

Zur Histologie des Rückenmarks von Ammocoetes.

Von **Heribert Leder.**

(Mit 1 Tafel und 5 Textfiguren.)

Das Ziel vorliegender Untersuchung war, die motorischen Zellen im Rückenmark von Ammocoetes aufzufinden und im Anschlusse daran auch einen Einblick zu gewinnen in den Zusammenhang des motorischen und sensiblen Apparates im Rückenmark eines niederen Cranioten. Bei einer Durchsicht der über unseren Gegenstand bestehenden Literatur findet man bald, daß zwar eine große Summe von Detailkenntnissen vorliegt, alle Autoren es aber ablehnen, sich über die Leitungsverhältnisse im Cyklostomenmark zu äußern. Zellen und Fasern sind nur äußerst selten in unzweifelhaftem Zusammenhange aufzufinden und diese Schwierigkeit brachte es mit sich, daß nur ein bescheidener Teil des vorgesetzten Zieles erreicht werden konnte.

Von den älteren Arbeiten ist die von REISSNER (1860) die genaueste. Er bespricht kritisch alle früheren Untersuchungen, beschreibt neu den nach ihm benannten Faden, versucht eine Klassifizierung der Nervenzellen und zeigt, daß die MÜLLERSchen (Kollossal-) Fasern in keinem Zusammenhang mit den Hinterzellen stehen. Die Arbeiten von FREUD aus den Jahren 1877/78 bringen den Nachweis, daß die Hinterzellen einen Fortsatz auf dem Wege der hinteren Wurzel aus dem Rückenmark entsenden. Im übrigen beschäftigen sie sich vorwiegend mit den Spinalganglien. Zehn Jahre später untersucht NANSEN mit GOLGIS Methode das Rückenmark von Myxine. Er unterscheidet an den Zellen Fortsätze, welche ihre Individualität beibehalten und andere, die sie durch Aufsplitterung verlieren. Hierzu fügt er noch den Begriff der gemischten Fortsätze, Protoplasmafortsätze, von denen Achsenzylinder entspringen. Von den motorischen Wurzelfasern gibt er an, daß er sie in seltenen Fällen bis zu Zellen verfolgen konnte, wobei die

Fasern an Dicke sehr stark abnahmen. Im Jahre 1891 bringt RETZIUS die Methylenblaumethode in Anwendung. Er untersucht wie NANSEN das Mark von Myxine, das mit dem von Petro-myzon übereinstimmt. Nebst der Klassifizierung der Nervenzellen bespricht er die Fortsätze der Zellen und betont die Schwierigkeit, eine typische Nervenfaser unmittelbar in eine Zelle eingehen zu sehen. Wohl aber ließen sich „gemischte Fortsätze“ leicht aufweisen. Weiterhin machte er aufmerksam auf T-förmige Fasern, die die Ventralseite des Rückenmarkes überqueren. Den Ursprung der motorischen vermag er nicht darzustellen; die später von KOLMER als Randzellen bezeichneten Elemente bespricht er. STUDNICKA (1900) gibt an, daß die Fortsätze der Hinterzellen direkt ohne Beziehung zur hinteren Wurzel austreten; auch möchte er diese Gebilde mit dem nächstfolgenden Myotom in Zusammenhang bringen und ihnen eventuell motorische Natur vindizieren. Ebenfalls unter Anwendung der spezifischen Tinktionsmethoden für das Nervensystem bearbeitet OWSJANNIKOW (1903) das Rückenmark des Neunauges. Er gibt eine Beschreibung der Zellen und bestätigt die Angabe von FREUD, daß die Hinterzellen einen Fortsatz durch die sensiblen Wurzeln entsenden. Zwei Angaben erwecken noch besonderes Interesse: einerseits, daß viele Zellen des Markes durch ihre Fortsätze miteinander zusammenhängen, andererseits sollen die sensiblen und motorischen Wurzelfasern gleichsam nur Kollateralen von längsverlaufenden Fasern sein, die das Rückenmark selbst nicht verließen. Im Jahre 1905 widmete sich KOLMER einem eingehenden Studium unseres Objektes unter Anwendung der verschiedensten Methoden, besonders der Vitalfärbung durch Methylenblau und der Fibrillenmethode nach RAMÓN Y CAJAL und BIELSCHOFSKY. Durch diese distinkten Methoden fördert er namentlich die Kenntnis der feineren Strukturen. Den REISSNERSchen Faden vermag er sehr schön darzustellen, spricht sich gegen seine nervöse Natur (SARGENT) aus und hält ihn eher mit RUZICKA für ein Sekretionsprodukt der Epithelzellen. An den Fasern, die der Markscheide entbehren, weist er ein Homologon derselben nach. In den Nervenzellen findet er rings um den Kern ein Gitterwerk aus Fibrillen und in den größeren Zellen auch Trophospongien. Periphere Netzbildungen in oder um die Zelle fanden sich nicht. Auf seine weiteren Befunde kommen wir noch zu sprechen, da wir uns auf diese Arbeit werden vielfach beziehen müssen; nur sei noch angeführt, daß er resigniert schließt: die Leitungsverhältnisse werden durch die bisher bekannten Details nicht aufgehell.

Bezüglich der Technik bleibt zu bemerken, daß wir die Methyleneblaumethode von KOLMER übernommen haben. Fixation erfolgte meist nach BETHE (Ammon. molybdat.) oder nach DOGIEL (Ammoniumpikrat). Zur Ergänzung dienten Quer- und Längsschnitte (Kal. bichrom. — Osmium — Eisenhämatoxylin oder Delafield).

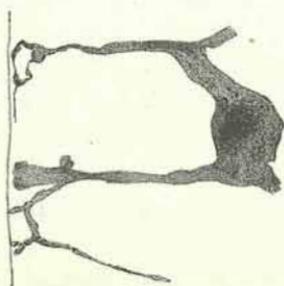
Zur allgemeinen Orientierung sei bemerkt, daß das Rückenmark von *Petromyzon* (wie der übrigen Cyklostomen) ein flaches Band bildet, das sich auf der dorsalen Seite als konvex gekrümmt, auf der ventralen mehr plan erweist. An Breite nimmt es von vorn nach hinten ab, um schließlich in ein eigentümliches Endgebilde überzugehen, das RETZIUS bei *Myxine* näher geschildert hat. Dem Marke unmittelbar liegt eine zarte Pia an, auf welche ein schleimiges Gewebe folgt, die „Arachnoidea“, auf der dorsalen Seite mächtig ausgebildet, auf der ventralen nur an den Rändern deutlich vorhanden. Die äußere Umhüllung bildet eine resistente Dura.

Um eine Übersicht der zelligen Bestandteile des Markes zu gewinnen, betrachtet man am besten ein überfärbtes Totopräparat, auf dem das Gewirr der Fasern zurücktritt. Zu (Taf. I, Fig. 2) beiden Seiten des Zentralkanals, der als heller Streifen die Mitte des Markes bildet, findet sich eine Reihe großer Zellen in unregelmäßigen Intervallen aufeinanderfolgend: die Hinterzellen (*H_z*). Etwas weiter von der Medianlinie entfernt, ziehen sich zwei breite Zellbänder hin, aus großen, teilweise transversal gestellten Elementen bestehend. Da auf überfärbten Präparaten die schwächeren Zellfortsätze sich nicht darstellen, erscheinen diese Zellen als bipolar, wie sie sich auch meist auf Längsschnittpräparaten als solche zeigen. Ganz am Rand läuft schließlich eine Kette von Zellen: die Randzellen (*R_z*). Dies die Verteilung im transversalen Durchmesser. Über die Lage in der dorso-ventralen Ebene zeigt der Querschnitt folgendes Bild (Taf. I, Fig. 3). Am meisten dorsal gelegen finden sich die Hinterzellen, in der Mitte oder der ventralen Fläche genähert liegen die Elemente der seitlichen Zellbänder, ganz ventralwärts an der lateralen Kante erscheinen die Randzellen.

Wir wenden uns zur Einzelbeschreibung und beginnen mit den Randzellen. RETZIUS wendet die Aufmerksamkeit auf sie, ohne sich über ihre Natur zu entscheiden. KOLMER gibt ihnen den Namen und bildet einige derselben ab, die durch plumpe füschenartige Fortsätze charakterisiert sind (Textfig. 1). Solche Zellen liegen meistens etwas weiter vom Rand entfernt, schon den seit-

lichen Zellbändern genähert. Neben den randwärts abgehenden Fortsätzen erkennt man aber noch die Abgangsstellen anderer, die sich gegen die Mitte des Markes wenden. Dieses Bild bot sich gewöhnlich an blaßgefärbten Totopräparaten und es tritt auch die Färbung dieser Elemente bei Anwendung schwacher Lösungen, wie schon KOLMER bemerkt, recht spät ein und das Bild ist, da inzwischen das Mark abstirbt, meist verwaschen. Setzt man aber eine Verletzung und nimmt eine konzentrierte Lösung, so ergibt

Fig. 1.

