

Über Bau und Entwicklung der Chorda von *Amphioxus*

von

Basilius Lwoff

Privatdocent an der Universität und Assistent am Cabinet der vergleichenden Anatomie
in Moskau.

Mit Tafel 16.

Als ich vor etwa zwei Jahren meine Untersuchungen¹ über die Chorda anstellte, wurde ich darauf aufmerksam, dass beim Zerzupfen der Chorda von *Acipenser ruthenus* und *Petromyzon* oft dünne Platten sich isoliren lassen, welche dem Querschnitt der Chorda entsprechen und etwa aus zwei Zellenlagen bestehen. Noch besser ist es mir gelungen, solche Scheiben aus der Chorda in dem Schwanz der Froschlarve zu isoliren. Damals habe ich ausgesprochen, dass in der Chorda, welche noch keine Veränderungen und Einschnürungen seitens der Bogen erlitten hat, die Zellen zu Scheiben angeordnet sind, die denjenigen von *Amphioxus* nicht unähnlich sind. Die Isolirung der Scheiben, die sonst auf den Schnitten nicht zu sehen sind, versuchte ich mir dadurch zu erklären, dass zwischen den eine Scheibe bildenden Zellen der Zusammenhang viel fester ist, als zwischen den an einander stoßenden Zellen zweier Nachbarscheiben. Ich wollte damals auch die Chorda von *Amphioxus* in den Kreis meiner Untersuchungen ziehen, hatte aber nur in Alcohol conservirte Exemplare, und nach längerer Prüfung ergab sich, dass mit ihnen Nichts zu machen war. Darum habe ich jetzt während meines Aufenthaltes in der Zoologischen Station zu Neapel die Gelegenheit benutzt, mich mit dieser Frage eingehend zu beschäftigen.

¹ LWOFF, Vergleichend anatomische Studien über die Chorda und die Chordascheide. in: Bull. Soc. Natural. Moscou (2) Tome 1 1887 pag. 442—452. Taf. 4—6.

Aber die Resultate, zu denen ich auf Grund meiner neuen Präparate mit Nothwendigkeit gelangte, waren für mich ganz unerwartet. Es ergab sich nämlich, dass die Scheiben keine beständige Erscheinung in der Chorda von *Amphioxus* sind, eben so wenig wie bei *Acipenser* oder *Petromyzon*. Sie sind eher ein Product der Verschmelzung der Zellen in Folge des gegenseitigen Druckes derselben und der Wirkung gewisser Reagentien. Im Folgenden will ich dies näher begründen.

Im Jahre 1841 hat GOODSIR darauf aufmerksam gemacht, dass die Chorda von *Amphioxus* aus Platten gebildet wird, die nach Größe und Form ganz dem Querschnitt der Chorda entsprechen¹. Diese Angabe wurde von JOHANNES MÜLLER und anderen Autoren bestätigt, und es wurde damit anerkannt, dass die Chorda bei *Amphioxus* einen ganz anderen histologischen Bau hat, als bei den übrigen Wirbelthieren. Während sie nämlich sonst aus den bekannten großblasigen Zellen besteht, zeigt sie bei *Amphioxus* keine Spur von diesen Zellen und wird nur aus einer Reihe auf einander folgender Platten (Chordaplatten oder Chordascheiben) aufgebaut. So drehte sich Alles nur um die Frage, welchen histologischen Bau diese Platten haben.

Aber ich muss hervorheben, dass nicht alle Forscher diese Ansicht vertreten. QUATREFAGES² stimmt in einer Schrift, die bald nach der Arbeit von GOODSIR und J. MÜLLER erschienen war, mit Diesen nicht überein und weist darauf hin, dass die Chorda von *Amphioxus* aus abgeplatteten Zellen besteht. Da die Beobachtungen von QUATREFAGES, welche den Angaben aller übrigen Autoren widersprechen, meiner Ansicht nach sehr wichtig sind, so will ich die betreffende Stelle wörtlich citiren. Er sagt: »La corde dorsale du Branchiostome est composée en entier de cellules aplaties, dont le diamètre est beaucoup plus petit que celui de la masse solide qu'elles contribuent à former. Ces cellules, comprimées d'avant en arrière, présentent généralement l'aspect, que j'ai cherché à reproduire dans mon dessin. . . . Leur diamètre varie de $\frac{1}{10}$ à $\frac{1}{15}$ de millimètre. Leur épaisseur est d'environ $\frac{1}{40}$ ou $\frac{1}{50}$ de millimètre. Mais la cavité,

¹ GOODSIR, On the Anatomy of *Amphioxus lanceolatus*. in: Trans. R. Soc. Edinburgh Vol. 15 1841 pag. 250 ff.

² QUATREFAGES, Mémoire sur le système nerveux et sur l'histologie du Branchiostome. in: Ann. Sc. N. (3) Tome 4 1845 pag. 197 ff.

qu'elles circonscrivent. n'a guère que $\frac{1}{100}$ ou $\frac{1}{120}$. Les parois en sont très épaisses et fortement appliquées les unes contre les autres. Elles présentent des coupes irrégulièrement hexagonales. Cependant ces parois ne se soudent pas généralement ensemble, et un léger trait à peine distinct indique presque toujours le point où leurs surfaces se rencontrent. « — Viele geben zu, dass Beschreibung und Abbildungen von QUATREFAGES an Deutlichkeit Nichts zu wünschen übrig lassen, betonen aber, dass Niemand seine Beobachtungen bestätigt hat.

Zuerst widerspricht MAX SCHULTZE¹ entschieden den Angaben von QUATREFAGES. Er findet keine Zellen und sieht die Scheiben nebst einer weichen Bindesubstanz, durch welche sie an einander gehalten werden, für die einzigen Elementartheile der Chorda an. Auch nach MARCUSEN² besteht die Chorda aus sehr dünnen Scheiben. Aber diese sind nicht isolirt von einander; im Gegentheil. »elles sont réunies de deux côtés par une substance très mince, qui part des deux surfaces d'une grande quantité de points, tellement qu'en séparant une rondelle de sa voisine on déchire la membrane de réunion dont les débris se présentent alors en forme d'un réseau sur la surface de la rondelle«. Diese Beobachtung scheint mir von Wichtigkeit zu sein; ich werde noch weiter Gelegenheit haben, darauf zurückzukommen. Außerdem muss ich noch erwähnen, dass MARCUSEN zuerst in den Chordascheiben helle Kerne beschrieben, ihnen jedoch keine besondere Aufmerksamkeit gewidmet hat.

W. MÜLLER³ hebt (im Widerspruch mit MAX SCHULTZE) hervor, dass die Scheiben nicht die einzigen Elementartheile der Chorda sind. Nach seinen Beobachtungen ist sie dorsal und ventral anders beschaffen, als in ihrer übrigen Ausdehnung. Hier liegen verzweigte Zellen, deren Ausläufer unter einander anastomosiren und helle Räume zwischen sich lassen. Es sind Abkömmlinge der Zellen, aus welchen die Chorda ursprünglich besteht: sie erhalten sich deutlich das ganze Leben hindurch nur längs der dorsalen und ventralen Fläche; »gegen das Mittelstück zu drängen sie sich dichter an einander und zeigen zugleich die Neigung, in der Querrichtung des Organs unter einander zu verschmelzen, während in der zur Längsachse des Kör-

¹ MAX SCHULTZE, Beobachtungen junger Exemplare von *Amphioxus*. in: Zeit. Wiss. Z. 3. Bd. 1852 pag. 417 ff.

² MARCUSEN, Sur l'anatomie et l'histologie du *Branchiostoma lubricum*. in: Compt. Rend. Tome 58 1864 pag. 479—480.

