

## Beiträge zur nähern Kenntniss der Musculatur der Cyclostomen und Leptocardier.

Von

**H. Grenacher** aus Müllheim (Baden).

---

Mit Taf. XXXVI.

---

Die Untersuchungen, deren Resultate ich hier vorlege, wurden im Laufe des Winters 1866/67 in dem zoologischen Museum zu Göttingen ausgeführt. Die kleine Arbeit zerfällt in zwei, eigentlich nur locker zusammenhängende Hälften: in der ersten versuchte ich, so gut es in meinen Kräften stand, einige noch weniger bekannte Formen von Muskelgewebe zu beschreiben, von denen ich glaube annehmen zu dürfen, dass sie ein mehr als gewöhnliches Interesse verdienen. Die zweite Hälfte enthält einen Versuch, die sogenannten zwei Typen contractilen Gewebes in eine einzige Formenreihe zu bringen, wobei ich mich sowohl auf die Entwicklungsgeschichte, als auf die vergleichende Gewebelehre stütze.

Dann aber fühle ich mich noch gedrungen, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor KEFERSTEIN, sowohl für Ueberlassung des zur Untersuchung erforderlichen Materials, als auch für seine sonstige zuvorkommende Unterstützung mit Rath und That meinen innigsten Dank hier öffentlich auszusprechen.

### A. Die Muskelfaser der Cyclostomen und Leptocardier.

Der Seitenrumpfmuskel von Petromyzon wird, wie bekanntlich bei allen Fischen, durch bindegewebige Bandmasse, sogenannte Inter-muscularbänder, Ligamenta intermuscularia, in eine grössere Anzahl von Segmenten (Myocommata OWEN) zerlegt, die von vorn nach hinten sich dachziegelartig decken (Fig. 4.). Diese Myocommata sind, im Gegensatz zu den übrigen Fischen, bei den Cyclostomen von sehr ein-

facher Gestalt. Zerlegen wir *Petromyzon* durch einen horizontalen Schnitt, der in der Höhe der Mitte der Chorda etwa verläuft, in eine dorsale und eine ventrale Hälfte, so sehen wir auf der Schnittfläche weisse Linien die Muskeln schief durchsetzend, von vorn innen nach hinten aussen einen Winkel von circa  $30^\circ$  zur Chorda bildend, an die äussere Haut verlaufen, um dort zu enden. Dies sind die Querschnitte jener Intermuscularbänder. Wenn wir mit einem scharfen Messer die dicke, fest mit der Musculatur verwachsene Haut ablösen, tritt uns die Insertionsstelle eines jeden Intermuscularbandes an die Haut in Form einer eigenthümlich gebogenen Linie entgegen. Sie entspringt nämlich oben auf der Mittellinie des Rückens, zieht sich eine ziemliche Strecke nach hinten und zugleich ein Weniges nach aussen, wendet sich dann mit einem ziemlich starken Bogen nach unten und etwas nach vorn, um in der Gegend der Seitenlinie sich in einem schwachen Bogen gerade nach unten zu wenden, worauf sie wieder nach vorn umbiegt, und nachdem der Endpunct etwa unter den Punct, von dem aus sie oben entsprang, gekommen ist, sich in der ventralen Mittellinie mit der entsprechenden Linie der andern Seite zu vereinigen. Diese Schilderung hat jedoch bloss für den Theil des Körpers Gültigkeit, der die Leibeshöhle umschliesst, indem am Schwanze die untere Hälfte der Linie der obern fast vollständig symmetrisch gebildet ist.

Auf dem Querschnitte von *Petromyzon* werden, wegen des spitzen Winkels, den die Intermuscularbänder mit der Chorda bilden, und ihres geringen Abstandes von einander, immer deren mehrere (3—4) getroffen, die ebenfalls als gebogene Linien sich zeigen. Sie laufen im Allgemeinen (doch nicht genau) parallel den Contouren des bekannten suprascapularen Fettkörpers, der Chorda, und ihrer rudimentären Knorpelumhüllung, ferner der Leibeshöhle. Durch die eigenthümlichen Biegungen der Membran ist es bedingt, dass auf dem Querschnitt die äusseren Linien an der Haut aufhören, wie aus der halbschematischen Abbildung hervorgeht. Ebenso treten neben der obern und untern Mittellinie zahlreiche Querschnitte von Intermuscularbändern auf, die den oben und unten nach vorn vorgezogenen Hörnern ihren Ursprung verdanken.

Zwischen diesen Intermuscularbändern nun liegen die einzelnen Myocommata eingeschoben. Dabei bildet die sie zusammensetzende Muskelmasse nicht, wie bei der weitaus grössten Mehrzahl der Fische, ja fast allen übrigen, eine feste, solide Fleischmasse, sondern sie ist in einer Weise angeordnet, die schon die Aufmerksamkeit RATHKE'S<sup>1)</sup> und

1) Bemerkungen über den innern Bau der Pricke. Danzig, 1826. pag. 24.

J. MÜLLER's<sup>1)</sup> erregte, jedoch erst von STANNIUS<sup>2)</sup> eingehender beschrieben wurde. Die Muskelmasse ist nämlich durch bindegewebige Scheidewände, die man mit den oben schon beschriebenen nicht verwechseln darf, in äusserst zahlreiche Blätter getheilt. Diese Septen zeigen auf dem Querschnitte eine im Ganzen nicht sehr markirt ausgesprochene radiäre Anordnung. Während bei *Petromyzon marinus* die Intermuscularbänder auf dem Querschnitt ungefähr 5—7 Mm. auseinander stehen, besteht der Abstand dieser, in einer dazu fast senkrechten Ebene liegenden Septen blos 0,16—0,22 Mm.

Sie verlaufen, wie nach Entfernung der Haut leicht zu sehen, von vorn nach hinten horizontal, ohne sich in ihrem Verlaufe viel durch die Biegungen der Lig. intermuscularia alteriren zu lassen. Nur oben und unten, an den Stellen der schärfsten Biegungen liegt das hintere Ende höher, resp. tiefer als das vordere, jedoch nur unbedeutend.

Diese Septen bestehen, wie die Intermuscularbänder, aus fibrillärem Bindegewebe, das jedoch in der Unmasse von Fettzellen, die *Petromyzon* charakterisiren, fast vollständig verschwindet. Wie in den Lig. intermuscularia findet man hier und da, selbst ganz in der Tiefe, schöne sternförmige, baumartig verästelte Pigmentzellen, mit braunem körnigem Pigment erfüllt, die häufig gruppenweise stehen.

Durch diese Septen wird nun der Raum zwischen zwei Intermuscularbändern in eine grosse Anzahl von »Kästchen« (STANNIUS<sup>3)</sup>) abgetheilt, die zur Aufnahme der Muskelfasern bestimmt sind. Sie stellen äusserst flache, rhomboidale Räume vor, nach innen begrenzt von dem supraspinalen Fettkörper, der Chorda, oder der peritonealen Auskleidung der Leibeshöhle, nach aussen von der äussern Haut; oben und unten von den Septen, vorn und hinten von den Intermuscularbändern. Zwischen diesen letztern erstrecken sich nun die fast ganz der Axe des Fisches parallel verlaufenden Muskelfasern, die sowohl in ihrer Anordnung als auch in ihrem histologischen Verhalten nicht ohne Interesse sind, indem sie in vielen Puncten von dem bisher bei Wirbelthieren bekannten abweichen.

Bis jetzt besitzen wir über diese Musculatur blos die Angaben von STANNIUS<sup>4)</sup>, doch sind dieselben ziemlich unvollständig und in Ermangelung von Abbildungen schwer verständlich.

Weil sie das Einzige sind, das bisher darüber bekannt geworden, und dabei sehr kurz, so werde ich mir erlauben, seine Beschreibung

1) Vergl. Anat. d. Myxin. I. 1835.

2) Göttinger Nachrichten. 1854. Nr. 47. pag. 225.

3) Handbuch d. Zootomie. 2. Aufl. 4. Heft, 1854. pag. 110.

