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

Beiträge zur Kenntnis des Nervensystems der Wirbellosen.

Neue Untersuchungen über das Nervensystem der Nemertinen.

Von

Otto Bürger
in Göttingen.

Mit Tafel 14 und 15.

In einer früheren, ausgedehnteren Arbeit[1] über das Nervensystem der Nemertinen habe ich behauptet, dass sämmtliche Ganglienzellen des Gehirns und der Seitenstämme unipolar sind und den einzigen Fortsatz in die Centralsubstanz entsenden. Ich habe mich damit gegen die oft vertretene Ansicht verwahrt, dass die Ganglienzellen unter einander mittels besonderer Fortsätze anastomosiren.

Die unipolare Ganglienzelle habe ich sehr vorsichtig definirt, indem ich ausführte, sie sei durch den Besitz eines einzigen Fortsatzpoles charakterisirt. Ich ließ es gleichgültig sein, ob von dem Fortsatzpol nur ein einziger Fortsatz — »wie es in der Regel der Fall ist« — oder mehrere in die Centralsubstanz abgehen. Ich darf heute erklären, dass die citirte Clausel das Product der äußersten Vorsicht war. Da ich niemals beobachtet hatte, dass eine Ganglienzelle zwei Fortsätze abgiebt, und ich mich an den sog. kolossalen Ganglienzellen oder Neurochordzellen — wie ich jene nach entsprechenden Zellen, die bei anderen Thierclassen im Centralnervensystem vorkommen, nennen durfte — bestimmt immer nur von der Existenz eines Fortsatzes überzeugt hatte, so würde ich schon da-

[1] Untersuchungen über die Anatomie und Histologie der Nemertinen etc. in: Zeit. Wiss. Z. 50. Bd. 1890. Nervensystem pag. 96—154 und 208—234.

mals nicht zu weit gegangen sein, wenn ich allen Ganglienzellen im Gehirn und in den Seitenstämmen der Nemertinen nur den Besitz eines einzigen Fortsatzes zugeschrieben hätte. Besonders darum nicht, weil ich diesen einzigen Fortsatz ganz scharf gefasst hatte. Ich sagte: »Der Fortsatz, welcher der Ganglienzelle entspringt und dieser entsprechend stark ist, muss aus ihr heraustreten, von Säulen des Paramitoms gebildet sein.« Unter Paramitom verstand ich ein hyalines kaum färbbares Protoplasma, das die Hauptmasse der Zell- und der Fortsatzsubstanz ausmacht, im Gegensatz zu einer Rindenschicht von Zelle und Fortsatz, die in beiden ein Gerüst bildet — dem Mitom, das körnig ist und sich mit den üblichen Farbstoffen tingirt. Von Hyalo- und Spongioplasma würden Leydig,[1] Nansen[2] und ihre Anhänger anstatt von Paramitom und Mitom reden — doch das sei nur im Interesse des allgemeinen Verständnisses hinzugefügt.

Es war nothwendig, dass ich seiner Zeit auf den Bau des einzigen Ganglienzellfortsatzes einging, denn ich musste auch feine Fasern beschreiben, die sich von der Rindenschicht der nackten Ganglienzelle abspalten und in eine haubenartige Bindegewebshülle hineindringen. Diese Fäserchen, wie man sie im Vergleich zu dem dicken Fortsatz nennen muss, wenden sich nie in die Centralsubstanz und verbinden sich nie mit denen benachbarter Zellen oder diesen selbst.

Doch nicht allein vom morphologischen Standpunkte aus habe ich nur äußerlich die Ganglienzelle des Centralnervensystems der Nemertinen betrachtet und charakterisirt, sondern auch ihre physiologische Deutung gestreift, indem ich die unipolare Ganglienzelle als das »selbständige, kernführende, kolbige Endgebilde der Nervenfibrille« hinstellte, »fertig in sich, ein Organ für sich, wenn man will«. Ich fasste sie im Sinne Kleinenberg's[3] als automatische Ganglienzelle auf und setzte ihr die bi- und multipolare als reflectorische gegenüber.

Betreffs der Ganglienzellfortsätze und der Fibrillen der Centralsubstanz hatte ich die Ansicht gewonnen, dass jeder der Ganglienzellfortsätze in eine einzige Fibrille der Centralsubstanz übergeht und die Fibrille als Faden in dieser

---

[1] Zelle und Gewebe. Bonn 1885.

[2] The structure and combination of the histological elements of the central nervous system. in: Bergens Mus. Aarsberetn. (f. 1886) 1887. pag. 27—214.

[3] Die Entstehung des Annelids aus der Larve von *Lopadorhynchus* etc. in: Zeit. Wiss. Z. 44. Bd. pag. 1—227. Nervensystem pag. 52.

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

sich fortsetzt, mag sie Seitenfäserchen, also ungleichwerthige Verästelungen, besitzen oder nicht.

Es geht schließlich aus meiner Darstellung hervor, dass die Zweige des Seitenstammes (die »Spinalnerven«) durch die Fibrillen des Wurzelbündels in directer Verbindung mit den Ganglienzellen sich befinden. Das »Wurzelbündel« nannte ich einen besonderen Längsfibrillenstrang in der Centralsubstanz des Seitenstammes, von dem allein seine Zweige (die »Spinalnerven«) entspringen.

Trotzdem ich hoffe, dass diese längere Darlegung, in der ich einige Punkte im Auszug aus einem eigenen Artikel brachte, durch die nachfolgenden Seiten gerechtfertigt wird, bitte ich den Leser um Entschuldigung.

Während sich jene Arbeit bereits im Druck befand, erschienen Haller's[1] »Beiträge zur Kenntnis der Textur des Centralnervensystems höherer Würmer«, in welchen auch die Nemertinen kurz berücksichtigt werden[2].

Es wird von diesem Autor behauptet, dass die Ganglienzellen im Centralnervensystem multipolar sind (»wo die Ganglienzellen lockerer liegen, diese im höchsten Grade multipolar sind«). Gesperrt gedruckt folgt: »Die verschiedenen großen Ganglienzellen waren sämmtlich multipolar.« Dann: »Die Fortsätze der Ganglienzellen verbanden sich entweder sofort mit solchen ihrer Nachbarn oder sie verästelten sich in ein gröberes Nervennetz, das zwischen den Ganglienzellen lagerte.« Sehen wir uns eine Figur an, z. B. Taf. 18 Fig. 28, in welcher theilweise ein Schnitt aus dem äußeren Rande der Lateralstränge (Seitenstämme) von *Cerebratulus crassus* abgebildet wurde, so erblicken wir unter einer Nervenhülle die Ganglienzellschicht, dann

[1] In: Arb. Z. Inst. Wien 8. Bd. 1889. pag. 175—312.

[2] Im Text giebt Haller an, er habe einen nicht weiter bestimmten *Cerebratulus* untersucht. In der Tafelerklärung ist zu den drei Abbildungen dagegen »*Cerebratulus crassus* (*Meckelia somatostomus* F. S.)« hinzugefügt. Ich habe nach dem Autor »F. S.« gesucht, bis ich entdeckte, dass Haller davon Abstand genommen hatte, zu den Anfangsbuchstaben der Vornamen »F. S.« den wohl nicht minder wichtigen Zunamen Leuckart hinzuzusetzen. Nämlich F. S. Leuckart stellte das Genus *Meckelia* mit der Art *somatotomus* (und nicht *somatostomus*) (1827) 1828 auf. Diese Species wird aber von den heutigen Systematikern (Hubrecht, Genera of European Nemerteans etc. und Joubin, Recherches sur les Turbellariés des côtes de France etc.) als Synonym von *Cerebratulus marginatus* (Renier) aufgeführt und diente mir zum Ausgang aller meiner früheren und jetzigen Untersuchungen des Centralnervensystems der Nemertinen.

die Schicht des weiten Nervennetzes und schließlich die Schicht des engen Nervennetzes. »Dieses weitmaschige Nervennetz,« heißt es im Texte, »ging auf einmal in ein äußerst zartes Netz über, welches die ganze innere Faserschicht ausfüllte, und welcher nur longitudinale gröbere Nervenfaserzüge, nie aber Ganglienzellen eingestreut waren.« Ich war seiner Zeit sehr überrascht, als ich das sah, überraschter aber darüber, dass man solche Bilder sehen konnte.

Vergeblich suchte ich in den Bildern Haller's nach einer Scheidehülle zwischen Ganglienzellbelag und Centralsubstanz, vergebens nach dem dicken Mantel von Bindegewebszellen um die Ganglienzellen herum und nach jenem dichten Kernlager, das die Centralsubstanz (das enge Nervennetz Haller's) immer außer der besonderen Haut umgiebt. Dagegen sah ich die Ganglienzellen mittels dicker Fortsätze sich wie durch Brücken verbinden und so mit einander verwachsen, und selbst die Fortsätze der Zellen, welche dieser allgemeinen Verschmelzung der Ganglienzellen sich entwanden, bildeten alsbald ein Netz, das dichter und dichter wurde.

Dem ist nicht so. Die Beobachtungen sind ganz ungenau. Sonst hätten Haller die vermissten Elemente nicht entgehen dürfen. Zwar wird daran vor allen Dingen die schlechte Conservirung Schuld sein, wenigstens stelle ich mir so etwa einen Schnitt durch den Seitenstamm eines arg misshandelten *Cerebratulus* vor.

Der Autor widerspricht Hubrecht, welcher sich übrigens schon vor Jahr und Tag viel richtiger über die Textur des Centralnervensystems der Nemertinen informirt hatte, als es heute irgend Jemand mit Hilfe von Haller's Ausführungen gelingen könnte. Jener hat das Hüllgewebe der Ganglienzellen gesehen und die Scheide zwischen ihnen und dem Faserkern bei vielen Nemertinen erkannt und oft mehr gezeichnet als beschrieben, so im Challenger Report, wo die betreffenden Querschnittsbilder einen Begriff vom Bau z. B. des Seitenstammes zu geben vermögen, mit seinen beiden bindegewebigen Häuten, dem Bindegewebspolster der Ganglienzellen, dem Kernlager innerhalb des inneren Neurilemma um die Centralsubstanz herum[1]. Auch Dewoletzky[2], dem es doch gewiss nicht auf die Ergründung

---

[1] Hubrecht, Report on the Nemertea collected by H. M. S. Challenger etc. in: Report Challenger. Vol. 19. 1887. — The peripheral nervous system etc. in: Q. Journ. Micr. Sc. (2) Vol. 20. 1880. — Zur Anatomie und Physiologie des Nervensystems der Nemertinen. in: Verh. Akad. Amsterdam 20. Deel. 1880.

[2] Dewoletzky, Das Seitenorgan der Nemertinen. in: Arb. Z. Inst. Wien 7. Bd. 1887. pag. 233—280.

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

der Textur des Centralnervensystems ankam, hat (Taf. 12 Fig. 2) eine Scheide zwischen dem Ganglienbeleg und der Centralsubstanz im Seitenorgan von *C. fasciolatus* eingezeichnet.

Doch dies sei genügend, um die Untersuchungen Haller's in das rechte Licht zu setzen.

Nicht um die Ansichten und Befunde dieses Autors zu widerlegen, stellte ich die Experimente an, deren Resultate dieser kleine Aufsatz bringt, sondern lediglich, um mein eigenes Opus in Punkten zu verbessern, die mir die Schnittmethode recht unzulänglich aufgeschlossen hatte. Daher beabsichtigte ich, mich auch weniger mit dem Centralnervensystem zu befassen, als vielmehr, Untersuchungen über das periphere Nervensystem anzustellen, das ich ehedem, wie gesagt, aus Mangel an Erfolg nur skizziren konnte. Ich gedachte mit Hilfe der Maceration vorzudringen, sobald sich mir Gelegenheit bieten würde, frisches Material reichlich zu bekommen. Das war mir in der Station zu Neapel vergönnt. Hier an der besten Quelle des mich interessirenden Materials nahm ich die Nervenstudien wieder auf und begann zu maceriren. Das brachte mich indessen kaum vorwärts, und ich versuchte die Ehrlich'sche Injectionsmethode mit Methylenblau. Ein Sporn waren mir die herrlichen Untersuchungen von Retzius[1] hauptsächlich am Bauchmark und peripheren Nervensystem von *Astacus fluviatilis* und *Palaemon squilla*. Durch diese Methode hoffte ich nun aber auch die Beziehungen der nervösen Elemente unter sich und zu den anderen Körpergeweben eben so wie ihren Bau und ihre Anordnung in klareren Bildern zu bekommen, als sie je die Combination endloser Schnittserien ergeben könnten.

Zur Injection wurden 100 g einer $^1/_2$ %igen Kochsalzlösung mit 0,5 g Methylenblau versetzt, oder einfach eine $^1/_2$ %ige Methylenblaulösung in Aqu. dest. angewandt. In Seewasser löst sich Methylenblau nur sehr unvollkommen; ich hatte mit dieser Farbstofflösung keinen Erfolg.

Zumeist injicirte ich die hier sehr häufigen *Cerebratulus marginatus* (Renier), *Eupolia delineata* (Delle Chiaje) und *curta* (Hubr.), ferner *Nemertes gracilis* (Johnston), die häufigen *Drepanophorus*- und mehrere *Amphiporus*-Arten, schließlich auch verschiedene Carinelliden.

Es lässt sich in Darm und Rhynchocoelom injiciren. Und die erprobte Regel ist: je mehr und je öfter, um so besser. Eine Injection genügt selten auch nur für eine schwache Färbung.

[1] Biologische Untersuchungen. Stockholm 1890.

Die Färbung tritt bei den Nemertinen während des Lebens ein. Ich betone dies, weil ich gehört habe, bei anderen Thieren (Mollusken) sei dieselbe eine entschieden postmortale Erscheinung, trotzdem aber sehr brauchbar. Bei den Nemertinen ist nach meinen Erfahrungen die Färbung dagegen nur dann eine brauchbare, den Erwartungen entsprechende zu nennen, so lange der Thierkörper oder Stücke desselben noch Leben zeigen, z. B. die Wimperung der Haut, des Darmepithels, des Excretionsgefäßes etc. anhält, oder der Muskelschlauch noch thätig ist. Dann aber ist sie die vollkommenste, wenn die Lebenserscheinungen, namentlich die Thätigkeit des Muskelschlauchs auf ein äußerstes Minimum herabgesunken sind, also auf der Grenze des Absterbens der Gewebe. Ist diese überschritten, so wird die Färbung diffus. Das einzelne nervöse Element, die Fibrille oder die Zelle, hebt sich nicht mehr klar aus der Gesammtheit heraus, und das ist es doch, was in erster Linie erstrebt wird. Schließlich wird eine Bläuung beinahe aller anderen Gewebe eintreten.

Recht wesentlich waren auch für mich die Rathschläge, welche Retzius zur Injectionsmethode giebt.

Die Nemertinen vor der Behandlung nur feucht zu halten, ist schon desshalb gut, weil sie dann erschlaffen und den nothwendigen Manipulationen weniger ausweichen oder sie völlig vereiteln, indem sie unter enormen Schleimabsonderungen und heftigen Contractionen sich so zu sagen in ihre Atome auflösen, wie Zunder zerbrechen, ehe die Spritze noch fest einsetzte. Geschlechtsreife Individuen sind überhaupt zu vermeiden.

Auch nach der Injection habe ich die Thiere nur feucht gehalten, ja selbst so trocken wie möglich. Sie können viel vertragen und vor dem Vertrocknen schützt sie der wie zu einem Cocon abgesonderte Schleim. Sodann calculirte ich, dass die Farbflüssigkeit auch eher und energisch von innen nach außen durch die Gewebe diffundirt, eben in Folge der wenig gehemmten Verdunstung von der Körperoberfläche.

Man muss bedenken, dass die Flüssigkeit recht dicke Gewebsschichten zu durchdringen hat, um bis zu den Seitenstämmen zu gelangen, zumal bei den unbewaffneten Nemertinen, wo diese mitsammt der peripheren Nervenschicht in den Hautmuskelschlauch eingebettet sind. Bei den Enopla ist nur das Darmepithel und das Parenchym bis zu demselben zu durchtränken. Auf die Tinction der Seitenstämme kam es mir aber vor Allem an, nachdem meine Gehirnfärbungen immer recht mangelhaft ausgefallen waren.

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

Imbibitionsversuche führten nie zu nennenswerthen Resultaten. Merkwürdigerweise verbesserte sich die Färbung nur in geringem Maße nachträglich, wenn ich den Körper zerlegte und die Gewebe, so die Seitenstämme, direct der Luft (dem Sauerstoff) aussetzte. Leider trat sie niemals überhaupt erst nachträglich ein, d. h. war nichts im Körper selbst gefärbt, so färbte sich auch nach langem Liegenlassen weder in den Stücken das Geringste, noch auch färbten sich nachträglich die im geöffneten Körper bloßgelegten Seitenstämme. Diese Experimente haben mich längere Zeit irre geführt; erst später erkannte ich, dass nur dadurch, dass möglichst große Mengen der Farbflüssigkeit in den Körper gepresst wurden — ein solch starkes Quantum, dass derselbe sich aufblähte — und durch die rücksichtslos trockene Aufbewahrung des Objectes nach der Injection die gewünschte Färbung erzielt wurde.

