber diese passive Gestaltveränderung, meint Vignal, wenn man 48 Stunden in Jodserum macerirte, und er sagt: „On verra alors que ces cellules sont excessivement malléables, et qu'elles prennent toutes les formes sous l'influence des courants qu'on détermine dans la préparation.“ Diese Gebilde sind somit auch nach Vignal freie Zellen, die weiter morphologisch in keinem Connex mit dem übrigen Gewebe, noch untereinander stehen.

Ueber die Bedeutung dieser Zellen spricht sich Vignal dahin aus, dass sie neben der Aufgabe, bei Bewegung des Thieres zwischen den Nervenelementen zur Verhütung von Stößen als weiche Polster zu dienen, noch die Abscheidung jener cuticularen Membran, die er früher um das Nervensystem herum beschrieb, verrichten. Diese Membran als solche existirt aber, wie ich mich überzeugt habe und schon auseinandersetzte, nicht und somit ist auch Vignal's Annahme über die zweite Bedeutung dieser Zellen hinfällig, doch möchte ich, da ich es für die richtige Bedeutung dieser Zellen von Wichtigkeit halte, es nicht unerwähnt lassen, wie er zu dieser Auffassung über die Bedeutung der Zellen gelangte. Er beobachtete nämlich, wie ich dieses schon angeführt habe, dass die centralwärts gelegenen Zellen dieser Art weniger Kügelchen im Innern besaßen, wie die nach aussen gelegenen, und dass letztere oft so dicht unter einander unter der Nervenülle gelegen hatten, dass sie „sozusagen ein viertes Neurilemm“ bildeten. Dieses halte ich für wichtig und für eine gewaltige Stütze für meine Ansicht über die physiologische Bedeutung dieser Zellen.

Ich möchte nun meine eigenen Beobachtungen über diese Zellen hier mittheilen. Ich fand sie im ganzen Bauchmark, sowohl im centralen Nervengewebe wie innerhalb des Neurilemms zerstreut liegen. Ihre Form ist, wie dieses schon Vignal beobachtete, sehr verschieden, doch möge einstweilen davon abgesehen und andere von ihren Charakteren hier beschrieben werden. Im Grossen und Ganzen stimmen meine Beobachtungen mit den Angaben Vignal's überein; gleich wie er fand ich stets einen stark granulirten Zellkern ohne einem ausgesprochenen Kernkörperchen vor. Der

Kern enthielt die chromatophile Substanz ganz gleichförmig im Kernkörper vertheilt, wodurch eben ein dunklerer Farbenton erzielt wurde. Ganz runde Kerne konnte ich nie beobachten, vielmehr waren diese mehr oder weniger langgestreckt oder doch nicht kugelförmig. Oft waren manche Kerne geradezu sehr langgestreckt. Sollten diese Zellen sich noch so dicht um eine gleich grosse Ganglienzelle lagern und sollte der Körper der Nervenzelle noch so undeutlich zur Beobachtung kommen, so sind wir doch im Stande, durch die Verschiedenheit der Zellkerne den Unterschied festzustellen. Dieser Unterschied ist dann, natürlich beim Studium der Histologie des Central-Nervensystems, von grösster Wichtigkeit, besonders an Stellen, wo kleinere Ganglienzellen von der Grösse dieser eben zu beschreibenden Zellen sich vorfinden. Der Kern der Ganglienzellen bei *Lumbricus* enthält in den meisten Fällen ein sehr deutliches und grosses und nur in seltenen Fällen zwei Kernkörperchen; doch ist, wie gesagt und wie bereits Walter richtig beobachtet hatte, bloss ein Kernkörperchen die Regel. Die chromatophile Substanz ist im Zellkern der Ganglienzellen von *Lumbricus* nie gleichförmig innerhalb des Kernkörpers vertheilt, sondern ist entweder an Querschnitten nur peripher angeordnet, wobei das mehr oder weniger central gelegene Kernkörperchen durch einen Isthmus mit ihr verbunden ist, oder findet sie sich, ein echtes Kerngerüst bildend, in dem Zellkern in der Netzform vertheilt vor. Auf diese Weise erscheint der Zellkern immer hell, ganz ähnlich wie jener der Vertebraten, mit welchen er die auffallendste Aehnlichkeit besitzt, während die Zellkerne jener anderen Zellen durch die ganz gleichmässige Vertheilung der chromatophilen Substanz viel dunkler sind. Erstens dieser gewichtige Unterschied, dann aber der Mangel von Kernkörperchen lässt die dunkel tingirten Kerne dieser Zellen von jenen der Ganglienzellen sehr deutlich unterscheiden (Fig. 44, 49, 51, 54). Wie ich schon erwähnt habe, sind die Kerne dieser Zellen oft länglich, welche Form oft geradezu in ihr grösstes Extrem übergehen kann. Letzte Eigenschaft fehlt nun den Kernen der Nervenzellen und ich bin geneigt, anzunehmen, dass die so gestalteten Zellkerne einer durch die Conservirung verursachten Schrumpfung zuzuschreiben sind.

Diese Zellen findet man innerhalb der centralen Nervengewebe überall vertheilt vor. Es gibt unter einer Schnittserie oft viele auf einander folgende Schnitte, in denen diese Zellen in grosser Zahl auftreten (Fig. 44), während wieder andere sie in geringerer Zahl besitzen (Fig. 49). Wie dieses schon Vignal richtig angibt,

sind diese Zellen an der Peripherie oft geradezu auffallend dicht aneinander gelagert (Fig. 44) und finden sich, wenigstens bei ihrem Abgange, auch in den Nerven vor. Ihr Zellkörper nimmt im Gegensatze zu jenem der Ganglienzellen durch ammoniakalischen Carmin keine Tinction an, doch färbt er sich mit Picrocarmin strohgelb, während jener der Nervenzelle sich rosaroth färbt (Fig. 53). Auch hierdurch haben wir somit einen Unterschied zu verzeichnen, welcher eventuellen Verwechslungen auf das Sicherste vorbeugt. Der Zellkörper ist mehr oder weniger erfüllt mit kleinen, etwas glänzenden Kügelchen von Stoffwechselproducten, deren chemische Natur mir ganz unbekannt blieb. Noch bevor ich Vignal's Angabe gekannt hatte, fiel es mir auf, dass die Zellen diese Stoffwechselproducte nicht alle in gleicher Zahl besitzen, und während einige unter ihnen förmlich von solchen erfüllt sind, bergen sie andere nur in sehr geringer Zahl in sich. Vignal hat nun gefunden, dass die peripher gelegenen Zellen von diesen Kügelchen mehr besitzen, wie die centralwärts lagernden, eine meiner Ansicht nach wichtige Beobachtung, der ich leider im Laufe meiner Untersuchung, da ich dazumal Vignal's Arbeit eben nicht kannte, keine Aufmerksamkeit schenken konnte.

Diese Beobachtung halte ich aber von der grössten Wichtigkeit für die Erklärung der Aufgabe dieser Zellen, wie denn diese in der That durch Vignal, freilich in einer ganz anderen Weise wie von mir, versucht wurde. Wie ich dessen schon gedachte, finden sich stellenweise innerhalb der Neurogliahülle dort, wo die Muskeln fehlen, verschieden grosse Lücken vor (Fig. 44 gl, gl'). Diese Lücken wurden von den bisherigen Autoren gänzlich übersehen. Man findet sie nie leer, sondern mehr oder weniger erfüllt mit jenen Zellen (Fig. 44). Sie communiciren theils untereinander, theils durch sehr feine Oeffnungen mit der centralen Nervenmasse. Oefter habe ich nun die Beobachtung gemacht, dass jene Zellen mit einem ihrer Enden, welches dann etwas dünner wie der übrige Zelleib war, durch solche Communicationsöffnungen hindurchtraten; nirgends war dieses schöner zu beobachten, wie auf dem abgebildeten Präparate (Fig. 44), wo zwei solcher Zellen (br) im Begriffe waren, aus einer grösseren Lücke der Nervenöhle in das centrale Nervengewebe zu übersiedeln. Aber nicht nur hier, auch zwischen den Muskelfasern, wo solche sich innerhalb der Nervenöhle vorfinden, sind diese Zellen vorhanden (Fig. 44 m) und man kann auch hier die Beobachtung machen, dass sie von hier aus durch dünne Oeffnungen in das centrale Nervengewebe über-

treten (bei m, bz', bz). Wie schon Vignal in der Körperflüssigkeit, die er zur Macerirung des Central-Nervengewebes anwendete, oder in anderer Macerationsflüssigkeit beobachten konnte und wie dieses weiter oben angeführt wurde, sind diese sonderbaren Zellen sehr gestaltveränderlich, indem sie, durch die Strömung der Macerationsflüssigkeit verursacht, ihre Form allmählig veränderten. Somit schreibt denn auch Vignal diesen Zellen eine weiche Consistenz zu, doch nimmt er sonderbarer Weise eine amöboide Thätigkeit im Leben, worauf er ja, nach dieser angeführten Beobachtung sowohl, wie nach jener, wonach diese Zellen auch innerhalb des Nervengewebes die mannigfachsten Formen aufweisen, hätte schliessen können, nicht an. Innerhalb des centralen Nervengewebes, wie zwischen den Muskelfasern nehmen diese Zellen die mannigfachsten Formen an, von der mehr oder weniger rundlichen zeigen sie Uebergänge zu solchen, die mit einem stärkeren und ein bis zwei kurzen, aber stets dicken Fortsätzen eine multipolare Gestalt aufweisen. Ganz feine Fortsätze besitzen sie nie. Nach allen denkbaren Uebergängen findet man endlich lange dünne Zellen. All diese Formveränderungen sind aber zweifellos nur der Ausdruck für die kriechenden Bewegungen dieser Zellen zwischen den Geweben im Leben. Es sind diese Zellen ohne Zweifel amöboide Gebilde, die während des Lebens aus den Lücken der Nervenhülle oder aus der Muskelschichte, welche ja auch innerhalb solcher, wengleich bedeutend grösserer Lücken der Nervenhülle gelegen sind, in die centrale Nervenmasse und von hier abermals zurückwandern. Hiermit steht die Beobachtung Vignal's vollständig im Einklang, dass diese Zellen inmitten der centralen Nervenmasse nur spärlich mit jenen kugeligen Körnchen eines nicht weiter bekannten Stoffwechselproductes beladen sind, während die peripher gelegenen von solchen vollständig vollgestopft erscheinen. Wie gesagt, hat Vignal weder zwischen der Musculatur, noch in den von ihm gar nicht gekannten Lücken der Nervenhülle diese Zellen beobachtet. Soviel kann ich aber versichern, dass die Zellen an letzteren Orten nicht weniger mit jenem Stoffwechselproducte erfüllt sind, wie die peripher innerhalb des centralen Nervengewebes gelegenen. Erwähnt hatte ich schon, dass Vignal durch die Thätigkeit dieser Zellen jene angebliche feine cuticulare Membran unterhalb der Nervenhülle, und zwar durch Abscheidung entstehen lässt. Wie ich aber gezeigt habe, existirt jene Membran nicht, welche, wenn sie auch existirte, für ihre Entstehung diese Zellen nicht in Anspruch nehmen könnte, da sie ja bis weit hinauf



in der Nervenhülle und zwischen der Musculatur anzutreffen sind. Jedenfalls ist es aber wichtig, dass Vignal den Umstand, dass die central gelegenen dieser Zellen mit dem Stoffwechselproduct weniger gefüllt sind wie die peripheren, nicht ausser Acht liess und darin einen physiologischen Vorgang vermuthete, nach welchem die Stoffwechselproducte nicht ausschliesslich zur Erhaltung ihrer Träger dienen. Hierin stimme ich mit Vignal vollständig überein. Ueber die Dignität dieser Zellen scheint mir folgende Erklärung zutreffend zu sein. Wie in den übrigen Geweben der Oligochaeten, so sind auch in dem centralen Nervengewebe feinste capillare Gefässe vorhanden, welche diesem Gewebe ernährende Stoffe, ohne Betheiligung von zelligen Geweben in der Hämolymphe, zuführen; über die Abführung verbrauchter Stoffe aus dem Central-Nervensystem hätten wir aber weiter keine Anhaltspunkte. Meiner Ansicht nach nun wären die beschriebenen amöboiden Zellen dazu bestimmt, verbrauchte Stoffe aus den Ganglienzellen sowohl, wie aus dem centralen Nervennetz und aus den innerhalb des centralen Nervengewebes gelegenen grösseren Nervenfasern aufnehmend, aus dem Central-Nervensystem in die Nervenhülle zu führen. Die amöboiden Zellen würden aber dann, ihres Inhaltes entleert, abermals in die centrale Nervenmasse zurückkehren. Wohin wird aber der abgeschiedene Stoff abgegeben? Bevor ich diese Frage beantworten würde, möchte ich auf eine Angabe eines anderen Forschers eingehen. Grobben hat anknüpfend an seine frühere schöne Arbeit über die Pericardialdrüse der acephalen Mollusken in einem kürzeren Aufsätze<sup>1)</sup> einige für uns hier wichtige Mittheilungen gemacht. Ueber die Pericardialdrüse der Mollusken erbrachte Grobben den Nachweis, dass sie eine locale drüsige Entfaltung des Pericardialepithels ist; die Pericardialhöhle ist aber nichts anderes als ein abgeschnürter Theil der secundären Leibeshöhle, wofür wir, wie ich hinzufügen möchte, wohl den schönsten Beweis bei den Placophoren finden. Grobben sagt dann weiter: „Drüsige Differenzirungen des Leibeshöhlenepithels gleicher Art sind nur in den Chloragogenzellen verschiedener Anneliden, sowohl Oligochaeten als Polychaeten, zu erkennen, welche auch hier über den Blutgefässen sich vorfinden.“ Als solche nennt Grobben die mächtig entfalteten, schlauchförmigen, contractilen und mit Chloragogenzellen bedeckten Anhänge des Rückengefässes bei den Lum-

<sup>1)</sup> C. Grobben, Die Pericardialdrüse der Opisthobranchier und Anneliden, sowie Bemerkungen über die perienterische Flüssigkeit der letzteren. Zoolog. Anzeiger. 1887, pag. 479.

briciden, ferner die durch Kücken thal beschriebenen Zellenhaufen an dem Blutgefäss der Segmentalorgane von Nereis und Polymnia. „In allen angeführten Fällen“, meint Grobben weiter, „handelt es sich um besondere Gebilde, um Vergrösserungen des Peritonealüberzuges im Zusammenhange mit Gefässvergrösserungen. Es besteht somit die volle Berechtigung, in allen genannten Fällen von einer Pericardialdrüse zu sprechen.“ Grobben nimmt dann weiter mit Sicherheit an, dass die physiologische Aufgabe der Pericardialdrüse in einer excretorischen Function bestände, wobei die Excrete durch den Nierentrichter in die Niere und von hier nach aussen befördert werden. „Dasselbe gilt“, aber auch, wie er hinzufügt, „rücksichtlich der die Leibeshöhle auskleidenden Zellen, somit ebenso rücksichtlich der Chloragogenzellen der Anneliden, welche abgestossen, die Körperchen der perienterischen, die Leibeshöhle erfüllenden Flüssigkeit vorstellen.“ Nach dieser Auseinandersetzung nimmt Grobben auch an, worin ich ihm beistimme, dass die perienterische Flüssigkeit mit ihren Körperchen in durchaus keine Beziehung zu einer Lymphe oder Chylus zu bringen ist, sondern eine ausgeschiedene Flüssigkeit darstellt. Wenn nun auch Grobben bei dieser Auffassung hauptsächlich mehr oder weniger differenzirte und vielleicht auch mit Gefässen in nächster Berührung stehende Stellen im Leibeshöhlenepithel der Anneliden meint, so schreibt er diese excretorische Function auch dem genannten Epithel der secundären Leibeshöhle zu. Nun habe ich weiter oben angeführt, dass Hatschek im jüngst erschienenen ersten Hefte seines Lehrbuches einen Querschnitt durch das Bauchmark von Allolobophora zeichnet, wo die „Peritonealschichte“ eine an Volumen sehr massige, aber immerhin nur einreihige ist. Ich selbst habe dann beobachtet, dass bei Lumbricus die nicht abgegrenzten Elemente der Peritonealschichte manchmal mächtiger aufgetrieben waren und gelbliche Kügelchen in sich schlossen; eine Beobachtung also, die in Betracht der oben angeführten Ansicht Grobben's an Bedeutung gewinnen muss. Darum glaube ich, dass die amöboiden Zellen im Central-Nervensystem die in sich bergenden und für das Central-Nervensystem unbrauchbaren, d. h. ausgeschiedenen Stoffe an die Peritonealschichte abgeben, welche ihrerseits sie in die perienterische Flüssigkeit entleert.

Für die Bedeutung jener amöboiden Zellen als solche, die mit dem Stoffwechsel des Nervengewebes in engstem Zusammenhange stehen, habe ich noch eine Thatsache anzuführen, die ich bis jetzt unerwähnt liess. Wenn man an Serien von Querschnitten

die drei colossalen Nervenfasern untersucht, so wird man an den zwei kleineren Fasern einen vollständigen (Fig. 51 y), an der grossen Faser einen dorsal gelegenen und hier recht dicken Halbring (p) von Zellen bemerken. Es müssen diese Bildungen umso mehr auffallen, da sie schon auf dem vierten bis fünften Schnitte der Serie fehlen können. Man findet aber auch Präparate, wo sich nur eine einzige Zelle um die kleineren Fasern halbringförmig lagert (Fig. 53 bz) und auch die Colossalfaser als Ueberrest für den Halbring blos nur noch eine einzige Zelle besitzt. Nach dem Studium der beschriebenen amöboiden Zellen war es mir sofort klar, dass ich es auch hier mit denselben zu thun habe; es sind dieselben Zellen, die sich zu zweit oder dritt um die lateralen Fasern lagern, sie ringförmig umfassen und an ihrer Berührungsstelle miteinander vollständig zu verschmelzen scheinen. Um die grosse unpaare Nervenfasern lagern sie gewöhnlich zweischichtig übereinander. Ausserdem sind sie zwischen dem, jede Colossalfaser umspinnenden Nervenetz und der Nervenhülle vorhanden. Hier habe ich nun die Beobachtung gemacht, dass die Leiber dieser Zellen manchmal bedeutend mehr von jenem Stoffwechselproduct in sich schliessen, während sie andere Male als ganz helle Streifen um die Faser herum sich vorfinden. Es erleidet also keinen Zweifel, dass diese amöboiden Zellen sich an die Colossalfasern anschleichen, um die von jenen abgeschiedenen Stoffe zu übernehmen und wegzuführen, was am geeignetsten erfolgen kann, wenn diese Zellen die Fasern umlagern. Der Umstand, dass sie nicht immer in der ganzen Länge einer Faser sich vorfinden, mag die Schuld tragen, dass sie von den Autoren bis jetzt übersehen wurden.

Ich möchte diese amöboiden Zellen verlassen und nun zu beantworten suchen, wie weit die Neurogliahülle durch Fortsätze am Aufbau des Central-Nervensystems Antheil hat. Vignal, der die feineren Structurverhältnisse bei Lumbricus in einer heute keineswegs befriedigenden Weise erörterte, meint mit einer auffallenden Unsicherheit, es möchten auch Fortsätze aus seiner innersten „cuticularen“ Nerven- hülle sich in die centrale Nervenmasse fortsetzen, welche aber weiter nicht beschrieben werden. Ich habe bei Beginn meiner Untersuchung nach meinen Befunden bei den Polychaeten gehofft, und seinerzeit dieser Vermuthung auch Ausdruck verliehen, es werde die Neuroglia bei den Oligochaeten beim Aufbau des Central-Nervensystems einen wesentlichen Antheil haben, wozu mich andererseits auch die Unkenntniss der wahren Natur jener Zellen, die ich, zu keinem Zellverband vereint, schliesslich erkannte und deren

wahre Dignität in der amöboiden Thätigkeit gegeben ist, verleitet haben mag. Umsomehr musste es mich somit überraschen, und dieses wird gewiss auch vielen Lesern dieser Zeilen passiren, welche Empfindung manche vielleicht mit einiger Skepsis zum Ausdruck bringen werden, wie wenig eine Neuroglia im Aufbau des centralen Nervensystems bei *Lumbricus* theilnimmt. Schon die grosse Affinität zu den angewandten Farbstoffen ermöglicht es, die Fortsätze der Neurogliahülle von dem centralen Nervenetz und den feineren Nervenfasern zu unterscheiden. Untersucht man aber die feinsten und besttingirten Schnitte einer oder mehrerer Serien bei gutem Lichte mit Immersionssystemen, wozu noch aber, um mit Bellonci zu reden, „praktische Uebung im Studium der nervösen Gewebe“ gehört, so werden wir finden, dass die wohl tingirte neurogliale Hülle dem centralen Nervengewebe gegenüber durch einen scharfen Rand wohl markirt ist und dass somit durchaus keine Fortsätze in dasselbe von ihr entsendet werden (Fig. 44). Die Neurogliahülle sendet somit bei *Lumbricus* Fortsätze weder in das centrale Nervenetz, noch bildet sie solche Umhüllungen um peripher gelegene Ganglienzellen, wie dieses etwa unter Umständen bei rhipidoglossen Mollusken u. A. m. der Fall ist, und somit findet sich, bei *Lumbricus* wenigstens, kein ähnliches Neurogliaetz innerhalb des Central-Nervensystems vor, wie dieses bei den erranten Polychaeten der Fall war. Solche Fortsätze kommen also nicht vor und mir sind blos vier solche sehr auffallende bekannt geworden, die jedoch im Central-Nervensystem sich nicht verästelten.

Die drei colossalen Nervenfasern liegen auf vielen Schnitten ausserhalb des centralen Nervengewebes in der neuroglialen Hülle (Fig. 46 a, a', a'') stets abgeschlossen von einander. Unter der mittleren, der grössten dieser Fasern (a), zieht ventralwärts, gegen das Nervengewebe zu, eine dünne Brücke der Neurogliahülle von einer Seite zur anderen hinüber (Fig. 46). Verfolgen wir aber diese Abgrenzung vom centralen Nervengewebe auch auf den darauffolgenden Schnitten, so finden wir, besonders an Stellen der vorderen Ganglienschwellungen des Bauchmarkes, wo die grossen Nerven abtreten, dass diese Brücke fehlt und somit die Neurogliahülle unter der grossen mittleren Colossalfaser sich nicht vorfindet und diese somit dem centralen Nervenetz direct anliegt (Fig. 48, 51). Leider habe ich bis zur Zeit nicht ermitteln können, ob solche Unterbrechungen

der Neurogliahülle unter dieser Colossalfaser regelmässig in jeder Anschwellung des Bauchmarkes auftreten, oder sie auch in den Zwischenstücken desselben vorkommen und ob sie überhaupt eine regelmässige Lage einhalten. Genug, ich habe sie bis zur Zeit nur an den Anschwellungen, insbesondere an den vorderen, beobachtet. Hier sieht man vermöge der Färbung sehr deutlich, dass die zwei Schenkel jener Brücke, die hier nun unterbrochen ist (Fig. 48, 51 w, w'), sich in zwei starke Fortsätze ausziehen, welche in ziemlich paralleler Richtung untereinander perpendicular ventralwärts ziehen. Sie vereinigen sich hier mit zwei anderen Fortsätzen der ventralen Seite, die oberhalb des ventralen Blutgefässes (Fig. 48 bgf) von der neuroglialen Hülle sich in das Nervengewebe begeben (q, q'). Auf diese Weise kommt stellenweise in dem sonst einheitlichen Bauchmark medianwärts die Neurogliahülle zu einer doppelt septalen Bildung. Es handelt sich hier um sehr schmale Septen, die aber noch obendrein unterbrochen sein können.

Ich hätte hiermit die neurogliale Hülle beendet und möchte nun zur Beschreibung jener histologischen Theile des nervösen Gewebes übergehen, die uns speciell bei dem gesteckten Ziele dieser Arbeit interessiren. Vor Allem möge über die Colossalfasern berichtet werden.

Diese colossalen Nervenfasern, deren Mächtigkeit für die erste Betrachtung allerdings stutzig machen muss, kommen bei *Lumbricus* in der Dreizahl vor und nehmen median eine dorsale Lage über dem Bauchmark ein. Der median gelegene ist der mächtigste (Figg. 46, 48, 51 a, a', a''). Bekanntlich war es Leydig<sup>1)</sup>, der diese Gebilde zuerst als echte Nervenfasern erkannte. Nachher wurden sie von Kowalevsky<sup>2)</sup>, entgegen der Leydig'schen Ansicht, als nicht nervös erklärt und sie nicht nur ihrer physiologischen Aufgabe nach, sondern auch nach ihrer Ontogenese für ein Homologon der Chorda dorsalis der Wirbelthiere gehalten, was ja nach der Umkehrungstheorie sehr leicht anging. Semper schloss sich dann dieser Ansicht an. Vejdovsky<sup>3)</sup> hat die nervöse Natur dieser Gebilde gleichfalls gelehrt und erblickt in ihnen blos einen Accommodationsapparat, dazu bestimmt, während den Krümmungen des Thieres das Bauchmark zu stützen. Er schliesst sich somit der Ansicht der obigen zwei Forscher an und bezeichnet diese Nervenfasern als „Neurochordröhren“. Von dieser durch

<sup>1)</sup> Fr. Leydig, Vom Bau des thierischen Körpers, pag. 154.

<sup>2)</sup> A. Kowalevsky, Embryologische Studien an Würmern und Arthropoden.

<sup>3)</sup> Fr. Vejdovsky, System und Morphologie der Oligochaeten.

nichts gestützten Ansicht weicht Vejdovsky auch in seiner jüngsten Publication<sup>1)</sup> nicht ab. Der Leydig'schen Ansicht, wonach diese Gebilde nervös sind, schlossen sich noch H. Schultze<sup>2)</sup>, Langerhans<sup>3)</sup>, Spengel<sup>4)</sup>, Vignal<sup>5)</sup>, Fr. Nansen<sup>6)</sup>, B. Friedländer<sup>7)</sup> und Hatschek<sup>8)</sup> an. Dann hat Leydig diese Frage vor drei Jahren<sup>9)</sup> wieder besprochen, und da diese seine letzte diesbezügliche Beschreibung vorliegt, so möge sie hier erörtert werden. Er findet nun selbst nach Behandlung mit Reagentien diese Nervenfasern im Querschnitte ganz homogen; doch treten andere Male nach erfolgter Härtung mit Chrom-Essigsäure und Anderen gewisse Sonderungen ein. Es soll sich dann „ein Zug von körniger Achsensubstanz im Querschnitte der Riesenfaser“ abheben, „wobei die Körnchen, wenn scharf und bei hoher Vergrößerung in's Auge gefasst, nicht rein rundlich sich darstellen, sondern eine eckig ausgezogene Form haben“. Es ist ein allerfeinstes Netzwerk hier vorhanden, dessen Knotenpunkte die Pünktchen bilden, und somit ist nach Leydig's Auffassung eine solche Colossalfaser aus einem Netzwerk (Leydig's Spongioplasma) gebildet, das einer homogenen Substanz, seinem Hyaloplasma, eingelagert ist. Ausserdem sollen noch vom Rande der Riesenfaser her „derbere Blättchen vorspringen, welche, wie es wahrscheinlich schien, mit dem Netze innerhalb der Faser zusammenhängen“. Die Riesenfaser sind dann mit einem derberen Netzwerk umgeben, welches Leydig nach seiner früher schon geäußerten sonderbaren Auffassung in Einklang bringend<sup>10)</sup>, als ein Wabenwerk auffasst, welches das „Spongioplasma“ der übrigen Nervensubstanz darstellt. Es ist nicht zu verkennen, dass hier Leydig, was speciell die reine Beobachtung betrifft, der Wahrheit ziemlich nahe stand.

Meine eigenen Beobachtungen führten gleichfalls zu dem Resultat, dass wir hier bei Lumbricus in diesen Gebilden wirkliche

<sup>1)</sup> Fr. Vejdovsky, Studien über Gordiiden. II. Zeitschrift f. wiss. Zool. Tom. XLVI.

<sup>2)</sup>, <sup>3)</sup>, <sup>4)</sup> Citirt nach Leydig.

<sup>5)</sup> l. c. — <sup>6)</sup> l. c.

<sup>7)</sup> B. Friedländer, Beiträge zur Kenntniss des Central-Nervensystems von Lumbricus. Inaug.-Diss. Berlin 1888 (Otto Francke).

<sup>8)</sup> B. Hatschek, Lehrbuch der Zoologie. I. Lief. 1888 (Jena).

<sup>9)</sup> Fr. Leydig, Die riesigen Nervenröhren im Bauchmark der Ringelwürmer. Zoolog. Anzeiger. 1886, pag. 591.