4) Gölt. Nachr. etc. pag. 233. u. fl.



wörtlich hier folgen zu lassen. Nachdem er zuerst über die Form der Intermuscularbänder, sowie der Septen gesprochen, fährt er folgendermassen fort:

»Zunächst jeder Lamelle nimmt man, namentlich wenn die Muskeln mehrere Tage in einer Auflösung von chromsaurem Kali gelegen haben, zwei Lagen gröber quergestreifter Muskelbündel von  $\frac{1}{30}$ — $\frac{1}{40}$ ''' Durchmesser wahr. Auch diese oft zickzackförmig gebogenen Bündel pflegen sich zu theilen. Zwischen den zweien Septis entsprechenden Lagen dieser Muskelbündel liegt eine musculöse Schicht, welche das Eigenthümliche besitzt, dass sie in zahlreiche ganz dünne Lamellen oder Blättchen zerlegt werden kann. Blättert man sie so weit als möglich auseinander, so gelingt es, einfache, sehr feine, durchaus parallel laufende, membranartig an einander gereifte Muskelbündelchen zur Anschauung zu bringen. Die Muskelbündelchen, welche eine solche einfache Platte oder Membran bilden, sind so innig an einander geschlossen, dass man sie nur künstlich und gewaltsam von einander trennen kann. Sie sind immer äusserst fein, jedoch von ungleicher Breite, immer quergestreift, in Längsfibrillen zu sondern, an denen noch Querstreifung zu erkennen, und ohne Spur von Theilung oder Verästelung. Einzelne Anschauungen sprachen für die Annahme, dass die einzelnen Lamellen nicht bloß übereinander lägen, sondern gleich den dicht aneinander gedrängten Falten eines Fächers, von den Rändern ihres Intermuscularbandes aus alternirend in einander übergehen möchten, also zusammengenommen, eine vielfache Membran darstellen dürften. — Meine Hoffnung an diesen zu Lamellen verbundenen Muskelbündelchen, welche so rein und klar wie möglich dalagen, den Verlauf und die Endigungsweise von Nerven studiren zu können, ist unerfüllt geblieben. Ich habe nie Nerven an ihnen wahrgenommen, ebensowenig wie zwischen den Muskelbündeln des Herzens.«

Soweit STANNIUS. Aus seiner Beschreibung geht klar hervor, dass zweierlei, nicht unbeträchtlich von einander abweichende Formen von Muskelsubstanz den Inhalt eines solchen »Kästchens« bilden:

1. eigentliche, wohl differenzirte und individualisirte Fasern oder Primitivbündel, und
2. eine centrale Muskelmasse, auf die nach STANNIUS Beschreibung die Bezeichnung Primitivbündel sich nicht mehr gut anwenden lässt.

Ich will diese beiden Formen nun genauer beschreiben, wobei ich der Abkürzung wegen für die erstere Form mich der Bezeichnung »parietale« Fasern, für die letztere hingegen der Bezeichnung »centrale« Fasern bedienen werde. Ich will mit den Letzteren beginnen.

Wenn es gelingt, einen Querschnitt durch die Rumpfmuskeln von

Petromyzon zu machen (Fig. 2.), (was, wie aus folgendem erhellt, mit Schwierigkeiten verknüpft ist), so sehen wir die centrale Musculatur im Gegensatze zur parietalen, zu einer einzigen Masse verschmolzen, die sich, ohne einen merklichen Zwischenraum zwischen sich zu lassen, von dem innern Rande des Kästchens bis zum äussern hin erstreckt. Die Muskelplatte ist nun ihrer Dicke nach wieder in mehrere (3—5) Lamellen gesondert, die zwar nicht die ganze Ausdehnung der Platte haben, indem man sie häufig bald in der Mitte, bald an der Seite sich auskeilen sieht; indessen überwiegt doch ihre Ausdehnung in der Fläche ihre Dicke bedeutend. Diese Lamellen sind nun, jede für sich, wieder durch unregelmässige, mehr weniger vertical verlaufende Linien in eine grössere Anzahl von Fibrillencomplexen von 0,08—0,06 Mm. Breite getheilt, die wir einstweilen als Muskelfasern ansprechen, und auf die sich unsere Bezeichnung »centrale Fasern« bezieht. Ein richtiges Bild dieser Verhältnisse gewinnt man nur auf Querschnitten, da aber die centrale Muskelmasse mit der parietalen in gar keiner Verbindung steht, weder durch Bindegewebe noch durch Fett, so fällt dieselbe sehr leicht heraus. Am ehesten gelangen mir die Querschnitte in der Nähe der äussern Haut.

Bei einem Vergleich des Querschnittes dieser Fasern mit dem der parietalen ergeben sich folgende Unterschiede: die ersteren sind durchschnittlich viel grösser, oft 3—5 mal so breit als die letzteren, durch den gegenseitigen Druck fast immer vierseitig, wobei die zwei mit der Lamelle zusammenfallenden Seiten die zwei andern meistens weit an Grösse übertreffen; die letztgenannten Fasern dagegen liegen regelmässig neben einander, durch einen, zwar nur kleinen Zwischenraum getrennt, sind rundlich vierseitig, und stechen so auf den ersten Blick hinlänglich von jenen ab.

Wenn man die Muskelplatte zu isoliren versucht, so sieht man leicht, dass sie mit den Parietalfasern nirgends zusammenhängt. Man kann mit einer feinen Nadel von der äussern Haut an bis an die Chorda zwischen sie eindringen, ohne sie zu verletzen, indem sie blos zur Seite gebogen werden.

Haben wir ein Stück der Platte isolirt, so gelingt es uns sehr leicht, dasselbe in die einzelnen Lamellen zu zerlegen; dass dieselben aber nicht sofort in ihre einzelnen Fasern zerfallen, ist in der eigenthümlichen Art des Zusammenhanges der Fasern unter sich begründet. Die grosse Masse Fett stört das Verständniss sehr; man thut daher gut, vorher die Muskeln, nach STANNIUS Rath, mit kochendem Aether zu behandeln. Ferner gestatte man mir die Bemerkung, dass ganz frische Exemplare von Petromyzon wegen der Brüchigkeit ihrer Muskeln, die

ein Isoliren sehr erschwert, sich weniger zum Studium dieser Verhältnisse qualificiren, als solche, die schon einige Zeit in Weingeist gelegen haben.

Wenn man nun eine solche Lamelle unter dem einfachen Mikroskop in ihre einzelnen Fasern zu zerlegen versucht, so zeigt sich, dass dieselben beim Auseinanderzerren mit Nadeln wohl in der Mitte auseinander weichen, am hintern und vordern Ende hingegen mit einander in Verbindung bleiben. Dies beruht auf einer Art von Verbindung, für die mir bisher kein Analogon bekannt geworden ist. Die Fasern sind nämlich vorn und hinten mit einander verschmolzen, und zwar so, dass sie freilich nur in sehr geringer Längenerstreckung eine einzige Masse repräsentiren (Fig. 3.). Sie bilden auf diese Weise eigenthümliche Rahmen von Muskelfasern, die je die Grösse einer Lamelle haben. An der durch die Verschmelzung gebildeten Fibrillenplatte ist die Verbindung so innig, dass man keine Grenze zwischen den einzelnen, sie constituirenden Fibrillenbündeln wahrnehmen kann.

Gegen die Schilderung der Fasern, wie ich sie eben gegeben habe, könnte man vielleicht einwenden, ich hätte die Lamellen, die blos aus flächenförmig an einander gelagerten Fibrillen ohne weitere Differenzirung in Fasern beständen, gewaltsam auseinander gezerrt, und die Fasern wären blos Kunstproducte. Allein ganz abgesehen von dem Bilde, das ein gelungener Querschnitt giebt, ist für mich auch die Untersuchung eines Petromyzon im Ammocoetes-Stadium überzeugend gewesen. Die Verhältnisse waren ganz wie bei den ausgebildeten Petromyzonten, nur waren die einzelnen Fasern durch nicht unbedeutliche, spaltenförmige Lücken von einander getrennt. Beim Zerren mit Nadeln riss natürlich die vordere oder hintere Verbindungsstelle vielfach ein, allein diese gewaltsame Trennung liess sich mit Sicherheit von der natürlichen Spaltung in Fasern unterscheiden. Uebrigens zerfallen diese Muskelfasern sehr leicht in Fibrillen, wie schon STANNIUS und später KEFERSTEIN<sup>1)</sup>, anführen. Sie übertreffen darin noch die Muskelfasern von *Siredon pisciformis*, die durch die Leichtigkeit, womit sie sich zerlegen lassen, besonders den Histologen bekannt sind. Was das Nähere über das Aussehen der Fibrillen anbelangt, so verweise ich auf die Beschreibung KEFERSTEIN's; nur das erlaube ich mir noch anzuführen, dass Präparate dieser Muskeln, gegen das Licht gehalten, durch die Regelmässigkeit ihrer Querstreifung die schönsten Interferenzfarben zeigen.

Was in histologischer Beziehung noch zu sagen übrig bleibt, werde

1) Arch. f. Anat. u. Physiol. 1859. pag. 548.



ich zugleich mit den parietalen Fasern besprechen, zu denen ich mich jetzt wenden will.