Imm. $\frac{1}{12}$, Oc. 8.

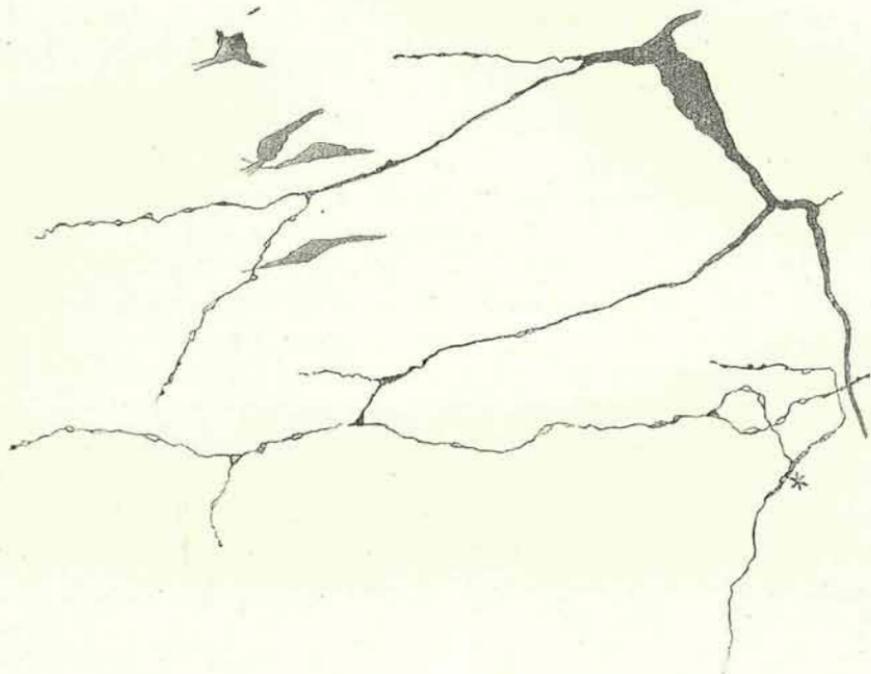
sich oft eine distinkte Färbung. Man sieht dann, wie sich die Fortsätze bis zur Mitte des Markes erstrecken, sich hierbei dichotomisch aufteilen, wobei die feineren Fäserchen reich mit Varikositäten besetzt erscheinen und sich im Innern des Markes verlieren oder an die Oberfläche aufsteigen, um daselbst in den sogenannten Plexus perimedullaris einzugehen. Manche Fasern wenden sich wieder zurück zum Rand und es scheint, daß sie hier auch Verbindungen mit Fasern anderer Zellen eingehen können,

wenigstens zeigte sich einmal eine dünne variköse Endfaser in unmittelbarem Zusammenhang mit einer bedeutend stärkeren Faser, die auch eine mehr selbständige Verlaufsrichtung aufwies (Textfig. 2*). Andere Fortsätze laufen oft dem Rand entlang, um dann erst gegen die Mitte umzubiegen. So wenig sich die Fortsätze in irgend ein Schema bringen lassen, ebensowenig ist die Form des Zellkörpers konstant; vorherrschend erscheint ein viereckiger bis langgestreckter Typus. KOLMER sagt, sie seien vielfach den Pyramidenzellen ähnlich. Der gleiche Autor vermutet auch einen Zusammenhang der Fortsätze dieser Zellen mit den sogenannten Bogenfasern. Weiter unten kommen wir noch einmal auf diesen Punkt zurück, führen aber einstweilen an, daß die relativ geringe Anzahl der Randzellen gegenüber der Dichte des Bogenfasersystems gegen obige Ansicht zu sprechen scheint. KOLMER selbst führt an, daß sie nur vereinzelt stehen und deshalb am Längsschnitt nicht leicht nachzuweisen sind; am Methylenblaupräparat aber, das nach einer Verletzung die Zellen sehr vollständig zeigt, übertrifft ihre Häufigkeit nicht die der Hinterzellen. Die besprochenen Zellen sind also multipolar, mit Fortsätzen, die sich bald aufsplintern und, was ihre Form und Dickenabnahme betrifft, den sogenannten Protoplasmafortsätzen beizuzählen wären. Daß sie aber, sofern die Neuro-

fibrillen das reizleitende Element darstellen, diese leitende Funktion versehen, geht auch aus Schnittpräparaten hervor, wo man die Fibrillen in den dicken Fortsätzen nachweisen kann. Schließlich ist zu erwähnen, daß weder bei *Amphioxus* noch bei den über den Cyklostomen stehenden Formen den Randzellen homologe Elemente nachgewiesen sind, soweit ihre Lage in Betracht kommt.

So wie die Randzellen bilden auch die Hinterzellen eine einreihige Zellsäule. Sie haben Bearbeitung gefunden durch KUTSCHIN

Fig. 2.



Imm. $\frac{1}{12}$, Oc. 8.

OWSJANNIKOW, mit besonderem Erfolg durch FREUD, ferner STUDNIČKA und KOLMER. Sie liegen beiderseits vom Zentralkanal der Dorsalseite genähert. Auf Längsschnitten von Eisenhämatoxylinpräparaten zeigen sie meist einen mehr runden Zellkörper (Taf. I, Fig. 3), der nach vorn und hinten in dicke Fortsätze ausläuft. Neben diesen typischen Längsfortsätzen findet man aber auch mehr oder weniger unregelmäßig abzweigende Fortsätze, die die scheinbar bipolaren Zellen als multipolar erkennen lassen. Der

Kern ist groß und enthält einen deutlichen Nukleolus. Trophospongien sind in den Zellen leicht nachzuweisen. KOLMER war durch Anwendung der BIELSCHOFSKY-Methode in der Lage, zu erkennen, daß feine Fibrillen aus den Fortsätzen in die Zelle einlaufen und sich hier in einem dichten Gewirr verlieren, ohne daß eine Gitterbildung zustande gekommen wäre. Die Fortsätze sind durch die umgebende Glia wie in Scheiden eingehüllt, was auch für den Zellkörper gilt. Leider sind diese Zellen für die Methylenblau-methode fast unzugänglich, da sie wohl zu geschützt im Marke liegen (KOLMER). Durch künstliche Verletzung, am besten entsprechende Längstrennung des Markes, vermag man dennoch die Zellkörper ohne die Fortsätze zu färben und so wenigstens ein Bild über die Anordnung der Elemente zu bekommen. Sie folgen nicht in regelmäßigen Intervallen, sondern es stehen die größeren unter ihnen in weiteren Distanzen, während die kleineren oft in Gruppen bis zu vieren zusammengedrängt erscheinen. An die Befunde, die FREUD an diesen Zellen machte, knüpft sich eine Reihe theoretischer Schlüsse. Wie KUTSCHIN vermutete und FREUD feststellte, verläßt der eine Längsfortsatz der Hinterzellen zugleich mit den Fasern der sensiblen Wurzeln das Rückenmark. Hierauf baute sich der Schluß, daß diese zum Spinalganglienapparat gehören, eine Anschauung, die namentlich KÖLLIKER in seinem Handbuch der Gewebelehre diskutiert. Von der Annahme fehlender extramedullärer Spinalganglien bei Amphioxus ausgehend — die Homologa derselben sollen hier noch im Marke selbst liegen — stellt KUTSCHIN sich vor, daß bei den Cyklostomen die Spinalganglien zwar schon außerhalb des Markes verlagert sind, von diesem Apparat aber nur noch die Hinterzellen innerhalb verblieben seien, denen ähnlich gelagerte Elemente — die Cellules dorsales — bei den Amphibien entsprechen sollen. Dieser Anschauung stehen KOLMER und STUDNIČKA entgegen. Ersterer hat nur einmal mit Sicherheit das Austreten eines Längsfortsatzes beobachten können und möchte es nicht als die Regel ansehen; der multipolare Charakter der Hinterzellen aber spreche gegen ihre Homologie mit Spinalganglien. STUDNIČKA, wie schon erwähnt, findet keine Beziehung zu den dorsalen Wurzeln und neigt dazu, die Hinterzellen für motorische Elemente zu halten. Über das Verhalten des anderen charakteristischen Längsfortsatzes ist nichts bekannt.

