

Bemerkungen zur Morphologie und zur Genese des Amphioxus-Rückenmarkes.

Von Dr. Max Wolff.

(Kaiser-Wilhelm-Institut für Landwirtschaft, Bromberg.)

Inhalt.

- I. Die graue Substanz des *Amphioxus*-Rückenmarkes.
- II. Der Edinger'sche N. I.
- III. Die Wachstumserscheinungen im *Amphioxus*-Rückenmark.
- IV. Eine Schlundringtheorie des Rückenmarkes.

Vor kurzem hat Edinger im Anat. Anz. Bd. XXVIII, Nr. 17 u. 18 eine Mitteilung über das Gehirn von *Amphioxus* veröffentlicht. Die ihr zugrundeliegenden Präparate sind nach Bielschowski silberimprägnierte Schnittserien, die im wesentlichen den vorderen Abschnitt des Medullarrohres von *Amphioxus lanceolatus* umfassen, also das sogenannte Gehirn.

Da ich vor etwas mehr als Jahresfrist im Neurobiol. Laboratorium des physiol. Instituts der Berliner Universität mich gleichfalls mit demselben Objekte und an der Hand derselben Methodik längere Zeit eingehend beschäftigt habe, und augenblicklich wegen Materialmangel und wegen Inanspruchnahme mit anderen Arbeiten nicht in der Lage bin, die damals abgebrochenen Untersuchungen fortzusetzen, nehme ich im Anschluss an die interessanten Mitteilungen Edinger's die Gelegenheit wahr, meine eigenen Befunde und die damals angefertigten Zeichnungen zu veröffentlichen. Besonders da von ihnen bis auf eine kurze Notiz am Schlusse meiner Arbeit über die Held'schen Endfüße bisher nichts veröffentlicht worden ist und ich in der Lage bin, die Angaben Edinger's, die sich im wesentlichen auf den Faserverlauf beschränken, in einigen Punkten zu ergänzen. In bezug auf die Technik verweise ich auf meine „Beiträge zur Kenntnis des Neurons“ und erinnere hier nur nochmals daran, dass meine im Besitz des Neurobiol. Laboratoriums befindlichen Serien z. T. von altem, mit Boraxkarmin vorbehandelten Formolmaterial stammen, das ich der Liebesswürdigkeit meines hochverehrten Lehrers, Professor Ernst Haeckel verdanke. Wie in der zitierten Arbeit von mir hervorgehoben wurde, bietet die Bielschowski-Methode eben den sehr schätzenswerten Vorteil gegenüber anderen empfindlichen Methoden der Nervenhistologie, dass auch älteres, beliebig vorbehandeltes, selbstverständlich gut fixiertes Material, noch völlig brauchbare Resultate gibt. Gleichwohl habe ich zur Kontrolle noch über ein halbes Dutzend Serien von frisch konserviertem Material zur Verfügung gehabt, das mir vom Autor der Methode, meinem verehrten Kollegen Bielschowski, der es in Neapel gesammelt und fixiert hatte, in dankenswerter Weise überlassen worden war.

Im Gegensatz zu den Präparaten von Edinger war bei der Mehrzahl meiner Serien eine sehr vollständige und somit sich nahezu gleichmäßig auf die Fibrillen der Fortsätze wie des Zellkörpers erstreckende Imprägnation eingetreten. Bevor ich darauf eingehe, meine Befunde in nähere Verbindung mit den Mitteilungen Edinger's zu setzen und einige allgemeinere Betrachtungen des im Titel angedeuteten Inhaltes anzuschließen, wende ich mich direkt zur Beschreibung meiner Präparate an der Hand der hiermit zur Veröffentlichung gelangenden Zeichnungen.