³ W. MÜLLER, Über den Bau der Chorda dorsalis. in: Jena. Zeit. Naturw. 6. Bd. 1871 pag. 327—353.

pers senkrechten Richtung eine Abscheidung fester Intercellularsubstanz auf Kosten des Protoplasma erfolgt« (pag. 342). Was die gegenseitige Beziehung der einzelnen Scheiben betrifft, so sollen sie durch eine schwer lösliche Kittsubstanz verbunden sein; MÜLLER schließt dies »aus der Schwierigkeit, mit welcher die Lösung einzelner Scheiben aus der Continuität der Chorda auch bei Anwendung starker Alkalilösungen verbunden ist«.

STIEDA¹ findet, dass auf Längsschnitten jene Linien und Streifen, welche von den Autoren als Platten gedeutet werden, gewöhnlich unregelmäßig sind, und kann daher Denen, welche die Chorda aus regelmäßigen Scheiben zusammengesetzt glauben, nicht beistimmen. Nach seinen Angaben setzt sie sich aus langgestreckten Faserzellen zusammen, welche quer durch die Chorda laufen, und theils in der Quer-, theils in der Längsrichtung derselben mit einander verschmelzen; im obersten und untersten Abschnitt sind die einzelnen Zellen als solche durchaus zu erkennen. Man sieht hieraus, dass STIEDA die letztgenannten Zellen anders beschreibt, als W. MÜLLER.

KOSSMANN² findet auch, dass die Chordascheiben aus Fibrillen zusammengesetzt sind, die parallel mit einander senkrecht zur Sagittalebene verlaufen. Da aber dieses aus Scheiben bestehende Gebilde nicht die typische Structur des Chordagewebes erkennen lässt, so glaubt KOSSMANN, es sei keine echte Chorda, nennt es Pseudochorda und kommt zum sonderbaren Schlusse, diese sei nur als ein Bestandtheil der Chordascheide anzusehen, »die eine sonst nicht vorkommende Mächtigkeit erreicht hat«. Beim erwachsenen Thier sei nur ein Rudiment der wirklichen Chorda vorhanden, welches ein vollständig charakteristisches Chordagewebe vorstellt. Dieses Gewebe liegt wie »ein Band von äußerst geringer, etwa nur zwei Zellen starker Ausdehnung in der dorsoventralen Richtung dicht unter der dorsalen Wölbung der Chordascheide«, d. h. gerade da, wo W. MÜLLER verzweigte Zellen beschrieben hat. Nach KOSSMANN sind es nicht verzweigte, sondern ganz typische Chordazellen.

Auch nach MOREAU³ sind die Chordascheiben aus parallelen Fibrillen zusammengesetzt. Beim jungen *Amphioxus* giebt es außer den

¹ STIEDA, Studien über den *Amphioxus lanceolatus*. in: Mém. Acad. Sc. Pétersbourg (7), Tome 19 1873 No. 7. 70 pgg. 4 Taf.

² KOSSMANN, Bemerkungen über die sogenannte Chorda des *Amphioxus*. in: Verh. Physik. Med. Ges. Würzburg (2) 6. Bd. 1874 pag. 82—92 Taf. 4.

³ MOREAU, Recherches sur la structure de la corde dorsale de l'*Amphioxus*. in: Bull. Acad. Belg. 2) Tome 39 No. 3 1875 22 pgg. 1 Taf.

Scheiben noch Zellen mit großen ovalen Kernen; beim erwachsenen Thiere verschwinden diese Zellen so gut wie ganz. Daher glaubt MOREAU, die aus Fibrillen bestehenden Scheiben seien nur Inter-cellularsubstanz und verhalten sich zu den erwähnten Zellen eben so wie die Fibrillen des Bindegewebes zu den sie bildenden Zellen. Was die von W. MÜLLER beschriebenen Zellen auf der dorsalen und ventralen Fläche der Chorda betrifft, so entstehen aus ihnen Fibrillen, die zur Befestigung der Scheiben dienen; aber diese Fibrillen sind ganz anders beschaffen, als scheibenbildende Fibrillen.

ROLPH¹ unterscheidet erstens die bekannten Chordascheiben, zweitens das von W. MÜLLER entdeckte Gewebe. Letzteres hält er für eine secundäre Bildung und lässt es in keiner genetischen Beziehung zu den Chordaplatten stehen. Er schildert es als ein zartes, netzförmig verzweigtes Gewebe, das nicht nur die Hohlräume auf der dorsalen und ventralen Fläche der Chorda ausfüllt, sondern auch manchmal die Lücken zwischen den Chordaplatten durchzieht. In den Chordaplatten selbst, die nach ROLPH keine fibrilläre Structur haben, liegen ovale große Kerne, um welche ein feinkörniges Protoplasma sich gruppiert.

Damit könnte ich die Litteraturangaben abschließen, will jedoch der Vollständigkeit halber noch zweier Arbeiten Erwähnung thun, obgleich sie ganz oberflächlich sind. Nach RENAUT et DUCHAMP² besteht die Chorda aus quer verlaufenden Fibrillen. Keine zellige Structur und keine Kerne sind zu bemerken. Daraus sei zu schließen, dass die Chorda von *Amphioxus* derjenigen aller übrigen Wirbelthiere nicht homolog ist und nicht die morphologische Bedeutung einer Chorda dorsalis hat. Und nach POUCHET³ besteht die Chorda aus Zellen, wie sie STIEDA beschrieben hat.

Indem ich zur Beschreibung meiner eigenen Untersuchungen übergehe, will ich zuerst einige Worte über die Methoden sagen. Ich habe mich davon überzeugt, dass der von vielen Autoren empfohlene Alcohol für die Chorda von *Amphioxus* ganz untauglich ist. da

¹ ROLPH, Untersuchungen über den Bau des *Amphioxus lanceolatus*. in: Morph. Jahrb. 2. Bd. 1876 pag. 87—164 Taf. 5—7.

² RENAUT & DUCHAMP, Sur l'organe appelé corde dorsale chez l'*Amphioxus*. in: Compt. Rend. Tome 86 1878 pag. 898—900.

³ POUCHET, Sur le système de canaux et sur la corde dorsale de l'*Amphioxus*. in: Gazette médicale de Paris (6) Tome 2 1880 pag. 275—276.

er den normalen Bau des Gewebes ganz verändert. Um dem Vorwurfe vorzubeugen, dass meine Präparate Kunstproducte sind, habe ich sehr viele Reagentien zu diesem Zwecke angewendet, nämlich (außer Alcohol):

1) Chromsäure; 2) Müller'sche Flüssigkeit; 3) Picrinsäure; 4) Picrinschwefelsäure; 5) Chromosmiumessigsäure; 6) Osmiumsäure; 7) Osmiumsäure (5—10 Minuten) mit nachheriger mehrtägiger Behandlung mit Müller'scher Flüssigkeit; 8) Osmiumsäure (5—10 Minuten) mit nachheriger Behandlung mit Platinchlorid + Chromsäure; 9) Sublimat-Eisessig (5 Theile Sublimat, 1 Theil Eisessig.)

Ich muss dabei hervorheben, dass bei allen diesen Reagentien die weiter unten beschriebene Structur der Chorda mehr oder weniger deutlich zu sehen ist; darum kann von Kunstproducten keine Rede sein.

Außer verschiedenen Schnitten wurden auch Zupfpräparate gemacht, auf welchen einige Einzelheiten der Structur sich bestätigen lassen, die auf den Schnitten zu sehen sind. Außerdem wurden lebende kleine (etwa 10 mm lange) durchsichtige *Amphioxus* untersucht. Die Entwicklung der Chorda wurde sowohl bei lebenden Larven, als auch auf Schnitten studirt.

