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

Über die markhaltigen Nervenfasern und Neurochorde der Crustaceen und Anneliden.

Von

Benedict Friedlaender

in Berlin.

Mit Tafel 8.

Über die Deutung der unter dem Namen Neuralcanäle, riesige Röhrenfasern, Neurochorde etc. in der Anneliden-Litteratur bekannten Gebilde herrscht noch immer eine große Meinungsverschiedenheit. Da möglicher-, ja wahrscheinlicherweise ähnliche Organe bei anderen Thierclassen[1] mit denen der Anneliden vergleichbar sind, so ist anzunehmen, dass die Sache eine allgemeinere Bedeutung besitzt, und dass es vielleicht durch eine vergleichende Untersuchung gelingen wird, der Lösung des Problems näher zu kommen. Dieses wäre aber um so wünschenswerther, als die Frage nach Structur und Bedeutung der Neurochorde, wie mir scheint, eng mit den verschiedenen Ansichten über die feinere Structur des Nervensystems der Wirbellosen überhaupt zusammenhängt.

Die im Folgenden mitgetheilten Untersuchungen hierüber wurden in der Zoologischen Station zu Neapel im Winter 1888/89 angestellt. Es ist mir eine angenehme Pflicht, dem Königlich Preußischen Cultusministerium für Überlassung eines Arbeitsplatzes daselbst meinen ehrerbietigsten Dank auszusprechen.

[1] Erst nach Abschluss dieser Arbeit erhielt ich die Schrift von Retzius (2). Die Priorität, die markhaltigen Fasern der Krebse entdeckt resp. wieder entdeckt zu haben, gebührt demnach Retzius, nicht mir; jedoch waren Text und Zeichnungen vorliegender Arbeit bereits nahezu fertig, als ich jene Schrift erhielt.

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

In Bezug auf die Litteratur speciell über Neurochorde verweise ich auf die von Spengel und Eisig aufgestellten Listen[1]; seitdem neu hinzugekommen sind, so weit mir bekannt, Mittheilungen von Eduard Meyer, H. Eisig, E. Rohde, B. Friedlaender (1) und Hatschek. Ein Verzeichnis der außerdem hauptsächlich benutzten Litteratur folgt hier.

Litteraturverzeichnis.

Ein * vor dem Titel bedeutet, dass mir die Schrift nicht zur Einsicht vorgelegen hat. Ausführliche Litteraturnachweise enthalten namentlich die Arbeiten von Eisig und Nansen.

Ambronn. Pleochroismus gefärbter Zellmembranen und über das optische Verhalten der Cuticula und der verkorkten Membranen. in: Ber. D. Botan. Ges. 6. Bd. 1888. pag. 85 und pag. 226.

Biedermann. Zur Kenntnis der Nerven und Nervenendigungen in dem quergestreiften Muskel der Wirbellosen. in: Sitz. Ber. Akad. Wien 96. Bd. 3. Abth. 1887. pag. 8.

Boll. Zersetzungsbilder markhaltiger Nervenfasern. in: Arch. Anat. Phys. Anat. Abth. 1877. pag. 288. Fig. 12, 13, 14.

Boveri. Beiträge zur Kenntnis der Nervenfasern. in: Sitz. Ber. Akad. München 15. Bd. 1885. pag. 423.

Claparède. Histologische Untersuchungen über den Regenwurm. in: Zeit. Wiss. Z. 19. Bd. 1868. pag. 563.

v. Ebner. Untersuchungen über die Anisotropie organischer Substanzen. Leipzig, Engelmann. 1882.

*Ehrenberg. Structur des Seelenorgans. Berlin 1836.

Eisig. Monographie der Capitelliden. in: Fauna Flora Golf Neapel 16. Monogr. 1887.

Ewald & Kühne. Über einen neuen Bestandtheil des Nervensystems. in: Verh. Nat. Med. Ver. Heidelberg 1. Bd. 1877.

*Fleischl. Über die Beschaffenheit des Achsencylinders. in: Beitr. Anat. Phys. Festgabe für C. Ludwig. Leipzig 1875.

Freud. Über den Bau der Nervenfasern und Nervenzellen beim Flusskrebs. in: Sitz. Ber. Akad. Wien 85. Bd. Abth. 3. 1881. pag. 9—46. 1. Theil.

Friedlaender. **1.** Beiträge zur Kenntnis des Centralnervensystems von *Lumbricus*. in: Zeit. Wiss. Z. 47. Bd. 1888. pag. 47.

—— **2.** Über das Kriechen der Regenwürmer. in: Biol. Centralbl. 8. Bd. 1888. p. 363.

Fritsch. Über einige bemerkenswerthe Elemente des Centralnervensystems von *Lophius piscatorius*. in: Arch. Mikr. Anat. 27. Bd. 1886. pag. 13.

Frommann. Querstreifung des Achsencylinders. in: Arch. Path. Anat. 31. Bd. 1864. pag. 151.

Haeckel, Gewebe des Flusskrebses. in: Arch. Anat. Phys. 1857. pag. 469.

[1] Nachzutragen ist: Grassi, I Chetognati. in: Fauna Flora Golf Neapel 5. Monogr. pag. 54.

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

Haller, Über die sogenannte Leydig'sche Punktsubstanz. in: Morph. Jahrb. 12. Bd. pag. 325.

*Hannover, Recherches microscopiques sur le système nerveux. 1844.

Hatschek. Lehrbuch der Zoologie. Jena, Fischer. 1888. pag. 136.

*Helmholtz. De fabrica systematis nervosi evertebratorum. Diss. inaug. Berolini 1847.

Jacobi. Zur feineren Structur der peripherischen markhaltigen Nervenfasern. in: Verh. Physik. Med. Ges. Würzburg 20. Bd. 1887. pag. 17.

Joseph. Über einige Bestandtheile der peripheren markhaltigen Nervenfaser. in: Sitz. Ber. Akad. Berlin f. 1888. pag. 1321.

Key & Retzius. Studien in der Anatomie des Nervensystems und des Bindegewebes. 2. Hälfte 1. Abth. Stockholm 1876.

Krieger. Über das Centralnervensystem des Flusskrebses. in: Zeit. Wiss. Z. 33. Bd. 1880. pag. 527.

Kupffer. Über den Achsencylinder markhaltiger Nervenfasern. in: Sitz. Ber. Akad. München 13. Bd. 1883. pag. 466.

Lang. **1.** Die Polycladen des Golfs von Neapel. in: Fauna Flora Golf Neapel 11. Monographie 1884. pag. 182.

—— **2.** Lehrbuch der vergleichenden Anatomie. 9. Aufl. 1. Abth. Jena 1888. pag. 221.

Langerhans. Wurmfauna von Madeira. III. in: Zeit. Wiss. Z. 34. Bd. 1880. pag. 91.

Lavdowsky. Zum Nachweis der Achsencylinderstructurbestandtheile von markhaltigen Nervenfasern. in: Centralbl. Med. Wiss. 17. Jahrg. 1879. pag. 881.

Leydig. **1.** Tafeln zur vergleichenden Anatomie. 1864 Taf. 5 Fig. 1 *A*.

—— **2.** Die riesigen Röhrenfasern im Bauchmark der Ringelwürmer. in: Z. Anzeiger 9. Jahrg. 1886. pag. 591.

—— **3.** Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere. Frankfurt 1857. pag. 60.

—— **4.** Zelle und Gewebe. Bonn 1885.

—— **5.** Altes und Neues über Zellen und Gewebe. in: Z. Anzeiger 9. Jahrg. 1888. pag. 254. 274. 309. 328.

Meyer. Studien über den Körperbau der Anneliden. IV. in: Mitth. Z. Stat. Neapel. 8. Bd. 1888. pag. 559.

Nansen. The Structure and Combination of the Histological Elements of the Central Nervous System. in: Bergens Museums Arsberetning for 1886. Bergen 1887.

Owsjannikow. Structure intime du système nerveux des Crustacés. in: Ann. Sc. N. (4) Tome 15. 1861. pag. 129.

Pertik. Untersuchungen über Nervenfasern. in: Arch. Mikr. Anat. 19. Bd. 1881. pag. 183.

Pruvot. Système nerveux des Annélides polychètes. in: Arch. Z. Expér. (2) Tome 3. 1885. pag. 213.

Ranvier. Traité technique d'Histologie. 2e Edition. Paris 1888.

Rawitz. Centrales Nervensystem der Acephalen. in: Jena. Zeit. Naturw. 20. Bd. 1887. pag. 384—460.

Reichert. Jahresbericht etc. in: Arch. Anat. Phys. 1844. pag. 194.

Remak. Über den Inhalt der Nervenprimitivröhren. in: Arch. Anat. Phys. 1843. pag. 197.

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

Retzius. **1.** Über den Bau des Achsencylinders. in: Verh. Biol. Ver. Stockholm 1. Bd. 1888 9. pag. 83.
—— **2.** Über markhaltige Nervenfasern wirbelloser Thiere. ibid. pag. 58.
Rohde. **1.** Histologische Untersuchungen über das Nervensystem der Polychaeten. in: Z. Beiträge Schneider 2. Bd. 1887. pag. 1.
—— **2.** Histologische Untersuchungen über das Centralnervensystem von *Amphioxus*. ibid. 2. Bd. 1888. pag. 169.
Schiefferdecker. **1.** Beiträge zur Kenntnis des Baus der Nervenfasern. in: Arch. Mikr. Anat. 30. Bd. 1887. pag. 435.
—— **2.** Nachtrag zur vorigen Arbeit. ibid. 31. Bd. pag. 100.
Schultze, H. **1.** Achsencylinder und Ganglienzelle. in: Arch. Anat. Phys. Anat. Abth. 1878. p. 259.
—— **2.** Die fibrilläre Structur der Nervenelemente bei Wirbellosen. in: Arch. Mikr. Anat. 16. Bd. 1879. pag. 57.
Schultze, Max. Allgemeines über die Structurelemente des Nervensystems. in: Stricker, Handbuch der Lehre von den Geweben etc. Leipzig, Engelmann. 1871. pag. 108.
Spengel. *Oligognathus Bonelliae* etc. in: Mitth. Z. Stat. Neapel 3. Bd. 1882. pag. 15.
Vejdovský. Studien über Gordiiden. II. in: Zeit. Wiss. Z. 46. Bd. 1888. pag. 198 ff. und 214.
Vignal. Recherches histologiques sur les centres nerveux de quelques invertébrés. in: Arch. Z. Expér. (2) Tome 1. pag. 267.
*Waldeyer. Untersuchungen über den Ursprung etc. des Achsencylinders. in: Zeit. Ration. Med. (3) 20. Bd. 1863. pag. 193.
Yung. Recherches sur la structure intime et les fonctions du système nerveux central chez les Crustacés Décapodes. in: Arch. Z. Expér. Tome 7. 1878. pag. 401.

Zur allgemeinen Orientirung über den augenblicklichen Stand der Frage bringe ich hier nur kurz Folgendes in Erinnerung. Von ihrem ersten Entdecker Leydig wurden die Neurochorde von *Lumbricus* für »markhaltige Nervenfasern« gehalten. Claparède wagte keine ganz bestimmte Meinung auszusprechen. Später versuchten mehrere Forscher ihnen jeden nervösen Charakter abzusprechen und sie für Analoga, ja selbst Homologa der Wirbelthierchorda auszugeben. Dagegen erhielt in der jüngsten Vergangenheit die ältere Auffassung eine neue Stütze durch den Nachweis eines organischen Zusammenhanges der fraglichen Organe mit Ganglienzellen eigener Art; in dieser Hinsicht sind die Arbeiten von Spengel, Rohde, Eisig und Friedlaender zu nennen[1]. Die Letztgenannten halten

[1] Kürzlich hat Hatschek eine Bestätigung dieses meines Fundes bei *Lumbricus* geliefert.

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

die Neurochorde also wiederum für nervöse Organe; EISIG mit der Einschränkung, dass sie zwar ursprünglich als solche fungiren, dass aber später mit Degeneration der nervösen Elemente und enormer Ausbildung der Neurochordscheide ein Functionswechsel stattfindet, so dass die fertigen Neurochorde Stützorgane darstellen; also eine zwischen den beiden hauptsächlichsten Anschauungen vermittelnde Ansicht. Wegen aller Einzelheiten muss ich auf die Originalabhandlungen verweisen und namentlich die EISIG'schen Beschreibungen, Zeichnungen und seine Deutung als bekannt voraussetzen[1].

I. Theil.

Die Neurochorde von Mastobranchus.

Die Neurochordscheide.

Schon am unversehrten *Mastobranchus*, bei durchsichtigen Thieren sogar oft ohne Quetschung, erblickt man bei mäßiger Vergrößerung die Neurochorde als verhältnismäßig außerordentlich voluminöse, stark lichtbrechende, langgestreckte Gebilde. Es ist leicht, den Bauchstrang mit den Neurochorden unter dem Präparirmikroskope zu isoliren, selbst ohne den Wurm vorher auf der hämalen Seite auf-

[1] Nur VEJDOVSKÝ scheint sich den Consequenzen der Entdeckung eines organischen Zusammenhangs mit Ganglienzellen auch jetzt noch entziehen zu wollen. Die ins Innere der Neurochordröhren gehenden Ganglienzellfortsätze sollen zur Innervirung des Organs dienen, letzteres im Ganzen aber lediglich ein Stützorgan darstellen, welches bei *Rhynchelmis* während der Contraction des Wurmes sich in Schraubenwindungen zusammenlegt. Letztere Beobachtung beweist nach meiner Meinung gar nichts. Wenn ein contractiles Rohr (der Hautmuskelschlauch) sich zusammenzieht, so müssen natürlich die in ihm enthaltenen langgestreckten, weniger oder gar nicht contractilen Organe (Neurochordröhren) sich winden oder falten. Windungen sind begreiflicherweise vortheilhafter, da sie keine Knickungen verursachen, wie Faltungen es thun würden. Dass die Windungen bei *Rhynchelmis* regelmäßige Schraubenwindungen sind, will ich gern glauben; daraus einen irgend wie beweisenden Schluss zu ziehen, halte ich für unmöglich, die ganze Ansicht VEJDOVSKÝ's aber der gleichwerthig, als wenn Jemand sagte, der Achsencylinder einer markhaltigen Wirbelthiernervenfaser diene zur Innervation der Markscheide. Wenn endlich VEJDOVSKÝ (pag. 199 unten) noch hervorhebt, dass die Neurochordröhren »keinenfalls nervöser Natur« sind, so ist darauf zu erwiedern, dass auf diese Idee überhaupt bisher Niemand gekommen ist. Es handelt sich nur um die nervöse Natur des Inhalts jener Röhren, ihre Wandungen sind aber eben so wenig nervös, wie die Markscheide einer Wirbelthiernervenfaser. Die Richtigkeit dieser Vergleiche wird erst am Ende dieser Arbeit sich ergeben.

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

zuschneiden. Ein so hergerichtetes Neurochordstückchen[1] gewährt nun, frisch in Seewasser bei starker Vergrößerung (300—600) untersucht, einen sehr eigenthümlichen Anblick. Da ich die Eisig'schen Beschreibungen bis auf sogleich zu erwähnende Abweichungen im Allgemeinen bestätigen kann, so verweise ich nochmals auf jene. In den meisten Fällen erblickt man wenigstens die rundlichen, stark lichtbrechenden, von Eisig mit Myelintropfen verglichenen Gebilde; häufig außerdem die spiralig oder schlangenartig gedrehten, von Eisig als degenerirte Nervenfasern gedeuteten Formen. Nur will ich schon jetzt hervorheben, dass es fast immer evident ist, dass alle diese Dinge der Neurochordwand unmittelbar angelagert sind — wie man wenigstens der Eisig'schen Interpretation gemäß diese Bilder deuten würde. Frei im Inneren des Neurochords flottirende Körperchen, wie sie Eisig z. B. pag. 214 beschreibt, habe ich selbst lange Zeit hindurch niemals gefunden; ich komme unten auf diesen Punkt zurück. Eben so bitte ich den Leser, das von Eisig beschriebene und abgebildete »Faserbündel« (Taf. 26 Fig. 22) mit den seitlich abgehenden, fein verzweigten Ästen zunächst außer Acht zu lassen; es wird uns gleichfalls später noch zu beschäftigen haben. Gewöhnlich sieht man namentlich am unverletzten und nicht gequetschten Neurochord Nichts davon.

Schon beim ersten Betrachten eines solchen Präparates, welches sowohl die rundlichen, als auch die schlangenförmig gewundenen Formen zeigte, fiel mir der Umstand auf, dass die Form, das Lichtbrechungsvermögen, kurz das ganze Aussehen derselben die größte Ähnlichkeit mit den offenbaren Faltungen hatte, welche namentlich an den Rissstellen des Neurochords sich einzustellen pflegen. Wenn aber thatsächlich jene scheinbaren, der Wand angelagerten Inhaltsgebilde Faltungen der Wand sein sollten, so mussten sie sich durch schwächere oder stärkere Längsdehnung des Organs ausgleichen und so zum Verschwinden bringen lassen. Ich verfuhr daher anfangs folgendermaßen. Ein Stückchen Neurochord erfasste ich an dem einen Ende mit der Präparirnadel und zog es auf dem Objectträger

[1] Hier und im Folgenden spreche ich der Einfachheit wegen von isolirten »Neurochordstückchen«, wo es sich eigentlich um Stücke des gesammten Bauchstranges handelt. Die Neurochorde vom Bauchstrange abzulösen wäre nicht nur unnütz, sondern auch nicht einmal ohne erhebliche Quetschungen und Zerreißungen möglich. Unten wird man sehen, dass solche mechanische Insulte die allergrößten Veränderungen hervorzurufen im Stande sind.

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

entlang, wobei ich darauf achtete, dass dieser nur mäßig nass war, so dass das Object nicht im Wasser flottirte, sondern vielmehr an der Glasplatte etwas anklebte. Es ist leicht einzusehen, dass dann das ganze Organ mehr oder minder ausgedehnt wird, und sich nicht wieder contrahiren kann, da die elastischen Kräfte die Adhäsion an der Glasplatte nicht zu überwinden im Stande sind. Thatsächlich zeigte nun ein so behandeltes Neurochord, welches vorher eine Menge der fraglichen Inhaltsgebilde besessen hatte, gar keine oder doch fast gar keine mehr. Ich entfernte nunmehr eventuell das Deckgläschen und setzte einen Tropfen Seewasser hinzu; nöthigenfalls wurde das Object behutsam mit der Nadel vom Objectträger abgelöst, so dass es frei flottirte und daher seiner Elasticität zufolge sich unbehindert contrahiren konnte. Und wirklich waren jetzt die vorher verschwundenen Gebilde wiederum in Hülle und Fülle da (Taf. 8 Fig. 3—6). Durch abermaliges Ausdehnen ein zweites Mal zum Verschwinden gebracht, traten sie bei erneuerter Zusammenziehung in der angegebenen Weise wiederum auf etc., so dass dieser instructive Versuch an demselben Präparate mehrere Male hinter einander wiederholt werden konnte. Dieser Erfolg war natürlich sehr dazu geeignet, mich in dem Verdachte zu bestärken, dass die von Eisig für Degenerationsproducte von Nervenfasern gehaltenen Gebilde lediglich die etwas eigenthümlich gestalteten Faltungen und Varicositäten der Wand seien. Allerdings ist es richtig, dass mitunter das eine oder andere der fraglichen Dinge auch nach der Zerrung noch sichtbar blieb (wenn auch meist unscheinbarer und undeutlicher); aber es wäre auch geradezu wunderbar, wenn sich alle Faltungen mit derselben Leichtigkeit sollten ausgleichen lassen. Es kam mir nun noch darauf an, womöglich direct zu beobachten, auf welche Weise denn eigentlich das spurlose Verschwinden dieser Körperchen bei den verschiedenen Stadien der Zerrung unter dem Mikroskop sich darstellen würde; namentlich aber das Verschwinden der kreisrunden, tröpfchenartigen Gebilde, welche sich noch am wenigsten leicht als Faltungen auffassen ließen. Zu diesem Zwecke präparirte ich einen *Mastobranchus* in der Weise, dass in der Mitte Alles bis auf das Nervensystem entfernt wurde, vorn und hinten dagegen der Wurm intact blieb; diese Stückchen des Körpers bilden alsdann einen trefflichen Angriffspunkt für die Nadel, und durch ein entsprechendes Verschieben derselben kann man ganz bequem den isolirten Bauchstrang je nach Wunsch allmählich schwächer oder stärker ausdehnen. Es gelang mir auch nach einigen Versuchen,

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

einen der tröpfchenartigen Körper während aller Stadien der Ausdehnung mit Zeiss C zu beobachten (ohne Deckglas), ohne denselben aus dem Gesichtsfelde zu verlieren. Dabei sah ich, wie er entsprechend der zunehmenden Ausdehnung des Neurochords successive kleiner wurde, ohne dabei die Schärfe der Contouren zu verlieren. Endlich wurde er punktförmig und unmittelbar darauf unsichtbar.