<sup>10)</sup> S. d. Fr. Leydig, Zelle und Gewebe. Neue Beiträge zur Histologie des Thierkörpers. Bonn 1885 und meine Widerlegung im Morphol. Jahrbuch. Tom. XI, pag. 427.

Nervenfasern vor uns haben, die in Structur mit Nervenfasern geringeren Calibers durchaus übereinstimmen. Solche colossale, wengleich nicht so enorm an Durchmesser, wie die mittlere Faser bei Lumbricus, finden sich ja auch an ganz bestimmten Stellen bei den erranten Polychaeten vor, wie diese von Rhode und mir in dieser Arbeit beschrieben wurden. Dabei muss ich hier gleich schon bemerken, dass ich den Verlauf dieser Nervenfasern nicht verfolgt und sie bloß auf Querschnitten studirt habe. Was vor Allem die grösste dieser Nervenfasern, also die mittlere betrifft, so habe ich sie nach den angewandten Reagentien, d. i. Härtung entweder mit Osmiumsäure oder Alkohol, nie ganz homogen gefunden, wie dieses Leydig gesehen haben will. Wengleich ich zugebe, dass bei schwächeren Vergrösserungen ein homogenes Innere sich zeigt, so kann ich dieses bei stärkeren Vergrösserungen und besonders nach Anwendung des Immersionssystems nicht mehr behaupten. Ich fand dann die Faser nicht mehr homogen, sondern auf dem Querschnitte wie von kleinen dunkleren Wölkchen in einem helleren Grunde durchsetzt. Diese Wölkchen hingen miteinander nicht zusammen (Fig. 51 a). Andere Male wieder war ein dunklerer Achsentheil von einem hellen äusseren umgeben, ein Bild somit, wie es auch Leydig beschrieb. Ich brauche kaum zu erwähnen, dass die dunkleren, scheinbar miteinander nicht zusammenhängenden Flecken es waren, die das andere Mal als ein einziges Achsenstück auftraten. Nach Leydig's Beobachtungen soll nun der dunklere Achsentheil bei sehr starken Vergrösserungen sich in ein äusserst zartes Netz auflösen. Bei Wasserimmersionssystemen ist mir dieses zu sehen nie gelungen und bloß feinste Pünktchen konnte ich, diese aber mit aller Sicherheit, erkennen; sie nehmen vom Farbstoff eine äusserst geringe Tinction an und darum erscheint der Achsentheil etwas rosa gefärbt, darum dann diese Fädchen, in mehrere Gruppen zusammengeordnet, je nach der Dichtigkeit eine mehr oder weniger leise Färbung aufweisen. Die Grundmasse zeigt dabei eine fast gar nicht erkennbare Tinction (Fig. 52). An den zwei kleineren Colossalfasern fand ich diese feine Filarmasse stets im Achsentheil gruppirt (Fig. 51).

Diese riesenhaften Nervenfasern besitzen keine eigene Nerven-hülle, sondern liegen innerhalb der Neurogliahülle des Bauchmarkes (Fig. 46, 48). Die Form des Querschnittes ist dort, wo die drei Colossalfasern auf einmal nebeneinander auftreten, mehr oder weniger rund, während diejenige der zwei kleineren etwas dreieckig abgeplattet ist. Wie ich schon hervorgehoben habe, habe

ich diese Nervenfasern bloß auf Querschnitten studirt und kann somit nicht ausführlicher berichten, doch möchte ich hier auf etwas aufmerksam machen, was mir aufgefallen ist. Man findet nämlich stellenweise, dass die zwei kleineren Fasern fehlen und bloß die mittlere grosse Colossalfaser sich vorfindet. In solchen Fällen ist die Form des Querschnittes von der grossen Colossalfaser nicht rund, sondern oval, wobei die grosse Achse mit der Querachse des Central-Nervensystems zusammenfällt; man wird auch leicht bemerken, dass an solchen Stellen das Volumen bedeutend zugenommen hat. Wieder an darauffolgenden Präparaten, wo nur noch die grosse Colossalfaser sich vorfindet, bemerkt man, dass ihre lateralen Theile jederseits etwas wie eingeschnürt sind, und auf dem darauffolgenden Schnitte sind bereits alle drei Colossalfasern vorhanden. Nach alledem scheint es, dass die zwei kleineren Colossalfasern mit der grossen direct zusammenhängen.

Wenn man die Colossalfasern auf dem Querschnitte unter schwächeren Vergrösserungen betrachtet (Fig. 46, 48), so scheint es, wie wenn um dieselben sich eine dünne Hülle befände. Es ist dies aber durchaus keine Hülle, sondern ein äusserst zartes Netz, welches als eine Fortsetzung des centralen Nervennetzes sich herausstellt (Fig. 51 cn). Dieses Netz wurde auch von Friedländer gesehen, doch in Anbetracht der Unkenntniss der feineren Verhältnisse hierselbst als bindegewebige Scheide gedeutet. Ebenso hat Nansen diese Verhältnisse mit mir ziemlich übereinstimmend beobachtet, nur erklärt er freilich das Netz für Neuroglia. An guten Präparaten, die vor Allem die grösstmögliche Dünne<sup>1)</sup> erreicht haben, wird ein in neurohistologischen Studien geschultes Auge mit Hilfe eines guten Immersionssystems bei der besten Beleuchtung den Zusammenhang dieses feinen Netzes mit dem centralen Nerven-netze sofort, so wie ich es abgebildet habe, erkennen lassen. Diese Abbildung entspricht vollständig der Wahrheit und wurde mit der grössten Genauigkeit von mir ausgeführt, nur sei noch angeführt, dass man in höchst seltenen Fällen amöboide Zellen auch hier antrifft, was die neueren Autoren verleitet haben mag, in diesem Netze Zellkerne zu sehen. Es ist das die Stelle, wo ventralwärts die Neurogliahülle unter der grossen Colossalfaser fehlt, wo dieser Zusammenhang erkannt werden konnte (Fig. 51 h). Bei Anwendung eines stärkeren Oculars mit ausgezogenem Tubus und des Beleuchtungsapparates, habe ich dann die Abbildung auf Fig. 52 entworfen.

<sup>1)</sup> Ich habe immer aus freier Hand geschnitten.



Hier erkennen wir, dass die grosse Colossalfaser zahlreiche sehr kurze Fortsätze besitzt, welche, sich dichotomisch theilend, in jenes feine Nervennetz um die Faser herum aufgehen. Somit construiren sich die Colossalfasern theilweise aus dem centralen Nervennetze und haben, wie ich dies seinerzeit nannte, auch einen indirecten Ursprung, wobei man sich freilich auch auf die Weise ausdrücken konnte: sie geben zahlreiche feinste Aestchen ab, die sich in das centrale Nervennetz auflösen.

Unter den zwei kleineren Colossalfasern liegt zwar immer die Neurogliahülle, doch ist diese vielfach fein durchbohrt, durch welche Poren der Zusammenhang des feinen Nervennetzes mit dem centralen Nervennetze stattfindet.

Wie ich erörtert habe, bestehen diese colossalen Nervenfasern, wie jede marklose Nervenfasern, aus einem homogenen Theil, der meiner festen Ueberzeugung nach ein Aequivalent des Kupferschen Paraplasma einer Zelle ist, ferner aus einem gekörnten Theil vom Protoplasma im Kupfer'schen Sinne bei einer Zelle, oder wie es Flemming bei der Zelle nennt, der „Filarmasse“ gleichzustellen ist. Es wird einem oft auffallen, dass bei manchen Präparaten der Achsentheil der kleineren Colossalfasern eine sternförmige Anordnung zeigt (Fig. 46, 48). Bei starken Vergrößerungen habe ich mich überzeugt, dass dem aber nicht so ist, sondern dass hier die ganze Faser einer offenbar durch die Härtung bedingten Schrumpfung unterlag. Dann sieht man manchmal auch die ganze Faser geschrumpft, wobei die dünnen Fortsätze mit dem anliegenden Nervennetz zusammenhängen, doch sind die Verbindungen der letzteren mit dem centralen Nervennetz in Folge der Schrumpfung durchrissen. Der Achsentheil erscheint schön gefärbt.

Ich möchte hier noch nebenbei erwähnt haben, dass Leydig im citirten Aufsätze des Zoologischen Anzeigers offenbar von einem anderen Lumbriciden den Querschnitt der Colossalfasern abgebildet hat, denn nach der Abbildung zu urtheilen, scheinen dort die histologisch-topographischen Verhältnisse von Lumbricus verschieden zu sein, natürlich abgesehen von dem feinsten histologischen Verhalten, wo dann unsere Angaben von einander ebenso, wie unsere Auffassung, sowohl hier wie über die gesammte feine Structur des Central-Nervensystems der Thiere grundverschieden sind.

Es sei nur noch erwähnt, dass die zwei letzten Autoren den Inhalt der Colossalfasern nicht richtig erkannt haben. Nansen behauptet, dass sie aus zahlreichen Einzelfasern zusammengesetzt

wären, die auf dem Querschnitte eine ganz runde Contour zeigen. Nach ihm wären somit die Colossalnerven Nervenfaserbündel und keine Nervenfasern. Friedländer, der nicht weit davon war, den Abgang feinsten Faserchen aus den Colossalfasern zu erkennen, erklärt jede Differenzirung in den colossalen Fasern für Kunstproducte und nimmt den Inhalt für „eine homogene Masse“ an. Sehr wichtig sind die Angaben Friedländer's über Zusammenhang der Colossalfasern mit Ganglienzellen. Leider versäumte dieser Autor, Abbildungen seiner Beschreibung beizugeben, was umso mehr zu bedauern ist, da ähnliche Angaben, speciell über die Regenwürmer, noch von keinem Autor gemacht wurden und man beim Lesen über die Richtigkeit dieser Verhältnisse kein rechtes Urtheil sich bilden kann.<sup>1)</sup> Er fand diesen Zusammenhang mit Ganglienzellen für die zwei kleineren Colossalfasern am hinteren Ende des Bauchmarkes nach dem Abgang des letzten Seitenerven. Es sind das jederseits ventro-lateral gelegene, durchaus nicht allzu grosse, unipolare, chemisch von den übrigen Ganglienzellen etwas verschiedene Zellen, deren Fortsätze nach oben liegen und jederseits in eine der kleinen Colossalfasern übergehen. Die Fortsätze dieser Nervenzellen sind also viel zu dünn, um die Dicke jener Colossalfasern zu erklären, diese wird vielmehr verstärkt durch andere, den anderen gleichende Zellen, die an sämtlichen Stellen der hinteren Bauchmarkspartie, wo der Doppelnerv entspringt, auf jeder Seite liegen. Sie sind erheblich grösser, wie die am Ende des Bauchmarkes, aber von gleichem Typus. In einem Fall waren sie bipolar. Ferner war es Friedländer sehr wahrscheinlich, dass ein Ast dieser kleineren Colossalfasern mit den Seitenerven in Verbindung steht, worin dann ein peripherer Ast dieser Colossalfasern gefunden wäre. Würde sich somit diese letzte Beobachtung bestätigen, so hätten wir betreffs des peripheren Verhaltens der kleineren Colossalfasern ein ähnliches vor uns, wie ich für die Colossalfasern von *Lepidasthenia* weiter oben beschrieben habe, mit dem Unterschied jedoch, dass dort der periphere Ast nicht in Gemeinschaft mit dem Seitenerven, sondern selbstständig in den Körper abtritt. Ausserdem sollen zahlreiche grössere Seitenäste sowohl aus den kleineren, wie auch aus der grossen mittleren Colossalfaser in das centrale Nervengewebe abgehen, deren weiteres

<sup>1)</sup> Die Abhandlung Friedländer's, der Abbildungen beigegeben sind (Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Tom. XLVII) lernte ich erst kennen, als ich eben die *Correctur* besorgte. Hier sind allerdings Abbildungen, die für diese Angaben beweiskräftig eingetret, mitgegeben.

Verhalten aber nicht beobachtet wurde. Diese grösseren Aeste sind aber nicht zu verwechseln mit jenen feinsten, die ich in das um die Fasern gelegene Nervennetz auflösen sah.

Fassen wir nun das, was Friedländer über die Colossalfasern ermitteln konnte, durch die Ergänzung meines Befundes zusammen, so ergibt sich für die Colossalfasern, dass sie theils mit Ganglienzellen (Friedländer), theils mit dem centralen Nervennetz (Haller) zusammenhängen, dass sie ausserdem aber auch noch dickere Aeste abgeben, von denen wenigstens ein Theil als periphere Nervenfasern abtritt. Ist nun auch so Manches, und ich möchte sagen das Meiste, über diese riesigen Nervenfasern noch zu ermitteln übrig, so können wir heute doch schon mit einiger Sicherheit aussagen, dass sie in ihren Ursprungsweisen mit den übrigen Nerven übereinstimmen, wengleich der Fall, dass eine Nervenfasern sowohl directen Ursprung aus einer Ganglienzelle, wie indirecten aus dem centralen Nervennetz nimmt, bis zur Zeit wenig beobachtet wurde. Einen ähnlichen Ursprungsmodus, nach welchem eine sonst nicht besonders dicke Nervenfasern aus zwei Ganglienzellen entsprang, später aber noch mit einem Ast aus dem centralen Nervennetz sich vereinigte, habe ich bei *Fissurella* sehr deutlich gesehen, beschrieben und abgebildet.<sup>1)</sup>

Ich gehe nun dazu über, die directe Ursprungsweise der Nerven zu besprechen; bevor dieses aber geschehen soll, möge kurz die Centralsubstanz erörtert werden. Wie eben mitgetheilt wurde, nimmt an der Bildung der Centralsubstanz die Neuroglia keinen Antheil und ein ähnliches neurogliales Netz, wie etwa bei den erranten Polychaeten, findet sich hier nicht vor. Aber auch die Anordnung der Ganglienzellen stimmt mit der Beschreibung der bisherigen Autoren bei *Lumbricus terrestris* wenigstens nicht überein. Es wurde sowohl von Vignal wie Friedländer angenommen, dass die Ganglienzellen, lateral und ventral gelegen, die centrale Fasermasse halbringförmig umgeben, wobei die dorsalen Seiten frei von Ganglienzellen seien. Ferner wird, besonders von Friedländer, hervorgehoben, dass das Bauchmark, ähnlich etwa wie bei den erranten Polychaeten, durch zwei „bindegewebige Separatscheiden“ in zwei bilateral symmetrische Hälften getheilt wird, und dass die Ganglienzellen ausserhalb dieser Scheiden liegen. Somit würden nach der

<sup>1)</sup> B. Haller, Studien über marine Rhipidoglossen. II. Morph. Jahrbuch. Tom. XI, Fig. 17.

Beschreibung dieser zwei Autoren sich bei Lumbricus Verhältnisse vorfinden, die sich direct an die erranten Polychaeten anschliessen würden. Die beiderseitigen Fasertheile würden dann durch Quercommissuren zwischen den Abgangsstellen sowohl der unpaaren, wie paarigen Nerven verbunden.

Ich habe hier nun kurz im Allgemeinen jene Ansichten skizzirt, die heute über das Bauchmark von Lumbricus gang und gäbe zu sein scheinen, um ihnen gegenüber meine eigenen Beobachtungen mitzutheilen.<sup>1)</sup>

Vor Allem möchte ich einen Querschnitt in der Gegend eines unpaaren Nerven bei sehr starker Vergrösserung auf's Genaueste beschreiben. Dieser Schnitt wurde mit der grössten Genauigkeit untersucht und gezeichnet, ich muss darum diese Abbildung (Fig. 44) als äusserst gelungen bezeichnen. Das Präparat selbst ist aufgehoben und heute ebenso deutlich wie vor vier Jahren, als ich die Abbildung angefertigt hatte. Wir sehen ventralwärts (die Abbildung ist auf der Tafel umgekehrt) nur spärlich Ganglienzellen sich vorfinden, welche stets multipolar sind (gz', t). Dorsomedian sind mehrere multipolare Ganglienzellen von sehr verschiedener Grösse vorhanden, wobei selbst unter den kleinsten sich solche vorfinden, die einen stärkeren Fortsatz aufweisen (ez). Doch waren diese dickeren Fortsätze nie dem abtretenden Nerven zugekehrt, weshalb man geneigt sein würde, anzunehmen, dass sie in longitudinalen Fasern, in die Fasern der sogenannten Längscommissuren, übergehen. Dieses wäre dann umso mehr anzunehmen, weil zwischen und hauptsächlich lateralwärts unter ihnen zahlreiche Querschnitte von oft ziemlich dicken Längsfasern, die nebenbei gesagt, etwas geschrumpft waren, sich vorfanden. Dorsalwärts unter der hier dicken und mit zahlreichen Muskelfasern durchsetzten Neurogliahülle fanden sich einige sehr kleine multipolare Ganglienzellen vor, deren sämtliche Fortsätze in das Nervennetz sich sofort nach ihrem Abgange auflösten; auch die feineren Aeste der grösseren Zellen thaten das Gleiche.

Lateralwärts am Abgange des Nerven fanden sich drei Ganglienzellen vor, die, wenn sie auch nicht die Grösse der

<sup>1)</sup> Dass meine Beobachtung in diesem Falle so sehr von jenen der früheren Autoren abweicht, dürfte wohl hauptsächlich darin seinen Grund haben, dass diese gröbere Schnitte und nur bei mässigen Vergrösserungen untersucht haben und auf die feineren histologischen Verhältnisse, untersucht auf den möglichst dünnen Schnitten mit starken, womöglich Immersionssystemen, gar nicht eingegangen sind. Dass dem so ist, gesteht B. Friedländer offen zu und beim Durchlesen der Vignal'schen Arbeit und Betrachtung seiner Tafeln können wir uns verwissern, dass er auch nicht anders gearbeitet hat.

mächtigsten Ganglienzellen im Bauchmark des Lumbricus erreichten, doch zu den grössten zu rechnen sind. Der zu oberst und innerst gelegene besass auf diesem Schnittpräparate fünf Fortsätze, von denen vier in das anliegende Nervennetz sich auflösten, während der fünfte und mächtigste die Birnform der Zelle bedingte. Dieser starke Fortsatz setzte sich in dem Nerven fort und konnte noch eine weite Strecke in demselben verfolgt werden; das gleiche that der stärkste Fortsatz der unteren Zelle, so dass diese beiden Fortsätze als Nervenfasern (a) directen Ursprunges zu betrachten sind. Die unterste und äusserste dieser drei Zellen besass nur solche Fortsätze, welche, wie die feineren der zwei anderen Zellen, sich in das Nervennetz auflösten. Ich glaube aber, schon der Lage nach müsste diese Zelle auch einer peripheren Nervenfasern den Ursprung geben, welche eventuell auf einem vorangehenden oder folgenden Schnitte zu suchen wäre, was mir zu verfolgen, da die Schnitte nicht die gewünschte Dünne besaßen, unmöglich war. Das Nervennetz selbst setzte sich noch eine kurze Strecke weit in dem abtretenden Nerven fort, hörte aber dann dort, wo die Fasern desselben sich fest aneinander gruppieren, auf. Aus dem Nervennetz sah ich sehr deutlich zwei Nervenfasern des Nerven entspringen (b), so dass auf diesem Präparate die doppelte Ursprungsweise der Nervenfasern bei Lumbricus auf das Schönste demonstriert werden kann. Das Nervennetz selbst, welches ausser den Ganglienzellen noch durch die zahlreichen Querschnitte von dünneren und oft sehr dicken Längsnervenfasern ausgefüllt wird, wird noch stellenweise von Capillargefässen und den amöboiden Zellen durchsetzt. Das Nervennetz selbst gehört nicht zu den feinsten, die ich im Thierreich zu beobachten Gelegenheit gehabt habe. Es erfüllt den Querschnitt bis zur Neurogliahülle vollständig, wo diese, ohne Fortsätze in dasselbe gesendet zu haben, scharf begrenzt aufhört. Auch von einer bindegewebigen Separatscheide Friedländer's ist keine Spur zu sehen. So etwas hat aber auch Nansen, mit dem, soweit es die reine Beobachtung und nicht die Auffassung betrifft, meine histologischen Beobachtungen übereinstimmen und der nicht nach Art der zwei oben erwähnten Beobachter verfuhr, sondern nach streng histologischen Regeln <sup>1)</sup>, nicht gesehen. Auf Fig. 71, Taf. VIII, seiner erwähnten Arbeit zeichnet Nansen Verhältnisse, die meine Resultate vollinhaltlich bestätigen; die multipolaren Ganglienzellen

<sup>1)</sup> Ich meine hier natürlich nicht die Zahl der angewandten Reagentien, denn diese ist bei beiden Autoren eine recht angesehene.

lösen ihre Fortsätze in ein feines Nervennetz auf, und ausser diesem Netz gibt es kein anderes netzartiges Gewebe dort und auch die Neuroglia sendet keine Fortsätze in die centrale Nervensubstanz. Innerhalb der Maschenräume des Nervennetzes finden sich die oft sehr ansehnlichen longitudinalen Nervenfasern vor. Diese Abbildung Nansen's stimmt mit meinen Beobachtungen vollständig überein, wobei natürlich jene absurde Ansicht, nach welcher Fortsätze der Ganglienzellen und mithin auch das centrale Nervennetz nicht nervöser Natur seien, hier weiter nicht störend für die gleiche Beobachtung wirken kann.

Nach meinen Beobachtungen nun ist der Bauchstrang von *Lumbricus* ein einheitliches Gebilde, das nicht wie etwa bei den Polychaeten oder Hirudinen, aus zwei bilateral symmetrischen Theilen gebildet wird, sondern als ein einheitliches Ganzes zu betrachten ist und somit weder zwischen den sogenannten Ganglienknotten, das ist zwischen den unpaaren und den paarigen Nerven, noch zwischen jener Stelle, wo nebenbei bemerkt noch die sogenannten Quercommissuren sich vorfinden, in jederseits separirte Theile zerfällt, die noch nebenbei, wie dieses Friedländer angibt, durch bindegewebige Separatscheiden von einander getrennt würden (Fig. 46). Ich habe nie und in keinem Falle etwas gesehen, was auch annähernd jenen Abbildungen entsprechen würde, die durch Vignal wiedergegeben werden. Das Einzige was zu dieser sonderbaren Annahme Veranlassung geben könnte, könnten nur jene Septen gewesen sein, welche ich bereits beschrieben habe und welche nichts anderes als jederseits ein Fortsatz der Neurogliahülle (Fig. 48, q q') sind. Diese Septen sind aber durchaus kurz und können bei genauer Betrachtung unmöglich als die medianen Theile einer bindegewebigen Separatscheide aufgefasst werden. Ausserdem ist die Stelle zwischen diesen zwei Septen, dort wo sie überhaupt sich vorfinden, nicht nur mit Commissuralfasern, sondern auch mit allen übrigen nervösen Theilen des Bauchmarkes durchsetzt, wie dieses am prägnantesten an feinsten Schnitten bei starker Vergrösserung (Fig. 51) hervortritt. An vielen Stellen fehlen aber diese Septen vollständig (Fig. 46) und an solchen Querschnitten wird die einheitliche Natur des Bauchmarkes um so deutlicher.

Nach den Autoren nun soll das Bauchmark aus zwei Längssträngen bestehen, die vorwiegend longitudinale Fasern enthalten; diese Längsstränge sollen von einer bindegewebigen Separatscheide umgeben und so von einander getrennt sein. Ausserhalb dieser Separatscheide lägen dann die Ganglienzellen, welche ihre

Fortsätze in die Längsstränge entsenden. Wie ich nun aber gezeigt habe, fehlt eine solche Scheide und die Ganglienzellen liegen somit innerhalb des übrigen centralen Nervengewebes (Fig. 44, 46, 48). Zu Anfang habe ich schon hervorgehoben, dass diese Beschreibung zu sehr in die Länge gedehnt werden müsste, wollte ich eine ganz genaue Beschreibung der topographischen Anordnung der Ganglienzellen innerhalb des Bauchmarkes von *Lumbricus* geben. An diesem Orte konnte die Anordnung nur so weit berücksichtigt werden, als sie für die Ursprungsweise der Nerven von Bedeutung ist.

Was die Ganglienzellen selbst betrifft, so sind sie von sehr verschiedener Grösse. Die kleinsten erreichen das geringste Volum, was eine Ganglienzelle überhaupt aufweist. Diese kleinen Zellen finden sich an der dorsalen Seite des Bauchmarkes (Fig. 46 e), wo sie ununterbrochen von der einen Seite des Bauchmarkes unter der mittleren Colossalfaser auf die andere übergehen und somit ist die dorsale Seite des Bauchmarkes nicht frei von Ganglienzellen. Die geringe Grösse dieser Zellen einerseits, andererseits der Umstand, dass die bisherigen Autoren die feinere Histologie hieselbst nicht berücksichtigt haben, trägt die Schuld, dass diese Ganglienzellen bis jetzt übersehen wurden. Es sind stets multipolare Zellen, mit den für die Ganglienzellen, besonders der Oligochaeten, so charakteristischen Zellkernen und deutlichen Kernkörperchen; mit einem Theil ihrer Fortsätze verbinden sie sich untereinander (Fig. 54 az), der andere Theil aber löst sich bald nach dem Abgange in das Nervenetz auf. In dem speciell abgebildeten Falle vereinigten sich zwei Fortsätze zweier benachbarter Zellen unter spitzem Winkel miteinander, um auf diese Weise sich centralwärts zu begeben. Was dann aber weiter mit diesem so gebildeten Fortsatze geschah, konnte ich nicht weiter verfolgen. Diese kleinen Ganglienzellen liegen stets knapp unter der Neurogliahülle und bilden somit an der dorsalen Wand des Bauchmarkes eine ununterbrochene Lage. Ihr Zelleib unterscheidet sich chemisch gar nicht von jenem der grösseren Ganglienzellen. Zwischen diesen kleinsten Ganglienzellen, sowie den grössten ventro-median gelagerten (Fig. 46 gz) gibt es nicht nur alle möglichen Uebergänge sowohl in Gestalt, von der multipolaren Form ohne bestimmten starken Einzelfortsatz angefangen, bis zur ausgesprochensten Birnform, als auch in Grösse. Alle diese Grössen zu messen, wie alle Formen für sich zu beschreiben, wäre aber eine kaum erspriessliche Sache.

Dass die Ganglienzellen bei *Lumbricus* unter einander (durch directe Anastomosen) zusammenhängen, diese Beobachtung

machte zuerst Walter, der mehrere solche Fälle abbildet.<sup>1)</sup> Vignal, der die Mehrzahl der Ganglienzellen bei Lumbricus für unipolar hält<sup>2)</sup>, bestreitet nicht nur die angeführten Beobachtungen Walter's, sondern erklärt jede directe Anastomose zwischen Ganglienzellen bei Lumbricus für eine Täuschung des Beobachters. Vignal hat aber insoferne jene Anschauung von der sogenannten unipolären Natur der Ganglienzellen hier sich eigen machen können, als er überhaupt eine Betrachtung feinerer Structurverhältnisse nicht vorgenommen hat, denn sonst würde er von so einer Annahme abgekommen sein. Nansen zeichnet sehr naturgetreu eine Partie aus dem dorsolateralen Theile des Bauchmarkes von Lumbricus und Friedländer hat schon mehr von der Multipolarität der Ganglienzellen von Lumbricus beobachtet. Ich selbst bin aber zur Ueberzeugung gelangt, dass ähnliche scheinbar unipolare Zellen wie etwa bei den Polychaeten oder den Hirudinen hier überhaupt nicht vorkommen und dass somit alle Ganglienzellen mehr oder weniger multipolar sind. Dabei ist aber auf einen höchst wichtigen Umstand aufmerksam zu machen, der bis zur Zeit ziemlich vereinzelt dasteht. Während nämlich überall wo zahlreiche multipolare Ganglienzellen auftreten diese untereinander zahlreiche directe Anastomosen eingehen (Rückenmark Pedalstränge der Mollusken etc.), sind solche mit Ausnahme jener dorsalen, multipolaren, kleinen Zellen nur in den seltensten Fällen bei Lumbricus vorhanden<sup>3)</sup>, aber auch dann sind diese nicht kurz, sondern erstrecken sich auf grosse Strecken (Fig. 45). Dieses mag wohl Vignal verleitet haben, den Walter'schen Beobachtungen gegenüber sich so skeptisch zu verhalten. Solche directe Anastomosen mit anderen Ganglienzellen gehen z. B. die durch Friedländer zuerst bei Lumbricus beschriebenen medianen Ganglienzellen ein. Er fand diese unmittelbar hintereinander liegenden Zellen entweder gerade auf dem Niveau der Wurzel des einfachen Nerven oder doch ganz kurz vorher. Sowohl der constanten Lage, wie nach ihrer chemischen Beschaffenheit hält sie Friedländer für Ganglienzellen besonderer Art und vergleicht sie mit vollem Rechte mit den durch Hermann

<sup>1)</sup> l. c. Taf. III, Fig. IV, XVII.