Sie liegen, wie schon oben kurz bemerkt wurde, den Septen dicht an, und bilden gut differenzirte, auf ihrem Querschnitte rundlich vier-eckige, gerade oder schwach geschlängelt verlaufende Fasern, die bei einer Breite von 0,02—0,08 Mm. nur sehr schmale Zwischenräume zwischen sich lassen (Fig. 4.). In ihrer Zusammensetzung aus Fibrillen und Querstreifung, stimmen sie vollkommen mit den centralen Fasern überein, dass wir auf das für diese Gesagte verweisen können. Während jene aber frei, d. h. blos von benachbarten Fasern umgeben, von Ansatzpunct zu Ansatzpunct sich erstrecken, sind diese mit einer flachen Seite in ihrer ganzen Länge einem Septum aufgeklebt, und zwar so innig und dicht, dass sie auf mechanische Weise gar nicht davon zu trennen sind. Wenn man sie mit der Nadel loszupräpariren sucht, kann man wohl den direct berührten Theil einer Faser vom Septum abkratzen, allein die Spaltung erstreckt sich nicht weiter. Diese feste Adhäsion der beiderseitigen Fasern an das dünne Septum erschwert die genaue Betrachtung in gewissem Grade, denn wenn man nicht sehr starke Objective anwendet, sieht man immer die Contouren der auf der Unterseite liegenden Fasern zugleich. Nur diesem Umstande schreibe ich es zu, dass STANNIUS, der zwar schon die Theilungen sah, die so ungemein häufigen und nicht zu verkennenden Anastomosen übersehen hat, die wohl einer eingehenderen Schilderung werth sind.

Verfolgen wir eine Faser, so finden wir bald, dass sie sich in zwei bald gleiche, bald sehr ungleiche Theile spaltet, die nun mehr oder weniger weit neben einander hin verlaufen können. Oft geht aber ein solcher Ast unter sehr spitzem Winkel zur nächstliegenden Faser und verschmilzt mit ihr; oft, wenn die Theilung, z. B. am Vorderende der Faser stattgefunden hat, läuft derselbe ans Hinterende, bevor er sich mit der benachbarten Faser verbindet, — oder er kehrt nach längerem oder kürzerem Verlaufe zum andern Aste zurück, um wieder mit diesem zu verschmelzen, oder beide ungefähr gleich starke Aeste vereinigen sich unmittelbar nach der Theilung mit den rechts und links von ihnen liegenden Fasern oder endlich, zwei Fasern biegen sich zusammen, verschmelzen auf eine, oft ganz kurze Strecke mit einander, worauf sie wieder getrennt, ihren Lauf fortsetzen, — kurz, es herrscht in der Art und Weise dieser Verbindungen eine grosse Mannigfaltigkeit. Eine Faser, die sich in ihrer ganzen Erstreckung nie mit einer andern verbindet, ist ziemlich selten, und wenn man eine solche findet, so ist es erst noch die Frage, ob man eine ganze, unbeschädigte Faser vor sich hat. Ich habe öfters Complexe von 8—9 Fasern mit einander in

Verbindung gefunden, worauf vielleicht wieder eine Kluft kam, auf welche dann dasselbe Spiel wieder von Neuem begann.

Mir ist nun bis jetzt kein Wirbelthier bekannt geworden, wo Anastomosenbildung in einer solchen Weise auftritt, wie sie hier vorkommt: wohl aber sind eine Anzahl Fälle derart aus der Reihe der Wirbellosen (LEYDIG, LEUCKART, GEGENBAUR, KÖLLIKER) beschrieben. Bei den Wirbelthieren wurde bis vor Kurzem die Muskulatur des Herzens in die Rubrik der netzförmig anastomosirenden Fasern gebracht, allein seitdem WEISMANN<sup>1)</sup> für die Herzen der niederen Wirbelthiere, EBERTU<sup>2)</sup> in der neuesten Zeit für die der höheren Wirbelthiere und des Menschen nachgewiesen haben, dass dieselben aus einzelnen, ein- bis zweikernigen, mit einander mehr oder weniger innig verkitteten Zellen bestehen, die erst die einzelnen Muskelbalken bilden, ist die Möglichkeit einer Vergleichung beider Formen etwas in die Ferne gerückt worden. Ich werde weiter unten noch Einiges über die Herzmuskeln anzuführen haben, und verweise deshalb darauf.

Noch in einem zweiten Punkte weicht die bisher besprochene Muskelsubstanz ab von der gewöhnlichen Form. Ich vermisste nämlich bei Behandlung von mit Aether entfetteten Muskelfasern mit Essigsäure sowohl Kerne als auch Sarcolemma. Die Fasern quollen auf, wurden durchsichtiger, die Querstreifung wurde undeutlich, aber trotzdem konnte ich weder das Eine noch das Andere erkennen. Dies ist um so auffallender, als die Primitivbündel des grossen Zungenmuskels von Petromyzon ein deutliches Sarcolemma, und klar hervortretende Kerne unter demselben haben. Dies dürfte vielleicht dafür sprechen, dass die Fasern des Seitenrumpfmuskels nicht jenen Grad von Differenzirung, wie bei den übrigen Wirbelthieren, erreicht haben; denn für Kunstproducte kann ich, wie schon bemerkt, selbst die centralen Fasern nicht halten, trotz ihrer abweichenden Bildung.

Bei diesem Anlass will ich bemerken, dass L. BEALE<sup>3)</sup> die Muskeln des Froschherzens, der Lymphherzen und der Zunge, ferner noch die jungen Muskelfasern der Extremitäten und noch einiger anderer Orte anführt als solche, die eines Sarkolemma's entbehren.

Was nun die Nerven in diesen Muskelfasern betrifft, so gelang es STANNIUS nicht, solche an ihnen wahrzunehmen. Auch ich richtete meine Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand, um wo möglich die Endigungen zu finden, war aber nicht glücklicher als STANNIUS.

1) Arch. f. Anat. u. Phys. 1864. p. 44.

2) VIRCHOW'S Arch. f. path. Anat. Bd. XXXVII. Heft 1. 1866.

3) On the Structure and Formation of the Sarcolemma of striped muscle etc. Quarterly Journ. of microsc. Science. Transactions. 1864. p. 94.



Ich habe nun noch einige andere Fische zu untersuchen Gelegenheit gehabt und traf dabei noch auf einige, wie ich glaube, nicht ganz uninteressante Verhältnisse.

Zunächst reiht sich hier an Amphioxus. Da ich nur ältere Weingeistexemplare untersuchen konnte, entbehrt die Deutung des Gewebes, wie ich sie unten zu geben versuche, der nöthigen Sicherheit; die Thatsachen jedoch, die sich auf die Form des Gewebes beziehen, sind leicht zu erkennen.

Die Myocommata sind bei Amphioxus bekanntlich ebenfalls deutlich ausgebildet<sup>1)</sup>, und bilden je einen nach hinten geöffneten spitzen Winkel, dessen Scheitel ungefähr in der Höhe der Mitte der Chorda dorsalis liegt. Die einzelnen Myocommata decken sich nicht eigentlich dachziegelförmig, sondern liegen einfach hintereinander, indem auf einem horizontalen Schnitt, wie wir ihn oben bei Petromyzon gelegt haben, die Intermuscularbänder im Ganzen beinahe senkrecht nach der Haut zu verlaufen. Daher rührt auch die radiale Anordnung der Querschnitte der Intermuscularbänder, wie sie auf Querschnitten durch das ganze Thier zum Vorschein kommen (Fig. 3 b. b.).<sup>2)</sup> Nach unten werden die Seitenrumpfmuskeln von den Bauchmuskeln, die hier wie bei Myxine sich finden, bedeckt.

Die Elemente des Seitenrumpfmuskels wurden von QUATREFAGES<sup>3)</sup> beschrieben als einfache, quergestreifte Muskelfasern von  $\frac{1}{60}$  Mm. Breite, die nichts Besonderes darbieten sollten, eine Beschreibung, der auch MARCUSEN<sup>4)</sup> beistimmt.

Als ich aber einen Querschnitt des ganzen Thieres betrachtete, war ich erstaunt, von Muskelprimitivbündeln im Sinne der Histologen gar nichts wahrzunehmen. Bei näherer Betrachtung mit starker Vergrößerung ergab sich Folgendes:

Die ganze, zwischen je zwei Intermuscularbändern liegende Muskelmasse ist in lauter sehr dünne Lamellen zerspalten, die vielfach gebogen von der Chorda und der Leibeshöhle aus nach der Haut hinziehen. Dieselben gruppieren sich wieder zu unregelmässigen, mannigfaltig gebogenen, und unter sich anastomosirenden Lagen, die ich aber

1) RATHKE: Bemerkungen über d. Bau d. Amphioxus. Königsberg 1844.