Alle diese Phänomene sprechen wohl zwar entschieden zu Gunsten der obigen Auffassung, aber man könnte vielleicht noch eine andere Deutung ausfindig machen. Um daher womöglich über die Art der Faltenbildung weitere Aufschlüsse zu erhalten, musste ich, ohne die Untersuchungen am frischen Material damit abgeschlossen zu haben, danach streben, das Object auf Schnitten zu studiren. Eisig ist es nicht gelungen, die fraglichen Körperchen zu conserviren — und in der That ist dies bei den gewöhnlichen Methoden im Allgemeinen und der einfachen Alkoholhärtung im Speciellen durchaus nicht möglich. Ich versuchte es daher mit der Osmiumsäure, deren Wirkungsweise auf die Neurochorde von *Lumbricus* mir bekannt war. Die nach der sogenannten Seewasser-Alkoholmethode durch Zusatz von etwas Alkohol zum Seewasser betäubten Würmer kamen auf etwa 12 Stunden in 1 %ige OsO_4 und wurden darauf in der gewöhnlichen Weise mit Alkohol, Xylol, endlich Paraffin durchtränkt und mit dem Mikrotom geschnitten. Der Erfolg war der gewünschte — die Körperchen hatten sich gut erhalten. Die Neurochordscheide stellt sich im Wesentlichen ebenso dar, wie bei den in gleicher Weise behandelten Regenwürmern; d. h. auf Querschnitten im Allgemeinen als ein nach außen und innen scharf begrenzter, compacter schwarzer Ring (Fig. 14—19)[1]. Das Lumen ist ganz hell geblieben, das umgebende Gewebe lange nicht so dunkel wie die Neurochordscheide. Außerdem erblickt man aber auf zahlreichen Schnitten im Inneren des Neurochords, fast immer in unmittelbarer Nähe der Wand, gleichfalls intensiv geschwärzte Figuren; namentlich auf Längsschnitten kann man sich von der Identität derselben mit den im frischen Zustande beobachteten leicht überzeugen. Bei genauerem Zusehen

[1] Nur in seltenen Fällen ist auch an Osmiumpräparaten eine deutliche Schichtung zu beobachten (Fig. 19). Aus später ersichtlichen Gründen bin ich geneigt, diese Bilder für Kunstproducte zu halten. Jede einzelne Schicht ist eben so intensiv geschwärzt, wie in den andern Fällen die compacte Wand.

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

stellen viele sich ohne Weiteres als richtige Faltungen der Wand dar (Fig. 16). Unter Umständen erreichen sie gewaltige Dimensionen und einen complicirten Bau. Noch häufiger ist nicht die ganze Wand gefaltet, sondern es sind nur die inneren Theile der Wand bruchsackartig oder bläschenförmig nach innen vorgewölbt, wobei dann häufig das Innere des Bläschens nur um weniges heller, als die äußeren Contouren desselben ist. Meist ist bei dieser Form der Inhaltsgebilde das Bläschen gestielt (Fig. 14, 18, u. 20). Auf vielen Schnitten ist, wie leicht verständlich, nur der breitere, innere Theil eines solchen Gebildes angeschnitten, so dass man einen kleinen schwarzen Ring in unmittelbarer Nähe der Wand, aber ohne Continuität mit ihr erblickt. Dass jedoch diese Präparate auf keinen Fall eine Besonderheit darstellen, geht schon daraus mit zwingender Wahrscheinlichkeit hervor, dass manchmal eine geringe Änderung der Einstellung des Tubus genügt, um ein Bläschen ohne Stiel in ein solches mit Stiel übergehen zu lassen.

In anderen Fällen sieht man, dass nicht eine, sondern mehrere der inneren Schichten an der Bläschenbildung betheiligt sind, wobei dann die Durchschnitte des Bläschenkörpers concentrisch geschichtet sind. Endlich bilden mitunter die Körperchen einfach nach innen vorspringende Verdickungen der Wand, von sehr variabler Form, Varicositäten, an denen bei völlig gleichmäßiger Schwärzung und fast absoluter Undurchsichtigkeit (auf Schnitten von 10 μ Dicke) keine weitere Structur zu entdecken ist. Es sei noch bemerkt, dass alle diese Formen sich wie an der inneren Fläche der Wand, so auch an der äußeren vorfinden, wenngleich wohl in geringerer Zahl.

Dass bei der Complicirtheit der Faltenbildungen und der nachweisbaren Neigung derselben, am freien Ende sich zu verbreitern, sehr oft ein einzelner Schnitt keine Continuität des Körperchens mit der Wand zeigt, so dass der Eindruck einer allerdings der Wand meist sehr genäherten, aber doch von dieser unabhängigen, frei im Lumen befindlichen Bildung hervorgebracht wird, versteht sich von selbst. In den Formen herrscht also eine große Mannigfaltigkeit; man wird nicht fehl gehen, wenn man die Bläschen und die rundlichen Varicositäten auf die gleichfalls rundlichen, tropfenartigen Gebilde bezieht, welche wir im frischen Zustande kennen gelernt haben; die zahlreichen übrigen Formen auf die anderen Gebilde etc. Alle diese Figuren haben aber, sowohl unter sich, als auch mit der eigentlichen Neurochordwand Eines gemeinsam, nämlich die intensiv schwarze Farbe, welche sie bei dieser Methode

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

annehmen und vermöge welcher sie sich für den unbefangenen Beobachter auf den ersten Blick als zur Neurochordscheide gehörige Bildungen darstellen.

Ein völlig verschiedenes Bild bieten Schnitte von anders behandelten Präparaten dar; nehmen wir z. B. Schnitte eines mit Alkohol oder Sublimat-Alkohol gehärteten und mit Carmin gefärbten Wurmes. Anstatt des compacten, intensiv schwarzen Ringes der Osmiumpräparate sehen wir die Neurochordwand zerfallen in ein Wabenwerk ziemlich regelmäßig concentrisch angeordneter, fast ungefärbter Lamellen, welche von Eisig als neurilemmatisch bezeichnet werden; die Breite ihrer Gesammtheit übertrifft die des schwarzen Ringes meist erheblich[1]. Durch Färbung nach der Apathy'schen Methode (in toto)[2] nimmt dieses Wabenwerk eine heller oder dunkler graue Färbung an, und man sieht dann sehr deutlich, dass eine jede der das Scheidensystem bildenden Lamellen wellenförmig gekrümmt ist. Von den bei OsO_4-Behandlung sichtbaren Körperchen ist aber nichts übrig geblieben; sie sind anscheinend spurlos verschwunden (Fig. 22).

Der erste Beobachter der Neurochorde, Leydig, hielt sie für markhaltige Nervenfasern — ihre Wand also für identisch oder mindestens vergleichbar mit der Markscheide der Wirbelthiernervenfasern; wohl wegen ihres Aussehens etc. im frischen Zustande. Schon Claparède äußerte Zweifel dagegen, indem er auf einen vermeintlich geschichteten Bau hinwies; die späteren Arbeiter, die vorwiegend mit Schnitten operirt zu haben scheinen, kamen mehr und mehr von der alten Leydig'schen Auffassung zurück. Nur Vignal hat die Neurochordscheide des Regenwurms als eine fettartige, mit dem Myelin der Wirbelthiernerven jedoch nicht identische Substanz gedeutet. Eben so hielten H. Schultze und Langerhans an der Bezeichnung der Gebilde als markhaltige Nervenfasern fest. Ich selbst habe in meiner Regenwurmarbeit die fettartige Natur der Neurochordscheide Vignal gegenüber energisch bestritten und das compacte und schwarze Aussehen derselben an Osmiumpräparaten anders zu erklären gesucht. Ich glaubte, im natürlichen Zustande seien die Neurilemmlamellen der Neurochordscheide dicht an einander gelagert,

[1] Ob und in wie weit es mit der neurilemmatischen Natur der Neurochordscheide seine Richtigkeit hat, soll weiter unten besprochen werden; einstweilen nehmen wir sie an.

[2] Apathy, Nachträge zur Celloidintechnik. in: Zeit. Wiss. Mikr. 5. Bd. 1888. pag. 45.

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

während sie bei Sublimat- oder Alkoholhärtung durch die dann eintretende, mehr oder minder bedeutende Schrumpfung des Inhalts (des wahren, unten zu besprechenden Inhalts!) zum Auseinanderweichen gebracht würden. Was die Schwarzfärbung durch OsO_4 betraf, so wies ich auf die gleichfalls sehr dunkle Färbung anderer neurilemmatischer Elemente hin; eine Erklärung, die ich nach dem Studium der in so vielen Beziehungen ähnlichen *Mastobranchus*-Neurochorde nicht mehr für richtig halten kann. Übersehen, oder doch nicht genügend gewürdigt, hatte ich zunächst die Thatsache, dass die Neurochordscheide mit OsO_4 sich nicht nur dunkler, sondern auch in einem anderen Farbenton färbt, als die neurilemmatischen Elemente; letztere werden nämlich braun, allerdings mitunter sehr dunkelbraun, während die Scheide einen entschieden etwas mehr schwärzlichen Farbenton annimmt. Auch tritt die Färbung der letzteren weit schneller auf. Noch viel auffälliger ist dieser Unterschied bei *Mastobranchus*. Die Fig. 14—19 geben ungefähr die richtigen Farben wieder. Die Scheide von *M.* wird durchaus schwarz, tiefschwarz, eher mitunter mit einem Stich ins Blauschwarze als ins Braune; dazu selbst auf dünnen Schnitten so undurchsichtig, dass sie bei offenem Abbe'schen Condensor besonders deutlich und frappant (wegen Undeutlichwerdens alles Übrigen) mitsammt ihren Anhangsgebilden hervortritt[1]. Ich kam daher auf die Vermuthung, ob nicht dennoch eine »fettartige Masse« dabei im Spiele wäre. Nehmen wir auch das Vorhandensein einer geschichteten Neurilemmscheide an, so schließt dies ja doch nicht das gleichzeitige Vorhandensein einer zweiten, die Neurochordscheide bildenden Materie aus; dieselbe würde namentlich zwischen den Neurilemmmaschen zu suchen sein und diese im Leben mit einander verkleben. Diese Annahme erklärt aber vor Allem in ungezwungenster Weise erstens die Thatsache, dass bei OsO_4-Behandlung, wie schon oft gesagt, fast immer die Neurochordwand ein compactes Aussehen zeigt: die fragliche Masse ist in diesem Falle gehärtet

[1] Thatsächlich wird kein anderer Körpertheil von *Mastobranchus* auch nur annähernd so intensiv durch OsO_4 geschwärzt. Wenn ferner meine erste Erklärung richtig wäre, dass das Auseinanderblättern der Hülle lediglich Folge der Schrumpfung des Inhaltes wäre, so müsste diese immer eintreten, wenn man nur ein den Inhalt zum Coaguliren und Schrumpfen bringendes Mittel anwendete. Das ist aber nicht der Fall. Ich härtete einen *Mastobranchus* in einem Gemisch von 1 Vol. Solut. Subl. conc. und 2 Vol. 1%iger OsO_4 und erhielt für die Scheide die gleichen Bilder wie bei reiner Osmiumhärtung.

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

und in Alkohol etc. unlöslich geworden; zweitens die Thatsache, dass bei allen anders behandelten Präparaten die Neurilemmblätter aus einander weichen: der Alkohol etc. hat die Masse in diesen Fällen gelöst. Auch die Bläschen auf den OsO_4-Schnitten und ihr verschiedenes Aussehen erhalten eine befriedigende Erklärung; ihr äußerer, tief geschwärzter Contour wäre eine bruchsackartig hervorgetriebene, mit der fettartigen Masse imbibirte Neurilemmlamelle; ihr Inneres würde, je nach der stärkeren oder schwächeren Schwärzung, mehr oder weniger von der Fettmasse enthalten; die anscheinend structurlosen, rundlichen Varicositäten wären ganz und gar mit Fett gefüllte Bläschen. Durch Dehnung des Neurochords müssten sie verschwinden, indem die bruchsackartig hervorgewölbte Neurilemmlamelle sich an die anderen anlegen müsste etc.

Wie wir sehen werden, ergiebt sich noch eine zweite Möglichkeit für die Erklärung dieser Bläschen, welche jedoch im Grunde nur wenig von dieser ersten abweicht; ich verspare sie für später, nachdem wir die »fettartige Masse« und ihre Eigenschaften näher kennen gelernt haben. Wenn nämlich auch schon nach den bisher mitgetheilten Thatsachen und Überlegungen die Anwesenheit einer solchen recht wahrscheinlich sein mag, so lieferten den Beweis für ihre Existenz die von Neuem aufgenommene Untersuchung des frischen Materials — freilich bemerke ich ausdrücklich, dass ich mich des Ausdrucks »fettähnliche« Masse nur der Bequemlichkeit halber und provisorisch bediene, ohne damit etwa eine echte Fettnatur der fraglichen Masse behaupten zu wollen.

Bei den bisher geschilderten Untersuchungen am frischen Materiale hatte ich immer eine jegliche Quetschung der Neurochorde sorgsam vermieden, das Deckglas gestützt, häufig sogar ohne Deckglas gearbeitet; in sehr vielen Fällen hatten auch die zur Untersuchung gelangten Stücke keine freien Rissenden, indem ich z. B. zur Anstellung der Zerrversuche, wie oben beschrieben, oft an beiden Enden des Bauchstranges ein Stück intacten Wurmkörpers ließ; gerade dies war aber der Grund, dass ich lange Zeit hindurch sowohl nach den »frei flottirenden Körperchen« als auch insbesondere nach dem »Nervenfaserbündel« mit den seitlich abgehenden, verzweigten Nebenästen vergeblich suchte. Diese beiden, von Eisig gesehenen Bilder sollten eine höchst überraschende Erklärung finden. Beide Phänomene gehören eng zusammen. Es hat kein näheres Interesse mitzutheilen, durch welchen Zufall ich zum ersten Male die Faserfigur erhielt und ihre Entstehung beobachtete; eben so wenig

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

auf welche Weise ich schließlich nach einigem Probiren die Bedingungen eruirte, unter denen diese Bilder auftreten. — Nehmen wir ein Stückchen Bauchstrang von *Mastobranchus*, entfernen thunlichst alle anhängenden Gewebsfetzen, und strecken dasselbe auf dem Objectträger aus. Die Seewassermenge sei nicht zu reichlich. Nun legen wir ein Deckglas auf, ohne irgend wie zu stützen. Hat der dadurch ausgeübte Druck eine gewisse Grenze nicht überschritten, so erblickt man nun die Neurochorde als fast ganz homogene (durch das Ausstrecken mit wenig Seewasser werden, wie oben angegeben, die Faltungen und Varicositäten der Wand fast gänzlich ausgeglichen) eigenthümlich lichtbrechende Gebilde. Beim Einstellen auf den optischen Schnitt erblickt man sehr deutlich doppelte Contouren, offenbar die äußere und innere Grenze der Neurochordscheide. Nun üben wir einen allmählich stärkeren Druck auf das Deckglas aus. Dabei sieht man, sobald der Druck ein gewisses Maß überschritten hat, wie anscheinend die ganze Neurochordscheide (dass es sich nur um diese, nicht um den eigentlichen Inhalt der Neurochorde handelt, wird unten bewiesen werden) ins Fließen geräth. Es bilden sich bruchsackartige, breite Hervorstülpungen, welche sich bei wachsendem Drucke durch stärkeres Zuströmen der offenbar zähflüssigen Materie vergrößern; an dem proximalen Ende der Hernie bildet sich eine immer enger werdende Einschnürung, so dass alsbald ein großer Tropfen isolirt ist; das Spiel wiederholt sich; die großen Tropfen zertheilen sich in ähnlicher Weise in mehrere kleine, diese in noch kleinere. Hier und da, namentlich an Rissenden, quillt von vorn herein eine Menge kleinerer Tropfen und Tröpfchen hervor; in ähnlicher Weise auch häufig an solchen Stellen, wo sich vielleicht eine der zuerst erwähnten Hervorstülpungen losgelöst hatte. Das ursprüngliche Neurochord ist fast unkenntlich geworden; nur hier und da ist noch ein Stück desselben erhalten, an dem noch die ursprüngliche, langgestreckte Gestalt zu erkennen ist. Im Einzelnen ist die Form der Tröpfchen äußerst mannigfaltig (Fig. 10 und 11). Alle besitzen sie ein starkes Lichtbrechungsvermögen und die meisten sehr deutlich doppelte Contouren. Leicht wird man, und vielleicht nicht mit Unrecht, an eine Art Gerinnungsvorgang der oberflächlichen Schichten denken.

Ehe ich mit der Beschreibung des weiteren Verhaltens dieser eigenthümlichen Materie fortfahre, will ich darauf hinweisen, dass mir nunmehr die von Eisig beobachteten, frei flottirenden Körperchen ihre Erklärung gefunden zu haben scheinen. Es bedarf ja natür-

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

lich zur Erzeugung dieser Tröpfchen etc. nicht eines absichtlichen Quetschens; ein unabsichtliches ist aber beim Lostrennen eines Neurochordstückchens, beim Übertragen auf den Objectträger, bei einem nur etwas unvorsichtigen Auflegen des Deckglases schwer ganz zu vermeiden — und ein Unbefangener wird außerdem vielleicht nicht einmal besonders darauf achten. Sollte es sich aber einmal herausstellen, dass auch bei Ausschluss dieser Factoren (z. B. bei Beobachtung des intacten Wurmes) wirklich im Inneren des Neurochords frei flottirende Körperchen vorkommen (was zwar weder irgend Jemand behauptet, noch ich jemals beobachtet habe oder auch für wahrscheinlich halte), so würde das weiter nichts beweisen, als dass sich auch unter anderen Umständen einmal Tröpfchen der in der Neurochordscheide enthaltenen, zähflüssigen, fettartigen Masse ablösen und ins Innere gerathen können.

Fahren wir nun mit der Beschreibung des Verhaltens der Fettmasse fort. Es sei noch hier und da, wie bemerkt, ein Stückchen Neurochord nicht in Tropfen umgewandelt, sondern wenigstens ungefähr in seinen Umrissen noch erkennbar. Wir heben das Deckgläschen auf und beobachten nun schnell eine der bezeichneten Stellen — Rissenden erweisen sich als besonders günstig. In vielen Fällen wird es gelingen, ein höchst überraschendes Schauspiel zu beobachten. Die Masse quillt hervor, aber diesmal nicht langsam, breit, doppelt contourirt, tropfenartig, sondern oft erstaunlich schnell, mit spitzen, faserartigen Fortsätzen, deren ein jeder einfache Contouren besitzt. Hier schießt ein solcher Strahl hervor, er gabelt sich, verästelt sich; dort ein zweiter, dritter, viele, oft sehr lang, mitunter so schnell, man möchte sagen gewaltsam, dass er abreißt und in die umgebende Flüssigkeit gestoßen wird. Alle sind zart, um so zarter, je weiter von der Ursprungsstelle entfernt, häufig zeigen die Fasern in ihrem Verlaufe Varicositäten. In einigen Fällen hat sich nun außerdem das centrale, allen diesen Fasern und Fäserchen den Ursprung gebende Neurochordstück stark contrahirt; unsere bekannten Figuren haben sich in Masse eingestellt, so dass, wie Eisig von der Rissregion der Neurochorde sehr zutreffend bemerkt, »ein dichtes Faserbündelgeflecht zu bestehen scheint« (pag. 214). So ist dann schließlich ein Bild entstanden (Fig. 8 u. 9), welches Eisig's (Taf. 26 Fig. 22) ganz ähnlich sieht und auf welches Eisig's Beschreibung ausgezeichnet passt — natürlich haben wir es keinenfalls mit Nervenfasern zu thun; und wenn Eisig sagt, er habe solche Bündel aus ihren Röhren herausgezogen, so erklärt sich der Irrthum ganz

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

ungezwungen: vermuthlich hatte Eisig ein derart zusammengeschnurrtes Rissende eines Neurochords für ein wirkliches Faserbündel gehalten und sich bemüht, durch Zerzupfen mit der Nadel dasselbe aus der Scheide herauszubekommen (denn es war ja Eisig entgangen, dass alle die von ihm für Nervenfasern oder deren Bruchstücke gehaltenen Formen lediglich der Neurochordscheide selbst angehörten); durch dieses Zerzupfen aber wurden neue Rissenden geschaffen und Quetschungen hervorgebracht, d. h. eben gerade die Bedingungen, welche dem Auftreten jenes Phänomens günstig sind.

Ich habe oben gesagt, dass alle diese Formen, von der Tropfen- bis zu der Faserform, der Neurochordscheide, bezw. der in dieser enthaltenen fettartigen Masse angehören und bin bisher den Beweis dafür schuldig geblieben. Und in der That könnte man leicht zu der Annahme verführt werden, dass die zähflüssige Masse und die mannigfaltigen Gestalten, welche sie unter Umständen annimmt, alle oder doch zum Theil auf die Inhaltsmasse des Neurochords zu beziehen seien. Erstens stimmt nun die Lichtbrechung wenigstens der Tropfen ganz überein mit der der Scheide, wie diese sich auf dem optischen Schnitt darstellt. Es giebt aber noch zwingendere Beweise für die Provenienz alle der fraglichen Gebilde aus der Neurochordscheide. Es wurde oft hervorgehoben, wie intensiv geschwärzt eben diese auf Schnitten von OsO_4-Präparaten erscheint; die Inhaltsmasse dagegen reducirt, wenn sie überhaupt erhalten bleibt, die Osmiumsäure so gut wie gar nicht, sondern bleibt nahezu ungefärbt, selbst bei langer (ca. 12stündiger) Einwirkung von 1 %iger Osmiumsäure. So konnte der Eintritt oder das Ausbleiben der Schwärzung durch Osmiumsäure die Herkunft der fraglichen Tropfen entscheiden. Am besten bedient man sich der Osmiumdämpfe, welche in kurzer Zeit die charakteristische intensive blaugraue bis blauschwarze Färbung der betreffenden Gebilde bewirken. Bei der Faserfigur muss man in Erwägung ziehen, dass namentlich die äußersten Verzweigungen sehr zart sind, und daher von vorn herein keine so tiefe Schwärzung zu erwarten steht; doch ist auch hier nach etwa einstündiger Einwirkung die Reaction völlig deutlich. Mitunter gelingt es übrigens auch, die geschwärzte Faserfigur in Glycerin aufzubewahren; freilich wird sie bei ihrer Zartheit immer mehr oder weniger dabei lädirt.