Während bei den bis jetzt besprochenen Zellkategorien die Elemente in einfacher Reihe aufeinander folgten, finden wir sie bei den seitlichen Zellsträngen mehrreihig nebeneinander liegend und ein

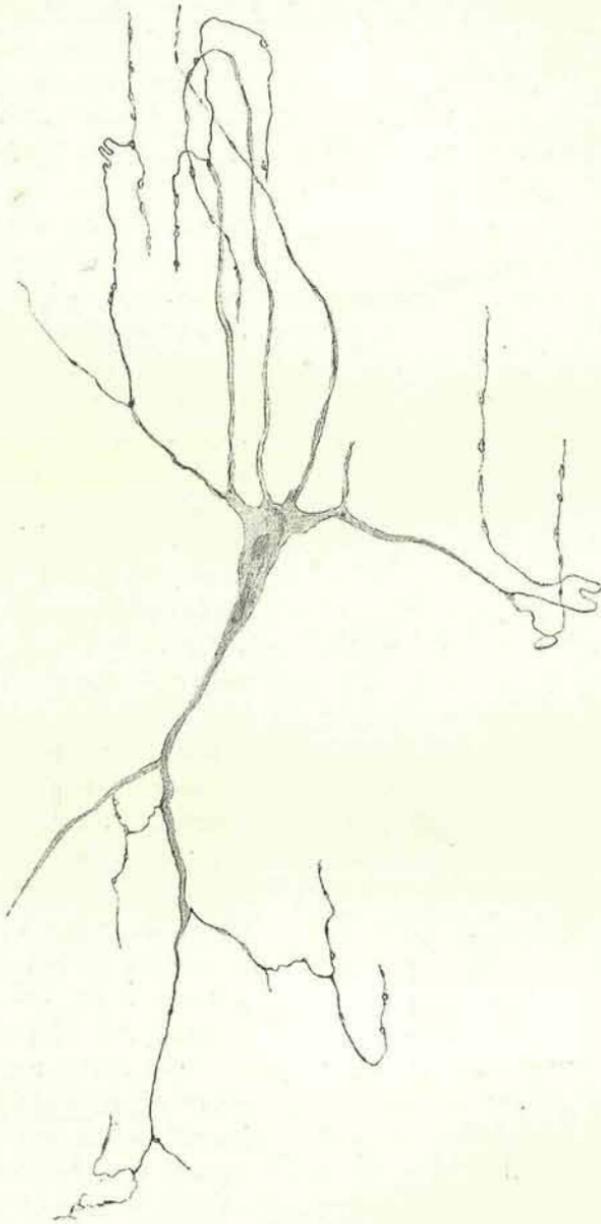
Band formieren, das jederseits ungefähr ein Drittel der Rückenmarkshälfte einnimmt. Den Dimensionen nach lassen sich unter ihnen große und kleine Zellen unterscheiden. Unter ersteren hebt KOLMER zwei Typen hervor. Einmal Zellen von dreieckiger Form, ähnlich den Pyramidenzellen der Cortex; die Längsachse derselben ist transversal gestellt. Und zweitens Zellen, deren multipolarer Körper mit der Längsachse longitudinal eingestellt ist und deren Längsfortsätze sich fast rechtwinklig T-förmig teilen. Bei Durchmusterung einer großen Anzahl von Präparaten unter Außerachtlassung aberranter Formen und Beachtung häufig wiederkehrender, einander ähnlicher oder fast identischer Elemente ergab sich uns folgende Einteilung:

Zellen, deren Körper fast dreieckig erscheint; an den drei Eckpunkten gehen starke Fortsätze ab (Taf. I, Fig. 1, *a*). An diese schließt sich die nächste Form, indem vier Fortsätze entsendet werden, so zwar, daß an der meist gegen den Rand gelegenen Ecke zwei hart aneinander sich finden. Die Gestalt bleibt hierbei noch triangulär. Rücken die beiden Fortsätze weiter voneinander ab, so kommt schließlich ein viereckiger Typus zustande (Taf. I, Fig. 1, *b*). Auf diese letztere Form hat OWSJANNIKOW im besonderen hingewiesen. Die Fortsätze aller dieser Zellen laufen unregelmäßig nach verschiedenen Richtungen, nähern sich hierbei der dorsalen oder ventralen Fläche, an Dicke abnehmend, um schließlich nach mehrfachen, dichotomischen Teilungen als feinste Endreiserchen, reichlich mit Varikositäten besetzt, im Plexus perimedullaris zu enden. Auch gilt als Regel, daß das Verbreitungsareal der Fortsätze und seine Dichtigkeit gegen die laterale Kante größer ist als in der Richtung gegen die Mitte des Markes. Eine zweite Gruppe von Zellen (Taf. I, Fig. 1, *c*) ergibt sich auf Grund folgender Charakterisierung: Spindelförmige Zellkörper, jedoch nicht sondern multipolar, Längsachse transversal, Fortsätze nicht unregelmäßig verlaufend, sondern rein transversal gegen Mitte und gegen Rand gerichtet. Öfters konnte ich nun finden, daß von dem Randfortsatz ausgehend (*d*) eine Faser abbog, die nicht in der Oberfläche endete, sondern längsverlaufend innerhalb des Markes blieb und sich dem Bündel von Längsfasern anschloß, das sich als Seitenstrang in den Randpartien des Markes findet. Diese Fasern waren leider nicht weit genug zu verfolgen, da ihre Farbe bald verblaßte; doch hatte man hier den Eindruck, daß dieses Enden nur ein scheinbares sei, also in der Färbung beruhte, während die Faser ungefärbt weiterlief. Da diese Fasern keine

Verzweigungen zeigten, ihr Kaliber gleichmäßig beibehielten, hoben sie sich in ihrem Habitus deutlich von den übrigen Zellfortsätzen ab. Doch kommen wir auf die Frage der Achsenzylinder und Dendriten genauer bei Besprechung der faserigen Bestandteile des Markes zurück. Weiterhin ist zu bemerken, so oft sich eine Längsfaser oben beschriebener Art in Zusammenhang mit einer Zelle fand, diese letztere immer dem Typus der spindelförmigen Zellen angehörte, niemals zur ersten Gruppe der triangulären beizuzählen war. Doch galt nicht die Umkehrung, daß zu jeder Zelle des spindelförmigen Typus eine Längsfaser zu finden war. Ob diese Einschränkung nur den „Launen der Färbung“ zuzuschreiben ist, bleibt fraglich. Gegenüber den zwei bis jetzt beschriebenen Gruppen spielen die übrigen Zellformen wenigstens der Zahl nach eine untergeordnete Rolle. Es sind dies einmal Modifikationen der ersten Gruppe mit (Textfig. 3) einer größeren Anzahl von Fortsätzen bis zu zehn. Andererseits Zellen, deren Längsachse longitudinal liegt (Taf. I, Fig. 1, *e*). In dieser Richtung finden sich in der Regel zwei Fortsätze mit T-förmiger Teilung (KOLMER). Zwischen den großen Zellen der Zellenbänder liegen eine beträchtliche Anzahl von kleinen, multipolaren Elementen, deren Fortsätze ohne jede Ordnung nach allen Richtungen abgehen. Über einen Befund, den ich einige Male machen konnte, ist noch zu berichten. Es handelt sich um spindelförmige Zellen, die (Taf. I, Fig. 1, *f*) gegen die Mitte des Markes einen Fortsatz schicken, der sich in der gewohnten Weise aufteilte. Von einem seiner Äste zweigte an einer Stelle, die durch eine Varikosität besonders gekennzeichnet war, eine längsverlaufende Faser ab, die ohne an die Oberfläche zu treten in engen Krümmungen sich hinziehend auf eine lange Strecke zu verfolgen war. Also auch hier ein Fall, daß eine Längsfaser nicht direkt als Achsenzylinder von einer Zelle entspringt, sondern von einem Fortsatz derselben, den man nach seiner Form als Dendrit zu bezeichnen hat.