<sup>2)</sup> l. c. pag. 378.

<sup>3)</sup> Ich konnte nicht ermitteln, aus welcher Gegend des Bauchmarkes Walter's angeführte Abbildungen stammen mögen.



bei *Hirudo* zuerst beschriebenen „medianen Zellen“. Diese Zellen fand er stets multipolar, wobei er einen dorsalwärts aufsteigenden und zwei laterale Fortsätze erkennen konnte. Er vermuthet vom dorsalen Aste, dass er in den von ihm gesehenen unpaaren Nerven übergeht und dass die zwei lateralen Fortsätze in die Nervenwurzeln treten. Ich selbst kann die Lage dieser Zellen, wie sie Friedländer angibt, bestätigen, doch habe ich die zwei lateral gelegenen Zellen seltener hintereinander (Fig. 48), sondern vielmehr übereinander liegen gesehen (Fig. 46). In der chemischen Beschaffenheit ist mir nach der von mir angewandten Methode kein Unterschied von den anderen Zellen aufgefallen. An einem meiner feinsten und bestgelungensten Präparate (Fig. 46) konnte ich über diese Zellen Folgendes mit aller Sicherheit ermitteln. Die obere dieser zwei Zellen hatte drei Fortsätze, von welchen die zwei lateralen mit den gleichen Fortsätzen der unteren Zelle zu den lateralen Ganglienzellen hinzogen (Fig. 46 47). Der mittlere obere Fortsatz der oberen Zelle (Fig. 47 b) war sehr kurz und löste sich sofort in das centrale Nervennetz auf. Einen ähnlichen Fortsatz, wie dieser, konnte ich an diesem Präparate an der unteren Zelle nicht beobachten, doch konnte man am unteren Rande derselben (a) ein Höckerchen erkennen, das unzweideutig an einem vorhergehenden oder darauffolgenden Präparate mit einem Zellfortsatze zusammenhängen musste. Die zwei lateralen Fortsätze treten nicht, wie Friedländer vermuthet, in die unpaaren Nerven ein, wenigstens habe ich dieses nie beobachten können. Sie haben vielmehr eine ganz andere Bedeutung. Den linken Fortsatz der oberen Zelle konnte man an diesem Präparate nicht weiter verfolgen, da er nicht in diese Schnittebene fiel. Umso deutlicher war dieser Fortsatz der unteren Zelle und man konnte schon bei schwächeren (Fig. 46), um so deutlicher aber bei stärkeren Vergrößerungen beobachten, dass dieser Fortsatz, zur Ganglienzelllage angelangt, sich hier mit einer zu innerst gelegenen, sehr kleinen, multipolaren Ganglienzelle (Fig. 47 c) direct verband. Die übrigen sehr zarten Fortsätze dieser kleinen Nervenzelle lösten sich alle in das anliegende Nervennetz auf. Von den rechtsseitigen Fortsätzen dieser zwei Zellen konnte ich, da sie unterbrochen waren, mit solcher Deutlichkeit ihr weiteres Verhalten nicht ermitteln, doch wenngleich der Zusammenhang unterbrochen war, so ist es kaum zu bezweifeln gewesen, dass der linke laterale Fortsatz der oberen Zelle abermals mit einer kleinen Ganglienzelle (Fig. 47 d) zusammenhing, welche rechterseits dieselbe Lage ein-

nahm wie jene kleine multipolare Zelle linkerseits. Auf anderen Präparaten konnte zwar der Zusammenhang der lateralen Fortsätze mit jenen kleinen Zellen mit der oben beschriebenen Klarheit nicht beobachtet werden, doch selbst dann zog der Fortsatz zur Gruppe der kleinen Zellen der lateralen Ganglienzellgruppe. Dass der Fortsatz aber, selbst im Falle, wenn ich die Zellen am Niveau der einfachen Nerven auffand, sich nie in den abtretenden Nerven begab, kann ich mit Entschiedenheit behaupten; vielmehr war dann der Fortsatz kurz abgestutzt, was doch darauf hinweist, dass er kurz vorher sich nach hinten oder vorne zu abbog. Zwei kleinere Zellen, die jederseits der medianen Zellen manchmal anlagern (Fig. 48), halte ich entgegen Friedländer nicht für constante und so bestimmte Elemente, wie die Medianzellen sind. Sie stehen mit diesen nicht in Zusammenhang und gehören den anliegenden Zellgruppen an.

Ausser dieser directen Anastomose zwischen Ganglienzellen und den zahlreichen Anastomosen jener kleinen multipolaren Zelle an der dorsalen Wand des Bauchmarkes habe ich nur noch in einem Falle eine directe Anastomose mit Sicherheit beobachten können. Es war eine grosse lateral gelegene Zelle (Fig. 45) von deren Fortsätzen einer der mächtigsten nicht verfolgt werden konnte, während ein feinerer in das Nervennetz sich auflöste; ein anderer, sehr langer Fortsatz verband sich mit einer nicht allzu kleinen, multipolaren Zelle, deren Fortsätze sämmtlich in das Nervennetz aufgingen.

Wenngleich nun mit der fortschreitenden genaueren Beobachtung der histologischen Details die multipolare Natur der Ganglienzellen bei *Lumbricus* immer mehr betont wurde und ich hier geradezu die Behauptung aufstelle, dass sämmtliche Ganglienzellen des *Lumbricus* mehr oder weniger multipolar sind, so ist hier, entgegen sämmtlichen bisher bekannten Nervensystemen, wo multipolare Ganglienzellen obwalten oder ausschliesslich auftreten, die Thatsache sehr merkwürdig, dass eine Neigung zur directen Anastomose zwischen Ganglienzellen sehr in den Hintergrund tritt. Wenn ich nun auch die angeführte Beobachtung Walter's bei dem Umstande, dass meine Beobachtungen an *Lumbricus* nicht in die nöthigsten Einzelheiten geführt werden konnten, durchaus nicht bestreite und gerne zugeben will, dass directe Anastomosen im Bauchmarke von *Lumbricus* zwischen Ganglienzellen häufiger sind,

als ich sie zu beobachten Gelegenheit hatte, so ändert dies an jenem oben ausgesprochenen Satze durchaus nichts und man wird die Seltenheit der directen Anastomosen zwischen Ganglienzellen bei *Lumbricus*, wo doch die Ganglienzellen auf einer Multipolarität verharren, doch für einen sonderbaren Fall ansehen müssen.

Hier möchte ich, bevor ich auf andere hier uns interessirende Fragen einginge, noch einmal auf die medianen Zellen zurückkommen. Solche mediane Zellen, welche ihrer Lage nach als homologe Elemente betrachtet werden müssen, sind bis zur Zeit beobachtet worden bei *Hirudo* durch Hermann, bei *Travisia* durch Kükenenthal, bei *Lepidasthenia* von mir und bei *Lumbricus* von Friedländer und mir. Dieser Vergleich der medianen Zelle von *Lumbricus* mit jener von *Hirudo* wurde in der That, wie erwähnt, durch Friedländer gemacht, der, wie ich gezeigt, irrtümlich, allerdings nur vermuthungsweise, annahm, die lateralen Fortsätze zögen bei *Lumbricus* gleichfalls als Nervenfasern in die abtretenden Nerven ein.

Was speciell den Vergleich dieser Ganglienzellen untereinander ihrer Lage nach betrifft, so ist er gewiss gerechtfertigt. Die Bedeutung dieser Zellen selbst aber ist nicht sichergestellt und darum wäre es angezeigt, das Bekannte über das Verhalten ihrer Fortsätze etwas näher zu berücksichtigen. Bei *Hirudo* liegen in jedem Ganglion nach Hermann zwei solche Zellen hintereinander und verbinden sich untereinander durch eine directe Anastomose. Dann gehen durch die Längscommissur von beiden Zellen directe Verbindungen an die gleichnamigen Zellen des folgenden, resp. vorangehenden Ganglion. Unter einander würden somit diese Zellen durch das ganze Bauchmark hindurch kettenförmig verbunden sein, was, obgleich mir diese Behauptung durch die Abbildungen sowohl, wie durch den Umstand, dass so eine Verbindung durch die Längscommissur hindurch kaum verfolgt werden könnte, nicht bewiesen genug erscheint, durch den Umstand doch sehr wahrscheinlich wird, dass im letzten aus mehreren Ganglien entstandenen Endganglion, wo Hermann 6—7 solche Zellen aufgefunden hat, diese in der That untereinander kettenförmig verbunden sind. Andere Aeste ziehen dorsalwärts in die Fasermasse und sollen sich hier mit den Zellfortsätzen anderer Ganglienzellen verbinden. In Anbetracht des Umstandes aber, dass Hermann's Abbildung (Taf. XIII) in dieser Beziehung kaum beweiskräftig genug ist, andererseits aber er auch die centrale Masse genau histologisch gar nicht untersucht hat, so möchte ich diese Annahme einstweilen

dahingestellt sein lassen. Ausser diesen Fortsätzen besitzt jede mediane Zelle noch jederseits zwei laterale Ausläufer, wovon der obere jederseits in den abtretenden Nerven übergeht. Das weitere Verhalten des unteren lateralen Fortsatzes konnte Hermann mit Sicherheit nicht verfolgen.

Bei *Lepidasthenia* konnte ich das Vorhandensein zweier übereinandergelagerter Zellen constatiren. Ausser ihrer Lage war mir ihre Homologität mit den medianen Zellen von *Lumbricus* und den Hirudinen noch daraus klar geworden, dass die obere Zelle einen Fortsatz in die linksseitige Fasermasse, den anderen aber in die rechtsseitige Ganglienzelllage entsandte. Von dem linken Fortsatze konnte constatirt werden, dass er sich in das centrale Netz auflöste. Wie ich schon erwähnt habe, hat die mediane Zelle Kükenthal<sup>1)</sup> bei *Travisia Torbesii*, einer Opheliacee, gefunden, doch da er von derselben keine Abbildung gibt und angibt, sie lägen beide hintereinander „nach der dorsalen Seite zu“, so weiss ich nicht zu entscheiden, ob sie hier nicht eine geringe Lageveränderung eingegangen seien. Es sind multipolare Zellen. Einen dorsalen Fortsatz sollen sie in den medianen Nerven entsenden und je einen lateralwärts, doch konnte das weitere Verhalten dieser Fortsätze Kükenthal nicht ermitteln. Durch einen vierten Fortsatz „scheinen sie beide mit einander in Verbindung zu stehen“.

Was also bis zur Zeit über die mediane Zelle bei den genannten Wurmformen ermittelt werden konnte, das Verhalten ihrer Fortsätze, scheint mir dazu nicht angethan zu sein, um durch den Vergleich über ihre Bedeutung zu einem allgemeinen Schlusse gelangen zu können. Ihren Zusammenhang mit dem medianen Nerven, dessen Vorkommen ich bei den untersuchten Polychaeten in Abrede stellen muss, und welchen Friedländer bei *Lumbricus* gefunden haben will, der aber, falls er sich dort findet, gewiss nicht ein isolirtes Bündel ist, hat von den angeführten Forschern, ausser Kükenthal, Niemand behauptet, und da auch er keine Abbildung mitgibt, so möchte ich seine Angabe einstweilen nicht berücksichtigt haben. Bei der Erklärung der Bedeutung dieser Ganglienzellen, soweit diese überhaupt hier möglich ist, möchte ich darum von jenen Formen ausgehen, wo bis zur Zeit die genauesten histologischen Details sichergestellt werden konnten, und dies um so mehr, da mir diese aus eigener Anschauung bekannt wurden, nämlich von *Lumbricus*. Hier scheinen sie mir die Aufgabe zu

<sup>1)</sup> W. Kükenthal, Ueber das Nervensystem der Opheliaceen. Jena'sche Zeitschrift für Naturwiss., Tom. XX, neue Folge, XIII, Band, pag. 526.

erfüllen, die rechtsseitigen Ganglienzellagen mit den linksseitigen durch ihre Vermittlung direct zu verbinden, worinnen ihre wenigstens theilweise Bedeutung eben gegeben sein wird. Obgleich ein inniger Zusammenhang der beiderseitigen Hälften des Bauchmarkes bei *Lumbricus* entgegengesetzt den Polychaeten durch das centrale Nervennetz gegeben ist, so scheint diese Verbindung aus weiter nicht bekannten physiologischen Gründen der beiderseitigen Theile durch die medianen Zellen geboten. Dabei stehen die medianen Zellen durch kurze Fortsätze mit dem centralen Nervennetze im engsten Zusammenhange, was wohl nach den Angaben der Autoren zu vermuthen bei allen angeführten Formen der Fall sein wird. Es ist aber sehr leicht einzusehen, dass, um eine definitive Erklärung über die volle Bedeutung der medianen Zellen zu erlangen, bei allen angeführten Arten eine eingehendere, streng histologische Untersuchung erforderlich wäre.

Die übrigen Ganglienzellen des Bauchmarkes liegen zwar randständig, doch erreichen sie nie ganz die Neurogliahülle, vielmehr bleibt zwischen dieser und den Zellagen ein Raum übrig (Fig. 46, 48), der, wie dieses Nansen sehr richtig zeichnet<sup>1)</sup>, von einem durch die Auflösung der Fortsätze der Ganglienzellen gebildeten Nervennetz ausgefüllt wird. Nach den bisherigen Angaben würde die dorsale Seite des Bauchmarkes frei von Ganglienzellen sein; wie ich aber weiter oben gezeigt, ist dies nicht der Fall, denn auch dort finden sich kleine Ganglienzellen vor. Die Hauptmasse der Ganglienzellen gruppirt sich aber lateroventral im Bauchmarke. Es soll hier, wie dieses ja schon betont wurde, nicht eine ausführliche und erschöpfende Erörterung der Anordnung der Ganglienzellen im Bauchmarke geboten werden, sondern nur eine kurze Beschreibung, soweit diese für die in dieser Arbeit gestellten Ziele geboten erschien. Vor Allem möchte ich gegen eine solche Anordnungsweise in bestimmte Gruppen der Ganglienzellen, wie dieses durch Friedländer angegeben wird, der auf dem Querschnitte eine ventrale von einer lateralen Gruppe, welche Gruppen wieder in zwei Untergruppen zerfallen sollten, protestiren. Die Ganglienzellen sind vielmehr so angeordnet, dass eine Sonderung in bestimmte Gruppen nicht möglich ist. Auch habe ich nie beobachtet, dass die Zwischenstelle zwischen den einfachen Nerven und den Doppelnerven auch nur auf kurze Strecken vollständig von Ganglienzellen frei gewesen wäre. Allerdings sind hier Ganglien-

<sup>1)</sup> The Structure and Combination etc. Taf. VIII, Fig. 71.

zellen nur spärlich vorhanden und grössere kommen überhaupt nicht vor, doch vollständig fehlen sie nicht. Etwas vor dem Abgange des einfachen Nerven treten zahlreichere Zellen der kleineren Art auf, deren Fortsätze zumeist gleich dick sind und hauptsächlich in das Nervennetz aufgehen. In der Gegend des Abganges des einfachen Nerven finden sich schon grössere Zellen vor (Fig. 48 links) und etwas hinter dem Abgange desselben treten ventromedian jene vielfach von früheren Autoren beschriebenen grossen birnförmigen Zellen (Fig. 48 gz) auf. Sie liegen aber auch einzeln oder doch in geringerer Zahl gerade an der Wurzel des Nerven (Fig. 44) und ihr stärkster Fortsatz tritt hier direct in den Nerven ein, wie ich dieses schon beschrieben habe. Obgleich nun diese Zellen stets einen starken Fortsatz besitzen, so sind doch an ihnen noch drei bis fünf und vielleicht auch mehr Fortsätze vorhanden, die in das Nervennetz sich auflösen, wie dieses übrigens bereits gezeigt wurde. Diese grösseren Zellen nehmen dann auch in der Gegend der gangliösen Erweiterung beim Abgange der paarigen Nerven an Zahl zu und erreichen vor und hinter diesen ihre grösste Zahl. Zwischen den paarigen Nerven sind sie nicht so häufig (Fig. 46 gz). Median und lateralwärts liegen im Bauchmarke kleinere, oft sehr kleine multipolare Ganglienzellen und es lässt sich nicht verkennen, dass zwischen diesen, wie jenen grossen, sowohl was die Grösse wie auch was die Form betrifft, allemöglichen Uebergänge vorkommen. Man kann hier die Regel aufstellen, dass die kleineren Zellen zumeist eine innere Lagerung einnehmen (Fig. 46). Auch unter diesen gibt es solche, welche einen stärkeren Fortsatz nach Art jener grossen birnförmigen Zelle besitzen, welcher dann wohl in den meisten Fällen als ein directer Nervenursprung sich documentiren dürfte. Die grossen Fortsätze der grossen birnförmigen Zellen werden aller Wahrscheinlichkeit nach in allen Fällen als directe Nervenursprünge gelten dürfen. Ich beschränke mich hier auf diese kurze Beschreibung, da eine ausführliche Erörterung über diese Frage nur in einer Monographie geboten werden kann.

Wie schon von Friedländer richtig mitgetheilt wurde, findet sich zwischen den zwei einfachen Nerven eine Querfaserung vor. Diese Nerven bezeigen nach meiner Beobachtung folgende Ursprungsweise. Erstens treten direct an der Wurzel und gleich im Beginn von grösseren Ganglienzellen directe Fortsätze neben Fasern indirecten Ursprunges, d. h. solchen, die sich aus dem Nervennetze construiren, in den abtretenden Nerven (Fig. 44) ein. Einige Schnitte weiter hinten sehen wir dann, dass ausser diesen Fasern

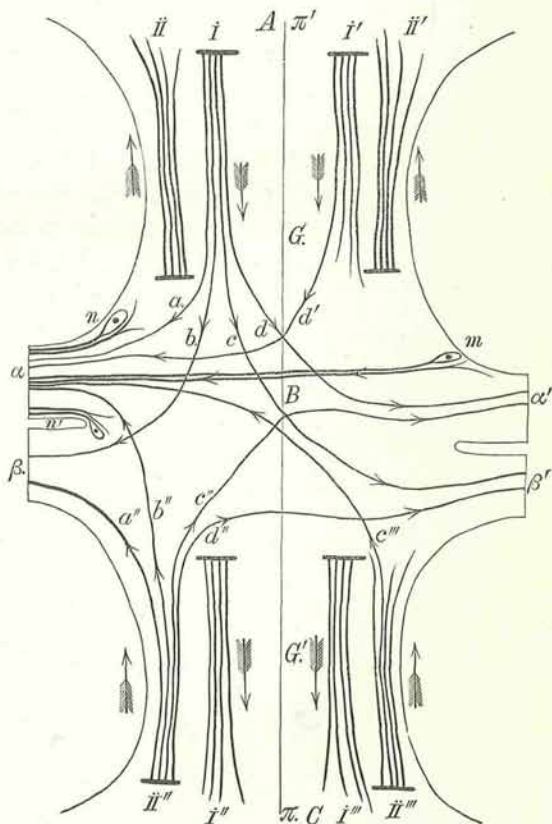
auch solche den Nerven bilden helfen, die ihren indirecten Ursprung in der Mitte des Bauchmarkes aus dem Nervennetze nehmen. Sowohl dorsal (on) als ventralwärts (un) sind solche Faserbündel zu beobachten. Dass aber unter diesen Bündeln auch solche Fasern sich vorfinden werden, welche aus Ganglienzellen direct entstehen und wieder andererseits sie, vor und hinter diesem Querschnitte entstanden, ganz kurze Zeit als Längsfasern im Querschnitte zu sehen sind, ist gewiss. Die Querfaserung zwischen den einfachen Nerven ist eine Kreuzung von Einzelfasern; erstens sind es Nervenfasern, welche ihren Ursprung aus kleinen lateral gelegenen Zellen (Fig. 48 w) der einen Seite nehmend sich in den Nerven der anderen Seite begeben (p). Ob dabei auch Fortsätze der grossen birnförmigen Zelle der einen Seite in den Nerven der anderen Seite sich begeben, wie dieses Friedländer angibt, weiss ich nicht zu sagen. Dann sind es aber auch noch andere Fasern, welche ich mit Sicherheit in der einen Hälfte des Bauchmarkes aus dem Nervennetze entstehen sah (Fig. 48 nf), die sich in den Nerven der anderen Seite verfolgen liessen und somit nimmt der einfache Nerv sowohl Nervenfasern beiderlei Ursprungs aus der einen wie aus der anderen Hälfte des Bauchstranges auf. Ausser den angeführten Fasern des einfachen Nerven finden sich in der Querfaserung noch andere vor, die mit dem Ursprung dieser Nerven nichts zu thun haben. Ich konnte nämlich auf zweien meiner besseren Präparate mit aller Klarheit beobachten, dass der dickere Fortsatz (Fig. 49) einer kleineren Zelle ( $\pi$ ) sich auf die andere Hälfte des Bauchmarkes begab, um hier sich in das Nervennetz aufzulösen (nf'). Die anderen Fortsätze solcher Zellen lösten sich kurz nach ihrem Abtritte in derselben Hälfte des Bauchmarkes im Nervennetze auf. Dieser Fall ist in Berücksichtigung von gewissen Verhältnissen bei Lepidasthenia (das Verhalten der Kolossalzellen) von grossem Interesse.

Die Ursprungsweise der paarigen Nerven ist nun folgende. Wie Friedländer schon richtig hervorhob, sieht man lateralwärts in der Fasermasse jeder Hälfte des Bauchmarkes zwei aus sehr verschieden dicken Fasern gebildete Längsstränge. Diese (Fig. 50 m) ziehen von der einen gangliösen Anschwellung zur anderen und wie ich mich an Horizontalschnitten überzeugen konnte, führen sie sowohl Fasern directen Ursprungs aus den grossen Ganglienzellen, wie solche indirecten Ursprungs aus dem Nervennetze. Angelangt an den ersten der paarigen Nerven, treten diese Fasern nach auswärtsbiegend in den Nerven über (Fig. 50 m). Ein kleiner Theil unter

ihnen zieht aber, wie dieses tiefere Schnitte zeigen, weiter und tritt in den zweiten paarigen Nerven derselben Seite ein. Andererseits machte ich aber auch die Beobachtung, dass ein Theil dieser Längsfasern sich der anderen Bauchmarkshälfte zuwendend in den Nerven der anderen Seite einbog und ebenso verhielten sich die weiter in den zweiten Nerven ziehenden Fasern. Es findet somit hier aus den Längsfasernbündeln, die Einzelfasern beiderlei Ursprunges aus dem vorangehenden Ganglion führen, eine Kreuzung im nächstfolgenden Ganglion statt. Auf Längsschnitten findet man eine zahlreiche Kreuzung in der gangliösen Anschwellung, welche dann zum Theil auch dadurch hervorgerufen wird, dass ähnlich wie an dem einfachen Nerven, wie man sich hierüber an Querschnitten am besten zu überzeugen im Stande ist, von der anderseitigen Bauchmarkshälfte in der gangliösen Anschwellung selbst Fasern sowohl directen als indirecten Ursprunges im Nerven der anderseitigen Bauchmarkshälfte sich fortsetzen (Fig. 50 v).

Man müsste eine ganze Serie von Horizontal- und Längsschnitten abbilden, um dem Leser das Verhalten des Faserverlaufes hierselbst klar vorzuführen. Um dieses hier zu ersparen, habe ich in nebenstehendem Schema (Fig. 2) das an solchen Schnittserien Gefundene ohne weitere Berücksichtigung der einfachen Nerven zusammengestellt. — Wie schon oben hervorgehoben wurde und wie dieses auch Friedländer gezeigt hat, sind innerhalb des Bauchmarkes jederseits eine laterale Faserung vorhanden (Fig. 50 m). Die Fasern dieses Bündels entspringen theilweise

Figur 2.





dem Nervennetze ( $m'$ ), zum Theil sind sie aber die mächtigeren Fortsätze der grossen birnförmigen Ganglienzellen ( $m''$ ). Ueber ihr weiteres Verhalten im nächstfolgenden Ganglion wurde schon oben referirt, hier möge aber zur Erklärung des Schemas nochmals darauf zurückgekommen werden. Die Sache verhält sich auf folgende Weise: Die jederseitigen Längsfaserbündel führen Fasern nach zweierlei Richtungen. Wir wollen der Klarheit wegen diese beiderlei Fasern, die untereinander vermengt sind, trennen und sie uns im Schema in zwei Bündeln neben einander verlaufend denken. Der innere Bündel ( $I, I'$ ), kommend aus einem vorhergehenden Ganglion ( $A$ ), entspringt auf die angezeigte Weise aus diesem Ganglion und zieht zum nächstfolgenden Ganglion ( $B$ ). Hier angelangt, löst er sich in vier Bündel auf, wovon einer ( $a$ ) in den ersten Doppelnerven derselben Seite ( $\alpha$ ), der zweite ( $b$ ) in den nächstfolgenden Nerven derselben Seite ( $\beta$ ), der dritte ( $c$ ) in den zweiten Nerven der entgegengesetzten Seite ( $\beta'$ ) und endlich der innerste ( $d$ ) in den ersten Doppelnerven ( $\alpha'$ ) der entgegengesetzten Seite einbiegt. Im Schema wurde der Klarheit halber blos die Auflösung des rechtsseitigen Bündels ausgeführt. Hinter diesem Ganglion ( $B$ ) nun, worin die Auflösung des aus dem vorhergehenden Ganglion entsprungenen Bündels sich vollzog, entspringen jederseits abermals auf die angegebene Weise die zwei Bündel ( $I'', I'''$ ), die in dem darauffolgenden Ganglion denselben Process wiederholen. Wenn wir im Schema das Ganglion  $A$  als einen vorderen bezeichnen wollen, so müssen wir die besprochenen Faserbündel als die nach hinten ziehenden benennen. Diese nach hinten ziehenden Fasern entspringen stets aus dem hinteren Theil des Ganglions oder hinter dem Abgange der hinteren paarigen Nerven. Es entspringen aber auch Fasern aus dem vorderen Theile des Ganglions oder vor dem Abgange des vorderen paarigen Nerven, die zum vorhergehenden Ganglion hinziehen. Im Schema habe ich diese Fasern von dem nach hinten ziehenden Bündel getrennt und nenne sie den nach vorne ziehenden Bündel ( $II, II', II'', II'''$ ). Dieser Bündel, nachdem er in das vorhergehende Ganglion eingetreten, löst sich ganz nach Art des nach hinten ziehenden Bündels auf, wie dieses aus dem Schema leicht ersichtlich ist.

Fassen wir nun das Mitgetheilte zusammen, so ergibt sich für den Ursprung eines jeden paarigen Nerven folgender Modus. Erstens erhält der Nerv Fasern beiderlei Ursprunges aus derselben Ganglionhälfte ( $n, n'$ ), dann ebensolche Fasern aus der anderseitigen Hälfte desselben Ganglions ( $m$ ). Er enthält ferner Fasern aus dem

vorhergehenden wie darauffolgenden Ganglion derselben Bauchmarkshälfte (a, b'') und ebenso Fasern aus denselben zwei Ganglien der jenseitigen Bauchmarkshälfte (d', c'').

Auf diese Weise ist der innigste Zusammenhang jedes paarigen Nerven mit dem gesammten Bauchmarke gesichert.

Zum Schlusse möchte ich noch einmal auf die Ganglienzellen zu sprechen kommen. Wie ich dieses bereits hervorgehoben habe, sind sämtliche Ganglienzellen im Bauchmarke von *Lumbricus* mehr weniger multipolar und dieses gilt selbst von den grössten mir bei *Lumbricus* bekannt gewordenen Ganglienzellen. Es sind dies grosse birnförmige Zellen, die einzeln auf jeder Seite ventromedianwärts liegen (in Fig. 48 mit schwarz). Diese Zellen scheint auch Friedländer gesehen zu haben<sup>1)</sup>, der sie mit der mittleren Colossal-faser jederseits in Beziehung bringt. Ich selbst kann hierüber nichts aussagen, nur möchte ich Friedländer gegenüber betonen, dass diese Zellen sehr gross im Verhältniss zu den andern sind und stets mehrere Fortsätze besitzen (Fig. 55). Von diesen Fortsätzen ist der mächtigste (a) stets nach oben gerichtet, wie dieses jener Autor angibt. Die anderen Fortsätze sind sehr klein und lösen sich in das Nervennetz auf. Bereits Friedländer gibt eine chemische Verschiedenheit dieser Zellen von den übrigen an; ich selbst kann dieses für diese Zellen bestätigen und etwas erweitern. Während der consistente Körper der übrigen Zellen ganz ähnlich wie die Ganglienzellen der Wirbelthiere sich ganz durch ammoniakalisches Carmin färbt, indem nicht nur die Filarmasse (Protoplasma, Kupfer), sondern auch die Interfilarmasse (Paraplasma, Kupfer) den Farbstoff aufnimmt, tingirt sich bei diesen grossen Zellen blos die Filarmasse (Fig. 55). Diese ist stets in der Netzform angeordnet, entgegen den anderen Ganglienzellen, wo die Filarmasse gleichmässig vertheilt ist. Die Filarmasse setzt sich dann auch in die Fortsätze der Zelle fort, so dass hier deren Zusammensetzung aus Filar- und Interfilarmasse auf das Schönste demonstrirbar ist. Die Kerne verhalten sich wie die übrigen Ganglienzellen und Sternformen, wie Friedländer gesehen haben will, habe ich nie angetroffen.