Mit STIEDA kann ich nicht darin übereinstimmen, dass man, um zu einer richtigen Anschauung über den Bau der Chorda von *Amphioxus* zu gelangen, von der Betrachtung eines Querschnittes ausgehen müsse. Im Gegentheil, gerade hier geben die Querschnitte keinen bestimmten, geschweige denn richtigen Aufschluss, bevor man Längsschnitte und zwar Medianschnitte untersucht hat. Dann lassen sich die Querschnitte verstehen, und nur dann lassen sich einige Einzelheiten verwerthen, die auf Querschnitten deutlich zu sehen sind. Darum will ich zuerst die Bilder beschreiben, welche Längsschnitte darbieten.

Taf. 16 Fig. 1 stellt einen Medianschnitt der Chorda eines kleinen (5 mm langen) Thieres dar. Die Zellen sind etwa oval oder spindelförmig, von oben nach unten gestreckt, in der Richtung der Achse des Thieres abgeplattet, desswegen zwei- oder dreimal so hoch wie breit. Jede Zelle hat ihre besondere Wand, welche den Innenraum umgiebt. Dieser ist ganz durchsichtig, bleibt bei Behandlung mit allen Färbemitteln ungefärbt und lässt sonst keine Structur wahrnehmen; mit einem Worte: diese Zellen besitzen dieselben Eigenschaften wie die

Chordazellen der übrigen Wirbelthiere. Die Zellen liegen mit ihren dünnen Wänden dicht an einander und schieben sich mit ihren Enden zwischen einander, jedoch kann man immer die einzelnen Wände zweier Nachbarzellen unterscheiden. Überhaupt sind die Zellen in Form und Größe ziemlich gleich, nur am oberen oder unteren Rande des Schnittes, hart an der Chordascheide (selten in der Mitte), sind sie etwas kleiner. In der Richtung von oben nach unten zählt man zwei, höchstens drei Zellen. An der oberen und unteren Fläche der Chorda zeigen sich Kerne, welche der Chordascheide dicht anliegen.

Fig. 2 zeigt einen Medianschnitt von einem etwas größeren (8 mm langen) *Amphioxus*. Das Bild ist ziemlich ähnlich dem eben beschriebenen. Die Zellen sind in Form und Lagerung dieselben, aber etwas größer und haben etwas dickere Wände. Jedoch kann man auch hier die Wände zweier an einander liegender Zellen deutlich erkennen. Die Zellen sind auch in der Längsrichtung des Thieres abgeplattet und zwei-, drei- und viermal so hoch wie breit. Nicht selten findet man zwischen den größeren Zellen kleinere oder ganz abgeplattete, schmale. Manchmal sind sie so stark abgeplattet, dass nur ein von dicken Wänden umgebener Spalt sichtbar ist. In der Regel zählt man in der Richtung von oben nach unten vier Zellen. Aber außer diesen großen blasigen Zellen sieht man an der oberen und unteren Fläche der Chorda dicht an der Scheide ganz kleine Zellen mit Kernen und sehr zarten Wänden. Nicht um jeden Kern ist ein deutlicher Zellencontour; einige Kerne liegen dicht an der Chordascheide, wie im vorigen Bilde.

In Fig. 6 sieht man den Sagittalschnitt der Chorda eines 12 mm langen *Amphioxus*. Gestalt und Lagerung der Zellen sind etwa dieselben, wie früher. Einige sind so abgeplattet, dass nur kleine Spalträume zwischen den dicken Wänden übrig bleiben. Manchmal ist die ganze verticale Zellenreihe so abgeplattet, dass auf dem Schnitte ein von oben nach unten laufender Balken erscheint, in welchem nur die kleinen Spalträume die Zusammensetzung aus Zellen beweisen. Ich werde später noch darauf zurückkommen.

Fig. 3 *A* und *B* stellt den dorsalen und ventralen Theil des Medianschnittes durch die Chorda eines 20 mm langen *Amphioxus* vor. Der Schnitt ist genau median ausgefallen. Die Dimensionen der Chorda haben bedeutend zugenommen, aber die Zahl der Zellen von der oberen bis zur unteren Fläche beträgt höchstens fünf. Also ist die Zunahme der Dimensionen der Chorda mehr durch Vergrö-

Berung der einzelnen Zellen, als durch Vermehrung derselben zu Stande gekommen. Auf den Schnitten sieht man, dass die Zellen im Vergleiche mit früheren Stadien viel größer sind. Manchmal haben sie etwa ovale Form, wie früher; größtentheils dagegen sind sie sehr verschieden: einige sehr groß und von oben nach unten sehr gestreckt, fünf-, sechs- und noch mehrmal so hoch wie dick; neben ihnen kann man kleinere ovale bemerken. Der angeführte Schnitt ist noch in einer anderen Hinsicht von großer Wichtigkeit. Hier sieht man an der oberen und unteren Fläche äußerst deutlich kleine Zellen mit Kernen und zarten Wänden. Kerne giebt es aber nicht nur hier, sondern auch manchmal in den größeren blasigen Chordazellen. In Fig. 3 A liegt sogar ein Kern zwischen den zusammengefallenen Wänden einer Zelle und erscheint daher wie in einer dicken Zellenwand eingeschlossen. Solche Bilder trifft man nicht selten an¹.

Endlich in Fig. 7 sieht man einen Theil des Medianschnittes durch die Chorda eines erwachsenen (4 cm langen) Thieres. Die Zellen sind überhaupt noch größer geworden, aber nach Charakter und Lagerung dieselben geblieben wie früher. Auch hier zeigen sich neben den großen für die Chorda von *Amphioxus* typischen Zellen andere, die stark, manchmal bis zu einem kleinen Spalt, abgeplattet sind: desto dicker sind die sie umgebenden Wände. Die Chorda ist jetzt auf sagittalen Längsschnitten höchstens 6—7 Zellen hoch. Die Zellen selbst haben sehr mannigfaltige Gestalt, so dass man auf einem und demselben Schnitte verschieden aussehende Stellen findet: manchmal haben sich viele Zellen zu einem Haufen gruppiert; manchmal werden, wie schon oben erwähnt, die ganzen verticalen Zellenreihen stark abgeplattet; da aber neben diesen Bildern andere existiren, wo der typische Bau der Chorda äußerst deutlich ist, und da sich auch Übergänge zeigen, so lassen sich solche Bilder ganz gut erklären. Es kann also keinem Zweifel unterliegen, dass die Chorda des erwachsenen *Amphioxus* aus Zellen besteht, die nur stellenweise in Folge gegenseitigen Druckes stark abgeplattet und verändert erscheinen. Derartige Zellengruppen lassen sich auch in der Chorda anderer Thiere (*Acipenser*, *Petromyzon*) erkennen.

¹ ROLPH hat, glaube ich, diese in den abgeplatteten Zellen wie eingemauerten Kerne gesehen, beschreibt sie aber als Lächer in den Chordaplatten. Indessen seine Fig. 4x beweist für mich, dass diese Lächer Kerne sind; auf meinen Präparaten konnte ich mich davon ganz überzeugen.

Was die Kerne betrifft, so muss ich besonders hervorheben, dass sie auch beim erwachsenen Thiere in den Zellen sichtbar sind. Obgleich es auf Längsschnitten schwieriger ist, sie zu sehen, als auf Querschnitten, so treten sie doch bei gehöriger Behandlung und Färbung des Objectes hervor, und — was sehr oft vorkommt und schon oben für das jüngere Thier beschrieben wurde — wenn die Zelle ganz abgeplattet ist und nur eine kleine Spalte übrig bleibt, so sieht man in dieser Spalte einen ovalen Kern (vgl. Fig. 3 A).

Also: wenn die Chorda von *Amphioxus* gut conservirt ist, so erhält man auf Medianschnitten immer große blasige Zellen, welche den Chordazellen anderer Wirbelthiere ähnlich sind.