Ein zweiter, ebenso schlagender Beweis für die Natur dieser Gebilde geht aus ihrem optischen Verhalten hervor. Die Neurochordscheide, bezw. der zähflüssige Antheil derselben, ist nämlich in hohem

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

Grade doppelbrechend. Am reinsten treten diese Erscheinungen auf, wenn man ein gestrecktes, möglichst faltenloses Neurochord beobachtet. Zu diesem Zwecke ist es bequem, dasselbe auf einem Deckgläschen in ganz wenig Wasser oder besser noch in der Hämolymphe des Wurmes, wie oben angegeben, auszustrecken, sodann jenes auf einen hohlgeschliffenen Objectträger zu legen; ähnlich den Beobachtungen im »hängenden Tropfen«, nur dass hier kein Tropfen, sondern nur wenig Feuchtigkeit vorhanden sein darf, da sonst das Neurochord flottirt und sofort unter Bildung der bekannten Faltungen »zusammenschnurrt«. Einfach auf dem Objectträger beobachtet wäre es dagegen der Gefahr völligen Eintrocknens ausgesetzt. Ein so hergerichtetes Neurochord, zwischen gekreuzten Nicols beobachtet, erscheint sehr deutlich mit hellen Contouren: stellt man auf den optischen Querschnitt ein, so sieht man, dass die Scheide die Ursache des Phänomens ist. Schaltet man nun ein Gipsplättchen, Roth erster Ordnung, ein und dreht das Object so, dass die Längsachse des Neurochords gleichgerichtet ist mit der Hauptachse des Gipsplättchens, so erscheint die Neurochordwand intensiv gelb, giebt also die Subtractionsfarbe, d. h. die größere Achse der Elasticitätsellipse der Neurochordwand (oder eigentlich die der kleinsten, die zähflüssige Masse constituirenden, sich wie Krystalle verhaltenden Theilchen) steht in diesem Falle senkrecht auf der Hauptachse des Gipsplättchens, mithin auch senkrecht zur Längsachse des Organs. Die etwa anhängenden Muskelfasern verhalten sich umgekehrt und sind blau, was durch die Contrastwirkung die Erscheinung noch frappanter macht. Drehung des Objectes um 90° kehrt natürlich die Farben um. Erwärmt man das Object etwa auf den Siedepunkt des Wassers, so ist diese optische Reaction verschwunden, diejenige der Neurochorde tritt aber mit der Abkühlung wieder ein. In Bezug auf die daraus sich ergebenden Schlussfolgerungen verweise ich auf Ambronn. Es heißt dort: »Aus dem Gesagten geht, wie ich glaube, mit Sicherheit hervor, dass dieselbe [d. h. der optisch active Körper] bei einer der Siedehitze des Wassers nahekommenden Temperatur schmilzt und somit optisch neutral wird, nach dem Erkalten jedoch wieder in derselben Form wie früher auskrystallisirt.« . . . Und weiterhin: »Interessant ist es nun, dass das optische Verhalten verschiedener wachs- und fettartiger Körper in einer gewissen Beziehung zu dem jener Membranen steht. Ich habe mehrere Wachssorten, ferner Stearin, Talg, Schweinefett, Butter und andere ähnliche Substanzen untersucht und durchgängig gefunden, dass die nadelförmigen

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

Krystalle, welche sich in allen diesen Körpern finden, über dem Gipsplättchen Subtractionsfarben zeigen, wenn ihre Längsrichtung mit der Längsachse der Krystallplatte zusammenfällt, dass also die größere Achse der wirksamen Elasticitäts-Ellipse in den Nadeln senkrecht zur Längsrichtung orientirt ist. Dieser Umstand lässt mit einiger Wahrscheinlichkeit auf die Orientirung der kleinen Wachstheilchen in den Membranen schließen.«

Zieht man die fettartige Substanz der Neurochordwand mit absolutem Alkohol und Äther aus[1], so ist die zurückbleibende Masse, welche (abgesehen von dem Inhalt, der optisch ganz inactiv zu sein scheint) identisch sein dürfte mit dem aus den Alkoholschnittbildern uns bereits bekannten, bisher als Neurilemm gedeuteten Maschenwerk, zwar noch etwas doppelbrechend, aber sehr viel schwächer und im umgekehrten Sinne; bei Parallelstellung mit der Hauptachse der Gipsplatte Roth erster Ordnung ergiebt sie die Additionsfarbe Blau. Lässt man das (nicht mit Alkohol etc. behandelte) Neurochord in der oben angegebenen Weise durch Zusatz eines Tropfens Wasser zusammenschnurren, so treten die bekannten Faltungsfiguren farbig hervor. Der Quetschungsversuch ist bei polarisirtem Licht wenn möglich noch instructiver, da alle die Strömungen, Hervortreibungen und Tropfenbildungen in den lebhaftesten Farben sich darstellen. Selbst die kleinsten der sich bildenden Tröpfchen zeigen ein sehr deutliches farbiges Kreuz. Allerdings ist in der Faserfigur keine Doppelbrechung mehr mit Bestimmtheit zu erkennen, was aber ersichtlich nur darin seinen Grund hat, dass die Masse hier eine allzu dünne Schicht bildet; man sieht einen continuirlichen Übergang von evident doppelbrechenden Stellen bis zu den feinsten Ramificationen der Faserfigur, bei welch' letzteren die Erscheinung nicht mehr kenntlich ist. Unter diesen Umständen dürfte die Osmiumsäurereaktion allein ein ganz ausreichender Beweis für die Provenienz auch der Faserfigur von der Scheidenmasse sein.

Im Anschlusse hieran gebe ich kurz die Resultate einiger chemischer Versuche. Der Übersichtlichkeit wegen führe ich auch die schon vorher angegebenen chemischen Eigenschaften kurz noch einmal an.

Alkohol (und Äther). Die Neurochordscheide ist großentheils, aber nicht vollständig in Alk. absol., schneller, aber auch nicht vollständig in Äther (oder Xylol) löslich. Doch ist der lösliche An-

[1] Wie wir sehen werden, löst zwar absoluter Alkohol schon allein für sich die betreffende Substanz; Äther thut es aber schneller.

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

theil nicht nur quantitativ der augenscheinlich überwiegende, sondern auch qualitativ gerade der Träger der charakteristischen Eigenschaften (starke Lichtbrechung, Doppelbrechung, Zähflüssigkeit, Schwärzbarkeit durch Osmiumsäure); letztere sind nämlich nach der Alkoholextraktion völlig verschwunden (die Doppelbrechung sogar umgekehrt). Für die Deutung der ganzen Sache von sehr großer Wichtigkeit scheint mir nun aber speciell noch folgender Umstand zu sein. Nicht nur bei Einwirkung des Alkohols auf die ganze Neurochordwand bleibt ein Rückstand — jenes auf Schnittpräparaten als Wabenwerk sich darstellende Überbleibsel, sondern auch bei Behandlung eines einzelnen durch Quetschen gewonnenen Tropfens mit Alkohol findet keine vollständige Lösung statt. Sobald der Alkohol den Tropfen umspült, schrumpft dieser augenblicklich, verliert die deutlichen doppelten Contouren, seine starke Refraction, seine Doppelbrechung, kurz sein ganzes Aussehen; bald hat man anstatt des Tropfens nur noch eine unscheinbare, schwammig aussehende Masse, die kaum noch die Form des ursprünglichen Tropfens erkennen lässt (Fig. 13*a* und *b*); dieser Rückstand ist aber dann weder bei andauernder Alkohol- noch auch bei Ätherbehandlung löslich. Die Wichtigkeit dieser Thatsache wird sich unten ergeben.

Kalilauge. Starke Kalilauge vernichtet fast augenblicklich das charakteristische starke Lichtbrechungsvermögen, ehe noch eine vollständige Zerstörung eingetreten ist.

Schwefelsäure bringt Anfangs anscheinend eine Art Gerinnungsvorgang hervor; später wird Alles durchsichtiger und alsbald bis zur Unkenntlichkeit zerstört.

Essigsäure bringt selbst bei längerer Einwirkung keine sehr deutliche Veränderung hervor.

Jod bräunt die Masse, auch bei Gegenwart von concentrirter Schwefelsäure.

In essigsaurem Kali hält sich die Masse anscheinend längere Zeit. Ein darin aufbewahrtes Neurochord lässt die prachtvollsten Myelinformationen entstehen.

Osmiumsäure färbt die Masse außerordentlich schnell und intensiv blauschwarz und macht sie unlöslich in Alkohol und Xylol. Die Löslichkeit wird aufgehoben oder doch wenigstens herabgesetzt auch durch

Doppelchromsaures Kali oder Chromsäure[1]. Ein in

[1] Es geht dies mit Evidenz daraus hervor, dass die Neurochordscheiden auf Paraffinschnitten (also nach andauernder Alkohol- und Xylolextraction) weit

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

Müller'scher Flüssigkeit ca. 5 Tage bei ca. 37° gehärteter *Mastobranchus* erlaubt die Färbung der Neurochordscheide nach der Weigert'schen Kupferacetat-Hämatoxylin-Methode (Zeit. Wiss. Mikr. 1. Bd. 1884 pag. 399). Der Wurm wurde aus Liquor Müllerii in 70%igem Alkohol im Dunkeln andauernd ausgewaschen, dann in Celloidin eingebettet; die Celloidinstücke über Nacht in eine halbconcentrirte wässerige Grünspanlösung gebracht, von da in 80%igen Alkohol und dann geschnitten; die Schnitte nach kurzem Auswaschen in Wasser auf etwa 2 Stunden mit der Weigert-schen Lithion-Hämatoxylinlösung und dann nach Abspülen in Wasser mit der Differenzirungsflüssigkeit behandelt; nach nochmaligem guten Auswaschen entwässert und in Balsam eingeschlossen. Während die meisten Gewebe (die Blutkörperchen zum Theil nicht) einen bräunlichen Farbenton angenommen haben, ist die Neurochordscheide tief grünlich blauschwarz geblieben. Ich modificirte dann die Methode, indem ich anstatt in Celloidin in Paraffin einschmolz und die mit Eiweiß aufgeklebten Schnitte nach Auflösung des Paraffins durch Terpentin successive mit Alkohol absol., Aqua destillata, Grünspanlösung ca. $^1/_2$ Stunde, wieder Wasser (1 Min.), Weigert's Hämatoxylinlösung (1—2 Stunden), Wasser, Weigert's Entfärbungsflüssigkeit, Wasser, Alkohol, Creosot und Balsam behandelte. Diese Methode ist weniger umständlich (wenn man erwärmt, brauchen auch die einzelnen Flüssigkeiten nur ca. je 1 Minute zu wirken), bequemer und giebt dieselben Resultate, wie die Celloidin-Einbettung. Auch ersetzte ich dann mit Erfolg die Härtung in Liquor Müllerii durch ca. 20stündige Härtung in $^1/_2$%iger Chromsäure; gut mit Wasser eben so lange ausgewaschen, entwässert, in Paraffin eingebettet und dann eben so behandelt, wie eben angegeben, ergaben sie dieselben Färbungsresultate, mindestens eben so gut, wie bei Weigert's Originalmethode; die Erhaltung der übrigen Gewebe war aber ganz entschieden besser, als bei Härtung in Liquor Müllerii. Bemerkenswerth ist, dass die mit Liquor Müllerii oder Chromsäure gehärteten Stücke eine mehr oder minder deutliche und oft sogar sehr auffallende concentrische Schichtung der Neurochordscheiden zeigen. Die meisten dieser Präparate verblassten übrigens im Laufe einiger Wochen aus mir unbekannten Ursachen; vielleicht war die Differenzirungsflüssigkeit nicht genügend ausgewaschen worden. Das Gleiche gilt für einige eben so hergestellte Präparate vom Frosch-Ischiadicus.

compacter aussehen bei Stücken aus Liquor Müllerii oder Chromsäure ($^1/_2$%—1% über Nacht), als bei solchen aus Alkohol.

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

Es besteht somit die Neurochordscheide aus einer sehr eigenthümlichen Materie, deren Eigenschaften oben im Einzelnen beschrieben wurden. Es wird dem Leser nicht entgangen sein, dass dieselbe eine sehr große Ähnlichkeit mit dem Mark der Wirbelthiernervenfasern besitzt. Man vergleiche nur die Angaben eines der Lehrbücher der Histologie über die Markscheide und Myelinformationen jener mit obiger Beschreibung: z. B. RANVIER pag. 550.

Freilich kann, da Nervenmark und Myelin keine chemischen Individuen sind (cf. PERTIK), von einer Identität beider Substanzen schwerlich die Rede sein. Es ergiebt sich aber aus dieser Vergleichung mit Hinblick auf die Streitfrage um die Präexistenz des KÜHNE-EWALD'schen Neurokeratingerüstes ein neuer Gedanke, der durch sogleich hervorzuhebende Thatsachen einige weitere Stützen erhält. Wir haben gesehen, wie die frisch untersuchte Neurochordscheide bei Quetschung sich wie eine zähe Flüssigkeit verhält, wie sie in größere und kleinere Tropfen und Tröpfchen sich auflöst. Die Masse eines jeden desselben ist zwar großentheils, aber nicht vollständig in Alkohol und Äther etc. löslich: es verbleibt vielmehr nach der Alkohol- und Ätherextraktion ein Rest von eigenthümlichem Aussehen, ein Gebilde, welches doch jedenfalls keiner in jedem Tropfen präformirt vorhanden gewesenen Formation entspricht. Daraus ergiebt sich das Resultat, dass jenes bisher für Neurilemm gedeutete Wabenwerk, welches an Schnitten von Alkoholpräparaten die Neurochordwand bildet, keinenfalls ganz einem präformirten Gerüstwerk entspricht, sondern theilweise wenigstens nichts ist, als der in eigenthümlicher Form zurückbleibende, in Alkohol und Xylol unlösliche Rest der myelinartigen Materie. Die Alkoholpräparate ergeben demnach nicht nur in so fern mangelhafte Bilder, als ein sehr wesentlicher Theil der Neurochordscheide — der in Alkohol etc. lösliche Antheil der nervenmarkartigen Masse — fehlt, sondern auch in der Hinsicht »Kunstproducte«, als das übriggebliebene Wabenwerk mindestens zum Theil nicht einmal präformirt vorhanden gewesen war (cf. das EWALD-KÜHNE'sche Neurokeratingerüst der markhaltigen Faser). Damit ist aber durchaus noch nicht entschieden, ob Alles das, was an solchen Präparaten die Neurochordwand zu bilden scheint, in gleicher Weise zu beurtheilen ist. Sowohl dieses Maschenwerk, als auch unzweifelhaft neurilemmatische Elemente haben kein gerade sehr charakteristisches Aussehen und es wäre demnach nicht völlig ausgeschlossen, dass ein Theil des fraglichen Maschenwerks dennoch als neurilemmatische Mem-

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

branen präformirt existirte. Das namentlich bei *Lumbricus* constatirte Vorkommen von Zellkernen scheint eher für letztere Annahme zu sprechen. Ich wage es nicht, diese Frage entscheiden zu wollen. Für den Fall aber, dass es sich herausstellen sollte, dass eine solche Bildung nicht existirt, müsste die oben in Bezug auf die Faltungsfiguren gegebene specielle Erklärung eine kleine Modification erleiden. Wir hätten dann nicht mit neurilemmatischem Überzug versehene und im Inneren aus fettartiger Materie bestehende Falten, Bläschen etc. vor uns, sondern es wären vielmehr Faltungen und Varicositäten der Wand, welche wie diese lediglich aus der »myelinogenen Substanz« (Pertik) bestehen. Ihre eigenartige Form ist zwar an sich merkwürdig; man wird aber an dieser Deutung keinen Anstoß nehmen können, wenn man an die so höchst eigenthümlichen physikalischen und chemischen Eigenschaften myelinogener Massen und an die so mannigfach gestalteten Myelinformationen denkt.

Es ist dies die zweite, etwas abweichende Deutung der Faltungsfiguren, auf welche ich pag. 216 anspielte und die ich, wie nunmehr ersichtlich, vorher nicht gut hätte verständlich machen können. Wenn wir weiter unten zum Vergleiche der Neurochorde von *Mastobranchus* mit denen anderer Würmer schreiten, werde ich noch einmal kurz auf diese Frage einzugehen haben. Hier will ich nur noch erwähnen, dass jene Faltungsfiguren, welche die nach meiner Meinung irrthümliche Ansicht Eisig's zum großen Theile hervorgerufen haben, auch für die Neurochorde nicht bisher völlig unbekannte Dinge waren. Sowohl Leydig, als auch Vignal haben unzweifelhafte Analoga bei *Lumbricus* abgebildet, beziehungsweise beschrieben. Ersterer liefert in seinen Tafeln zur Vergl. Anatomie eine auch im Übrigen ausgezeichnete Abbildung der betreffenden Organe beim Regenwurm, auf welcher man Faltungen der Neurochordwand im optischen Schnitte erblickt; Vignal (pag. 385) anderseits giebt an, dass auf Schnitten von mit OsO_4 behandelten Regenwürmern die (geschwärzte) Neurochordwand Varicositäten besitzt oder solcher entbehrt, je nachdem man das Stück in schlaffem oder gespanntem Zustande fixirt hat. Mir waren in meiner Regenwurmarbeit diese Dinge entgangen, weil ich regelmäßig für eine Spannung der Stücke Sorge getragen hatte.

Um es noch einmal kurz zu wiederholen: Die Scheide der Neurochorde von *Mastobranchus* besteht wenigstens zum größten Theile aus einer dem Mark der Wirbelthiernervenfasern sehr nahe stehenden Materie.

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

Inhaltsmasse der Neurochorde.

Es ist dies jene Masse, die Eisig als »nahezu wässrige Flüssigkeit« definirt. Die Untersuchung in frischem Zustande gab darüber wenig Aufschlüsse. Daraus, dass im optischen Schnitt die innere Grenze der Neurochordscheide deutlich sichtbar ist, geht zunächst hervor, dass der Inhalt ein anderes, geringeres Lichtbrechungsvermögen besitzt; ein Hervortreten desselben aus Rissenden habe ich aber nicht beobachtet, wohl schon desshalb, weil an jenen, wie hinlänglich beschrieben, die Neurochordscheide zusammenschnurrt. Durch Erhitzen etwa bis zum Siedepunkt des Wassers, sowie durch Einwirkung von Alk. absol. wird eine deutliche Trübung des vorher ganz durchsichtigen Neurochords hervorgerufen (Fig. 7); ich bin geneigt, dieselbe auf Gerinnung des Inhalts zurückzuführen. Concentrirte wässerige Sublimatlösung ruft zunächst auffallenderweise keine Trübung hervor; bei Liegenlassen über Nacht war sie aber doch schließlich eingetreten; es erklärte sich diese Erscheinung ungezwungen durch die Annahme, dass die Scheide für wässerige Flüssigkeiten schwer durchlässig ist, eine Annahme, die dadurch an Wahrscheinlichkeit gewinnt, dass die Masse der Scheide ja im Wasser Tropfen bildet. Weit bestimmtere Resultate erhielt ich durch Schnittpräparate. Auch hier muss ich Eisig bekämpfen. Er sagt: »In conservirtem Zustande erscheinen sie daher [die Neurochorde], abgesehen von einzelnen feinkörnigen Flocken, stets durchaus leer« (pag. 458). Das ist nun zwar für Schnitte von Alkoholpräparaten, mit denen Eisig vorzugsweise oder ausschließlich arbeitete, nicht unrichtig, für anders gehärtete Stücke aber unbedingt falsch, jedoch für die Auffassung und Deutung des ganzen Organs, wie ich glaube, verhängnisvoll. Vorgreifend bemerke ich, um die Sache zu illustriren, dass ein auf Eisig'sche Weise gehärtetes Stückchen eines Wirbelthiernerven (Kröten-Ischiadicus) an Stelle der Achsencylinder großentheils Hohlräume zeigte, theils ganz mannigfach geschrumpfte kleine »Gerinnsel«. Wollte man daraus den entsprechenden Schluss ziehen, wie es Eisig betreffs des Neurochordinhalts that, so müsste man den aller Wahrscheinlichkeit nach wenigstens wesentlichsten Theil des Wirbelthiernerven als functionell unwichtige »nahezu wässerige« Flüssigkeit ausgeben. Halb oder auch ganz flüssig mag ja der Achsencylinder der Wirbelthiernervenfaser sowohl wie der Neurochordinhalt

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

thatsächlich sein (es fehlt nicht an Vertretern dieser Meinung!): man sieht aber hieraus weiter nichts, als dass eventuell sehr wasserreiche und daher vielleicht mehr flüssige Massen sehr wichtige Lebensfunctionen ausüben können. Ehe ich auf meine Befunde eingehe, will ich kurz auf einige Quellen von Irrthümern in dieser Beziehung aufmerksam machen. Die Meinung, die Neurochorde (oder vielmehr ihre Querschnitte) seien leer, kann nämlich auf verschiedene Weise entstehen: 1) man hat ein Härtungsmittel angewendet, welches den Inhalt nicht conservirt (eventuell weil es durch die Markscheide schlecht eindringen kann); 2) kann die Inhaltsmasse sehr stark geschrumpft sein, der Wandung anliegen und dann leicht übersehen werden, namentlich wenn sie nicht gefärbt ist; 3) kann dieselbe zwar sehr wohl erhalten sein, das ganze Lumen ausfüllen und dabei doch den Eindruck machen, als ob das Lumen leer wäre, wenn nur die Inhaltsmasse völlig homogen und ganz ungefärbt ist. In letzterem Falle kann man noch nachträglich, d. h. nach Anfertigung der Schnitte entscheiden, ob es sich um einen Hohlraum, ob um eine homogene Masse handelt, indem man die Schnitte nach der unter anderen in meiner Regenwurmarbeit angeführten Methode mit Pikrinsäure in Xylol oder auch mit Eosin oder Säurefuchsin behandelt, wobei das Lumen der Neurochorde eventuell diese Farben annimmt.