### Sipunculaceen.

Ueber die höchst eigenthümliche Textur des Centralnervensystems von *Sipunculus nudus* L. ist bis zur Zeit nichts bekannt gewesen. Dieses Versäumniss mag zum grössten Theil auch dadurch

<sup>1)</sup> l. c. pag. 42.

verschuldet worden sein, dass der histologischen Untersuchung hier die grösstmögliche Schwierigkeit in dem Wege steht und man wohl so bei dem Umstande, dass die genaueren Texturverhältnisse der Centralnervensysteme wirbelloser Thiere überhaupt nur in jüngster Zeit ausführlicher verfolgt worden sind, nicht gleich mit den schwierigsten Objecten beginnen wollte. Ueber das äussere Verhalten des Centralnervensystems dieser Wurmform sind wir schon besser unterrichtet, doch interessiren uns hier nur die Angaben über das Bauchmark, da ich das Gehirn nicht untersucht habe. Nach Keferstein und Ehlers<sup>1)</sup> besteht das gleichmässig dicke und somit keine gangliösen Anschwellungen aufweisende Bauchmark aus zwei ineinander liegenden Abtheilungen, wovon die äussere aus dicht aneinanderliegenden klaren Zellen, wohl Ganglienzellen, zusammengesteckt sein soll. Die innere Abtheilung führt ausser solchen Zellen noch Körnchen und faserige Elemente. Eine frühere Angabe Krohn's, wonach die hier beschriebene äussere Abtheilung ein Blutgefäss darstellen sollte, wird von diesen Autoren mit vollem Rechte zurückgewiesen. Einen weiteren Schritt vorwärts kam Leydig<sup>2)</sup>, der entgegen Krohn an mit Essigsäure und Kalilauge behandelten Totalpräparaten, von welchen er auch eine Abbildung gibt<sup>3)</sup>, feststellen konnte, dass der Bauchstrang vollkommen einheitlich und durch eine mediane Längsfurche nicht in zwei symmetrische Hälften getheilt ist. Ein äusseres und inneres Neurilemm unterscheidet auch er, wobei er das Gewebe zwischen äusserem und innerem Neurilemm nicht ganz sicher für nervös erkannte, wenigstens nennt er es „eine körnigzellige Masse“ und in dem vorhergehenden Satze sagt er: „Das äussere Neurilemm (Blutgefäss bei Krohn, äussere Abtheilung des Bauchstranges bei Keferstein und Ehlers) bildet ein geräumiges Rohr, aus welchem das eigentliche Bauchmark an Querschnitten oft weit hervorsteht.“ Die Krohn'sche Deutung des äusseren Neurilemms als Blutgefäss weist allerdings Leydig zurück und obgleich er jene „körnige Masse“ zwischen den beiden Neurilemmen „eher noch für einen Bau des Nervenstranges“ vermuthungsweise hält, so ist er zu keinem bestimmten Resultate darüber gelangt. Diese „körnige Masse“ soll im frischen Zustande die röthliche Farbe des Bauchmarkes bedingen und beim Abstreifen des äusseren Neurilemms ziemlich fest an demselben kleben bleiben.

<sup>1)</sup> Keferstein und Ehlers, Zoolog. Beiträge. 1861; citirt nach Leydig.

<sup>2)</sup> Leydig, Vom Bau des thierischen Körpers. Tübingen 1864, pag. 177.

<sup>3)</sup> Leydig, Tafeln zur vergleichenden Anatomie. Taf. I, Fig. 9.

Ganz soll diese körnige Masse den Raum zwischen äusserem und innerem Neurilemm nicht ausfüllen, sondern fällt „auf ganzen Strecken vollständig aus, so dass ein scharf begrenzter Hohlraum rings um die eigentliche Scheide des Bauchmarkes vorliegt“. Wichtig war in der Leydig'schen Untersuchung, dass er das Bauchmark von Sipunculus für einen einheitlichen, nicht in zwei seitlichen Hälften gesonderten Strang mit einer terminalen gangliösen Verdickung erkannte, welche Auffassung auch bis auf den heutigen Tag sich forterhielt. Seit fünfundzwanzig Jahren, nach dem Erscheinen des Leydig'schen Buches, ist auch weiter nichts mehr über das Bauchmark des Sipunculus geschrieben worden, denn auch bei dem letzten Autor, der über die Anatomie des Sipunculus Mittheilung machte, nämlich *Andreae* <sup>4)</sup>, finden wir nichts, was die alte Auffassung erweitern oder gerade verändern würde. Und in der That ist dieses alte Bild über das Bauchmark von Sipunculus ein ganz richtiges. Auch Querschnitte <sup>5)</sup> bestätigen diese Ansicht, aus welcher hervorgeht, dass das ganze einheitliche Bauchmark zwar an der ventralen Seite eine mediane Längsfurche aufweist (Fig. 33, 34sl), welche aber viel zu seicht ist, um auch nur die geringste Scheidung zu bewirken. Dorsalwärts fehlt diese Längsfurche. War das Bauchmark bei der Härtung dadurch fixirt worden, dass die Unterlage nicht entfernt und das Totalpräparat gut ausgespannt war, so erhalten wir am schönsten die Gestalt des Bauchmarkes auf dem Querschnitte. Aus solchen Präparaten (Fig. 33) ersehen wir, dass die dorsale Seite des Bauchstranges eine nach oben zu concave Wölbung zeigt, und dass der Bauchstrang im Querschnitte eine ovale Form besitzt, wobei diese Form nur durch die ventrale Längsfurche einigermaßen gestört wird. Die grösste Axe des Ovoids fällt mit der Queraxe des Körpers zusammen. Die Nerven (ln, rn) treten aus den lateralen Seiten unter und neben den jederseitigen Längsmuskeln (lm, rm) aus dem Bauchmarke, um sich in die Körperwand zu begeben. Nerven,

<sup>4)</sup> *Andreae*, Beitrag zur Anatomie und Histologie des Sipunculus nudus. Zeitschr. für wiss. Zoologie. 1882, Tom. XXXVI.

<sup>5)</sup> Nachdem aus dem lebensfrischen ausgespannten Thiere nach Entfernung des Darmes das Bauchmark freigelegt wurde, wurde letzteres sammt der unterliegenden Körperwand durch zwei Längsschnitte neben und auswärts von den Längsmuskeln ausgeschnitten und so das Ganze in Querstücke zerlegt, die ausgespannt in Osmiumsäure und nachträglich in der üblichen Weise gradatim in hochgradigen Alkohol gebracht wurden. Auch Präparate, die bloß im Alkohol oder auch in Chromsäure gehärtet wurden, wurden untersucht, doch wegen der grossen Schrumpfung nicht mit jenem Erfolge.

welche die Längsmuskeln innervirt hätten, habe ich nie beobachtet; doch glaube ich, dass es Aeste der Hauptnerven sein werden, welche jene Muskeln innerviren. Solche Aeste sind im Querschnitte öfter zu sehen (a, a', a''), die sowohl eine ventrale wie dorsale Lage (p) am Hauptnerven einnehmen können, doch habe ich wenig darauf geachtet, ob sie in der That in die Längsmuskeln einbiegen. Nur wenn der Bauchstrang dadurch Zerrungen erlitten hat, dass die unterliegende Körperwand nicht ausgespannt war und so aufgerollt wurde, kann eine Gestaltveränderung des Bauchmarkes im Querschnitte auftreten (Fig. 34), was im speciell abgebildeten Falle durch eine Dehnung in die Quere entstanden sein mag. Das Bauchmark ist überall gleich weit, wie dieses Messungen an einer und derselben Serie bezeugen und besitzt keine gangliösen Anschwellungen. Nerven treten immer nur in der Zweizahl, d. i. auf jeder Seite nur einer ab. Diese sah ich immer gleichzeitig oder doch so auftreten, dass der eine nur um ein sehr Geringes früher abtrat, wie jener der andern Seite.

Das Bauchmark wird von einer Hülle umgeben, dem äusseren Neurilemm Leydig's. Wir wollen sie die äussere Neurogliahülle nennen. Sie setzt sich auf die abtretenden Nerven als deren Neurilemm fort. Diese Nervenhülle, die ich nur auf Schnitten zu untersuchen Gelegenheit hatte, ist eine nicht sehr dicke (Fig. 35 an), structurlose Membran. Man kann der Färbung nach mit ammoniakalischem Carmin an ihr eine äussere tiefe und eine innere heller gefärbte, sonst aber von einander nicht getrennte Schichte unterscheiden. Ihr eingelagert findet man sonderbare gelbe Körper (w) von oblonger bis kurz spindelförmiger Form und von gelber Farbe. Diese granulirten Körper sind vielleicht veränderte Zellkerne, doch konnte ich mich hiervon mit ganzer Gewissheit nicht überzeugen. Zu innerst erscheint die äussere Neurogliahülle wie geschichtet, doch ist sie dies nur scheinbar und diese scheinbare Schichtung steht mit ihrer Genese in engstem Zusammenhange. Zu innerst der Nervensubstanz zu besitzt diese Hülle nämlich kurze, feine Fortsätze, die mit einem weitmaschigen Netze (b) zusammenhängen. Somit also hängt die Neurogliahülle, ganz ähnlich wie bei den polychaeten Anneliden, hier mit einem Neurogliaetze zusammen und die oben erwähnte Schichtung ist nur so erklärlich, wie ich es dort versucht habe, nämlich dadurch, dass die äussersten, periphersten Theile des Neurogliaetzes sich allmählig zu einer Membran verdichteten, die sich auch chemisch von dem Netze nun unterscheidet. Dieses Neurogliaetz färbt sich mit den angewandten

Tinctionsmitteln nicht und Kerne habe ich zwischen den Knotenpunkten in keinem Falle beobachten können, warum ich annehme, dass diese sich noch mehr wie bei den polychaeten Anneliden rückgebildet haben. Einen gelben Hornglanz wie dort im Hirne besitzt dieses Netz hier nicht. Die Maschenräume dieses Neuroglanetzes, welches ich jetzt schon als das äussere bezeichnen möchte, sind unter der äusseren Neurogliahülle mit der Längsaxe der Maschenräume der Oberfläche jener Hülle parallel gestellt (j), doch verändern die Maschenräume nach innen zu ihre Form, wo sie mit ihrer Längsaxe auf ihre frühere Richtung unter rechtem Winkel liegen. Hier werden dann aber die Maschenräume auch besonders weit (j'). Angelangt nach innen zu an die innere Neurogliahülle (in) hängt das äussere Neuroglanetz mit dieser ebenso wie mit der äusseren zusammen und der Unterschied wäre nur der, dass hier die Maschenräume ihre Form nicht ändern würden. Die innere Neurogliahülle selbst ist eine ganz homogene Schichte, welche sich mit Carmin intensiv tingirt und auf Schnittpräparaten ausser dem Zusammenhange mit dem Neuroglanetze noch viele glänzende Pünktchen erkennen lässt, die aber nichts anderes sind, als Durchschnitte von Verbindungen mit dem Netze. Aber nicht blos nach aussen zu, auch nach innen hängt die innere Neurogliahülle mit einem Neuroglanetze zusammen (Fig. 35 gs), das sich von dem äusseren Neuroglanetze weder chemisch, noch sonst unterscheidet und mit jenem durch Oeffnungen in der inneren Neurogliahülle continuirlich zusammenhängt. Die Maschenräume dieses inneren Neuroglanetzes sind viel enger wie jene des äusseren.

Die innere Neurogliahülle (Fig. 33 und 34 in) ist besonders nach unten und lateralwärts vielfach durchbrochen, ausser diesen Durchlöcherungen aber ist sie continuirlich und trennt das Bauchmark in einen äusseren (v) und inneren Theil (w). Der innere oder Kerntheil (w), wie wir ihn nennen wollen, wiederholt in seiner Form vollständig die äussere Form des Bauchstranges und selbst die ventrale Längsfurche ist vorhanden. Somit hätten die früheren Autoren zutreffende Vergleiche angestellt, wenn sie den Bauchstrang des Sipunculus aus zwei ineinandergeschobenen Theilen bestehen liessen, nur kann man selbst vergleichsweise nicht von zwei ineinandergeschobenen Röhren reden, da der Kerntheil vollständig ohne Lumen ist.

Die Maschenräume des äusseren Neuroglanetzes sind zum kleineren Theil dorsal sowohl wie ventralwärts ausgefüllt von den grössten birnförmigen Ganglienzellen (gz) des Bauchstranges. Diese sind sehr helle, feingranulirte, mit einem äusserst zarten Zelleib

versehene Nervenzellen, in denen nur der Zellkern eine leise Rosatinctio annimmt, während der Zelleib selbst ungefärbt bleibt. Selbst Osmiumsäure braunt den Zelleib nicht beträchtlich, doch immerhin ein wenig. Der Zelleib dieser Zellen ist wohl der zarteste, den ich während meiner achtjährigen neurohistologischen Studien bei irgend einem Thiere angetroffen habe. Oft findet man ihn in den Maschenräumen des Neurogliaetzes in dem Falle, wenn der Zellkern nicht in die Schnittfläche fällt, so zart, dass man ihn bei flüchtiger Betrachtung schier übersehen könnte (w). Eben diese ausserordentliche Zartheit bedingt es, dass an gröberen Bauchmarkstücken, in welche die Conservierungsflüssigkeiten nicht gehörig eindringen konnten, die Zellen zerfallen angetroffen werden. Aus diesem Grunde möchte ich Jedermann rathen, bei der Härtung das Bauchmark in möglichst kleine Stücke zu zerlegen, insbesondere bei der Behandlung mit Ueberosmiumsäure, welche Behandlungsweise doch die schönsten Präparate gewährt.

Der Zelleib dieser birnförmigen Ganglienzellen enthält das im Leben besessene, gelblichrothe Pigment nach der angegebenen Behandlungsweise nur selten noch (Fig. 36 u), es ist stellenweise in den Maschenräumen in Form kleinerer oder grösserer Tropfen extrahirt (p) noch anzutreffen. Der Zellkern besitzt ein glänzendes Kernkörperchen. Diese birnförmigen Zellen sind, soweit ich beobachten konnte, immer nur mit einem Fortsatze versehen, welcher in allen Fällen dem Kerntheil des Bauchmarkes zugewendet ist (Fig. 35 gz und 37 a). Unter einander wären somit diese Zellen, ähnlich wie die Ganglienzellen der polychaeten Anneliden, durch directe Anastomosen nicht verbunden. Unter den Ganglienzellen in den Maschenräumen des äusseren Neurogliaetzes habe ich nur in einem einzigen Falle eine multipolare Ganglienzelle beobachten können (Fig. 40). Wie ich schon erwähnt habe, ist die innere Neurogliahülle vielfach durchlöchert. Diese Communicationen sind nun, wie schon erwähnt wurde, dazu bestimmt, einestheils eine continuirliche Verbindung des äusseren Neurogliaetzes mit dem inneren zu ermöglichen, andertheils aber auch den Zusammenhang der nervösen Elemente im äusseren Neurogliaetze mit jenem im Kerntheile des Bauchmarkes zu gestatten. Wenn wir nämlich sorgfältig betrachten — denn da dieses Nervengewebe wohl nicht nur was die Conservierung, sondern auch was die Zartheit des Objectes betrifft, zu den schwierigsten Objecten der Neurologie gehört, ist sehr sorgfältiges Studium unbedingt nöthig — so werden wir sehr zarte, blasse Fäden diese Communicationen passiren sehen (Fig. 35  $\pi$ ).

Diese in der Einzahl oder zu lockeren Bündeln sich vereinigten varikösen Nervenfäden sind nichts anderes, als die Fortsätze der beschriebenen Ganglienzellen, welche in den Kerntheil des Bauchmarkes ziehen; ob dabei die Fortsätze dieser Zellen auch ausserhalb des Kerntheiles sich theilen können, diese Frage bleibt eine offene. Solche variköse Nervenfäden verbanden sich entweder direct mit einer Ganglienzelle unter der inneren Neurogliahülle (Fig. 35'  $\pi$ ), oder indem sie die Ganglienzellschichte dortselbst durchsetzten, lösten sie sich im centralen Nervennetze auf ( $\pi$ ). Nur in wenigen Fällen gelang es mir bei der grossen Subtilität des Objectes zu beobachten, dass ein mit einer der beschriebenen Ganglienzellen noch direct zusammenhängender Fortsatz sich mit Elementen der Ganglienzellschichte im Kerntheile direct verbunden hätte. In dem abgebildeten äusserst lehrreichen Falle (Fig. 37) konnte ich an einem meiner schönsten Präparate beobachten, dass sich der Fortsatz (a) einer ziemlich nahe der inneren Neurogliaembran gelegenen birnförmigen Zelle in den Kerntheil des Bauchmarkes begab, um sich dort, gabelig theilend, mit jedem Aste seines Fortsatzes mit je einer kleinen multipolaren Ganglienzelle zu verbinden. Auf diesem Präparate wurde somit sozusagen schematisch der Zusammenhang jener grösseren Zellen mit dem Zellverbände der Ganglienzellschichte im Kerntheile demonstrirbar. Nach meinen Ermittlungen stehen somit die birnförmigen Zellen in den Maschenräumen des äusseren Neurogliaetzes unter einander nicht in directem Zusammenhange, sondern ihre Fortsätze ermitteln entweder eine directe Verbindung mit der Ganglienzellschichte des Kerntheiles oder mit dem centralen Nervennetze. In den Maschenräumen des äusseren Neurogliaetzes differiren im Allgemeinen die Ganglienzellen in der Grösse nur wenig unter einander, doch habe ich in manchen Fällen auch viel kleinere birnförmige Zellen gefunden (Fig. 36 b), die sonst in jeder Beziehung mit den dortselbst gelegenen, grösseren Zellen übereinstimmten. Wie ich schon hervorgehoben habe, ist mir eine Theilung des Zellfortsatzes dieser Nervenzellen unweit seines Abganges zu beobachten nie gelungen, warum ich aber durchaus nicht behaupten möchte, dass eine solche Theilung nicht auch vorkommen kann. Dem entgegen habe ich manchmal Stellen in manchen Präparaten zu Gesichte bekommen, welche auf eine Vereinigung der Fortsätze dieser Ganglienzellen schliessen lassen. Ich bildete einen Fall ab (Fig. 39 bei a), welcher sehr deutlich für die Vereinigung der Zellfortsätze spricht, wobei dann der



vereinigte Nervenfasern in den Kerntheil des Bauchmarkes eindrang und hier sich in diesem speciellen Falle im centralen Nervenetze auflöste. Auf diesem, wie auch an manchen anderen Präparaten waren die Oeffnungen in der inneren Neurogliahülle so fein, dass sie bloß den Durchtritt eines einzigen Nervenfadens, oder doch nur weniger solcher gestattete. Auf diesem abgebildeten Präparate waren die zu dem in den Kerntheil eintretenden Bündel sich vereinigenden Nervenfädchen so fein, dass die Vermuthung nicht ferne liegt, diese untereinander zur Vereinigung bestimmten Fäden seien nicht ganze Fortsätze der birnförmigen Ganglienzellen, sondern blosse Aeste ihrer Hauptfortsätze.

Der Kerntheil des Bauchmarkes wird von einem vollständig ganglienzellfreien, grösseren dorsalen Abschnitt (Fig. 33, 34 w) und von einer ventralen Ganglienzellschichte (gz) gebildet. Während also die Ganglienzellen innerhalb des äusseren Neurogliaetzes überall zerstreut, aber nie in dichteren Gruppen vereinigt vorkommen, beschränken sie sich im Kerntheile des Bauchmarkes auf eine Gruppierung zu einer ventralen dicken Schichte (Fig. 33, 34, 35 gz) und die lateralen und dorsalen Seiten, sowie der innerste Theil des Kerntheiles sind vollständig frei von Ganglienzellen; diese ist vielmehr ausschliesslich vom centralen Nervenetze, wie von Zügen nervöser Längs- und Querfasern gebildet.

Die recht ansehnliche Ganglienzellschichte im Kerntheile des Bauchmarkes beginnt an der Stelle, wo die Wurzeln der Nerven in den äusseren Theil des Bauchmarkes abtreten. Sie wird aus multipolaren Ganglienzellen zusammengesetzt (Fig. 35, 37, 38 gs), die sich untereinander, ähnlich etwa wie bei niederen prosobranchen Schnecken, zu einem Zellverbände vereinen. Es kommt hier somit zu den engsten Verbindungen der Ganglienzellen unter einander und die in der Mitte der Schichte sich findenden Zellen gehen mit ihren Ausläufern nach allen Richtungen directe Anastomosen mit benachbarten Zellen ein, so dass auf Schnittpräparaten man oft genug eine einzige Zelle sich mit vier, ja sogar mit fünf benachbarten Zellen verbinden sieht. Eine Regel über die Anordnung der Ganglienzellen nach Grösse hier angeben zu wollen, wäre rein unmöglich, da sie sich untereinander nach Form sowohl, wie nach Grösse vollständig vermischen, wobei Uebergänge zwischen Grösse und Form zahlreich genug sich vorfinden. Immerhin kann man so viel aussagen, dass die grössten Zellen mehr lateralwärts liegen, während die kleinsten eine centrale Lagerung in der Zellschichte einnehmen; von diesen

letzteren kann man geradezu im Allgemeinen behaupten, dass sie die centralsten Zellen (Fig. 35, 37, 38) sind. Vereinzelt, im centralen Nervenetze zerstreute Zellen kommen nicht vor.

Bevor wir aber auf die neuralen Elemente und ihr weiteres Verhalten noch weiter eingehen, möge hier noch einmal auf das innere Neurogliaetz zurückgekommen werden. Es ist, obgleich feinmaschiger als das äussere, immerhin noch weitmaschig genug und seine Fäden sind gleich dem des äusseren Netzes im Verhältniss zu den Nervenfasern breit, stets doppelt contourirt und den matten Nervenfasern gegenüber hell glänzend. Durch Osmiumsäure, womit sich das Nervengewebe bräunt, erfährt das Neurogliaetz keine Bräunung. All dies ermöglicht es, an wohlgelungenen Präparaten die Grenze, bis wohin das innere Neurogliaetz reicht, ganz genau zu ermitteln. Man kann es zwischen der Ganglienzellschichte als glänzende Fäden deutlich erkennen, wo es förmlich die Ganglienzellschichte (Fig. 35, 37, 38) durchweht. Nie wird man aber beobachten können, dass die Fäden des Neurogliaetzes in das centrale Nervenetz eindringen würden, was bei seiner Mächtigkeit jenem Netze gegenüber, wie auch durch seine refractile Eigenschaft leicht zu constatiren wäre. Die einzelnen Fäden des Netzes lösen sich aber auch nie in feinere Theile auf, wie ich dieses mit Sicherheit constatiren konnte, um ein zarteres und aus diesem Grunde vielleicht leichter übersehbares Netz im Nervenetze zu bilden. Mit grösster Sicherheit kann ich darum behaupten, dass das innere Neurogliaetz mit der Ganglienzellschichte im Kerntheile des Bauchmarkes aufhört, wie dieses auf meinen Abbildungen (Fig. 35, 37, 38) dargestellt wurde. An der dorsalen Seite des Kerntheiles, wo in demselben die Ganglienzellschichte fehlt, setzt sich das innere Neurogliaetz in Verbindung mit dem äusseren Neurogliaetze auf die schon beschriebene Weise und weiter nur kurze Strecken in das Nervenetz fort, um hier entweder in sich abgeschlossen oder mit einzelnen Fäden blind zu endigen (Fig. 39 b). Nach meinen Untersuchungen nun besteht bei Sipunculus ein äusseres und inneres Neurogliaetz, wobei das äussere Netz innig sowohl mit der äusseren, wie mit der inneren Neurogliahülle, von welchen es sich chemisch unterscheidet, zusammenhängt; ausserdem aber auch durch Lücken in der inneren Neurogliaescheidemit dem inneren Neurogliaetze zusammenhängt, welches letzteres mit dem innern

Rande der inneren Neurogliahülle fest verbunden ist. Das innere NeurogliaNetz hört aber mit der Ganglienzellschichte ventralwärts auf, und dorsalwärts erstreckt es sich nur ganz kurze Strecken in das centrale Nervennetz fort. Es kommt somit in der centralen Fasersubstanz neben dem Nervennetze kein GliaNetz vor, worin sich diese Verhältnisse von jenen der erranten Polychaeten wesentlich unterscheiden und mehr dem der Tubicolen anschliessen. Das Innere des Kerntheiles wird somit von rein nervösen Geweben erfüllt, worin hauptsächlich das feine, aber durch Osmiumsäure sehr schön darstellbare Nervennetz die Hauptrolle spielt. Dieses Nervennetz gehört wohl zu den feinsten mir bekannt gewordenen centralen Nervennetzen, denn ein feineres habe ich nur noch bei den Nemertinen beobachten können. Zumeist zerfielen die Fortsätze der Ganglienzellen, welche dieses Gewebe zu bilden berufen sind, sofort nach ihrem Abtritte in dasselbe. Bei den grösseren birnförmigen Zellen der äusseren Neuroglia-schichte mussten die in das Nervennetz sich auflösenden Fortsätze naturgemäss sehr lang sein. Doch sind solche Fortsätze jener grösseren Zellen im Ganzen nur seltenere Vorkommnisse, da diese Zellen sich in der ventralen Hälfte des Bauchstranges hauptsächlich mit den Zellen der Ganglienzellschichte verbinden. Anders verhalten sich die Fortsätze jener Zellen in der dorsalen Bauchstrangshälfte, die wohl zum grössten Theile in das centrale Nervennetz sich auflösen. In der Ganglienzellschichte sind, wie dieses schon erwähnt wurde, die Zellen untereinander zu einem Zellverbande vereint und somit sind es nur die innersten Fortsätze der innersten Zellen, welche sich in das centrale Nervennetz auflösen (Fig. 35, 37, 38).

Die Verbindung, d. h. die Anastomose zwischen den Ganglienzellen, findet immer zwischen Nachbarzellen statt, von welcher Regel ich nur an einer Stelle Ausnahmen constatiren konnte. Ich fand nämlich, wenn ich durch den Bauchstrang von oben und links nach unten und rechts (Fig. 33,  $\pi \pi'$ ), oder von der anderen Seite in derselben Richtung Schnitte führte, in dem medianen Theile der Ganglienzellschichte, oberhalb der der ventralen Lateralfurche entsprechenden Einbiegung der inneren Neuroglia-scheide, dass die innersten Ganglienzellen der Zellschichte, deren übrige Fortsätze sich in das centrale Nervennetz auflösten, mit einem ihrer Fortsätze sich mit einer anderen Zelle, welche bereits in der entgegen-

gesetzten Seitenhälfte des Bauchstranges gelegen hatte (Fig. 37 b, c), sich verbinden. Die zwei miteinander anastomosirenden Zellen lagen weit auseinander und somit waren diese Verbindungen äusserst lang. Somit verbanden sich hier zwei Zellen der beiden Seitenhälften mit Ausschluss anderer Zwischenglieder des sonst einheitlichen Bauchstranges direct miteinander. Ich kann nicht umhin, an diese Beobachtung einige Bemerkungen anzuknüpfen. Würde diese Verbindung in den bekannten Fällen allein dastehen, so würde sie kaum einer weiteren Aufmerksamkeit für werth erscheinen. Wir kennen aber noch einen Fall, wo selbst die sonst ganz einheitlichen Bauchstränge ähnliche Verbindungen von Ganglienzellen sind, der einen Bauchmarkshälfte mit solchen der anderen, wenn auch durch die Vermittlung einer ganz bestimmten Zelle, stattfinden. So einen Fall beschrieb ich bei Lumbricus, wo zwei Zellen, je eine aus jeder Bauchmarkshälfte (siehe das Capitel über Lumbricus), durch die Vermittlung der sogenannten „medianen Zelle“ erfolgte. Diese Arten der Verbindungen werden wahrscheinlich die Aufgabe zu erfüllen haben, eine raschere Communication zwischen den beiderseitigen Bauchmarkshälften zu ermöglichen, als eine solche durch die Vermittlung des Ganglienzellverbandes oder durch die des Nervennetzes sonst möglich wäre.