Je nach dem Alter des Thieres haben sie verschiedene Größe; daraus folgt, dass sie wachsen. Jede Zelle hat eine besondere Hülle; mit ihren Wänden liegen sie dicht an einander, aber die Wände zweier Nachbarzellen lassen sich unterscheiden. Die Zellen sind gewöhnlich in der Längsrichtung des Thieres abgeplattet und einige Mal so hoch, wie breit: dieses Verhältnis wiederholt sich regelmäßig auf den Längsschnitten der Chorda sowohl kleiner, als auch großer *Amphioxus*. Die Wände sind bei jungen Exemplaren ganz dünn, bei älteren Thieren werden sie aber etwas dicker, so dass nicht nur die Zellen mit dem Alter des Thieres sich vergrößern, sondern auch die Wände sich verdicken.

Wenn man nun fragt, wo sind eigentlich jene bekannten Chordaplatten oder Chordascheiben, die von den Autoren beschrieben sind und sich bei der Zerzupfung der Chorda herauspräpariren lassen, so muss ich zuerst auf Fig. 6 hinweisen. Ich könnte viele solche Bilder, und zwar bei verschiedenster Behandlungsweise des Objectes anführen, aber ich glaube, eines wird genügen, um die Sache klar zu machen. Auf der linken Seite der Figur befinden sich die gewöhnlichen blasigen Chordazellen; auf der rechten Seite dagegen sind die ganzen Zellenreihen stark abgeplattet und erscheinen in Folge dessen als dicke von oben nach unten gehende Balken, in denen nur kleine Spalten zu sehen sind. Diese Balken sind nichts Anderes, als die Chordaplatten der Autoren. Manchmal sind die Zellen so abgeplattet, dass keine Spalten mehr vorliegen, und dann sehen die Balken etwa so aus, wie die Chordaplatten bei vielen Autoren auf Längsschnitten abgebildet sind. Diese Balken aber (resp. Chordaplatten) sind keine beständige und regelmäßige Bildung. Im Gegentheil, manchmal findet man auf einem Längsschnitte einige von ihnen, manchmal ist auf

der ganzen Serie von Längsschnitten keine Spur von ihnen zu bemerken. Dies scheint von der Conservirung des Objectes abzuhängen. Ich habe schon erwähnt, von wie großer Wichtigkeit die Behandlungsweise der Chorda ist. Die meisten Autoren empfehlen Conservirung in Alcohol. Ich habe mich im Gegentheil davon überzeugt, dass Alcohol gerade hier sehr ungünstig ist, denn an den mit ihm conservirten Exemplaren konnte ich keine Zellen mehr in der Chorda deutlich erkennen, bei jeder anderen Behandlungsweise (s. oben) aber wohl. Wie schon erwähnt, kommen die Balken, welche auf Längsschnitten als Ausdruck von Platten erscheinen, dadurch zu Stande, dass die ganzen Zellenreihen abgeplattet oder zusammengedrückt werden. Wir wissen schon, dass dieses Zusammendrücken theilweise auf dem Wachsthum und der Vergrößerung und in Folge dessen auf gegenseitigem Druck der Zellen in der Längsrichtung des Thieres beruht. Darum sind die meisten Zellen in eben dieser Richtung abgeplattet. In wie weit es aber von den natürlichen Verhältnissen (vom gegenseitigen Drucke der Zellen) abhängt, und wie viel Schuld die contrahirende Wirkung der Reagentien daran hat, will ich hier nicht entscheiden. Ich kann nur constatiren, dass bei allen von mir angewendeten Reagentien (außer Alcohol direct) die beschriebenen großen Zellen deutlich zu sehen sind. Ich glaube, die meisten Reagentien wirken etwas contrahirend auf das Chordagewebe; Alcohol stärker als alle anderen. Schon STIEDA hat bemerkt, dass Alcohol die Chorda mehr zum Schrumpfen bringt als Chromsäure. Auch KOSSMANN findet, dass der Zerfall in Scheiben bei Behandlung mit Chromsäure nicht so auffallend ist, wie bei derjenigen mit Alcohol. Aber auch bei Anwendung von Alcohol bleiben auf Längsschnitten einige Spuren der normalen Verhältnisse erhalten. Man sieht nicht nur die von oben nach unten gehenden Balken, sondern auch schiefe und quere dünnere Zwischenbalken; außerdem hier und da in den dicken Balken Spalträume (die letzten Spuren der Zellen). Aber natürlich, wenn man nur solche Bilder vor Augen hat, so gelangt man nur sehr schwer zu dem Resultate, dass die Chorda von *Amphioxus* aus Zellen besteht. Mit einem Worte: was bei Anwendung von anderen Reagentien sich nur stellenweise bemerken lässt, ist bei Alcohol die Regel.

QUATREFAGES war der Einzige, der diese Zellen gesehen hatte. Aber seine Abbildungen sind sehr schematisch; daher, glaube ich, haben sie kein Zutrauen erweckt. Zudem hat er nicht angegeben, ob er sie nach Längsschnitten oder bei der Untersuchung der lebenden

Thiere gemacht hat. Mir scheint das Letztere, denn die Zellwände sind zu dick, die Zellhöhlen zu eng dargestellt, d. h. gerade so, wie dies bei der Untersuchung der Chorda kleiner lebender *Amphioxus* erscheint. Nur die Zellgrenzen sind in diesem Falle nicht so deutlich zu sehen, wie sie bei QUATREFAGES dargestellt sind. Auch den Angaben anderer Autoren kann man entnehmen, dass die Chorda nicht nur aus Platten besteht. MAX SCHULTZE sagt, die Platten würden durch eine weiche Binde substanz an einander gehalten. MARCUSEN hebt hervor, dass bei Trennung der Scheiben von einander die Verbindungsmembranen an vielen Punkten zerstört werden. W. MÜLLER erwähnt der Schwierigkeit, mit welcher die Lösung einzelner Scheiben aus der Continuität der Chorda verbunden ist. STIEDA lässt auf Längsschnitten die Linien und Streifen gewöhnlich unregelmäßig sein. Die angeführten Angaben zeigen, dass alle diese Verfasser einige Spuren vom normalen Bau der Chorda von *Amphioxus* gesehen haben.

Die oben beschriebenen großen Zellen sind auf Medianschnitten am deutlichsten und schärfsten; man lernt so Höhe und Dicke der Zellen kennen. Auf Horizontalschnitten kann man ihre Breite sehen. Fig. 11 stellt bei schwacher Vergrößerung einen solchen Schnitt durch die Chorda eines erwachsenen Thieres dar. Einige Zellen ziehen fast durch die ganze Breite der Chorda, andere nehmen beinahe die Hälfte der Breite ein; an der Peripherie sind sie kleiner, so dass sich als Regel ergibt, dass die Chorda gewöhnlich zwei, höchstens drei Zellen breit ist. Die gegenseitige Lagerung der Zellen ist etwa dieselbe, wie auf Sagittalschnitten. Die Zellen liegen dicht gedrängt und ihre Enden schieben sich gewöhnlich zwischen einander, manchmal aber stoßen die abgerundeten Enden zweier Zellen an einander, so dass die beiderseitigen Wände deutlich zu unterscheiden sind. Einige Zellen erscheinen ganz durchsichtig (Fig. 11 a), andere sind vom Schnitt so getroffen, dass die Reste der oberen oder unteren Wand geblieben sind (Fig. 11 b); die letzteren haben oft viele Falten, welche die Beobachtung erschweren.

Fig. 12 zeigt bei stärkerer Vergrößerung den Horizontalschnitt der Chorda eines jüngeren *Amphioxus*, der eigentlich dieselben Verhältnisse darbietet. Hier und da sieht man in den Zellen die Ränder der vom Schnitte getroffenen Wände. In den peripheren Zellen, dicht an der Chordascheide, liegen Kerne; diese werden nicht nur bei jüngeren, sondern auch bei ganz ausgewachsenen Thieren deutlich, sind übrigens auch in den großen mittleren Zellen vorhanden,

aber dort sieht man sie nur unter gewissen Umständen, nämlich wenn die Seitenwände der Zellen auf den Schnitten abbiegen und zufällig im Flächenbilde sich vorstellen (Fig. 13).