I. Die graue Substanz des *Amphioxus*-Rückenmarkes.

Fig. 1 stellt ein Stück aus dem Querschnitte des Rückenmarkes von einem nahezu erwachsenen *Amphioxus* dar. Die gesamte Glia ist im Präparat schwach rosa gefärbt. Die Gliafibrillen sind fast ungefärbt und die Kerne der Gliazellen sind durch ihre Größe leicht von den mächtigen Kernen der Nervenzellen zu unterscheiden. Die Neurofibrillen in der weißen Substanz sind scharf imprägniert, ebenso wie die der großen und zum Teil frei durch den Zentralkanal hindurchziehenden Nervenzellen. Der Schnitt geht etwa durch den mittleren Teil des Rückenmarkes, ziemlich auf der Höhe des Kiemendarmendes, und der Zentralkanal stellt dementsprechend einen ziemlich schmalen und hohen Spalt dar. Links oben in der Zeichnung sieht man aus den quergetroffenen Fibrillenbündeln der Hinterseitenstränge bei *q* klar hervortretende Fibrillenzüge zur hinteren Wurzel ziehen. Ebenso ziehen mehr links unten die Fortsätze mehrerer Nervenzellen zur weißen Substanz. Während die eben erwähnten Fibrillenzüge links oben im Präparate sich bis in die hinteren Wurzeln klar verfolgen ließen, biegen die Fortsätze der erwähnten mehr ventral gelegenen Nervenzellen nach längerem oder kürzerem Verlauf um und verschwinden in dem quer getroffenen Faserwerk der betreffenden Marksäulen. Zu bemerken ist hierbei, dass sich häufig ein Fortsatz durch besondere Feinheit auszeichnet und auch, was den Befund an seiner Ursprungsstelle betrifft, sehr an die bekannten Ursprungshügel der Achsenzylinder an den Nervenzellen höherer Vertebraten erinnert. Die Entscheidung, ob es sich in den in meiner Figur wiedergegebenen achsenzylinderähnlichen Fortsätzen der Zellen *u v w x y z* um echte Achsenzylinder handelt, ist ja natürlich nur mit sehr großer Vorsicht zu treffen, besonders, da ja, wie bekannt, die Frage nach einer Markumscheidung irgendwelcher Art bei *Amphioxus* noch immer nicht gelöst, und somit das eigentlich entscheidende Kriterium für die Neuritenatur eines Nervenzellfortsatzes dort vorläufig nicht gegeben ist. Dabei mag daran erinnert sein, wie schwer auch bei höheren Wirbeltieren im Fibrillenpräparat die Diagnose Achsenzylinder zu stellen ist. Denn in der Tat zeigen gerade die Biel-

schowski-Präparate, z. B. in Querschnitten durch das Rückenmark der Katze, wie außerordentlich neuritenähnlich die Mehrzahl der Fortsätze einer Vorderhornzelle ist. Jedenfalls ist wohl anzunehmen, dass der in das Mark umbiegende Fortsatz der Nervenzelle bei *x* mit großer Wahrscheinlichkeit ein Achsenzylinder ist.

Fig. 1.



der von einem Dendriten dieser Zelle seinen Ursprung nimmt und kurz darauf sowie bei seinem Eintritt in das Mark Kollateralen abgibt. Ich kann nämlich versichern, dass auf den Schnitten, die vor und hinter dem abgebildeten liegen und dieselbe Ganglienzelle getroffen haben, kein zweiter Fortsatz von ähnlicher Feinheit und

Verlaufsrichtung zu sehen war. Dasselbe gilt auch von dem Fortsatze der Nervenzelle bei *y u r* und *w* — nur bei einer Nervenzelle (*Gr.C.Z.*), die auch durch die für *Amphioxus* sehr charakteristische außerordentlich langgestreckte und eine förmliche graue Kommissur für sich bildende Form des Zellkörpers auffällt, fand ich zwei Fortsätze, die nach Verlauf und Struktur wohl beide als Achsenzylinder angesprochen werden konnten. Der eine, bei *V.Str.*, war weit bis in die ventralsten Partien der Vorderstränge verfolgbar, wo er oralwärts umbog. Der Fortsatz bei *x* dagegen bog aboralwärts in die der grauen Substanz ventral dicht anliegenden lateral von der Müller'schen Kolossalfaser hinziehenden Markmassen ein.