Ich will nun auf die Ursprungsweise der Nerven im Bauchstrange von Sipunculus eingehen. Nachdem der Nerv aus dem Kerntheile des Bauchmarkes getreten, durchsetzt er den äusseren Theil und tritt aus dem Bauchmarke (Fig. 33, 34) heraus. Einen Ueberzug erhält der abtretende Nerv von der äusseren Neurogliahülle und die innere Neurogliahülle gibt dem Nerven keinen Ueberzug, der etwa als ein zweiter, innerer den Nerven einhüllen sollte. Entweder ist dort, wo der Nerv den Kerntheil verlässt, die äussere Neuroglia ganz durchbrochen, um den Nervenfaserbündeln durch eine grosse Oeffnung den Durchtritt zu ermöglichen (Fig. 33 links), oder besitzt er nur mehrere kleinere Oeffnungen und ist gewissermassen durchsiebt, durch welche einzelne kleinere Faserbündel hindurchtreten, um dann, in der inneren Hälfte des Bauchstranges angelangt, sich zu einem einzigen Bündel zu vereinen (Fig. 33 rechts, Fig. 34). Man findet an manchen Präparaten einer Serie innerhalb des Kerntheiles die Nervenfasern nicht weiter in das Innere desselben ziehen (Fig. 33). In so einem Falle hat man dann eine Stelle innerhalb des Nerven getroffen, wo sämmtliche seiner Fasern gleich am lateralen Rande des Kerntheiles aus dem centralen Nervennetze sich construiren, und so nach meiner

Bezeichnung Fasern indirecten Ursprunges sind. In anderen Fällen sieht man aber innerhalb des Kerntheiles die Fasern weiter bis an die Medianebene hinziehen (Fig. 34). In solchen Fällen ziehen die Fasern immer in der ventralen Hälfte oberhalb der Ganglienzellschichte hin, so dass die dorsale Hälfte (w) stets frei von Querfaserungen angetroffen wird. Auf der rechtseitigen Hälfte des abgebildeten Präparates ist ferner zu sehen (Fig. 34 bei k), dass, indem die von unten kommenden Fasern unweit beim Austritte aus dem Kerntheile sich nach oben wenden und die über ihnen gelegenen nach unten zu ziehen, eine Kreuzung entsteht. In jenen Fällen, wo die Faserung des Nerven weit in das Innere des Kerntheiles verfolgbar ist, wie im letzten Falle, haben wir es zum grössten Theile der Fasern mit directen Zellursprüngen zu thun. Ich habe da ein sehr lehrreiches Präparat abgebildet (Fig. 38), an dem an einer Stelle, wo der Nerv nicht allzu mächtige Faserbündel in den Kerntheil sandte, also an dem proximalen oder distalen Ende des Nervenrandes, die Texturverhältnisse besser zu beobachten waren. Die innersten Ganglienzellen am inneren Rande der Ganglienzellschichte der Medianebene waren hier kleine mehr oder weniger spindelförmige Elemente mit nur drei Fortsätzen. Die zwei Fortsätze an dem inneren Pole waren der Zellschichte zugekehrt und, wie dieses eine Zelle noch ganz deutlich zeigte, mit einer anderen multipolaren Zelle dortselbst verbunden. Der innerste Fortsatz dieser ihrer Form nach charakteristischen Zellen (z) war nach innen zu gerichtet und stets sehr lang. Diese Fortsätze dürften sich wohl in keinem Falle im Nervenetze auflösen, wie dieses auch andere Präparate bezeugten, sondern setzen sich als Nervenfasern in den Nerven direct fort oder aber zogen sie nach einigem Verlaufe nach vorwärts oder rückwärts, um schliesslich doch in den Nerven nach aussen umzubiegen. Von einem derselben (z) konnte ich sogar den Fortsatz als echten Nervenfadens (z', df) in den peripheren Nerven verfolgen. Auch sind unter diesen Zellen, doch nicht unmittelbar ihnen anliegend, noch einige grössere Zellen vorhanden (t), welche mit dem einen ihrer recht zahlreichen Fortsätze mit grossen birnförmigen Zellen in dem äusseren Neurogliaetz verbunden sind, mit ihrem langen inneren Fortsatz aber aller Wahrscheinlichkeit nach in den Nerven sich fortsetzen. Oberhalb jener charakteristischen kleinen Zellen finden sich noch sehr zahlreiche Nervenfasern vor, die eine deutliche Kreuzung (w) unter sich zeigen. Es unterliegt somit keinem Zweifel, dass aus der einen Hälfte des Bauchmarkes auch in den der ent-

gegengesetzten Hälfte angehörenden Nerven Fäden abgehen und dass hier eine Kreuzung der beiderseitigen Fasern sich vorfindet.

Ausser den angeführten directen Zellursprüngen sah man auch noch eine andere Zelle ( $z''$ ), bei der einer ihrer Fortsätze sich mit einer anderen Ganglienzelle verband, während ein anderer in das centrale Nervenetz sich auflöste, und ein dritter und längster Fortsatz sich in die Nervenwurzel fortsetzte. Zwei andere neben einander liegende multipolare Ganglienzellen ( $r$ ) gaben zwei Fasern in den Nerven ab und lösten ihre übrigen Fortsätze in das centrale Nervenetz auf. Viele der Nervenfasern hatten aber einen indirecten Ursprung ( $nf, nf'$ ) und entstanden aus dem centralen Nervenetze. Auch drei andere Zellen habe ich beobachtet ( $dn, dn', dn''$ ), die bereits in dem äusseren Neurogliaetze lagerten und ihren stärksten Fortsatz in den Nerven sandten. An diesem Präparate, dem ähnliche ich noch mehrere besitze, war somit die doppelte Ursprungsweise der peripheren Nervenfasern bei *Sipunculus* aus den Ganglienzellen einerseits und dem Nervenetze andererseits auf das Sicherste nachweisbar.

Die peripheren Nerven entstehen somit sozusagen ausschliesslich aus dem Kerntheile des Bauchmarkes, denn ausser den angeführten, weniger dicht anliegenden Zellen ( $dn, dn', dn''$ ) sah ich nie von den Ganglienzellen aus dem äusseren Neurogliaetze Fasern in den Nerven abtreten. Jene Ganglienzellen hängen vielmehr, wie es scheint, fast ausschliesslich mit den Ganglienzellen der Ganglienzellschichte im Kerntheile zusammen und nur seltener dürften ihre Fortsätze sich im centralen Nervenetze auflösen.

### Nemertinen.

Von Nemertinen habe ich bloss eine nicht weiter bestimmte *Cerebratulus* untersucht und auch von dieser Form topographisch die Texturverhältnisse nicht weiter verfolgt. Wenn ich nun auch nicht behaupten kann, über diesen oder jenen Theil des Gehirnes sicheren Aufschluss zu geben, so kann ich meiner Ansicht nach auf zwei Fragen ganz sicher antworten, und zwar erstens auf die Frage, wie weit innerhalb des Centralnervensystems die Neuroglia sich verbreitet und zweitens, in welcher allgemeinen Form die Ganglienzellen auftreten.

Ich habe im Ganzen nur wenige, doch ganz tadellose Präparate nach der schon angeführten Weise behandelt, angefertigt, ihre

Zahl beträgt nur achtundzwanzig. Durch diese vorzüglichen Präparate einerseits, andererseits durch die Herbeiziehung der betreffenden Literatur glaube ich aber immerhin eine Lücke in der Anatomie der Nemertinen ausfüllen zu können.

Was speciell die Neuroglia betrifft, so habe ich hier ein sehr primäres Verhalten constatiren können, das aber einige Aehnlichkeiten mit jenem der Sipunculiden und niederen Prosobranchiern aufweist.

Hubrecht hat einige Angaben über die Neuroglia der Nemertinen, welche er aber „Stützgewebe“ nennt, gemacht. Er hat gefunden, dass die Nervenzellen in einem weitmaschigen Stützgewebe eingebettet liegen, „welches besonders gegen die Aussenwand des Gehirnes, woselbst die Zellen nicht so dicht gedrängt stehen, auch die grösseren Nervenzellen gefunden werden, zu Tage tritt“.<sup>1)</sup> Dieses Stützgewebe soll sich ferner durch Carmin dem Nervenfasergewebe gegenüber tingiren. Darüber, ob dieses Maschenwerk zwischen den Ganglienzellen mit der Nervenscheide zusammenhänge oder jene innere Scheide, die bei Carinella speciell die Ganglienzellschichte vom Faserkerne trennt und welche von den Fortsätzen der Ganglienzellen, um in den Faserkern zu gelangen, durchbohrt wird, mit jenem Maschenwerke zusammenhängt, darüber gibt Hubrecht weiter nichts an.

Ich habe nun aus dem Gehirne, wo der Rüsselnerv abtrat und somit in der Nähe der centralwärts gelegenen grösseren Commissur allerdings auch ein weitmaschiges grobes Netz gefunden (Fig. 30 a), in dessen Maschenräumen ich aber Ganglienzellen nie erblicken konnte, diese liegen vielmehr unter diesem Netze (gz) und sind von ihm durch ein sehr dünnes Häutchen getrennt (b), das sich auch dadurch von jenem Netze unterscheidet, dass es sich mit Carmin intensiver tingirt als jenes. Dieses ist aber nicht identisch mit der Neuroglia der anderen Würmer und die Neuroglia wird blos durch jenes Häutchen repräsentirt, das zwischen jenem und den Ganglienzellen gelegen ist. Dieses wird vollinhaltlich bestätigt, wenn wir einen Schnitt aus dem lateralen Rande der sogenannten Markstränge betrachten. Von hier erhielt ich einige schön tingirte feine Präparate. An einem solchen (Fig. 28) fand ich die Neuroglia in Form eines dünnen Häutchens vor (n), welches

<sup>1)</sup> A. A. W. Hubrecht, Zur Anatomie und Physiologie des Nervensystems der Nemertinen. Naturk. Verh. der königl. Akademie. Amsterdam 1880, Decl. XX (pag. 11 d. Separatabdr.).

nach innen zu zwar Andeutungen von Fortsätzen zeigte, solche aber nirgends bedeutende Mächtigkeit besaßen. Auf keinen Fall existirt an den untersuchten Stellen, weder zwischen den Ganglienzellen, noch in dem Faserkerne, ein Neuroglianetz, welcher Mangel durch den Umstand sehr hervortritt, dass diese Neurogliahülle den nervösen Bestandtheilen gegenüber mit Carmin sich sehr intensiv tingirt. Obgleich meine Untersuchungen nicht sehr ausgedehnt waren, so darf ich doch behaupten, dass das Wenige, was ich hier mittheilen kann, genau von mir beobachtet wurde. Ich kann darum behaupten, dass bei *Cerebratulus* die Neuroglia in einem sehr primären Zustande auftritt und bloss aus einer das ganze Centralnervensystem nach aussen umhüllenden und auf die peripheren Nerven abtretende Hülle besteht, die nur selten Kerngebilde besitzt und mit einem Neuroglianetze innerhalb des Centralnervensystemes, das ausschliesslich von nervösen Geweben gebildet wird, nicht zusammenhängt.

Es wird nun ferneren Untersuchungen anheimgestellt werden müssen, ob jenes von Hubrecht beschriebene Netz zwischen den Ganglienzellen des Gehirnes ein neurogliales ist, oder bloss von den durch Hubrecht nicht beobachteten, mit einander sich direct verbindenden Fortsätzen der Ganglienzellen gebildet wird. Hubrecht gibt über diese Structurverhältnisse keine Abbildung und so wird es sehr schwer, seine Beobachtungen zu beurtheilen. Aber selbst angenommen, Hubrecht's Beobachtungen bestätigten sich und es würde nachweisbar werden, dass in der That bei manchen Nemertinen zwischen den Ganglienzellen, aber an bloss ganz bestimmten anatomischen Stellen sich ein neurogliales Netz vorfindet, so wird an meiner Aussage, dass sich hier die Neuroglia in der That auf sehr primärem Zustande erhalten, nur wenig und bloss insoferne modificirt werden, als im Gehirne, welches eine grosse Concentration aufweist, die Neuroglia sich mächtig entwickeln musste. Dass es aber anatomische Stellen in der Nähe von Commissuren gibt, wo die Neuroglia sich sehr primär erhielt, dieses wird kaum je widerlegt werden können.

Was die Morphologie der Ganglienzellen anbelangt, so befinde ich mich im Widerspruche mit den Angaben Hubrecht's. Er führt, ohne freilich seine Angaben durch Abbildungen zu stützen, an, dass die Ganglienzellen der Mehrzahl nach unipolar seien, wobei auch der einzige Fortsatz in den meisten Fällen sehr schwer nachweisbar wäre. Nun abgesehen von dem Umstande, dass eine



Unipolarität im strengsten Sinne, wie dieses Golgi, ich und vor uns schon seit langem Rudolph Virchow betont haben, nicht gibt, da jeder Fortsatz später sich mehr oder weniger theilt, so möchte ich diese Beobachtung wenigstens bezweifeln, da ich gerade aus dem oberen Rande der Gehirnschwellung ein Präparat besitze, wo die ziemlich dicht bei einander gelegenen Zellen ausnahmslos multipolar sind (Fig. 29) und deren Fortsätze zu directen Verbindungen untereinander dienen. Die Ganglienzellen anastomosiren vielfach unter einander und ihre Maschenräume sind entweder von Durchschnitten anderer Ganglienzellfortsätze mehr oder weniger erfüllt oder es lagert in einer solchen eine andere Ganglienzelle ein, die auf dem Querschnitte dann fortsatzlos erscheint, was sie aber selbstverständlich nicht ist. Ich will darum nicht ganz kategorisch behauptet haben, dass an Stellen des Gehirns, wie etwa an dem dritten, durch den Flimmercanal des sogenannten Seitenorganes durchsetzten Ganglion, wo die Ganglienzellen sehr dicht gestellt sind, sich weniger verästelte Zellen vorfinden, was in dem Falle durch die grosse Concentration bedingt sein würde; und somit geht meine Behauptung nur dahin, dass an Stellen, wo die Ganglienzellen lockerer liegen, diese im höchsten Grade multipolar sind. An dem schon angeführten Präparate aus dem „Nervenmarkstamme“ habe ich nun beobachtet, dass die cortical gelegene Ganglienzellschichte (Fig. 29 gz) aus grösseren und sehr kleinen Ganglienzellen bestand, die einen sehr grossen, doch nicht ganz runden Zellkern besaßen. Ein deutliches, sehr kleines Kernkörperchen war gut zu erkennen. Die verschieden grossen Ganglienzellen waren sämmtlich multipolar und ihr Zelleib um den Kern herum war stets recht ansehnlich. Die Fortsätze der Ganglienzellen verbanden sich entweder sofort mit solchen ihrer Nachbarn oder sie verästelten sich in ein gröberes Nervenetz, das zwischen den Ganglienzellen lagerte. Zu äusserst, an der Neurogliahülle, war dieses Netz feiner und die ihr eingestreuten Ganglienzellen sehr klein (a). Sie wurde aber in der nächstfolgenden Stelle nach innen zu bereits weitmaschiger und dementsprechend waren hier auch grössere Ganglienzellen (b) vorhanden. Endlich zu innerst in der Ganglienzellschichte waren bei gleichbleibender Netzweite die Ganglienzellen wieder kleiner (d).<sup>1)</sup> Darauf folgte

<sup>1)</sup> An sogenannten Nervenmarkstämmen, also an einem der primärsten Ganglien, wie wir solche bis zur Zeit blos bei Trematoden, Turbellarien, Nemertinen und in den Bauchsträngen niedriger Prosobranchier kennen, ist diese Anordnung der Ganglienzellen, nach welcher nach aussen und innen die kleinsten Zellen gelegen sind, die Regel.

ein weitmaschiges Nervennetz (nv), dessen Maschenräume länger als breit und von vorne nach hinten gerichtet waren. Dieses weitmaschige Nervennetz ging nun auf einmal in ein äusserst zartes Netz über (rh), welches die ganze innere Faserschichte ausfüllte und welcher nur longitudinale gröbere Nervenfasernzüge, nie aber Ganglienzellen eingestreut waren. Dieses war das feinste centrale Nervennetz, das ich bis zur Zeit zu beobachten Gelegenheit hatte, doch war es bei aller seiner Zartheit mit dem Immersionssystem sehr deutlich zu beobachten.

Hubrecht gibt vom Faserkern richtig an, dass er aus äusserst zarten, mit einander anastomosirenden, mit Tinctionsmitteln sich beinahe gar nicht färbenden Fasern bestünde, und in der That kann ich auch bestätigen, dass sich das centrale Nervennetz nicht nur hier, sondern im ganzen Thierreiche, soweit meine Erfahrung reicht, fast gar nicht durch Carmin tinctur färbt. Ferner soll der Faserkern bei Carinella im Gegensatze zu jenem der Schizone mertini von aussergewöhnlich lockerem Baue sein, da er, wie ich hinzufügen möchte, höchstwahrscheinlich von einem grossmaschigeren Nervennetze gebildet wird.

Beim Abgange des starken Rüsselnerven, und zwar an dessen äusserem Rande, konnte ich einmal beobachten, dass einer der Fortsätze der Ganglienzellen, die übrigen an Breite übertreffend, sich direct in den Nerven fortsetzte (Fig. 30 du), während andere aber naturgemäss stets die zu innerst gelegenen Fasern des Nerven ihren Ursprung aus dem Nervennetze nahmen (nu). Soweit reichen meine Beobachtungen, aus denen aber, so wenig ausgedehnt sie auch sind, sich mit aller Klarheit ergibt, dass das Nervensystem auch in seiner Structur sich den primärsten Verhältnissen anschliesst, denn sowohl die geringe Ausbildung der Neuroglia, als auch die grosse Zahl der multipolaren Ganglienzellen müssen als der Ausdruck eines solchen angesehen werden.

### Allgemeine Betrachtungen.

Zum Schlusse dieser Abhandlung möchte ich mir erlauben, einige allgemeine Betrachtungen an die gewonnenen Resultate anzuknüpfen. Vor Allem möchte ich auf phyletischem Wege die Frage zu beantworten suchen, was wir heute unter Neuroglia zu verstehen haben. Auf ontogenetischem Wege ist diese Frage heute noch insoferne nicht beantwortet, als wir zur Zeit noch nicht wissen, aus welchem Keimblatte dieses Gewebe ableitbar sei,

woran die Schuld allein der Umstand tragen mag, dass die Kenntniss der Histogenese trotz der immensen Fortschritte in der Embryologie heute noch keinen grossen Fortschritt aufweist. Selbst histogenetische Untersuchungen über Nervengewebe bei den Wirbeltieren, bei denen zur Zeit die Neuroglia am genauesten histologisch bekannt war, beschäftigen sich mit dieser Frage leider nicht.<sup>1)</sup> So konnte es denn kommen, dass bei den wenigen Angaben über die Herkunft der Neuroglia die Ansichten der Forscher sich auf das Entschiedenste widerstreiten. Während Gierke, der allerdings seine Annahmen weiter nicht stützt, der Ansicht ist<sup>2)</sup>, dass die Zellen der Neuroglia aus dem Ectoderm, und zwar aus denselben Zellen, aus welchen die Ganglienzellen entstehen, sich entwickeln welcher Ansicht auch Götte<sup>3)</sup>, der sich freilich darüber nur en passant äussert, zu sein scheint, gibt einer unserer hervorragendsten Embryologen, Kölliker<sup>4)</sup>, an, dass sie mesodermalen Ursprunges seien und erst mit den Blutgefässen in das Rückenmark hinein wuchern. Ich glaube fast, wir dürfen, selbst bei den widersprechenden Angaben, umsomehr der Ansicht hinneigen, dass die Neuroglia thatsächlich ectodermalen Ursprunges sei, als sie, wie dies Gierke sicher nachwies, mit der epithelialen Auskleidung des Neuralcanales im Rückenmarke und mit der gleichen Auskleidung der Hirnhöhlen direct zusammenhängt, aber auch andererseits die vergleichende Anatomie hiezu Belege abgibt.

Bei den Polychaeten wissen wir, dass das der Neuroglia homologe Stütznetz sich auch in die Hypodermis fortsetzt. Wenn auch nicht nachgewiesen werden konnte, dass es heute noch in irgend einem directen Zusammenhange mit den Elementen der Hypodermis stünde und die diesbezüglichen Angaben Rohde's als unrichtig bezeichnet werden müssten, so ist der Umstand, dass das äussere perineurale Netz sich in die Hypodermis fortsetzt, doch von einiger Wichtigkeit und scheint mir einen Fingerzeig bei weiteren Forschungen bei Formen abzugeben, wo primäre Verhältnisse sich besser gewahrt haben werden. Ich meine hiemit die Archianneliden. Ueber dieselben besitzen wir zwei Abhandlungen, die Hatschek's<sup>5)</sup>

<sup>1)</sup> V. Rohon, Zur Histogenese im Rückenmarke der Forelle. Sitzungsbericht d. bayr. Akad. d. Wiss. Math.-phys. Classe. Jahrg. 1884.

<sup>2)</sup> H. Gierke, Die Stützsubstanz des Centralnervensystems. I. Archiv für mikr. Anat. Tom. XXV, pag. 498.

<sup>3)</sup> Götte, „Entwicklungsgeschichte der Unke“.

<sup>4)</sup> A. Kölliker, Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere. Leipzig 1879, pag. 599.

<sup>5)</sup> B. Hatschek, Protodrilus Leuckartii, eine neue Gattung der Archianneliden. Arbeiten aus dem zool. Inst. zu Wien. 1880, Tom. III.

und die ausführlichere Fraipont's.<sup>1)</sup> So werthvoll diese Abhandlungen nun in anderweitiger Beziehung sind, so sind sie für unsere Frage doch nicht belangreich genug. Fraipont, der über das periphere Verhalten und hauptsächlich über die Nervenendigungen höchst werthvolle Angaben liefert, behandelt die Histologie des Centralnervensystems viel zu ungenau, um daraus zu allgemeineren Resultaten gelangen zu können. Hier thut noch eine strenge histologische Untersuchung Noth und die Frage nach der Herkunft der Neuroglia ist bei den Anneliden noch nicht endgiltig erledigt.

Wenn wir somit nun weiter gehen und bei niedersten Thierformen das centrale Nervensystem, wo es am genauesten bekannt ist, also bei den Medusen, betrachten<sup>2)</sup>, so sehen wir, dass der Nervenring, das centrale Nervensystem jener Thiere, nur Ganglienzellen und Nervenfasern enthält, dass aber dem nervösen Gewebe andere Bestandtheile nicht eingemengt sind. Diese Thatsache ist heute durch die Untersuchungen O. und R. Hertwig's<sup>3)</sup> besser bekannt und viel zu oft bestätigt worden, um einen Zweifel zuzulassen.

Die den oberen vom unteren Nervenringe trennende Stützelamelle kann aber meiner Ansicht nach in keinem Zusammenhange mit der Neuroglia gebracht werden. Weiterhin hat weder der Nervenring, noch die peripher abtretenden Nerven, mögen sie auch schon eine grössere Summe von Nervenfasern in sich fassen, wie etwa die Hörnerven der Gorgoniden, eine wenn noch so feine Hülle um sich. Bei den Radiaten tritt somit eine Neuroglia auch in der primärsten Form, als dünne Umbüllung des Nervensystemes noch nicht auf und eine solche wurde auch von Hamann<sup>4)</sup> bei Echinodermen nicht beobachtet. Sie ist eine Eigen-

<sup>1)</sup> J. Fraipont, Recherches s. l. système nerv. centr. et périphérique d. Archiannélides (Protodrilus et Polygordius) et du Saccocirrus papilocercus. Arch. d. Biologie 1884, Tom. V.

<sup>2)</sup> Ich glaube in dieser Beziehung mit der Betrachtung des Nervensystemes der Medusen mich begnügen zu dürfen und auf jene der Actinien keine weitere Rücksicht nehmen zu müssen, denn was die zu behandelnde Frage betrifft, würden sich diese doch so verhalten wie jene. Auf die Spongien, bei denen Lendenfeld ein Nervensystem gefunden, ist dieses noch nicht so genau beschrieben, dass wir uns darauf einlassen könnten; dieselben werden aber zweifellos auch keine anderen Verhältnisse wie die Actinien aufweisen.

<sup>3)</sup> Das Nervensystem der Medusen. Leipzig 1878.

<sup>4)</sup> O. Hamann, Beitrag zur Histologie der Echinodermen. Zeitschr. für wissensch. Zool. Tom. XXXIX.

thümlichkeit der Bilaterien und wurde durch diese erst im Laufe der phylotischen Entwicklung erworben.

Unter den Platonen tritt eine Nervenöhle nach den Angaben Lang's<sup>1)</sup> weder bei Turbellarien, noch bei Trematoden und Cestoden auf. Auch bei den Chaetognathen, wo doch schon ein äusserst concentrirtes Nervensystem besteht, thut Oskar Hertwig<sup>2)</sup> mit keinem Worte einer Nervenöhle Erwähnung. Auch Bütschli<sup>3)</sup> hat bei den Nematoden keine Nervenöhle gefunden, wenigstens erwähnt er sie nicht. Somit tritt eine Neurogliahöhle in Form einer dünnen Umhüllung des Nervensystemes zum ersten Male bei den Nemeriten auf. Von hier aus scheint mir ihre Entwicklung nach zwei Richtungen erfolgt zu sein. Erstens dort zu, wo die dem Nervenmarkstamme der Nemeriten ähnlichsten Bildungen im ganzen Thierreiche anzutreffen sind, also in den Fusssträngen niederer Gasteropoden und dann den ihnen nächstverwandten Neomenien. Bei den niederen Gasteropoden speciell ist die Neuroglia, die ich dazumal, als ich sie zum ersten Male beschrieb, noch nicht als solche bezeichnete<sup>4)</sup>, sowohl an den Pedalsträngen als auch an den übrigen Ganglien eine mehr oder weniger dicke Höhle, die sowohl in die Centralmasse, als auch in die peripheren Nerven Fortsätze einsendet. Diese Fortsätze können dann sogar einzelne Ganglienzellen bis auf ihre Ausläufer allseitig umhüllen, aber erreichen nur selten das centrale Nervennetz und in diesem Falle hören sie dort blind auf und nehmen somit an der Bildung der centralen Fasermasse keinen Antheil. Ob innerhalb der peripheren Nerven eine mehr oder weniger ausgesprochene Septenbildung, vielleicht ein sehr grobes Netz aus den Fortsätzen der Neurogliahöhle oder „Gliahöhle“, wie sie Gierke bei den Wirbelthieren nennt, entsteht, in dessen Maschenräumen die Nervenfasern liegen würden, darüber ist sicher nichts bekannt. So viel aber steht fest, dass die Neuroglia innerhalb des centralen Nervennetzes keine Netzbildung eingeht, wofür ich heute mit eben soviel Sicherheit einstehe, als ich dieses früher gethan habe. Aber auch innerhalb der Ganglienzellschichte tritt keine Netzbildung ein, wie dieses etwa unter den tubicolen Polychaeten zu beobachten ist. Wie sich aber die

<sup>1)</sup> A. Lang, Unters. z. vergl. Anat. und Hist. des Nervensystems d. Plathelminthen. Mitth. d. zool. Station z. Neapel. Tom. I, II, III.

<sup>2)</sup> O. Hertwig, Die Chaetognathen. Jena 1880.

<sup>3)</sup> O. Bütschli, Beitr. z. Kenntniss d. Nervensystems d. Nematoden. Arch. f. m. Anat. Tom. X.

<sup>4)</sup> B. Haller, Stud. über marine Rhipidoglossen. II. Morph. Jahrbuch. Tom. XI.