Nachdem ich die Längsschnitte beschrieben habe, äus denen sich ergibt, dass die Chorda aus großen blasigen Zellen besteht, will ich jetzt zu den Querschnitten übergehen. Fig. 4 und 5 rühren von einem 5 mm langen *Amphioxus* her. Man sieht hier die Kerne 1) auf der oberen und unteren Fläche (manchmal auf der Seitenfläche) dicht an der Chordascheide; 2) in der Chorda selbst. Wie viele man auf einem Querschnitte zählen kann, hängt von der Dicke des Schnittes und auch vom Zufall ab. Die Kerne sind rundlich oder oval; manchmal sieht man um die peripheren Kerne (an der oberen und unteren Fläche) einen kleinen Zellcontour. In der Chorda selbst, die etwas streifig erscheint, finden sich sehr oft ovale, quere Lücken; fast von der ganzen Breite der Chorda (Fig. 4 a). Auf anderen Schnitten sieht man statt dieser Lücken bloß mehr oder weniger deutlich umrandete Stellen, die ihrer Lage nach ihnen entsprechen (Fig. 5 a); manchmal erscheinen solche Stellen etwas blasser, als der übrige Theil der Chorda.

Wie sind diese Bilder zu deuten?

Ich glaube, wenn man die Längsschnitte des gleichaltrigen *Amphioxus* (Fig. 1) in Betracht zieht, so lassen sich diese Querschnitte sehr gut erklären. Erstens hat man hier und dort Kerne auf der oberen und unteren Fläche der Chorda. Ferner ergibt sich aus dem Längsschnitte, dass die Chorda etwa drei Zellen hoch ist. Daraus folgt, dass jene querliegenden ovalen oder länglichen Räume oder Lücken auf den Querschnitten nach Lage und Zahl den Zellen der Längsschnitte entsprechen; die dunkleren Stellen aber, die zwischen ihnen liegen und sie theilweise umgeben, entsprechen den Punkten, wo zwei oder drei Zellen an einander stoßen. Hellere Stellen erscheinen auf Querschnitten dort, wo nur die vordere oder die hintere Zellenwand vom Schnitte getroffen ist; und war dieser so geführt, dass nur der mittlere Theil der Zelle erhalten bleibt, so bietet der Querschnitt dort eine quere Lücke dar (Fig. 4 a). Die Kerne sind auf Querschnitten überall deutlich zu sehen, auf Längsschnitten aber nicht. Dies hängt so zusammen, dass sie gewöhnlich der vorderen oder hinteren Wand der Zelle dicht anliegen und darum auf Längsschnitten gewöhnlich unsichtbar sind.

Fig. 8 giebt den Querschnitt der Chorda eines 12 mm langen *Amphioxus* wieder. Auch hier befinden sich die Kerne auf der obe-

ren und unteren Fläche der Chorda und in der Chorda selbst. Außer queren Falten und Streifen sieht man hier auch schiefe und sogar manchmal längliche Streifen. Es ist natürlich unmöglich, über jeden einzelnen Streifen ins Klare zu kommen, ob er der Faltung des Gewebes zu verdanken oder der Ausdruck der Zellgrenzen ist. Wenn man aber den entsprechenden Längsschnitt (Fig. 6) in Betracht zieht, so wird man die meisten Linien als Zellgrenzen deuten.

Endlich stellen Fig. 9 und 10 bei schwacher Vergrößerung das Querschnittsbild vor, welches das häufigste ist. Die beiden Schnitte sind von einem erwachsenen Thiere, aber auch die kleineren zeigen dieselben Verhältnisse. Man sieht nämlich 4—6 querverlaufende Balken, welche große hellere Räume von einander trennen und theilweise umgeben. Dieses Bild erinnert sehr an die Fig. 4 von einem jungen *Amphioxus*. Der Unterschied ist nur der, dass dort die Balken und Zwischenräume nicht so zahlreich sind, wie hier. Die Deutung für beide ist wohl dieselbe. Manchmal bergen die großen Räume die gefalteten Zellenwände, manchmal sind sie ganz oder zum Theil leer. Die Seitentheile des Schnittes zeigen unregelmäßige Falten und Streifen, die sich als Wände und angeschnittene Ränder der angrenzenden Zellen deuten lassen.

Wenn man viele Schnitte daraufhin untersucht, so kann man sich davon überzeugen, dass die Zahl dieser Räume der Zahl der großen Zellen entspricht, wie letztere auf Längsschnitten festgesetzt worden ist. Ich muss ausdrücklich hervorheben, dass ich solche Querschnittsbilder bei Anwendung der meisten Reagentien sowohl bei großen, als bei kleineren Thieren fast ausnahmslos bekommen habe. Es wundert mich darum, dass bisher Niemand dieses gewöhnlichen Verhaltens Erwähnung thut, und dass Alle die Chorda auf Querschnitten ohne Weiteres als streifig erscheinen lassen¹. Dies kann ich mir nur damit erklären, dass die meisten Autoren Alcohol-Exemplare untersuchten.

Schon früher habe ich erwähnt, dass die Querschnitte allein keine bestimmte Vorstellung vom Bau der Chorda geben können. Jetzt glaube ich gezeigt zu haben, dass sie nicht im mindesten den Längsschnitten widersprechen, sondern sie vervollständigen und bestätigen; dabei kann man einige Einzelheiten auf Querschnitten besser sehen.

¹ Ich finde nur bei LANKESTER (Contributions to the Knowledge of *Amphioxus lanceolatus*. in: Q. Journ. Micr. Sc. (2) Vol. 29 1889 pag. 365 ff.) ein Bild, welches dieses Verhalten schematisch wiedergibt; im Texte aber bleibt es unerwähnt.

So die Zellkerne, und zwar nicht nur bei jungen, sondern auch bei erwachsenen Thieren. Dies muss ich den vielen Autoren¹ gegenüber betonen, welche in der Chorda des erwachsenen *Amphioxus* keine Kerne vorkommen lassen. Nach meinen Untersuchungen sind sie immer vorhanden; dass sie in den Zellen, nicht zwischen den Zellen (als secundäres Gebilde von ROLPH) liegen, beweisen die Längsschnitte, wo sie, wenn überhaupt, immer nur im Inneren der Zellen zu sehen sind. Dass die meisten (wenn nicht alle) Zellen ihre Kerne beibehalten, ist aus ihrer Zahl auf den Querschnitten ersichtlich; wenn man sie auf Osmium- und Chromsäurepräparaten nicht deutlich oder gar nicht wahrnimmt, so erklärt sich dies damit, dass sie sich hier nur schwierig färben, man braucht aber nur stark zu tingiren, um sie zu sehen. Am besten treten sie mit Picrinsäure und Sublimat-eisessig hervor und lassen sich sehr gut färben. Gewöhnlich liegen auf einem Querschnitte 10—15 Kerne. Sie sind rundlich oder oval und zeigen ein stark lichtbrechendes Kernkörperchen². Dies beschreibt ROLPH ganz richtig. Er lässt auch um die Kerne feinkörniges Protoplasma vorhanden sein, welches sich strahlenförmig auszieht. Dies sieht man aber nicht immer; und so befindet sich auch in der Abbildung von ROLPH nur um einen von 3 Kernen das Protoplasma.