Die Färbung tritt an vielen Punkten im injicirten Object gleichzeitig ein: gefärbte Elemente tauchen überall auf, aber noch zerstreut; erst mit der Zeit wird die Färbung vollständiger, indem die blauen Elemente dichter und dichter erscheinen. Die Zeit bis zur relativen Vollkommenheit hängt vom Object ab. Sechs bis acht Stunden habe ich nach der letzten Injection meist bis zur Untersuchung gewartet, bei *Cerebratulus marginatus*, von dem ich Exemplare von 20 cm Länge injicirte, 12 bis 18 Stunden. An einem solchen Injectionspräparate begann ich dann mit der Untersuchung an einem Ende, indem ich ein Stück nach dem anderen unter das Mikroskop brachte.

Allein der Erfolg kam erst nach Wochen. Und so fasste ich den Gedanken, nur ein Organ der Nemertinen, das durch seine große Lebenszähigkeit noch nach seiner Trennung vom Körper bekannt und berüchtigt ist wie der Polypenarm, mit Methylenblau zu injiciren. Ich hatte den Rüssel ins Auge gefasst.

Kam es mir einerseits darauf an, im Interesse einer späteren Arbeit das Nervensystem dieses Organs möglichst genau festzustellen, so hoffte ich doch andererseits augenblicklich mehr darauf, auch über Fragen allgemeiner Natur Aufschluss zu erhalten, über die Art der Ganglienzellen, die Innervirung von Muskulatur und Epithel etc.

Die Versuche schlugen ein; nicht nur, dass der Rüssel der Nemertinen, sofern er nicht zu winzig ist, nach Wunsch auf die Injection reagirt und eine treffliche Färbung der nervösen Elemente insgesammt und im Einzelnen erzielt wird — auch das Studium dieser selbst bot so viel Mannigfaltiges, dass ich jetzt nicht mehr befürchte, das Interesse für das Speciellste des Speciellen in Anspruch nehmen zu müssen.

Der Methylenblaufärbung wurde von Denen, welche sich ihrer bedienten, außer den reichlich gespendeten Lobeserhebungen doch auch ein Klagelied gesungen, in das ich leider gleichfalls einstimmen muss. Da ist ihre Unzuverlässigkeit hervorzuheben: die Nerven färben sich vorzüglich, von den Ganglienzellen keine einzige, oder es tritt (nicht minder unerklärlich) der völlig entgegengesetzte Fall mit derselben Ausschließlichkeit ein. Auch als specifisches Nervenfärbemittel kann das Methylenblau nicht gelten. Ich konnte ja nicht z. B. die Seitenstämme so zu sagen direkt injiciren, wie es bei dem freier liegenden Bauchmark der Articulaten eher möglich ist — und da erhielt ich denn im Laufe der Untersuchungen schöne Epithelfärbungen vom Darm und von der Haut, Muskeln tingirten sich, ja ganze Organe wie das Nephridium. Das nahm ich freilich gelegentlich gern mit in den Kauf, da ich ja nicht lediglich Nerven und Ganglienzellen verfolge.

Die Vergänglichkeit der Färbung ist auch bei unseren Objecten eine ziemlich rasche, obwohl ich glaube, dass sich die Tinction länger hält als es Retzius von seinen Injectionspräparaten angiebt. Das hat aber sicher seinen Grund in der langen Lebensdauer des Nemertinengewebes. Diese Eigenschaft erleichtert die Untersuchungen ungemein und gleicht manche Widrigkeiten aus, welche die Behandlung dieser zähen Würmer mit sich bringt.

So habe ich Objecte, die ich Abends zu untersuchen begonnen hatte, in die feuchte Kammer zurückgestellt und am nächsten Morgen noch wohl erhalten und brauchbar gefärbt fortstudiren können. Das war aber im Winter.

Die Färbung verblasst am schnellsten unter dem Deckglase, wohl aus Mangel an Luftzufuhr in Folge des noch in den Geweben anhaltenden Stoffwechsels. Sie tritt selbst da, wo sie völlig geschwunden ist, wieder ein, wenn das Deckglas gelüftet wird. Das versäumte ich darum nicht, von Zeit zu Zeit zu besorgen. Kommt man ohne Deckglas aus, so ist es für das gefärbte Object das beste.

Feinheiten, wie Muskelinnervirungen, die Nervenversorgung des Epithels etc. gehen übrigens am ersten verloren und zwar unwiederbringlich — so ist es gut, von der Peripherie zum Centrum hin zu untersuchen; man schlägt auf diese Weise auch eine kritische Untersuchungsmethode ein, indem man die peripheren nervösen Elemente zum Nervencentrum hin verfolgt und ihren Zusammenhang mit diesem feststellt und sie erst damit als wirklich nervös in Anspruch zu nehmen berechtigt ist.

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

Zur Fixirung benutzte ich das bekannte pikrinsaure Ammoniak in verdünnter Lösung. Die in Glycerin aufbewahrten Präparate halten sich zwar längere Zeit, aber die feinsten und am ehesten vergänglichen Dinge conserviren sie nicht; ich habe sie auch nur angefertigt, um die Kerne sichtbar zu machen, die in den blau gefärbten Zellen meist nicht zu erkennen sind.

Wie Retzius habe ich vielfach mit Glycerin + eine Spur pikrinsaures Ammoniak aufgehellt; gewiss, es ist oft auch gerade bei meinen dicken, wenig durchsichtigen Objecten unumgänglich nothwendig, aber die Färbung verschwand dann in der That während des Zeichnens.

Die Untersuchung concentrirte sich auf das periphere Nervensystem, wenn man zu demselben dasjenige eines Organs, z. B. des Rüssels, rechnen will. Dieses wird daher in der folgenden Darstellung vorangestellt werden.

Die Resultate, welche die Untersuchung des Centralnervensystems ergab und die einzig an den Seitenstämmen gewonnen wurden, bilden eine Ergänzung meiner früheren Darstellung, die damit aber noch unvollkommen genug bleibt.

Das Nervensystem des Rüssels.

Der Rüssel der bewaffneten Nemertinen

setzt sich bekanntlich aus zwei gleich langen Röhren, die aber einen sehr verschiedenen Durchmesser besitzen, zusammen. Das vordere weite Rohr, welches im Kopfe angeheftet ist, vermag das hintere vollständig in sich aufzunehmen und diesem noch Raum genug zu bieten, dass es sich beliebig schlängeln kann. In der Rüsselmitte, gerade zwischen dem weiten und dem engen Abschnitt, befindet sich der Waffenapparat, welcher mit verschiedenartigen Stiletten und einer Menge von Drüsenzellbündeln ausgestattet ist. Da der Waffenapparat nicht bei allen Formen der Enopla gleich gebaut ist, so gebe ich hier nur eine Orientirung desselben von *Amphiporus*, welche wohl noch durch Taf. 14 Fig. 1 unterstützt wird. In dieser ist die Stilettregion von *A. marmoratus* dargestellt, dessen Rüssel in erster Linie das Object meiner Untersuchungen bildete.

Es charakterisirt die Stilettregion des *Amphiporus*-Rüssels (wie überhaupt der meisten anderen bewaffneten Rüssel) eine zwiebelförmige Blase, die mit einer sehr dicken Muskelschicht bekleidet ist. Sie communicirt durch einen engen kurzen Ductus mit dem hinteren

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

Rüsselrohr und steht mittels eines längeren Canals auch mit dem vorderen in Verbindung. Dieser Canal durchbohrt einen sonst soliden Gewebswulst, welcher sich kuppelartig in dem vorderen Rüsselcylinder vorwölbt, in dessen hinteres Ende er gewissermaßen wie ein Pfropf hineingeschoben ist, dasselbe verschließend. In den Gewebswulst ist das Hauptstilett mit seiner Basis, an die rings Muskelfasern sich heften, eingesenkt. Wird der Rüssel ausgeworfen und der Stilettapparat vorgestoßen, so tritt auch die Kuppe des Wulstes frei zu Tage.

An diese Skizze vom Bau des bewaffneten Rüssels schließe ich eine solche von der Schichtenfolge in der Rüsselwand an.

Als innere epitheliale Schicht bezeichne ich das Lager der Papillen oder Zotten, als äußere das Plattenepithel[1]. Zwischen ihnen ist der Muskelschlauch eingeschlossen, bestehend aus einer äußeren Ringmuskelschicht (unter dem Papillenlager), einer Längs- und einer inneren Ringmuskelschicht (unter dem Plattenepithel).

Nunmehr werde ich nach den vorangeschickten Bemerkungen ein Bild von der Nervatur des Rüssels geben können, ohne in Versuchung zu kommen, die leicht störenden Auseinandersetzungen der Anatomie dieses Organs auf Schritt und Tritt einzuflechten.

Die Innervirung des Rüssels der bewaffneten Nemertinen erfolgt, wie bereits v. Kennel[2] und Hubrecht[3] festgestellt haben, vom Gehirn aus durch eine größere Anzahl von Nerven. Die Zahl der Nerven ist für jede Art eine bestimmte. Ich hatte Gelegenheit, darauf schon früher[4] hinzuweisen. Jetzt konnte ich dasselbe wiederum constatiren und hinzu lernen, dass die Nervenzahl bei den Arten einer Gattung wechselt, dass es aber vorkommt, dass zwei Species verschiedener Gattungen dieselbe Anzahl von Rüsselnerven charakterisirt. Z. B. ein *Amphiporus* und *Drepanophorus* (beide nov. sp.) besitzen jede 14 Nerven im Rüssel. Es seien als andere Beispiele angeführt *A. marmoratus* mit 16, *A. pulcher* mit 10, *D. serraticollis* mit 20 und *D. rubrostriatus* mit 24 Rüsselnerven.

---

[1] Am ausgestülpten Rüssel ist zwar im vorderen Cylinder das innere Epithel das äußere, aber man könnte, wenn auch dies, doch nicht dieselbe Schicht im hinteren Cylinder als äußere bezeichnen. So ziehe ich die Consequenz vor.

[2] Beiträge zur Kenntnis der Nemertinen. in: Arb. Z. Inst. Würzburg 4. Bd. 1877.

[3] Zur Anatomie und Physiologie des Nervensystems der Nemertinen. in Verh. Akad. Amsterdam 20. Deel. 1880.

[4] Op. cit. pag. 206.

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

Es war mir indess früher nur gelungen, Nerven im vorderen Rüsselrohr nachzuweisen. In die hintere Rüsselhälfte, auch in die zwiebelförmige Blase hinein, hatte ich sie auf Schnitten, an denen ich damals studirte, nicht mehr verfolgen können. Die neue Färbmethode verschaffte mir vollständige Bilder.

Wie ich andeutete, habe ich meine Hauptstudien an Rüsseln von *A. marmoratus* gemacht. Diese Art stand mir in zahlreichen Exemplaren zu Gebote und ist ihren Verwandten besonders ihrer beträchtlichen Größe wegen vorzuziehen. Da nun der Rüssel eine entsprechende Größe besitzt, lässt sich besser mit ihm experimentiren, und außerdem ist er auch widerstandsfähiger, besonders auch in seinen Geweben, die sich länger, ohne in Maceration überzugehen, erhalten, als in irgend einem anderen mir zu Gebote stehenden *Amphiporus*-Rüssel. Manches, was mir im Bau des Rüsselnervensystems überhaupt von besonderem Interesse erschien, fand ich in dem dieser Art aber auch marquirter.

Im injicirten Rüssel von *A. marmoratus* erscheinen die Nerven als hellblau gefärbte Stränge, oder besser Bänder, die in der gesammten Länge des Rüssels deutlich sind. Im vorderen Cylinder vor Allem treten sie prächtig hervor und heben sich klar aus dem anderen durchsichtigen ungefärbten Gewebe der Rüsselwand heraus. Noch schöner erscheint der Nervenkranz, wenn man das Objekt auf weißem Grunde betrachtet. Die Anordnung der 16 Nerven zum Kranze ist sehr regelmäßig: es verlaufen die Nerven in gleichen Abständen vertheilt mit einander parallel. Auch in der Stilettregion verändern sie wesentlich erst hinter dem Waffenapparat ihren Lauf, indem sie sich einwärts biegen, um sich in der Wand der zwiebelförmigen Blase fortzusetzen. Sie verlaufen völlig an der Innenseite derselben, da in der Blasenwand die innere Schicht der Längs- und Ringmuskulatur fast völlig fehlt, dagegen die äußeren Muskelschichten einen dickeren Mantel bilden als sonst wo im Rüssel. Nach hinten zu zwängen sich die Nerven gleichsam durch das enge Rohr, mittels dessen die Blase mit dem hinteren Rüsselcylinder in Verbindung steht, um sich auch in ihm fortzusetzen bis in die verjüngte Endspitze hinein, an welche der Retractor sich anheftet.

Im vorderen Rüsselcylinder sehen wir breite Nervenbänder, aber hinter den Stiletten, in der zwiebelförmigen Blase nur schmale Stränge, die im hinteren Rüsselcylinder noch dünner werden. In den Rüsseln kleinerer *Amphiporus*-Arten stellen die Nerven im hinteren Cylinder feine blaue Linien dar, sie sehen aus, als ob sie mit

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

dem Stift eingezeichnet wären, so fein, dass es mich nicht wundern kann, wenn ich sie auf Schnitten in solch kleinen Rüsseln vergeblich gesucht hatte.

Das vom Stammsystem der Rüsselnerven gegebene Bild bedarf noch einer Ergänzung für die Stilettregion, in der sich der sonst so einfache Nervenapparat ein wenig komplicirt hat.

Die Nerven durchsetzen in der Stilettregion den Gewebswulst, in den das Hauptstilett eingebettet ist. Sie verlaufen in ihm peripher; zwar sind die Taschen der Nebenstilette nicht in das Gitter, das sie bilden, eingeschlossen, aber dem Hauptstilett und seinem muskulösen Basalapparate haben sie sich nicht genähert. Im Gewebswulste erfährt jeder Nerv eine namhafte Anschwellung. Zwischen jedem Paar der Anschwellungen besteht je eine Verbindung, so dass ein Ring die Nerven mit einander verknüpft. Wir können diese Verbindung der 16 Nerven, welche einen weiten Ring um die Stilettbasis beschreibt, den vorderen Nervenring im Rüssel nennen, da wir ihm einen anderen, einen hinteren Nervenring, gegenüber zu stellen haben, welcher die Nerven weiter hinten beim Eintritt in die zwiebelförmige Blase mit einander in Connex setzt.

Es war mir früher gelungen, für *Prosadenoporus arenarius* einen Nervendoppelring vor der Blase nachzuweisen.

Beim ersten Anblick der gefärbten Rüsselnerven fällt noch eins auf. In jedem Nerven hat sich in seiner ganzen Länge ein sehr dünner Strang viel intensiver tingirt als die übrige Substanz des breiten Nervenbandes; derselbe tritt überall scharf aus ihr heraus, fast schwarzblau.

Um diese Erscheinung zu deuten, ist es nöthig, vorerst die Nerven zu verlassen und zu einem anderen Factor des Rüsselnervensystems, den Ganglienzellen überzugehen, die so überaus reichlich vorhanden sind und deren Studium viel Interessantes bietet.

Dass der Rüssel Ganglienzellen besitzt, habe ich bereits angeben können[1]. Ich beschrieb je eine Ganglienzellsäule zwischem jedem Nervenpaar und konnte hinzufügen, dass bei *A. pulcher* von der Säule, in der freilich nur die Kerne, nicht auch die Zellleiber hervortreten, Faserzüge nach beiden Seiten zu den Nerven abgehen, in diese eindringen und in ihrer Achse sich umbiegen, nach vorwärts oder rückwärts ziehend.

---

[1] Op. cit. pag. 206.

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

Am frischen mit Methylenblau gefärbten Rüssel, den man am besten in ruhendem Zustande betrachtet (die Papillen müssen nach innen gekehrt sein, wie sie es während seiner Lage im Rhynchocoelom sind, da sie sonst sehr verdecken), fallen schon bei sehr schwacher Vergrößerung tiefblau tingirte, äußerst feine Fäden auf, die straff zwischen den Nerven ausgespannt sind, das Bild einer engmaschigen Strickleiter vorführend, da sie wohl in nahen Zwischenräumen ausgespannt, aber nicht dicht an dicht gedrängt sind (Taf. 14 Fig. 5). Desshalb ist das Bild auch so einzig klar: die Enden jeder Fibrille lassen sich ohne Mühe verfolgen bis an und in die zugehörigen beiden Nerven hinein. Die Fibrille zeigt gerade in der Mitte zwischen den beiden Nerven eine spindelige Anschwellung.

Viel mehr ist am frischen Präparat kaum zu sehen, und beim ersten Anblick glaubte ich bipolare Zellen vor mir zu haben, freilich merkwürdige Gebilde, da die Anschwellung durchaus nicht wie im Ganglienzellkörper aussah, sondern viel eher an eine Pigmentzelle erinnerte, da sie der scharfen Contourirung entbehrte und sie unregelmäßige, kurzlappige, gleichfalls blau gefärbte Fetzen umhingen.

Doch sobald das Präparat zu verblassen beginnt, rundet sich der Körper ab, die Fetzen verschwinden und schließlich beginnen in der glatten, elliptischen Anschwellung zwei kuglige Kerne nebst ihrem Kernkörperchen deutlich zu werden.

Wir haben eben in jeder Anschwellung ein Paar von Ganglienzellen, deren jede einen Fortsatz nach einem der Nerven entsendet, vor uns. Jede Zelle besitzt eine regelmäßig birnförmige Gestalt, der einzige Fortsatz zieht in der Längsachse der Zelle vom zugespitzten Pol in directester Richtung zum Nerven fort.

Es sind unipolare Zellen, die in der Regel gepaart geradezu typisch für den Rüssel der von mir untersuchten Nemertinen, vor Allem der Enopla sind. Ich will sie fortan als die paarigen Ganglienzellen bezeichnen (Fig. 6 und 7).