Neuroglia innerhalb der Ganglienzellschichte bei denjenigen Mollusken, wo es zu compacten Ganglienbildungen kommt (höhere Prosobranchier mit Einschluss der Heteropoden, Acephalen, Opisthobranchier, Pteropoden, Pulmonaten und Cephalopoden, sowie Scaphopoden), verhält, hierüber sind einstweilen die Beobachtungen lückenhaft und somit durchaus unbefriedigend; so viel geht aber aus der Untersuchung Ravitz's hervor, dass ein neurogliales Netz zwischen dem centralen Nervennetze auch in den compacten Ganglien der Bivalven nicht vorkommt, was ich nach meinen neuesten, noch nicht veröffentlichten Beobachtungen bei Prosobranchiern auch bestätigen kann. Was nun ferner die Structur der Gliahülle betrifft, so kann so viel constatirt werden, dass sich in der stark färbenden Grundsubstanz Zellkerne mit geringer Protoplasmaumlagerung, der manchmal Pigmentkörner eingestreut sind, vorfinden. Weiter reicht unsere Kenntniss zwar hierüber heute nicht, doch möchte ich hier trotzdem die Vermuthung aussprechen, dass diese Hülle überall am Nervensysteme, wo sie vorkommt, anfänglich wenigstens aus einem dichten Zellnetze bestand, wovon heute nur die Zellkerne und ein geringer Zelleib beobachtet wurden, dessen Maschenräume von einer homogenen Zwischensubstanz angefüllt werden. Dieses Zellnetz wird sich dann nur durch entsprechende Chemikalien nachweisen lassen. Hiefür spricht ihr innigster Zusammenhang mit dem Neuroglia-netze, wo diese vorkommt. Nur an einzelnen periphersten Stellen ist dieses Zellnetz auch mit der gewöhnlichen Carmin-tinction sichtlich zu machen. So habe ich in einer wenig bekannten Schrift<sup>1)</sup> zu beweisen Gelegenheit gehabt, dass im Peritoneum von *Doris* enorm grosse multipolare Ganglienzellen sich vorfinden, die sowohl als auch ihr starker centraler Fortsatz und nicht weniger ihre peripheren Ausläufer von einer Nerven-hülle, wie ich nun ausbessern möchte, der Gliahülle umschlossen werden, und dass diese Hülle aus einem sehr feinen Zellnetze besteht, dessen Maschenräume von einer homogenen Zwischensubstanz ausgefüllt werden. Auch dafür habe ich einen Nachweis erbracht<sup>2)</sup>, dass die Gliahülle der Mollusken für pathologische Neubildungen nicht minder erregbar ist, wie jene des Menschen und der Säuger.

<sup>1)</sup> B. Ravitz, Das centr. Nervensystem der Acephalen. Jena'sche Zeitschr. für Naturwiss. Tom. XX, N. F. XIII.

<sup>2)</sup> B. Haller, Beitr. z. Kenntniss der Nerven im Peritoneum von *Doris tuberculata* L. Arb. a. d. zool. Inst. zu Wien. Tom. V, Fig. 4.

<sup>3)</sup> B. Haller, Beitr. z. Kenntniss der Muriciden. Denkschriften d. Akad. d. Wissensch. zu Wien. Math.-naturwiss. Cl. Tom. XLV, pag. 102—104.

In einer etwas anderen Weise ist die Neuroglia bei Sipunculus und unter den Anneliden bei Serpula differenzirt. Bei Sipunculus sahen wir, dass die Neurogliahülle mit einem weitmaschigen, von ihr chemisch verschiedenen Neuroglia-netze zusammenhängt, in dessen Maschenräumen Ganglienzellen liegen. Dieses Netz verdichtet sich dann zu einer Membran, die zwischen der äusseren Ganglienzellschichte des Bauchmarkes und den inneren Ganglienzellen gelegen ist, welche ihre Lagerung corticalwärts vom centralen Nerven-netze haben. Von dieser inneren Membran gehen Fortsätze ab, die sich zwischen der oberen Ganglienzellschichte abermals zu einem Netze vereinen. Dieses Netz, und dies ist wichtig, setzt sich aber nicht weiter in das centrale Nerven-netz fort, wodurch letzteres von jeder neuroglialen Bildung frei bleibt. Bei Serpula findet sich zwischen der corticalwärts gelegenen Ganglienzellschichte ein grobes, mit Carmin sich intensiv tingirendes Netz als Fortsetzung der Neurogliahülle vor, aber dieses Netz nimmt an der Bildung der centralen Fasermasse keinen Antheil, sondern diese wird ausschliesslich vom centralen Nerven-netze gebildet. Bei den Raubpolychaeten hat sich nun das äussere, die Ganglienzellen bergende Neuroglia-netz, das bei den Sipunculiden und bei Serpula anzutreffen ist, nicht nur weiter ausgebildet und in seine Maschenräume mesodermale Gebilde stellenweise aufgenommen (bei Sthenelais nach Rohde), sondern setzt sich auch als ein viel feinmaschigeres Netz auf das centrale Nerven-netz fort. Hiedurch haben sich aber Verhältnisse herausgebildet, die sich von den Nemertinen aus in einer anderen Richtung auch auf die Wirbelthiere fortgesetzt haben.

Das Verhalten der reducirten Neuroglia bei den Lumbriciden ist als ein durch diese Thiere (eventuell durch die Olygochaeten) selbstständig erworbenes Verhalten zu betrachten, wo die Neuroglia nicht bloss ein eigenartiges Verhalten aufweist, sondern auch die nervösen Elemente einen Rückschlag auf primäre Verhältnisse eingegangen sind. Das Verhältniss bei den erranten Polychaeten ist aber im höchsten Grade analog mit jenem der Wirbelthiere, wobei die Ganglienzellen sowohl ihrer Morphologie wie ihrer topographischen Gruppierung nach gerade einen Gegensatz zu jenem Verhalten bilden, was wir im Rückenmarke vorfinden und was von Gegenbaur schon seinerzeit betont wurde.

Eine zweite Frage, die ich hier erörtern möchte, ist jene über die primärsten morphologischen Verhältnisse der Ganglienzellen. Es ist das die Frage, sind die multipolaren oder die pseudo-unipolaren Ganglienzellen älteren Datums? Dies ist gewiss eine sehr

wichtige Frage, die, wie immer beantwortet, die heftigsten Gegen-erwiderungen hervorrufen wird. Obgleich ich hierauf gefasst bin, so will ich diese Frage hier doch erörtern, denn soll durch diese Erörterung die Beantwortung wie immer ausfallen mögen, so wird hiedurch endlich doch diese Frage rege gemacht. Ich will vorerst von einer gut begründeten Hypothese ausgehen, die als eine allbekannte dazu viel beigetragen hat, die Kleinenberg'sche Neuromuskelttheorie gründlichst zu vernichten. Sie rührt von den Gebrüder Hertwig her und wurde von mir in meinen Arbeiten mehrmals besprochen. Nach dieser Theorie soll das Nervensystem im Thierreiche zuerst als ein indifferentes Zellnetz entstehen, welches Hertwig als „Zellverband“ bezeichnen. — Sollte nun v. Lendenfeld's Angabe über das Nervensystem der Spongien sich vollinhaltlich begründen, wöüber ich nicht zweifle, so wird diese schöne Theorie sich aus der hypothetischen Lage ganz erheben müssen. Nachdem nun dieses indifferente Zellennetz durch die Erwerbung der specifisch nervösen Energie sich zu einem Nervensystem der primärsten Art differenzirt, wird es beiden craspedoten Medusen durch die Beeinflussung der nun ausgebildeten Sinnesorgane zu einer viel höheren Stufe erhoben, als etwa bei den Anthozoen, wo speciell bei den Actinien<sup>1)</sup> jenes primäre Verhalten sich noch theilweise ausprägt.

Bei der Bildung eines solchen Nervennetzes aber waren multipolare Ganglienzellen eine *conditio sine qua non*. Es wäre aber selbst bei dem Umstande, dass jene hypothetische Annahme heute eine wohlbegründete ist, eine missliche Sache, wenn ich den Nachweis nicht auch sonst versuchen wollte, dass die multipolaren Ganglienzellen in der That primärere Vorkommnisse sind als Ganglienzellen mit wenigen und hauptsächlich nach einer Richtung hin concentrirten Fortsätzen, wodurch birnförmige, oft scheinbar unipolare Ganglienzellen oder solche, die neben einem hauptsächlich starken, sogenannten Achsenzylinderfortsatz oder Nervenfortsatz oder wie ich ihn auch nannte, directen Fortsatz, entstehen. So werthvoll die citirten Abhandlungen der Gebrüder Hertwig nun auch sind, und so hoch ich diese Leistung auch schätze, so bin ich doch der Ansicht, dass im primitiven Nervennetz der Anthozoen und innerhalb des Nervenringes der Medusen die Verhältnisse sich etwas anders herausstellen werden, als dieses bis jetzt bekannt gemacht wurde. Ich habe diese Ansicht schon

<sup>1)</sup> O. und R. Hertwig, Die Actinien. Jena'sche Zeitschr. f. Naturwissensch. Tom. XIII.



früher dorthin ausgesprochen, „zukünftige Untersuchungen dürften vielleicht in dem faserigen Theile des Nervensystemes der Medusen eine theilweise Netzstructur auffinden lassen“. <sup>1)</sup> Gewiss werden sich dann auch an den oft nur als eine Verdickung einer dickeren Nervenfasern oder als eine birnförmige Zelle erscheinenden Ganglienzellen feinere, ja sehr feine Fortsätze ausfindig machen lassen, die dann in ein feines, zur Zeit noch nicht beobachtetes Nervenetz sich auflösen würden. Die Untersuchung des Nervenringes der Medusen ist ja auch technisch sehr schwierig, in Folge dessen es sich sehr leicht hätte ereignen können, dass bei der Isolirung mit der Nadel oder selbst bei der Abpinselung, welches Verfahren ja die Autoren anwandten, die feinsten Fortsätze abgerissen wären. — Bedenken wir doch nur, wie lange Ganglienzellen auch bei Vertebraten für einfortsätzig gehalten worden sind, welche in der That daneben noch zahlreiche feinste Fortsätze besitzen! Hierauf hat auch G. Fritsch <sup>2)</sup> hingewiesen und in der That würden die von ihm beschriebenen grossen Ganglienzellen aus den Rückenmarksknoten des *Lophius piscatorius* die besten Beispiele für diese feinsten Fortsätze liefern. Die Mehrzahl der Ganglienzellen im centralen Nervensystem der Medusen und Actinien ist aber auch in der That als multipolar von O. und R. Hertwig beschrieben worden.

Um einen Schritt weiter zu gehen, so ist das bekannte primitivste Structurverhältniss ohne Zweifel in den sogenannten Nervenmarksträngen und nicht in concentrirten Ganglienknoten zu finden. Als solche wären zu bezeichnen die Lateralstränge der Nemertinen <sup>3)</sup>, sowie die Pedalstränge der niederen Prosobranchier und der Neomenien. Die Annahme, dass diese sogenannten

<sup>1)</sup> B. Haller, Ueber d. sog. Leydig'sche Punktsubstanz im Centralnervensystem. Morphol. Jahrbuch. 1887.

<sup>2)</sup> G. Fritsch, Ueber einige bemerkenswerthe Elemente des Centralnervensystems von *Lophius piscatorius*. L. Arch. f. mikr. Anat. Tom. XXVII.

<sup>3)</sup> Wenn ich auch in dem Nervensystem der Turbellarien, insoferne es nicht speciell den Gehirnknoten betrifft, sehr primäre Verhältnisse erblicke, die sich bei phyletischen Betrachtungen des Centralnervensystemes vorzüglich verwerthen lassen, so möchte ich doch, da mir die histologischen Verhältnisse dortselbst nur nach den Angaben der sonst werthvollen Lang'schen Arbeit bekannt sind, in der aber die feinere Histologie in der Weise, wie es hier nöthig gewesen wäre, nicht verfolgt wurde, auf dieselben nicht eingehen. Immerhin hat Lang doch histologische Verhältnisse mitgetheilt, die unserer Auseinandersetzung hier zu Gute kommen; so hat er unter Anderem eine Abbildung eines ganglienzellhaltigen Nerven von *Thysanozoon Diesingii* (l. c. Taf. XV, Fig. 5) gegeben, welche ganz zu Gunsten dieser Auseinandersetzung spricht.

Nervenmarkstränge primäre Bildungen darstellen, wird heute nach dem, was von ihnen bekannt ist, wohl Niemand bezweifeln. Hier finden wir aber, wie ich dieses sowohl für die Nemertinen, als auch für jene Prosobranchier nachgewiesen habe, corticalwärts eine mehr oder weniger mächtige Ganglienzellschichte, die stets aus multipolaren Elementen zusammengesetzt ist, welche unter einander vielfach anastomosiren. Ein Theil ihrer Fortsätze geht dann entweder direct in Nervenfasern über oder löst sich mit den stets zu innerst gelegenen Fortsätzen, und zumeist nur die innerste Zellreihe, in das centrale Nervennetz auf. In Bezug auf die übrigen Details verweise ich auf meine citirte Arbeit. Weisen somit die „Nervenmarkstämme“ der Nemertinen schon a priori auf ein primäres Verhalten hin und beweisen die Pedalstränge der Mollusken, dass sich aus ihnen die Pedalganglien der höheren Formen im Laufe der Phylogenie concentrirt haben, so zeigt ihre Structur ein Verhalten, das mit dem ursprünglichen Entstehen des Nervennetzes oder des Hertwig'schen Zellverbandes völlig harmonirt.

Ich muss nun bei meinen weiteren Auseinandersetzungen mich streng an die Mollusken halten. Wir finden hier bei jenen Formen, die ein ursprüngliches, noch wenig concentrirtes Centralnervensystem aufweisen, stets die grösste Zahl der Ganglienzellen und selbst noch diejenigen, welche vermöge ihres einseitig mächtigen Fortsatzes eine mehr oder weniger birnförmige Gestalt annehmen mussten, multipolar, ferner, dass sie sich mit anderen Ganglienzellen direct verbinden. Ein Anastomosiren der Ganglienzellen untereinander ist hier somit dominirend. Lange schon war es mein Vorhaben, meine Beobachtungen über die Structurverhältnisse der concentrirten Ganglien der Prosobranchier zu veröffentlichen, doch wirkte Vieles dazu mit, dass dieses verzögert wurde. Einiges hieher Bezügliches soll, so weit es hier nöthig erscheint, mit Berücksichtigung der diesbezüglichen Literatur mitgetheilt werden. Wenn wir die werthvollen histologischen Arbeiten über die Ganglien der Pulmonaten von Walter, Buchholz und Solbrig überblicken, so muss es uns auffallen, dass von diesen genauen Arbeitern sehr wenig multipolare Ganglienzellen, dagegen

<sup>1)</sup> G. Walter, Mikroskop. Studien über das Centralnervensystem wirbelloser Thiere. Bonn 1863.

<sup>2)</sup> R. Buchholz, Bemerkungen über den histolog. Bau des Centralnervensystems der Süsswassermollusken. Müller's Archiv. 1863.

<sup>3)</sup> A. Solbrig, Ueber die feinere Structur der Nervelemente bei den Gasteropoden. Leipzig 1872.

zahlreich solche beschrieben wurden, die hauptsächlich einen mächtigen Fortsatz besaßen, der dann nach längerem oder kürzerem Verlaufe sich vielfach theilte oder wenigstens feine Aeste abgehen liess und die man schlechterdings unipolar nannte. — Ferner, wie wenig mit einander anastomosirende Ganglienzellen angetroffen wurden, so, dass sich Solbrig schliesslich über das Vorkommen directer Anastomosen ganz skeptisch äussert. Die von diesen Autoren hier angeführten Beobachtungen fanden auch von den neueren Autoren, die über diesen Gegenstand schrieben, wie L. Böhmig<sup>1)</sup>, Bestätigung. Die ausführliche Untersuchung Rawitz's hat allerdings die Zahl der multipolaren Ganglienzellen innerhalb der Ganglienknotten der acephalen Mollusken vermehrt, immerhin geht aber auch aus dieser Untersuchung deutlich hervor, dass in den concentrirten Ganglienknotten die Zahl der einseitig mit Fortsätzen versehenen Ganglienzellen jene der echt multipolaren, d. h. solcher mit allseitig abtretenden Fortsätzen, weit übertrifft. Ich könnte hiefür bei anderen Thierclassen mit Ganglienknotten aus der Literatur noch zahlreiche Beispiele anführen, doch enthalte ich mich dessen absichtlich, da ich, wie ich schon hervorgehoben, hier ausschliesslich die Mollusken berücksichtigt haben möchte. Das Resumé meiner eigenen Beobachtungen an den concentrirten Ganglienknotten höherer Prosobranchier ist nun, dass die Mehrzahl der Ganglienzellen hier bloß einseitig mit Fortsätzen versehen ist, die sich oft bloß auf einen sehr dicken und kurzen Truncus reducirt haben, der sich aber nachher alsbald vielfach theilt. Die Aeste dieses Fortsatzes oder einige der einseitig abgehenden Fortsätze können nun in eine directe Verbindung mit mehr centralwärts gelegenen kleinen multipolaren Ganglienzellen eintreten. Solche oder doch sehr ähnliche Fälle wurden auch von Walter beobachtet und in seiner citirten Arbeit von *Limneus stagnalis* abgebildet (Taf. III, Fig. 14, 15). Manche dieser Fortsätze der obengenannten Zellen gehen direct in eine periphere Nervenfasern über oder treten zum grössten Theile in das centrale Nervennetz ein, um sich dortselbst aufzulösen. Mit Ausnahme der erwähnten directen Verbindungen zwischen Ganglienzellen sind solche Anastomosen selten. Daher mag es denn auch gekommen sein, dass meine zahlreichen Angaben und Abbildungen über directe Ganglienzellverbindungen bei den Rhipido-

<sup>1)</sup> L. Böhmig, Beiträge zur Kenntniss des Centralnervensystems einiger pulmonaten Gasteropoden. Inaug.-Diss. Leipzig 1883.

glossen von solchen Forschern, die mit diesem Gegenstand und mit vergleichender Nervenhistologie überhaupt weniger vertraut waren<sup>1)</sup>, mit einiger Skepsis aufgenommen wurden, denn in der That treten bei den Mollusken bei eintretender Concentration von Ganglienknoten die directen Zellanastomosen in den Hintergrund. Wenn man daher die Histologie der Ganglienzellschichte der peripheren Nervensysteme, wie das der Chitonen, Patellen und Rhipidoglossen, theilweise auch das der Cypraeen, mit den durch Ganglienknoten ausgezeichneten der höheren Prosobranchier vergleicht, so wird das angeführte Verhalten zwischen ihnen der auffallendste Unterschied sein.

Abgesehen nun von dem Umstande, dass dort, wo wir so zu sagen noch die primärsten bekannten Verhältnisse des Nervensystems auffinden, wie bei den Actinien, die Mehrzahl der Ganglienzellen multipolar ist, wenn sich hier und da eine findet, die einigermassen birnförmig ist, müssen wir, falls wir logisch vorgehen wollen und einstweilen speciell die Mollusken in Betracht ziehen, diejenigen Ganglienzellformen als primär betrachten, welche auch in Nervensystemen sich vorfinden, die allgemein als primär anerkannt werden, also in den Pedalsträngen. Dass dies gewiss ein logisches Verfahren ist, wird mir Niemand absprechen wollen. Wir werden dann vollends noch in unserer Ansicht bestärkt, wenn wir finden, dass bei den concentrirten Ganglienknoten die multipolaren Elemente auf eine geringere Zahl sich reduciren, wofür der Centralknoten von *Thetys* wohl das allerschönste Beispiel abgibt. Wir müssen somit zugeben, dass die multipolaren Ganglien-

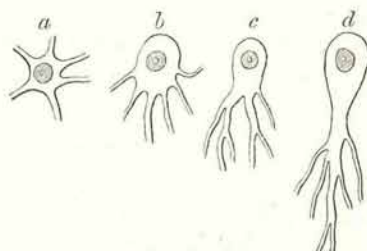
---

<sup>1)</sup> Der noch geringen Erfahrung auf dem Gebiete der vergleichenden Nervenhistologie ist es wohl bei *Nansen* zuzuschreiben, dass er, da er directe Anastomosen zwischen Ganglienzellen bei *Myzostomen* nicht aufgefunden hat, wo die Verhältnisse doch ganz ähnlich sind, wie bei den erranten *Polychaeten*, meine Angaben über solche bei den *Prosobranchiern* bezweifelt. Diese Naivetät ist auch daraus ersichtlich, dass er das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein solcher directer Anastomosen zwischen Ganglienzellen „für Verhältnisse von sehr allgemeiner Natur“ hält, während er dieses bei grösserer Erfahrung kaum hätte behaupten dürfen (*S. d. Fr. Nansen, Anat. und Hist. der Myzostomen. Jena'sche Zeitschr. f. Naturwissensch. Tom. XXI, N. F. XIV, pag. 305*). In seiner anderen Arbeit (*The Structur and Combination of the Histological Elements of the Central Nervous System. Bergen 1887*) bildet er zwar etliche Präparate von *Patella* ab, die aber, nach der Abbildung geurtheilt, stark geschrumpfte und somit unbrauchbare Präparate waren. Wir werden bei *Nansen* überhaupt vergebens nach einem zielbewussten Verständnisse suchen, da er viele einzelne Details gesehen, die aber bei ihm fragmentarisch zusammengefügt wurden und auf diese Weise unmöglich zu einem harmonischen Ganzen führen konnten.

zellen den wenig fortsätzigen oder geradezu birnförmigen gegenüber, von denen vor allem ein dicker Fortsatz abgeht, ohne dabei in allen Fällen zu einem peripheren Nervenfasern zu werden, als primäre aufzufassen sind. Wer sich mit dem Studium der Ganglienzellen beschäftigt hat, der wird wohl wissen, wie zahlreich ihre Formen sind und gerade die niedersten Formen im Thierreiche zeigen oft nebeneinander stehend die verschiedensten Zellformen, während bei höheren Formen, etwa bei den Chaetopoden, sich freilich ein noch auf Weniges beschränktes Ansammeln gleichförmiger Ganglienzellen auf ganz bestimmte anatomische Districte bemerkbar macht, was sich bei den Hymenopteren unter den Insecten (hutupilzförmige Körper u. s. w.) geradezu in frappantester Weise äussert. Dies steigert sich dann im Gehirn der Cranioten auf eine geradezu überraschende Weise.

Ich habe nun im Holzschnitt (Fig. 3) schematisch dargestellt, wie successive eine ausgesprochen multipolare Ganglienzelle (a)

Figur 3.



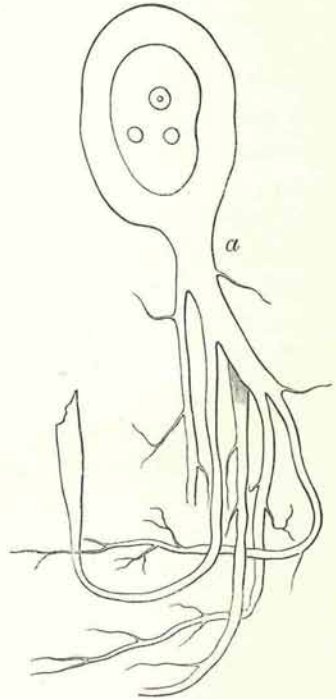
durch Zwischenformen (b, c) in eine solche Form übergeht, die neben einer mehr oder weniger oblongen Gestalt scheinbar bloss einen Fortsatz besitzt, während in Wirklichkeit dieser Fortsatz als bald in Aeste zerfällt, die wieder bei ein und derselben Zelle eines von den mehr oben erwähnten

drei möglichen Verhältnissen eingehen. Die Anfangs von allen Seiten abgehenden Fortsätze würden somit allmählig und durch Zwischenformen bestrebt sein, sich bloss auf einen bestimmten Theil der Zelle zu concentriren, welches Bestreben darin seinen Höhepunkt erreicht, dass die Fortsätze insgesamt von einem mehr oder weniger langen gemeinsamen Truncus der Zelle abgehen (siehe Holzschnitt Fig. 4).

Ich möchte schon im Vorhinein, um jetzt schon jedem eventuellen Missverständnisse aus dem Wege zu gehen, bemerken, dass meine Annahme nicht dorthin culminirt, als wenn diese Formveränderung der Ganglienzelle in der phylogenetischen Reihe unbedingt bei den höher stehenden Formen ausnahmslos erreicht werden müsste, denn wir wissen doch recht gut, dass im Rückenmarke bloss multipolare Ganglienzellen, also Zellen der primärsten Art, sich vorfinden. — Meine Behauptung geht vielmehr dahin, dass, wo

ausgesprochenste Ganglienbildungen sich einstellen, da auch diese Umformung der grössten Zahl der Ganglienzellen sich vollziehen wird.<sup>1)</sup> Unter den Ganglienknotten unterscheide ich wieder zwischen inneren und äusseren, denn während in den ersteren die Ganglienzellen nach innen in die centrale Fasermasse mehr oder weniger vorrücken, treten sie bei letzteren aus ihrer früheren corticalen Lage nicht nach innen. Zuvörderst ist zu bemerken, dass, wie ich eben anführte, die Ganglienzellschicht bei jenen Bilaterien, welche primärste Nervenmarkstämme aufweisen (Plathelminthen, niedere Prosobranchier), die Ganglienzellschichte dem centralen Nervenetze gegenüber eine exquisit corticale Lagerung einnimmt. Von diesen Nervenmarkstämmen können sich Bauchmarkstämme nur durch Verschmelzung zweier solcher hervorbilden, in welchen die Ganglienzellen, wie in der grauen Substanz des Rückenmarkes, von der corticalen Lagerung vollständig sich nach innen in das centrale Nervenetz begeben haben<sup>2)</sup> und nun in diesem liegen. In solchen Bildungen behalten die Ganglienzellen ihre primäre Form bei und die Ganglienbildungen, welche aus solchen Nervenmarksträngen wie das

Figur 4.



Ganglienzelle eines Pulmonaten nach Solbrig.

<sup>1)</sup> Ich betrachte hier die weisse Substanz des Bauchmarkes als gar nicht vorhanden, denn sie ist als solche eine durch die Wirbelthiere speciell erworbene Bildung, welche selbst bei den niedersten Stammformen nicht so ausgesprochen ist und sonderbarer Weise bei gewissen Formen, wie dem Mondfisch, als echte weisse Substanz, d. h. also als ausschliessliche Nachaussengruppirung längstgestellter Nervenfasern, sich in diesem Grade gar nicht vorfindet; die Längsfasern sind ganz im Gegentheil gleichmässig im Rückenmarke vertheilt.

<sup>2)</sup> Auch das Hirn der Wirbelthiere bildete sich consequenterweise phylogenetisch von den Nervenmarksträngen nach dem Schema der inneren Ganglien heraus und somit würde die äussere Ganglienbildung ausschliesslich sich auf die wirbellosen Thiere beschränken. Denn obgleich man im Hirne der Vertebraten stellenweise (z. B. in den Hirnwindungen nach Golgi's schönen Untersuchungen) Ganglienzellen antrifft, deren Fortsätze hauptsächlich nach einer bestimmten Richtung des Zelleibes sich concentriren und möglicherweise hier stellenweise diese Form auf

Rückenmark hervorgegangen sind, werden somit auch von primären Ganglienzellen gebildet (die Ganglienknotten im Rückenmarke der Trigliden, Gymnodonten und Tetrotontiden etc.). Solche Ganglien nenne ich innere. Ihrem Baue nach innere Ganglien sind, wie wir gesehen, jene im Bauchmarke der Oligochaeten auch.

Als äussere Ganglienknotten bezeichne ich solche, in denen nach aussen, das ist corticalwärts, nur Ganglienzellen und innen von nervösen Geweben nur Faserwerk (centrales Nervennetz und grössere Nervenfasern) sich vorfinden (Ganglienknotten höherer Prosobranchier und aller übrigen Mollusken, Bauchmark der erranten Polychaeten, Hirudineen, Arthropoden, Ganglienknotten der Chaetognathen u. A. m.). Bei den Arthropoden schienen im Bauchmarke der Phronimiden aber nach den Untersuchungen von Claus<sup>1)</sup> die multipolaren Ganglienzellen zahlreicher aufzutreten, wie bei den Tracheaten, speciell im Bauchmarke von *Oryctes*<sup>2)</sup>, und darum möchte ich hier sowohl, wie überhaupt im Thierreiche dieses Verhalten nicht so schematisch genommen haben, vielmehr der Ansicht sein, dass betreff der Ganglienzellen auch die verschiedensten histologischen Combinationen zwischen inneren und äusseren Ganglien sich vorfinden werden, wie im Bauchmarke der Polychaeten und Hirudineen, wo dieses allerdings meiner Auseinandersetzung entsprechen würde.

Eben die äussere Ganglienbildung, wie sie bei den Mollusken, dann unter den Polychaeten und Hirudineen am ausgesprochensten auftritt, ist der Grund davon, warum jene mehr oder weniger oblonge, nur einseitig mit Fortsätzen versehene Form der Ganglienzellen auftritt. Dieser Vorgang würde aber bei einer zahlreichen Gruppe solcher Forscher, die gewohnt sind, die physiologische Dignität einer Ganglienzelle in ihrem morphologischen Charakter zu suchen, — und es handelt sich hier doch fast ausschliesslich um die höheren Säuger — kaum annehmbar erscheinen. Und doch wird sich auch die Physiologie nur durch die allseitige Begründung im Thierreiche sichern können, obgleich wir die Thätigkeit einer Ganglien-

---

dieselbe mechanische Weise erreicht wurde, wie jene in den äusseren Ganglien, so findet man die Ganglienzellen doch zum grössten Theile multipolar. Hierauf sich jedoch einzulassen, würde uns zu weit führen.