Im Folgenden gebe ich nunmehr zunächst die Beschreibung der bei den verschiedenen Methoden sich einstellenden Bilder. Mit Alkohol gehärtete Stücke (Dr. Eisig gestattete mir freundlichst, seine auf diese Weise hergestellten Präparate durchzusehen) zeigen im Lumen der Neurochordquerschnitte mannigfach geformte, augenscheinlich colossal geschrumpfte, in der Regel excentrisch liegende, mit den gewöhnlichen Färbemethoden sich nicht oder doch kaum färbende Gerinnsel. Viele Querschnitte erscheinen sogar ganz leer. Ähnliches gilt für Stücke, die in Müller'scher Flüssigkeit gehärtet wurden. Besser ist die Erhaltung an Chromsäure-Präparaten — abgesehen von starken Schrumpfungen. Sublimat (Sol. Subl. conc. und Alkohol 70% zu gleichen Theilen) lässt die ganze Inhaltsmasse zu einem soliden homogenen Cylinder erstarren, freilich auch nicht ganz ohne Schrumpfung. Osmiumpräparate endlich zeigen in der Regel (stellenweise ist Zerstörung eingetreten) eine homogene Masse, die meist das ganze Lumen ausfüllt. Was die Färbbarkeit dieser Masse, beziehungsweise ihrer Überreste anbelangt, so bleibt sie an Carmin- oder Hämatoxylinpräparaten, wenigstens

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

nach ordentlichem Ausziehen des Farbstoffes, ganz oder fast farblos (beobachtet an Alkohol- und Sublimat-Alkoholpräparaten). Mit Chromsäure erhärtete und nach Weigert's Grünspan-Hämatoxylin-Methode gefärbte Stücke zeigen eine bräunlichgelbe Färbung der Masse. Mit Sublimat-Alkohol gehärtete und nach Apathy's Methode gefärbte Präparate lassen eine sehr deutliche bläulichgraue Färbung der zu einem soliden Stabe erstarrten und nicht allzu stark geschrumpften Masse erkennen. Solche Präparate sind besonders geeignet, die Meinung zu widerlegen, das Innere der Neurochorde sei leer. An Osmiumpräparaten endlich erreichte ich eine sehr intensive Färbung der Masse — d. h. natürlich da, wo sie erhalten war — durch Säurefuchsin. Man kann sowohl die mit Eiweiß aufgeklebten (Paraffin-) Schnitte färben, als auch die Stücke in toto nach Auswaschen der Osmiumsäure mit oder ohne vorhergehende Nachhärtung in 90%igem Alkohol auf 12—24 Stunden in concentrirte wässerige Lösung von Säurefuchsin legen, eben so lange etwa in Alk. absol. auswaschen, dann einbetten und schneiden. Die zwar nicht überall, aber an weitaus den meisten Stellen erhaltene Inhaltsmasse ist dann intensiv roth gefärbt.

Das Augenmerk richtete sich nun auf die Frage nach einer etwaigen Structur dieser Inhaltsmasse. Alle, mit Ausnahme der Osmiumpräparate, ließen gar nichts Derartiges erkennen. An letzteren jedoch glaubte ich mitunter an dünnsten Schnitten und bei sehr starker Vergrößerung (Zeiss $^1/_{12}$) auf Querschnitten eine feine Körnelung, auf Längsschnitten ein äußerst fein längsgestricheltes Aussehen wahrnehmen zu können, an der äußersten Grenze der Sichtbarkeit liegend: stellenweise außerdem dunkelroth gefärbte, regellos zur Längsachse orientirte, kurze und feine Stäbchen. Ich berichte dies nur der Vollständigkeit wegen, obwohl ich glaube, dass es sich lediglich um Gebilde handelt, die einer ungleichmäßigen Gerinnung oder auch mehr oder weniger weit gegangenen Zerstörungsprocessen ihre Entstehung verdanken. Ausdrücklich bemerke ich, dass es mir nie gelang, etwa irgendwie unzweideutige Spuren fibrillärer Structur oder gar deutlich wahrnehmbare Fibrillen zu sehen; eben so wenig Andeutungen einer etwa vorhandenen Gerüstsubstanz. Doch fallen diese negativen Beobachtungen an *Mastobranchus* weniger ins Gewicht, als später zu beschreibende Versuche mit anderen Thieren, weil ich nämlich technischer Schwierigkeiten halber die ganzen *Mastobranchus* in OsO_4 härtete, während ich bei den anderen Objecten ihrer beträchtlicheren Größe halber ohne Schwierigkeit den freigelegten Bauchstrang allein behandeln konnte.

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

Endlich will ich noch erwähnen, dass mitunter auch an OsO_4-Präparaten die Masse leicht geschrumpft ist, sich daher von der Wand stellenweise zurückgezogen hat und dann an eben diesen Stellen den Eindruck erweckt, als ob sie mit einer äußerst feinen separaten Scheide bekleidet wäre, welche sich auf dem Querschnitt als ein etwas dunkler gefärbter, feiner Contour darstellt. — Wir können nach alledem sagen, dass die Inhaltsmasse der Neurochorde von *Mastobranchus* eine durch Alkohol, Sublimat, Erhitzen etc. gerinnbare, sehr leicht schrumpfende und daher wohl sehr wasserreiche, allem Anschein nach plasmatische Masse ist, in welcher eine Structur mit irgend welcher Wahrscheinlichkeit nachzuweisen mir wenigstens nicht gelungen ist.

Verlauf der Neurochorde.

Nachdem wir so die Eigenschaften der nervenmarkartigen Neurochordscheide und der plasmatischen Inhaltsmasse kennen gelernt haben, gehe ich zur Schilderung des Verlaufs der Neurochorde über. Leider muss ich hier eine Hauptfrage unbeantwortet lassen, nämlich die Frage nach der Art und Weise, wie und wo die Neurochorde eigentlich vorn und hinten enden. Der Grund der Schwierigkeit ist insbesondere folgender. Während in ihrem übrigen Verlaufe die Neurochorde (bis auf später zu besprechende Stellen) einen sehr bedeutenden Durchmesser besitzen und an Schnittserien von Osmiumpräparaten wegen der intensiven Schwärzung ihrer Scheiden unschwer zu verfolgen sind, ist dies an den vorderen und hinteren Enden beides nicht der Fall. Die Neurochorde werden dort sehr eng, ihre Markscheide äußerst dünn, um schließlich überhaupt nicht mehr recht wahrnehmbar zu sein. Bei anderen als Osmiumpräparaten liegt die Sache noch ungünstiger. So weit ich aber bei diesen Schwierigkeiten die Sache an Schnittserien beobachtet habe, scheinen die *Mastobranchus*-Neurochorde vorn und hinten fein zugespitzt blind zu enden. Ich sage »scheinen«, da die gleiche Angabe früher für *Lumbricus* u. a. von Vignal gemacht wurde, und ich dieselbe selbst als nicht ganz zutreffend nachweisen konnte. Abgesehen von dieser bedauerlichen Lücke habe ich nun in Betreff des Verlaufes der Neurochorde die Eisig'sche Darstellung in mehreren Punkten zu ergänzen. In den ersten etwa 12 Segmenten wenigstens befindet sich nur ein Neurochord; weiter nach hinten, etwa vom 13. an (ich habe den Ort nicht genauer bestimmt) deren drei. Ersteres liegt überall

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

in der Medianebene, die beiden anderen im Allgemeinen symmetrisch lateral. Schon in den vorderen etwa 12 Segmenten, d. h. im Thorax, liegt das dort allein vorhandene mediane Neurochord bald dorsal, bald ventral. An 2 Schnittserien beobachtete ich ziemlich übereinstimmend, dass (das Unterschlundganglion als erstes Ganglion, die darauf folgende Commissur als erste Längscommissur bezeichnet etc.) das Neurochord nur in der 3., 4., und 5. Längscommissur auf die Ventralseite herabsteigt, sonst aber (in allen Ganglien und der 1., 2., 6. bis 11. Längscommissur) in diesen vorderen Segmenten (wo es das einzige ist) seine dorsale Lage constant beibehält. Ob dieser Verlauf bei allen Exemplaren unabänderlich derselbe ist, wage ich nach Beobachtung an nur zwei Schnittserien nicht zu behaupten. Ganz regelmäßig findet man jedoch in jedem Ganglion, auch in den vorderen, eine bestimmte Stelle, an welcher der Durchmesser des einen, beziehungsweise der drei Neurochorde, außerordentlich viel geringer ist als sonst. Ich bezeichne diese merkwürdigen Stellen, die uns noch weiter beschäftigen werden, fortan als segmentale Einschnürungen. Noch auffallender wird dies Verhältnis im Abdomen, weil dort der Durchmesser der Neurochorde größer ist, als im Thorax. Betrachten wir zunächst den Anfangstheil des Abdomens. Ich präparirte den betreffenden Theil des Bauchstranges heraus, breitete ihn auf einem Deckglase, wie oben angegeben, aus etc. Schon dann sieht man die gleich zu besprechende Anordnung der Neurochorde; noch deutlicher aber, nachdem man dieselben durch ganz kurze Einwirkung ($^1/_2$—1 Minute) von Osmiumsäuredämpfen geschwärzt und nach Behandlung mit Alkohol und Creosot in Balsam eingeschlossen hat. (Nach einem solchen Präparat wurde Fig. 26 gezeichnet.) Die beiden lateralen Neurochorde verlaufen überall dorsal, das mediane dagegen in den Längscommissuren ventral: vorn und hinten in jedem Ganglion steigt es allmählich unter geringer Abnahme des Durchmessers gleichfalls auf die Dorsalseite; dort angekommen, reducirt es sich ziemlich schnell auf einen geringen Bruchtheil seines früheren Durchmessers; an derselben Stelle befindet sich auch die segmentale Einschnürung der lateralen Neurochorde. An diesen Stellen also, die etwas hinter der Mitte des Ganglions liegen, verlaufen die drei Neurochorde eine Strecke weit neben einander und sehr erheblich verjüngt auf der Dorsalseite, während sonst das mediane Neurochord ventral liegt. So weit meine Beobachtungen reichen, ist die Anordnung in den hinteren Theilen des Abdomens nur in so fern anders,

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

als in den Längscommissuren besonders die lateralen Neurochorde einen noch bedeutenderen Durchmesser annehmen, daher nicht mehr neben einander Platz haben, sondern mehr unter einander liegen (Fig. 15). Die segmentalen Einschnürungen dagegen zeigen hier wie dort den gleichen Bau.

Schon an ganz frischen, besser an mit Pikrocarmin nachgefärbten Osmiumdampfpräparaten, jedenfalls schon ohne Anwendung der Schnittmethode, sieht man in der ventralen Ganglienzelllage einige der »Neurochordzellen« hervorschimmern (ich schließe mich Eisig's Nomenclatur ihrer Kürze und Bequemlichkeit halber so weit als möglich an). In fast allen zur Beobachtung gelangten Ganglien sah ich — es ist dies daher wohl kein Zufall — dass gerade auf dem Niveau der segmentalen Einschnürung sich zwei hinter einander liegende, besonders große und auffallende Neurochordzellen befinden. Sie sind nicht die einzigen; weiter vorn im Ganglion liegen jedenfalls noch einige nur wenig kleinere.

Verfolgen wir nun die Sache an Schnittserien (Osmiumpräparate auch für diese Zwecke bei Weitem vorzuziehen). In den Schnitten durch die Längscommissuren erblickt man, wenn man die vorderen Abdomentheile gewählt hat, die schon angegebene Anordnung; das hier stärker als die beiden anderen entwickelte mediane Neurochord ventral, die lateralen dorsal (cf. Fig. 14 und 16). In Schnitten aus den hinteren Abdomenpartien liegen die nunmehr alle drei ziemlich gleich starken Neurochorde mehr unregelmäßig eines unter dem anderen (Fig. 15). Verfolgen wir nun die Serie durch ein Ganglion, so sehen wir, wie das mediane Neurochord unter Anfangs nur geringer Verjüngung auf die Dorsalseite steigt. Kurz bevor es dort angekommen ist, verjüngt sich sowohl dieses, als auch die lateralen fast plötzlich, um nun eine Strecke weit mit ziemlich gleich bleibendem, verhältnismäßig sehr geringem Kaliber zwischen den beiden lateralen auf der Dorsalseite zu verlaufen. Was schon an Totopräparaten sichtbar war, ist hier noch deutlicher. Die segmentale Einschnürung ist keine ringförmige, sondern eine cylindrische; d. h. nachdem die Neurochorde ihren Durchmesser reducirt haben, verbreitern sie sich nicht sofort wieder, sondern behalten diesen ihren geringen Durchmesser eine kleine Strecke weit bei. Die segmentalen Einschnürungen, welche als solche Eisig entgangen zu sein scheinen, haben noch gewisse, sehr bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten. So ist die Markscheide entsprechend dem geringeren

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

Durchmesser des Ganzen schwächer entwickelt; ja man findet auf lückenlosen Serien anscheinend regelmäßig einige wenige auf einander folgende Schnitte, auf denen das mit OsO_4 sich schwärzende Mark fehlt. Ich wage nicht zu entscheiden, ob dieses Verhalten ganz dem natürlichen Zustande entspricht, oder ob nicht vielleicht das Mark post mortem vor eingetretener genügender Härtung dort sich etwas zurückgezogen hat. Das Niveau der Unterbrechungsstelle der Markscheide ist für das mediane Neurochord einer- und für die lateralen anderseits nicht ganz genau das gleiche. Wichtig ist aber für die ganze Auffassung der Markscheide die Beobachtung, dass an den betreffenden Stellen, wo die Markscheide als solche unterbrochen ist, trotzdem eine Hülle der Neurochorde nicht ganz fehlt. An Stelle des durch OsO_4 geschwärzten Markes sieht man nämlich ein concentrisch angeordnetes, nur leicht gebräuntes Maschenwerk. Da nun kaum anzunehmen ist, dass dieses nur ein »Aufspaltungsproduct«, eine Myelinformation ist (dann hätte es sich doch durch OsO_4 schwärzen sollen, auch wäre dann die Regelmäßigkeit des Auftretens von Aufspaltungen gerade an dieser Stelle schwer verständlich); da ferner kaum anzunehmen ist, dass jenes Maschenwerk nur hier vorhanden sein und an anderen Stellen fehlen sollte, sondern es mir wahrscheinlicher vorkommt, dass es an anderen Stellen durch das Mark nur maskirt ist: so glaube ich, dass dieses Verhalten für die Präexistenz eines Stützgerüstes in der ganzen Markscheide spricht (cf. pag. 224), eben so wie das Vorkommen von Zellkernen. Für sichere Beweise halte ich freilich beide Facta nicht.

Die segmentalen Einschnürungen sind nun auch die Stellen, an denen die Fortsätze der Neurochordzellen eintreten. Zwar ist es mir nicht gelungen, direct Zelle, Fortsatz und Eintritt desselben ins Neurochord zu verfolgen. Bei der Kleinheit des Objectes wäre dies aber auch nur bei einem besonders glücklich geführten Schnitt möglich; dass indessen die Fortsätze der Zellen wirklich in die Neurochorde eintreten, darüber kann wohl nicht der allergeringste Zweifel herrschen. Erstens liegen die Neurochordzellen gerade an den betreffenden Stellen; zweitens begeben sich regelmäßig ihre Fortsätze in die Gegend der Neurochorde, dorsalwärts; drittens befinden sich ebendort Öffnungen der Neurochordscheiden; viertens endlich spricht die Analogie speciell mit *Lumbricus* unzweideutig dafür. Nach alledem ist die Frage nicht die, ob überhaupt, sondern auf welche Weise im Speciellen der Eintritt erfolgt. Da

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

will ich nun mittheilen, dass ich auf mehreren Schnittserien Bilder gesehen habe, welche dafür sprechen, dass die Sachen ähnlich liegen, wie bei *Lumbricus*: insbesondere anscheinende Quercommissuren zwischen den beiden lateralen Neurochorden (Fig. 20). Die Neurochordzellen bleiben bei Osmiumsäurebehandlung relativ hell, wenn auch der Farbenunterschied weniger erheblich ist, als bei *Lumbricus*. Beiläufig theile ich mit, dass dies auch für die riesigen Ganglienzellen von *Amphioxus* gilt, wie ich auf einem Präparat eines anderen Herrn sah. Die Neurochordzellen von *Mastobranchus* liegen näher der Medianebene, als die von *Lumbricus*. Für die beim Regenwurm von mir in einem Falle wenigstens mit Sicherheit constatirte Bipolarität zeigten sich auch bei *Mastobranchus* Andeutungen. Im Allgemeinen sind diese Verhältnisse hier noch schwerer festzustellen als bei *Lumbricus*, schon wegen der geringeren absoluten Größe der betreffenden Theile.

Bemerkenswerth ist noch die Thatsache, dass die Inhaltsmasse der Neurochorde sich an den segmentalen Einschnürungen und in ihrer Nähe besser erhält, beziehungsweise dunkler färbt, als an anderen Orten; dort ist dieselbe z. B. bei OsO_4-Behandlung immer erhalten, ja sogar leicht bräunlich gefärbt. Es erklärt sich dies sehr einfach durch die Überlegung, dass an diesen Stellen wegen der geringeren Dicke beziehungsweise Unterbrechung der Markscheide die erhärtenden und färbenden Flüssigkeiten besser eindringen können, als anderswo. Namentlich wird bei OsO_4-Behandlung an den Stellen mit entwickelter Markscheide ein großer Theil des Reagens durch diese gebunden, ehe er auf den Inhalt wirken kann. In ähnlicher Weise erklärt sich die von mir bereits früher angegebene bessere Erhaltung des Inhalts der Regenwurmneurochorde an den verjüngten und mit schwächeren Scheiden versehenen Vorder- und Hinterenden. Legen wir nun das Verhalten des Neurochordinhaltes an den segmentalen Einschnürungen zu Grunde, so lässt sich der wichtige Satz aussprechen: Der Neurochordinhalt ist die unmittelbare Fortsetzung der Ausläufer der Neurochordzellen und stimmt mit diesen — so weit meine Beobachtungen reichen — in seinem ganzen Verhalten überein.

Silberbilder.

Die Besprechung der durch Behandlung mit Silbernitrat erhaltenen Bilder habe ich mir bis hier aufgespart, da ihr Verständnis die Kenntnis des bisher Mitgetheilten voraussetzt; weitere Auf-

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

schlüsse über die Structur der Neurochorde habe ich zwar durch dieselben kaum erhalten, wohl aber besitzen die Resultate ein anderweitiges Interesse. Was zunächst die Technik anlangt, so ist es natürlich nothwendig, vorerst die Chloride auszuwaschen. Zu diesem Zwecke ließ ich über ein auf dem Objectträger ausgebreitetes Stückchen Bauchstrang etwa 1 Minute hindurch verdünnte Salpetersäure fließen (HNO_3 vom specifischen Gewicht 1,20 mit 3 Theilen Aqua dest. verdünnt). Es hat diese Flüssigkeit vor Aqua dest. unter Anderem den Vorzug, dass sie die Haemolymphe sofort zum Gerinnen bringt, das Stück Bauchstrang dadurch an die Glasplatte anklebt und so dem lästigen, sonst eintretenden Zusammenschnurren des Organs vorbeugt. Die Silberreaction wird dadurch aber in keiner Weise beeinträchtigt. Sind die Chloride ordentlich ausgewaschen, so giebt man einige Tropfen von 0,75%iger Höllensteinlösung auf das Präparat und lässt es nun einige Zeit in der feuchten Kammer stehen. Die Silberreaction tritt bald als bräunliche Färbung, bald als Niederschlag feinster Körnchen zu Tage. Die gewonnenen Präparate lassen sich nach Auswaschen des Silbers sowohl in Glycerin als auch in Balsam (letzterer ist vorzuziehen wegen größerer Durchsichtigkeit) wenigstens eine Zeit lang conserviren. Der Silberniederschlag betrifft 1) die Neurochordscheide, 2) den Inhalt. Oft nimmt die ganze Neurochordscheide einen leicht bräunlichen Ton an. Ferner bildet sich mitunter sowohl an der äußeren wie an der inneren Oberfläche des Rohres ein in der Regel ganz feinkörniger Niederschlag, der in seiner Gesammtheit im optischen Querschnitt die äußeren und inneren Contouren der Scheide als feine dunkle Linien hervortreten lässt. Ganz ausnahmslos aber bildet sich ein dunkelschwarzer undurchsichtiger Niederschlag an den segmentalen Einschnürungen, und zwar zu beiden Seiten, d. h. an den Stellen, wo die Verjüngung der Neurochorde am schnellsten vor sich geht. Der mittlere Theil der segmentalen Einschnürung, in dem die Dicke der verjüngten Neurochorde sich gleich bleibt, ist frei vom Silberniederschlag (Fig. 24). Für die Beurtheilung der Bedeutung dieses Silberniederschlags ist die Thatsache von Werth, dass sich ein ganz gleicher Niederschlag an den Stellen bildet, wo zufällig ein Neurochord abgerissen und in bekannter Weise zusammengeschnurrt ist. Den Schlüssel zum Verständnis der ganzen Erscheinung scheint mir Boveri's Annahme zu liefern, wonach ein Silberniederschlag überall da auftritt, wo Gewebselemente in einem gewissen innigen Contact stehen. Um welche Gewebstheile kann es sich hier aber handeln? Um Theilchen der

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

Neurochordscheide, die mit anderen Theilchen derselben sich eng berühren. Das ist sicher der Fall an einem zusammengeschnurrten Rissende, wo eine Menge einander berührender Falten und Varicositäten entstehen. Solche habe ich nun zwar nicht direct an den segmentalen Einschnürungen beobachtet (höchstens habe ich gesehen, dass auf Querschnittserien von OsO_4-Präparaten gerade dort die Bläschen und Varicositäten etc. besonders häufig sind), aber es ist leicht einzusehen, dass an allen Stellen eines röhrenförmigen Gebildes, wo dieses seinen Durchmesser plötzlich ändert, die Neigung zur Bildung wenn auch sehr kleiner Fältchen und Varicositäten in den Wandungen leichter vorhanden sein wird als an anderen Stellen. Dies würde aber den Silberniederschlag sehr befriedigend erklären. Vielleicht verdankt auch der oben angeführte, viel schwächere und nicht immer deutliche Niederschlag auf der ganzen inneren und äußeren Oberfläche der Neurochordscheide lediglich feinsten Spalten oder kleinsten, einander berührenden Unebenheiten sein Dasein. So viel über die Arten des an der Neurochordscheide sich einstellenden Niederschlages.