Um die Anschwellungen, die wir durch die paarigen Zellen gebildet fanden, zu ergründen, ist es vortheilhaft, anstatt mit der Zeit zu manipuliren, indem man auf das öfters langwierige Verblassen wartet, das Object mittels pikrinsauren Ammoniaks zu fixiren, da dann sowohl die Zellen selbst als auch ihre Kerne deutlich hervortreten; letztere nachzuweisen, wird man sich am frischen Präparat meist vergeblich bemühen, da die Zellen sich zu stark färben.

Die paarigen Zellen decken sich öfters völlig; meist aber sind sie mit ihren verdickten Enden an einander gepresst. Hieraus resultirt

die Spindelform der Gesammtverdickung. Günstig für die Erkenntnis sind die nicht seltenen Fälle, in denen die Zellleiber über Kreuz liegen und so die Umrisse eines jeden schön zu constatiren sind.

Woher kommt aber der merkwürdige Eindruck, den die Verdickung, in der wir die paarigen Zellen nachwiesen, am noch intensiv gefärbten Object macht, ein so merkwürdiger Eindruck, dass selbst ein Vergleich der Bilder mit Pigmentzellen nicht ferne liegt? Wir werden, um anknüpfen zu können, zu einem dritten Factor im Rüsselnervensystem übergehen müssen, der eine durchweg unterschätzte Rolle im Nervensystem der Wirbellosen überhaupt spielt, dem Bindegewebe.

In einer Schlussbetrachtung über das Bindegewebe im Nervensystem des Nemertinenkörpers kam ich nach einem weiter ausgeführten Vergleich desselben mit entsprechenden Geweben anderer Wirbelloser, hauptsächlich der Anneliden, an der Hand der Untersuchungen verschiedener Autoren zu der Einsicht, dass im Centralnervensystem der Nemertinen außer hautartigem neurilemmatischen Bindegewebe ein sehr feinfascrig-zelliges Bindegewebe, das auch Pigment führt, besteht. Ersteres bildet eine Kapsel um das Gesammtcentralnervensystem, also Ganglienzellbelag und Centralsubstanz, und innerhalb dieser noch eine zweite um die Centralsubstanz besonders; das zweite aber umhüllt die nervösen Elemente für sich, bildet so Hauben um die Ganglienzellen und bettet die nervösen Fibrillen der Centralsubstanz ein. Ich betonte dann weiter, dass letzteres nicht allein für das Centralnervensystem specifisch ist, sondern überhaupt die nervösen Elemente begleitet, mithin auch im peripheren Nervensystem Bedeutung erlangt.

Aus meinen neuen Untersuchungen folgt, dass dieses Hüllgewebe auch im Nervensystem des Rüssels sehr stark entwickelt ist, es ist aber compacter als irgendwo im peripheren Nervensystem des Nemertinenkörpers.

Es wurde hervorgehoben, dass sich innerhalb der breiten blau tingirten 16 Längsnerven je ein dünner Strang besonders intensiv färbt. Es kommt nun selbst nicht selten vor, dass sich nur die centralen Stränge tingirt haben und die übrige Masse des Längsbandes auf den Farbstoff kaum reagirt (Fig. 7). Es ist ferner schon jetzt einzuflechten, dass es sich niemals ereignet hat, dass sich die Gesammtmasse der Centralsubstanz eines Seitenstammes färbte, sondern auch nur innerhalb dieser bestimmte Faserzüge mit größter Präcision immer wieder stark tingirt hervortraten.

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

Färbte sich die gesammte Centralsubstanz des Seitenstammes, so war das Thier resp. das Körperfragment desselben längst abgestorben. die Differenzirung durch die Färbung, welche im lebenden Gewebe so schön zum Ausdruck kommt und ihr den Werth verleiht, war verloren gegangen, es hatten sich auch andere Gewebe gefärbt — die ganze Färbung hatte aber einen diffusen Charakter angenommen. Und selbst in solchen Präparaten waren dennoch in der blauen Centralsubstanz die bewussten Stränge durch die intensivere Färbung deutlich zu erkennen.

Nur den centralen Strängen, sei es denen der Centralsubstanz des Seitenstammes. sei es dem im Rüsselnerven, schließen sich die Fortsätze der Ganglienzellen an, einzig aus ihnen entspringen die an die Muskulatur etc. abgehenden Nervenfibrillen. In den Centralsträngen fällt die Längsstructur leicht ins Auge, sie setzen sich aus parallel verlaufenden Fibrillen zusammen; in der Masse um sie herum dagegen ist nichts dergleichen zu erkennen, sie erscheint in der That, wie es so oft von der sogenannten Punktsubstanz angegeben wurde, als eine schwammige. In ihr sind kuglige große Kerne eingebettet, ähnlich jenen, die für das Hüllgewebe um die Ganglienzellen herum charakteristisch sind.

Zwischen den 16 Längsnerven des Rüssels befinden sich zahllose Brücken, Anastomosen, die sich verzweigen, sich von Nerv zu Nerv ausspannen und sich auch mit einander verbinden. Niemals betheiligt sich an der Bildung der Anastomosen der centrale Strang (Fig. 8 u. 12 rechts oben).

In das Maschenwerk der Anastomosen sind die paarigen Zellen gebettet, ihre Fortsätze werden gleichsam von diesen Gewebsbrücken bis zu den Nerven getragen. In ihnen verlaufen sie in derselben Gewebsmasse fort, bis sie sich dem Centralstrang anschließen und in ihm dann nicht mehr als einzelne Fibrillen distinct zu verfolgen sind.

Auch jene Fibrillen, die von dem Centralstrang des Rüsselnerven sich loslösen, um z. B. an die Papillenschicht abzugehen, werden von einem Mantel desselben Gewebes umkleidet, der erst unmittelbar unter dem Papillenlager aufhört (Fig. 20).

Jetzt glaube ich den Leser bitten zu dürfen, mir nachträglich eine Berechtigung zu ertheilen, welche ich mir bereits zu Anfang dieser Ausführung genommen hatte, nämlich die, der gegebenen Darlegung entsprechend, das Gewebe, in dem der Centralstrang liegt, das die paarigen Zellen und ihre Fortsätze umkleidet, also auch die Anastomosen bildet und die vom

Centralstrang abgehenden, der Innervirung dienenden Fibrillen begleitet, als Bindegewebe aufzufassen und so zu nennen. Im Laufe dieser Arbeit werde ich Gelegenheit haben, auch noch Manches zum Beweis hinzuzufügen.

Es ist noch betreffs der Ganglienzellen zu bemerken, dass außer den paarigen Zellen auch einzeln liegende im vorderen Rüsselcylinder vorkommen, darunter größere, als es die paarigen sind (Fig. 7).

Die Fortsätze der Ganglienzellen im vorderen Rüsselcylinder von *A. marmoratus* biegen fast immer in den nächsten Nerven ein; nur selten sah ich, dass sie über ihn hinaus zu dem zweitfolgenden strebten.

Die Fortsätze schlagen im Nerven bald die Richtung nach vorn, bald die nach hinten ein und sind oft durch das ganze mikroskopische Gesichtsfeld zu verfolgen, ehe sie sich den Fibrillen des Centralstranges beimengen. Die Ganglienzellfortsätze, eben so wie die Fibrillen des Centralstranges, besitzen viele kleine Verdickungen, die ihnen ein perlschnurartiges Ansehen geben.

Der Ganglienzellbelag der Rüsselnerven, wenn ich so sagen darf, ist ein zweizeiliger. Er beginnt gleich am vorderen Rande des Rüsselcylinders, scheint aber in der Stilettregion sehr dünn zu werden und schließlich nahe der zwiebelförmigen Blase überhaupt zu verschwinden. Am hinteren Nervenring konnte ich indess einen Kranz kurzgestielter einzelner Zellen feststellen (Fig. 2). In der Blase vermisste ich die Ganglienzellen. Der Ganglienzellbelag tritt dagegen wieder eigenartig im hinteren Rüsselcylinder auf. Der nervöse Apparat der hinteren Rüsselhälfte zeigt in vieler Beziehung ein eigenthümliches Gepräge (Fig. 8 und 9).

Zwischen den 16 Nerven hat sich in ihm ein unentwirrbares Netzwerk von Anastomosen des gekennzeichneten Bindegewebes entwickelt. Es fallen vor Allem ringartig verlaufende Stränge, besser gesagt breite Bänder auf, da sie den Nerven, denen sie entspringen, an Breite nicht nachstehen. An einem der Nerven setzen sie an, ziehen über mehrere derselben hinweg und heften sich selbst erst wieder auf der entgegengesetzten Rüsselseite an einen entfernt liegenden Nerven an. So bilden sie kürzere und längere Bogen. Ähnliche Bänder verlaufen diagonal. Zwischen den breiten Bändern sind dünnere Stränge ausgespannt, die längs verlaufen, sich mit jenen und unter einander verknüpfen und von Nerv zu Nerv ziehen. Zahllose Stämmchen feinster Natur kommen noch hinzu: kurz es wird ein dichtes regelloses Netzwerk zwischen den Rüsselnerven des hinteren Cylinders hergestellt; nicht nur ein Flechtwerk,

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

da die Bänder, Stränge und Stämmchen, darauf kommt es vor Allem an, mit einander und den Nerven nicht nur verflochten, sondern auch verwachsen sind (Fig. 8 u. 9).

Der Centralstrang charakterisirt die 16 Längsnerven. Aber auch in den Anastomosen verlaufen intensiv gefärbte Fibrillen, die sich zu feinsten Strängen an einander geschlossen haben. Diese führen zu Ganglienzellen hin, die auch hier in den Faserzügen des Netzwerkes eingebettet sind. Die Fibrillen ziehen zu den Centralsträngen. Es bilden nämlich die unzähligen Anastomosen auch hier ein gerüstartiges Lager für die Ganglienzellen und ihre Fortsätze. Es existirt hier wie im vorderen Rüsselcylinder eben so wenig wie sonst im Nemertinenkörper eine vollständige Bindegewebsschicht als Trägerin der nervösen Elemente Für die periphere Nervenschicht ist schon früher die Gitterung nachgewiesen. Der Vertheilung der nervösen Materie entsprechend ist die Hüllsubstanz entwickelt. Die nervösen Elemente bilden aber auch niemals irgend wo im Nemertinenkörper außer im Centralnervensystem eine vollständige Schicht.

Im vorderen Rüsselcylinder werden von den Ganglienzellen und ihren Fortsätzen, um etwas zu schematisiren, Ringe in der Rüsselwand gebildet, welche die 16 Nerven durchbrechen. Im hinteren Cylinder sind dagegen die Ganglienzellen regellos verstreut, ihre Fortsätze steuern auf Umwegen den Nerven zu, vereinigen sich auch schon zwischen ihnen zu feinen Strängen, die in Windungen bald längs neben den Nerven her, bald quer über sie hinwegziehen, ehe sie sich mit dem Centralstrang eines derselben vereinigen. Daher finden sich im vorderen Cylinder die queren Anastomosen von Nerv zu Nerv ausgespannt, im hinteren Cylinder aber erklärt sich das complicirte bindegewebige Maschenwerk. Die paarigen Zellen sind in diesem Abschnitt selten; auch ihre Fortsätze verlaufen bald in dieser, bald in jener Richtung. — Die einzelnen Ganglienzellen sind häufig zu kleinen Bündeln vereinigt.

Der hintere Rüsselcylinder ist minder reich an Ganglienzellen als der vordere. Die Masse der Ganglienzellen zeigt aber eine gewisse Mannigfaltigkeit. Auffallend große Zellen sind hier zahlreicher vertheilt als im vorderen Rüsselabschnitt, daneben fallen Zellen ins Auge mit eigenthümlich breitgedrücktem, etwa herzförmigem Körper, der äußerst begierig den Farbstoff aufsaugt.

Die Nervenfibrille im Rüsselnerven besitzt, so viel ich feststellen konnte, keine Verzweigungen. Sie ist ein sehr feiner Faden mit unzähligen körnchenartigen Verdickungen.

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

Dies ist das Bild, das ich nur mit Hilfe der Methylenblaufärbung vom Centralnervensystem des Rüssels von *Amphiporus marmoratus* erhalten habe. Es sei noch vervollständigt durch einige Beobachtungen über die Innervirung des Muskelschlauches und des Basalapparates des Stilettes, sowie auch der papillären Schicht.

Im vorderen Rüsselcylinder gehen in nahen, recht regelmäßigen Abständen von jedem der 16 Nerven aus dem Centralstrang Fibrillenbündel ab, welche auf kürzestem Wege im geschlossenen Zuge die Längsmuskelschicht durchsetzen und bis an die unter dem Plattenepithel gelegene Ringmuskelschicht treten (Fig. 3 u. 4). Unter der Ringmuskelschicht verändern sie ihren Lauf, indem die Fibrillenzüge umbiegen und sich zu einem Längszuge zusammen an einander schließen, der genau parallel dem entsprechenden Rüsselnerven verläuft, ihm gerade gegenüber liegt und ihn von oben gesehen verdecken wird. Fig. 3 und 4 sind nach einem Präparat gezeichnet, in welchem der Längszug, oder Hauptparallelzug des Nerven, wie man ihn nennen könnte, durch Quetschung seitlich gezerrt wurde. So wie dem Centralstrang des Rüsselnerven die Fibrillenzüge des Hauptparallelzuges entsprangen, gehen von diesen wieder in derselben Weise Fibrillenbündel seitlich ab, die sich wiederum zu Nebenparallelzügen an einander zusammenschließen, und auch von diesen wieder u. s. f. — Aus den Parallelzügen treten dann einige wenige Nervenfasern in den gleich nahen Abständen, in denen die Fibrillenbündel aus dem Rüsselnerven abgingen, heraus, um in die Ringmuskelschicht zu dringen. An jeder Stelle, wo Nervenfibrillen zwischen die Fasern der Ringmuskelschicht treten, bemerkt man ein kleines, durch die Färbung hervortretendes spindelförmiges Gebilde (richtiger sollte ich wohl anstatt Gebilde Erscheinung sagen), erzeugt, indem sich die wenigen den Parallelzügen entspringenden Fibrillen verflechten, ehe sie rechts und links zwischen die Muskelfibrillen der Ringschicht ausstrahlen. Die »Spindel« mit ihren feinsten Enden, den ausstrahlenden Fädchen, liegt in der Richtung der ringsverlaufenden Muskelfibrillen, verläuft also mit ihnen parallel. Sie ist das letzte Glied in der Kette der eben beschriebenen Innervirung.

Wie erklärt sich diese Kette, wird man fragen, wie sind die Parallelzüge zu deuten?

Eben so wie die Centralstränge. Es zielt Alles darauf hin, dass die leitenden nervösen Elemente möglichst alle mit einander und unter einander in Berührung kommen; das wird erreicht, wenn sie

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

so lange als möglich zu Bündeln oder Zügen vereinigt bleiben; denn mit um so mehr Fibrillen wird die einzelne in Beziehung treten, je länger der Weg ist, den sie in der Gemeinschaft der Nervenfibrillen eingeschlossen bleibt, wo fortgesetzter Wechsel durch Abgang und Zufluss von Nervenfibrillen stattfindet; aber auch als um so intimer wird man die physiologischen Beziehungen der Fibrillen bezeichnen dürfen, je andauernder sie mit einander verflochten waren. Aus unserem Falle ist zu folgern, dass die Nervenfibrille, die in *a* vom Centralstrang entspringt (Fig. 4), nun nicht direct geradauf zur nächsten Spindel steigt, sondern vorwärts oder rückwärts im Hauptparallelzuge über mehrere Spindelabstände hinaus verläuft, dann seitlich umbiegt, aber wiederum nicht zur nächsten Spindel sich begiebt (an ihrer Bildung Theil nehmend), sondern noch ein Stück im Nebenparallelzuge weiter verläuft, dann erst in die zweit- oder drittfolgende Spindel aufsteigt, dort mit ein paar anderen Nervenfasern sich trifft und verflicht (kreuzt!), die einen ganz anderen Weg genommen haben — kam z. B. die ins Auge gefasste Nervenfibrille von hinten, so kamen andere wohl von vorn — um mit jener das Endglied, eben die »Spindel«, zu bilden. So können Fasern von *a* nach *b* und einige weiter nach *c* und darüber hinausziehen oder von *a* über *b*, *d* nach *e* u. s. f. ihren Weg nehmen. Fortwährend werden andere Fibrillen einander kreuzen. So sind die Parallelbahnen, so ist das überraschend schematisch angeordnete System der Nervenzüge innerhalb des Hautmuskelschlauches nur eine Folge des größten Wechsels im Verlauf der Nervenfibrillen.

Es ist merkwürdig, dass ich nichts über die Innervirung der Längsmuskelschicht, welche die Fibrillenzüge der Nerven ja durchsetzen, herausbekommen habe. Ich nehme an, dass sie durch Fibrillen, die sich von den Parallelzügen abzweigen, besorgt werde. Ich komme hierauf zurück. Dagegen hat mir die Färbmethode die Art der Innervirung der zwiebelförmigen Blase aufgeschlossen. Ich bekam wiederum die Nervenversorgung der Ringmuskelschicht, welche als ein äußerst dünnes Lager die ungemein mächtige Längsmuscularis der Blase umkleidet, zu Gesicht (Fig. 1 u. 2).