Noch sind einige Zelltypen zu erwähnen, die nicht den seitlichen Zellbändern angehören, sondern zwischen denselben in der Nähe des Zentralkanales liegen, mehr als diese der Dorsalseite genähert (Taf. I, Fig. 1, *g*). Es sind kleine multipolare Zellen, für die ein Längsfortsatz charakteristisch ist, der sich schwach windend parallel mit dem Zentralkanal hinzieht. Er gibt einige Verästelungen ab, die sich in transversaler Richtung im Rückenmark verbreiten. Neben diesen Zellen finden sich ungefähr in gleicher Höhe wie die Hinterzellen — also schon dorsal vom Zentralkanal —

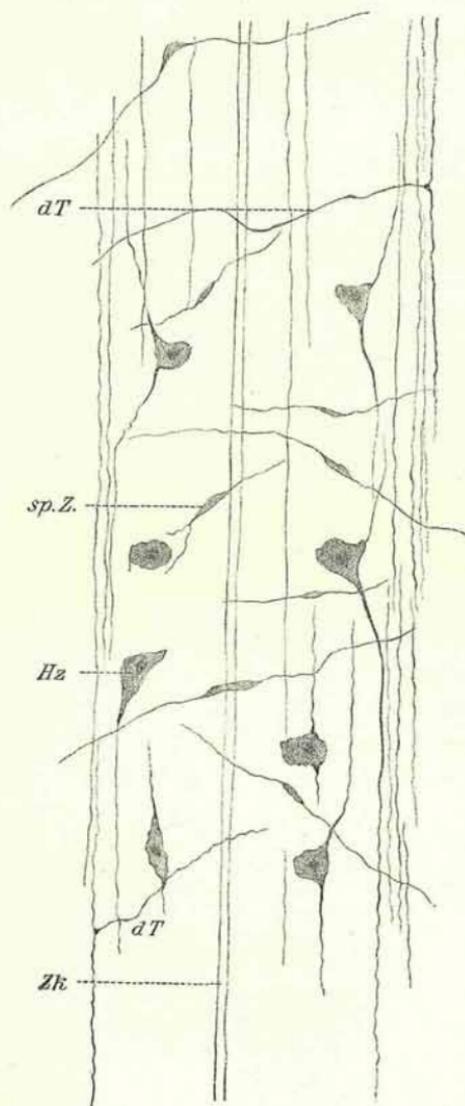
Fig. 3.

Imm. $\frac{1}{12}$, Oc. 8.

eine größere Anzahl ebenfalls kleiner Zellen (Textfig. 4, *sp. Z*) in transversaler Einstellung, deren langgestreckter, spindelförmiger Körper nach rechts und links Fortsätze in das Mark sendet, die sich

zum Teil schon in den ventralen Partien der hier gelegenen Hinterstränge verlieren, zum Teil aber in die dorsale Zone der seitlichen Zellbänder eintreten. In gleicher dorsaler Lage treten noch größere multipolare Elemente auf, deren Fortsätze ganz unregelmäßig nach allen Richtungen verlaufen. Häufig konnte ich diese Zellen nicht finden. KOLMER hat auf diese Zellen zuerst hingewiesen und gibt an, daß er an ihnen Längsfortsätze beobachten konnte, die sich in mäandrischen Linien zwischen den MÜLLERSchen Fasern hinzogen. Auch fügt er hinzu, daß sich bei höheren Vertebraten kaum Homologa zu diesen Formen finden ließen. Die Schwanzpartie des Rückenmarkes scheint in ihrem zelligen Aufbau einige Besonderheiten aufzuweisen. Die Hinterzellen erschienen mir in dieser Partie gedrängter; ferner konnte ich hier, leider nur in einem Falle, das Vorkommen einer Kolossalzelle nachweisen, deren nur schwach gefärbter Körper das Drei- oder Vierfache einer sonstigen großen Zelle erreichte. Von den Fortsätzen war nichts zu erkennen. Regelmäßig aber konnte ich in diesem hinteren Teile Zellen finden, die zwei- bis dreimal so groß als die übrigen Zellen waren. Sie wiesen dicke Fortsätze auf, die über den

Fig. 4.



d T dorsale T-Fasern. *Hz* Hinterzellen. *Zk* Zentralkanal. *sp. Z.* spindelförmige Zellen.

Zentralkanal hinüber bis zum anderseitigen Rand reichten. Ihre Aufsplitterung fanden sie wie die übrigen Zellen im Oberflächenplexus.

Wir gehen nun über zu einer Darstellung der Faserbestandteile des Rückenmarkes. Hierbei ist hervorzuheben, daß bei den Cyklostomen, wie schon alle Autoren bemerkt haben, eine Markscheide fehlt. Auf Osmiumpräparaten jedoch sieht man die stärkeren Fasern wenigstens umgeben von einer schwarzen Linie. KOLMER, der diesen Verhältnissen seine besondere Aufmerksamkeit zugewendet hat, findet auf Schnitten nach der älteren BIELSCHOFSKY-Methode (Gefrierschnitte) rings um die Fasern eine der Markscheide entsprechende Substanz. Die Dicke der Fasern ist außerordentlich verschieden und es lassen sich auf Grund dieses einen Merkmales, schon die sogenannten „MÜLLERSchen Fasern“ allen anderen gegenüberstellen (Taf. I, Fig. 3, 4).

Diese Fasern, die von JOHANNES MÜLLER entdeckt wurden, gleichen ihrem Kaliber nach den bekannten Kolossal Fasern der Evertibraten, noch mehr den MAUTHNERSchen Fasern im Rückenmark der Teleostier. Eine Färbung durch Methylenblau gelingt fast nie. Sie zeigen besonders deutlich die erwähnte myeloide Hülle, die nach ihrem Verhalten gegenüber der Osmiumsäure wohl aus lipoiden Substanzen bestehen dürfte. Sowohl das Kaliber der Fasern ist schwankend als auch ihre Verlaufsrichtung. In der Regel zeigt der Querschnitt vier Bündel auf jeder Rückenmarkshälfte, zwei ventrale und zwei dorsale. Das ventromediale scheidet die Hinterzellen von den seitlichen Zellbändern, das ventrolaterale schiebt sich zwischen diese und die Randzellen. Die beiden dorsalen Bündel bestehen meist aus Fasern von geringerem Kaliber als die ventralen und es sind die Fasern nicht dicht aneinander. Ihre Lage ist im dorsalen Teile des Markes gegenüber den entsprechenden ventralen Bündeln etwas lateralwärts verschoben. In der Schwanzpartie verjüngen sich die Fasern sehr stark bis zur gewöhnlichen Dicke der übrigen Fasern und isoliert man die Fasern in einem Zupfpräparat, so merkt man, daß sie eine große Zahl kleinster Fibrillen abgeben. War die Faser noch im Zusammenhang mit dem übrigen Mark, so ließen sich durch keine Färbung diese Kollateralen sichtbar machen, weshalb es unbestimmt bleibt, wohin sich diese abzweigenden Fibrillen begeben. OWSJANNIKOW und KOLMER haben das Bestreben, den Unterschied dieser Fasern gegenüber den anderen faserigen Elementen des Rückenmarkes abzuschwächen und wollen sie bloß durch ihre besondere Dicke charakterisiert wissen. Allein durch MAYER ist festgestellt, daß sie aus großen Zellen des Nach- und Mittelhirnes entspringen und dies allein genügt schon, um sie den Fasern, die sich sonst im Rückenmark finden,

gegenüberzustellen, welche anatomische Sonderstellung gewiß auch eine funktionelle zur Seite haben dürfte.

Unter den übrigen Fasern unterscheide ich folgende Typen:

Die Bogenfasern, vornehmlich auf der ventralen Seite vorhanden und nur an den Rändern des Rückenmarkes auf die dorsale Seite aufsteigend; die motorischen Wurzelfasern, die sich nur auf der ventralen Seite finden.

Im dorsalen Teil des Markes die Fasern der sensiblen Wurzeln und medial von ihnen gelegen die Fasern der Hinterzellen.