JOH. MÜLLER: Ueber d. Bau und d. Lebenserscheinungen des Branchiostoma lubricum Costa. Abhandl. d. Berl. Akad. Berl. 1844.

QUATREFAGES: Mémoire sur le système nerveux et sur l'histologie du Branchiostoma ou Amphioxus Annales d. Sc. nat. III. Ser. 4. vol. 1845.

2) J. MÜLLER, l. c. Taf. I. Fig. 4. RATHKE, l. c. Fig. 11, 12, 13.

3) l. c. p. 230.

4) Sur l'anatomie et l'histologie du Branchiostoma lubricum Costa. Comptes rendus 1864.

für Kunstproducte halte, entstanden durch das Schrumpfen in Weingeist. Die Lamellen bestehen jedoch nicht aus einem Stück, sondern sie sind wieder aus flachen, der Axe des Thieres parallel verlaufenden Fäserchen zusammengesetzt (Fig. 6. 7.), die mit der schmalen Seite aneinanderliegen, und deren Dicke 0,0008—0,001 Mm., zugleich Dicke der Lamellen, deren Breite aber 0,012 Mm. beträgt. Die ganze zwischen Haut und Chorda, sowie zwischen je zwei Intermuscularbändern eingeschlossene Muskelmasse besteht somit aus solchen lamellosen Fäserchen, die, wie ich noch hinzufügen will, auf dem Querschnitte, ähnlich wie die Septen bei Petromyzon, eine deutlich radiäre Anordnung zeigen.

Isolirt man dieselben, so vermisst man ihnen eine weitere Spaltbarkeit in Fibrillen, Längsstreifung fehlt; die Querstreifung ist sehr deutlich, von einer Hülle ist nichts zu sehen, ebenso wenig gelang es mir, Kerne nachzuweisen.

Dies sind jedenfalls die Fasern, die QUATREFAGES vor sich hatte, wie man schon aus seinen Angaben über die Breite ( $\frac{1}{80}''$ —0,0125 Mm.) ersieht. Allein die ungemein geringe Dicke, sowie schon ihr ganzer Habitus erlauben wohl schwerlich, dieselben als ganze Muskelfasern anzusprechen; ich glaube im Gegentheil, dass man eher berechtigt ist, dieselbe bloß als Fibrille aufzufassen, die sich bloß durch ihr Verhältniss der Breite zur Dicke von der Fibrille z. B. von Petromyzon unterscheidet, indem dasselbe 12—13 : 1 beträgt.

Wir kennen nun zwar die Genese eines Myocomma's nicht; allein unmöglich können wir die gesammte, in demselben enthaltene Muskelmasse als einer einzigen Muskelfaser entsprechend, als aus einer einzigen Zelle hervorgegangen denken; eher noch könnte man sich vorstellen, dass jede Fibrille je einer Zelle ihren Ursprung verdanke, und dass die Zelle nachher verschwinde oder unkenntlich werde; oder aber, wozu ich am meisten geneigt wäre, wir können annehmen, dass die gesammte Zellmasse eines Myocomma's mit einander verschmelze und nachher Fibrillen bilde, wie wir es von dem gewöhnlichen Primitivbündel der Wirbelthiere kennen.

Ganz ähnlich sind die Verhältnisse bei den Bauchmuskeln von Amphioxus, über deren gröberes anatomisches Verhalten ich auf die schon oben angeführten Werke verweisen darf. Früher spielten sie eine Rolle, weil man an ihnen von Querstreifung nichts bemerken konnte; doch hat MARCUSEN (l. c.) diese Angaben dahin berichtigt, dass sowohl sie als auch die Muskeln der Peripherie der Mundöffnung (die man ebenfalls dahin zog), Querstreifung zeigen. Dies kann ich bestätigen; jedoch ist die Streifung ganz unverhältnissmässig zart, und

nur bei starker Vergrösserung und guter Beleuchtung zu erkennen. Sie bestehen ebenfalls aus flachen, bandförmigen Fibrillen, die nicht zu Primitivbündeln vereinigt sind, und zeigen somit eine grosse Aehnlichkeit mit denen des Seitenrumpfmuskels; an den von mir untersuchten Weingeistexemplaren waren sie lange nicht so brüchig wie die des Seitenmuskels, sondern liessen sich, ohne zu zerbrechen, auseinander zerren, wobei sie wellig gebogene Ränder erhielten.

Bei Vergleichung dieser Form von Muskelgewebe mit dem bei *Petromyzon* beschriebenen fällt besonders die Analogie desselben mit den centralen Fasern des letztern ins Auge. Während bei der ersteren die contractile Masse des ganzen Myocomma's eine einzige, nicht in Bündel differenzirte Masse bildet, macht sich in dem contractilen Gewebe von *Petromyzon* schon eine, wenn auch nur unvollständige Differenzirung geltend. Die Primitivbündel ähnlichen Fibrillencomplexe sprechen für den Beginn, das Fehlen des Sarcolemma's, sowie die terminale Verschmelzung und Lamellenbildung derselben für die Unvollständigkeit derselben. Schon weiter gehend ist die Sonderung bei den parietalen Fasern, wenn auch hier noch besonders durch die zahlreichen Anastomosen ein niederer Grad der Ausbildung sich offenbart.

Die gröbere Anatomie von *Myxine*, die ich ebenfalls auf diese Verhältnisse untersucht habe, ist von J. MÜLLER<sup>1)</sup> so ausgezeichnet beschrieben, dass ich mich mit der Anführung einiger weniger hierher gehöriger Punkte begnügen kann. Bei ihr sind bekanntlich ebenfalls Bauchmuskeln ausgebildet, und die Myocommata reichen deswegen nicht bis auf die Mittellinie des Bauches herab. Diese sind ebenfalls sehr einfach; auf einem Querschnitt durch das Thier bekommt man nur ein Intermuscularband zu sehen, indem dieselben ungleich weniger schief nach hinten verlaufen.

In Beziehung auf das Verhalten der Muskelsubstanz zwischen diesen Ligamenten ist eine Tendenz zur Sonderung in Lamellen nicht zu verkennen, und ich verweise auf die Abbildungen, die J. MÜLLER<sup>2)</sup> davon gegeben hat. Die Lamellen, wie ich der Kürze halber sie nennen will, ziehen sich nicht ganz gerade von der Chorda nach der Haut hin, sondern bilden einen nach unten schwach convexen Bogen. MÜLLER (l. c. p. 180) lässt die festen Scheidewände zwischen den Muskelplatten fehlen, indessen fand ich solche, wie bei *Petromyzon*, die aus spärlichem fibrillärem Bindegewebe gebildet waren. Diese Scheidewände bilden die Grundlage eines Bindegewebegerüstes, das ich bei *Galeus canis*, wo es sehr schön entwickelt ist, näher beschreiben werde.

1) Vergl. Anatomie d. Myxinoïden. Berlin, 1835—45.

2) l. c. Theil I. Taf. II. Fig. 7, 8, 41, 42.



Die Muskellamelle, die wir dem Inhalte und Wandbelege eines »Kästchens« bei *Petromyzon* parallelisiren, besteht aus einer 6—8fachen Lage von Muskelfasern, die sich nicht berühren, sondern durch Bindegewebe getrennt sind. Von einer Sonderung in parietale und centrale Fasern ist nichts wahrzunehmen; die Fasern weichen, so viel ich an dem untersuchten Weingeistexemplare sehen konnte, in Nichts von der normalen Muskelfaser ab.

Von Plagiostomen untersuchte ich *Galeus canis*, sowie ein nicht näher zu bestimmendes Fragment einer *Raja*. Die *Myocommata* haben hier die von den höheren Fischen bekannte complicirte Gestalt; sie sind ebenfalls durch bindegewebige Scheidewände in Schichten, Lamellen, getheilt, die wieder in der Dicke aus 6—8 Muskelfaserlagen bestehen, und die wenig von den mannigfaltigen Biegungen des *Myocomma's* beeinflusst sind, indem sie beinahe horizontal liegen. An mikroskopischen Querschnitten fällt zunächst die regelmässige Anordnung der Fasern, sodann ihr gegenseitiger Abstand auf. Beides beruht auf der Existenz des schon oben erwähnten Bindegewebegerüstes, das zwischen seinen Maschen die Muskelfasern aufnimmt (Fig. 9.). Das Gerüst liess sich mit Leichtigkeit darstellen, indem ich den Strahl einer Spritzflasche auf einen dünnen Querschnitt wirken liess, wobei die Muskelfaserstücke hinausgespült wurden. Die Capillaren verlaufen, nebenbei bemerkt, ebenfalls sehr regelmässig in dem Bindegewebe; fast in jedem grössern Knotenpunkte kann man den Querschnitt einer solchen erkennen. Die gegebene Abbildung eines Stückes von diesem Netze zeigt übrigens nicht einmal eine besonders regelmässige Stelle.