<sup>1)</sup> C. Claus, Der Organismus der Phronimiden. Arb. aus dem zool. Inst. zu Wien. Tom. II.

<sup>2)</sup> H. Michels, Beschreibung des Nervensystemes von *Oryctes nasicornis* im Larven-, Puppen- und Käferstadium. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Tom. XXXIV.

zelle in ihrem ganzen Umfange kaum je ergründen können, denn nicht nur die Thätigkeit einer Ganglienzelle, sondern nur die specifische Energie einer jeden beliebigen Zelle beider organischer Naturreiche ist heute ein Problem, vor welchem selbst die wohlbewaffnete, vergleichende Wissenschaft unserer Zeit wehrlos darniederliegt. Nur die einzige Frage, was bewegt die chromatische Substanz des Zellkernes, die gleichmässig dortselbst vertheilt ist, plötzlich, durch einen uns nicht einmal in allen Fällen näher bekannten Grund zu so geregelten Umformungen während der indirecten Zelltheilung, oder was ist es, was die uns wohl bekannten, zusammengesetzten, chemischen Körper oder Verbindungen innerhalb der Zelle auflöst und aus ihren Ingredienzien so gewaltige Mittel zusammensetzt, die, obgleich aus bekannten gewöhnlichen Elementen gebildet, so gewaltige Zerstörungen in einem fremden Organismus, selbst in den kleinsten denkbaren Mengen anzurichten im Stande sind, wie das Gift einer Brillenschlange, beweist schon, wie weit wir noch in der Erkenntniss der Naturgesetze zurück sind. Hat sich doch dieser Stoff lediglich durch die specifische Energie einer gewissen Zellgruppe bilden müssen.

Wie jene Birnform mit anfangs bloß einem Fortsatze durch die Ganglienzelle erreicht wurde, ist theoretisch sehr einfach zu erklären. Das primäre Nervenmark concentrirt sich, d. i. zieht sich bei gleichbleibendem Bedürfnisse der durch die Ganglienzellen geleisteten Arbeit auf ein geringeres Stück zusammen, wodurch erreicht wird, dass bei Abnahme der Ganglienzellenzahl die Grösse der Elemente zunimmt; diese Abnahme kann aber keine so grosse sein, dass die Zellen gerade bei Zunahme ihrer Grösse ihre frühere Lage behalten könnten. Die Ganglienzellen werden somit aus ihrer früheren Lage durch den gegenseitigen Druck herausgepresst. — Diesem Drucke nachgeben kann zu allererst nur die äusserste Schichte, und zwar nach aussen der Neurogliahülle zu, wodurch eben auch die anderen Ganglienzellen in dieser und bloß in dieser Richtung zu Folge des sonst allseitigen Druckes nachgeben können. Von Seite der Centralmasse erfolgt noch kein weiterer Druck und ein Widerstand in dieser Richtung würde sich nur insoferne kundgeben, als die Fasermasse dem Eindringen einer Ganglienzelle entgegenstände, was jedoch genügt, um der Zelle das Eindringen zu wehren. Andererseits wird jede Zelle von den anderen Seiten gedrückt und sie wird sich bei gleichzeitiger Zunahme ihres Umfanges im Laufe der phyletischen Entwicklung nur nach der einen Seite, nach aussen nämlich,



entwickeln können. Hiedurch durchläuft nun die Ganglienzelle jene Gestaltentwicklung, welche ich auf dem Holzschnitte (Fig. 3) schematisch zusammenstellte. Bei diesen Ereignissen würde aber bei den äusseren Ganglienknoten eine directe Anastomose der Ganglienzellen unter einander eine Seltenheit werden müssen, wie sich dies in der That bei dem Bauchmarke der erranten Polychaeten und den Hirudineen auffallend deutlich ausgeprägt hat. Hiedurch lässt sich aber auch erklären, warum bei den Mollusken mit concentrirten Ganglien, mit Ausnahme jener zu innerst liegenden kleinen multipolaren Ganglienzellen, so selten directe Anastomosen zwischen benachbarten Ganglienzellen vorkommen. Sind solche auch vorhanden, so bestehen sie darin, dass die centralwärts verlaufenden Ausläufer zweier unweit von einander liegender Zellen sich unter sehr spitzem Winkel mit einander vereinigen, wie etwa dieses von Rawitz <sup>1)</sup> bei Acephalen, sehr selten von mir bei Rhipidoglossen <sup>2)</sup> beobachtet wurde.

Ganz schematisch konnte man meine hier kurz angeführte Auffassung dieser Verhältnisse bloß bei den Polychaeten und Hirudineen finden, während die Ganglienknoten der Mollusken und Chaetognathen, sowie das Bauchmark der Arthropoden zahlreiche, diese Auffassung aber durchaus nicht gefährdende Einzelheiten zeigen die sich nicht schematisch nehmen lassen.

Durch die in dieser Arbeit auseinandergesetzten Beobachtungen wird dann auch auf histologischem Wege der Nachweis geführt, dass die Nervenmarkstämme der Nemertinen in der That sehr alte Bildungen darstellen, zweitens, dass das Centralnervensystem der Anneliden histologisch von jenem der Wirbelthiere sehr abweicht, was für die Polychaeten besonders zutreffend ist, während die Structur jenes der Oligochaeten allerdings weite Analogien aufweist, dafür aber die Neuroglia, die sich bei erranten Polychaeten der Wirbelthiere nicht bloß quantitativ, sondern auch qualitativ ähnlich gestaltet, sich bis auf die Glyahülle, die hier aber besonders modificirt erscheint, rückgebildet hat. Aber auch in der Histologie würden wir nicht den geringsten Anhaltspunkt für jene heute allmählig zurückgedrängte Ansicht Geoffroy-St. Hilaire's finden, welche, besonders von Semper mit so viel Ausdauer vertheidigt, dazumal aber schon durch die Erwiderungen Gegenbaur's und Haeckel's so sehr von ihrer Wahrscheinlichkeit einbüßen musste. Wir haben aber auch in der Histologie ganz ge-

<sup>1)</sup> l. c. Fig. 73 u. 74.

<sup>2)</sup> l. c. Fig. 6.

waltige Stützen für die Gegenbaur-Häckel'sche Auffassung erhalten, wodurch die Anneliden durchaus nicht als Stammformen zu betrachten sind. Gegenbaur<sup>1)</sup> hat die Unzulässigkeit jener Umkehrungstheorie gezeigt und dadurch die Abstammung der Wirbelthiere von Anneliden meiner Ansicht nach widerlegt. Andererseits wies er darauf hin, dass durch das nahe Aneinanderrücken der Nervenmarkstämme gewisser Nemertinen (*Oerstedia*) eine Verbindung ventraler Ganglien sich ausspricht. Er bemerkt hierüber: „Durch die ventralwärts rückenden Längsstämme der Nemertinen ist der Weg gezeigt, auf welchem das centrale Nervensystem noch ventralen Abschnitt gewinnt, der durch Ganglienbildungen in ursprünglich peripheren Bahnen sich ausbildete.“<sup>2)</sup> Diese in der That mit der Auffassung eines Genies erkannte Thatsache gewinnt aber heute immer mehr an Boden. Es wäre aber immerhin noch zu früh, annehmen zu wollen, dass jene alte Ansicht völlig aufgegeben worden sei, denn nur zu oft hört man noch die Ansicht ausgesprochen, die Nieren, respective die Niere der Mollusken entspreche einem Segmentalorganpaare oder beziehungsweise einem Segmentalorgane. Darum wird es noch offenbar längere Zeit bedürfen, bevor die Annahme, dass vom gegliederten Körper unbedingt der ungegliederte müsse abgeleitet werden, vollständig aufgegeben wird, welche wohl jener den Platz räumen muss, wonach die Gliederung selbstständig erworbene Erscheinungen darstellt. Es vergessen diejenigen, welche das Annelid als etwas Primäres auffassen wollen, nur zu sehr, dass ja das Annelid auch innerhalb der Ontogenie später auftritt und welchem eine ungegliederte Trochophora sowohl bei den alten Anneliden als auch bei den Echiuriden, die von Hatschek als echte Anneliden erkannt wurden<sup>3)</sup>, vorangeht, welche so viel Aehnlichkeit mit dem Pilidium der Nemertinen bezeugt. — Hatschek sagt über diesen Punkt: „Die Larvenform der Nemertinen, das Pilidium, liesse sich leicht auf die Trochophoraform zurückführen. Auch die Metamorphose des Pilidium liesse sich auf die Metamorphose der Anneliden zurückführen. Die Faltenbildung und das theilweise Abwerfen des Larvenleibes kann man mit der Bildung von embryonalen Hüllen ver-

<sup>1)</sup> Grundriss der vergl. Anatomie. Leipzig 1878.

<sup>2)</sup> l. c. pag. 157.

<sup>3)</sup> B. Hatschek, Ueber Entwicklungsgeschichte von Echiurus etc. Arbeiten aus dem zool. Institut zu Wien. Tom. III.

gleichen.“<sup>1)</sup> Dazumal aber, als Hatschek diese Aussage machte, war er noch ein gemässigter Anhänger jener Theorie, welche dem Annelide eine so grosse Rolle in der Phylogenie zuschreibt. Eben das beweist es ja, wie sehr diese Auffassung an Boden verloren, dass so ausgezeichnete Zoologen, wie Hatschek, der im Beginn seiner Thätigkeit dieser Theorie ergeben war<sup>2)</sup>, nun und gerade durch ihre reichen Erfahrungen anderer Ansicht geworden sind. In seiner Abhandlung über die Ontogenie von *Sipunculus nudus* spricht er die Ansicht aus, dass die Ableitung des *Sipunculus*-stammes von einer gegliederten Urform „sehr zweifelhaft sei“. Er sagt dann hierüber: „Ich möchte denselben von jenem ungegliederten Typus sich abzweigen lassen, von welchem Sagitten, die Mollusken und auch (durch Erwerbung der Segmentirung) die Anneliden abzuleiten sind.“<sup>3)</sup>

Ohne auf diejenigen Schriften, die der Gegenbaur-Häckel'schen Ansicht widersprechen, hier weiter einzugehen, möchte ich noch weiterhin auf die Bedeutung der Nemertinen als Stammform zu sprechen kommen. Hubrecht, der ausführlichste Autor über diese Thiere, hat anknüpfend an die Gegenbaur'sche Auffassung arauf hingewiesen<sup>4)</sup>, pdass, während die Nemertinen einerseits durch Näherung der Nervenmarkstämme ventralwärts an einander an die Anneliden und Arthropoden erinnern (*Oerstedtia*, *Drepanophorus*), die nach dorsalwärts gerückten Nervenmarkstämme (*Langia*) an jene Thiere erinnern würden, welche ein Rückenmark besitzen. Die Verwandtschaft der Nemertinen mit den Chordoniern suchte er dann in einer späteren Schrift<sup>5)</sup> zu begründen. Wie weit diese Begründung im Detail zutreffend ist, gehört nicht hieher, und ich möchte mich nur der Ansicht anschliessen, dass die Nemertinen in der That sehr alte Stammformen darstellen, von denen einerseits die Mollusken, andererseits die Anneliden, Hirudineen

<sup>1)</sup> Stadium über Entwicklungsgeschichte der Anneliden. Ebenda. Tom. I, pag. 380.

<sup>2)</sup> Entwicklungsgeschichte der Lepidopteren. Jena'sche Zeitschr. für Naturw. und Zoologie. 1877.

<sup>3)</sup> Ueber Entwicklungsgeschichte von *Sipunculus nudus*. Arbeiten aus dem zoolog. Institut zu Wien. Tom. V, pag. 130.

<sup>4)</sup> A. A. W. Hubrecht, Zur Anatomie und Physiologie des Nervensystems der Nemertinen. Naturwissensch. Verh. der k. Akademie zu Amsterdam. Tom. XX.

<sup>5)</sup> Derselbe, On the ancestral form of the Chordata. Quarterly Journal of Microscopical Science. 1883.

und Arthropoden, sowie die Wirbelthiere ableitbar sein werden.

Bei den Nemertinen ist ein Organpaar seit langem bekannt geworden, welches, im Princip eine Hauteinsenkung, mit dem Gehirne in Connex tritt. Es ist hier nicht der Ort, auf die von Hubrecht beschriebene verschiedene Gestaltung dieses Organes bei verschiedenen Nemertinen einzugehen und es möge bloß erwähnt werden, dass Hubrecht dieses Organ mit einer Art Respirationsapparat vergleichen möchte, dazu berufen, bei einigen Formen eine Oxydation des in den Ganglienzellen enthaltenen Hämoglobins zu vermitteln.

Auch auf die verschiedenen Ansichten über die Bedeutung dieses Organpaares von Hubrecht soll hier nicht eingegangen werden, sondern bloß das mag hervorgehoben werden, dass diese Auffassung Hubrecht's, die Jedem nach Erwägen der Sache zweifelhaft erscheinen musste, durch die Arbeit Dewoletzky's<sup>1)</sup> widerlegt wurde, der die Natur der „Seitenorgane“ als Sinnesorgan nachwies. Den schlagendsten Beweis hiefür erblickte ich in Dewoletzky's Arbeit in der Beschreibung der anatomischen Verhältnisse bei *Carinella annulata*.<sup>2)</sup> Hier bei diesem Thiere fanden Hubrecht und Dewoletzky eine einfache kurze, canalartige Einsenkung, dessen Sinnesepithel nach den Beobachtungen Dewoletzky's von Nervenfasern versorgt wird, die aus äusseren Schichten der Hirnganglien entspringen. Ist hier auch noch, wie überhaupt bei sämtlichen Nemertinen, betreffs der Textur Manches aufzuklären, so steht so viel doch fest, dass wir in den sogenannten Sinnesorganen der *Carinella annulata* ein denkbar primitivstes Sinnesorgan, wie etwa in den Augen der Patellen und in denen der Seesterne, vor uns haben. Es ist die beginnende

<sup>1)</sup> R. Dewoletzky, Das Seitenorgan der Nemertinen. Arbeiten aus dem zoolog. Institut zu Wien. Tom. VII.

<sup>2)</sup> Die Angabe Barrois' (L'Embryogenie des Nemert. Ann. Sc. Nat. Ser. b, Tom. VI), nach welcher bei dem Desor'schen Larventypus diese Organe sich als ein paar Ausbuchtungen vom Vorderarm ausbilden sollen, wie dieses auch Metschnikoff (Studien über die Entwicklung der Echinodermen und Nemertinen, Mém. Acad. imp. Pétersbourg. Ser. b, Tom. XIV) bei dem *Pilidium* gesehen haben will, ist gewiss einem Beobachtungsfehler zuzuschreiben, worauf auch die Beobachtung Bütschli's (Einige Bemerkungen zur Metamorphose des *Pilidium*s. Arch. f. Naturgesch. 1873) hinweist und nach welcher bei dem *Pilidium* die sogenannten Seitenorgane als echte Einstülpungen des Ectoderms erkannt wurden. Die letzte Angabe wird dann durch die Verhältnisse bei dem entwickelten Thiere von *Carinella annulata* durch die Wahrung ursprünglicher Verhältnisse bestätigt.

Einstülpung des Epithels, deren Elemente theilweise schon früher mit Nerven in Zusammenhang standen. Nicht minder primitiv wären die Kopfgruben der Archianneliden beschaffen, worauf übrigens Dewoletzky hinweist. Als eine blosser Ectodermeinstülpung sind die Kopfgruben des *Protodrilus* von Hatschek<sup>1)</sup> gezeichnet worden, wengleich die Innervirung weiter nicht verfolgt wurde. Gerade so einfach fand die „Fosette vibratile“ Fraipont<sup>2)</sup> bei *Polygordius neapolitanus*, bei welchem die hinteren Ganglien des Gehirnes direct an die Kopfgruben anstossen. Histologisch Befriedigendes wird zwar auch hier nicht geboten, doch genügen diese Beobachtungen, um zu zeigen, dass die Kopfgruben der Archianneliden mit jenen der *Carinella annulata* direct verglichen werden können und von diesen in Anbetracht des primären Verhältnisses auch abgeleitet werden müssen. Somit stehen diese Einsenkungen bei *Carinella annulata* und den Archianneliden auf gleichem Niveau der Ausbildung; diejenigen also, welche das Annelid als ein Ausgangsstadium phylogenetischer Weiterbildung und somit die Anneliden als die Stammform der Nemertinen auffassen wollten, könnten leicht sagen, dass mit eben so vielem Rechte in dieser Beziehung die Nemertinen von den Gliederwürmern ableitbar seien, wie umgekehrt. Dafür aber, dass wir von den Nemertinen und speciell von *Carinella annulata* ausgehen müssen und nicht von den Anneliden, hiefür spricht ebensehr beweiskräftig die gesammte Anatomie des Nervensystemes dieser Thiere.

Von *C. annulata* und ähnlichen Formen entwickelt sich, soviel heute bekannt, das Centralnervensystem nach zwei verschiedenen Richtungen hin, und zwar in jene der höheren Nemertinen, wo man die höhere Ausbildung der sogenannten Seitenorgane wohl weniger in dem oft enormen äusseren Rande der Ausstülpung (*Schizonemertini*) als vielmehr in dem Verhalten des peripheren Ganglions dieses Organpaares zum Centralorgane zu suchen hat (*Drepanophorus*) und in jener der Anneliden, wo zwar bei den Archianneliden eine einfache Einsenkung sich vorfindet, von welcher wir aber nicht wissen, ob sie ausstülpbar ist, wie bei den höheren Anneliden, wo diese Einsenkung versehen mit Muskeln thatsächlich ausstülpbar und so auch als Taster zum Fühlen verwendbar ist. So die Angabe

1) „*Protodrilus* Leuckarti.“

2) l. c.

Kleinenberg's<sup>1)</sup> bei *Lopadorhynchus*. Und gerade darin, dass dieses Organ bei vielen höheren Anneliden auch ausstülpbar ist, ist ein Moment gegeben, wodurch bewiesen wird, dass hier das Organ, versehen mit retractilen Muskeln etc., eine höhere einseitige Differenzirung erfahren hat, wie bei *Carinella annulata*.

Aber auch bei den Mollusken sind neuerdings Organe bekannt geworden, die mit den Kopfgruben der Würmer in phylogenetischer Beziehung stehen. Die Gebrüder Sarasin<sup>2)</sup> haben bei *Helix Waltoni* ein larvales Organpaar aufgefunden, welches sie in der That mit den Kopfgruben der höheren Würmer, insbesondere mit dem der Anneliden, vergleichen. Dass diese larvalen Organe der *Helix Waltoni*, welche sie Cerebraltuben nennen, auch mit den sogenannten Seitenorganen der Nemertinen in Beziehung zu bringen sind, darauf wird gleichfalls hingewiesen. Hauptsächlich sind es aber die Anneliden, die zum Vergleich herangezogen werden. Dass die Anneliden mit den Mollusken nichts zu schaffen haben und dass die Pedalstränge niederer Cephalophoren von den Bauchsträngen der Anneliden durchaus nicht ableitbar sind, welche Ableitung seinerzeit durch Ihering so heftig vertreten ward<sup>3)</sup>, vielmehr eine viel mehr primäre Stellung einnehmen, dies ist eine That- sache, die heute gut begründet ist. Auch die Kopfgruben der Anneliden sind nicht dazu geeignet, um aus ihnen die der Mollusken ableiten zu können, sondern sind diese Gebilde beider Thierclassen von jenen der *Carinella annulata* abzuleiten. Bei *Helix Waltoni* ist speciell die Cerebraltube jederseits eine Einsenkung des Ectoderms, die durch das Auftreten einer medianen Falte doppelt erscheint. Sie stossen direct an die Cerebralganglien an und ihre Anlage geht continuirlich in jene dieser Ganglien über. Beim ausgebildeten Thiere schwindet nun diese Cerebraltube und somit haben sie eine bloß phylogenetische Bedeutung. So wichtig also auch diese Entdeckung der Gebrüder Sarasin ist, steht sie heute vereinzelt da und wir wissen gar nicht, ob die Cerebraltuben bei den ältesten Cephalophoren, wie die Placophoren sind, zeitlebens vorkommen oder auch dort ein bloß larvales Organ vorstellen. Sie sind heute aber weder hier, noch bei Patellen und den übrigen

<sup>1)</sup> N. Kleinenberg, Die Entstehung des Annelids aus der Larve von *Lopadorhynchus*. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Tom. 44.

<sup>2)</sup> P. und F. Sarasin, Ergebnisse naturwissensch. Forschungen auf Ceylon in den Jahren 1884/86. Wiesbaden 1888.

<sup>3)</sup> H. v. Ihering, Das Centralnervensystem und Phylogenie der Mollusken. Leipzig 1875.

alten Prosobranchiern bekannt geworden. Wir müssen uns zur Zeit somit mit der Vermuthung begnügen, dass in Folge des biologischen Grundgesetzes dieselben auch hier als larvales oder persistirendes Gebilde in Form der primitivsten Art anzutreffen sein werden. Meine Ansicht würde somit von jener der Gebrüder Sarasin insoferne abweichen, als ich die Kopfgruben oder Cerebraltuben der Mollusken nicht von jenen der Anneliden, sondern von jenen niederer Nemertinen ableiten möchte. Freilich sind in dieser Frage noch zukünftige Untersuchungen wünschenswerth. Ich würde aber für diese Ansicht schon darum einstehen, weil, abgesehen von den schon etwas concentrirten Kopfganglien der Nemertinen, die sich aber histologisch von den Ganglienknoten höherer Evertebraten unterscheiden und als viel älteren Datums sich documentiren, die Textur des centralen Nervensystemes, wie ich es kennen lernte, sich enge an die Textur der Pedalstränge der Mollusken anschliesst. Diese, meiner Ansicht nach wichtige Frage wird aber in Zukunft näher zu berücksichtigen und zur Beantwortung der Frage nach der Abstammung der Mollusken von ungegliederten Wurmformen von grösster Wichtigkeit sein. Ich möchte noch zum Schlusse darauf hingewiesen haben, dass ich die Lagerung des Bauchmarkes der erranten Polychaeten für eine phyletische Ableitung für nicht wichtig genug halten kann, denn schon innerhalb der Gruppe der Nemertinen kann ja die Lagerung eine tiefe (*Amphiporus*, *Drepanophorus*) oder höhere, ausserhalb der Muskulatur liegende sein (*Carinella*) und obgleich bei den rhipidoglossen Prosobranchiern die Bauchstränge schon in Folge der anatomischen Verhältnisse knapp unter dem Leibeseipithel nicht liegen können, so lagern sie zumeist in der Fussmuskulatur, von der ein Theil ja ectodermalen Ursprunges sein könnte. Bei diesen Thieren sehen wir aber sehr deutlich, dass gerade bei Formen, die eine ältere Stufe einnehmen, wie die Fissurellen, die Pedalstränge sehr tief in dem Körper liegen und aus dem Fusse herausgerückt sind. Unter den Anneliden ist ja bei Oligochaeten die Lagerung der Bauchstränge eine in dieser Beziehung andere, wie bei den Polychaeten, wo eventuell durch die starke Ausbildung des Leibeseipithels (*Hypodermis*) die frühere Lagerung beibehalten wurde. Es ist diese Veränderlichkeit dieser Verhältnisse bei selbst nahe stehenden Formen, andererseits aber der Umstand, dass diese Lagerung bei Formen vorkommt, die, wie die erranten Polychaeten, in der Textur des Centralnervensystemes in so mancher Beziehung von primären Verhältnissen gänzlich abge-

kommen sind, der Grund, warum ich dieser Lagerung keine Bedeutung zuschreibe.<sup>1)</sup>

### Kritik der Ansichten der Autoren über das centrale Nervennetz.

Zum Schlusse möchte ich noch einmal auf das centrale Nervennetz zu sprechen kommen und die Ansichten der Autoren hierüber prüfen. Diese widerlegen sich zum Theil von selbst insoferne, als sie jener prachtvollen Errungenschaft unserer Zeit, der Zellenlehre, entgegen sind (Leydig und zum Theil Nansen). Ich zu meinem Theil bin fest überzeugt, dass die alte Gerlach'sche Ansicht, die ich nach besten Kräften zu vertheidigen bestrebt war und auch in Zukunft sein werde, den Sieg davontragen wird oder auch schon davon getragen hat. Ich hatte allerdings die Ansicht, dass die einfachen und darum am allerleichtesten zu erkennenden Verhältnisse bei den Placophoren, Patellen und rhipidoglossen Prosobranchiern nach eigener Untersuchung die Autoren gänzlich überzeugen werden, dies musste ich nach dem, was mir bekannt wurde, annehmen. Ich habe mich aber in meiner Annahme geirrt, denn Nansen untersuchte zwar Patella und zeichnet die gefundenen Verhältnisse so deutlich<sup>2)</sup>, dass die Abbildungen an und für sich

<sup>1)</sup> Ich kann es nicht verhehlen, dass ich die Kenntniss des Centralnervensystemes der Nemertinen für lückenhaft ansehe und hauptsächlich zum weiteren Vergleiche die Kenntniss der Nervenmarkstämme noch besser gekannt wissen möchte. Hubrecht hat allerdings bei sehr vielen Nemertinen eine commissurale Verbindung oberhalb des Afters aufgefunden und es höchst plausibel gemacht, dass derselben ein sehr allgemeines Vorkommen zukommt. Dieser Verbindung und hauptsächlich ihrer dorsalen Lagerung schreibt Hubrecht eine wichtige phyletische Bedeutung zu, doch so weit ich ihn verstehen kann, gibt er es nicht an, worin diese Bedeutung liegen mag. Ich für meinen Theil sehe in dieser Verbindung weiter nichts, als eine durch die Nemertinen speciell erworbene Eigenschaft, der weiter nur insoferne eine Bedeutung zukommen kann, als sie zeigt, dass dorsalwärts zahlreiche, wahrscheinlich netzförmige Verbindungen bestanden haben, die dann nicht unähnlich wie am Pedalstrange der Mollusken secundär sich zu einer Commissur einigten. Ich denke mir heute die Sache so, dass bei den Nemertinen netzförmige Verbindungen zwischen den beiden Nervenmarkstämmen sowohl dorsal-, wie ventralwärts existirten und als solche eventuell bei Carinella, wo auch das sogenannte Gehirn keine Differenzirung in einzelne Abschnitte aufweist, aufzufinden sein werden, natürlich nur durch die feinste histologische Untersuchung. Aus diesem ursprünglichen Verhalten würde ich mir dann das Weitere so construiren, dass bei denjenigen Formen der Nemertinen, die zu den Thieren, die mit Bauchmark oder Pedalstrangen versehen sind, hinüberführten, die dorsalen netzartigen Verbindungen hiedurch geschwunden wären, während bei denjenigen, welche zu den Wirbelthieren hinführen, die ventralen sich aufgelöst hätten.

<sup>2)</sup> F. Nansen, The Structure and Combination of the histological Elements of the Central Nervous System. Bergen 1887.



meine Angaben bei den Rhipidoglossen am schönsten bestätigen helfen, wie denn auch alle seine übrigen Abbildungen; im Texte aber lesen wir es anders. Die Voreingenommenheit ist es, die Nansen nicht gestattet, von den Ansichten Leydig's sich ganz frei zu machen, welche ihm den wirklichen und von ihm beobachteten Thatbestand richtig zu erfassen hindert.