Die Inhaltsmasse ist bei der angewandten Behandlungsweise erstarrt und stark geschrumpft, so dass sie zwischen sich und der Scheide einen beträchtlichen Raum frei lässt; sie stellt (wo sie nicht in der gleich zu beschreibenden Weise durch das Silber gefärbt ist) einen meist excentrisch liegenden, äußerst blassen, an vielen Stellen kaum oder nicht sichtbaren, in Balsam ganz unsichtbar werdenden Stab dar. Eine Färbung derselben tritt nun, so weit meine Beobachtungen reichen, fast ausschließlich an Stellen auf, an denen die Markscheide eine natürliche oder künstliche Unterbrechung oder Verdünnung besitzt, wohl aus dem Grunde, weil an diesen Stellen die Silberlösung besser eindringen kann.

Solche Stellen sind z. B. die segmentalen Einschnürungen, namentlich wenn durch übermäßige Dehnung der mittlere Theil derselben zerrissen ist (Fig. 25). Aber auch alle beliebigen anderen Stellen, wo durch starke Zerrung bei der Präparation das Neurochord dem Zerreißen nahe kam und sich verschmälert hat (wenn man ein Neurochord durch langsam anwachsenden Zug zerreißt, so sieht man mitunter an der künftigen Rissstelle schon lange vor dem Eintritt des Zerreißens eine Verjüngung, jedenfalls mit Verdünnung der Markscheide verbunden), oder wo wirkliche Zerreißungen eingetreten sind, können den Ausgangspunkt für die Silberreaction bilden. Von den bezeichneten Stellen nimmt also die Silberfärbung ihren

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

Ausgang, um sich nach einer oder nach beiden Seiten eine Strecke weit mit schneller oder langsamer abnehmender Intensität fortzusetzen. Eigentliche Rissenden haben vor den durch Zerrung nur erst verjüngten Stellen den Nachtheil, dass an der Rissstelle selbst Alles durch den reichlichen Niederschlag in der zusammengeschnurrten Scheide vollständig verdeckt zu sein pflegt. Die Niederschläge, welche also auf oder in der Inhaltsmasse sich bilden, sind durchaus nicht an allen Stellen zu sehen. Sie sind zweierlei Art. Erstens bildet sich auf der Oberfläche des Cylinders mitunter ein äußerst feiner Niederschlag, der alsdann auf dem optischen Schnitt den Contour der Inhaltsmasse als sehr feine schwarze Linie hervortreten lässt (Fig. 23). Zweitens aber findet sich häufig eine sehr auffallende Querstreifung der Inhaltsmasse. Dieselbe ist in diesen Fällen meist leicht gebräunt und daher als solche gut zu erkennen. In derselben sieht man nun abwechselnd hellere und dunklere Partien, welch letztere mitunter mit feinkörnigem Silberniederschlag durchsetzt sind. Das Ganze ist ohne Zweifel dasselbe Phänomen, welches in der Wirbelthiernerven-Litteratur längst unter dem Namen »Frommann-sche Linien« bekannt ist. Ich halte dasselbe mit Boveri für eine rein physikalisch-chemische Erscheinung, die als solche gewiss gar nicht ohne Interesse ist, mit einer präformirten Structur der Inhaltsmasse (bei den Wirbelthiernerven gewöhnlich Achsencylinder genannt) aber gar nichts zu thun hat. Betreffs der Wahrscheinlichkeitsgründe für diese Ansicht verweise ich auf Boveri's Schrift und will hier nur hervorheben, dass die für diese Frage in Betracht kommenden Thatsachen in vollem Umfange auch für die *Mastobranchus*-Neurochorde gelten: die Erscheinung geht regelmäßig, wie angeführt, von Stellen aus, an denen die Markscheide unterbrochen oder verdünnt ist; an der Anfangsstelle sind die Linien besonders deutlich, schmal und dicht gedrängt: je weiter von der Rissstelle entfernt, um so breiter, weitläufiger und verwaschener werden sie (Fig. 23 u. 25).

Beiläufig eine kleine Schlussfolgerung betreffs der Schrift M. Joseph's. Da die neuerdings von diesem Autor beschriebene, gleichfalls durch Silbernitrat erhaltene Querstreifung des Achsencylinders trotz ihrer größeren Regelmäßigkeit im Grunde mit den Frommann-schen Linien und auch mit der soeben beschriebenen Erscheinung an den Neurochorden identisch sein dürfte; da diese hier aber mit größter Wahrscheinlichkeit mit der Structur der Inhaltsmasse nichts zu thun hat, so gilt das auch sehr wahrscheinlich für die von Joseph beschriebene Querstreifung: die Joseph'sche Ansicht hierüber

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

halte ich mithin für wahrscheinlich irrig. Hervorheben will ich endlich, dass ich auch an Silberpräparaten niemals »Fibrillen« oder Ähnliches gesehen habe.

Zur Übersicht gebe ich ein kurzes Résumé der bisher gewonnenen Resultate:

1) Die Neurochorde von *Mastobranchus*, drei an Zahl, sind röhrenförmige Gebilde, an denen man naturgemäß die Scheide und den Inhalt zu unterscheiden hat.

2) Die Scheide besteht vorwiegend wenigstens aus einer (nach PERTIK's Nomenclatur) myelinogenen oder nervenmarkähnlichen Substanz; ob außerdem eine Gerüstsubstanz vorhanden ist, kann ich nicht mit Sicherheit entscheiden, doch halte ich es für einigermaßen wahrscheinlich (zum Theil aus erst später ersichtlichen Gründen). Die unter Umständen sich einstellenden Falten und Varicositäten dieser Scheide, sowie die unter zahlreichen Bedingungen auftretenden, gleichfalls der die Scheide bildenden myelinogenen Masse ihre Entstehung verdankenden Myelinformationen waren es, welche von EISIG fälschlicherweise auf den Inhalt bezogen, für degenerirte Nervenfasern gehalten wurden und hauptsächlich zur Aufstellung seiner Degenerationshypothese geführt haben.

3) Der Inhalt der Neurochorde von *Mastobranchus* ist eine plasmatische, äußerst wasserreiche, daher schwer conservirbare, sehr leicht bei Anwendung der üblichen Härtungsmittel und oft außerordentlich stark schrumpfende Substanz, an der ich eine feinere Structur mit auch nur einigermaßen befriedigender Sicherheit wahrzunehmen außer Stande war. Sie erweist sich als die Fortsetzung der Ausläufer großer, in den Bauchstrangsganglien liegender Zellen (von EISIG Neurochordzellen genannt), welche ihre Fortsätze an gewissen verengerten Stellen der Neurochorde (von mir als segmentale Einschnürungen bezeichnet) in deren Lumen hineinsenden.

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

II. Theil.

Deutung der Neurochorde von Mastobranchus; Vergleiche; Schlussfolgerungen. Markhaltige Nervenfasern wirbelloser Thiere.

Im Vorhergehenden habe ich meine Beobachtungen über die Neurochorde von *Mastobranchus* möglichst objectiv vorgetragen, die Beschreibung der Myelinformationen vielleicht sehr ausführlich; ich hielt dies jedoch für nöthig, weil gerade sie es waren, welche Eisig irre führten und weil, wie wir sehen werden, der Sache eine weit allgemeinere Bedeutung zukommt, in so fern derselbe Irrthum in Bezug auf ähnliche Organe von einer ganzen Reihe von anderen Forschern begangen worden ist. Ich komme nunmehr zu der Hauptfrage: Was sind denn nun eigentlich die Neurochorde von *Mastobranchus*? Welche Function haben sie? Gerade in dieser Frage sind nicht nur ganz entgegengesetzte Vermuthungen ausgesprochen worden, sondern diese einander direct widersprechenden Behauptungen sind auch mit einer Bestimmtheit von den verschiedenen Forschern vertreten worden, die Jeden zur äußersten Vorsicht mahnen muss. Vielfach begegnet man Ausdrücken wie »endgültig entschieden«, »zweifellos« etc.; da es sich aber um drei verschiedene nicht vereinbare Auffassungen handelt (»keine Nerven«, »Nerven«, »degenerirte Nerven«), so müssen, trotz der Festigkeit der subjectiven Meinung, mindestens zwei Parteien im Unrecht sein. Wie ich glaube, erklärt sich diese Erscheinung zum größten Theil aus der Schwierigkeit, überhaupt auf Fragen nach der Function histologischer Elemente eine sichere Antwort zu ertheilen. Ganze Organe können wir dem physiologischen Experiment unterwerfen; bei histologischen Elementen scheitert dies an technischen Schwierigkeiten. Von einzelnen Ausnahmen abgesehen, sind wir in solchen Fragen eigentlich lediglich auf Analogien angewiesen. Die Function eines Organs sei durch das physiologische Experiment ergründet; finden wir nun dieses Organ aus wohl charakterisirten histologischen Elementen zusammengesesetzt, die sich immer in diesem, nicht aber in anderen Organen finden, dann haben wir das Recht, diese Elemente mit der Function des Organs in Beziehung zu bringen. Wenden wir diese Überlegung auf die Neurochorde an, speciell für die Frage, ob es nervöse Organe sind oder nicht, so kommt Alles

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

darauf an, zunächst einmal festzustellen, wie denn eigentlich wirkliche, unzweifelhafte Nervenelemente aussehen. und zwar in unserem Falle die Nervenelemente wirbelloser Thiere, insbesondere der Anneliden oder ihnen einigermaßen nahestehender Thiergruppen. Leider herrscht gerade hier eine arge Verwirrung; eine Auseinandersetzung aller verschiedenen Meinungen würde einen unverhältnismäßigen Platz beanspruchen. Auch kann ich glücklicherweise in dieser Beziehung auf Nansen's Schrift verweisen. Ein kurzes Eingehen auf die hauptsächlichsten Anschauungen und Streitfragen ist aber zum Verständnis des Folgenden nothwendig, wobei ich zu entschuldigen bitte, wenn ich der Kürze wegen nicht auf jeden Autor mit der vielleicht geziemenden Genauigkeit eingehe. Es handelt sich vornehmlich um zwei fundamentale Fragen, von denen die erste an die Structur der sogenannten »Punktsubstanz« anknüpft. Schon bei der Vorfrage, wie denn eigentlich diese berühmte »Punktsubstanz« thatsächlich aussehe, oder vielmehr, welche Meinung hierüber die herrschende sei, stoßen wir auf große Schwierigkeiten. Doch sind die Meisten wohl darüber jetzt einig (Rohde z. B. ist als entschiedener Gegner dieser Ansicht anzuführen), dass wenigstens auf Querschnitten der die Punktsubstanz enthaltenden Organe ein Netzwerk oder Maschenwerk zu sehen ist. Dieses Maschenwerk aber ist der Ausgangspunkt der ersten Streitfrage. Bei einem Netzwerk ist zu unterscheiden zwischen den Maschenräumen und den diese begrenzenden Fäden, wie ich mich der Bequemlichkeit wegen ausdrücken will. Die Einen halten nun die Fäden für das eigentlich nervöse, die Anderen den Inhalt der Maschenräume. Augenblicklich ist Hauptvertreter der ersteren Ansicht unter Anderen Eisig: Nansen im Anschluss an Leydig derjenige der zweiten. Die Eisig'sche Partei, wenn man so sagen darf, erblickt in den Fäden »Nervenfibrillen«, in dem Inhalt der Maschenräume außer »Körnern und Excretbläschen« »eine nicht näher zu definirende, gerinnbare Flüssigkeit (Plasma)« (Eisig, pag. 473). Die Nansen'sche Partei hingegen hält die Fäden des anscheinenden Netzwerkes für den Ausdruck des Querschnittes der Wandungen von Röhren, die Maschenräume für denjenigen des Inhalts jener Röhren: und zwar letzteren für den Träger der nervösen Function, während erstere, d. h. die Röhrenwandungen beziehungsweise bei Querschnittsbildern die anscheinenden Fäden des Netzwerkes nur eine Stützsubstanz darstellen. Demgemäß stellt im Großen und Ganzen die Eisig'sche Partei die Structurelemente

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

des Nervensystems sich vor als »Fibrillen«, d. h. als solide Cylinder von sehr geringer Dicke: die Nansen'sche Partei hingegen als Röhren, deren resistentere Wandung eine Stützfunction ausübt, deren weicher, wasserreicher Inhalt hingegen der Träger der nervösen Function ist.

Die erste der beiden hauptsächlichsten Streitfragen, welche entscheiden zu wollen ich nach meinen bisherigen Studien noch nicht wagen darf, habe ich nur desswegen kurz aus einander gesetzt, weil sie in unverkennbarer Weise auch auf die Neurochordfrage Einfluss gehabt hat. In der That, je ausschließlicher einer sich die nervösen Structurelemente als »Fibrillen« vorstellt, um so weniger kann er die Neurochorde als nervöse Organe oder gar als einzelne »Nervenfasern« ansehen. Wenn er aber nun durch den Zusammenhang dieser Organe mit Zellen, die er selbst für Ganglienzellen halten musste, zu der Ansicht förmlich gezwungen wird, dass die Neurochorde doch irgend etwas mit Nerven zu thun haben, so entsteht aus diesem Widerstreit irgend eine vermittelnde Ansicht; so insbesondere die Eisig's. An Trugbildern, die den verschiedensten Ansichten anscheinend ausreichende Stützen geben, ist gerade bei Neurochordpräparaten ein großer Reichthum vorhanden, wie wir oben zur Genüge gesehen haben. Wer dagegen mit Nansen das nervöse Structurelement sich unter dem Schema einer »Röhre« mit weichem Inhalt vorstellt, der braucht an der Deutung der Neurochorde als rein nervöser Organe keinen principiellen Anstoß zu nehmen. Denn die Neurochorde sind solche »Röhren«. Wie gesagt, ich will diese erste Streitfrage, die nach der Natur des Netzwerkes der Punktsubstanz, auf sich beruhen lassen. Ich kann das aber um so eher, als es wohlbekannte, von Allen als solche anerkannte, unzweifelhafte nervöse Structurelemente vom Bau einer Röhre giebt: wenn nicht bei den Anneliden, so doch bei den nicht allzu fern stehenden Arthropoden und weiterhin bei den Vertebraten. Die Nervenröhren der Krebse, der röhrige Bau der markhaltigen Wirbelthiernervenfasern sind altbekannte Dinge. Nicht »Röhre« oder »solide Cylinder«, sondern nur mehr die nähere Beschaffenheit der Wandungen und des Inhalts wird hier discutirt. Während nun aber bei der Wirbelthiernervenfaser beide, Wand und Inhalt, Gegenstand eines fast gleichmäßig intensiven Studiums waren, ist die Wand der Krebsnervenröhren bisher ganz einseitig vernachlässigt und daher die wahre Natur derselben (wenigstens z. B. von *Palaemon*) bis auf die jüngste Zeit verkannt worden, wie wir unten sehen werden.

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

An den Inhalt der Nervenröhren, sowohl denjenigen der Krebse als den der Wirbelthiere, knüpft die zweite Hauptstreitfrage an. In auffallender Parallelität sind für beide, Krebs- und Wirbelthiernervenröhren, drei verschiedene Ansichten aufgestellt, deren jede bis auf den heutigen Tag ihre Vertheidiger besitzt. Dieselben sind kurz definirt folgende: 1) Der Röhreninhalt ist eine homogene (»dickflüssige«, »festweiche« etc.) Masse, in der eine weitere sichtbare Differenzirung nicht besteht. 2) Das Röhreninnere enthält »Fibrillen«, oder zeigt doch wenigstens fibrilläre Structur. (Diese »Fibrillenfrage« ist nicht zu verwechseln mit dem Streit um die Punktsubstanz, bei welchem ja auch dasselbe Wort »Fibrille« eine große Rolle spielt.) 3) Das Röhreninnere enthält eine Gerüstsubstanz. Die beiden letzten Ansichten finden sich auch mit einander combinirt vor. Können wir also die erste, vorher skizzirte Hauptstreitfrage zusammenfassen in die Worte: Wie ist das anscheinende Netzwerk der sogenannten Punktsubstanz zu interpretiren?, so würde die zweite Frage etwa lauten: Hat der Inhalt der nach dem Typus einer Röhre gebauten Krebs- und markhaltigen Wirbelthiernervenfasern (bei letzteren führt bekanntlich dieser Inhalt den Namen »Achsencylinder«) eine erkennbare Structur und welcher Art ist dieselbe?

Zum Einzelnen übergehend, betrachten wir zunächst die Ansichten über die Structur des »Achsencylinders« der »markhaltigen Fasern« der Wirbelthiere. Fleischl (seine Schrift stand mir hier nicht zur Verfügung und ich referire daher nach den Angaben anderer Autoren) hält den Achsencylinder für homogen und außerdem für geradezu flüssig. Dieser Ansicht kommt ziemlich nahe Schiefferdecker. Nach diesem Forscher besitzt der Achsencylinder eine »äußerst dünne Rinde«. Der Inhalt derselben (also die Hauptmasse des Achsencylinders) »stellt wahrscheinlich eine sehr leicht bewegliche, daher mehr flüssige, stark wasserhaltige Eiweißsubstanz dar. Dass in dieser Masse Fibrillen liegen, ist dem ganzen Verhalten nach möglich, doch mir in keiner Weise wahrscheinlich geworden. Jedenfalls müssten dieselben an Masse nur einen kleinen Theil des Achsencylinders einnehmen. Bei der Berührung mit coagulirenden Flüssigkeiten schrumpft der Achsencylinder mehr oder weniger stark, mitunter sehr stark, er kann daher alle möglichen Formen annehmen« . . .

Dem gegenüber behaupten zahlreiche Forscher die fibrilläre Structur des Achsencylinders. Hier sind insbesondere M. Schultze, Kupffer, Boveri, Jacobi und Retzius zu nennen. Im Wesentlichen

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

sind diese Forscher darüber einig, dass der Achsencylinder der markhaltigen Fasern fibrilläre Structur besitze.

Die dritte Ansicht endlich ist bisher nur durch Joseph vertreten, der gleichfalls nach OsO_4-Härtung im Achsenraume ein sehr zartes Gerüstwerk findet, welches in continuirlichem Zusammenhang mit einem ähnlichen, aber gröberen in der Markscheide befindlichen steht. Außerdem glaubt Joseph auch an die Fibrillen, zu deren Darstellung aber OsO_4 kein günstiges Reagens sei.

Im Grunde genommen die gleichen drei Ansichten finden wir nun, wie bemerkt, auch für den Inhalt der Nervenröhren der Krebse ausgesprochen, freilich mit einigen Abänderungen und etwas anderer Stärke der Parteien.

Die Homogenität des Inhalts hat hier zahlreichere Vertreter. Helmholtz (dessen Schrift mir hier nicht zur Verfügung stand), Haeckel, Yung und Krieger behaupten gleichmäßig, der Inhalt der Nervenröhren sei eine (»dickflüssige« oder sonst wie beschaffene) jedenfalls anscheinend homogene Substanz, und bestreiten vor Allem das Vorhandensein von Fibrillen oder auch nur »fibrillärer Structur«.

Remak war es, der zuerst ein »centrales Faserbündel« in den größeren Nervenröhren des Flusskrebses beschrieb. Leydig (bis zu einem gewissen Punkte), H. Schultze, Freud sind hierin seine Nachfolger.

Ein (»spongioplasmatisches«) Gerüstwerk endlich findet Nansen in dem Inhalt der Nervenröhren, welcher durch jenes in Primitivröhren zerlegt wird. — Ich bemerke ausdrücklich, dass meine Untersuchungen nicht speciell auf diesen Punkt gerichtet waren und ich daher auch dieser Frage gegenüber mich einigermaßen reservirt halte. Dennoch will ich aber einige Bemerkungen nicht unterlassen. Es ist nämlich ganz unverkennbar, dass viele Forscher an diese Frage nicht ganz vorurtheilsfrei herangetreten sind. Physiologische Vorstellungen mögen es gewesen sein, die das verschuldet haben; verschuldet sage ich, weil ich glaube, dass jene Vorstellungen doch nicht diejenige Sicherheit beanspruchen können, um zu dem Standpunkt zu berechtigen, der sich etwa so ausdrücken ließe: eine fibrilläre Structur, meint man, muss vorhanden sein; also sehe man nur mit Hilfe verschiedenster Methoden nach, so wird man schon Fibrillen finden, deren Präexistenz nicht gut bezweifelt werden kann. Dass für richtig gehaltene und später sich als falsch herausstellende theoretische Vorstellungen die Objectivität der Beobachtung trübten, ist ja keine ganz unbekannte Erscheinung. Zum Beweise für das Bestehen eines

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

solchen Vorurtheils in dieser Frage kann ich keinen Geringeren als Retzius anführen. Indem er uns mittheilt, dass auch er die Osmium-Säurefuchsin-Fibrillen im Achsencylinder der Wirbelthiernervenfasern gesehen hat, während ihm das Gleiche beim Inhalt der Nervenröhren der Crustaceen nur manchmal glückte, weist er darauf hin, dass die Crustaceen zur Lösung dieser Frage »weniger geeignet« scheinen, als z. B. der Frosch. Man kann ja nun ganz gewiss sagen, ein Object sei zur Demonstration eines thatsächlichen Verhaltens mehr oder weniger geeignet als ein anderes; da nämlich, wo es sich um ganz unzweifelhafte Structuren handelt, die nur bei dem einen Object aus untergeordneten, z. B. technischen Gründen leichter zu sehen sind, als bei einem anderen: dieselbe Ausdrucksweise halte ich aber doch für etwas bedenklich bei so heiklen Dingen, wie die Fibrillenfrage. Da man ja noch nicht weiß, wie sie entschieden werden wird, kann Niemand a priori sagen, welches Object das geeignetere sei, wenn man nicht eben die Entscheidung in dem einen oder dem anderen Sinne anticipirt.