Ich möchte nun zur Beschreibung jener bis jetzt räthselhaften Bildung übergehen, die von vielen Autoren als zartes, reticuläres Gewebe von der oberen und unteren Fläche der Chorda beschrieben wurde. ROLPH hat es am eingehendsten untersucht, aber ich kann weder seiner Darstellung, noch seiner Deutung beistimmen. Allerdings bietet die Untersuchung dieses zarten Gewebes viele Schwierigkeiten dar: beim Schneiden zerreißt es gewöhnlich, und so gelingt es sehr selten, es unversehrt zu erhalten. Damit erkläre ich mir, dass vielfach auf der oberen und unteren Fläche der Chorda je ein Hohlraum (resp. Chordacanal) beschrieben wird, der von diesem Gewebe durchzogen ist. Auf guten Schnitten sieht man aber keinen Hohlraum, sondern auf beiden Flächen (Fig. 15 *A* und *B*) kleine blasenförmige, dicht an einander liegende Zellen (mit zarten Wänden und rundlichen Kernen), welche typische Chordazellen sind. Auch auf den zum Theil misslungenen Schnitten kann man fast immer

¹ So findet sie z. B. LANKESTER nur an der Oberfläche der Chorda.

² An Osmiumpräparaten konnte ich dieses nicht finden.

einige solche Zellen deutlich sehen, obgleich hier, wo das Gewebe zerrissen ist, auch andere Bilder zum Vorschein kommen und die Veranlassung dazu geben können, das Gewebe als reticulär zu deuten. Auch auf Sagittalschnitten zeigen sich diese blasigen Chordazellen, obgleich es hier noch schwieriger ist, das Gewebe unversehrt zu erhalten. Um darüber ganz ins Klare zu kommen, fertigte ich Horizontalschnitte in Celloidin an, und es gelang mir in der That auch auf einigen Präparaten diese Zellen mit wünschenswerther Deutlichkeit zu sehen. Darum kann ich den Befund von KOSSMANN, welcher einen ähnlichen Längsschnitt abbildet, nicht aber seine Schlussfolgerungen, bestätigen. Es sind wie auf den Querschnitten kleine blasige Zellen mit zarten Wänden und rundlichen Kernen (Fig. 14).

Manchmal liegt um den Kern das sich strahlenförmig ausziehende Protoplasma, manchmal ist der Kern an die Wand gedrängt. Auch beim Herauspräpariren kleiner Stücke der Chorda und bei Isolirungsversuchen konnte ich diese Bläsenzellen deutlich wahrnehmen. Mit hin kann es keinem Zweifel unterliegen, dass das Gewebe auf der oberen und unteren Fläche der Chorda echtes Chordagewebe darstellt. Wenn W. MÜLLER und ROLPH es als reticulär beschreiben, so geschieht es meiner Ansicht nach nur desswegen, weil es sehr schwierig ist, es im unversehrten Zustande zu beobachten. Da es ein Maschenwerk bildet und die Kerne oft an die Zellwände gedrängt sind, so bekommt man manchmal den falschen Eindruck, als ob sie nicht in dem Maschenraum, sondern in den Ecken des Maschenwerkes selbst gelegen wären, wie ROLPH dies beschreibt. Derselbe Fehler wurde auch bei der Untersuchung der Chorda anderer Wirbelthiere einige Male begangen. Zudem sind, wie gesagt, um einige Kerne kleine sich strahlenförmig ausziehende Protoplasmahaufen gelegen, was auch den Eindruck machen kann, als ob hier strahlenförmige Zellen vorhanden wären, wie ROLPH erwähnt. Dass auch ROLPH die von mir beschriebenen blasigen Zellen gesehen hat, beweist eine Stelle aus seiner vorläufigen Mittheilung¹, der zufolge ihm auf einigen Bildern der Eindruck geworden ist, als ob eine einfache Schicht kleiner bläschenförmiger Zellen direct der Chordascheide anläge.

ROLPH giebt an, dieses zartwandige Gewebe durchziehe manchmal den ganzen Querschnitt der Chorda. Darin kann ich ihm nicht beistimmen; es befindet sich nur auf der oberen und unteren Fläche.

¹ ROLPH, Untersuchungen über den Bau des *Amphioxus lanceolatus*. in: Sitz.-Ber. Nat. Ges. Leipzig 1875 pag. 11.

Die Fig. 4 von ROLPH ist zwar ein Horizontalschnitt, aber ich kann ganz bestimmt sagen, dass er entweder die obere oder die untere Fläche der Chorda getroffen hat.

Ich glaube gezeigt zu haben, dass das fragliche Gewebe nicht reticulär ist, sondern aus kleineren Chordazellen besteht, und dass an der entsprechenden Stelle kein Hohlraum (resp. Canal) vorhanden ist. Ein solcher existirt nur da, wo das Gewebe zerrissen ist; aber auch hier sieht man, wie er entstanden ist. Darum muss ich der neuesten Ansicht von LANKESTER entschieden widersprechen, wonach auf der dorsalen und ventralen Fläche Lymphräume (»the Intranotochordal Lymph Canals«), von kurzen Fasern durchsetzt, existiren¹. Da in dem erwähnten Gewebe kein Hohlraum existirt, so kann eo ipso auch von Lymphräumen keine Rede sein.

Noch ein anderer Umstand, glaube ich, hat dazu beigetragen, dass diese zartwandigen Zellen bisher verkannt und statt ihrer Hohlräume mit reticulärem Gewebe beschrieben wurden. Schon W. MÜLLER hat gefunden, dass die obere Seite der Chordascheide von paarweise gestellten Öffnungen durchbohrt ist, die sich ziemlich regelmäßig wiederholen. Er hält sie für Vorrichtungen, durch welche der Zutritt von Ernährungsflüssigkeit zur Chorda erleichtert werde. MOREAU beschreibt hier nur Blindsäcke und lässt sie als Insertionsstellen für die Chordascheiben dienen. Aber ROLPH hat gezeigt, dass dies in der That Öffnungen sind. Er präparirte diesen Theil der Chordascheide und sah in den Öffnungen die Enden der Fasern, welche vom Nervensystem aus hereintreten. Ich habe mich auch davon überzeugt, dass die Öffnungen keine Kunstproducte sind. Auf Querschnitten erscheinen sie gewöhnlich als abgerundete Aussackungen; auf Sagittalschnitten, wo man eine lange, durch den ganzen Schnitt ziehende Reihe von ihnen überblickt, haben sie manchmal dasselbe Aussehen, manchmal aber (je nach der Behandlungsweise) erscheinen sie als schmale trichterförmige Öffnungen, welche die Chordascheide durchbohren. Ferner sieht man vom Rückenmark aus die Fasern abgehen und sich anscheinend in die Chordascheide einsenken. Die Fasern enthalten Kerne; übrigens sind sie anderen Fasern ähnlich, die von allen Seiten aus dem Rückenmark ausgehen, sich in die bindegewebige Hülle desselben einsenken und als bindegewebige Fasern von ROHDE² als Stützfäsern beschrieben wurden.

¹ LANKESTER, l. c. pag. 390.

² ROHDE, Histologische Untersuchungen über das Nervensystem von *Amphioxus lanceolatus*. in: Z. Beitr. v. A. SCHNEIDER 2. Bd. 1855 pag. 169—211. 2 Taf.