Bei der *Raja* fand ich ganz die nämlichen Verhältnisse. Auch bei einigen Teleostiern, die ich gerade herausgriff, zeigte sich Aehnliches, jedoch tritt hier die Regelmässigkeit sehr zurück, und man kann sich nicht mehr so leicht von der Anwesenheit jenes innern *Perimysiums* überzeugen.

Bei einem Vergleiche der beschriebenen Anordnungsweise mit den oben bei *Petromyzon* und *Amphioxus* betrachteten, erhalten wir eine Reihe im Auftreten des Bindegewebes, die mit der Differenzirung der Muskelfasern parallel läuft. Bei *Amphioxus* fehlt das Bindegewebe im Innern eines *Myocomma's*, bei *Petromyzon* tritt es auf in Form dünner Septen, die das *Myocomma* in zahlreiche »Kästchen« abtheilen; bei den übrigen Formen tritt das Bindegewebe trennend in die Kästchen, und umhüllt jede einzelne Faser.

Um nun wieder auf *Petromyzon* zu kommen, will ich noch zwei Formen von Muskelgeweben erwähnen, die ebenfalls schon von STANNIUS untersucht sind.

Die erste Form, die Zungenmusculatur, besteht aus Fasern von rothbrauner Farbe (im Gegensatz zu dem gelblich weissen Rumpfmuskel), einer Breite von 0,02—0,036 Mm., die relativ arm an Fett sind. Sonst, in Beziehung auf Sarcolemma und Kerne, stimmen sie ganz mit den gewöhnlichen Muskelfasern der Wirbelthiere überein.

Ganz anders gestaltet ist die zweite Form, die Augenmuskeln (Fig. 8 a. b. c.).

STANNIUS hat sie schon sehr ausführlich beschrieben, und sie mit den Muskeln des Herzens von *Petromyzon* verglichen, wobei er zwei ganz auseinandergehende Typen annehmen zu müssen glaubte. Im folgenden Jahre<sup>1)</sup> modificirte er seine Angaben dahin, dass er, gestützt auf die Untersuchung frischer Herzen, seine Angaben über letztere zurücknehmend, die beiden Gewebe wieder neben einander stellte, doch, wie wir jetzt durch WEISMANN wissen, mit Unrecht.

Was nun die Fasern selbst betrifft, so kann ich die STANNIUS'sche Beschreibung nur in wenigen, ganz untergeordneten Punkten erweitern, ich fasse mich deshalb kurz und verweise auf obenerwähnte Beschreibung.<sup>2)</sup> Sie bilden Röhren, die auf den ersten Anblick gar nicht den Eindruck von Muskelfasern eines Wirbelthieres machen. Sie bestehen aus einer deutlichen, quergestreiften, scharf nach innen abgesetzten Corticalschicht, und einem granulirten, sehr fettreichen Axenstrang, in dem zahlreiche, scheibenförmige Kerne sich befinden (Fig. 8 a. b.). Die zwar zarte, jedoch deutliche Querstreifung ist regelmässig, die Längsstreifung hingegen vermisste ich theils ganz, theils fand ich sie sehr unregelmässig, mehr wie eine zufällige Zerklüftung der contractilen Rinde aussehend.

STANNIUS beschreibt Theilungen dieser Fasern. Sie scheinen sehr selten zu sein, denn ich konnte sie nie sehen; doch wäre es auch nicht unmöglich, dass STANNIUS gerade einen Spaltungsprocess beobachtet hat, wofür auch noch die ungemein genäherte Stellung der Kerne spräche, die nach seinen Messungen nur das  $1\frac{1}{2}$ —2fache ihrer Länge von einander entfernt sind, was ich auch nicht als Norm fand.

Die gestreifte Masse umgibt gewöhnlich den Axenstrang ziemlich gleichmässig, doch kommen auch nicht selten Fälle vor, wo derselbe von einer nicht ringsherum gleich dicken Schicht gestreifter Masse umgeben wird, indem dieselben an einer Stelle sich verdünnen, ja ganz zurücktreten kann (Fig. 8 c.). Dies pflegt sich jedoch nicht auf die ganze Faser, sondern nur auf einen relativ kurzen Theil derselben zu

1) Diese Zeitschrift. 1852. Bd. IV. p. 252.

2) Göttinger Nachrichten. 1854. Nr. 17. p. 225 ff.

erstrecken, wobei dann solche Stellen Aehnlichkeit mit den Muskeln mancher Nematoden zeigen.

Was das Sarcolemma betrifft, von dessen Anwesenheit STANNIUS sich »nur ein einziges Mal unvollkommen überzeugen« konnte, so habe ich es zwar oft sehr deutlich und klar gesehen, aber eben so häufig vollständig vermisst. Wo ein Sarcolemma sich nachweisen liess, waren auch Kerne darunter, die zwar sparsam waren, in ihrem Aussehen aber und in ihrer Grösse nicht von den im Innern befindlichen abwichen. Eine Erklärung des räthselhaften Verhaltens des Sarcolemma's wage ich nicht.

## B. Zur Morphologie des Muskelgewebes.

So lange die von SCHWANN herrührende Ansicht von der Genese, und demzufolge der morphologischen Bedeutung der quergestreiften Faser volle Anerkennung fand, konnte man nicht wohl daran denken, dieselbe mit der glatten oder organischen Muskelfaser zu vergleichen, es waren eben einfach zwei Typen contractilen Gewebes da, die man um so eher annehmen konnte, als damals die Kenntniss der Muskelfasern der Wirbellosen noch in der Wiege lag. Jemehr aber unsere Kenntniss von der Structur und Entwicklung, sowie von der Verbreitung der contractilen Gewebe zunahm, desto eher begann man dem Gedanken Raum zu geben, es möchten sich die beiden Typen mit einander auf eine ursprüngliche Form, auf einen Ausgangspunct reduciren lassen. Ganz besonders trug dazu bei die Erkenntniss, dass die quergestreifte Muskelfaser nicht, wie SCHWANN lehrte, aus einer Reihe von Zellen, sondern aus einer einzigen sich entwickle, deren Kerne durch Theilung sich vermehren, wobei das Sarcolemma der vergrösserten Zellmembran entspräche. Dieser Ansicht, die wohl fast allgemein angenommen ist, und die bekanntlich durch LEBERT, REMAK, KÖLLIKER, M. SCHULTZE, F. E. SCHULZE, WEISSMANN u. A. vertreten wird, stehen nur vereinzelte Forscher gegenüber, die versuchten, die SCHWANN'sche Theorie unter mehr weniger veränderter Form aufrecht zu halten. Dahin gehören in Deutschland MARGO, DEITERS, MORITZ u. A., jedoch sind die Angaben obengenannter Forscher so vielfach bestätigt, dass wir die Angelegenheit wohl als erledigt ansehen können.

Von den Angaben über die Reduction der beiderlei Gewebsformen auf einander, verdient ganz besondere Aufmerksamkeit, die von KÖLLIKER<sup>1)</sup> aufgestellte Formenreihe:

1) Gewebelehre, 5. Aufl. 1867. p. 85.



1. Einkernige, einfache Muskelzellen von rundlicher Gestalt, Spindel- oder Sternform, ohne und mit Querstreifung.
2. Netze spindel- und sternförmiger Muskelzellen mit deutlichen Zellenkörpern, mit und ohne Querstreifung.
3. Fasern und Fasernetze aus verschmolzenen rundlichen Zellen gebildet, deren einzelne Elemente nicht mehr erkennbar sind.
4. Vielkernige, lange quergestreifte Muskelfasern, die der Genese nach einfachen Zellen entsprechen, physiologisch dagegen einer Summe von Zellen gleich zu achten sind.

WEISMANN<sup>1)</sup> sieht in den Primitivbündeln besondere complicirte Gebilde, die er zwar für die Wirbelthiere aus einer, für die Arthropoden aber aus vielen Zellen entstehen lässt, und stellt ihnen die ihre Zellenform behaltende glatte Musculatur der Wirbelthiere, sowie vieler Wirbellosen gegenüber.

LEYDIG<sup>2)</sup> stellt ebenfalls die sogenannten Primitivbündel, die er aber im Gegensatze zu WEISMANN auch für die Stammesmuskeln der Wirbelthiere aus Zellenreihen entstehen lässt, den übrigen Muskelformen gegenüber.