Etwas vor dem hinteren Nervenringe entspringt von dem Rüsselnerven eine entsprechende Anzahl von Nerven (bei *Amphiporus marmoratus* sind es 16). Jeder der Nerven begiebt sich nach rückwärts an die Außenfläche der zwiebelförmigen Blase unter die Ringmuskelschicht. Hier angelangt bilden die Fibrillen der Nerven einen dem Ringnerven parallelen Ringzug, ganz wie vorhin den Hauptparallelzug der Rüsselnerven. Sonst aber werden weiter keine

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

Parallelbahnen geschaffen, sondern an dem Punkte, wo die Zweige der Rüsselnerven auf die Ringmuskelschicht treffen und sich umbiegend den parallelen Ringzug erzeugen, strahlen wie die Äste einer Baumkrone rings Nervenfibrillen aus, die ein oberflächliches Gitterwerk in der Muskulatur der Blase bilden. Ein Gitter, das durch die zahllosen Fibrillen, die überall, nach hinten und vorn ziehend, aus der parallelen Ringbahn heraustreten und sich schon von den Zweigen der Rüsselnerven abspalten, ein ungemein dichtes ist. Die Fibrillen ziehen, wie gesagt, nach vorn und hinten, der parallele Ringzug liegt ein gutes Stück vor dem Äquator der Blase, in die Kreuz und in die Quer, sich wohl verflechtend, aber keine Anastomosen eingehend. Sie verlaufen nicht wellig, sondern sind zickzackartig gebrochen, und viele kleine kuglige Anschwellungen verleihen auch ihnen das charakteristische perlschnurartige Aussehen. Den nach hinten ziehenden Fibrillen kommen solche entgegen, die sich dort von den Rüsselnerven abzweigen, wo diese in den engen Ductus einbiegen, durch den die Blase mit dem hinteren Cylinder communicirt (Fig. 2 *Fh*).

Es giebt zu denken, dass die Centrirung der nervösen Elemente, die der Versorgung des motorischen Apparates des Rüssels dienen, allemal wieder an der Grenze zweier Muskelschichten stattfindet, gewissermaßen Centren untergeordneter Bedeutung bildend, aus denen in letzter Instanz die Nervenfibrille der Muskelzelle heraustritt; namentlich, wenn man sich erinnert, dass auch die sogenannten peripheren Nervenschichten in der Haut des Nemertinenkörpers zwischen zwei Muskelschichten oder Hautschichten gebettet sind. Man darf schließen, dass von dem intermuskulären Centrum aus auch beide Muskelschichten innervirt werden, nicht nur die Ringschicht, wie ich es specieller feststellen konnte, da ich zwischen ihre Zellen die nervösen Fibrillen tief hineindringen sah.

Schließlich fand ich, dass auch Züge von Nervenfibrillen unmittelbar sich vom Rüsselnerven abzweigen, um sich direct in das äußere Muskellager der Rüsselwand zu vertheilen. Solche entsprangen im vorderen Rüsselcylinder in der Stilettregion und endigten in der Nähe der Taschen der Nebenstilette (Fig. 1).

Zur Innervirung des Muskelmantels, welcher zum Basalapparat des Hauptstilettes gehört, entspringen vom vorderen Nervenringe nahe bei den Verdickungen der Rüsselnerven 16 starke Nervenstämme, die sich nach innen wenden, radienartig auf das Hauptstilett als Centrum zustrahlend (Fig. 1 *v.R*). Um den

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

Muskelmantel herum bilden sie einen Ring, einen Parallelring zum vorderen Nervenringe. Von den Nervenenden, die auch in diesem Parallelringe eine Anschwellung durch eine lockere Aufknäuelung zeigen, eben so wie vom Parallelringe selbst ziehen die Fasern ab, welche zwischen die Zellen des Muskelmantels des Hauptstilettes eindringen und deren letzte Endigungen stärkere Verdickungen zeigen, von denen ich aber schließlich noch ein feines Spitzchen ausgehen sah.

Über die Innervirung der Papillenschicht werde ich nachher eine gemeinsame Darstellung, die auch gleich die Rüssel der anderen Formen der Enopla berücksichtigt, geben, hier dagegen sofort das anschließen, was ich bei anderen Formen über das ins Auge gefasste Thema an Stoff gesammelt habe. Die gewonnenen Resultate bestätigen wesentlich die bereits dargelegten.

Bei *Drepanophorus serraticollis* und *rubrostriatus* sehe ich von einer Beschreibung der gröberen Anatomie des Nervensystems ab, obwohl der Stilettapparat anders, wenn auch einfacher gebaut ist, als bei *Amphiporus marmoratus*, da es mir hier nur auf die histologischen Verhältnisse ankommt, und ich jener von vorn herein nur in so weit Rechnung tragen wollte, als es mir unbedingt zum Verständnis nöthig erschien (Fig. 11—16).

Besonders interessirte mich im vorderen Rüsselabschnitt das ausschließliche Vorkommen paariger Zellen. Sie sind minder zahlreich als am gleichen Orte bei *Amphiporus marmoratus*, aber bedeutend größer. Desshalb sind in den mit Methylenblau intensiv gefärbten Verdickungen zwischen den Rüsselnerven leichter ein Paar Zellen zu erkennen. Ihre Form hebt sich schärfer aus dem Hüllgewebe ab, und auch der größere Kern ist besser und schärfer ohne Hilfsreagentien zu constatiren. Die sehr langen Fortsätze der paarigen Zellen — sie ziehen meist über mehrere Nerven hinweg, ehe sie in einen derselben einbiegen — verlaufen wie die Ringmuskelfibrillen sehr regelmäßig, fast alle mit einander parallel. Sie bilden vollständige Ringe in der Rüsselwand, da die Fortsätze oft gegenüber in den Nerven eindringen; wo der eine Fortsatz aufhört, setzt scheinbar der andere an, oder sie verlaufen auch theilweise dicht neben einander gelagert mit einander bis zum Eintritt des einen in den Nerven. Kurz, das gefärbte Nervensystem vom *Drepanophorus*-Rüssel, die Längsnerven mit ihren Ganglienzellen, bieten ein Bild von erstaunlicher Klarheit, indem jeder Ganglienzellfortsatz vom Ursprung bis zum Eintritt in den Nerven und in diesem noch fort sich geltend macht (Fig. 11 u. 12).

Übrigens ist wenig hinzuzufügen. Die Ganglienzellfortsätze

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

zeigen viele größere und kleinere Verdickungen, sie schließen sich dem Centralstrang an, sind wie dieser vom Hüllgewebe begleitet, das auch um die Zellen gemeinschaftliche Kapseln bildet, also es fällt nichts auf, was bei der ersten Art nicht schon berücksichtigt worden wäre (Fig. 13 u. 14).

Ganz und gar wie *Drepanophorus serraticollis* verhält sich *D. rubrostriatus* mit Rücksicht auf die uns angehenden Verhältnisse des Rüsselnervensystems; dass die sämmtlichen Elemente sehr viel winziger sind als in den bisherigen Arten resultirt einmal aus der großen Anzahl der Rüsselnerven (24), sodann aus der geringen Größe des Rüssels dieser kleineren Species selbst. Schließlich habe ich noch den Rüssel eines bisher nicht beschriebenen *Drepanophorus* des Neapler Golfes, welchen nur 14 Nerven charakterisiren, untersucht (Taf. 14 Fig. 15 und 16). Mutatis mutandis bietet er die gleichen Verhältnisse wie seine Verwandten. Die Nerven sind dicker als die von *Drep. serraticollis*, mit dessen größten Rüsselexemplaren der Rüssel dieser Form concurriren kann; es sind ihrer ja um 10 weniger als dort, also ist auch die Masse der paarigen Zellen auf entsprechend wenigere aber breitere Längsfelder vertheilt, in denen die Zellleiber ungefähr in zwei Parallelreihen arrangirt sind, während sie bei den anderen *Drepanophorus*-Arten sich nur in einer Reihe ziemlich gerichtet hatten.

Die Innervirung der Papillenschicht. Der Rüssel der bewaffneten Nemertinen ist mit dachziegelartig angeordneten Zotten oder Papillen bedeckt, welche beim ausgeworfenen Rüssel die äußere Schicht bilden (Fig. 17, 19 u. 20). Jede Papille setzt sich aus einer großen Anzahl von Zellen zusammen, deren jede einen cylindrisch verdickten äußeren und einen fadendünnen inneren Abschnitt, mit dem sie sich auf eine Basilarmembran anheftet, aufweist. Der erstere enthält ein zu kleinen Kügelchen geformtes Secret, das bei Gelegenheit ausgestoßen wird und durch welches sich der Rüssel äußerst zähe an Gegenständen festzukleben vermag. Betreffs der Innervirung der Papillenzellen, von denen ich nur solche, wie sie eben skizzirt wurden, kenne, lieferte unsere Methode recht merkwürdige Resultate, vor Allem darum, weil sie bei den verschiedenen untersuchten Formen so sehr übereinstimmten. Gehe ich nämlich die bekannten Typen durch, so habe ich anzugeben, dass sich mit auffallender Übereinstimmung bei allen Injectionspräparaten niemals sämmtliche Papillenzellen gefärbt haben, sondern nur eine bestimmte Anzahl in jeder Papille, die dann nicht allein für den gerade beobachteten Rüssel, sondern auch für

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

den Rüssel der Art überhaupt constant war. Bei den verschiedenen Arten erst wechselte sie. Und nur an die gefärbten Papillenzellen tritt eine tingirte Nervenfibrille heran. Die Färbung ist eine ungemein distincte. Außer den wenigen Papillenzellen, die sich je nach der Nemertinenart färben, und den ihnen angehörenden Nervenfibrillen, ist auch auf weißem Untergrunde nicht ein Schimmer von Blau in der Papille wahrzunehmen.

Man sollte in den gefärbten besondere, vor den ungefärbten eigenthümlich ausgezeichnete Papillenzellen vermuthen; ihr Bau berechtigt nicht dazu: weder ihre Gestalt noch die Art ihres Inhaltes, so weit betreffs dieses die nur äußerlich mikroskopische Prüfung (eine mikrochemische steht aus) zu schließen erlaubt, unterscheidet sie von jenen. Auch das äußere Ende der blauen Zellen ist cylindrisch verdickt, am Grunde desselben oder durch eine Einschnürung etwas abgetrennt liegt ein spindeliger Kern. An ihn setzt sich der Fadenfortsatz, und mit diesem ist eine Fibrille mit vielen Anschwellungen und Kügelchen verknüpft, die bis in den Rüsselnerven hinein verfolgt wurde. Die Natur des Inhaltes der Zelle tritt oft schon ohne Weiteres, wohl immer aber nach Behandlung des Präparates mit pikrinsaurem Ammoniak deutlich hervor. Er erweist sich als ein drüsiges Product. Nie ist die Zelle durch ein Haar oder etwa ein Stäbchen wie eine Sinneszelle im Allgemeinen charakterisirt, dagegen ist das Secret der blauen Zelle öfters hervorgepresst, einen kurzen, feinen Zapfen bildend.

In jeder Papille von *Amphiporus marmoratus* färbten sich 2 benachbarte Zellen, und an jede trat eine Nervenfibrille heran (Fig. 21).

In jeder der Rüsselpapillen von *Drepanophorus serraticollis* dagegen und auch in jeder von der neuen *Drepanophorus*-Art hatten sich relativ zahlreiche Zellen, mindestens 10, gefärbt (Fig. 19 u. 20).

Diese vertheilten sich unter die Menge der Zellen einer Papille, welche den Farbstoff auch in diesem Falle nicht imbibirt hatten. An jede der gefärbten Zellen heftet sich eine tingirte Fibrille. Die Fibrillen schließen sich noch in der Papille zu einem Strang zusammen und verlaufen gemeinsam bis zum Rüsselnerven, in dem sie dicht an einander geschlossen die Grundmembran des Zellenlagers und die Muskelwand (Ring- und Längsschicht) durchbrechen, welche zwischen dem Rüsselnerven und der Papillenschicht sich befindet. Zu jeder Papille zweigt sich also vom Rüsselnerven ein Nervenast ab, dessen stark tingirte nervöse Elemente, die Fibrillen, vom Centralstrange abziehen; der Nervenast ist aber auch mit einer bindegewebigen Grundmasse ausgestattet, da das gekennzeichnete Hüllgewebe einen dicken

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

Mantel um den Fibrillenstrang bildet, einen Mantel, in den die großen kugeligen Kerne, die charakteristischen Kerne des neuralen feinfaserigen Bindegewebes reichlich eingestreut, und gut zu constatiren sind (Fig. 20).

Der Eindruck, welchen die gefärbten Zellen machten, war auch hier nicht immer der gleiche, da das Secret, welches sie führen, bald homogen bald schaumig, weil aus vielen kleinen Bläschen zusammengeballt, erschien. Auch in jeder der Rüsselzotten von *Drepanophorus rubrostriatus* färbten sich eine Anzahl Zellen sammt ihren Nervenfibrillen. Übrigens ist das Bild der Zellen und der Nervenfibrillen immer das gleiche, wie es durch die erste Schilderung zu geben versucht wurde.

Im hinteren Rüsselcylinder von *Amphiporus marmoratus* gewann ich durch die günstige Reaction, welche auf die Injection hin regelmäßig eintrat, Bilder, die ganz an die erinnerten, welche im inneren Rüsselepithel auch bei einer unbewaffneten Form erschienen.

Dieser Rüsselabschnitt, welcher sich bekanntlich nicht umstülpen kann, besitzt keine Zotten, sondern ein sehr hohes, dem Zottenlager homologes Epithel, das sich aus äußerst langen Drüsenzellen zusammensetzt, die das Secret erzeugen, welches durch den Ductus ejaculatorius ausgespritzt wird (Fig. 1 *Dct*). Viele dieser Zellen, die sich regelmäßig unter der übrigen, bei Weitem vorwiegenden Zellmasse vertheilen, hatten sich tiefblau gefärbt. Der innere, dem Rüssellumen zugekehrte Abschnitt dieser Zellen ist stark angeschwollen, er sieht wie ein voller Schlauch aus. Ein dünner Faden heftet sich ihm an und befestigt ihn auf der Basalmembran mit Hilfe von mehreren feinsten Fäden, in die er sich am Ende zerfasert (Fig. 23 *a*). Der spindelige Kern der Zelle liegt am Grunde des schlauchförmigen Abschnittes, dort wo sich dieser plötzlich in den fadenförmigen verjüngt. Zwischen die Wurzelfasern, wenn ich die der Basalmembran anhaftenden Fäserchen so nennen darf, ist eine andere Zelle eingedrungen, in der vor Allem der große Kern auffällt. Sie sendet eine Fibrille zum Rüsselnerven. Es ist eine Nervenzelle, ein Bindeglied zwischen den Rüsselnerven und der Epithelzelle eingeschaltet. Diese Art der Innervirung ist, wie angedeutet wurde, bei einer waffenlosen Form, bei *Polia* noch ausführlicher zu beschreiben.

Der Nervenapparat des waffenlosen Nemertinenrüssels ist äußerst einfach gebaut. Das ist zu erwarten, weil der complicirte Stilettapparat fehlt. Der Rüssel wahrscheinlich sämmtlicher Anopla

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

(jedenfalls der von *Carinella*, *Cerebratulus* und *Polia*) steht, wie das Hubrecht bereits erkannte, mit dem Gehirn durch zwei Nerven in Verbindung, die den Rüssel von vorn bis hinten durchziehen. Früher bemerkte ich schon, dass sich die Nerven bei *Polia delineata* zu einer Schicht ausbreiten. Ich kann jetzt hinzufügen, dass die Nerven, welche entweder unter dem inneren (dem Papillenlager homologen) Epithel liegen (z. B. *Carinella, Polia*) oder in den Muskelschlauch des Rüssels eingeschlossen sind (z. B. *Cerebratulus*), immer ein Netzwerk von Anastomosen bilden, ganz analog jenem näher beschriebenen im hinteren Rüsselcylinder vom *Amphiporus marmoratus*. Nur sind die Anastomosen bei Weitem länger, denn sie verlaufen nicht quer, sondern längs (man könnte sagen, den Nerven fast parallel), sie zweigen sich unter sehr spitzem Winkel ab und treten unter solchem wieder mit einander in Verbindung. Die Anastomosen sind meist so dick wie die Nerven, wenigstens bei *Polia* kaum von diesen zu unterscheiden (Taf. 15 Fig. 18 u. 31). Im Rüssel dieser Gattung glaubt man darum zuerst eine große Anzahl von Rüsselnerven zu erblicken, wie etwa im Rüssel von *Drepanophorus rubrostriatus*. Das Netz der Anastomosen im hinteren Abschnitt des Rüssels von *Carinella* gleicht am ehesten noch dem von *Amphiporus*, da hier die Nerven fortgesetzt an Stärke vor den Anastomosen prävaliren und diese zu einem krausen, weiten Netzwerk verwachsen sind.

Die Grundmasse der beiden Rüsselnerven eben so wie die der Anastomosen bildet das feinfaserige genugsam gekennzeichnete Bindegewebe. Es sind in dasselbe wie immer die großen, kugeligen Kerne eingestreut.

Die vorwiegende Gewebsmasse der beiden Nerven und der Anastomosen ist Bindegewebe; es bildet das Gerüst, in welchem die vom Gehirn kommenden Nervenfibrillen und die eigenen, die zu den Ganglienzellen des Rüssels hinführen, verlaufen. In das gleiche Gewebe sind wie die Fortsätze auch die Ganglienzellen selbst gebettet. Sind die Anastomosen so zahlreich, d. h. liegen sie so dicht beisammen wie bei *Polia*, und gehen die beiden Nerven in ihnen fast auf, so müssen auch Schnitte wohl den Glauben erwecken, es sei kein Nervengerüst, sondern eine Schicht vorhanden. Früher erblickte ich noch in einer unverhältnismäßig beträchtlichen Quantität der die »Schicht« bildenden Gewebsmasse lediglich nervöse Materie.