Sie sind auch in Fig. 49 der Abhandlung von ROHON¹ abgebildet, werden aber darin unrichtig als ventrale Wurzelfasern beschrieben. Da zwischen dem Rückenmark und dessen Hülle ein kleiner Raum existirt, so dienen diese Fasern offenbar zur Befestigung des Rückenmarks. Auf Sagittalschnitten wird es nicht deutlich, ob sie in der That in die Öffnungen der Chordascheide eintreten, wohl aber auf Horizontalschnitten, und zwar am besten, wenn der Schnitt etwas schräg ausgefallen ist. Alsdann sieht man sie zuerst auf der oberen Fläche der Chordascheide, ferner hier und da, wie sie in die Öffnungen eintreten, endlich auf der unteren Fläche der Scheide, hart an ihr, oberhalb des erwähnten zartwandigen Gewebes. Sie verlaufen immer in der Längsrichtung des Thieres, oberhalb und unterhalb der Scheide. Darum auch erscheint die Scheide (an dieser Stelle) auf Horizontalschnitten längsgestreift. Da sie der Scheide sehr dicht anliegen, so werden sie auf Querschnitten nicht deutlich, und auch auf Sagittalschnitten an der inneren Fläche der Scheide nur dann, wenn diese zufällig sich von der Chorda abgelöst hat. Sie treten dann als längliche dünne Fasern, manchmal mit Kernen, hervor, aber nur auf der oberen Fläche der Chorda, und auch nur zwischen den erwähnten Öffnungen: nie habe ich sie auf der unteren Fläche der Chorda gesehen. Nach alledem glaube ich nicht, dass sie am Bau der Chorda theilhaftig sind, kann mir auch nicht vorstellen, dass sie zur Fixirung der Chorda dienen. Da sie vom Rückenmark ausgehen, so dienen sie am wahrscheinlichsten zur Befestigung desselben. Ob sie eine andere Rolle spielen oder irgend welche andere Bedeutung haben, konnte ich bis jetzt nicht ermitteln.

Die Chordascheide ist bei *Amphioxus* wie bei den übrigen Wirbelthieren aus bindegewebigen Fasern zusammengesetzt, die concentrisch um die Chorda gehen. Im Widerspruch mit ROLPH und Anderen muss ich behaupten, dass sie keine Porencanäle hat; was als solche beschrieben wird, ist lediglich der optische Ausdruck der wellenförmigen Fasern. Die Chorda von *Amphioxus* hat also die nämliche fibrilläre bindegewebige Scheide, wie die Chorda der übrigen Wirbelthiere.

Zum Schlusse möchte ich die histologische Differenzirung der Chordazellen bei der Entwicklung der Chorda von *Amphioxus*

¹ ROHON, Untersuchungen über *Amphioxus lanceolatus*, in: Denkschr. Akad. Wien 45. Bd. 1882. 64 pgg. 6 Taf.

schildern. HATSCHKE hat schon gezeigt, dass die Histogenese der Chorda ähnlich verläuft, wie überhaupt bei den Wirbelthieren, d. h. durch Vacuolenbildung in den Zellen. Ich kann dies nur bestätigen. Fig. 16, welche nach dem lebenden Thiere entworfen wurde, stellt die Seitenansicht der Chorda einer Larve dar. Man sieht in ihr (bei *h*) kleine Vacuolen, die immer größer werden und mit einander verschmelzen. Wie auf den Abbildungen von KOWALEVSKY deutlich hervortritt und auch HATSCHKE erwähnt, sind die größeren Vacuolen sowohl in der Seiten- als auch in der Rückenansicht der Larve länglich, also in der Richtung der Längsachse des Thieres abgeplattet — ein Umstand, der mir von großer Wichtigkeit scheint, da bei dem erwachsenen Thiere die Zellen (resp. Vacuolen) gleichfalls in der Längsrichtung des Thieres abgeplattet sind (s. oben pag. 492). Man vergleiche Fig. 16 von *Amphioxus* mit Fig. 17 von einem Embryo von *Labrax*. Man sieht, dass die Vacuolisierung der Chorda in beiden Fällen ähnlich vor sich geht: zuerst erscheinen kleine tropfenähnliche Vacuolen, die später mit einander verschmelzen. Der Unterschied beginnt erst später: bei *Amphioxus* bleiben die Vacuolen (resp. Zellen) abgeplattet (in der Seitenansicht länglich), bei den Knochenfischen (auch bei anderen Fischen) ist dies nur ein vorübergehendes Stadium, da nämlich die Zellen später die rundliche Form (Fig. 17, bei *v*) annehmen, die für die Chorda typisch ist¹.

Fig. 18 stellt zwei Querschnitte durch die Chorda einer 2tägigen *Amphioxus*-Larve dar. Die Vacuolen sind an Größe und Zahl nach den Zellen verschieden. Stets ist ein Kern vorhanden, gewöhnlich liegt er der Zellwand an. Die Umrisse der Zellen sind deutlich, und auf einem Querschnitte lassen sich 3—4 Zellen zählen. Fig. 19 zeigt zwei Querschnitte der Chorda einer etwas älteren Larve. Der Unterschied ist nur der, dass die centrale Zelle statt einiger Vacuolen nur eine einzige enthält¹, welche fast die ganze Zelle erfüllt: die kleinen Reste des Protoplasmas und der Kern sind an die Zellwand gedrängt. Daraus sieht man, dass die Vacuolisierung der Zellen sehr bald zu Stande kommt. Schon auf diesem frühen Stadium hat jede Zelle ihre eigene Wand (Membran), wie in der Chorda anderer Thiere.

¹ Wie ich in meiner oben pag. 483 citirten Arbeit hervorgehoben habe, sind die Chordazellen auch bei anderen Fischen in der Längsrichtung des Thieres etwas abgeplattet, aber nicht in dem Grade, wie bei *Amphioxus*. Andererseits haben bei 4—6tägigen *Amphioxus*-Larven die Chordazellen manchmal in der Seitenansicht des Thieres stellenweise die rundliche Form, wie oben für die Knochenfische dargestellt wurde (Fig. 17 *v*).

Außer diesen Wänden sind keine anderen senkrechten Scheidewände vorhanden, die als Chordaplatten gedeutet werden könnten.

Wenn man Fig. 16, 18 und 19 mit Fig. 1, 4 und 5 zusammenstellt, welche den Längs- und Querschnitt der Chorda eines viel späteren Stadiums wiedergeben, so kann man sich vorstellen, wie Entwicklung und Wachstum der Chorda vor sich gehen. Die Zellen werden viel größer, aber sie bleiben in der Längsrichtung des Thieres stark abgeplattet. Auf der oberen und unteren Fläche der Chorda sieht man kleine Zellen (resp. Kerne) (Fig. 4 und 5), die durch Vermehrung der früheren oberen und unteren Zellen entstanden sind. Diese Zellen vermehren sich und werden zugleich durch Vacuolisirung zu den typischen großen Chordazellen. Die kleinen Zellen auf der oberen und unteren Fläche der Chorda entsprechen ihrer Bedeutung nach den Zellen, welche in der Chorda anderer Thiere Chordae-pithelzellen genannt wurden: sie sind der Vorrath der so zu sagen indifferenten epithelialen Zellen, auf deren Kosten Wachstum und Entwicklung der Chorda zu Stande kommt. Der Unterschied ist der, dass sie bei *Amphioxus* nur auf der oberen und unteren Fläche der Chorda liegen, nicht auf der ganzen Oberfläche, wie bei den übrigen Wirbelthieren. Sie sind zuerst sehr klein (Fig. 4 und 5): man bemerkt manchmal nur die Kerne, aber das scheint nur so, da der Zellkörper so klein ist, dass er in außerordentlich dünner Schicht den Kern umgibt. Später werden sie größer (Fig. 8), erfahren die Vacuolisirung und bleiben beim erwachsenen Thiere als kleinere blasige Chordazellen auf der oberen und unteren Fläche der Chorda (Fig. 15 A und B). Daraus folgt, dass kein scharfer Unterschied zwischen den centralen größeren Chordazellen und diesen kleineren Zellen existirt. Die letzteren sind nur weniger vacuolisirt; in Fig. 15 sieht man, dass sie allmählich in die größeren Zellen übergehen.

Da ich in der historischen Einleitung die Ansichten der Autoren über die Chorda von *Amphioxus* schon eingehend dargestellt habe, so halte ich es hier für überflüssig, meine Ergebnisse mit denen meiner Vorgänger zusammenzustellen. Der Unterschied ist zu groß und ganz offenbar. Das Hauptresultat meiner Untersuchungen liegt in Folgendem: Die Chorda ist bei *Amphioxus* eben so gebaut wie bei den übrigen Wirbelthieren. Dies zeigt, dass ein so wichtiges und für alle Chordaten so typisches Organ nicht nach verschiedenen Typen gebaut werden kann, sondern immer dieselbe Structur hat.