Nansen schliesst sich, soweit man ihn überhaupt verstehen kann, der Leydig'schen Auffassung an. Dass ich ihn hierin nicht habe missverstehen können, glaube ich auch darum schon, da Leydig<sup>1)</sup> selbst und L. Edinger<sup>2)</sup>, letzterer als Referent, der gleichen Ansicht sind, wie ich. Die sogenannte Leydig'sche Punktsubstanz wird nach der Auffassung Nansen's sowohl bei Wirbellosen wie Wirbelthieren weder von einer spongiösen Masse im Sinne Leydig's, noch von einem reticularen Netz im Sinne Haller's gebildet, sondern von einem filzartigen, dichten Geflecht feinsten Nervenfasern oder Nervenröhrchen, in welchem viele durchlaufende Nervenfasern, gröbere und feine, hinziehen.<sup>3)</sup> Die Ganglienzellen sollen nun entweder solche sein, die stets einen Fortsatz direct in eine Nervenfaser entsenden (Nervenfortsatz Golgi's) und mit den übrigen, vielfach theilend, im „Geflechtwerk“ auflösen oder nur diese letzte Art von Fortsätzen besitzen (Protoplasmafortsätze Golgi's). Soweit vertritt somit Nansen die durch Golgi vertretene recht sonderbare Auffassung. Nun soll aber nach Nansen noch ein Netzwerk innerhalb der sogenannten Leydig'schen Punktsubstanz sich vorfinden, welches er als nicht nervös betrachtet und bei den Wirbellosen für identisch mit der Neuroglia der Vertebraten hält. Dieses ist das „Spongioplasma“ Leydig's und ist, wenn ich Nansen recht verstehe, dazu berufen, die Nerven-fibrillen von einander zu isoliren. Diese Neuroglia umgibt auch die Ganglienzellen. Die Ganglienzelle selbst besteht aus einer hyalinen Grundsubstanz, dem Hyaloplasma Leydig's und einem Reticulum, dem Spongioplasma Leydig's. Dieses feine Netz innerhalb der Ganglienzelle soll aber mit dem Neuroglia-netze in der sogenannten Punktsubstanz zusammenhängen (The Struct. and Combinat etc., pag. 121), was auch durch eine Abbildung bei Homarus demonstrirt wird (Fig. 24, Taf. III). Die Protoplasmafortsätze der Ganglienzellen aber sollen zusammenhängen mit dem Neuroglia-netze („being united with the neuroglia“). Somit vereinigt Nansen

<sup>1)</sup> Schmidt's Jahrbücher d. ges. Medicin. Tom. CCXIX.

<sup>2)</sup> Jena'sche Zeitschrift f. Naturwissenschaften.

zwei Ansichten, nämlich die Golgi's mit jener von Leydig, obgleich nach Jedermanns Ansicht diese absolut sich nicht vereinen lassen.

Die „Protoplasmafortsätze“ der Ganglienzellen sollen sich mit der Neuroglia vereinen, diese aber setzt sich ihrerseits wieder in das „Spongionplasma“ der Ganglienzelle fort. Wie wird aber auf diese Weise Nansen einen Protoplasmafortsatz von einer Neurogliafaser unterscheiden wollen? Hier würde Nansen's sonderbare Combination scheitern! Nansen hat vieles in seiner letzten Arbeit richtig gesehen und abgesehen von seinen offenbar sehr mangelhaften Präparaten auch richtig abgebildet, nur hat er das Gesehene nicht verstanden. Seine Abbildungen über Patella wären ja bis auf die directen Anastomosen zwischen den Ganglienzellen richtig dargestellt, nur liegt ein Beobachtungsfehler darin, dass er die Balken der Nervenülle der Neuroglia in das nervöse Centralnetz übergehen sah und auf Figur 17 die randständigen, auf seinem Präparate offenbar ungemein geschrumpften Ganglienzellen nicht abbildet.

Ich für meinen Theil kann, wie gesagt, nicht klar werden darüber, ob Nansen sich der Leydig'schen Ansicht ganz anschliesst, denn er neigt zum Theil zur Golgi'schen Ansicht hin, wonach nur ein Theil der Ganglienzellfortsätze nervöser Art seien, die andern aber eine ernährende Function vermitteln. Die Golgi'sche Ansicht aber ist mit der Leydig'schen unvereinbar und dies ist es gerade, warum ich Nansen nicht verstehen kann. Für uns speciell sind hier die Leydig'schen und Nansen'schen Auffassungen vollständig werthlos und ich übergehe auf eine andere Arbeit, die von höherer Bedeutung ist. Ich meine das werthvolle Buch Golgi's.<sup>1)</sup>

Golgi theilt uns hier eine ganz neue Methode mit, wonach er eben seine Resultate erlangt hat. Er härtete in doppelchromsaurem Kali und liess nachher auf solche Präparate entweder eine Höllesteinlösung oder Sublimatlösung langsam einwirken. Auf diese Weise verfahren, werden die Ganglienzellen sammt ihren Ausläufern tief schwarz gefärbt; was aber als der grösste Nachtheil dieser Methode zu bezeichnen ist, färben sich auch die Gliazellen sammt ihren zahlreichen Ausläufern ebenso tief schwarz wie die nervösen Elemente. Nach den schönen Abbildungen Golgi's

<sup>1)</sup> C. Golgi, „Sulla fina anatomia degli organi centrali del sistema nervoso.“ Milano 1886.

geurtheit, wird hier ein Unterscheiden zwischen beiderlei Elementen nochmehr aber zwischen ihren Ausläufern, beziehungsweise dem Glia- und Nervennetze eine Unmöglichkeit.

Insoferne die Richtung des Verlaufes der Ausläufer von Ganglienzellen auf grössere Strecken verfolgt werden soll, was insbesondere da von Wesenheit ist, wo man die Ursprünge von Nerven aus einzelnen Hirnthteilen zu verfolgen hat, steht die Golgi'sche Methode unübertroffen da; was jedoch das centrale Nervennetz, sei es im Rückenmark, sei es im jedwelchen Theile des Gehirnes betrifft, so lässt sich dieses auf derweise behandelten Präparaten nicht studiren. Wer wird da zu enträthseln wissen, was nervös und was der Gliasubstanz angehörig ist. Auch für topographische Verhältnisse ist diese Methode von Bedeutung, wie dieses unter Anderem für den *Pes hippocampi majoris Golgi* auf die überzeugendste Weise bewiesen hat; wenn wir aber fragen würden, wie weit die Verästelung der Fortsätze der grossen medianwärts gestellten feineren Ganglienzellen dortselbst geht, beziehungsweise wo eine solche beginnt, da ist die Methode kaum ausreichend wie hiefür für jeden Neurohistologen die sonst so schöne und sorgfältigst ausgeführte Abbildung Golgi's deutlich genug spricht (l. c. Taf. XXIIa). Diesem Umstande schreibe ich es auch zu, dass Golgi von einem feinsten Nervennetze, das doch Bellonci im *Tectum opticum* bereits gesehen hat, nirgends Erwähnung that und statt dem eher von einem Flechtwerk spricht. Es ist hier natürlich nicht der Ort, auf die Arbeit Golgi's weiter einzugehen und ich möchte hier daraus nur das hervorgehoben haben, was uns hier speciell interessirt. Nach Golgi besitzt jede Ganglienzelle zwei Arten von Fortsätzen, die sich von einander durch ihre Function unterscheiden. Jede Zelle besitzt einen Fortsatz, welcher direct in eine Nervenfasern übergeht und als *Processus nervosus* von ihm bezeichnet wurde. Ausser diesem einen sind aber noch zahlreiche, bis 30 an der Zahl, andere vorhanden, die jedoch mit der strikten Nerventhätigkeit nichts zu thun haben, sondern zur Ernährung der Nervenzelle dienen. Diese Fortsätze nennt Golgi *Processus protoplasmatici*; sie lösen sich allmählig in ein Flechtwerk auf. Welche sind nun die sichtbaren Unterschiede zwischen diesen zwei von einander physiologisch doch so verschiedenen Fortsatzarten einer Ganglienzelle und worauf basirt Golgi diesen Unterschied? Einen morphologischen Unterschied, welcher, soweit ich Golgi verstehe, in einem mehr hyalinen Aussehen des *Processus nervosus* dem *Processus protoplasmatici* gegenüber bestehen soll,

wird jeder Neurohistologe mit einigem Lächeln anhören müssen. So was gibt es eben nicht. In der Färbung ist aber kein Unterschied vorhanden. Was speciell die Auflösung der Fortsätze betrifft, so hat Golgi selbst die Beobachtung gemacht, dass der Processus nervosus öfter Aeste in das nach ihm der Ernährung dienende Geflecht abgibt und sogar nach längerem Verlauf dortselbst gänzlich aufgehen kann. Hätte sich nun Golgi etwas auch in der vergleichenden Neurohistologie umgesehen, hätte er Arbeiten über die Ganglienzellen auch der Wirbellosen, wie etwa die hochwichtige R. Buchholz's über diese Elemente der Lungenschnecken, studirt, so hätte er unmöglich zu jenem Irrthum über die doppelte physiologische Dignität der Ganglienzellfortsätze sich verleiten lassen. Auch die Neurohistologie kann selbstverständlich nur durch den Vergleich, diesen sicheren Prüfstein jeder morphologischen Forschung, sicher vorwärtsschreiten. Einen morphologischen sicheren Unterschied konnte somit Golgi zwischen den Fortsätzen der Ganglienzelle des Gehirnes nicht feststellen.

Einen Beweis für seine Annahme wollte sonderbarerweise Golgi dadurch führen, dass die zahlreichen sich rasch verästelnden Fortsätze der Ganglienzellen, seine Processus protoplasmatici im Gehirne, in Gegenden liegen, wo keine markhaltigen Nervenfasern vorkommen sollen. Abgesehen nun von dem hochwichtigen Umstande, dass Golgi hier abermals den Befunden im Rückenmarke und im Centralnervensystem wirbelloser Thiere keine Aufmerksamkeit schenkt und lediglich auf dem Standpunkte der sogenannten menschlichen Histologen sich hält, hat Kölliker<sup>1)</sup> von jenen erwähnten Gegenden (oberflächlichere Lagen) in der grauen Gehirnrinde schon vor langem markhaltige Nervenfasern nachgewiesen, welcher Befund auch von Andern bestätigt wurde. — In der Fascia dentata cornu Ammonis geschah dies einerseits 1887. An beiden Orten sind diese markhaltigen Nervenfasern offenbar indirecten Ursprunges, das ist, sie construiren sich aus dem sehr feinen Nervenetze der grauen Hirnrinde, resp. aus der Fascia dentata des Ammonhornes. Kölliker bezweifelt darum mit vollem Rechte jene sonderbare Annahme Golgi's, wonach die Processus protoplasmatici der Ganglienzellen nicht nervöser Natur seien. Wie ich hier hinzufügen möchte, wird es sich hier, abgesehen von topographischen Gruppierungen, ebenso verhalten wie sonstwo im Thierreiche, und es liegen heute genug ausführliche Berichte bei Wirbel-

<sup>1)</sup> Da mir die Originalabhandlung Kölliker's nicht vorlag, citire ich nach Edinger's Referat.

losen wie Wirbelthieren vor, um jene Annahme Golgi's von der Hand zu weisen.

Soweit interessirt uns die sonst so wichtige Abhandlung Golgi's und nun möchte ich auf eine Arbeit zu sprechen kommen, die ich betreff des centralen Nervennetzes und der doppelten Ursprungsweise der Nervenfasern von Wichtigkeit halte. Ich meine die Arbeit B. Rawitz's über das Centralnervensystem der Muscheln.<sup>1)</sup> Rawitz hat das nervöse Netz bei diesen Mollusken nicht nur richtig dargestellt, sondern auch ganz richtig aufgefasst und somit finde ich in allen diesbezüglichen Punkten meine Beobachtungen an den rhipidoglossen Schnecken bei den Acephalen durch Rawitz bestätigt. Unsere Beobachtungen decken sich auf die schönste Weise und eine Differenz wäre nur darin, dass Rawitz in den Maschenräumen des centralen Nervennetzes noch eine homogene Myelinformende Substanz, welche die Fäden des Netzes und die übrigen Nervenfasern von einander isolirt, bemerkt. Eine solche Substanz habe ich nie gesehen, weder bei Mollusken, noch bei Würmern oder Arthropoden und muss ihre Existenz auch heute in Zweifel ziehen. Es möge denn sein, dass Rawitz eventuell eingesickerte Haemolymph ohne Zellen gesehen und verkannt hat, was ich aber kaum für möglich halte.

Was speciell die Verästelung und Netzbildung in der grauen Substanz der Hirnwindungen betrifft, so bin ich eher der Meinung, dass diese berufen wäre, eine Communication zwischen den Ganglienzellen herzustellen, wobei nicht behauptet werden soll, dass aus jenem Netze nicht auch markhaltige Nervenfasern entstehen sollen. Aus Golgi's Untersuchung, aber auch aus Untersuchungen früherer Forscher geht es mit Sicherheit hervor, dass in den Hirnlappen die Ganglienzellen unter einander keine directen Anastomosen eingehen, wie dieses unter Anderem im Rückenmarke stattfindet. Aus diesem Grunde glaube ich das Nervennetz in der grauen Substanz der Windung hauptsächlich als die durch ein Netz bewerkstelligte Communication zwischen den Ganglienzellen aufzufassen.

Die doppelte Ursprungsweise der Nervenfasern ist in der Golgi'schen Arbeit auf das Schönste illustriert. Am deutlichsten ist der Ursprung von Nervenfasern aus dem centralen Nervennetze, aus dem Ammonshorn des Kaninchen, wo aus den randständigen

<sup>1)</sup> B. Rawitz, Das centrale Nervensystem der Acephalen. Jena'sche Zeitschrift für Naturwissenschaft. Bd. XX, N. F. XIII, 1887.

kleinen Zellen centralwärts ein feines Netz hervorgeht, woraus die einzelnen Fasern des Nervenbündels sich construiren (s. Taf. XXII a). Golgi's und meine Beobachtungen, abgesehen von seiner angeführten Annahme, decken sich, denn ein mehr oder weniger regelrechtes Netz (je nach der anatom. Stelle) innerhalb des Hirnes, wie sie Bellonci im Th. opt. abbildet, ergibt sich aus den schönen Abbildungen Golgi's.

### Tafelerklärung.

#### Taf. I.

Fig. 1. *Lepidasthenia elegans* Gr. Querschnitt durch das Hirn in der Mitte des ersten Augenpaares. *g* rechtes, *g'* linkes Fühlerganglion; *n* n' deren Kerntheil, aus welchem radiär verlaufende Faserstränge  $\pi$  in die Zellschichte ziehen; *p* bindegewebige Septe zwischen diesen Ganglien; *w* obere, *w'* untere, *r* laterale Ganglienzelllage; *n* obere, *pv* mittlere, *fv'* untere Commissuralfasern; *af* äussere, *af'* innere Commissur zum Bauchmarke, die sich rechts ausserhalb der Kopfhöhle bei *d* aneinanderlegen; *p* deren Ganglion, aus welchem ein Cirrennerv *cn* abtritt; *au* rechtes, *au'* linkes vorderes Auge; *u* rechte, *u'* linke Palpe (gez. m. d. Camera).

Fig. 2. *Lepid. eleg.* Querschnitt in der Gegend des zweiten Augenpaares *A*. *P* rechtes Fühlerganglion; *k* Augennerv, *nua* dessen Ursprung aus dem centralen Nervennetze; *kr* Kreuzung der Fasern der inneren Commissur zum Bauchmarke *t*, als deren Fortsetzung die oberen Commissuralfasern mit den Fasern des Augennerven; *z* Ganglienzellen, aus welchen Nervenfasern in die Commissur zum Bauchmarke abtreten; *N* centrale Netzsubstanz; bei *g* sehr fein und ohne Beimengung von Neuroglianetz;  $\pi$  verticale Fasern; *r* bindegewebiges Medianseptum; *p* verticale Neurogliafasern; *y* feines kernhaltiges Neuroglianetz; *p* Nervenöhle; *w* perineurales Neuroglianetz; *E* Ectoderm; *C* Cuticuta (entw. m. d. Camera, vergr. Reichert, Syst. 8, Oc. 4).

Fig. 3. *Lepid. eleg.* Querschnitt aus dem Centralnetz an der Stelle bei  $\pi$  auf der vorigen Figur. Das Bild ist so gekehrt, dass die obere Hälfte auf der Tafel nach links bei *b* liegt. *nua* Nervenfasern des Augennerven; *h* verticale Neurogliafasern; *t* Neurogliazelle; *z* verbreiterte Knotenstellen im Neuroglianetze (vergr. Reichert, s. Imm. XI, Oc. 2).

Fig. 4. *Lepid. eleg.* Querschnitt aus der unteren Ganglienzellschichte. *gz* Ganglienzellen, von welchen eine einen Fortsatz in das centrale Nervennetz *nn* sendet; *sm* perineurales Neuroglianetz; *r*, *p* verbreiterte Stellen an demselben (vergr. wie zuvor).

Fig. 5. *Nereis Costae* Gr. Querschnitt an derselben Stelle wie zuvor (vergr. wie zuvor).

Fig. 6. *Lepid. eleg.* Querschnitt aus dem kernhaltigen, feinen, perineuralen Neurogliaetze der Stelle y der 2. Figur (vergr. wie zuvor).

Fig. 7. *Lepid. eleg.* Querschnitt aus dem Rande der Nervenhülle, seine Fortsetzung in das perineurale Neurogliaetz zeigend; a, b, c ihre chemisch verschiedenen Schichten, p verbreiterte Stelle im Netze (vergr. wie zuvor).

Fig. 8. *Lepid. eleg.* Querschnitt aus der Bauchwand. N Bauchmark; n Abgang der rechtsseitigen Riesenfaser; hy Hypodermis; lm Lateralmuskel; fm Segmentalmuskel; om Leibeshöhlenepithel.

Fig. 9. *Lepid. eleg.* Querschnitt aus dem Bauchmarke, die Endigung der rechtsseitigen Riesenzellausläufer a in der linksseitigen Bauchmarkshälfte zeigend (vergr. Reichert, Imm. XI, 4).

Fig. 10. *Lepid. eleg.* Querschnitt aus der rechtsseitigen Bauchmarkshälfte den Abgang der Riesenfaser kf zeigend. gz Ganglienzellen, r perineurales Neurogliaetz; N Kerntheil des Bauchmarkes;  $\pi$  neurogliale Hülle um dasselbe; f, v, v' grössere Nervenfasern; hy, hy Hypodermis; m Muskelschichte; e Leibeshöhlenepithel (vergr. Reichert, Imm. XI, 2).

Fig. 11. *Lepid. eleg.* Rechtsseitige Riesenfaser (vergr. Reichert, Imm. XI, 4).

**Taf. II.**

(Alle Figuren beziehen sich auf *Lepidasthenia elegans* Gr.)

Fig. 12. Querschnitt aus dem Bauchmarke zu Ende einer gangliösen Anschwellung; om median. Längsmuskel; fm Segmentalmuskel; lm Lateralmuskel; hy Hypodermis; r circumscripste Fasern des perineur. Gewebes; s verticale, zwischen den beiden Kerntheilen des Bauchmarkes gelegene Fasern des perineuralen Neurogliaetzes; t Neurogliastrang; gz gewöhnliche Ganglienzellen der ventomedianen Gruppe; kz rechte, kz' linke Riesenganglienzellen; kf deren Fortsatz (gez. m. d. Camera, vergr. Reichert,  $\frac{6}{3}$ .)

Fig. 13. Querschnitt aus dem Bauchmarke vor dem vorherigen; sonst alles wie zuvor.

Fig. 14. Der mediane Theil vorigen Präparates bei starker Vergrösserung (Reichert, Imm. XI, 3), die Verhältnisse der Fortsätze der Riesenzellen kz, kz' zum Kerntheile des Bauchmarkes demonstrirend.

Fig. 15. Eine im Kerntheil der linksseitigen Bauchmarkshälfte gelegene Ganglienzelle (s. Fig. 16 w; vergr. wie zuvor).

Fig. 16. Querschnitt aus der Mitte eines Bauchmarksganglions;  $\lambda$ ,  $\lambda$ . mediane Ganglienzellen. Sonst wie zuvor.

Fig. 17. Die rechtsseitige Riesenfaser an einem dickern Schitte, bald hinter dem der vorigen Figur; im Umriss bei verschiedener Einstellung mit der Camera gezeichnet.

Fig. 18. Querschnitt aus dem Bauchmarke, etwas vor der Mitte einer gangliösen Anschwellung. w, v Nervenfasern in den abtretenden Nerv n, die ihren Ursprung im Nervennetze haben; g, g' Ganglienzellen, welche Fasern in den abtretenden Nerven (n) senden;  $\pi$  ausgetretene Pigmentkugelchen aus den Ganglienzellen. Sonst wie auf den übrigen Figuren.

Fig. 19. Querschnitt aus der rechten Riesenfaser, einen seiner abtretenden und im centralen Nervennetze sich auflösenden Ast (rf) demonstrirend; ns Neuroglia-bündel (vergr. Reichert, Imm. XI, 3).

Fig. 20. Querschnitt. Die mediane Ganglienzelle (Fig 16,  $\lambda$ ).

Fig. 21. Contouren der Riesenfaser, auf einem dickeren Längsschnitte bei verschiedener Einstellung mit der Camera gezeichnet.

**Taf. III.**

Fig. 22. *Nereis Costae* Gr. Querschnitt aus dem Gehirn in der Gegend des zweiten Augenpaares (A); g Tentakelganglion; p Nerv in die Kopfhaut (s. Fig. 24, n'); af Fasern in die äussere Commissur zum Bauchstrange; uc dieselben zur innern; h Höhle zwischen Gehirn und Ectoderm (gez. mit der Camera).

Fig. 23. *Ner. Costae*. Längsschnitt der oberen Kopfhälfte. T Tentakel. tn dessen Nerv; tg Ganglion am letzteren; sonst wie zuvor.

Fig. 24. *Ner. Costae*. Längsschnitt ebenda, lateralwärts vom vorigen. tg Ganglion am Tentakelnerven; g, g' die beiden Abschnitte des Tentakelganglions; n Nerv zur dorsalen Kopfhaut; l Nerv zur ventralen Kopfhaut.

Fig. 25. *Lepid. eleg.* Abgang eines Nerven (N) aus dem Bauchmarke (Querschnitt). m Nervenfasern des Netzsprunges; nf Nervenfasern directen Ursprunges. kf Riesenfaser; f grössere Nervenfasern; hy Ectoderm; bg Capillargefäss? (gez. m. d. Cam., vergr. Reichert, Imm. XI, 3).

Fig. 26. *Lepid. eleg.* Querschnitt des rechten Kerntheiles des Bauchmarkes, die Anastomose (c) zwischen lateroventral gelegenen Ganglienzellen (C) mit dorso-lateral gelegenen (a b) demonstrierend.

Fig. 27. *Lepid. eleg.* Dasselbe der linken Seite, auf demselben Präparate.

Fig. 28. *Cerebratulus crassus* (Meckelia sommatostomus F. S.). Aus dem äusseren Rande der Lateralstränge, n Nervenöhle; gz Ganglienzellschichte; nv Schichte des weiten Nervennetzes; h Schichte des engen Nervennetzes (vergrössert Reichert, Imm. XI, 3).

Fig. 29. *Cerebr. crass.* Aus dem Rande der oberen Gehiranschwellung (vergr. wie zuvor).

Fig. 30. *Cerebr. crass.* Fasern beiderlei Ursprunges des Rüsselnerven (vergr. wie zuvor).

**Taf. IV.**

Fig. 31. *Lepid. eleg.* Querschnitt aus dem Bauchmarke hinter dem auf Fig. 31.

Fig. 32. *Lepid. eleg.* Die Commissur (com) des ersten Bauchganglions; de Darmepithel; dm Ringmusculatur desselben (gez. m. d. Camera, vergr. ÷).

Fig. 33. *Sipunculus nudus* L. Querschnitt durch das Bauchmark. ln Nerv; as äussere, in innere Nervenöhle und diesen entsprechend n äusserer, w innerer Marktheil; gz Ganglienzelllage in der ventralen Seite der innern Markhälfte; st ventrale Längsfurche; lm linker, om rechter Lateralmuskel (gez. m. d. Camera, vergr. Reichert).

Fig. 34. *Sip. nudus*. Dasselbe um den Nervenursprung zu illustriren (musste, um deutlicher zeichnen zu können, mit der Camera bei völlig ausgezogenem Tubus gezeichnet werden).

Fig. 35. *Sip. nud.* Aus der ventralen Hälfte des Bauchmarkes. m äussere Nervenöhle; b äusserer Bauchmarkstheil; gz Ganglienzellen; ih innere Nervenöhle mit Oeffnungen, durch welche Bindegewebs- (bg) und Nervenfasern (nf) in die innere Bauchmarkshälfte treten; gs Ganglienzellschichte; zn Netztheil der innern Bauchmarkshälfte; p aus den Ganglienzellen extrahirte Pigmentkugeln (vergr. Reichert, Imm. XI, 3).



Fig. 36. *Sip. nud.* Ganglienzellen aus der äusseren Bauchmarkhälfte, in dem bindegewebigen Netze liegend, mit theilweise noch enthaltenem Pigmente (vergr. wie zuvor).

Fig. 37. *Sip. nud.* Etwas dorsoventral geführter Horizontalschnitt aus dem Bauchmarke. r äussere ventrale Bauchmarkhälfte; l innere Bauchmarkhälfte; lf Bündel von längsverlaufenden Nervenfasern (vergr. wie zuvor).

Fig. 38. *Sip. nud.* Querschnitt aus dem Bauchmarke, den Ursprung der Nerven demonstrierend; die Stelle bei w entspricht der gleichbezeichneten auf Fig. 34 (vergr. wie zuvor).

Fig. 39. *Sip. nud.* Aus der dorsalen äusseren Bauchmarkhälfte (a), (vergr. wie zuvor).

Fig. 40. *Sip. nud.* Multipolare Ganglienzelle aus der dorsalen äusseren Bauchmarkhälfte (vergr. wie zuvor).

## Taf. V.

Fig. 41. *Serpula spec.?* Aus dem unteren Schlundganglion; die Stelle vv' rr' auf der folgenden Figur. n die abtretende Commissur zum ersten Bauchmarkganglion; m Nervenfasern der oberen Commissur; gz Ganglienschichte der inneren Seite, gz' dieselbe der lateralen Seite (vergr. Reichert,  $\frac{8}{3}$ ).

Fig. 42. *Serp.* Längsschnitt des Subösophageal-Ganglions, wo die zwei Linien die Stelle bezeichnen, wovon das vorige Präparat gezeichnet wurde; sonst wie dort.

Fig. 43. *Serp.* Querschnitt durch das Cerebralganglion. ah äussere, ih innere Nervenöhle; m die Verschmelzung derselben; t Rest einer oberen inneren Nervenöhle; bg Blutgefässe in der inneren Nervenöhle; r Ganglienzellschichte.

Fig. 44. *Lumbricus agricola Hoffm.* Querschnitt aus dem Bauchmarke den Abgang eines Nerven zeigend. a Nervenfasern directen Ursprunges; b solche des Netzsprunges; nh Nervenöhle; gl Gefässlücke in derselben; br Blutzellen (Chloragonzellen?); gz grosskernige Ganglienzelle; m Muskelfasern (vergr. Reichert,  $\frac{8}{3}$ ).

Fig. 45. *Lumb. agric.* Zwei anastomosirende Ganglienzellen aus einem Querschnitte des Bauchmarkes (vergr. wie zuvor).

Fig. 46. *Lumb. agric.* Querschnitt aus dem Bauchmarke. nh Nervenöhle, m Muskelbündeln in derselben; bgf Hauptarterienstamm des Bauchmarkes (Centralgefäss; a mediane, a', a'' laterale riesige Nervenfasern; zz mediane Ganglienzellen; gz grosse laterale Ganglienzellen.

Fig. 47. *Lumb. agric.* Die zwei medianen Ganglienzellen (vorig. Fig. zz) mit ihren Anastomosen.

Fig. 48. *Lumb. agric.* Querschnitt aus dem Bauchmarke, und zwar an einer Stelle, wo ein Nerv (n) abtritt (vergr. wie auf Fig. 46).

Fig. 49. *Lumb. agric.* Ein Stück aus einem Querschnitte, die Auflösung des Fortsatzes (nf) einer Ganglienzelle ( $\pi$ ) der linken Hälfte in dem Centralnetze der rechten Seite zeigend (vergr. Reichert,  $\frac{8}{3}$ ).

Fig. 50. *Lumb. agric.* Horizontalschnitt aus einem Bauchmarkknoten, den Faserverlauf zeigend.

Fig. 51. *Lumb. agric.* Querschnitt aus der oberen Hälfte des Bauchmarkes. a mediane, a', a'' laterale riesige Nervenfasern; cn centrales Nervennetz um dieselben; p kappenförmig angeordnete Amöboidzellen; bz Amöboidzellen; gz Ganglienzellen; uh Nervenöhle; m, m' Muskelfasern in demselben (?), (vergr. Reichert,  $\frac{8}{3}$ ).

Fig. 52. Lumb. agric. Der untere Rand der mittleren Riesenfaser (vergr. Reichert, Imm. XI, 4).

Fig. 53. Lumb. agric. Querschnitt der linksseitigen Riesenfaser a'. bz umlagernde Amöboidzelle (vergr. wie zuvor).

Fig. 54. Lumb. agric. Querschnitt aus dem oberen dorsalen Rande (s. Fig. 48, t) des Bauchmarkes, kleine multipolare und mit einander anastomosirende Ganglienzellen zeigend (vergr. wie zuvor).

Fig. 55. Lumb. agric. Grosse Ganglienzelle aus der ventralen Bauchmarkshälfte, in welcher das Protoplasma netzförmige Anordnung zeigt (vergr. Reichert, Imm. XI, 4).