Einen bemerkenswerthen Contrast zu den besprochenen Ansichten bildet die Arbeit von G. WAGNER.<sup>3)</sup> Derselbe stellt, gestützt auf die Thatsache, dass der glatten Muskelfaser der Wirbelthiere die Membran sowohl, als auch der körnige Axenstrang fehle, die nähere Verwandtschaft derselben mit der sonst dazu gerechneten Muskelfaser vieler Wirbellosen in Abrede, und bringt die letztere in engere Verbindung mit den Primitivbündeln der Wirbelthiere. Er legt dabei ebenfalls grossen Werth auf das Zerfallen in Fibrillen, sowie auf die Querstreifung, die er für mehrere Formen ausführlicher beschreibt. Ob man nun dem Fehlen oder Vorhandensein einer Membran, sowie eines Restchens ursprünglichen Zelleninhaltes eine solche morphologische Bedeutung beischreiben darf, ist eine Frage.

Die Spaltbarkeit in Fibrillen aber und die Querstreifung scheinen mir auch kein sicheres Criterium, auf das gestützt man sichere Schlüsse über die Verwandtschaft der verschiedenartigen contractilen Elemente ziehen darf. Ich meines Theils kann beide blos (mit LEYDIG<sup>4)</sup>) für den optischen Ausdruck einer moleculären Differenzirung der contractilen

1) Ueber die zwei Typ. contr. Gewebes. Zeitschrift für rat. Med. 3 Reihe. XV. Bd. p. 60.

2) Vom Bau des thierischen Körpers. p. 68 u. flgg.

3) Ueber die Muskelfaser der Evertebraten. Arch. für Anat. und Physiologie. 1863. p. 241.

4) Histologie. 1857. p. 140 (von der Querstreifung).

Substanz halten, die in nahezu directem Verhältnisse steht mit der Energie und Leistungsfähigkeit des Muskels. Daher erklärt es sich auch, dass einzelne Muskeln ein und desselben Thieres obige Differenzirung deutlicher zeigen als andere, wie es z. B. von der Mundmasse der Gastropoden und den Schliessmuskeln der Conchiferen bekannt ist.

EBERTH, in seiner neuen Arbeit über die Musculatur des Herzens der höhern Wirbelthiere<sup>1)</sup>, beschreibt die Muskelzellen des Herzens, die er durch Höllestein färbte, und mit 33procentiger Kalilösung isolirte als Zwischenglieder zwischen dem Primitivbündel des Stammes der Wirbelthiere und den organischen Faserzellen. Diess hat etwas Verlockendes, allein bei näherer Betrachtung, besonders der Lage der Kerne zur contractilen Substanz, stossen wir auf Schwierigkeiten, die wir nicht ohne Weiteres übergehen können. Bei den Herzmuskelzellen liegen die (1—2) Kerne nämlich ausnahmslos in der Axe der Zelle, umgeben von contractiler Substanz; bei den höhern Wirbelthieren dagegen liegen sie sämmtlich dicht unter dem Sarcolemma, an der Oberfläche der contractilen Masse. Bei niederen Wirbelthieren sind Kerne wohl durch die ganze contractile Substanz zerstreut vorhanden; ihre Mehrzahl jedoch (mit Ausnahme des Falles, wenn eine Faser sich zur Theilung anschickt) ist immer noch unmittelbar unter dem Sarcolemma gelegen. Hiermit habe ich angedeutet, wie die extremen Formen sich unterscheiden, und will nun den Versuch machen, gestützt auf morphologische und embryologische Daten, eine Reihe aufzustellen, deren Endpunkte die beiden besprochenen Formen sind, und die sowohl die sog. glatten Fasern der Wirbelthiere, als auch die Muskeln der Wirbellosen umfassen soll.

Bevor wir auf diese Frage eingehen, will ich noch einen nicht unwesentlichen Punkt besprechen. Was nämlich die Baumaterialien betrifft, aus denen die fertige gestreifte Muskelfaser besteht, so haben wir gerade wie bei der Muskelzelle wirbelloser Thiere deren zwei zu bemerken, wobei das eine allerdings an Masse gegen das andre fast verschwindet (Fig. 10 A). Das Erste ist die granulirte Protoplasmamasse in der unmittelbaren Nähe der Kerne (Fig. 10 c), noch herrührend vom ursprünglichen Zelleninhalt; das Zweite ist die contractile, im gegebenen Falle in Fibrillen zertheilte und quergestreifte Substanz, die aus jener hervorging (Fig. 10 d). Ganz dieselben Substanzen finden wir z. B. bei der Muskelfaser einer Schnecke, oder eines Blutegels, nur, wie schon gesagt, in umgekehrter Reihenfolge von aussen nach innen, wobei immer Kerne und Protoplasma beisammen sind. Wie das Protoplasma bei der ausgebildeten quergestreiften Faser zurücktritt, so kann es auch zurücktreten, ja ganz verschwinden bei den glatten Muskelzellen.

1) Virchow's Archiv f. path. Anat. 1866. Bd. 37. Heft 1.

Werfen wir nun einen Blick auf die Entwicklungsgeschichte der quergestreiften Muskelfaser der Wirbelthiere, wie sie die oben genannten Forscher geben und denen sich in der neuesten Zeit noch Fox<sup>1)</sup> anschliesst, so finden wir zunächst Einen Punct von wesentlicher Bedeutung. Es ist diess das zuerst excentrische Auftreten der contractilen Substanz. Die mit Dotterkörnchen erfüllten, noch membranlosen Zellen des mittlern Keimblattes nämlich, die sich zu Muskelfasern ausbilden, verlängern sich und scheiden auf einer Seite die contractile Masse ab, die sich nach und nach der Länge und der Quere nach differenzirt. Einige Autoren lassen Fibrille sich an Fibrille lagern — doch sei dem wie ihm wolle, für uns hat zunächst blos das Factum Gewicht, dass die Ablagerung seitlich im Innern der Zelle vor sich geht. Die Zelle wächst nun immer mehr, der Kern theilt sich wiederholt, und allmählich wird das Protoplasma durch die fortwährende Bildung contractiler Substanz aufgezehrt. Die Kerne werden von der fort und fort zunehmenden contractilen Substanz aus ihrer ursprünglich centralen Lage verdrängt; bei den höhern Wirbelthieren wiederfährt dies allen, bei den niedern dagegen kann einer oder der andre von der rasch wachsenden contractilen Masse eingeschlossen werden, während die Mehrzahl an die Oberfläche gedrängt wird. Dies ist der schon oft geschilderte Vorgang.

Wenn wir nun hiernach es als ausgemachte Sache ansehen können, dass die Muskelfaser aus einer einzigen Zelle hervorgeht, so ist es jedoch eine ganz andere Frage, wenn wir die Bedeutung der fertigen Muskelfaser ins Auge fassen. Die gewöhnliche Ansicht ist bekanntlich die, wornach man die Muskelfaser als eine vielkernige Zelle aufzufassen habe; KÖLLIKER lässt sie jedoch (s. oben) als physiologisches Aequivalent einer Zellenreihe gelten. Ich bin jedoch eher geneigt, der Ansicht von Fox (l. c.) beizustimmen, wornach man den Process des Wachsthums, verbunden mit der beständigen Kernvermehrung, auch morphologisch als unvollständige Zellenvermehrung aufzufassen hätte; unvollständig insofern, als von den Zellen blos der Kern zur Individualisirung gelangt, indem der Inhalt derselben gleich zur Bildung contractiler Substanz verwandt wird. Fox lässt hierbei nach SCHWANN'scher Weise das Sarcolemma aus den verschmolzenen Membranen der einzelnen Zellen hervorgehen, wogegen mir die schon von LEYDIG und DEITERS aufgestellte Theorie der Bildung des Sarcolemmas nach Art einer Cuticula wahrscheinlicher ist, wobei das unterhalb desselben liegende Protoplasma als Matrix derselben aufzufassen wäre. Dafür scheint

1) On the Development of Striated Muscular fibre. Philos. Trans. 1866 Vol. 456. Part I, pag. 101.



mir auch die von Fox berührte Thatsache zu sprechen, dass er nur an der Seite der Zelle, wo das Protoplasma lag, eine Membran erkennen konnte, nicht aber da, wo die contractile Substanz sich ablagerte; lag aber eine Schicht von Protoplasma über der gestreiften Substanz, so konnte er deutlich eine Hülle wahrnehmen. Er erklärt die Unsichtbarkeit der Hülle durch das dichte Anliegen derselben an der gestreiften Substanz; allein man sollte glauben, bei der grössern Durchsichtigkeit dieser Substanz müsste man das sich bildende Sarcolemma leichter sehen, da doch die Methode der Nachweisung desselben mit  $\bar{A}$  und  $\text{NaO}$ ,  $\text{HO}$  auf dem Durchsichtigwerden der Muskelfaser durch diese Reagentien beruht.