Es ist vorauszusehen, dass die Ganglienzellen — diese fehlen im Rüssel der Anopla keineswegs — nicht nur an den beiden Nerven vertheilt sind, sondern auch den Anastomosen anliegen, mithin sich

im gesammten Umfang des Rüsselcylinders finden. Dies bestätigt die Untersuchung.

Im Rüssel von *Cerebratulus marginatus* ist der Ganglienzellreichthum so bedeutend, dass er dem der bewaffneten Rüssel wohl fast gleichkommt. Die Ganglienzellen bilden auch hier vor Allem jederseits der Rüsselnerven eine Zeile, in welcher sie ungemein dicht an einander gereiht sind. In der Wand der beiden Halbcylinder, in welche der Rüssel durch die beiden Nerven zerlegt wird, nehmen sie zwar an Fülle ab, aber mit der quantitativen Abnahme geht eine auffällige qualitative Entwicklung derjenigen Zellen, die von den Nerven entfernt sich vertheilen, Hand in Hand. Hier finden sich nämlich viele colossale Ganglienzellen, die einen entsprechend dicken und langen Ausläufer aussenden. Die Fortsätze verlaufen in der Längsrichtung; ich musste das Object selbst bei schwachen Vergrößerungen öfters verschieben, wenn ich sie verfolgen wollte. Zwischen den Nerven sind auch häufiger paarige Zellen anzutreffen, die ihre Fortsätze zu beiden Nerven entsenden. Übrigens sind solche selten. Die typische Ganglienzelle des *Cerebratulus*-Rüssels ist eine einzelne unipolare Ganglienzelle, deren Größe sehr variirt, deren Fortsätze in verschiedenen, meist in Längsrichtungen ziehen, um schließlich oft erst nach langen Umwegen in einen der Nerven einzubiegen (Fig. 18).

Die Zellen sind retortenförmig, birnförmig oder kugelig. Von ihrer Structur habe ich ein Bildchen beigefügt, wie es häufig beim Verblassen der Färbung auffällt (Taf. 15 Fig. 18*a*). Es zeigt sich da, dass die Zelle aus einem Gerüst aufgebaut ist, das die Farbe noch hält, und einer Zwischensubstanz, welche schon völlig hell erscheint. Man sieht in der Zelle Zellchen, deren Wände jenes Gerüst bilden, das einen Inhalt, die entfärbte Substanz, einschließt. Die Zellchen legen sich in mehreren kugelschaligen Schichten um den Kern herum. Dem entsprechend, dass die beiden Nerven am wenigsten im *Polia*-Rüssel aus dem Anastomosenwerk sich herausheben, ist auch der Ganglienzellbesitz des Rüssels noch weniger an die Seiten dieser Nerven concentrirt als im Rüssel von *Cerebratulus marginatus*. Derselbe ist aber auch keineswegs sehr imponirend. Überall findet man, also ziemlich gleichmäßig, birnförmige Zellen in geringer Menge zerstreut, welche den Anastomosen oder den Nerven mit kurzen Stielen gleichsam anhängen.

Es ist mir bisher nicht gelungen, etwas über die Innervirung des inneren Rüsselepithels von *Cerebratulus marginatus* zu

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

erfahren. Erst bei *Eupolia curta* und *delineata* erhielt ich Bilder, die mir auch in dieser Frage Aufschluss gaben. Hier werden in der inneren Epithelschicht, welche sich im vorderen Rüsselabschnitt zur Papillenschicht differenzirt hat, in allen Abschnitten des Rüssels durch das Methylenblau lange hakenförmige Gebilde, welche gleichmäßig und reichlich vertheilt sind, kenntlich gemacht. Dieselben machen den bizarrsten Eindruck, sind aber dennoch nicht schwer zu enträthseln (Taf. 15 Fig. 22 und 23). Sie setzen sich nämlich aus zwei Zellen zusammen und zwar erstens aus einer sehr langen schmächtigen Zelle, einer Papillenzelle, mit verdicktem oberen Ende und einer verstärkten Basis, welche einen kugeligen Kern enthält, und sodann aus einer anders gestalteten Zelle, welche sich quer über die Basis jener gelegt hat. Diese wird nämlich nur durch einen kleinen spindeligen, mehr oder minder regelmäßig geformten, sehr intensiv tingirten Kern und einen fadenartigen Fortsatz repräsentirt. Es ist eine Nervenzelle: den Fortsatz können wir in die Längsnerven hinein verfolgen. Am meisten Mühe macht es noch, den kugeligen Kern der Papillenzelle festzustellen, da er meist gerade durch den Kern der Nervenzelle verdeckt wird und auch nur undeutlich durch die Färbung hervortritt. Indess das öfters geübte Abwarten des Verblassens der Präparate führt auch hier zum Ziel. Die Papillenzelle, welche immer nur einen hellen Farbenton annimmt, ist oft bis in die feinen Fortsätze hinein hervorgehoben, die von ihrer Basis ausstrahlen und sich in die Grundmembran der Papillenschicht zerfasern. Die Nervenzelle tritt auch nicht immer von der Seite, quer an die Papillenzelle heran, sondern ist ihr öfters der Länge nach angedrückt. Häufig zeigte sie außer dem Kern und der zum Nerv ziehenden Faser noch einen kürzeren Fortsatz, der über ihren Kern hinausragend an der Papillenzelle aufsteigt und der Innervirung dienen wird.

Die gefärbten Papillenzellen zeigten keine andere Beschaffenheit als die vielen ungefärbt gebliebenen. Bei der großen Anzahl von Rüsseln, welche ich untersuchte, fand ich, dass die Köpfe sowohl jener wie dieser bald ein zu winzigen Stäbchen oder Kügelchen geformtes Secret enthielten, bald dieses durchaus homogen erschien. Auch in dem hinteren Rüsselcylinder, der sich ja bei *Eupolia* durch eine Einschnürung noch auffällig vom vorderen absetzt, war kein anderer Unterschied zwischen den Epithelzellen — die Anordnung dieser zu Papillen ist im hinteren Rüsselabschnitt nicht erfolgt — zu constatiren, als einzig der durch die Blaufärbung eines Theiles derselben

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

markirte. Die Zellen sind im Vergleich zu denen im vorderen Rüsselcylinder kürzer und gedrungener.

Merkwürdigerweise war auch die Zahl der gefärbten Zellen im Rüssel von *Eupolia* höchst constant. In den allermeisten der Injectionspräparate bekam ich nur durchweg eine gefärbte Zelle in der Papille. Aber es gab doch einige wenige Ausnahmen, in denen sich mehrere Zellen gefärbt hatten. Das bestärkt mich in der natürlichen Ansicht, dass alle Zellen der Papille, welche dieselbe Gestalt und denselben Inhalt wie die gefärbten zu besitzen scheinen, auch physiologisch gleichbedeutend sind und demnach auch der Innervirung nicht ermangeln werden (Fig. 22).

Noch ein paar Worte habe ich über einige sonderbare, mir ziemlich unerklärliche Befunde, die ich durch die Färbung im Muskelschlauch des Rüssels machte, anzufügen.

Im Rüssel von *Eupolia* liegt die Nervenschicht bekanntlich unmittelbar unter dem Papillenlager, während sich bei *Cerebratulus* noch Muskelschichten auch zwischen der Nervenschicht und derjenigen der Papillen befinden.

Es kommen bei *Eupolia* nicht allein in der Nervenschicht große Zellen vor, sondern auch in der Muskulatur befinden sich solche (Fig. 32 *a* u. *b*).

Wir erkannten die Verbindung der Zellen der Nervenschicht mit den Rüsselnerven und durften sie mit Bestimmtheit Ganglienzellen nennen, konnten auch sie selbst und ihre Fortsätze bei der Besprechung des *Cerebratulus*-Rüssels, welcher, was die Ganglienzellen und ihre Fortsätze anbetrifft, entsprechende Verhältnisse bietet wie der Rüssel von *Eupolia*, eingehender charakterisiren.

Eine bestimmte Benennung der großen Zellen in der Muskulatur möchte ich dagegen gern vermeiden, da ich damit leicht schon mehr und Bestimmteres sagen könnte, als es in meiner Absicht liegt. Ich schildere mithin nur, was mir an ihnen bemerkenswerth erschien. Diese Zellen, große, kugelige Gebilde, heften sich mit einem oder zwei feinen Fortsätzen an eine intensiv gefärbte Fibrille, die ringförmig oder längs verläuft. Es fiel mir sehr auf, dass diese Fibrillen immer genau so zogen wie die Fibrillen entsprechender Muskelschichten, dass sie, wie auch eine Muskelfibrille in der Mitte am dicksten ist, sich nach den Enden zu verjüngen und in je eine feine Spitze ausziehen. Die Fibrillen verbinden sich nicht mit einander, wenn die eine aufhört, beginnt die andere. Man sollte sie nach ihrem Aussehen für gefärbte Muskelfibrillen halten, aber sie sind sehr

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

fein gekörnt, und die hyaline Muskelfibrille, der sie anliegen, ist außerdem sehr scharf von der gefärbten Fibrille abgehoben, trotzdem die hyaline Muskelfibrille sich nicht im geringsten tingirt hat. So habe ich auch nur an die Möglichkeit gedacht, dass sich die Zellsubstanz der Muskelfibrille gefärbt habe und nun diese räthselhaften Bilder veranlasse, indem dann die großen Zellen für den Plasmaleib der Muskelfibrille zu halten wären. Jedenfalls hätten wir eine merkwürdige Muskelfaser im Rüssel der *Eupolia* (ich fand bei *delineata* und *curta* genau dasselbe), zumal im hinteren engen Rüsselabschnitt, wo die Zellen an den Ringfasern eine ganz enorme Größe erreichen, dass sie in gar keinem Verhältnis stehen zur Muskelfibrille und dem dünnen Rüsselrohre selbst. Das wäre ja eine Nematodenmuskelfaser par excellence!

Leider ist meines Wissens die Technik der Methylenblaufärbung noch nicht so weit fortgeschritten, dass man das mit diesem Blau tingirte Object auch noch anders färben könnte, um andere Elemente gleichzeitig studiren zu können. Ich versuchte es, die auf bekanntem Wege fixirten Objecte mit Anilinfarben zu behandeln, aber ohne den gewünschten Erfolg. So habe ich warten müssen, bis ich ab und zu Muskelfibrillen neben ihren Kernen vollständig auch durch das Methylenblau gefärbt bekam. Dann durfte ich mich jedes Mal davon versichern, dass diese sich ganz so, wie ich sie kennen gelernt hatte, verhielten (Taf. 15 Fig. 32*a* und 32*b*).

Der breiten (im Verhältnis zu den sehr feinen gefärbten Fibrillen, die ich vorhin beschrieb), glänzenden Muskelfibrille, deren contractile Substanz nur leicht gebläut ist und sehr hyalin erscheint, ist ein kleiner ovaler Kern angedrückt, von dem jederseits ein dünner Plasmastreif ausstrahlt, der schon eher an die gefärbte Fibrille erinnern konnte. Leider traten an solchen Objecten aber die großen kugeligen Zellen nicht hervor.

Für Muskelzellen halte ich die großen Zellen demnach nicht, sondern weit eher für solche, die im Dienst der nervösen Function stehen. — Das Merkwürdigste aber sind endlich feine blaue Fibrillen, die diagonal verlaufen und sich zwischen Muskelfibrillenzügen gleichen Verlaufes kreuzen. Sie bilden ein dichtes Kreuzgitterwerk im Muskelschlauch des Rüssels. Es sind nun aber immer zwei Fibrillen am Kreuzungspunkte verklebt. Es zeigt sich nämlich, dass immer zwei Fibrillen zusammengehören und je zwei mit entgegengesetztem Verlauf bilden ein Paar. Beide Fibrillen kreuzen einander genau in der Mitte. Die Verklebung besorgt ein schwach tingirtes Plasma

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

mit körnigem Saum, das sich an jedem der vier Strahlen der Fibrillen vom Kreuzungspunkte aus noch etwas entlang zieht. An der nämlichen Stelle liegt immer ein stark gefärbter Kern. Die Verklebung der Fibrillen besorgt mithin eine Zelle.

Die diagonalen Fibrillen verhalten sich übrigens ganz eben so, wie die rings- und längsverlaufenden, man könnte an sie dieselben Vermuthungen anknüpfen und würde dann ein diagonales Muskelpaar mit einem Kern erhalten — oder zwei diagonale Muskelfibrillen, an deren Kreuzungspunkte eine Nervenzelle liegt. Vergegenwärtige ich mir noch einmal den Eindruck, den mir die vielen Bilder gemacht haben, die ich immer wieder durchmusterte, um zur Klarheit zu gelangen, so scheint es mir, dass sich in der That das Zellplasma der Muskelzellen gefärbt hat und dieses die in den verschiedenen Richtungen verlaufenden gefärbten körnigen Fibrillen vorstellen, dass aber die anliegenden Zellen, die mit jenem nur lose durch Fortsätze verknüpft sind, nicht den eigentlichen kernführenden Leib der Muskelzelle zeigen, sondern dass es Nervenzellen sind, ähnlich solchen, wie wir sie an den Papillenzellen desselben Rüssels beschrieben. Es wäre mithin auch die Zelle am Kreuzungspunkte der diagonalen Fibrillen eine Nervenzelle.

Das Hindernis, welches einer exacten Erklärung der eigenthümlichen Bilder im Wege steht, besteht darin, dass ich niemals in jenen feinsten, längs und rings verlaufenden Fibrillen in einem Bilde einen Kern sah und außerdem noch die große Zelle an ihnen. Nie fand ich solch merkwürdige große Zellen an den diagonalen Fibrillen — ich glaube demnach, dass die Zellen am Kreuzungspunkte dieser den kugeligen Zellen an den Ring- und Längsfibrillen entsprechen.

Dazu kommt, dass ich über die Innervirung des Rüsselmuskelschlauches der Eupolien nichts habe auffinden können.

Studien zum centralen Nervensystem.

Um dasselbe zu studiren, habe ich es vortheilhaft gefunden, einfach ein kurzes Stück einer injicirten Nemertine mäßig unter dem Deckglas zu pressen. Man wird alsdann einen Einblick in den Bau des Lateralnerven eher und besser bekommen, als wenn man denselben aus dem Körper herauspräpariren wollte, eine Manipulation, die, wenn sie auch nicht schwierig ist, so doch immer Zeit genug kostet, dass während derselben die Feinheiten der Färbung verloren gehen; und so viel ich erfahren habe, wird die Vollkommenheit der

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

Färbung sogar stärker beeinträchtigt, als es der geringe Zeitverlust erklären könnte — ich glaube durch Berührung der injicirten Gewebe mit Stahlinstrumenten. Diese vermied ich und suchte sie, wenn ich präpariren musste, durch Stachel und Spatel von Horn zu ersetzen. Am Seitenstamm z. B. eines *Cerebratulus marginatus* fällt es sofort auf, dass nicht die gesammte Centralsubstanz, sondern nur ein Theil derselben durch das Methylenblau tingirt ist. Ähnlich wie im Rüsselnerven haben sich in der Gesammtmasse der Central- oder Punktsubstanz, um diese allbekannte Bezeichnung für den fibrillären Theil des Nervensystems der Wirbellosen anzuwenden, nur bestimmte Züge gefärbt. So viel Seitenstämme man immer untersuchen wird, man wird immer dieselben Züge wieder gefärbt finden, d. h. im Seitenstamm des noch lebenden Körpers. Eine Färbung der gesammten Punktsubstanz ist eine postmortale Erscheinung. Die Züge bilden in der Fibrillenmasse einen Strang für sich, analog dem Centralstrang der Rüsselnerven. Doch sind es im Seitenstamm von *Cerebratulus marginatus* ihrer zwei. Der eine, peripher gelegene, ist tief blau gefärbt, der andere, centrale, hat aber nur eine hellblaue Färbung angenommen. Außer diesen beiden Strängen tingiren sich die Ganglienzellen, die die Seitenstämme bekanntlich als eine obere und untere Schicht bekleiden. Ein lateraler und medialer Ganglienbelag fehlt (Taf. 15 Fig. 25 u. 26).

Es sind die Ganglienzellen, die Centralstränge und ihre gegenseitigen Beziehungen zu besprechen.

Die Ganglienzellen sind blaue Birnen von verschiedener Größe. Ich habe früher[1] am Seitenstamm ihren Dimensionen gemäß drei Arten unterschieden: 1) mittelgroße als Art II — die kleinen, Art I, kommen ausschließlich dem Gehirn zu —; 2) große, Art III, und 3) colossale, Art IV, letztere als Neurochordzellen. Diese drei Arten bringt auch die neue Färbemethode zum Ausdruck. Alle Ganglienzellen sind unipolar, d. h. sie besitzen nur einen einzigen Fortsatz, und dieser wendet sich, so viel ich constatiren konnte, immer in die Centralsubstanz der Seitenstämme. Die Ganglienzellen sind in ein lockeres Hüllgewebe eingebettet, das sich nicht gefärbt hat, aber von Natur eine gelbe bis röthliche Färbung in Folge von eingelagerten Pigmentkörnern besitzt. Die Fortsätze der Ganglienzellen mit Ausnahme derjenigen der Neurochordzellen, von denen ich noch reden werde, zeigen perlschnurartige Verdickungen, die bei den dünneren nur

[1] Op. cit. pag. 106.