Dem System der Bogenfasern haben RETZIUS und KOLMER ihre Aufmerksamkeit zugewendet. Wir finden auf der ventralen Seite querlaufende Fasern, die sich Y-förmig teilen und in weithin verfolgbare Längsfasern (Taf. I, Fig. 4, *g*) auslaufen. Den noch ungeteilten Stamm nennt KOLMER Hauptfaser. Verfolgen wir diesen in der Richtung weg von der Verzweigungsstelle, so wird die anfänglich dicke Faser außerordentlich dünn und geht in den meisten Fällen so dem Auge verloren. In einer Anzahl von Präparaten konnte ich nun diese dünne Faser weiter verfolgen; sie macht komplizierte Windungen und endigt schließlich in einem mehr oder weniger vortretenden Fortsatze einer Zelle der seitlichen Zellbänder. Dieser Ursprungsfortsatz entsendet vom distalen Ende, das etwas verdickt ist, neben der Bogenfaser, die einen Neuriten darstellt, eine zweite Faser, die nach kurzem Verlauf zwischen den übrigen Zellen endigt und offenbar ein Dendrit ist (Taf. I, Fig. 1, *h*). In diesem Ursprungsfortsatz sehe ich eine modifizierte Form des bekannten „Ursprungskegels“. Nebst diesem ist nach RAMÓN, VAN GEHUCHTEN, LENHOSSÉK noch für den Neurit charakteristisch die gleichmäßige Abnahme des Kalibers und nicht zum wenigsten die Verlaufsrichtung samt Endigung. Daß die Bogenfaser gerade an ihrem Ursprung so dünn ist, um nach kurzem Verlauf stark anzuschwellen, hat nichts Ungewöhnliches an sich, seitdem ein ganz gleiches Verhalten an anderen Objekten festgestellt ist, z. B. durch VAN GEHUCHTEN bei Amphibien bezüglich der motorischen Fasern. Hier ist der Platz, eine Bemerkung von KOLMER zu streifen. Bei Besprechung der sogenannten „gemischten Fortsätze“ — der Ausdruck rührt von NANSEN her und wurde von RETZIUS übernommen — d. i. also von Dendriten, von denen sich eine Faser abspaltet, die sich nicht dendritenartig ramifiziert, sondern eher einem Achsenzylinder gleicht, sagt er, daß diese Bezeichnung keine rechte Bedeutung mehr haben könne, da bei der Unterscheidung

von Dendriten und Achselzylindern ihrer „physiologischen Dignität“ nicht Rechnung getragen wurde, denn beide sind reizleitend. Für histologische Begriffe aber können doch nicht physiologische Merkmale konstitutiv sein, denn das physiologische Verhalten ist ja erst aus dem anatomischen erschlossen, also konsekutiv. Die Frage ist demnach nur, ob sich überhaupt histologisch ein „gemischter Fortsatz“ nachweisen läßt. Ich habe oben zwei solche Fälle mitgeteilt; doch erscheint mir dies einstweilen zu wenig und ich muß daher die Entscheidung in dubio lassen.

KOLMER fährt aber fort, er bezweifle, ob bei den Cyklostomen „histologisch besonders charakterisierte Achsenzylinder“ überhaupt von den Dendriten zu unterscheiden sind. Das ist entschieden zu weit gegangen. Ich erinnere nur an die Hinterzellen, wo sich die Längsfortsätze deutlich von den übrigen unterscheiden. Übrigens will ja KOLMER gerade die Bogenfasern mit Zellen in Zusammenhang bringen, nämlich den Randzellen. Ich konnte nie etwas Derartiges beobachten. Wohl aber, wenn sich die Hauptfaser dem Rande näherte, bog sie bald um gegen das seitliche Zellenband. Auch KOLMER selbst ist seiner Beobachtung nicht ganz gewiß; denn auf Seite 199 ist die Beobachtung zwar als bestimmt für einige Male angegeben, auf Seite 192 schiebt sich aber das Wörtchen „schien“ dazwischen. Die Bogenfasern gehören zu Zellen der seitlichen Zellbänder, speziell zur Gruppe der spindelförmigen Zellen. Die Dendriten waren leider meist nur schwach gefärbt, so daß ich über ihre Verteilung nichts mitteilen kann. Über den Verlauf der Bogenfasern ist zu berichten, daß die Hauptfaser in den meisten Fällen, die Mitte überkreuzend, sich in die andere Markhälfte begibt, wo sie sich in die zwei Längsäste teilt, die nach einigen Schlingelungen gegen den Rand ziehen, teils der ventralen, teils der dorsalen Fläche genähert. Die Fasern geben zahlreiche Kollateralen (Taf. I, Fig. 1, *j*) ab, die entweder in der Längsrichtung verlaufen oder gegen den Rand hin ziehen. An gut gelungenen Präparaten sieht man weiter von den Kollateralen eine große Zahl feinsten Fäserchen abgehen, die alle in den Oberflächenplexus eintreten. In ebensolcher Weise enden die längsverlaufenden „Stammfasern“, indem sie sich allmählich im Randgebiet aufsplintern, aber nicht in Form von typischen Telodendrien um bestimmte Zellen, sondern auch ihre Endreiserchen münden in das Oberflächennetz. Zelle und Verbreitungsgebiet des Neuriten lagen hier in entgegengesetzten Rückenmarkshälften — der heteromere Typus von Strangzellen nach VAN GEHUCHTEN. Auch die beiden

anderen Typen finden sich, der tautomere: Zelle und Neurit gehören derselben Seite an und der hekateromere: Zelle und der eine Längsfortsatz des Neuriten bleiben auf einer Seite, der zweite Längsast sucht die andere Hälfte des Markes auf. Die Bogenfasern ergeben in ihrer wechselseitigen Durchkreuzung ein sehr charakteristisches Bild, genau so wie die Kommissurenfasern im Rückenmark von Amphibien, wie sie VAN GEHUCHTEN fand. Auf einen Umstand will ich noch aufmerksam machen, nämlich, daß sich die Kollateralen der Bogenfasern häufig unter die austretenden Wurzelfasern mengen, und es entsteht so ein Bild, das vielleicht OWSJANNIKOW Anlaß gab zu der Anschauung, daß die Wurzelfasern nur Kollateralen von Längsfasern seien.

Ein zweites ventrales Fasersystem bilden die motorischen Wurzelfasern. Sie bilden mehr oder weniger dichte Bündel, die etwas medialwärts vom Rand des Rückenmark verlassen. Verfolgen wir sie von ihrer Austrittsstelle, so laufen sie meist (Taf. I, Fig. 1, *k*) ein kurzes Stück transversal, um dann im Knie in die Längsrichtung umzubiegen, aus der sie nicht mehr abweichen, obwohl man sie oft über mehrere weiterfolgende Wurzelgebiete verfolgen kann. Dann versagt aber die Färbung, weshalb sich ein sicherer Zusammenhang mit einer Zelle nicht auffinden ließ. Doch ist es wahrscheinlich, daß sie zu dem triangularen Typus der seitlichen Zellbänder gehören, da die Hinterzellen nicht in Betracht kommen und die Randzellen ihrer Zahl nach zu spärlich sind, um die mächtige Fasermasse aus sich hervorgehen zu lassen. Ich fand aber einige Male motorische Fasern, die unmittelbar nach ihrem Eintritt ins Mark umbogen und hart am Rand weiterliefen. Es liegt die Vermutung nahe, daß diese zu den Randzellen in Beziehung treten, d. h. die letzteren stellen vielleicht nur einen besonderen Typus von motorischen Zellen dar. Daß eine Faser einen rein transversalen Verlauf hätte, ohne in die Längsrichtung umzubiegen, konnte ich nie beobachten und es erscheint deshalb unwahrscheinlich, an einem Querschnitt motorische Zelle samt austretender Faser beobachten zu können, wie es die älteren Autoren angeben. Die von KOLMER gefundenen dicken, motorischen Fasern konnte ich ebenfalls wahrnehmen und ihre überraschende Verjüngung beobachten. Kollateralen kamen, soweit die Fasern verfolgbar waren, nicht zur Beobachtung.

Auf der dorsalen Seite finden sich die sensiblen Fasern. Ihre Wurzeln sind (Taf. I, Fig. 1, *l*) gegen die Querebene der motorischen Wurzeln verschoben, auch sind sie weniger reich an Fasern als

letztere. Ihr Eintritt erfolgt schon stark der Medianlinie genähert. Es finden sich zweierlei Fasern, die einen erleiden bald nach ihrem Eintritt die seit NANSSEN so oft beschriebene T-förmige Aufteilung in zwei längsverlaufende Äste, während die anderen ohne Teilung im rechten Winkel in die Längsrichtung umbiegen. Diese letzteren möchte KOLMER mit den Hinterzellen in Zusammenhang bringen. Ob die Fasern Kollateralen abgeben und wie sie endigen, ließ sich nicht feststellen.