Kehren wir aber zu unserer embryonalen Muskelfaser zurück, deren eben erst ausgeschiedene contractile Substanz noch die eine Seite einer Zelle einnahm. Dies ist das Stadium, von wo aus wir den Uebergang zu den Muskelfaserformen niederer Wirbellosen suchen, und bei genauerer Prüfung der dahin gehörigen Formen lässt sich eine Faserform auffinden, die morphologisch ganz diesem embryonalen Stadium entspricht. Allerdings thun wir einen bedeutenden Schritt in der Thierreihe herab, indem wir bis zu den Nematoden zurückgehen, und zwar zunächst zu den weniger entwickelten Formen, den von SCHNEIDER früher Platymyariar, jetzt aber Meromyariar genannten Thieren. Was das Detail anbelangt, verweise ich auf SCHNEIDER's Arbeiten, besonders aber auf seine schöne Monographie der Nematoden, Berlin 1866, mit 28 Taf. Die Muskelfasern bestehen hier aus meist einkernigen Zellen, die an der Peripherie des Thieres liegen, und deren Inhalt sich so in zwei Theile gesondert zeigt, dass die gestreifte, oft fibrilläre Masse, die eine flache Platte bildet, nach aussen, die granulirte, den Kern führende Masse aber nach innen zu liegt (Fig. 10 B) <sup>1)</sup>. Wir haben hier also ein morphologisches Aequivalent jenes oben beschriebenen ersten Entwicklungsstadiums der Muskelfaser der Wirbelthiere, und von hier aus ist es leicht, den Weg zu den übrigen Formen zu finden. Bei Betrachtung der Muskeln verwandter Nematoden finden wir schon solche, deren contractile Platte nicht mehr flach der Leibeswand anfliegt, sondern beginnt, sich der Länge nach rinnenförmig einzubiegen <sup>2)</sup>. Diese Einbiegung wird nun bei noch andern stärker und stärker, und schliesslich gelangen wir auf jene wunderbaren For-

1) Siehe SCHNEIDER, Monographie, Taf. XXII, Fig. 16 und 18, Taf. XVI, Fig. 14. Ferner LEUCKART, Parasiten, 2. Bd. 1. Lief. pag. 12, Fig. 2, 3, pag. 18, Fig. 7; pag. 20. Fig. 8 u. s. f.

2) SCHNEIDER, l. c. Taf. XVII, Fig. 6.

men, wie sie uns die grossen Species von *Ascaris* darbieten<sup>1)</sup>, wo die contractile Substanz, wenn wir in der Mitte der Zelle einen Querschnitt durchlegen, eine hufeisenförmige Figur bildet (Fig. 40 C). Im Innern dieses Hufeisens befindet sich der granulirte Zelleninhalt; freilich tritt er auch weit hinaus in den bruchsackartigen Fortsatz, der auch den Kern enthält. An den Enden der Faser jedoch ist die in der Mitte unvollständige Einschliessung des granulirten Zelleninhaltes schon geschehen, und die Querschnitte unweit der Enden der Faser zeigen uns einen Ring von contractiler Substanz, in fibrilläre Bänder zerfallend, im Innern die granulirte, ursprüngliche Protoplasmamasse beherbergend (Fig. 40 D).

Hiermit haben wir den Uebergang zum gewöhnlichen Muskelgewebe der Mollusken, Hirudineen etc. gefunden, denn es bedarf wohl keiner weitem Ausführung, dass wir bloß den Bruchsack zurücktreten und ebenso die markirte Längsstreifung verschwinden zu lassen brauchen, um auf die gewöhnlichen, allgemein bekannten Formen zu kommen, die zu beschreiben man mir wohl erlassen wird (Fig. 40 E). Von diesen bis zur organischen Faser der Wirbelthiere ist bloß ein Schritt, denn die ganze Differenz beruht auf der geringern oder fast ganz verschwindenden Menge granulirter Substanz der letzteren.

Hier müssen wir noch mit ein paar Worten der Herzmusculatur Erwähnung thun. Bei den niederen Wirbelthieren ist, wie aus WEISMANN'S<sup>2)</sup> Untersuchungen bekannt ist, die Herzmusculatur zeitlebens aus Zellen zusammengesetzt, die bloß durch ihre Querstreifung einen Unterschied von der gewöhnlichen glatten Muskelfaser macht; bei den höhern Thieren seien es wenigstens die Herzen der Embryonen. Neuerdings hat nun, wie schon erwähnt, EBERTH in seiner Arbeit über die Herzmusculatur dargethan, dass diese Zusammensetzung aus einzelnen Zellen auch während des spätern Lebens ganz allgemein vorkommt. Diese Zellen weichen allerdings in einzelnen Punkten von den glatten Muskelzellen ab: sie sind nicht spindelförmig, sondern cylindrisch, an den Enden mit ineinander greifenden Zähnen und Zacken versehen und zeigen Spaltung in Fibrillen. Sonst aber sind sie membranlos und haben ihre Kerne in der Axe liegen.

Nun sind wir, wie Niemand bestreiten wird, berechtigt, das Herz als ein zu einer Art Centrum erhobenes Gefässstück aufzufassen. Die im ganzen Gefässsystem vorkommenden Muskelzellen fehlen auch hier nicht; sie haben aber, ihrer gesteigerten physiologischen Leistung ge-

1) SCHNEIDER, l. c. Taf. XVIII, Fig. I, Taf. XXI, Fig. 9 etc. Vgl. ferner die Aufsätze von G. WAGENER und WEISMANN.

2) Arch. f. Anat. und Phys. 4861.

mäss, einen andern Habitus angenommen, der sich ganz besonders in der weitergehenden Differenzirung ihres contractilen Inhaltes äussert. Diese Differenzirung geht bei den niedern Wirbelthieren bloß bis zur Querstreifung, bei den höhern Thieren tritt noch die Zerklüftung in Fibrillen hinzu.

Bei einem Vergleich der eben entwickelten Ansicht mit der von EBERTH ausgesprochenen ergibt sich der Unterschied: EBERTH gelangt von dem Primitivbündel durch die Herzmusculatur auf die glatte Muskelfaser und dadurch auf die Muskelfaser der Wirbellosen; ich dagegen vom (embryonalen) Primitivbündel auf die Muskelfaser der Wirbellosen, dann auf die glatte Faser und schliesslich auf eine höher entwickelte Form derselben, die Muskelzelle des Herzens, die ich in ihrer hohen Entwicklung dem Primitivbündel als andern Endpunct der morphologischen Reihe contractiler Gewebsformen gegenüberstelle.

Schliesslich noch einige Worte über das Verhältniss des Vertebra-tenprimitivbündels zu dem der Arthropoden. Die Letztern entstehen nach WEISMANN<sup>1)</sup> nicht wie die der Wirbelthiere aus einer Zelle, sondern aus vielen, wobei das Sarcolemma als eine Cuticularbildung auftritt. Erinnern wir uns nun der oben angeführten Ansicht von Fox über die Bedeutung der fertigen Muskelfaser, so haben wir eine Gleichwerthigkeit, die allerdings sich erst in der vollendeten Form beider kund giebt. Näher auf diesen Punct einzugehen verbietet mir der Raum.

Fassen wir nun zum Schlusse das über die Morphologie der Muskelfaser hier Gesagte noch einmal zusammen.

Es giebt Muskelfasern, die einzellig sind; ferner solche, die aus einer einzigen Zelle hervorgehend durch unvollständige Zellentheilung schliesslich das morphologische und physiologische Aequivalent einer Zellenreihe werden; schliesslich solche, die aus einer präformirten Zellenreihe hervorgehen. Da hier immer eine Form an die andre anknüpft, so ist nach ihrer Entwicklung nicht eigentlich von einer typischen Verschiedenheit (ich fasse das Wort Typus im Sinne der Zoologie auf) zu sprechen.

Die Querstreifung und Zerspaltung in Fibrillen sind beiden, gewöhnlich noch sogenannten Typen gemein; ein durchgreifender Unterschied lässt sich darauf hin also nicht wohl statuiren. Ein Unterschied von höherer morphologischer Bedeutung ist der in der relativen Lage der Kerne zur contractilen Substanz begründete, indessen haben wir Uebergänge, die eine Scheidung in zwei Typen nach diesem Criterium ebenfalls nicht gestatten. Ausgangspunct ist die embryonale Muskelfaser: ihr contractiler Inhalt tritt zuerst an einer Seite, an der Peripherie

1) Ueber die zwei Typen etc. und diese Zeitschr. Bd. XIII und XIV.