Wie vorsichtig man übrigens gerade bei der Deutung von Fibrillen als präexistirender Gebilde sein muss, geht u. A. besonders deutlich aus einer Angabe Ebner's hervor. Dieser Forscher, der, beiläufig gesagt, ganz andere Probleme behandelte, berichtet (pag. 226), dass in gewisser Weise zum Gerinnen gebrachte Eiweiß-, Schleim- oder Leimlösungen die schönste fibrilläre Structur annehmen, ja sogar isolirbare Fibrillen entstehen lassen können. Das beweist ja nun freilich Nichts direct gegen die vermeintlichen Fibrillen des Achsencylinders etc., um so mehr, als die Nebenumstände der Gerinnung in beiden Fällen nicht die gleichen waren, aber es zeigt doch, dass eventuell Fibrillen beim Gerinnen eiweißartiger Massen (und eine solche ist der Achsencylinder ja eben) auch da entstehen können, wo vorher keine waren. Es mahnt dies dringend zur Vorsicht, und es ist doch wohl mindestens verfrüht, wenn Lavdowsky sagt, die fibrilläre Structur sei »festgestellt«. So fundamental wichtig die Frage ist, so schwer ist sie allerdings zu entscheiden, da einerseits die Anhänger der fibrillären Structur den Gegnern mit Recht zurufen: Wenn Ihr die Fibrillen nicht gesehen habt, so ist damit ihre Existenz noch nicht widerlegt; und die Anderen: Wenn Ihr Fibrillen gefunden habt, so beweist erst einmal ihre Präexistenz. Auch Freud's an überlebenden Krebsnervenfasern angestellte Beobachtungen halte ich nicht für völlig beweisend; eine Längsstrichelung könnte man beispielsweise u. A. auch mit Nansen auf eine

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

spongioplasmatische Gerüstsubstanz, auf die optischen Längsschnitte der Wandungen von Primitivröhren zurückführen[1].

Nun endlich noch eine Probe für die Verwirrung, die, wie ich oben gesagt, in die Sache hineingebracht worden ist. Vorgreifend theile ich mit, dass beim Vergleich der Krebsnervenröhren mit den markhaltigen Wirbelthiernervenfasern die Röhrenwandungen beider mit einander verglichen werden müssen, während der ganze Inhalt ersterer mit dem Achsencylinder letzterer zu homologisiren ist Die Gründe werden erst später vollständig ersichtlich sein.

Es ist aber auch die Ansicht aufgestellt worden, daß nicht der ganze Inhalt der Krebsnervenröhren, sondern vielmehr nur das Remak'sche centrale Faserbündel dem Achsencylinder der Wirbelthiere homolog sei. Das ist nun zwar meiner Meinung nach, wie gesagt, nicht richtig, aber doch logisch. Was macht aber Yung? Er gesteht das Remak'sche Faserbündel nur für die dickeren Krebsnervenröhren zu (und hält es außerdem nur für ein »épaississement du protoplasma«). Es heißt dort (pag. 422) wörtlich: »Nous ne croyons donc pas à la présence d'un véritable cylindre-axe dans aucun des tubes nerveux des Crustacés, mais il nous semble par contre indéniable qu'il se présente chez quelques-uns un commencement de différentiation, qui s'accuse par un épaississement dont l'aspect nébuleux est la conséquence. Ce sérait une tendence à la formation d'un cylindre-axe« .... Das Wort und der feste Begriff »Achsencylinder« existirt nun zunächst für die Wirbelthiernerven und bezeichnet jene Inhaltsmasse der Röhren, welche der Fortsatz der Ganglienzellen und nach allgemeiner Ansicht der Träger der nervösen Function ist. Nach Yung sind also die dickeren Nervenröhren der Krebse wenigstens auf dem guten Wege, einen »Achsencylinder« zu erwerben, während die dünneren (d. h. die Mehrzahl) sich eben ohne den physiologisch wichtigsten, den eigentlich wesentlichen Bestandtheil behelfen müssen.

Diese Zusammenstellung der verschiedenen Ansichten war nothwendig zum Verständnis des Folgenden. Eine Vollständigkeit derselben wäre jedoch zu voluminös geworden und auch überflüssig gewesen. Von alledem sind für unsere Neurochordfrage nun vornehmlich zwei Dinge wichtig: 1) giebt es zweifellos Nerven, die nach dem Schema einer Röhre gebaut sind; 2) kann

[1] Angeben zu wollen, auf welche Weise die Frage sich vielleicht trotzdem einigermaßen sicher entscheiden ließe, wäre sehr gewagt; auch ist hier nicht der Ort dazu.

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

eine sehr wasserreiche, mehr flüssige Consistenz des Inhalts eben so wenig einen Einwand gegen die nervöse Natur liefern, wie das Fehlen nachweislich fibrillärer Structur. Nehmen wir z. B. die SCHIEFFERDECKER'sche Beschreibung des Achsencylinders als die richtige an[1], so können wir schon jetzt sagen, dass der Bau der *Mastobranchus*-Neurochorde in den wesentlichen Punkten übereinstimmt mit dem der markhaltigen Wirbelthiernervenfasern. Bei beiden haben wir eine Scheide, die wenigstens vorwiegend aus »myelinogener Substanz« (PERTIK) besteht, und eine Inhaltsmasse — Achsencylinder — der sich als Fortsatz von Ganglienzellen erweist. Gegen die EISIG'sche Theorie ist anzuführen: 1) die Beobachtungen, welche ihre Richtigkeit erweisen sollten, beruhen auf unrichtiger Interpretation der mikroskopischen Bilder, namentlich auf dem Irrthum, dass Derivate der Neurochordscheide auf den Inhalt bezogen werden; 2) ließe sich nicht recht absehen, was denn die großen, voluminösen, wohlausgebildeten Neurochordzellen für eine Bedeutung haben sollten, wenn ihr Fortsatz degenerirt ist; 3) wäre es doch recht wunderbar, wenn in demselben Thiere alle verschiedenen Degenerationsstadien vorhanden sein sollten; 4) ist zwar der Neurochordinhalt von EISIG nicht völlig ohne Recht als »wasserähnliche Flüssigkeit« definirt worden (sehr wasserreich ist er aller Wahrscheinlichkeit nach thatsächlich); abgesehen von den oben hierüber gemachten Bemerkungen ist aber hervorzuheben, dass gerade EISIG daraus keinen Schluss gegen die nervöse Natur ziehen durfte, da er selbst bei *Notomastus* die außerordentlich geringe Consistenz und den fast flüssigen Aggregatzustand der Ganglienzellen ausdrücklich hervorhebt (pag. 62). Dessenungeachtet ist 1) die EISIG'sche Theorie vielleicht doch noch nicht als völlig widerlegt zu betrachten; 2) die logische Möglichkeit vorhanden, die nervöse Natur der *Mastobranchus*-Neurochorde zu bestreiten, indem man nämlich den Neurochordzellen ihren Charakter als Ganglienzellen abspricht. Sehr viel Verlockendes hat freilich dieser Standpunkt nicht; gleichviel will ich die Möglichkeit in Betracht ziehen. Eine, wie ich glaube, völlige Widerlegung der einen, wie der anderen Ansicht, sowie einige neue Beobachtungen lieferte die Untersuchung anderer,

[1] Die oben citirten Worte SCHIEFFERDECKER's, mit denen er seine Meinung über den Achsencylinder der Wirbelthiere ausspricht, kann ich für die Inhaltsmasse der Neurochorde sogar Wort für Wort gelten lassen.

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

verwandter Bildungen. Bisher habe ich, allerdings theilweise nur cursorisch, studirt die Neurochorde von *Lumbricus*, *Dasybranchus*, *Myxicola*, die Nervenröhren von *Palaemon squilla* und *Squilla mantis*, die Riesenzellen im Gehirn von *Lophius* und endlich zum Vergleich und zur Controlle den Ischiadicus des Frosches.

Lumbricus. Die Ergebnisse des Studiums der *Mastobranchus*-Neurochorde ließen es mir im höchsten Grade wahrscheinlich vorkommen, dass ich mich in meiner *Lumbricus*-Arbeit in einem Punkte getäuscht habe. Die nochmalige Untersuchung einiger großer Regenwürmer lieferte mir denn auch alsbald die Bestätigung dieser Vermuthung, außerdem aber einige neue Beobachtungen. Ich hatte aus einem isolirten Stückchen Regenwurm-Bauchstrang durch Drücken die ganzen Neurochorde herausgepresst; nicht, wie ich glaubte, nur die Inhaltsmasse (pag. 69). Die »großen äußerst zähflüssigen Tropfen« entstehen mit aller Sicherheit nicht, wie ich damals dachte, aus der Inhaltsmasse, sondern aus der Scheide. Nicht nur durch die Analogie mit der so ähnlichen Lage der Dinge bei *Mastobranchus* vermochte ich meine frühere Ansicht zu widerlegen, sondern auch direct. Hier lieferte namentlich die Beobachtung zwischen gekreuzten Nicols und eingelegter Gipsplatte Roth I. Ordnung ein vorzügliches Hilfsmittel. Betrachtet man bei solcher Anordnung ein Stückchen Bauchmark von *Lumbricus*, welches der Hauptachse des Gipsplättchens parallel gerichtet ist, so erscheint der Bauchstrang im Allgemeinen in der Additionsfarbe lebhaft blau, während sich die Neurochorde, insbesondere die optischen Längsschnitte der Wandungen derselben höchst frappant in der Subtractionsfarbe gelb abheben. Ebner (pag. 180) giebt an, dass er das gleiche Object auch in polarisirtem Lichte untersucht hat; da er aber, wie er selbst sagt, kein Gipsplättchen eingelegt hatte, is ihm diese Beobachtung entgangen; er constatirt nur Doppelbrechung schlechthin und glaubt, dass möglicherweise die Doppelbrechung nur von den chitinisirten Nervenscheiden herrühre. Zunächst ist jedoch, wie wir sahen, die Doppelbrechung zum Theil von der Neurochordscheide bedingt; wenn aber der übrige Bauchstrang blau erscheint, so ist dies sehr wahrscheinlich auf die in der Bauchstrangsscheide des Regenwurmes bekanntlich stark entwickelten glatten Muskelfasern zu beziehen; denn dass solche bei Parallelstellung mit der Hauptachse sehr deutlich Additionsfarben geben, habe ich mehrfach gesehen; während die nicht mit (wenigstens einigermaßen entwickelten) Markscheiden versehenen Nervenröhren, wenn überhaupt,

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

so jedenfalls nur sehr schwach doppelbrechend sind. Hierin glaube ich also Ebner's Deutung berichtigen zu können.

Was für uns nun sehr wichtig ist, ist der Umstand, dass alle die für die Neurochordscheide von *Mastobranchus* geltenden charakteristischen Eigenschaften auch für *Lumbricus* gelten — aber alle in weniger starkem Grade. Sie sind stark, aber nicht so stark lichtbrechend, wie die von *Mastobranchus*; doppelbrechend, wie wir sahen, aber in geringerem Grade; sie schwärzen sich mit Osmiumsäure, aber weniger schnell, weniger intensiv und mit einem weniger deutlichen Stich ins Blauschwarze als die des *Mastobranchus*. Das Gleiche gilt von den durch Quetschen etc. entstehenden Tropfen, welche außerdem eine weniger ausgesprochene Neigung zur Bildung doppelter Contouren haben[1]. Um mich zu überzeugen, dass nicht etwa das Seewasser, in dem die Beobachtungen an *Mastobranchus* zum Theil gemacht wurden, die Ursache dieser Differenzen war, beobachtete ich den Regenwurmbauchstrang u. A. auch in Seewasser, aber ohne dass der Unterschied verschwunden wäre. Die in den Neurochordscheiden von *Lumbricus* und *Mastobranchus* enthaltenen (nach Pertik's Ausdrucksweise) myelinogenen, beziehungsweise nervenmarkartigen Substanzen sind mithin zwar ähnlich, aber nicht identisch, sondern zeigen physikalische und chemische Unterschiede; eine Thatsache, die nur auf den ersten Augenblick Befremden erregen kann. Das »Mark« der Nerven (so wenig als das daraus hervorgehende »Myelin«) ist ja anerkanntermaßen kein chemisches Individuum, sondern ein Gemisch verschiedener chemischer Verbindungen; ähnlich vielleicht, wie ja auch z. B. die Fette (und deren Zersetzungsproducte) bei verschiedenen Thieren bereits für unseren Geruch und Geschmack erkennbare Unterschiede zeigen.

Künftige Beobachter der Neurochorde werden auf jenen Punkt besonders zu achten haben. Nehmen wir einmal an, die Neurochordscheiden enthielten (eine Frage, die ich nicht zu entscheiden vermochte) außer der myelinogenen noch eine Stützsubstanz. Es sind

[1] Mitunter wollte allerdings die Schwärzung der Tröpfchen durch OsO_4 nicht gelingen, was bei *Mastobranchus* beobachtet zu haben ich mich nicht erinnere. Dass daraus aber kein Schluss gegen die myelinartige Natur dieser Tröpfchen herzuleiten ist, geht aus einer Bemerkung von Rawitz hervor, nach der das Gleiche für die Myelinformationen auch von Wirbelthiernervenfasern gilt (pag. 42).

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

dann mit Berücksichtigung unserer Erfahrungen an *Lumbricus* und *Mastobranchus* folgende Variationen denkbar:

I. Quantitative: 1) die absolute Dicke der Neurochordscheide kann variiren; 2) das Massenverhältnis der myelinogenen und der angenommenen Stützsubstanz könnte variiren.

II. Qualitative: 1) die Beschaffenheit der myelinogenen Substanz kann, 2) diejenige der Stützsubstanz könnte variiren.

Das thatsächliche Vorkommen einiger dieser Möglichkeiten haben wir zum Theil, zum Theil werden wir es noch bestätigen können. Es st dies in so fern wichtig, als in Fällen, wo die myelinogene Substanz quantitativ in geringer Menge und vielleicht außerdem in qualitativer Hinsicht weniger charakteristisch ausgebildet ist, dieselbe als solche ganz verkannt werden kann. Es ist dies wohl zum Theil die Ursache, dass so weit mir bekannt nur Leydig (der auch schon die Herkunft der Tropfen aus »der Fettscheide« der *Lumbricus*-Neurochorde 1864 (1) erkannt hatte), Langerhans, Hans Schultze und Vignal die Nervenmarknatur oder wenigstens (Vignal) ähnliche Natur der Neurochordscheiden richtig gedeutet hatten, dass hingegen z. B. Rohde und ich dieser Ansicht fälschlicherweise entschieden widersprochen haben. Auch Nansen hält die Neurochordscheide des Regenwurmes für »very thick and prominent neuroglia-sheaths consisting of many layers or membranes of connective substance« (pag. 93). Ja sogar Leydig selbst, der gleich Anfangs das Richtige getroffen hatte, hat sich anscheinend irre machen lassen. Es ist evident, dass das von ihm neuerdings (2) in der Umgebung der Neurochorde beschriebene »Wabenwerk« ein Kunstproduct ist, wie ich es selbst bei allen probirten Methoden, mit Ausnahme der Osmiumsäure, regelmäßig erhalten habe. Somit fällt auch die Leydig'sche Deutung dieses Wabenwerks, und es erweist sich die ursprüngliche Leydig-sche Ansicht als die richtigere.

Ich habe nun noch einige Kleinigkeiten betreffs der Inhaltsmasse der Regenwurm-Neurochorde nachzutragen. Dieselbe erhält sich, wie ich schon früher angab, sehr gut bei Sublimat-Alkoholhärtung. Auch erwähnte ich bereits früher gewisse »strahlige Figuren«: ich habe dieselben neuerdings nach Härtung in dünner Sublimatlösung (1 Theil Sol. Subl. cc. / 5 - Alkohol 35%) ½ Stunde), Auswaschen mit 70%igem Alkohol und Färbung nach der Apathy'schen Methode viel deutlicher erhalten. In einem Falle (Fig. 27) zeigte sich ein auf Querschnitten dunkler gefärbtes Centrum, um dieses herum

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

in beträchtlicher Entfernung ein Kreis feiner Pünktchen, von diesem Kreise endlich nach der Peripherie zu ausstrahlend ein Kranz äußerst feiner Strahlen (in der Figur sind sie noch etwas zu grob gerathen). Auch durch Färbung eben so gehärteter Präparate durch Säurefuchsin bekam ich ein dunkler roth gefärbtes Centrum. Bestimmte Andeutungen fibrillärer Structur habe ich aber auch auf Längsschnitten niemals wahrgenommen. Ich halte alle diese Bilder mit Bestimmtheit für Kunstproducte: wie schon früher bemerkt, weichen die einzelnen Schnitte unter sich allzu sehr ab. Es lässt sich auch das Zustandekommen eines compacteren Centrums und radialer Structur beim Gerinnen und Schrumpfen cylindrischer Körper unter Umständen unschwer einsehen. Immerhin mag dennoch das eine oder das andere dieser Dinge auf eine präformirte, aber sicher stark veränderte Structur zu beziehen sein. Die von LEYDIG (2) angegebenen, von der Scheide in das Innere vorspringenden Blättchen, die ich auch einige Male an Osmiumpräparaten wahrnahm, mögen dagegen eher wahren Verhältnissen entsprechen[1]. — Dass Osmiumsäure den Neurochordinhalt des Regenwurmes nicht gut conservirt, habe ich auch schon früher angegeben. Ich habe es jetzt nochmals wiederholt und unter vielen Vorsichtsmaßregeln, u. A. auch mit Osmiumsäuredampf probirt, niemals jedoch eine andere, als nur sehr mangelhafte und streckenweise Conservirung des Inhaltes erzielt. Es ist nun ja bekannt, und wird allgemein zugegeben werden können, dass homologe Gewebe verschiedener Thiere ein nicht ganz gleiches chemisches Verhalten zeigen. Auch SCHIEFFERDECKER (2) constatirt chemische Unterschiede zwischen den Achsencylindern verschiedener Wirbelthiere. Man könnte denken, dass etwas Ähnliches bei dem Neurochordinhalt von *Lumbricus* und *Mastobranchus* vorliegt, bei welch' letzterem eine weit bessere Conservirung des Inhaltes durch OsO_4 constatirt wurde. Viel wahrscheinlicher beruht die Sache jedoch auf dem Factum, dass die *Mastobranchus*-Neurochorde segmentale Einschnürungen mit Verdünnung der Neurochordscheide, ja mit kurzen Unter-

[1] Beiläufig erwähne ich, dass die APATHY'sche Färbungsmethode sehr geeignet für das Studium des Regenwurmnervensystems überhaupt ist. Die Ganglienzellen nehmen eine sehr deutliche und sehr schön durchsichtige Färbung an. Die bindegewebigen oder neurilemmatischen Hüllen der Ganglienzellen, der Rest der Neurochordmarkscheiden, sowie das fragliche Netz der Punktsubstanz färben sich etwas dunkler. (In meiner Regenwurmarbeit habe ich dieses im Anschluss an NANSEN gedeutet. Nach Lectüre insbesondere der EISIG'schen Einwände glaube ich jedoch, dass hier eine größere Vorsicht am Platz gewesen wäre.)

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

brechungen des Marks, besitzen, der Regenwurm hingegen nicht. An diesen Unterbrechungsstellen kann nun die Osmiumsäure bequem ins Innere dringen und den Inhalt härten, ohne von dem Mark zurückgehalten oder gebunden zu werden. Diese einfache Erklärung wird gestützt 1) dadurch, dass die Conservation der Inhaltsmasse auch bei *Mastobranchus* in der Nähe der Einschnürungen vollständiger zu sein pflegt, als an anderen Strecken; 2) dass bei *Lumbricus* die Conservation an den verjüngten, mit dünneren Scheiden versehenen Vorder- und Hinterenden besser ist, als an anderen Stellen; 3) dass, wie wir noch weiter sehen werden, im Allgemeinen die Conservirbarkeit des Inhaltes der Neurochorde etc. durch Osmiumsäure meist in umgekehrtem Verhältnis zu der Dicke der Markscheiden steht. — Im Großen und Ganzen stimmen also die Neurochorde des Regenwurms mit denen des *Mastobranchus* in den wesentlichen Punkten überein. Als Unterschiede führe ich kurz an: das Mark beider ist nicht identisch; der Inhalt vielleicht auch etwas verschieden; die des Regenwurmes sind relativ dünner, verlaufen alle drei überall auf der Dorsalseite, entbehren der segmentalen Einschnürungen, stehen, so weit ich beobachtet habe, nur in den hinteren Segmenten mit Neurochordzellen in Verbindung und haben am Vorderende ein in meiner früheren Arbeit beschriebenes, complicirtes Verhalten, welches ich bei *Mastobranchus* nicht nachweisen konnte.

Dasybranchus habe ich bisher nicht näher studirt; die charakteristische Doppelbrechung der Neurochorde ist noch viel schwächer, als bei *Lumbricus*, geschweige denn als bei *Mastobranchus*. Ob hier die Sache auf quantitativen oder qualitativen Unterschieden der Markscheide beruht, oder vielleicht auf beiden, habe ich nicht untersucht.

Myxicola infundibulum habe ich gleichfalls bisher nur cursorisch behandelt. In Bezug auf den Verlauf der oder beziehungsweise des ungeheuren Neurochords dieses Wurmes bemerke ich, dass ich zusammen mit Herrn Eduard Meyer Gelegenheit hatte, an den Schnittserien dieses Herrn zu constatiren, dass seine Angabe, nach welcher das eine der beiden in den vorderen Segmenten befindlichen Neurochorde blind endet, nicht richtig ist. Es findet vielmehr eine Verschmelzung beider statt. An den von Herrn E. Meyer mir gütigst geliehenen Schnittserien und durch eine allerdings nicht eingehendere Untersuchung der frischen Organe, besonders aber an Schnitten von Osmiumpräparaten ermittelte ich, dass die Dicke der Neurochordscheide absolut und namentlich relativ unvergleichlich viel geringer

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

ist, als die der bisher behandelten Thiere. Namentlich gilt dies von dem ventralen Theil der Scheide, der ganz dünn ist. Auch die Schwärzung durch Osmium ist wenig auffallend. Wenn also in diesem Falle überhaupt nervenmarkartige Substanz vorliegt, so kann diese in nur sehr geringen Mengen und wenig charakteristischer Ausbildung vorhanden sein. Mit dieser Thatsache sowie den oben gemachten Bemerkungen steht nun in erfreulichem Einklang die Beobachtung, dass bei *Myxicola* der Neurochordinhalt sich auch durch Osmiumsäure sehr gut conservirt. Er stellt eine — anscheinend — homogene Masse dar, an der ich auch durch Säurefuchsinfärbung keine fibrilläre Structur oder dergleichen sehen konnte. — Die zugehörigen Neurochordzellen habe ich nicht mit Sicherheit ausfindig gemacht, freilich auch noch nicht speciell danach gesucht.