Dorsal vom Zentralkanal findet man ein dichtes Faserbündel, das sich sehr klar von den übrigen Teilen des Rückenmarkes abhebt, ohne daß dies Verhalten in der Literatur genügend betont wäre. Zwar spricht KOLMER von längsverlaufenden dorsalen Fasern, doch die genauere Lage ist weder aus Text noch Abbildung ersichtlich. Am Querschnitt des DELAFIELD-Präparates (Taf. I, Fig. 3) zeigt der Raum zwischen Zentralkanal, Hinterzellen und dorso-medialem Bündel der MÜLLERSchen Fasern ein fein punktiertes bis homogenes Aussehen, während die übrigen Teile stets auch größere Faserschnitte aufweisen. Noch deutlicher wird das Bild an einem horizontalen Längsschnitt. Dasselbst (Taf. I, Fig. 4) ziehen zu beiden Seiten des Septum posticum äußerst zarte Fasern in kleineren Windungen der Längsrichtung des Markes parallel; auch erscheinen sie von zahlreichen Körnchen übersät. Dies gilt für ein Eisenhämatoxylinpräparat. Mit Methylenblau färbt sich diese Region des Markes nur sehr blaß. Doch läßt (Textfig. 4) sich mit Sicherheit feststellen, daß das oben beschriebene Faserbündel aus den Längsfasern der Hinterzellen gebildet wird. Die Fasern verlassen die Zellen meist etwas schief gegen die Längsrichtung und biegen dann in die Richtung genau parallel zum Zentralkanal um; die einzelne Faser läßt sich trotz der blassen Färbung noch weit in dem Faserbündel verfolgen, das wir wohl Hinterstrang nennen können. Die Fasern zeigen auch im Methylenblaupräparat die zarten, wellenförmigen Windungen. Des öfteren glaubte ich den Befund von FREUD bestätigen zu können, der bekanntlich angab, der eine der Längsfortsätze biege gegen den Rand um und beuge sich in eine sensible Wurzel. Stets erwies sich das Bild als trügerisch. Es liegen, wie schon oben geschildert, in dieser Gegend — Basis der Hinterstränge — spindelförmige Zellen, deren Querfortsätze sich häufig so an die Längsfasern anschmiegen, daß eine Kontinuität vorzuliegen scheint und der Anblick einer nach außen umbiegenden Strangfaser erweckt wird. Besonders bei Anwendung einer Imprägnationsmethode wird hier viel Kritik geboten sein.

Durch diesen negativen Befund kann natürlich die bestimmte positive Angabe FREUDS nicht erschüttert werden und dies um so weniger, als es mir nicht gelang, die Endigung der Fasern anderswie festzustellen. Das Bild des Hinterstrangs wird nämlich komplizierter durch die sensiblen Wurzelfasern, die an den dorso-lateralen Teilen des Hinterstrangs ihren Längsverlauf nehmen.

Es findet sich aber noch eine dritte Gruppe von Fasern im Hinterstrang (Textfig. 4, *d T*). Man sieht eine querlaufende Faser, die äußerst dünn beginnt, sich verdickt, den Zentralkanal dorsal überschreitet und sich dann T-förmig teilt in zwei Längsäste, die ebenso wie die übrigen Fasern feinwellig längsverlaufen. Ob der unpaare Ast zu einer Zelle tritt, ähnlich wie bei den ventralen Bogenfasern, und so ein dorsales System heteromerer Kommissurenfasern vorliege, ließ sich leider nicht entscheiden. Es wäre auch möglich, daß es sich um sensible Wurzelfasern handelt, die ihre T-Teilung erst in der Gegenseite finden, und somit eine Ähnlichkeit mit dem Verhalten bei höheren Vertebraten, bei denen ein Teil der sensiblen Wurzelfasern in den Hinterstrang der Gegenseite zieht, vorhanden wäre. Um für die Beschreibung einen Namen zu haben, bezeichnen wir sie unverbindlich als dorsale T-Fasern.

Wir haben bisher die Elemente des Rückenmarkes isoliert betrachtet, herausgelöst aus ihrem Zusammenhang mit den übrigen Bestandteilen; fügen wir sie in natürlicher Zahl und Anordnung zusammen, so werden sich bestimmte topographische Gebilde aus ihnen konstituieren, die wir am besten an Hand schematischer Zeichnungen betrachten können, wobei wir alle Elemente in die Transversalebene projiziert denken. An einem wirklichen Querschnitt findet man kaum je alle zu betrachtenden Fasern oder Zellen.

Eine erste Gruppierung liegt vor in der Unterscheidung von „Grau“ und „Weiß“. Da man mit dieser Bezeichnung nicht auf eine Farbendifferenz allein abzielt, sondern eher auf Zellansammlungen, respektive kompakte Fasermassen, dürfen wir diese Namen auch für das Rückenmark von *Ammocoetes* anwenden. Das Grau zerfällt demnach — für den Querschnitt ist der Name „Kern“ gebräuchlich — in den Hinterkern (Säule der Hinterzellen), Seitenkern (seitliches Zellband) und Randkern (Säule der Randzellen).

Die weiße Substanz besteht neben den MÜLLERSchen Fasern, deren weniger konstante Anordnung schon besprochen wurde, aus folgenden Strängen (Taf. I, Fig. 5):

Die motorischen Wurzelfasern bilden je rechts und links einen an der Ventralseite gelegenen Strang, der vom Randkern aus sich ungefähr ein Drittel der Rückenmarksbreite medial erstreckt, der rechte und linke motorische Vorderstrang.

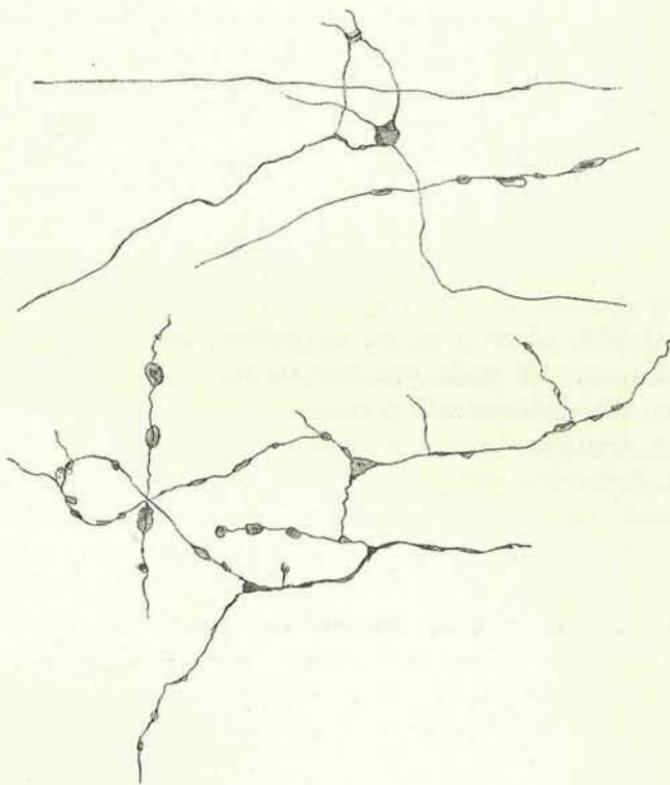
Weiter der Hinterstrang sich keilförmig gegen den Zentralkanal vorschiebend, zusammengesetzt aus den sensiblen Wurzeln, Fortsätzen der Hinterzellen und den dorsalen T-Fasern.

Die Fasern der Kommissurenzellen des Seitenkerns (Bogenfasern) bilden den Seitenstrang, der in einen dorso-lateralen und einen ventralen Teil zerfällt. Letzterer vermengt sich mit dem motorischen Vorderstrang und besteht in seinen medialen Partien mehr aus längsverlaufenden Kollateralen der Bogenfasern, während die Stammfasern im dorso-lateralen Teil ihren Platz finden. Dies die Längsfasern der weißen Substanz. Ihre querverlaufenden Bestandteile bilden Kommissuren: Eine ventrale gebildet durch die Hauptfasern und die Dendriten der Zellen aus dem Seiten- und Randkern; eine dorsale bestehend aus den T-Fasern und den Querfortsätzen der daselbst liegenden spindelförmigen Zellen.

Ein Gebilde bleibt noch zu besprechen, der sogenannte „Plexus perimedullaris“. Er stellt sich dar als ein dichtes Gewirr feinsten Fäserchen, die außerordentlich reich mit Varikositäten besetzt sind. Was diese letzteren betrifft, so zeigen sie entweder die Form blau gefärbter Farbenknötchen, oder sie sind sehr blaß und man erkennt, daß es sich um ein Auseinanderweichen der perifibrillären Substanz handelt (*III 7*), mitten hindurch zieht dann die Fibrille. Jede Verzweigungsstelle einer Faser zeigt ein solches Knötchen, das dann oft dreieckig gestaltet ist, und man kann sehen, wie sich drei Fibrillen in einem Punkte treffen. Ob alle Varikositäten nur Erscheinungen des Absterbens sind, ist zweifelhaft. Jedenfalls ist ihr konstantes und massenhaftes Auftreten bei der Methylenblau-methode für den Plexus charakteristisch. Ist nun dieser ein echter „Plexus“, d. h. sind die Fasern in Kontinuität oder handelt es sich um ein „Filzwerk“? Einige Male habe ich (*Textfig. 5*) Maschenbildungen beobachten können. Damit ist wenig erreicht, denn die Frage spitzt sich schon weiter zu, ob es sich um Kontakt im Sinne der Neuronentheorie handle oder ob fibrilläre Kontinuität vorliegt, entsprechend der Fibrillenlehre. Eine Entscheidung hierüber war nicht zu gewinnen. Wenn wir aber überlegen, daß nicht nur die Dendriten der Zellen des Seiten- und Randkerns den Plexus bilden, sondern auch die Strangfasern durch ihre Kollateralen und Stammfasern gleicher Weise in ihn eingehen, so ist die Ansicht nicht

unbegründet, in dem Plexus einen Apparat zu erblicken, durch den die Elemente des Rückenmarkes in eine allgemeine, für alle gleiche Beziehung gesetzt werden. Aber die Fasern des Hinterstrangs, deren Endigung uns unbekannt ist? Da kommt uns eine Bemerkung VAN GEHUCHTENS zu Hilfe. Er findet auch bei Amphibien den Plexus hauptsächlich aus den Dendriten zusammengesetzt, die gegen die dorsale Seite aufsteigen und die Hinterstränge

Fig. 5.