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

Körnchen gleichen. Die Fortsätze, die Stammfortsätze nach Retzius, sind in der Centralsubstanz auf lange Strecken weiter zu verfolgen. Viele derselben legen sich zusammen zu einer Gemeinschaft, sie bilden schon Faserzüge und diese erst schließen sich dem Centralstrang und zwar dem intensiv gefärbten an; viele streben einzeln für sich direct jenem zu und verlieren sich in ihm, d. h. sie entziehen sich im Centralstrang dem Auge des Beobachters. Die Fortsätze der kleineren Ganglienzellen verfolgen wir als gekörnte Fibrillen, die der größeren als ziemlich dicke Fäden mit recht beträchtlichen Anschwellungen.

Weil sämmtliche Fortsatzfibrillen, wie ich die Stammfortsätze der Ganglienzellen I—III nennen möchte, in den Centralstrang übergehen, da, wie wir ferner sehen werden, die austretenden Nervenfasern (Analoga der Nervenfasern der Spinalnerven) nur vom Centralstrang entspringen, so ist dieser nichts Anderes als das Bündel der Stammfortsätze der Ganglienzellen und vollständig eine dem Centralstrang im Rüsselnerven gleichartige Bildung. Die Neurochordzellen entsenden den einzigen Fortsatz gleichfalls in die Centralsubstanz des Seitenstammes. Derselbe ist aber, wie auch die Neurochordzelle, nur hellblau, wasserblau, um den Eindruck der Präparate wiederzugeben, gefärbt. Er stellt nicht eine feine Fibrille dar, die sich schwer messen ließe, sondern einen wenn auch sehr feinen Cylinder. Seine Contouren aber sind rauh, zackig, wie zerfasert. Es charakterisiren ihn nicht die perlschnurartigen Verdickungen, die an den Stammfortsätzen der anderen Ganglienzellen so sehr auffallen. Sein Stammfortsatz, ein Fortsatzcylinder, ist gleichfalls weit im Seitenstamm hinauf oder hinab zu verfolgen, bis er sich dem mehr central gelegenen Bündel der hellblauen Stammfortsätze anschließt. Dem ersten Abschnitt des Stammfortsatzes, demjenigen, welcher noch außerhalb der Centralsubstanz liegt, entsprechend ist auch der Fortsatzcylinder der Neurochordzelle in seinem weiteren Verlauf innerhalb der Centralsubstanz zu beschreiben: als mit zackigen Contouren versehen, der Verdickungen ermangelnd. So erscheint der ganze hellblaue Strang, zu dem sich die Stammfortsätze der Neurochordzellen zusammenfügen, nur aus eben solchen Cylindern zusammengesetzt, die sich deutlich in ihm einzeln abheben. Dieser hellblaue Strang ist derjenige der Neurochorde.

Die nervösen Fibrillen der Centralsubstanz, mit welchen die Ganglienzellfortsätze in Verbindung treten, sind in der Regel in ihrer ganzen Länge außerordentlich fein und gleichen zartesten Fäden,

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

an denen die Verdickungen, die hier oft prismatische Formen zeigen, wie Perlen aufgereiht sind. Nur stellenweise sind sie in manchen Abschnitten dick angeschwollen, so dass man sie mit den Neurochorden verwechseln könnte, wenn sie sich nicht immer viel intensiver als jene färbten. Nichtsdestoweniger hat man Fortsatzfibrillen von verschiedener Feinheit. Die der größeren Ganglienzellen sind nicht so fein, wie die der kleineren, die sich in ganz außerordentlich zarten Fasern fortsetzen.

Um in den Bau des Seitenstammes einzudringen, ist es vortheilhaft, einen Körperabschnitt nach der Angabe von Retzius mit Glycerin, dem etwas pikrinsaures Ammoniak zugesetzt ist, aufzuhellen; ich wandte das Glycerin in fast concentrirter Lösung auch ohne jenen Zusatz mit gutem Erfolg an. Dann wird man von der Structur der Centralsubstanz oft ein vorzügliches Bild bekommen, man wird ein und dieselbe Nervenfaser viele Millimeter lang im Auge haben und nicht selten am einen Ende eines Seitenstamm-Bruchstückes (ich hatte solche von 1—2 cm Länge unter dem Mikroskop) ihre Verbindung mit der Ganglienzelle constatiren können, am anderen Ende aber sie austreten und als Faser, die in den Hautmuskelschlauch hineindringt, sogar in diesem noch halbwegs bis zur Körpermitte weiter ihre Bahn ziehen sehen[1]. Aber ich constatirte auch, dass der Fortsatz einer Ganglienzelle in eine Faser der Centralsubstanz überging, die unmittelbar darauf aus dem Seitenstamm abging (Fig. 25).

Wenn ich von einer Fortsatzfibrille oder einem Fortsatzcylinder sprach und es vermied, an Stelle dessen durchweg vom Stammfortsatz zu reden, oder sagte, der Fortsatz der Ganglienzelle trete mit der Fibrille oder Faser der Centralsubstanz in Verbindung, so geschah dies, um einen gewissen augenscheinlichen Gegensatz anzudeuten, durch den sich Ganglienzellfortsatz und Fortsatzfibrille oder -Cylinder, d. h. ein kurzer Abschnitt des in die Centralsubstanz eintretenden Ganglienzellausläufers auch noch innerhalb dieser von einem bei Weitem längeren Fortsatz (eben der Fortsatzfibrille oder dem Fortsatzcylinder) recht häufig unterscheiden lassen. Die Fibrille der Centralsubstanz stellt nicht dem Bilde nach einfach im Seitenstamm der Nemertinen den verlängerten Stammfortsatz der Ganglienzelle dar (Fig. 26 *x*, *y* u. Fig. 27). Nämlich der

[1] Es ist zu bemerken, dass die Figuren (Taf. 15 Fig. 24 u. folg.), auf denen derartige Bilder wiedergegeben wurden, um Raum zu sparen, in der Längsausdehnung sehr verkürzt wurden.

Fortsatz einer Ganglienzelle verjüngt sich in der Centralsubstanz oft bis in eine recht feine Spitze und tritt mit dieser an die Fibrille heran, die häufig diesen Stammfortsatz überhaupt, jedenfalls aber sein verjüngtes Ende sehr an Dicke übertrifft. Merkwürdig ist besonders die starke Anschwellung, welche die Fibrille an dem Punkte, wo sie mit dem Stammfortsatz zusammentrifft, fast regelmäßig besitzt. Auch die Art, wie Stammfortsatz und Fibrille mit einander verschmelzen, ist eigenthümlich. Da fügt es sich oft, dass der sanfte Übergang mittels einer Curve, mit welcher der Stammfortsatz umbiegen sollte, um in der zum Eintritt entgegengesetzten Richtung als Fibrille (Faser) weiterzuziehen, ganz fehlt; sondern im spitzen Winkel selbst treffen sich vielfach Fortsatz und Fibrille. Charakteristisch schon ist es, dass man überhaupt in zahlreichen Fällen scharf den Punkt kennzeichnen kann: hier hört der Stammfortsatz der Ganglienzelle auf und es beginnt hier die Nervenfibrille der Centralsubstanz des Seitenstammes. Diese Fibrille durchzieht die Centralsubstanz des Seitenstammes in gleicher Stärke. Sie gabelt sich nicht, sie löst sich nicht auf, sie bildet weder ein Maschenwerk noch anastomosirt sie mit ihres Gleichen. Sie documentirt sich stets als ein einziger dünner oder dicker Faden. Aber sie giebt äußerst feine Fädchen ab, so fein, dass sie die Zeichenfeder noch immer zu dick darstellt. Diese Nervenfaserästchen, welche meist rechtwinklig von ihr rings ausstrahlen, erscheinen wie punktirt. Sie verästeln sich, die Ästchen zeigen wie die Fasern selbst die an der peripheren Nervenfaser so oft auffälligen zickzackartigen Knickungen. Sie durchflechten den Centralstrang und durchsetzen auch die übrige Masse der Centralsubstanz des Seitenstammes. Es sind die Nebenfortsätze, welche freilich anders aussehen als die von Retzius[1] gezeichneten der Stammfortsätze im Bauchmark von *Astacus fluviatilis*. Unsere Nebenfortsätze entspringen den Verdickungen der Fibrillen. Starke, kurze Äste, wie knorrige Verdickungen aussehend, entspringen von den unregelmäßigen Anschwellungen am Verschmelzungspunkte von Stammfortsatz und Fibrille oder auch sonst ab und zu von besonders starken Verdickungen im Verlaufe der Fibrillen, dann auch kleine kolbenartige und knollige Anhängsel bildend (Fig. 26 u. 27). Ich glaube auch, sie als Nebenfortsätze deuten zu müssen im Sinne von Retzius. Nichts von Nebenfortsätzen, überhaupt nichts von Verzweigung habe ich an den Neurochorden nachzuweisen vermocht. Ich habe auch

[1] Op. cit. Taf. 3.

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

in keinem Falle den Abgang eines solchen in die Körperwand beobachten können, obwohl ich mein besonderes Augenmerk auf diesen Punkt gerichtet hatte.

Schließlich muss ich noch hinzufügen, dass eine Nervenfibrille der Centralsubstanz nicht immer ausschließlich zu einer Ganglienzelle zu gehören scheint. So sah ich zweifellos, dass einmal die Fortsätze von zwei großen Ganglienzellen sich an die bewusste Endanschwellung der Fibrille hefteten, sich also die Fortsatzfibrille, die als einziger Faden fortlief und lange verfolgt wurde, gewissermaßen in zwei Stammfortsätze von Ganglienzellen gabelte (Fig. 26 *y*). — Aber vor Allem fand ich, dass sich an eine sehr feine Fibrille, deren Verknüpfung mit einer Endganglienzelle ich constatirt hatte, in ihrem Verlaufe noch mehrere Stammfortsätze anderer Ganglienzellen anschlossen und sich jedes Mal mit einer Verdickung an sie hefteten. Es ist kaum ein Irrthum möglich gewesen, denn durch Hin- und Herschieben des Deckglases konnte ich die Elemente des Seitenstammes ziemlich beträchtlich verziehen, Fibrillen und Stammfortsätze spannen und zerren, Manipulationen, die zur Orientirung das Beste thun. In diesem Falle verzog sich mit den Ganglienzellen und deren Fortsatz gerade die Fibrille mit, an die ich dieselben angeheftet gefunden hatte. Es ist diese Beobachtung nicht selten gewesen; so finden wir auch bei der Untersuchung des Seitenstammes von *Eupolia delineata* jene eigenthümlichen Verhältnisse auf. Zur Controlle meiner Untersuchungen des Seitenstammes von *Cerebratulus marginatus* habe ich auch außer denen von *Eupolia delineata* jene von *Drepanophorus* und *Nemertes gracilis* untersucht. Ich fand zwar theilweise andere Bauverhältnisse, sonst aber eine Bestätigung der vorgetragenen Beobachtungen.

Meine Tinctionen des Gehirnes ließen zu wünschen übrig. Nur einige hübsche Färbungen des Ganglienbelages setzen mich in die Lage, hier noch einmal versichern zu können, dass derselbe gleichfalls nur aus unipolaren Zellen besteht.

Untersuchungen über das Nervensystem der Körperwand.

Hubrecht[1] beschrieb bekanntlich bei verschiedenen waffenlosen Nemertinen eine periphere Nervenschicht zwischen Ring- und äußerer Längsmuskulatur. In meinen histologischen Untersuchungen kam ich

[1] The peripheral nervous system etc. in: Q. Journ. Micr. Sc. (2) Vol. 20. 1880.

seiner Zeit zu der Überzeugung, dass diese Schicht mit aus den Elementen des Bindegewebes sich zusammensetzt, das ich als ein besonderes Hüllgewebe, als pigmentführendes Hüllgewebe, dem Neurilemma gegenüberstellte und von diesem scharf trennte.

Meine jetzigen Untersuchungen haben mir gezeigt, dass ich früher richtig gesehen habe. Die periphere Nervenschicht besteht in der That aus dem nämlichen Hüllgewebe, das in einer Modification die Ganglienzellen, in der anderen, wie ich es früher angeben konnte, die Nervenfibrillen der Centralsubstanz einbettet. Es ist bei manchen Nemertinen sehr stark pigmentirt, so bei *Borlasia Elizabethae*, wo, wie die Seitenstämme, eine feine Schicht zwischen Ring- und Längsmuskulatur blutroth aussieht. Dies Gewebe ist auch nicht auf die dünne Schicht beschränkt, es durchsetzt auch die Muskelschichten.

Aber dieses pigmentirte Hüllgewebe birgt die Nerven: denn dass die den Seitenstämmen entspringenden Nervenfibrillen unserer Anopla zwischen Ring- und Längsmuskulatur eindringen, wurde bereits im vorigen Abschnitt gesagt. Eben so ist hervorgehoben worden, dass ich diese Nervenfibrillen in anderer Richtung oft bis an eine Ganglienzelle verfolgen konnte.

Die Nervenfibrillen gehen unter einem stumpfen Winkel aus dem Seitenstamm ab, die vom Schwanzende kommenden Fibrillen treten in der Richtung nach vorn aus, umgekehrt die von vorn nach hinten ziehenden. Beide Arten kreuzen sich daher, da der Austritt der Nervenfibrillen in ganz hervorragender Weise einseitig in derselben Ebene unter derselben Neigung erfolgt; man könnte sagen, die Fibrillen bilden einen Kamm am Seitenstamme, dessen Zähne über Kreuz stehen. Der Ringmuskelschicht sich anlegend, stellen sie ein Gitterwerk mit gekreuzten Stäben dar.

In der Regel trat nur je eine Nervenfibrille am selben Punkte aus dem Seitenstamme heraus; nur selten beobachtete ich den gleichzeitigen Abgang von zwei und höchstens drei. Wie wir große und mittelgroße Ganglienzellen und demgemäß feine und sehr feine Fibrillen in der Centralsubstanz unterscheiden, so sehen wir zwei durch ihre Stärke verschiedene Nervenfaserarten dem Seitenstamm entspringen. Beide aber machen den gleichen seltsamen Eindruck durch die perlschnurartigen Verdickungen, die auch an ihnen, und zwar noch viel reichlicher als an den Nervenfibrillen in der Centralsubstanz, aufgereiht sind (Fig. 24).

Aber es sind nicht allein Verdickungen, die auch diese charakterisiren, sondern birnförmige Anhängsel, welche oft die Größe der

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

Ganglienzellart, zu der die stärkeren Nervenfasern schließlich hinführen, erreichen. Die feinen Fasern besitzen entsprechend winzige Anschwellungen und Anhängsel, die aber dagegen sehr dicht aufgereiht sind. Die hängenden Birnen mit dem kurzen Stiel und die kugligen oder ovalen dicken Anschwellungen, als welche jene Gebilde, die den Nervenfasern unmittelbar angedrückt sind, auch oft erscheinen, sind Zellen, in denen ich habe Kerne nachweisen können (Fig. 28). Sollten diese Zellen, welche der Nervenfaser anliegen, einer Scheide, welche um dieselbe gebildet ist, angehören? Eine solche nachzuweisen ist mir freilich bei der Feinheit auch der stärkeren der Nervenfasern nicht gelungen, indess wüsste ich kaum, wie sie anders zu deuten wären.

Das letzte Ende einer Nervenfaser, das ich immer nur constatiren konnte, war eine feine Spitze, in die sie sich schließlich auszog, nachdem sie sich schon mehr und mehr verjüngt hatte; diese Spitze endigt in der Muskulatur. Ich habe also an der Fibrille weder in ihrem Verlaufe noch am Ende eine Art Verzweigung feststellen können; letzteres wird wahrscheinlich ein Mangel der erzielten Färbung sein, den es mir leider nicht bei *Cerebratulus* und *Eupolia* zu beseitigen gelang. Indess bei einer bewaffneten Nemertine, *Drepanophorus rubrostriatus*, bekam ich sehr schön die Innervirung querer Muskelzüge, welche die Kopfspitze vor dem Gehirn durchsetzen. Genau verfolgte ich drei Nervenfasern, welche medial vom Seitenstamme hinter dem Gehirn abgingen. Sie zogen über dasselbe hinweg nach vorn und verästelten sich zwischen den Muskelzellen jenes Muskelzuges. Die Ästchen besaßen beträchtlich große Anschwellungen, mit denen sie entweder endigten, oder von denen nur noch ein winziges Fäserchen ausstrahlte. Sie waren außerdem auch mit Knötchen besetzt. Aber auch vor der Verästelung besaßen die Nervenfasern varicöse Verdickungen. Von Retzius' Zeichnung der Innervirung quergestreifter Arthropodenmuskeln weicht die bei dieser Nemertine studirte im Schema nicht ab (Taf. 15 Fig. 30).

Ferner orientirte ich mich über den Bau des großen Rückennerven. Dieser ist wie ein Rüsselnerv gebaut. Es gehen von ihm jene seitlichen Faserzüge ab, die von Hubrecht als metamere beschrieben wurden, von deren Art des Abgehens ich aber einen solch regelmäßigen Eindruck nicht bekommen konnte. Der Rückennerv besteht vor Allem aus dem im Rüsselnerven besprochenen und gewürdigten Bindegewebe mit den großen kugligen Kernen; auch die Gewebsmassen, die seitlich von ihm so zu sagen ausfließen, sind nichts

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

Anderes. Aber auch der Rückennerv führt nervöse Fasern, die theils vom Gehirn stammen, theils aber einem eigenen, freilich sehr dünnen Belag unipolarer Ganglienzellen zugehören. Ich habe den großen Rückennerven von *Polia delineata* genauer studirt und, wie aus dem kurz Gesagten hervorgeht, gefunden, dass er einen dem Rüsselnerven äußerst ähnlich gebauten nervösen Strang darstellt.