Aus den schon oben angedeuteten Gründen lässt sich ja nun leider wenig oder nichts an sicheren histologischen Kriterien für die Achsenzylindernatur dieser beiden oder eines der beiden erwähnten Fortsätze beibringen. Wir werden später noch einmal auf diese Zelle zurückkommen. Hier sei nur die Tatsache konstatiert, dass sie zwei sicherlich sehr lange Bahnen von jedenfalls morphologisch entgegengesetzter Richtung entsendet. Zellen, die wie die eben besprochene geradezu einen Hauptbestandteil der ventralen grauen Kommissur ausmachen, finden sich, wie meines Wissens bekannt ist, auch anderswo in der Wirbeltierreihe. Besonders schön habe ich solche z. B. auf einigen, von mir versilberten Präparaten gesehen, die aus einer Querschnittserie des Rückenmarkes der Katze stammten. Anders liegt die Sache dagegen bei den „Kommissurzellen“, die der abgebildete Schnitt in besonders großer Zahl getroffen hat. Es sind die merkwürdigen, mitten durch das Lumen des Zentralkanals ziehenden, von Joseph neuerdings (meines Wissens nur in den Verhandlungen der Anat. Gesellschaft 1904) hinsichtlich ihrer Lage beschriebenen und auch von Edinger abgebildeten Nervenzellen.

Bevor ich die Struktur dieser Zellen, über die bis jetzt von anderer Seite nichts Eingehenderes mitgeteilt zu sein scheint, bespreche, sei eines merkwürdigen morphologischen Verhaltens gedacht, über das sich die beiden genannten Autoren nicht geäußert haben. Es handelt sich um Zellen, die ich als anastomosierende Kommissurzellen bezeichnen möchte. Die Figur bildet zwei solcher Zellpaare ab, oben über *A.C.L.*, mehr in der Mitte ein zweites Paar unter den Buchstaben *A.C.Z.* Das Eigentümliche ist hier, dass zwei jederseits dicht am Lumen des Zentralkanals liegende Nervenzellen durch eine mächtige, an Stärke fast dem perinukleären Teil des Zellkörpers gleichkommende, frei durch das Lumen des Zentralkanals hindurchziehende Plasmabrücke miteinander in Verbindung stehen. Man erhält geradezu den Eindruck einer langgestreckten zweikernigen und an den beiden kernhaltigen Enden keulen- oder

birnenförmig angeschwollenen Kommissurzelle. Die obere zeigt die Plasmabrücke völlig intakt, mitsamt dem sie durchziehenden Fibrillenwerke. Bei der unteren haben sich die Fibrillen, die im Bogen um den Kern beiderseits herumziehen in der Brücke zu einem schmalen wellig verlaufenden Bündel zusammengelegt, und der Schnitt hat eine Welle derartig getroffen, dass die Fibrillenleitung gerade an der kritischen Stelle eine Unterbrechung erleidet. Gleichwohl ließ der Schnitt auch hier die plasmatische Brückenverbindung deutlich und völlig intakt erkennen und der nächstfolgende Schnitt gab über die Lücke in der Fibrillenleitung befriedigende Auskunft im eben ausgeführten Sinne. Während es sich hier um eine den Zentralkanal durchziehende breite Anastomose zweier, im übrigen mit dem größten Teile ihrer Masse im peri- resp. intra-ependymären Grau gelegenen Zellen handelt, liegen etwas einfachere Verhältnisse bei den übrigen in Fig. 1 abgebildeten den Zentralkanal durchziehenden Nervenzellen vor. Die meisten von ihnen, rechts wie links, liegen mit ihrem kernhaltigen Teil mehr oder weniger intra-ependymär und senden nur einen breiten Fortsatz zur entgegengesetzten Seite der grauen Substanz. Ich beobachtete aber auch zahlreiche Fälle, zu denen die ganz oben in der Figur abgebildete Zelle gehört, wo gerade der kernhaltige Teil des Plasmas der Ganglienzelle frei im Zentralkanal liegt und meist auf der einen Seite wie an zarten Fäden an seinen Fortsätzen aufgehängt zu sein scheint. Bei der abgebildeten Zelle zog der ventrale Fortsatz über die Anastomosenzelle und die dicht bei ihr liegende einfache Kommissurzelle hinweg und verlor sich im peri-ependymären Grau. Der dorsale Fortsatz dagegen war bis in die hinteren Stränge verfolgbar. Bei den anderen einfachen Kommissurzellen, deren Kern nicht in der Ebene des Zentralkanals sich befindet, fällt es sehr häufig auf, dass das intra-ependymäre und nicht kernhaltige Stück, ganz ähnlich wie das kernhaltige selbst, spindelförmig angeschwollen ist — ein Verhalten, das die am meisten ventral gelegene Zelle besonders deutlich zeigt.