Imm. $\frac{1}{16}$, Oc. 8.

umspinnen. Sie könnten die sensiblen Erregungen in die ventrale, motorische Region leiten; denn die für die höheren Vertebraten typischen Reflexkollateralen finden sich hier so wenig wie bei den Cyklostomen. Wir glauben, daß in jeder Spekulation über den funktionellen Zusammenhang der Elemente im Rückenmark des Ammonoetes gerade dieser Plexus eine zentrale Rolle zu spielen hat. Bevor wir hierauf eingehen, müssen wir einen Nachtrag einschieben.

Vorliegende Resultate waren schon in den Jahren 1905—1906 gewonnen worden, der äußere Abschluß der Arbeit verzögerte sich. Inzwischen erschien 1909 eine Arbeit von TRETJAKOFF über das gleiche Thema. Wir haben uns mit dieser Abhandlung auseinanderzusetzen, wobei sich von selbst eine kurze Wiederholung unserer Resultate ergibt.

TRETJAKOFF vermag die motorischen Ursprungszellen bündig nachzuweisen. In den Seitenkern liegen zwei Typen derselben. Die Dendriten des Typus I breiten sich in der Frontalebene aus, die Zellen des zweiten Typus senden sie auch in die Längsrichtung. Wir haben auf das gleiche Verhalten bei der Gruppe der spindelförmigen und der triangulären Zellen hingewiesen. TRETJAKOFF legt auf die Gestalt des Zellkörpers kein Gewicht und mag hierin im Rechte sein. Die Randzellen betrachtet er als vorgeschobene motorische Zellen vom Typus I. Er untersucht vornehmlich Schnitte; uns lagen Totopräparate vor. Die Randzellen zeigen nun auch Dendriten in der Längsrichtung. Beim ersten Typus entspringt der Neurit von einem typischen Ursprungskegel. Bei Typus II ist der Ursprungskegel variabel und gibt auch einen Dendriten ab. Wir fanden das gleiche Verhalten bei den Strangzellen, womit das Befremdliche derselben abgeschwächt ist. Die Neuriten vermag er nur mit Golgimethode bis zur Zelle zu verfolgen. Bei den Randzellen ist er nur auf Vermutung angewiesen, die sich auf die gesamte Zellform bezieht; wir konnten ein laterales Bündel motorischer Fasern nachweisen, das wohl zu ihnen in Beziehung tritt. In den Bogenfasern sieht er Neuriten von Kommissurenzellen, die er im Seitenkern vermutet und die sich von den motorischen Zellen nicht unterscheiden sollen; wir haben dies nachgewiesen und würden die Zellen seinem Typus II vergleichen. KOLMERS Angabe vermag er nicht zu bestätigen. Unrichtig ist seine Behauptung, daß alle ventralen Fasern motorische seien, da er hierbei den ventralen Teil des Seitenstranges übersieht. Den Hinterstrang findet er wie wir zusammengesetzt. Nur vermissen wir die dorsalen T-Fasern. FREUDS Angabe bezeichnet er als einen Irrtum. Die sensiblen Wurzelfasern sieht er in Endverzweigungen sich aufsplintern; auch geben sie kurze Kolateralen ab.

Den Begriff „gemischter Fortsatz“ verwirft er. Doch möchte ich an meine Befunde erinnern; ein ähnliches Verhalten hat auch VAN GEHUCHTEN gefunden. Die MÜLLERSchen Fasern hält er für ein selbständiges System, beobachtet ihre kaudale Verjüngung; wir haben auch von austretenden Fibrillen berichtet. Die übrigen

kleineren Zellelemente hält er für Koordinationszellen. Im Plexus stehen die Rückenmarkselemente durch Kontakt in Beziehung.

In den für uns relevanten Punkten besteht eine gute Übereinstimmung; daher kann auch in der physiologischen Auffassung kein Unterschied bestehen. Der Plexus ist auch bei ihm ein wichtiger Apparat. In ihm werde der Reiz diffus verbreitet und es arbeite das gesamte Rückenmark als ein einheitlicher Reflexapparat. Der Hinterkern ist vielleicht ein Umschalte- oder Summationsapparat. Motorische Impulse direkt aus dem Gehirn finden ihren Weg offenbar durch die MÜLLERSchen Fasern. TRETJAKOFF widmet der vergleichenden Betrachtung der übrigen Wirbeltiere in bezug auf unser Objekt viel Platz. Doch solange auch bei diesen vieles noch unbekannt ist, können wir meines Erachtens nur nach ganz allgemeinen Gesichtspunkten urteilen.

Wir sehen, daß der Oberflächenplexus immer mehr an Bedeutung verliert und bei den höchsten Formen nur wenige Dendriten die Oberfläche des Markes erreichen. Die diffuse Reizleitung verschwindet; die Neuriten endigen in Telodendrien um bestimmte Zellgruppen, d. h. im Rückenmark etablieren sich selbständig funktionierende Unterabteilungen, meist Umschalte- und Summationsapparate mit lokalisierter Leitung. Andererseits gerät der Eigenapparat des Rückenmarks immer mehr unter die Herrschaft cerebraler Zentren. Nach beiden Richtungen ist das Mark von Ammonoetes als ein primitives zu bezeichnen.

Herrn Prof. Dr. B. HATSCHKE bin ich zu tiefem Dank verpflichtet für die Anregung zu dieser Arbeit und die Ermöglichung ihres Abschlusses. Für zahlreiche Ratschläge fühle ich mich dergleichen verbunden den Herren Prof. K. C. SCHNEIDER und Prof. Dr. H. JOSEPH.

Zusammenfassung.

Stellen wir das für den morphologischen Aufbau Wichtige zusammen, so bekommen wir folgende Übersicht:

Die zellulären Bestandteile gliedern sich in 3 Gruppen:

a) Der Seitenkern; er enthält

1. die motorischen Zellen des Seitenkernes; ihre Neuriten beginnen sehr dünn, verlaufen longitudinal, um nach knieförmiger Biegung in dichten Büscheln als motorische Wurzeln auszutreten.

2. Strangzellen, deren Neurite, ähnlich beginnend wie die motorischen, sich in zwei Hauptäste teilen, die entweder auf derselben Seite bleiben, auf der die Ursprungszelle liegt, oder es geht

nur der eine Ast auf die andere Seite über den Zentralkanal, oder es sind schließlich beide Äste auf der anderen Seite des Rückenmarkes zu finden. Die beiden letzteren Fälle ergeben KOLMERS „Bogenfasern“.

3. Kleine Assoziationszellen.

b) Der Randkern enthält die Randzellen, die wahrscheinlich motorischer Natur sind, da ein schwaches Bündel motorischer Fasern am Rand verlaufend sich diesen Zellen nähert.

c) Der Hinterkern besteht

1. aus den FREUDSchen Hinterzellen. Ihr multipolarer Körper entsendet zwei in der Längsrichtung verlaufende Neurite, deren Umbiegen in eine sensible Wurzel sich nicht beobachten ließ. Es handelt sich wahrscheinlich um einen Summationsapparat.

2. Kleinere, querliegende Zellen, die mit kurzen Ausläufern versehen, Assoziationselemente darstellen.

Die faserigen Bestandteile des Rückenmarkes ordnen sich folgendermaßen:

a) Vorderstrang. In seinem ventromedialen Teil aus motorischen und Strangfasern, im dorsolateralen nur aus letzteren bestehend.

b) Hinterstrang. Er enthält

1. die Längsfortsätze der FREUDSchen Zellen.