Die von Fritsch entdeckten riesigen Ganglienzellen im Gehirn von *Lophius piscatorius* und die von ihnen entspringenden Fasern habe ich gleichfalls nicht eingehender studirt. Doch konnte ich an einem von Herrn Dr. Paul Mayer mir gütigst überlassenen, injicirten Gehirn die Angabe von Fritsch bestätigen, dass wirklich Blutgefäße das Plasma jener großen Zellen durchbrechen.

Palaemon squilla. Durch die Mittheilungen Haeckel's wurde ich veranlasst, den Bauchstrang einiger kleiner *Palaemon* zu untersuchen (nach Heller's Crustaceenwerk als *P. squilla* bestimmt). Es zeigte sich, dass diese kleinen Krebse äußerst werthvolle Fingerzeige zum Verständnis der ganzen Neurochordfrage lieferten. Der Bauchstrang dieser Thiere ist oberflächlich etwas mit Pigment bedeckt: wo die Pigmentirung fehlt, erblickt man schon ohne Weiteres am herauspräparirten Bauchstrang die eigenthümliche starke Lichtbrechung. Um die Objecte ohne Quetschung, Austrocknung, Berührung mit differenten Flüssigkeiten längere Zeit beobachten zu können, verfuhr ich wie oben angegeben. Durch Zerzupfen mit Nadeln gewinnt man leicht isolirte Nervenröhren, bei einiger Bemühung auch wohl einige der »riesigen«. Fast alle diese Fasern haben sehr deutlich doppelte Contouren, Ausdruck einer beträchtlichen Dicke der Röhrenwandungen. Die »riesigen Fasern« unterscheiden sich von denen geringeren Calibers lediglich durch ihre Dicke. Erstere sind es nun, die in jeder Beziehung den *Mastobranchus*-Neurochorden (vielleicht von Eigenthümlichkeiten des Verlaufes abgesehen) täuschend ähnlich sehen. Sie zeigen dieselbe Neigung, beim Flottiren in Seewasser unter Bildung absolut ähnlicher Varicositäten der Wand »zusammenzuschnurren«,

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

dieselbe Lichtbrechung, dieselbe Art und ziemlich die gleiche Intensität der Doppelbrechung. Mechanische Insulte, Quetschen, Einwirkung von Wasser etc. erzeugen die prachtvollsten Myelinformationen; jedes Tröpfchen zeigt deutlichste Doppelbrechung, während die Schwärzung durch Osmium nicht an allen gleich gut gelang: bei manchen dauerte es sehr lange, bis deutliche Schwärzung eintrat, bei einzelnen blieb sie auch wohl ganz aus. Vielleicht habe ich in letzteren Fällen nur nicht lange genug gewartet.

Dass diese Erscheinung kein Einwand gegen die Natur der die Röhrenwand bildenden Masse als myelinogener Substanz ist, habe ich schon oben angegeben. Dass aber die sich einstellenden Tropfen, Tröpfchen etc. auch in diesem Falle nur aus der Wandung, nicht aus dem Inhalt hervorgehen, lehrt u. A. unzweideutig die Beobachtung in polarisirtem Licht. Beim Einstellen auf die optischen Längsschnitte der Röhrenwandungen erkennt man ohne Weiteres, dass diese die Ursache der Doppelbrechung sind, nicht etwa der Inhalt. Da nun die Tropfen sehr deutlich doppelbrechend sind, so kommen sie aus der Wand. nicht aus dem Inhalt. Wie bei *Mastobranchus* kann durch Erhitzen die Doppelbrechung (des ganzen Organs, die Tropfen habe ich darauf nicht untersucht) zum Verschwinden gebracht werden und kehrt nach dem Erkalten zurück. Im Ganzen steht die Intensität der charakteristischen Erscheinungen bei *Palaemon* denen bei *Mastobranchus* vielleicht um eine Kleinigkeit nach, übertrifft aber die von *Lumbricus* erheblich.

Merkwürdig ist nun, dass bereits Haeckel die soeben beschriebenen Erscheinungen großentheils beobachtet und ausführlich dargestellt hat, aber, anstatt auf das Vorhandensein einer Markscheide zu schließen, vielmehr ausdrücklich sagt (pag. 473/74): »Übrigens scheint zwar dieser ganze eigenthümliche Gerinnungsact durch eine Zersetzung des homogenen Röhreninhalts in verschiedene chemische Bestandtheile verursacht zu werden, ist aber keineswegs mit der sogenannten Nervengerinnung an den dunkelrandigen Röhren der Wirbelthiere zu vergleichen, schon einfach aus dem Grunde, weil das der fettreichen Markscheide Analoge hier gänzlich fehlt.« Man sieht daraus, dass also auch Haeckel die Ähnlichkeit aufgefallen war, dass aber die Meinung, bei wirbellosen Thieren kämen markhaltige Nerven nun einmal nicht vor, ihn nicht zu der richtigen Deutung kommen ließ.

Sehr lehrreich sind auch Querschnitte von in OsO_4 gehärteten

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

und eventuell mit Säurefuchsin gefärbten Stücken. Wählen wir zuerst einen Schnitt durch eine Längscommissur (Fig. 1). Man sieht eine große Zahl von Röhrenquerschnitten und zwar in den mannigfachsten Modificationen. Da sind ganz große, durchaus wie »Neurochorde« aussehende; mittelgroße, kleinere und kleinste, solche mit dicken Wandungen (die dann häufig concentrische Aufspaltung zeigen) und solche mit dünnen (seitlich neben den ganz großen z. B. sieht man in der Figur 1 solche von sehr erheblichem Durchmesser und dennoch nur dünnen Wandungen); solche mit sehr gut, weniger gut und ganz schlecht conservirter Inhaltsmasse. Im Großen und Ganzen war die Inhaltsmasse um so besser conservirt, je dünnwandiger die Röhre war. Je dicker die Wandung, um so intensiver im Allgemeinen die Schwärzung derselben durch Osmiumsäure. — Auch nach Säurefuchsinfärbung vermochte ich nirgends irgend wie deutliche Anzeichen sogenannter fibrillärer Structur des Inhalts zu beobachten; eben so wenig nach Silbernitratbehandlung der frischen Fasern, obwohl die Schwärzung der zusammengeschnurrten Rissenden, wie auch die FROMMANN'schen Linien sich eben so prompt einstellten, wie bei *Mastobranchus*. — Etwas complicirter sind die Verhältnisse auf einem Querschnitt durch ein Ganglion (Fig. 29). Die markhaltigen Fasern sind nesterartig eingeengt und weniger massenhaft, als auf dem vorher beschriebenen Schnitt; dafür findet sich hier in symmetrischer Anordnung außer den Zügen markhaltiger Fasern typische »LEYDIG'sche Punktsubstanz«. Mir wenigstens machte sie den Eindruck eines Maschenwerkes, und es lag der Gedanke zum mindesten sehr nahe, sie möchte wiederholten Theilungen einer Anzahl Nervenröhren ihren Ursprung verdanken. Doch will ich mich auf die Punktsubstanzfrage nicht des Weiteren einlassen und constatire somit nur das sogar überwiegende Vorkommen sehr deutlich markhaltiger Nervenfasern im Bauchstrange von *Palaemon*. Was von den Neurochorden bei *Mastobranchus* galt, das gilt mit geringen Modificationen von den Nervenröhren bei *Palaemon*; bei letzterem aber ist es schon nahezu unmöglich, die nervöse Natur der fraglichen Gebilde anzuzweifeln, es müsste denn der Bauchstrang (insbesondere die Längscommissuren) ganz vorzugsweise aus nicht nervösen Elementen, »degenerirten Nervenfasern« oder dergleichen zusammengesetzt sein[1]!

[1] Geradezu unkenntliche Kunstproducte erhielt ich durch jedes Reagens mit alleiniger Ausnahme der Osmiumsäure. Härtung in Liquor Müllerii, Chromsäure, ja auch mit Sublimat-Alkohol zerstört nicht nur die Markscheide, son-

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

Squilla mantis. Sehr verschieden sehen die Nervenröhren von *Squilla mantis* aus. Die nur an manchen Stellen des ganzen Bauchstranges wahrnehmbare und zudem umgekehrte Doppelbrechung ist wohl auf die Hüllen desselben zu beziehen; an durch Zerzupfen gewonnenen einzelnen Nervenröhren ist davon eben so wenig zu sehen, wie von starker Lichtbrechung, von deutlich doppelten Contouren oder Myelinformationen. Die Querschnitte durch mit OsO_4 erhärtete Stückchen des *Squilla*-Bauchstranges waren in ihrer Art auch recht instruktiv. Auf Querschnitten durch die Längscommissuren zeigte sich zunächst (Fig. 2), dass außer zahlreichen ganz zweifellosen Röhren verschiedensten Calibers überhaupt kaum etwas vorhanden war; die nervöse Natur dieser Röhren ist also hier ganz und gar nicht anzuzweifeln. Der Inhalt derselben war aber nur bei den allerwenigsten erhalten; es gilt dies sogar auch von einem mit Sublimat-Alkohol gehärteten Stück (ich habe allerdings nur einen Versuch gemacht) — sei es nun, dass der Inhalt nicht conservirt wurde, sei es, dass er vorher förmlich ausgeflossen war (ich härtete Stückchen des Bauchstranges). Wenn daher schon der Achsencylinder der Wirbelthiere eine sehr wasserreiche Substanz sein mag, dies in vielleicht noch höherem Grade für den Neurochordinhalt von *Mastobranchus* zutrifft, so gilt dies sicherlich im allerhöchsten Grade von dem Inhalte der Nervenröhren von *Squilla*, was festzustellen um so wichtiger ist, als gerade hier an der nervösen Natur des Inhalts der Röhren kein Zweifel obwalten kann, da in den Längscommissuren eben schlechterdings nichts Anderes zu sehen ist, als Röhren. — Woraus besteht nun aber die Wandung? Jedenfalls ist sie sehr viel dünner, als die der Nervenröhren von *Palaemon*, die sie zusammensetzende Masse weniger reichlich vorhanden und daher schwerer zu erforschen. Entspricht diese Masse der bei *Mastobranchus*, *Palaemon* etc. vorhandenen myelinogenen Masse oder vielmehr nur der in jener vermuthungsweise angenommenen Stützsubstanz oder beiden? Die für das Nervenmark charakteristischen Eigenschaften sind nicht zu constatiren — höchstens, dass auch hier an Schnitten von Osmiumpräparaten die Wandungen dunkel (aber nicht tief schwarz!) hervortreten. Was Alles wird

---

dern bringt auch den Inhalt (Achsencylinder) zu so colossaler Schrumpfung, dass er auf einen ganz kleinen Bruchtheil seines wahren Volumens reducirt wird und so oft förmlich verschwindet; auf Querschnitten sieht man dann nur ganz zarte, weite Kreise, die spärlichen Überreste der Markscheiden, hier und da ein kleines Stück Gerinnsel im Centrum des Kreises oder auch excentrisch liegend, die Andeutungen ehemaliger Achsencylinder.

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

aber nicht durch OsO_4 dunkel gefärbt! Da wir aber gesehen haben, dass die myelinogenen Substanzen nicht überall die gleichen sind, dass ihre charakteristischen Eigenschaften bald mehr, bald weniger ausgeprägt sind, da es endlich sich bei *Squilla* jedenfalls nur um sehr wenig Substanz handelt, so kann ich trotz alledem das Vorhandensein einer nervenmarkartigen Substanz auch bei *Squilla* wenigstens nicht bestimmt ausschließen. Zugleich will ich aber darauf hinweisen, dass diese ganze Frage an Präcision und Wichtigkeit viel einbüßt, wenn man sich immer gegenwärtig hält, dass, wie schon mehrfach hervorgehoben, eben das Nervenmark nicht nur kein chemisch definirter Stoff ist, sondern sogar in gewissermaßen gradweise abgestuften Qualitäten vorkommt[1]. — In Bezug auf das Auftreten von »Punktsubstanz« in den Ganglien gilt für *Squilla mantis* das Gleiche, wie für *Palaemon squilla*. — Die segmentalen Nerven zeigen bei *Palaemon* (Fig. 28) wie bei *Squilla* im Grunde denselben Bau, wie die Längscommissuren des Bauchstranges.

Nun noch ein vorläufiges Schlusswort in Bezug auf die Nervenröhren der Crustaceen überhaupt. Wie wir gesehen haben, ist von Haeckel bei den Nervenröhren der Cariden, von Eisig bei den Neurochorden des *Mastobranchus*, von mir bei denen des Regenwurmes der übereinstimmende Irrthum begangen worden, dass die aus der Röhrenwandung hervorgehenden Myelinformationen auf den Inhalt bezogen wurden. Es beschreiben nun noch mehrere andere Forscher (z. B. Haeckel auch für andere Decapoden, Yung, Krieger) tropfenartige Gebilde als Zersetzungsformen des Inhaltes der Nervenröhren verschiedener Krebse. Im Hinblick auf die eben angeführte Thatsache, sowie darauf, dass, so weit meine Beobachtungen reichen, jener gar keine Neigung hat, Tropfenform anzunehmen, glaube ich mit großer Wahrscheinlichkeit aussprechen zu können, dass hier der gleiche Irrthum vorliegt[2].

---

[1] Während des Druckes dieser Arbeit zeigte mir Herr Dr. Apathy einen in 0,5%iger Kochsalzlösung aufbewahrten, etwas gequetschten Bauchstrang von *Squilla* mit ziemlich zahlreichen, meist einfach, mitunter aber auch doppelt contourirten Tröpfchen, die kaum Anderes als Myelinformationen sein konnten. Doppelbrechung derselben war nicht zu constatiren. Demnach sind auch die Nervenröhren von *Squilla* markhaltig, das Mark aber ist im Vergleiche mit *Palaemon* spärlich und wenig charakteristisch ausgebildet.

[2] Eben so scheint es nach der historischen Übersicht von Key & Retzius, als ob der ganz gleiche Irrthum in früheren Zeiten auch für die markhaltigen Fasern der Wirbelthiere begangen worden ist. Dagegen entnehme ich aus den

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

Markhaltige Wirbelthiernervenfasern untersuchte ich nicht um ihrer selbst willen, sondern nur des Vergleiches halber: insbesondere desswegen, weil die für die Wirbelthiernerven üblichen Methoden in der Regel nicht auf die Neurochorde, und umgekehrt die gewöhnliche Alkoholhärtung meist nicht auf die Wirbelthiernerven angewandt wird. Als Repräsentanten wählte ich den Ischiadicus des Frosches. Das Aussehen der frischen Fasern ist — abgesehen vom geringeren Durchmesser — durchaus ähnlich dem der Neurochorde etc., die Neigung, unter Falten- und Varicositätenbildung zusammenzuschnurren allerdings erheblich geringer; doch gelang es mir, durch Quetschen tropfenartige Varicositäten der Wandung hervorzurufen, die, wenn schon im Durchschnitt etwas kleiner, doch den entsprechenden des *Mastobranchus* ganz ähnlich waren. Vielleicht erklärt sich auch dieser Unterschied sehr einfach lediglich durch das Vorhandensein einer Schwann'schen Scheide, deren Homologa ich bei den Neurochorden etc. nicht gefunden habe. Die durch Aqua destillata erzeugten Myelinformationen gleichen am meisten denen des *Palaemon*; an Deutlichkeit der charakteristischen Eigenschaften stehen sie hinter denen von *Mastobranchus* eher zurück, übertreffen aber die von *Lumbricus* sicherlich. (Boll giebt eine genauere Beschreibung und zahlreiche Abbildungen der Varicositäten etc. der Markscheiden.) Die Art der schon von Ebner beschriebenen Doppelbrechung stimmt mit den Neurochorden etc. überein. Neu ist vielleicht die Beobachtung, dass auch hier Erhitzung die Doppelbrechung wenigstens sehr erheblich schwächt und dass sie hier, wie dort, nach dem Erkalten zurückkehrt. Das Aussehen von Querschnitten der mit Osmium behandelten Nervenstämmchen ist bekannt. Ich bitte, meine Figuren 1 und 29 mit Ranvier's Abbildung (auf pag. 568, in der ersten Auflage pag. 744) zu vergleichen. Es lässt sich wohl kaum eine bessere Übereinstimmung wünschen. Die Inhaltsmasse (hier seit lange als »Achsencylinder« bekannt) erhält sich anscheinend überall. Da aber schon ein einziger Querschnitt durch den Bauchstrang von *Palaemon* alle Übergänge von vollständiger Erhaltung bis zu nahezu vollständiger Zerstörung zeigt (cf. Fig. 1 und 29), so ist auf diesen Unterschied wenig Gewicht zu legen.

Angaben anderer Autoren, dass Ehrenberg schon 1836 und außerdem Hannover die Nervenröhren von Krebsen als markhaltig beschrieben haben. Der neu erschienenen Arbeit von Retzius (2) über die markhaltigen Nervenfasern von *Palaemon* habe ich bereits in der Anmerkung auf pag. 205 gedacht.

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

Vielleicht sind es nur die RANVIER'schen Einschnürungen, die das Eindringen der Osmiumsäure und damit die Conservirung des Inhaltes — des Achsencylinders — erleichtern; vielleicht beruht der Unterschied aber auch auf abweichendem chemischen Verhalten, etwa bedeutenderer Consistenz oder dergleichen. — Von zwei Versuchen, die Säurefuchsin-Fibrillen zu sehen, gelang der erste fast gar nicht, der zweite um so besser. Bei mir traten die Fibrillen weniger regelmäßig auf, als z. B. bei BOVERI; eher, wie z. B. bei RETZIUS (1). Dass und warum mir ihre Präexistenz wenigstens nicht ganz über jeden Zweifel erhaben ist, habe ich bereits oben aus einander gesetzt. Die Dinge liegen aber sicherlich nicht so, dass die Nichtdarstellbarkeit der Säurefuchsin-Fibrillen einen Einwand gegen die nervöse Natur der Krebsnervenröhren bilden könnte. Letztere ist ganz und gar nicht zu bezweifeln. Eher könnte man das Verhalten dieser als neues Verdachtsmoment gegen die Präexistenz der Fibrillen ansehen, die, beiläufig bemerkt, jeder der bisherigen Beobachter in etwas anderer Form gesehen zu haben scheint. Andererseits muss ich ja zugeben, dass vielleicht auch der Inhalt der Neurochorde und Krebsnervenröhren eine »fibrilläre Structur« besitzt, die mir nur aus irgend welchen Gründen entgangen ist. Dass es wohl Mittel und Wege giebt, auch hier eine solche darzustellen, halte ich sogar von vorn herein für wahrscheinlich. Doch auch auf die Achsenfibrillenfrage kann ich mich hier nicht näher einlassen.

Sehr interessant waren die Bilder, die ich von einem Krötenischiadicus nach Alkohol- oder Sublimat-Alkoholhärtung mit nachfolgender Färbung nach der APATHY'schen Methode erhielt. Erstere habe ich schon oben kurz angegeben: sehr viele Achsenräume ganz leer, andere mit colossal geschrumpften Gerinnseln erfüllt, die in Folge der APATHY'schen Färbung blaugrau waren; nur wenige leidlich erhalten, Markscheide viel dünner und ohne ihre normale, compacte Beschaffenheit. Wenn also die Osmiumsäure für markhaltige Fasern wie Neurochorde etc. die verhältnismäßig am wenigsten veränderten Bilder liefert, so muss die einfache Alkoholhärtung nach meinen Erfahrungen als diejenige bezeichnet werden, welche von den gebräuchlichen Methoden die ärgsten »Kunstproducte« liefert und am meisten geeignet ist, sowohl in Bezug auf die Scheide, wie auch auf den Inhalt zu gleichmäßig falschen Vorstellungen zu führen. Die mit Sublimat-Alkohol gehärteten Stücke zeichneten sich wenigstens dadurch vortheilhaft aus, dass die Inhaltsmasse, d. h. der Achsencylinder, fast allenthalben

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

eine das Lumen fast ganz ausfüllende blaugraue Masse darstellte: also ganz wie die entsprechend behandelten *Mastobranchus*-Neurochorde.

Anhangsweise theile ich einige Erfahrungen über die Weigert-sche Grünspan-Hämatoxylin-Blutlaugensalz-Methode mit, mit der ausdrücklichen Bemerkung, dass sich dieselben auf meist nur je einen Versuch, und zwar an Paraffinschnitten, beziehen. (Chromsäure wandte ich in $^1/_2$—1% ca. 20 Stunden an; Liquor Müllerii etwa 5 Tage oder länger, meist bei Erwärmung auf 37°.)

Die Reaction gelang bei *Mastobranchus* sowohl bei Müller- wie bei Chromsäurehärtung.

» » » » *Lumbricus* nur bei Chromsäurehärtung.

» » » gut » Wirbelthiernerv nur bei Müllerhärtung; bei Chromsäurehärtung nicht an allen Fasern gleichmäßig.

» » » gar nicht bei *Palaemon* und *Squilla*.

Bei Chromsäurepräparaten dauert übrigens die Action der Differenzirungsflüssigkeit auf alle Fälle etwas längere Zeit bis zur genügenden Entfärbung. Man vergleiche auch Schiefferdecker's (1) Auslassungen darüber. Den Werth einer Art von Reaction auf Nervenmark scheint demnach diese sonst so prachtvolle Bilder liefernde Methode nicht beanspruchen zu können: abgesehen davon, dass das Nervenmark verschiedener Thiere nicht ein und dasselbe Ding ist.