Heute erkläre ich mir auch die Beobachtung, welche ich früher öfters an Schnitten machte, wie nämlich aus der Centralsubstanz des Seitenstammes an vielen Stellen direct ein Theil der Gewebsmasse herausgedrungen erschien und dieser in die periphere Nervenschicht hinein zu verfolgen war. Damals glaubte ich, dies Bild als eine Art Communication der Centralsubstanz des Seitenstammes mit jener Schicht deuten zu müssen. Aber es ist nichts Anderes, als wenn sich von einem Rüsselnerven ein mächtiger Strang loslöst und zu einem anderen hinantritt. Denn das austretende Gewebe ist Bindegewebe, das wie dort Brücken, Anastomosen bildet, hier zwischen Seitenstamm und großem Rückennerven und selbst von Seitenstamm zu Seitenstamm.

Kritik und Schluss.

Nicht eine Kritik über die Nervenlehre der Wirbellosen in ihrer heutigen Entwicklung werde ich mich unterfangen, auf die vorausgehenden wenigen Blätter hin zu üben, sondern vielmehr eine Kritik meiner Darstellung nachholen, die objectiv gehalten wurde, um ihren Gang nicht durch die fortgesetzt eingestreuten Wenn und Aber zu unterbrechen, aus der indessen vielleicht Mancher mehr und Anderes herausliest als mir lieb wäre. Da mir das Nervensystem der Nemertinen durch eine andere Untersuchungsmethode gut bekannt ist, so werde ich sie weniger zaghaft üben dürfen, als es ohne dies wohl möglich wäre, und sicherer den Kern der Untersuchung herausschälen.

Eins greife ich sofort heraus, was ich vorhin nur streifte: es frappirte, wenn durch das Methylenblau in der Papillenschicht des Rüssels in jeder Papille eine gewisse Anzahl von Zellen sich färbt, die sich durch ihren Bau nicht von den übrigen Zellen der Papille unterscheiden und ihrem Wesen nach wie jene eine Art Drüsenzellen sind. Es ist besonders merkwürdig, dass sich nur die gewisse Anzahl bei allen Nemertinenarten bei fast allen Wiederholungen wieder einstellt. Bei *Polia delineata* habe ich indess, wie angedeutet, Injectionspräparate bekommen, wo in vielen der Papillen mehrere

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

(2, 3 und 4) Zellen mitsammt der angepressten Nervenzelle sich tingirt hatten. Dies Verhalten hat mir einen Fingerzeig gegeben, es hat mir einen gleichzeitigen Nachtheil und Vortheil der Methylenfärbung aufgedeckt. Die Färbung ist eine partielle: es färben sich nicht sämmtliche Elemente auf einmal, sondern nur einzelne, diese jedoch vollkommen, wie es sich durch ihren Bau selbst ergiebt und durch fortgesetzte wiederholte Untersuchungen bestätigt wird.

So müsste bei *Amphiporus marmoratus* sich ein noch dichterer Ganglienbelag im Rüssel, nach Schnitten durch denselben zu urtheilen, durch die Färbung darstellen lassen, als er erschien und so gezeichnet wurde: man würde in den Seitenstämmen eine bei Weitem größere Menge von Ganglienzellen zu erwarten haben, wenn sich sämmtliche des Belags gefärbt hätten. Aber wiederhin ist die Fülle des gefärbten Zellmaterials bei den verschiedenen Individuen durchaus proportional. So hat *Drepanophorus serraticollis* thatsächlich, wie es auch schon durch Schnitte zu illustriren ist, eine dünnere Ganglienzellreihe zwischen einem Paar von Rüsselnerven als *Amphiporus marmoratus*; der *Drepanophorus* nov. sp. mit der geringen Anzahl von Nerven hat dagegen eine bei Weitem dichtere als sein Verwandter, er zeigt sogar zwei Reihen zwischen je einem Nervenpaare; es wird also das Verhältnis der Quantität sehr gut auch durch die Methylenblaufärbung zum Ausdruck gebracht. Indem die Färbung aber keine totale ist, besitzt sie einen größeren Werth als sie in ihrer ganzen Vollkommenheit haben würde, da die Elemente, einzelne Zellen und Fasern, zum Ausdruck kommen und nicht ihre Gesammtheit als eine schwarzblaue unauflösbare Masse. Es wird — ich darf dies in Hinblick auf meine früheren Untersuchungen sagen — nichts durch die Färbmethode verschwiegen, nur werden uns gewissermaßen nur Beispiele vorgeführt. Sind so von den drei Arten der Ganglienzellen im Lateralnerven vielleicht in einem gewissen Abschnitt 100 der mittleren, 40 der größeren und 8 der Neurochordzellen factisch vorhanden, so sah ich nur drei Viertel derselben, 75, 30, 6.

Lehrreich ist es jedenfalls, und für die Beurtheilung der Färbung von Werth, zu controlliren, wie sie im injicirten Gewebe eintritt. Sie setzt an allen Punkten zugleich ein, die Ganglienzellen tauchen überall auf, und nach und nach wird die Schicht, die Reihe, die sie bilden, dichter und dichter. Also die Färbung unserer Objecte war meistentheils in einem gewissen Stadium stehen geblieben; nicht dass ich ihren Fortschritt voreilig unterbrochen hätte. ich habe mit Geduld und allen Graden von Dosen der Injectionsflüssigkeit experi-

mentirt, indess hat sich die Erhaltung der Gewebe verschlechtert, die Färbung nicht vervollständigt. Ich glaube nun nicht, dass Jemand sagen könnte, auch die theilweise Färbung der Nerven selbst, so der Rüsselnerven, so wie die theilweise Tinction der gesammten Centralsubstanz der Seitenstämme, in welchen in beiden Fällen nur die Centralstränge sich stark, bezw. allein tingirten, erkläre sich durch unvollständige, partielle Färbung, wie ich sie vorhin nannte. Dem ist zu entgegnen, dass der Bau der Centralstränge eben so klar auf ein Bündel von längsziehenden Nervenfibrillen hinweist wie die ungefärbte Substanz auf ein verfilztes Bindegewebe, dass ich ferner jene schon früher als Wurzelbündel und Stränge der Neuroehorde beschrieben habe. Ob sich dagegen sämmtliche Fibrillen eines Centralstranges gefärbt haben, ist eine andere Frage.

Doch ich komme nach dieser Auseinandersetzung auf die Papillenzellen, welche dazu den Anlass gaben, zurück und bemerke, dass ich mich nicht im geringsten auf ihre Anzahl steife. Ja, ich glaube vielmehr, dass eine jede Zelle der Papille gleich organisirt ist, wie die durch die Färbung herausgehobenen, jede einen Nervenapparat vorstellt. Von den Zellen des vorderen Rüsselcylinders, die mit der Außenwelt in Berührung kommen, ist das auch leicht zu verstehen. Und die Zellen im hinteren Cylinder, die immer in der Rüsselcavität geborgen sind? Sie werden gerade zur Zeit, wo der Rüssel als Waffe functionirt, das Secret reichlich absondern, das durch den Ductus ejaculatorius mit dem Stilett zugleich ausgestoßen wird, denn dasselbe ist nicht in so großen Mengen im hinteren Cylinder oder der zwiebelförmigen Blase vorräthig, wie es ausgespritzt wird. Also gehören doch Nerven als Erreger den Zellen auch des hinteren Rüsselcylinders zu. Diese Erklärung lässt sich auch auf die entsprechenden Verhältnisse bei den Arten von *Eupolia* anwenden. — Die Papillenzellen des vorderen Cylinders im Rüssel der Nemertinen wirken unmittelbar, die im hinteren erst mittelbar.

Eine Beurtheilung vieler Ergebnisse der Färbmethode wurde mir durch das frühere gleiche Studium, wie gesagt, erleichtert. Den Nervenapparat des Rüssels hatte ich schon früher auf der Basis von Beobachtungen älterer Autoren eingehender studiren können. Auch hinsichtlich des Centralnervensystems fand ich größtentheils bereits Gesehenes bestätigt. So überzeugte ich mich wieder von dem alleinigen Vorkommen unipolarer Ganglienzellen, ich verfolgte ihren Fortsatz in der Centralsubstanz, ich sah ihn als eine Faser sich dem Centralstrang beimischen und aus diesem heraus in den Hautmuskel-

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

schlauch treten. Den Centralstrang habe ich früher als »Wurzelbündel« der Nervenzweige des Seitenstammes beschrieben, ich hatte mich von ihm bereits an Längs- und Querschnitten überzeugt. Nur hinsichtlich der Neurochorde war ich zu anderen Ergebnissen gekommen. Ich glaube nunmehr, dass auch diejenigen der unbewaffneten Formen einen einzigen Achsencylinder vorstellen, welcher sich nicht in mehrere theilt, wie ich dies hatte schon früher bei den bewaffneten angeben müssen.

Von größtem Werthe aber waren für mich die Ergebnisse, welche Retzius durch dieselbe Methode gewonnen hatte. Buchstäblich dasselbe erwarten, hieße der Mannigfaltigkeit der Organisation auch dieses Organsystems bei verschiedenen Thiergruppen, noch dazu so entfernt stehenden, wie Crustaceen und Nemertinen, wenig Rechnung tragen; aber es wäre auch eine tiefe Unterschätzung der erfahrungsmäßig überall verwandten Principien, ex fundamento auf anderes »Neues« gespannt zu sein. Geleitet von den Untersuchungen Retzius' fasse ich vergleichsweise zusammen.

Die Ganglienzellen der Nemertinen sind einzig unipolar wie bei *Astacus*, wo auch die scheinbar bi- oder multipolaren medianen Zellen nur einen Stammfortsatz besitzen. Der Stammfortsatz entspricht morphologisch unserer Fortsatzfibrille. Die Fibrille giebt feinere Äste ab, die man im Vergleich zu ihrer Dicke als ungleichwerthige bezeichnen muss. Diese meist rechtwinklig entspringenden Äste entsprechen den Nebenfortsätzen bei Retzius. Nur ist hinzuzufügen: bei *Astacus* gehen, wie ich mich bei Retzius orientirte, die Nebenfortsätze (relativ wenige) nur im Anfangsabschnitte des Stammfortsatzes ab, bei *Cerebratulus* sah ich sie auf einer langen Strecke entspringen; in Folge dessen waren ihrer sehr viele. Der Nebenfortsatz besitzt bei *Cerebratulus* nur sehr kleine Körnchen und unterscheidet sich damit auffallend von dem von *Astacus*, dessen Zweige unzählige und relativ starke Verdickungen haben. Nur die Anfangsabschnitte der Fibrillen im Seitenstamme haben kurze knorrige Äste mit Verdickungen, welche aber den Nebenfortsätzen von *Astacus* unähnlicher sehen als die erst beschriebenen. Dagegen besitzen die Fibrillen selbst dicht gereihte perlschnurartige Verdickungen, und es will mir scheinen, dass auch durch diese jener Contact der Fibrillen unter einander bei *Cerebratulus* hergestellt wird, der durch die Verdickungen der Nebenfortsätze bei *Astacus* die Verbindung der nervösen Elemente unter einander besorgen soll. Es gelang mir, die peripherisch aus dem Seitenstamm abgehenden Fibrillen in Verbindung mit den

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

Ganglienzellen nachzuweisen, entsprechend wie Retzius in die peripherisch abgehenden Nervenzweige der Ganglien Stammfortsätze der Ganglienzellen als peripherische Nervenfaser eintreten sah. Ich musste indess betonen, dass zwischen zwei Abschnitten des Stammfortsatzes (im Sinne von Retzius) bei *Cerebratulus* zu unterscheiden ist, ich redete daher von einem Ganglienzellfortsatz und einer Fortsatzfibrille.

Retzius sagt, dass die Nervenfasern von *Astacus* und *Homarus* eine Scheide ohne Myelin und Einschnürungen, der außen Kerne anliegen, haben; ich glaube auch der Nervenfaser von *Cerebratulus* eine solche zuschreiben zu müssen, der jene Zellen angehören, welche die Nervenfasern begleiten, ihnen anhängen oder angedrückt sind.

Die Verzweigung der Nervenfibrillen an Muskelfasern sah ich bei *Drepanophorus* in ganz ähnlicher Weise, wie es Retzius von Nervenfasern, die er an thoracalen Muskelfasern des Flusskrebses verfolgt hat, abbildet. Wesentlich ist die Centralsubstanz (Punktsubstanz) des Seitenstammes von *Cerebratulus* von der des Bauchmarkes von *Astacus* im Bau verschieden. Ich musste das ganz enorme Vorwiegen der bindegewebigen Grundsubstanz im Seitenstamm hervorheben. Es fehlt die Art der Verästelung der Nebenfortsätze wie bei *Astacus*, wo die gesammte Masse der Centralsubstanz gerade aus den Nebenfortsätzen mit ihren Verdickungen wesentlich besteht.

Alles in Allem ist die Übereinstimmung der nervösen Elemente ihrem Bau nach bei jenen Krustern und den Nemertinen unverkennbar sehr groß. Die Anordnung ist natürlich grundverschieden. Hier fehlten die Ganglien und mithin fehlt die Isolirung der Ganglienzellen auf solche Anschwellungen. Das mag manche Differenzirung im Gefolge haben, z. B. den Abgang der Nebenfortsätze nicht nur im Anfangsabschnitt der Fibrille, die geringe Länge und geringe Verzweigung der Nebenfortsätze, die bündelweise Centrirung der nervösen Fibrillen, die perlschnurartigen Verdickungen dieser selbst.

Indem ich die neueste umfangreichere Untersuchung aus dem Gebiete der Nervenlehre der Wirbellosen zum Vergleich mit den Ergebnissen dieser kleinen Studie heranzog, habe ich zugleich Gelegenheit gehabt zu zeigen, wie ich das Gesehene beurtheile und deute.

Die unipolare Ganglienzelle hat sich uns vornehmlich beim Studium der Wirbellosen aufgedrängt, und so viel und andauernd auch ihre Existenz angezweifelt wurde, so hartnäckig ist dieselbe vertheidigt worden.

In neuester Zeit haben wir nun erfahren, dass Zellen, welche

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

bei den Wirbellosen als typisch bi- oder multipolar beschrieben wurden, sich nicht, was die Art ihrer Fortsätze anbetrifft, von den unipolaren unterscheiden. Diese wie jene besitzen einen einzigen Stammfortsatz. Den bipolaren, eventuell auch den multipolaren Charakter bekommt die Ganglienzelle lediglich, indem die Nebenfortsätze an den Zellleib hinanrücken.

Das aber ist eine Erscheinung, der kaum principielle Bedeutung beizumessen ist, und deren Eintreten mit der Lage, welche die Ganglienzelle zur Central-(Punkt-)Substanz einnimmt, der Erfahrung nach zusammenhängt. So ist die multipolare Ganglienzelle ja dort Regel, wo Ganglienzellen und Punktsubstanz vermischt sind, eine Masse bildend; dort aber treffen wir fast ausnahmslos unipolare an, wo Ganglienzellbelag und Punktsubstanz scharf getrennt sind, jener als eine abgegrenzte Schicht diese umgiebt.

Jedenfalls wird man mit den auf die Polarität der Ganglienzellen gegründeten Bezeichnungen, wenigstens bei Wirbellosen, nicht mehr als morphologische Begriffe verbinden dürfen; und es ist vielleicht nur eine Frage der nächsten Zeit, ob man überhaupt wird berechtigt sein, zwischen Ganglienzellen zu unterscheiden, ob man nicht der Ganglienzelle, in welcher Form sie sich uns immer präsentirt, den physiologisch gleichen Werth beimessen muss.

Ich gedenke der Vermuthung Retzius' betreffs des centralwärts gehenden Fortsatzes der cerebrospinalen Ganglienzelle.

Bei den Nemertinen fand ich Zellen zwischen der Nervenfaser und der zu innervirenden Epithelzelle eingeschaltet. Ganz entsprechende Zellen sind ja vielfach meist durch Maceration in allen Thiergruppen festgestellt und erst verschiedenartig benannt worden: Kern, Ganglienzelle, Nervenzelle. Nervenzellen sollte man sie immer nennen, nie aber Ganglienzellen, denn beides sind fundamental verschiedene Gebilde. Die Nervenzelle ist als eine den Reiz leitende Zelle aufzufassen und stellt als solche keine selbständig reagirende dar, im Gegensatz zur Ganglienzelle, die als das eine Ende einer Leitung erregt wird und erregt, und nur in so fern leitet als sie sich anderen Ganglienzellen mittheilt. Es spricht bei den Nemertinen nichts für eine doppelte Ursprungsweise der Nerven.

Am Seitenstamm sieht man zwei Arten von Nervenfasern, die, wie geschildert wurde, jede ungemein kenntlich, nicht mit einer anderen zu verwechseln sind, regelmäßig austreten. Jede Art kann man bis zur Ganglienzelle verfolgen.

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

Es liegt sehr nahe, die dünne Art für sensible, ergo die kleineren Ganglienzellen gleichfalls für sensible, die dickere Faser, die der größeren Zelle entstammt, für motorisch zu halten. Diese beiden Zellenarten besitzt der Seitenstamm jeder Nemertine, während ihm die Neurochordzellen abgehen können. (Wahrscheinlich, ich gedenke dies später einmal nachzutragen, steht die verschiedene Art des Bewegungsvermögens von Vertretern gewisser sonst nahe stehender Nemertinengruppen mit dem Besitz und dem Ausfall der Neurochordzellen in Beziehung.) Die Nervenfasern, welche nun dem Nervennetz entstammen sollen, mussten demnach an allen meinen Objekten sich nicht gefärbt haben. Das kann ich bei meinen sonstigen günstigen Resultaten nicht annehmen, überdies existirt ein Nervennetz im Haller'schen Sinne nicht.