Es erübrigt einiges über die Neurofibrillen der in Fig. 1 abgebildeten Nervenzellen zu sagen. An ihnen tritt besonders schön das Wesentliche des für *Amphioxus* meiner Meinung nach charakteristischen Fibrillenbefundes hervor. Zwei typische Fibrillengruppierungen treten uns in den Nervenzellen von *Amphioxus* entgegen, die so konstant in ihren Unterschieden sind, dass sie unmöglich auf eine ungleiche Einwirkung des Fixations- oder Imprägnationsmittels zurückzuführen sind, und also nicht als Kunstprodukte bezeichnet werden können. Der Leser sieht auf Fig. 1 besonders drei Nervenzellen, die er gegebenenfalls wahrscheinlich ohne weiteres als nervöse Elemente irgend eines Wirbellosen ansprechen würde, wenn nicht ihre Umgebung das typische Bild eines

Rückenmarkquerschnittes darböte. Es sind die durch auffallende Klarheit und Zartheit der Plasmafärbung und ebenso durch auffallende „Weitmaschigkeit“ des Fibrillengeflechtes sich markierenden Zellen ganz oben und in der Mitte. Eine scheinbare, durch die Schnitttrichtung erzeugte „Mittelform“ liegt unten links und rechts vom Zentralkanal. Das an die Evertebraten gemahnende jener Zellen liegt in der merkwürdigen Konfiguration ihrer Neurofibrillen. Meine schon früher (in meiner Endfußarbeit) dargelegte Auffassung der sogen. „Netze“ brauche ich an dieser Stelle wohl nicht zu rekapitulieren. Hier sei also nur an die unleugbare Tatsache erinnert, dass die Nervenzellen der Wirbeltiere im allgemeinen stets ein aus sehr feinen und sehr eng durchflochtenen Fasern bestehendes Fibrillenwerk einschließen, während, wie wir seit den klassischen Untersuchungen Apáthy's wissen, die Nervenzellen der Wirbellosen durch meist relativ dicke, in ein weitmaschiges „Netz“ feinsten Elementarfibrillen auseinanderweichende Fasern charakterisiert sind. Dies tritt am eklatantesten in der noch dazu unipolaren Zelle links oben hervor. Der einzige in die Hinterseitenstränge umbiegende Fortsatz dieser Zelle enthält nur eine einzige dicke „Primitiv-Fibrille“. Diese weicht beim Eintritt in die Zelle in 3—4 feinste Fäserchen, „Elementarfibrillen“, auseinander, die in einem sehr weitmaschigen Netz, das dicht unter der Zelloberfläche liegt, den Kern umspinnen. Der Kern selber scheint in meiner Zeichnung wie in einer großen Vakuole zu schweben, und der Leser möchte wohl den Verdacht aussprechen, dass hier eine starke Zellschrumpfung im Spiele sein könnte. Eine solche liegt jedoch nicht vor, und es war mir nur nicht möglich, bei der angewandten Vergrößerung und dem Zeichenmaterial das außerordentlich feine und in schönster Klarheit vom Goldechlorid rosa imprägnierte Wabenwerk zur Darstellung zu bringen, das von der durchaus intakten Beschaffenheit des Zellkörpers und der sicheren Lagerung des Kernes Zeugnis ablegte. Gleichfalls aus zeichnerischen Gründen musste ich die Fibrillen, die dicht unter der im Profil gesehenen Zelloberfläche liegen, dunkler zeichnen und stärker als sie es in Wirklichkeit waren, denn hier lagen ja eben wegen der Profilansicht mehrere, verschiedenen Teilen des Maschenwerkes zugehörige Fibrillen perspektivisch über- oder nebeneinander. In Wirklichkeit war leicht festzustellen, indem man sich mit der Mikrometerschraube an den einzelnen Fäden des Netzes entlang tastete, dass sämtliche den Kern umspinnende Fibrillen von fast gleichem Kaliber untereinander und durchgängig wesentlich feiner als die mächtige Primitiv-Fibrille des Zellfortsatzes waren, zu der sie sich, allem Anschein nach, vereinigten. Ähnlich wie in dem eben geschilderten Falle liegen die Verhältnisse bezüglich der Fibrillen in der schon oben erwähnten, dicht daneben liegenden Kommissurzelle. Nur, dass in dieser das