2. eine Gruppe von Fasern mit dem provisorischen Namen „dorsale T-Fasern“.

c) Die großen MÜLLERSchen Fasern, aus Zellen des Nachhirsns entspringend.

Alle Zellen senden Dendriten in den Oberflächenplexus, in den auch die Endverzweigungen der Neuriten aus den Strangzellen eintreten. Nach TRETJAKOFF endigen in ihm auch sensible Wurzelfasern. Er stellt somit einen allgemeinen Beziehungsapparat dar. Wir sehen in ihm ein primitives Merkmal des Rückenmarks. Ein weiteres primitives Verhalten gibt sich in dem Überwiegen des Eigenapparates des Rückenmarkes kund.

Literaturverzeichnis.

Allgemeine Werke:

KÖLLIKER, Handbuch der Gewebelehre, II. Band, 1896.

EDINGER, Vorlesung. über d. Bau der nervösen Centralorgane. 1900.

LENHOSSÉK, Der feinere Bau d. Nervensystems. 1895.

Spezielle Abhandlungen:

REISSNER, Beiträge z. Kenntnis d. Rückenmarks. Müllers Arch. 1860.

FREUD, Über d. Ursprung d. hinteren Nervenwurzeln im Rückenmark von Ammonoetes. Sitzungsber. d. Kais. Akad. d. Wiss. Wien, LXXV, 1877.

— Über Spinalganglien und Rückenmark d. Petromyzon. Ibid. LXXVIII. 1878.

NANSEN, Frithj., The structure and combination of the histol. elem. of the central-nerve-system. Bergens Museum 1887.

RETZIUS, Zur Kenntnis d. zentralen Nervensyst. von Myxine glut. Biol. Unters. N. F. II. 1891.

v. GEHUCHTEN, La moelle epinière de la truite. La Cellule. T. XI. 1895.

STUDNIČKA, Ein Beitrag zur Histologie und Histogenese d. Rückenmarks. Sitzungsber. d. k. böhm. G. d. Wiss. 1895.

MAYER, Das Centralnervensystem von Ammonoetes. Anat. Anz. XIII. 1897.

v. GEHUCHTEN, La moelle epinière des larves des Batraciens. Arch. de Biol. T. XV. 1898.

OWSJANNIKOW, Das Rückenmark u. das verlängerte Mark des Neunauges. Mém. Acad. imp. Scienc. St. Petersburg. Vol. XIV. Nr. 4. 1903.

KOLMER, Zur Kenntnis d. Rückenmarks von Ammonoetes. Anatom. Hefte. Heft 88, Bd. 29. 1905.

TRETJAKOFF, Das Nervensystem von Ammonoetes. I. Das Rückenmark. Arch. f. mikr. Anat. Band 73. 1909.

Tafel-Erklärung.

Fig. 1. Schema des Rückenmarks, in das die einzelnen Zelltypen aus verschiedenen Präparaten eingezeichnet sind. (Immers. $\frac{1}{12}$, Oc. 8.)

c-f Zelltypen des Seitenstranges.

g kleine dorsale Zellen.

h Zelle der Bogenfasern.

j Verzweigungen der Bogenfasern.

k motorische Wurzel.

l sensible " .

y Hauptfaser einer Bogenfaser.

M. Z. Motorische Zelle des Seitenkernes.

R. Z. " " " Randkernes.

H. Z. Hinterzelle.

Fig. 2. Totopräparat überfärbt. (Oc. 3, Obj. 5.)

H. Z. Hinterzellen.

s. Z. seitliches Zellenband.

R. Z. Randzellen.

Fig. 3. Querschnittshälfte (Kalium, bichrom. Osm. Delafield). Obj. 7, Oc. 3.

H. K. Hinterkern.

S. K. Seitenkern.

R. K. Randkern.

H. S. Hinterstrang.

M MÜLLERSche Faser.

Fig. 4. Längsschnitt.

S. Z. seitliches Zellenband.

Z. K. Zentralkanal.

H. S. Hinterstrang.

H. Z. Hinterzelle.

Fig. 5 u. 6. Schemata, um die Verteilung der Kerne und Stränge zu zeigen.

H. K. Hinterkern.

S. K. Seitenkern.

R. K. Randkern.

M MÜLLERSche Faser.

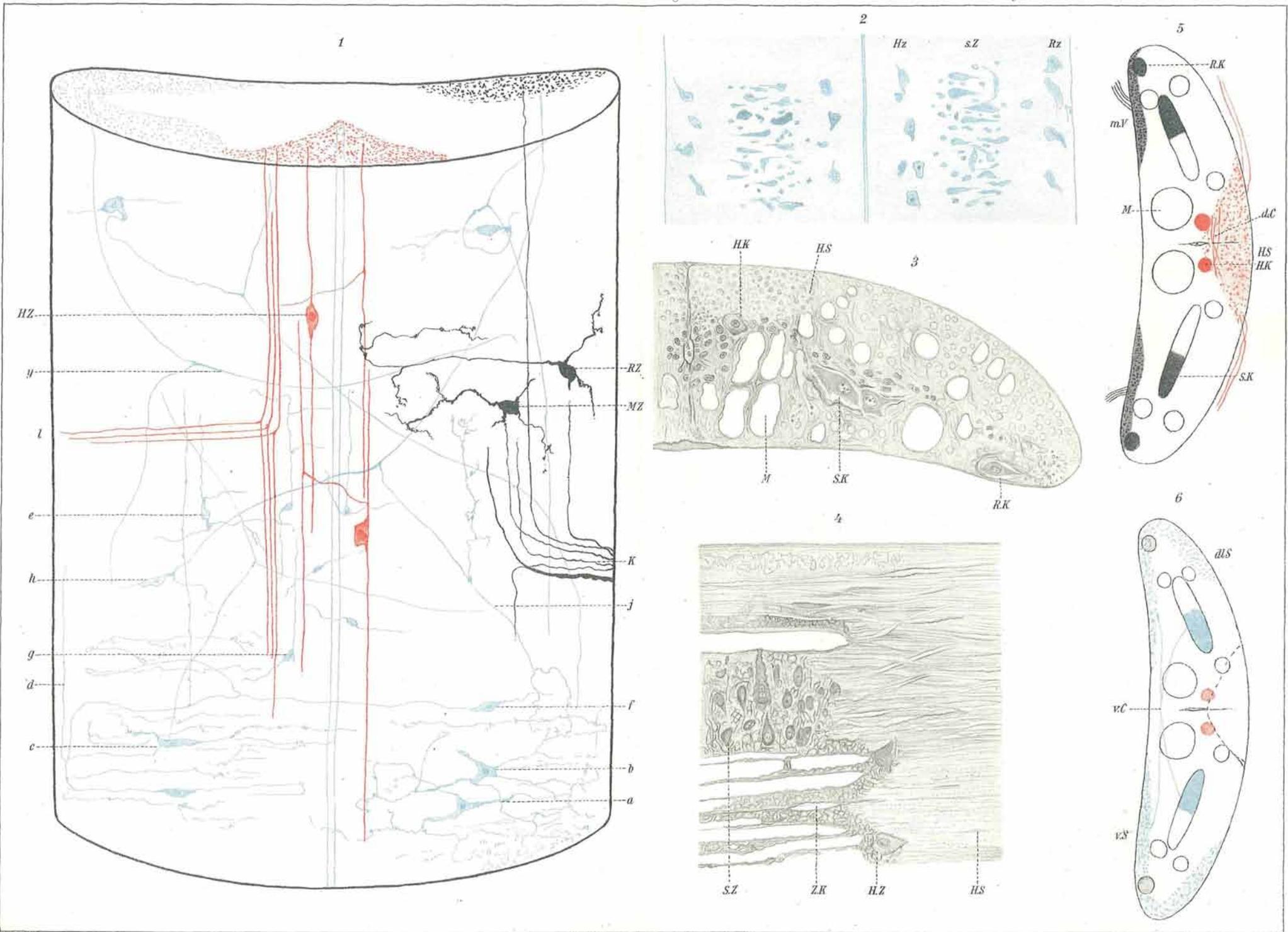
H. S. Hinterstrang.

m. V. motor. Vorderstrang.

v. S. u. *dl. S.* ventraler und dorsolateraler Seitenstrang.

d. C. dorsale Commissur.

v. C. ventrale „



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Arbeiten aus dem Zoologischen Institut der Universität Wien und der Zoologischen Station in Triest](#)

Jahr/Year: 1915

Band/Volume: [20](#)

Autor(en)/Author(s): Leder Heribert

Artikel/Article: [Zur Histologie des Rückenmarks von Ammocoetes. 273-296](#)