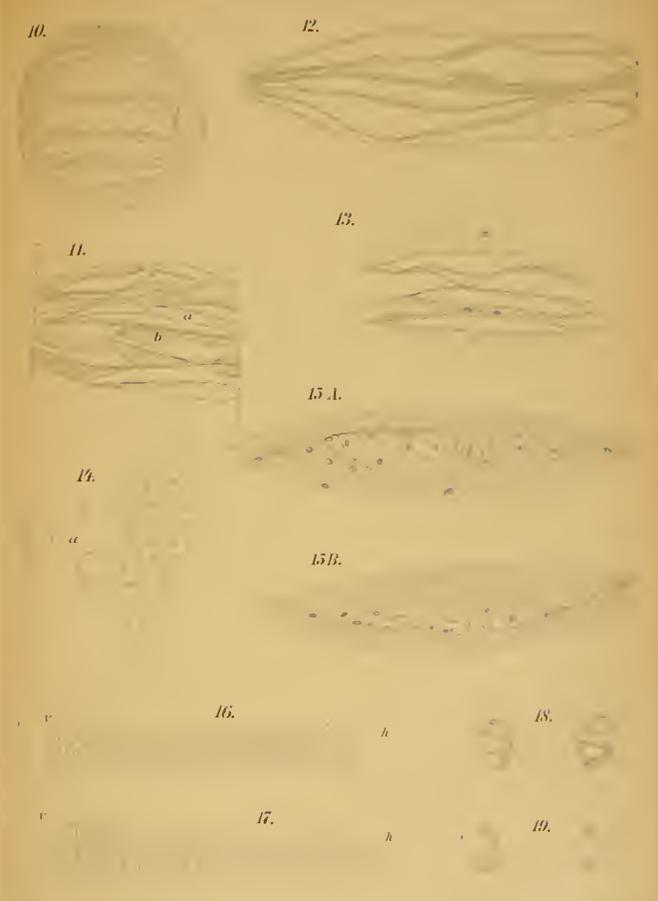
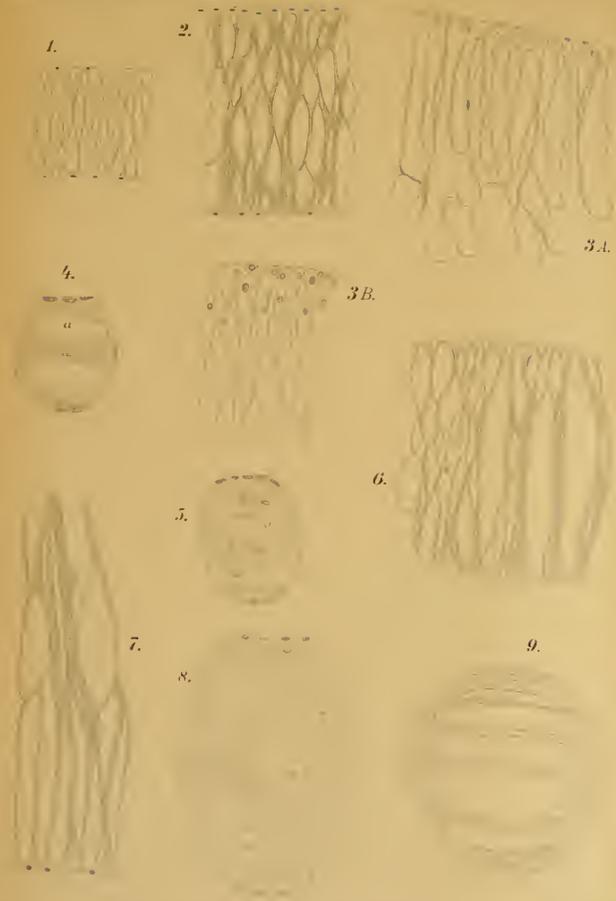
Neapel, im Mai 1890.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel 16.

Alle Figuren mit Ausnahme von 16 und 17 sind mit der Camera ABBE gezeichnet und, wenn nicht besonders angegeben, mit HARTNACK System 7 Ocular 2. — Alle Figuren mit Ausnahme von 17 geben die Chorda von *Amphioxus* wieder.

- Fig. 1. Medianschnitt von einem 5 mm langen *Amphioxus* (Chromsäure, Safranin).
 - 2. Medianschnitt von einem 8 mm langen *Amphioxus* (Picrinsäure, Alauncarmin).
 - 3. Medianschnitt von einem 20 mm langen *Amphioxus* (Osmiumsäure, MÜLLER'sche Flüssigkeit, Alauncarmin).
 A. Dorsaler Theil eines Schnittes.
 B. Ventraler Theil eines anderen Schnittes.
 - 4. Querschnitt von einem 5 mm langen *Amphioxus* (Chromsäure, Safranin).
 - 5. Dasselbe (Picrinsäure, Boraxcarmin).
 - 6. Sagittalschnitt von einem 12 mm langen *Amphioxus* (Sublimat-Eisessig, Hämatoxylin RENAUT).
 - 7. Ein Theil des Medianschnittes von einem erwachsenen *Amphioxus* (MÜLLER'sche Flüssigkeit, Hämatoxylin RENAUT).
 - 8. Querschnitt von einem 12 mm langen *Amphioxus* (Sublimat-Eisessig, Boraxcarmin).
 - 9. Querschnitt von einem erwachsenen *Amphioxus* (Osmiumsäure, Platinchlorid + Chromsäure, Picrocarmin). HARTNACK Syst. 3. Oc. 2.
 - 10. Dasselbe (Osmiumsäure, MÜLLER'sche Flüssigkeit, Picrocarmin). HARTNACK Syst. 3. Oc. 2.
 - 11. Horizontalschnitt von einem erwachsenen *Amphioxus* (Osmiumsäure, Platinchlorid + Chromsäure). HARTNACK Syst. 3. Oc. 2.
 - 12. Horizontalschnitt von einem 20 mm langen *Amphioxus* (Osmiumsäure, MÜLLER'sche Flüssigkeit, Carmin BEALE).
 - 13. Ein Theil eines ähnlichen Schnittes wie Fig. 12. In einigen Zellen sind Kerne zu sehen.
 - 14. Aus einem Horizontalschnitt durch die obere Fläche der Chorda eines erwachsenen *Amphioxus* (MÜLLER'sche Flüssigkeit, Hämatoxylin RENAUT).
 a. Drei einzelne Zellen bei stärkerer Vergrößerung (Syst. 9. Oc. 2).
 - 15. Querschnitte von einem erwachsenen *Amphioxus* (Osmiumsäure, MÜLLER'sche Flüssigkeit, Boraxcarmin).
 A. Dorsale Fläche eines Schnittes.
 B. Ventrale Fläche eines anderen Schnittes.
 - 16. Seitenansicht der Chorda einer 2tägigen *Amphioxus*-Larve nach dem Leben. *v* vorderes, *h* hinteres Ende.
 - 17. Dasselbe von einem *Labrax*-Embryo nach dem Leben.
 - 18. Zwei Querschnitte von einer 2tägigen *Amphioxus*-Larve (FLEMMING'sche Flüssigkeit). HARTNACK Syst. 9. Oc. 2.
 - 19. Zwei Querschnitte von einer 3tägigen Larve (Sublimat-Eisessig). HARTNACK Syst. 9. Oc. 2.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen aus der Zoologischen Station zu Neapel](#)

Jahr/Year: 1889-1891

Band/Volume: [9](#)

Autor(en)/Author(s): Lwoff Basilius

Artikel/Article: [Über Bau und Entwicklung der Chorda von Amphioxus 483-502](#)