Die hauptsächlichsten Momente unserer Resultate lassen sich etwa folgendermaßen zusammenfassen:

1) Die sogenannte Neurochorde[1] von *Mastobranchus*, *Lumbricus* und sehr wahrscheinlich die der Anneliden überhaupt, ferner die Nervenröhren von *Palaemon*, *Squilla* und sehr wahrscheinlich die der Crustaceen, vielleicht der Arthropoden überhaupt, endlich die markhaltigen Fasern der Wirbelthiere sind fundamental dieselben Gebilde.

2) Dieselben sind nach dem Schema einer Röhre gebaut und lassen demnach Wand und Inhalt unterscheiden. Erreicht erstere eine merkliche Dicke, so erscheint ihr optischer Schnitt als doppelter Contour.

3) Die Wand dieser Röhren besteht in vielen Fällen

[1] Dass das in dieser Arbeit noch beibehaltene Wort »Neurochorde« recht unglücklich gewählt ist, ist wohl zur Genüge ersichtlich geworden; dasselbe möchte daher für die Folgezeit durch die ältere, viel bessere Bezeichnung »riesige Nervenfaser« oder dergl. zu ersetzen sein.

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

(ob in allen?), speciell bei *Mastobranchus*, *Lumbricus*, *Palaemon*, *Squilla* und den Wirbelthierfasern, zum mindesten theilweise aus »myelinogenen« oder »nervenmarkähnlichen« Substanzen, die in den einzelnen Fällen einige Unterschiede zeigen. Von vielen Autoren wurden die aus diesen hervorgegangenen »Myelinformationen« fälschlicherweise auf den Inhalt der Röhren bezogen.

4) Der Inhalt dieser Röhren ist eine wasserreiche, protoplasmatische Substanz von fraglicher oder umstrittener Structur; er erweist sich als die directe Fortsetzung der Ausläufer von Ganglienzellen. Er heißt bei den Wirbelthieren seit lange »Achsencylinder«, eine Bezeichnung, die wir nunmehr auch auf die Neurochorde und die Nervenröhren der Krebse zu übertragen berechtigt sind, und unter welcher wir den ganzen Inhalt zu verstehen haben.

5) In Bezug auf die Neurochordfrage im Speciellen kann man demnach mit geringen Einschränkungen den Satz aufstellen: Die sogenannten Neurochorde (zunächst die des *Mastobranchus* und *Lumbricus*) sind markhaltige Nervenfasern. Der verbreitete Satz, dass markhaltige Fasern nur bei Wirbelthieren vorkämen, ist somit widerlegt.

Schlussbetrachtungen.

Kehren wir nach diesen vergleichenden Ausblicken zu den Neurochorden des *Mastobranchus* im Speciellen zurück.

Wie aus meinen Untersuchungen hervorgeht, muss ich die Ansichten Eisig's über die Natur sowohl der Neurochordscheide, als auch des Inhaltes für gleich unrichtig erklären. Erstere, wenn sie überhaupt neurilemmatische Elemente enthält, ist doch jedenfalls durch das Vorhandensein nervenmarkartiger, myelinogener Masse von dem übrigen Neurilemm sehr erheblich verschieden und zeigt vielmehr von allen bisher bekannt gewesenen Dingen am meisten Ähnlichkeit mit der Markscheide der Wirbelthiernervenfasern; der Inhalt aber ist, wenn auch wohl sehr wasserreich, so doch nicht die functionell nebensächliche, fast wässerige Flüssigkeit, wie Eisig glaubt. Die von Eisig für »Nervenfasern« und ihre Degenerationsproducte gehaltenen Bildungen sind sämmtlich als Faltungen, Varicositäten, Myelinformationen auf die Scheide und nicht auf den Inhalt zu beziehen. Wenn endlich Eisig von den dickeren Neurochorden, speciell den sehr dicken gewisser Röhrenwürmer meint, sie seien mit dem »Schema einer Nervenfaser nun einmal schlechterdings nicht vereinbar«, so

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

muss ich dagegen Folgendes einwenden. Bei dem Ausdruck »Nervenfaser« schlechthin und »Schema« einer solchen wird Jeder zunächst an die Nervenfaser par excellence, an die bestbekannte und am meisten studirte, d. h. die periphere markhaltige Nervenfaser der Wirbelthiere denken müssen. Wenn anders nun das »Schema« einer solchen die Röhre ist, deren Wand vorwiegend aus Mark, deren Inhalt aus wasserreicher, protoplasmatischer Substanz, dem Fortsatz von Ganglienzellen besteht, wenn anders ferner die absolute Größe beziehungsweise Dicke bei einem Schema nichts zur Sache thut: so muss ich Eisig gegenüber behaupten: Mit dem Schema einer Nervenfaser stimmen die Neurochorde des *Mastobranchus* ganz gewiss überein. Es sei aber ausdrücklich bemerkt, dass Eisig mit allen diesen Irrthümern nicht allein dasteht. Insbesondere ist der fundamentalste Irrthum, der großentheils die anderen hervorgerufen hat und der kurz gesagt darin besteht, dass Derivate der Wand auf die Inhaltsmasse bezogen wurden, wie oben gezeigt, von vielen Forschern, u. A. auch von mir selbst bei *Lumbricus* begangen worden. Durch die beiden oben aus einander gesetzten Streitfragen über die Natur der Leydig'schen Punktsubstanz, sowie über die fibrilläre Structur etc. des Achsencylinders ist eine solche Verwirrung entstanden, dass thatsächlich das »Schema der Nervenfaser« bei den Erforschern der Nervensysteme wirbelloser Thiere leicht eine mehr nebelhafte Vorstellung werden konnte. So viel zur gerechten Beurtheilung der Eisig'schen Irrthümer; auch zu meiner eigenen Entschuldigung, wenn diese Schrift durch die Nothwendigkeit einer fast fortwährenden Polemik einen zum thatsächlichen Inhalt nicht in richtigem Verhältnis stehenden Umfang erreicht hat.

Nun noch einige Schlussworte über meine Deutung der Neurochorde und die Begründung derselben. Ich habe oben aus einander zu setzen versucht, wie im Wesentlichen ein Verständnis der physiologischen Function histologischer Elemente erreicht werden kann. Wir sahen, dass wegen der großen Schwierigkeit oder gar technischen Unmöglichkeit directer Versuche nur die Ähnlichkeit, die Analogie mit Elementen von bekannter Function übrig bleibt. Beschränken wir uns aber auch nur auf den Vergleich mit den markhaltigen Fasern von *Palaemon*, so würden wir bis auf Weiteres wegen der weitgehenden Übereinstimmung beider Objecte für beide eine ähnliche Function annehmen müssen. Da aber für *Palaemon* eine andere

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

Deutung als die functionirender Nervenfasern ausgeschlossen erscheint, so können wir mit allergrößter Wahrscheinlichkeit vermuthen, dass auch die Neurochorde des *Mastobranchus* functionirende markhaltige Nervenfasern sind[1]. Es bleibt demnach die alte Leydig'sche Auffassung, der sich Claparède, H. Schultze, Langerhans und Vignal im Wesentlichen anschlossen (alle Anderen, so weit mir bekannt, leugneten wenigstens die nervenmarkartige Natur der Neurochordscheide) zu Recht bestehen.

Eisig weist auch darauf hin, dass innerhalb der Capitelliden-gruppe die Neurochorde um so stärker ausgebildet sind, um so freier der Bauchstrang in der Leibeshöhle liegt. Im Zusammenhang mit seinen übrigen Ansichten war Eisig in der That berechtigt, dies als einen weiteren Wahrscheinlichkeitsbeweis für die Stützfunction der Neurochorde anzugeben. Nachdem es sich aber gezeigt hat, dass diese eine doch wesentlich andere Structur besitzen, als Eisig glaubte, so verliert jene Correlation zwischen Lage des Bauchstranges und Entwickelung der Neurochorde jede Beweiskraft. Zunächst ist auch die Artenzahl der Capitellidengruppe doch etwas gering, um die Gesetzmäßigkeit einer Correlation mit Sicherheit zu beweisen; nehmen wir sie aber auch als erwiesen an, so giebt es in jedem Falle sehr viele mögliche Ursachen einer bestehenden Correlation. Die Parallelität zweier Erscheinungsreihen braucht auch durchaus nicht nothwendig so aufgefasst zu werden, dass die eine ursächlich von der anderen abhängt, sondern es können beide von einer unbekannten dritten abhängig sein. Es wird auch zugegeben werden müssen, dass nur zu häufig sich die Ursachen einer Correlation unserem Verständnis bisher entziehen. Das trifft, glaube ich, auch auf unseren Fall zu.

Man könnte schließlich noch daran denken, dass die Neurochorde wenigstens als Nebenfunction u. A. auch zur Stütze des Bauchstranges dienten. Diese Vermuthung direct zu widerlegen oder zu beweisen, ist zunächst fast unmöglich. Doch halte ich dieselbe (gegen meine frühere in der Regenwurmarbeit ausgesprochene Ansicht) aus mehreren Gründen für unwahrscheinlich. Der Gedanke überhaupt, den Neurochorden eine solche Function zu vindiciren, ist nur bei Denjenigen entstanden, welche die Structur jener Organe in der einen oder der anderen Weise missverstanden haben. Wären

[1] Die Eisig'sche Degenerationstheorie hat auch bereits in das Lehrbuch von Lang Eingang gefunden.

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

jene Irrthümer nie begangen worden, so wäre wohl Niemand dazu gekommen, markhaltigen Nervenfasern auch nur eine Nebenfunction jener Art zuzuschreiben.

Welche Function nun aber diese Nervenfasern im Speciellen haben — das ist eine weitere Frage, die viel schwerer sich wird entscheiden lassen. Ich selbst habe nur eine ziemlich vage Vermuthung darüber: wenn ich sie trotz ihrer Unbestimmtheit und des Mangels an Beweisen als bloße Möglichkeit mittheile, so thue ich dies in der Voraussetzung, dass das jedenfalls nichts schaden kann, auch wenn meine Vermuthung ganz falsch sein sollte.

Ich habe früher (2) gezeigt, dass die nervösen Vorgänge beim normalen, ruhigen Kriechen eines Regenwurms wahrscheinlich nicht der Art sind, dass ein z. B. von den vorderen Ganglien ausgehender Impuls succesive von Segment zu Segment schreitet und die betreffende Reaction auslöst, sondern dass vielmehr anscheinend ein viel complicirterer Vorgang, gewissermaßen eine Kette von Reflexbewegungen dabei die Hauptrolle spielt, indem nämlich die Action der Musculatur eines jeden Segmentes und ihre mechanischen Folgen den Reiz abgeben für das In-Action-Treten der Musculatur des folgenden Segmentes. Ob und in wie weit diese Dinge für andere Anneliden Geltung haben, müssen weitere Untersuchungen lehren. — Außer dieser ruhigen Locomotion, bei der die auf einander folgenden Segmente successive in Thätigkeit gerathen, besitzen sowohl die Regenwürmer, als auch insbesondere gewisse andere Anneliden eine ganz verschiedene Art der Bewegung; es ist dies eine fast plötzliche Contraction des ganzen Körpers, die insbesondere auf äußere Reize als Fluchtbewegung einzutreten pflegt. Berührt man den halb aus seinem Erdloche hervorschauenden Regenwurm nur ein wenig, so verschwindet er bekanntlich blitzschnell in demselben, eben vermöge dieser zweiten Bewegungsart. Noch auffallender ist letztere bei den Röhrenwürmern, speciell *Spirographis* und *Myxicola*. Die geringste Berührung des Vorderendes ruft eine äußerst energische Contraction des ganzen Thieres hervor; bei *Myxicola* ist dabei, wie schon Claparède hervorhebt, sogar eine relativ äußerst heftige Erschütterung der Hand, mit der man das Thier hält, bemerkbar.

Bei dieser Art von Bewegungen findet (im Gegensatz zu dem ruhigen Kriechen) eine wenigstens nahezu gleichzeitige Contraction der homodynamen Muskeln aller oder fast aller Segmente statt. So weit mir nun die Neurochorde von *Lumbricus* und *Mastobranchus* bekannt geworden sind, sind es im Wesent-

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

lichen durch die ganze Länge des Wurmes ziehende Nervenfasern, die anscheinend in jedem Segment, d. h. in jedem Ganglion mit anderen Elementen (Zellen oder Fasern oder vielleicht beiden) in Verbindung treten. Ich bin nun auf den Gedanken gekommen, die Fähigkeit der plötzlichen Contraction aller Segmente damit in Verbindung zu bringen. Bei *Myxicola* habe ich auch constatirt, dass diese Art der Bewegung (im Gegensatz zur Kriechbewegung von *Lumbricus*) eine Schnittstelle des Bauchmarks nicht überspringt. Eben dieser Wurm scheint sich außer seinen höchst energischen Fluchtcontractionen äußerst wenig zu bewegen, und in der That ist sein Neurochord dicker, als der übrige Bauchstrang. Werfen wir nun einen Blick auf die Decapoden: auch bei ihnen finden wir die durch ihren colossalen Durchmesser und ihre Länge sich auszeichnenden Nervenröhren: und auch diese Thiere sind durch die Fähigkeit ausgezeichnet, fast gleichzeitig die homodynamen Muskeln der verschiedenen Abdominalsegmente in sehr energische Contraction zu versetzen. Wer einmal diese Thiere in die Hand nahm, weiß, wie heftig sie »mit dem Schwanz schlagen«; ähnliche Bewegungen bewirken im Wasser eine sehr rasche Locomotion. — Doch werden, wie gesagt, erst weitere Vergleiche ein Urtheil darüber erlauben, ob die soeben skizzirte Hypothese irgend welche Wahrheit enthält.

Ich bin bei diesen Untersuchungen von zahlreichen Herren in liebenswürdigster und erfolgreichster Weise durch belehrende Unterhaltungen, Überlassung von Präparaten und mannigfache Anregungen unterstützt worden. Allen diesen Herren meinen verbindlichsten und herzlichsten Dank!

Neapel, Ende Mai 1889.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel 8.

Fig. 1. Schnitt durch eine abdominale Längscommissur von *Palaemon squilla*. Osmiumsäure. Zahlreiche Querschnitte durch dickwandige, markhaltige Nervenröhren. Scheide meist etwas concentrisch aufgespalten; Inhaltsmasse (Achsencylinder) verschieden gut conservirt, meist um so besser, je dünner die Wand. Zeiss *C*, aber durch den Lithographen etwas verkleinert.

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

Fig. 2. Schnitt durch die abdominale Partie des Bauchstranges von *Squilla mantis*. Man sieht nur die Querschnitte von (theilweise geschrumpften) dünnwandigen Nervenröhren sehr verschiedenen Calibers. Inhaltsmasse (Achsencylinder) in den meisten sehr schlecht erhalten. Osmiumsäure. Zeiss *C*, aber durch den Lithographen etwas verkleinert.

- 3. Neurochord von *Mastobranchus* isolirt, in gestrecktem Zustande beobachtet. Faltungen und Varicositäten der Wand nur ganz spärlich und wenig ausgebildet. Zeiss *C*, 2.
- 4. Dasselbe Neurochordstück, etwas contrahirt. Die Faltungen etc. reichlich entwickelt. *C*, 2.
- 5. Ein stark contrahirtes Neurochordstück mit sehr vielen Faltungen und Varicositäten. Apochrom. 4 mm.
- 6. Ein völlig zusammengeschnurrtes Rissende eines Neurochords. Apochr. 4 mm.
- 7. Ein Stückchen *Mastobranchus*-Neurochord, kurze Zeit mit starkem Alkohol behandelt; deutliche Trübung. Zeiss *C*.
- 8. Faserförmige, durch starkes Quetschen und darauf erfolgendes Nachlassen des Druckes entstandene Myelinformation. Zeiss *C*.
- 9. Wie Fig. 8, in etwas anderer Ausbildung.
- 10. Durch Quetschen (in Seewasser) erhaltene Myelintropfen. Zeiss *E*, 4.
- 11. Durch Quetschen entstandene Myelinformationen, die soeben aus einem Neurochordstück sich entwickeln. Zeiss *C*.
- 12. Myelintropfen kurze Zeit mit OsO_4 behandelt. *E*, 4.
- 13. Ein einzelner Myelintropfen; *a* intact, *b* nach Extraction mit Alkohol und Äther. Zeiss *E*, 4.
- 14—19. Querschnitte durch den Bauchstrang von mit OsO_4 gehärteten *Mastobranchus*. Neurochordscheide mit ihren Faltungen, Varicositäten, Bläschen etc. intensiv geschwärzt; Inhaltsmasse in der Zeichnung nicht ausgedrückt, da sie sich als homogen und farblos darstellt. Apochr. 4 mm. Fig. 14, 15 und 16 Schnitte durch die Längscommissuren, 17, 18 und 19 durch Ganglien. Fig. 15 aus den hinteren Theilen des Abdomens; 14 und 16 dagegen aus den vorderen Abdomenabschnitten. In Fig. 14, 15, 16 und 18 sind die verschiedenen Formen der Varicositäten der Neurochordscheide (die von Eisig für degenerirte Nervenfasern etc. gehaltenen Gebilde) besonders gut zu sehen. Fig. 19 ist ein Beispiel für die auch bei Osmiumbehandlung mitunter eintretende Aufspaltung der Markscheide in Schichten. Fig. 18 ist ein Schnitt durch eine der segmentalen Einschnürung nahe Partie, Fig. 17 durch diese selbst; in letzterem Schnitt ist die Schwärzung der Scheide des medianen Neurochords ausgeblieben als Andeutung, dass dort das Mark fehlt.
- 20. Schnitt durch die Gegend einer segmentalen Einschnürung. Markscheide der beiden lateralen Neurochorde unterbrochen, beide durch eine Quercommissur verbunden etc. (vgl. oben pag. 233).
- 21. Schnitt durch die Gegend einer segmentalen Einschnürung; weder an diesem noch anderen Schnitten konnte ich sicher feststellen, ob die beiden Fortsätze derselben Neurochordzelle oder zwei verschiedenen angehören.
- 22. Schnitt durch eine Längscommissur der vorderen Abdomenregion. Härtung mit Sublimatalkohol und Färbung nach Apathy. Die Neuro-

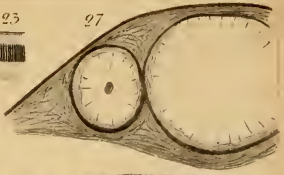
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

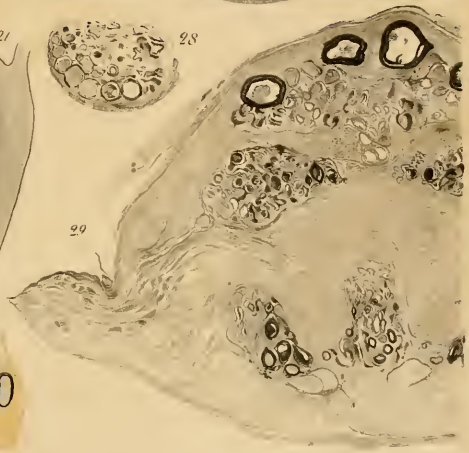
chordscheide zeigt einen geschichteten Bau, indem das Mark durch den Alkohol größtentheils gelöst wurde. Inhaltsmasse zu einem soliden Stabe erstarrt.

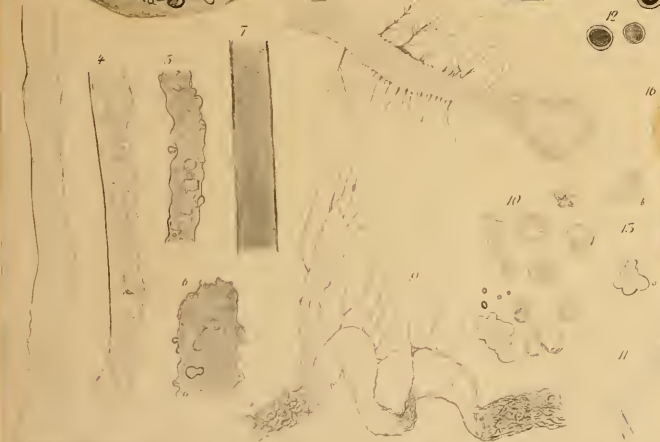
Fig. 23. Etwas gezerrtes, versilbertes Neurochord. Von einer (künstlichen) durch die Zerrung verursachten Einschnürungsstelle aus haben sich FROMMANN'sche Linien gebildet. Außerdem Silberniederschlag auf der äußeren und inneren Oberfläche der Neurochordscheide und auf der Oberfläche der zu einem soliden Stabe erstarrten und geschrumpften Inhaltsmasse (des Achsencylinders).

- 24. Segmentale Einschnürung versilbert.
- 25. Dasselbe, jedoch etwas gezerrt, und daher die mittlere Partie zerrissen, Rissenden etwas zusammengeschnurrt; Inhaltsmasse (Achsencylinder) geschrumpft, dunkel gefärbt, und mit FROMMANN'schen Linien versehen.
- 26. Ein Ganglion der vorderen Abdomenpartien isolirt, mit Osmiumdampf behandelt und mit Pikrocarmin gefärbt, zur Demonstration des Verlaufes der Neurochorde. Profilansicht. Rechts ist vorn, links hinten, oben dorsal.
- 27. Schnitt durch die Neurochorde von *Lumbricus*. Härtung mit dünner Sublimatlösung, Färbung nach APATHY. Das dunklere Centrum und die radiale Strichelung der Inhaltsmassen in der Zeichnung etwas übertrieben; vielleicht Kunstproduct.
- 28. Schnitt durch einen der segmentalen Nerven von *Palaemon squilla*. Osmiumsäure.
- 29. Schnitt durch ein Abdominalganglion desselben Thieres. Osmiumsäure.

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







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: 1889-1891

Band/Volume: 9

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

Artikel/Article: Über die markhaltigen Nervenfasern und Neurochorde der Crustaceen und Anneliden. 205-265