Wie außerordentlich ausgeprägt der Ganglienbelag durch die Masse der höchst charakteristischen kleinsten Zellen dort ist, wo die Nerven der Sinnesorgane entspringen, habe ich schon früher hervorgehoben.

Man ist aber auch genöthigt, anzunehmen, dass im Rüssel, den motorischen und sensiblen Nervenfasern entsprechend (beide wurden nachgewiesen), motorische und sensible Ganglienzellen vorhanden sind, obwohl sie nicht äußerlich als solche durch Unterschiede ihrer Größe sich sondern, wenigstens bei den Enopla nicht, und sich als zwei verschiedene Arten documentiren. Denn der vom Körper losgelöste Rüssel zeigt folgende auffallende Lebenserscheinungen: er windet sich, kriecht, stülpt sich ein und aus, ein Ende schiebt sich tastend aus dem umgestülpten Rüssel vor, es klebt sich fest, es löst sich los — der Gesammtrüssel folgt kriechend.

Das Alles aber erfolgt nicht etwa in mechanischer Weise, sondern in zweckentsprechender, ich möchte sagen, der Rüssel benimmt sich wie ein Thier selbst.

Diese Lebenszeichen, die Tage andauern können, die so energisch und ohne jeden äußeren sichtbaren Reiz selbständig erfolgen, sind mehr als Reflexe, man kann sie nicht durch Nachwirkung erklären, sondern lediglich durch den ungemeinen Reichthum an (unipolaren) Ganglienzellen. Das Nervensystem des Rüssels ist das eines Thieres, und der Muskelapparat des Rüssels ist dem Hautmuskelschlauch nachgebildet. Der Rüssel besitzt Zellen, die als Sinneszellen dienen. So erklären sich die aufgezählten Erscheinungen.

Der Rüssel besitzt ein ausgezeichnetes Nervensystem, aber es ist darum ausgezeichnet, weil es unipolare Ganglienzellen besitzt.

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

Es besitzt eben Ganglienzellen und nicht nur Nervenzellen. Es ist mithin ein Gehirn in seiner Art, und sicher sagt man nicht zu viel, wenn man das Nervensystem des Rüssels mit einem accessorischen Ganglion vergleicht. Wie dieses steht auch das Nervensystem des Rüssels in Beziehung mit dem Gehirn als nervöser Apparat eines Organs, das dem Körper dient, es empfängt zweifellos Nervenfasern und schickt nicht minder sicher dem Gehirn Fortsatzfibrillen zu. Überhaupt wüsste ich nichts, was das Nervensystem des Rüssels und ganz allgemein eines solchen nervösen Apparates, welcher Ganglienzellen besitzt, von einem Ganglion unterscheiden sollte, außer der Concentrirung der Ganglienzellen und in Folge dessen der Fortsatzfibrillen im Ganglion im Gegensatz zur Vertheilung dieser Elemente in einem Nervenapparate, wie ihn der Nemertinenrüssel uns demonstrirt.

Die Erfahrung lehrt, dass Letzteres eine ursprünglichere Organisation sein wird.

Wodurch ist das Gehirn aber ausgezeichnet? Einzig durch seine Beziehungen, so zu den Sinnesorganen, nicht durch seine Elemente selbst; denn die nervösen primitiven Organe haben im Nemertinenkörper sich nicht ausschließlich zu einem Organsystem (Gehirn und Seitenstämmen) concentrirt, sondern sie sind im ganzen Körper und dessen Organen verbreitet; ich wies sie im Rüssel, den Rückennerven und früher am Schlundnerven nach. Mit der Decentralisation der wirkenden Elemente geht natürlich eine solche der vom Nervensystem abhängigen Wirkung Hand in Hand. Dieselbe ist hier im hohen Grade eine örtliche, d. h. directe, vom Centralsystem nur mittelbar abhängige. — Interessant wäre es mir, zu erfahren, wie es mit dem Reichthum des Hectocotylus (an unipolaren) Ganglienzellen bestellt ist.

Neapel, im Mai 1891.

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

Erklärung der Abbildungen.

Die Färbung sämmtlicher Objecte wurde vermittels Injection von Methylenblau erzielt und ist größtentheils in entsprechenden Tönen in den Figuren wiedergegeben. Sie wurden gezeichnet bei Zeiss Objectiv A und B mit Oc. 2 und 3. Nur bei der Wiedergabe einzelner Zellen wurde F angewandt.

Tafel 14.

Fig. 1 stellt die Stilettregion des Rüssels von *Amphiporus marmoratus* dar. Es sind nur die 8 vorderen der 16 Nerven eingezeichnet. In ihnen tritt der Centralstrang (*CStr*) als dunkelblaue Linie hervor. Diese werden von einem vorderen Ringe (*v.R*) um das Hauptstilett herum zusammengehalten. Hier entspringen die Nerven, welche um die Basis des Hauptstiletts einen Ring bilden. Ein hinterer Nervenring (*h.R*) umschließt den Ausfuhrcanal der zwiebelförmigen Blase (*Z.Bl*). Von demselben gehen von den 16 Nerven Faserzüge (*FZ*) an die Oberfläche der Wand der Zwiebelblase ab, die sich zu einem Ringfaserzug (*R.F.Z*) zusammenschließen. Der hintere Rüsselcylinder (*h.R.Z*) communicirt durch den Ductus ejaculatorius (*Dct*) mit dem vorderen Cylinder (*vRZ*). *NSt* Nebenstilett. Die Nervatur der zwiebelförmigen Blase ist stärker vergrößert in Fig. 2, zur Anschauung gebracht, wo 2 Rüsselnerven, ein Stück des hinteren Nervenringes (*h.R*), die von jenem vor ihr abgehenden Faserzüge (*F.Z*) und deren Ring (*RFZ*) gezeichnet sind. Sowohl von den Faserzügen als auch dem Ringfaserzuge zweigen sich Fibrillen ab, die sich zwischen Muskelzellen drängen (*Fv*), ihnen kommen solche von hinten entgegen (*Fh*).

Fig. 3. *Amphiporus marmoratus*. Vorderer Rüsselcylinder dicht vor dem Stilettapparat. Ein Längsnerv, dessen centraler Fibrillenzug dunkler gefärbt ist, sendet Faserzüge durch die Längs- (*LM*) an die Ringmuskulatur (*RM*). Unter dieser schließen sie sich zu einer Längsbahn zusammen. Zwischen den Ringmuskelfibrillen liegt eine kleinspindelige Verdickung, von der jederseits einige Fasern ausstrahlen. Der Rüssel ist etwas gedrückt, und so ist die Längsbahn, welche, von oben gesehen, genau den Längsnerven decken müsste, seitlich verzerrt. Der Rüssel ist in dieser wie der folgenden Figur umgestülpt gesehen, die innervirte Muskulatur liegt unmittelbar unter der Papillenschicht.

Fig. 4. *Amphiporus marmoratus*. Bezieht sich auf das vorige Bild. System der vom Centralstrang des Rüsselnerven abgehenden Faserzüge innerhalb der inneren Muskelschichten (Längs- und Ringschicht). Es sind außer der schon in Fig. 3 gezeichneten Längsbahn noch links und rechts von ihr je zwei Längsbahnen eingezeichnet, die von jener, der mittleren, stärkeren, ihren Ursprung nehmen und aus denen die wenigen Fasern heraustreten, die zwischen die Ringmuskeln dringen, die Spindel bildend. Über die Buchstaben *a*—*e* vgl. den Text.

Fig. 5. *Amphiporus marmoratus*. Vorderer Rüsselcylinder. Es sind drei Rüsselnerven dargestellt. In jedem fällt der Centralstrang besonders tingirt auf. Zwischen den Nerven sind wie die Sprossen einer Strickleiter die paarigen Ganglienzellen ausgespannt. Es sind in die Ganglien-

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

zellen die Kerne nicht eingezeichnet. Das Hüllgewebe der paarigen Ganglienzellen und ihrer Fortsätze ist nur in der oberen rechten Ecke einzuzeichnen begonnen. *BgK* Kern des Hüllgewebes.

Fig. 6. Paarige Zellen aus dem vorderen Rüsselcylinder von *Amph. mar.* nach der Fixirung durch pikrinsaures Ammoniak gezeichnet. Das dunkelgefärbte Hüllgewebe lässt die beiden hellblauen Zellleiber scharf hervortreten.

Fig. 7. *Amph. marm.* Ein Abschnitt eines Rüsselnerven aus dem vorderen Rüsselcylinder mit paarigen Zellen und links und rechts einer einzelnen unipolaren Ganglienzelle.

Fig. 8. *Amph. marm.* Hinterer Rüsselcylinder. Es sind 5 Rüsselnerven abgebildet. Zwischen ihnen ist ein auffallendes Flechtwerk fast wie die Nerven selbst gefärbt. Besonders machen sich drei Querstämme bemerklich, deren oberer vom ersten Rüsselnerven rechts, deren mittlerer vom ersten Rüsselnerven links entspringt. Der untere geht von keinem der hier gezeichneten Rüsselnerven ab. In allen Richtungen ziehen von diesen und anderen Stämmen, eben so von dem Rüsselnerven hinweg und zu ihnen hin breitere und schmale blaue Brücken. Sie tragen die Ganglienzellen und ihre Fortsätze.

Fig. 9. Ein Motiv aus dem vorigen Bilde stärker vergrößert. Es wurde nur ein Rüsselnerv dargestellt. Die Mehrzahl der Ganglienzellen liegt einzeln. Es sind drei paarige Zellen, einige einzelne sehr große und viele der kleinen für den hinteren Rüsselcylinder charakteristische Ganglienzellen zu sehen. Einige dieser sind in

Fig. 10 noch stärker vergrößert gezeichnet. *BgK* Kern des Hüllgewebes.

Fig. 11. *Drepanophorus serraticollis*, vorderer Rüsselcylinder. Fünf Rüsselnerven wurden dargestellt. Jeder zeigt den Centralstrang. Die paarigen Zellen liegen minder dicht als im Rüssel von *Amphiporus marmoratus*.

Fig. 12. Ein Motiv aus der vorigen Figur stärker vergrößert. Es treten in den Hüllen die paarigen Zellen gut hervor bis auf die mittleren rechts. Die Zellen decken sich theilweise oder liegen gekreuzt. Die Fortsätze zeigen die charakteristischen Knötchen.

Fig. 13 u. 14. Zwei paarige Zellen eben daher. Fig. 13 während des Verblassens gezeichnet, die Färbung der Hülle ist verloschen. Fig. 14 nach der Fixirung durch pikrinsaures Ammoniak. Die Hülle umgiebt die Zellen, nur ein Fetzen derselben hängt einem der Fortsätze an.

Fig. 15. *Drepanophorus* nov. sp. Vorderer Rüsselcylinder. Bei sehr schwacher Vergrößerung sind die paarigen Zellen nur als minimale Anschwellungen eingezeichnet. Eine zweizeilige Anordnung derselben zwischen einem Nervenpaar ist unverkennbar. Die paarigen Zellen liegen weit zahlreicher zwischen den Nerven als bei *Drep. serraticollis*.

Fig. 16. Zwei paarige Zellen eben daher. Das eine Paar ist aus einander gerückt und wird durch das Hüllgewebe scheinbar zusammengehalten.

Fig. 17. *Amphiporus marmoratus*, hinterer Rüsselcylinder umgestülpt gesehen. Innen liegen die Nerven (*RN*), zwischen ihnen einzelne unipolare Ganglienzellen (*GZ*). Es folgen Längs- und Ringmuskulatur, dann die papilläre Schicht. In dieser (man beachte links den im Profil gesehenen noch etwas vorgequetschten Rand) sind lange schlanke Zellen gefärbt (*REpZ*), die sich ziemlich regelmäßig in der äußeren Rüsselwand vertheilen.

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

Tafel 15.

Fig. 18. *Cerebratulus marginatus.* Rüssel. Es sind der eine Rüsselnerv und zahlreiche Längsanastomosen eingezeichnet.

Fig. 18*a*. Eine Ganglienzelle aus dem Rüssel von *Cerebratulus marginatus* im Verblassen gezeichnet. Der Zellleib zeigt eine concentrische Structur.

Fig. 19. *Drepanophorus* nov. spec. Der vordere Rüsselcylinder ist umgestülpt gesehen. In jede Papille (*RP*) geht ein Nerv vom Rüsselnerven (*RN*), deren zwei gezeichnet sind, ab. *RM* Ringmuskelschicht.

Fig. 20. Einzelne Papillen eben daher, um die Innervation vom Rüsselnerven (*RN*) aus zu zeigen und die tingirten Zellen in der Papille. *CStr* Centralstrang; *BgK* Bindegewebskern.

Fig. 21. Einige Papillen vom vorderen Rüsselcylinder von *Amphiporus marmoratus.*

Fig. 22. *Polia delineata.* Rüsselpapillen (*RP*) von oben gesehen. In jeder ist eine Zelle (*REpZ*) gefärbt, an diese legt sich eine Nervenzelle (*NZ*). *K* Kern der Rüsselpapillenzelle.

Fig. 23. Einzelne Zellen aus Rüsselpapillen von *Polia delineata.* Es ist nur die Nervenzelle blau dargestellt. *K* Kern der Papillenzelle, *NZ* Nervenzelle.

Fig. 23*a*. Zelle aus dem Drüsenepithel des hinteren Rüsselcylinders von *Amphiporus marmoratus.* Die Nervenzelle tritt zwischen die basalen Ausläufer der Drüsenzelle. *K* Kern dieser Zelle. Vgl. Fig. 17.

Fig. 24—28 stellen Abschnitte und Elemente aus den Lateralnerven von *Cerebratulus marginatus* dar.

Fig. 24. Das Stück eines Lateralnerven ist leicht gepresst. Der Ganglienbelag ist in ein Hüllgewebe, das hier grau wiedergegeben wurde, gebettet. Es ist von Natur gelblichroth und hat sich nicht geblänt. Der Strang der Neurochorde (*Nc*) ist hellblau, derjenige der Nervenfibrillen dunkelblau und gekörnt. Von ihm gehen die Zweignerven der Lateralnerven (Spinalnerven) ab. Sie breiten sich an der Ringmuskulatur des Hautmuskelschlauches aus und kreuzen sich, indem sie theilweise schräg nach rückwärts und theilweise schräg vorwärts verlaufen. *NcZ* Neurochordzelle.

Fig. 25. Wie vorher. Ein Abschnitt des Lateralnerven stärker vergrößert dargestellt. Die Ganglienzelle *A* gehört zur Nervenfibrille *a*, die unter einem stumpfen Winkel aus dem Lateralnerven heraus- und in die Muskulatur hineintritt. Eben so sieht man, dass die abgehende Nervenfibrille *b* zur Ganglienzelle *B* gehört. Es befindet sich auch eine Neurochordzelle (*NcZ*) im Ganglienbelag des dargestellten Lateralnervenabschnittes, deren Fortsatz sich dem Strang der Neurochorde (*Nc*) anlegt.

Fig. 26. Es sind zahlreiche Fibrillen meist bis zu den zugehörigen Ganglienzellen zu verfolgen. Die abgehenden Fibrillen sind nicht gefärbt. Besonders stark sind dagegen die Neurochorde tingirt, zu denen der Fortsatz einer Zelle (*NcZ*) hinzutritt. Derselbe ist auch noch, nachdem er sich bereits jenem zugesellt hat, eine längere Strecke gut vermöge seiner dunkleren Färbung zu identificiren. Scharf tritt in *x* und *y* die Art der Verschmelzung von Ganglienzellfortsatz und Fortsatzfibrille hervor.

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

Fig. 27. Zwei Ganglienzellen des Lateralnerven sind nebst den zugehörigen Fibrillen dargestellt.

Fig. 28 giebt ein Bild von den über Kreuz vom Seitenstamm in den Hautmuskelschlauch abgehenden Nervenfibrillen. *Sst.* Seitenstamm (nur angedeutet).

Fig. 29. *Polia delineata.* Aus dem Lateralnerven. Ganglienzellen des Belages im Zusammenhang mit Fibrillen der Centralsubstanz.

Fig. 30. *Drepanophorus rubrostriatus.* Die Endverzweigung einer Nervenfibrille an einem queren Muskelzug in der Kopfspitze vor dem Gehirn. Es wurden seiner Zeit am betreffenden Präparat drei Nervenfibrillen vom Seitenstamm, medial entspringend über das Gehirn hinaus nach vorn bis an den beschriebenen Muskelzug verfolgt, an welchem sie sich in gleicher Weise verästelten, wie es die Figur von der einen zeigt.

Fig. 31. *Polia delineata.* Rüssel. Ein Bildchen aus der sog. Nervenschicht.

Fig. 32 *a* u. *b* *Polia curta.* Rüssel. Durch Methylenblau gefärbte Längs-, Ring- und Diagonalfasern (*LF*, *RF*, *DF*) aus der Muskulatur des Rüssels nebst Zellen. *m* eine Ringmuskelfibrille.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mittheilungen aus der Zoologischen Station zu Neapel

Jahr/Year: 1891-1893

Band/Volume: 10

Autor(en)/Author(s): Bürger Otto

Artikel/Article: Beiträge zur Kenntnis des Nervensystems der Wirbellosen. Neue Untersuchungen über das Nervensystem der Nemertinen. 206-254