Plasma jene auffallend dunkle Färbung erkennen lässt, die mich vorläufig veranlasst, zwei extreme Typen von Nervenzellen bei *Amphioxus* zu unterscheiden: einen ausgesprochen hyalin-plasmatischen (nicht zu verwechseln mit Hyaloplasma) und einen chromoplasmatischen. Zwischen beiden finden sich Übergänge. Ausgesprochen hyalinplasmatisch ist die eben geschilderte intra-ependymäre Zelle, sowie die etwas tiefer am Ende der Sichtbarkeit des Fortsatzes der ersten im Schnitt getroffene große Anastomosenzelle. Dem chromoplasmatischen Typus gehört die mächtige, ventral vom Zentralkanal in der grauen Kommissur liegende langgestreckte Zelle an. Dass diese beiden Extreme sich durch den Verlauf der Fibrillen unterscheiden, lässt meine Zeichnung deutlich erkennen. Als dritten Typus unterscheide ich eine ausgesprochene Mittelform zwischen den beiden eben charakterisierten Extremen. Ich möchte diese Mittelform als heteroplasmatische bezeichnen¹⁾. Sie hat nicht nur das eigentümliche der Plasmabeschaffenheit der hyalin- und chromoplasmatischen Zellen, sondern vereinigt auch deren Besonderheiten in sich, was den charakteristischen Verlauf der Fibrillen anlangt. Dies fällt besonders ins Auge bei der großen Zelle unten links, deren Fortsatz mit *x* bezeichnet ist. Durch den ventralwärts gelegenen Teil der Zelle zieht ein starkes Bündel ziemlich dicht gelagerter Fibrillen, die in ein dunkles, dem der chromoplasmatischen Zellen völlig gleichendes Plasma eingebettet sind. In einer follikelartigen Vorwölbung der chromoplasmatischen Substanz liegt der Kern mit dem ziemlich kleinen, dunkel imprägnierten Nukleolus. Von den dorsalen Grenz fibrillen dieses Bündels zweigen sich beiderseits in einiger Entfernung vom Kerne feinste Fäserchen ab, um ein die äußeren Schichten des hyaloplastischen dorsalen Teiles der Zelle in weiten Maschen durchziehendes Netzwerk zu bilden. Dieser hyaloplastische Teil der Zelle gleicht in seinem Bau dem oben geschilderten Typus der hyaloplastischen Nervenzellen aufs vollkommenste. Zwei andere, im Schnitt wenig günstig getroffene Zellen dieses selben heteroplastischen Typus liegen der eben beschriebenen Zelle gegenüber auf der anderen Seite der grauen Substanz. Eine genauere Schilderung des chromoplastischen Zellteils erübrigt sich, da wir die völlig gleiche Struktur der Nervenzellen vom chromoplastischen Typus sogleich besprechen wollen. (Fortsetzung folgt.)

1) Schnitte, die auf der Grenze der beiden Plasmaarten die Zelle getroffen haben, ergeben die oben erwähnte Schein-Mittelform: weite Fibrillenmaschen und dunkles Plasma. Vergl. die Zellen über C.C. und A.C.L. und bei *y* und rechts dieser gegenüber.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1907

Band/Volume: [27](#)

Autor(en)/Author(s): Wolff Max

Artikel/Article: [Bemerkungen zur Morphologie und zur Genese des Amphioxus-Ru^ckenmarkes. 186-192](#)