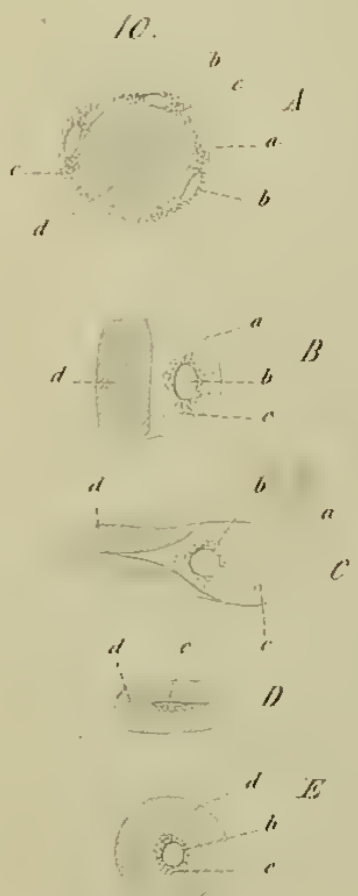
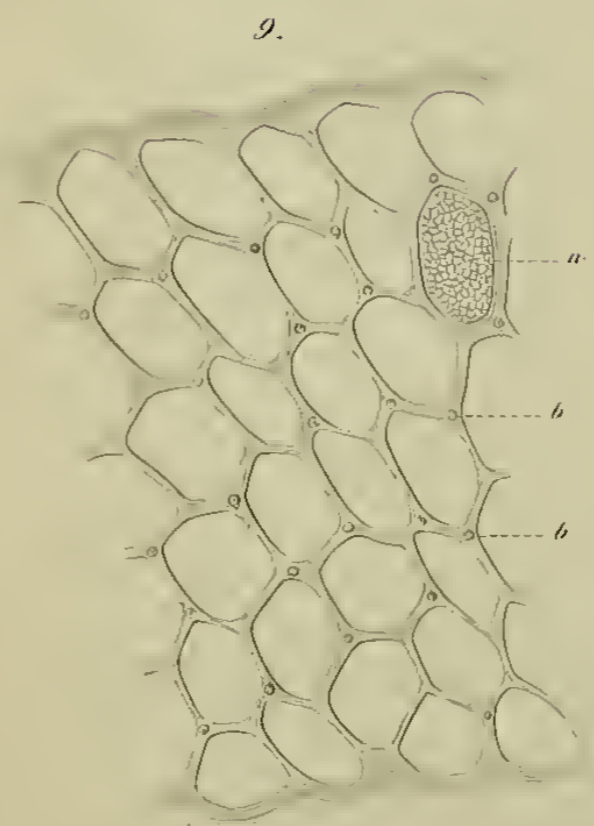
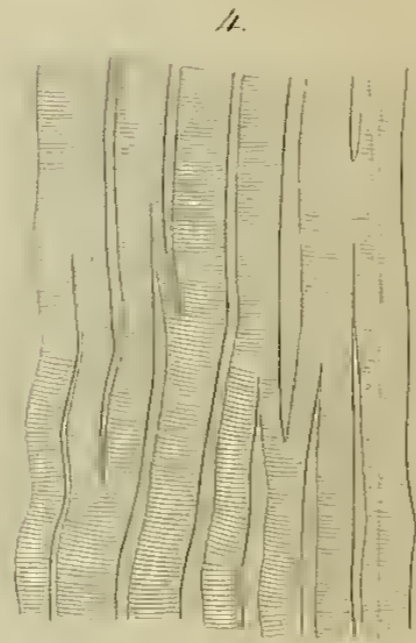
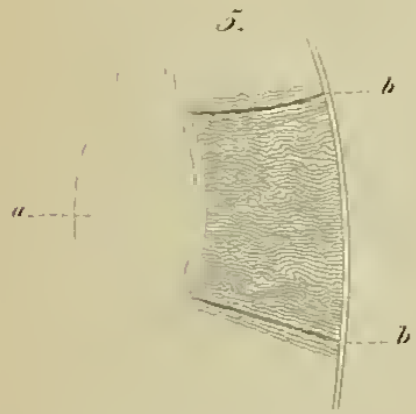
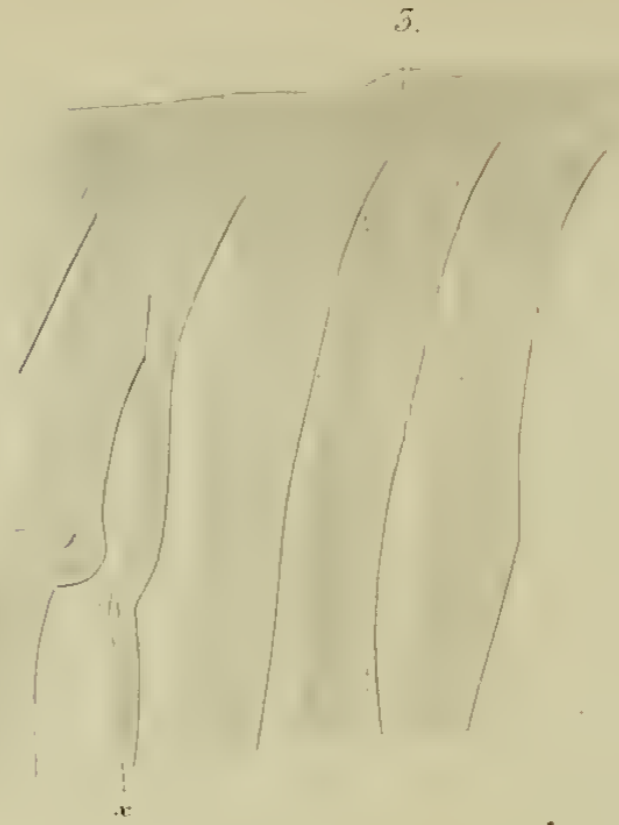
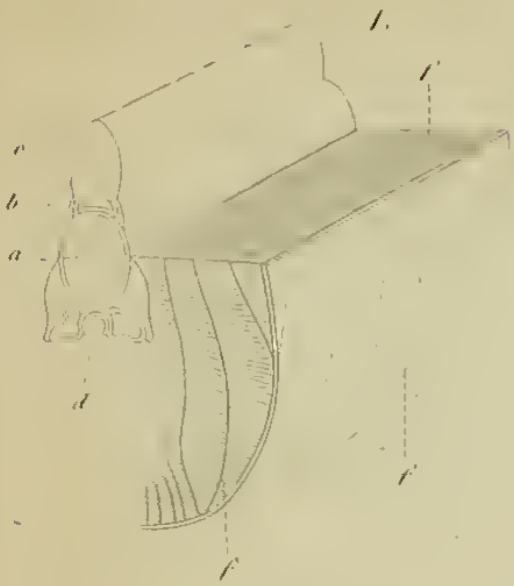


der Zelle, auf; wächst derselbe unter Kernvermehrung nach dem Centrum der Faser, wobei die Kerne nach der Aussenseite gedrängt werden, so erhalten wir die gewöhnliche quergestreifte Muskelfaser; bleibt die contractile Masse an der einen Seite der Zelle, so erhalten wir die Muskelfaser der Platymyariier; umgreift der contractile Inhalt die granulirte Substanz, in der der Kern liegt, mehr oder weniger, so entsteht die Muskelfaser der Coelomyariier; schliesst sich die contractile Masse um den granulirten Inhalt, so erhalten wir die Muskelfaser der Hirudineen, Mollusken u. s. f.; beim fast völligen Zurücktreten des granulirten Protoplasma's entsteht die glatte Muskelfaser der Wirbelthiere, die durch höhere Ausbildung der contractilen Substanz, durch Querstreifung (niedere Wirbelthiere), durch Querstreifung und Spaltung in Fibrillen (höhere Wirbelthiere), schliesslich die höchste Form dieser Entwicklungsreihe, die Herzmuskelzelle, bildet.

### Erklärung der Abbildungen.

#### Tafel XXXVI.

- Fig. 1. Halbschematische Figur. Ein Stück von *Petromyzon marinus* perspectivisch gezeichnet, um die Anordnung der Muskellamellen und der Intermuscularbänder zu zeigen. *a* Chorda dorsalis, *b* Rückenmarkscanal, *c* supraspinaler Fettkörper. *d*. Aorta f. f. Intermuscularbänder. Natürl. Grösse.
- Fig. 2. Ein kleiner Theil eines Querschnittes durch die zweierlei Muskelfasern eines »Kästchens« von *Petr. marinus*. *a* centrale, *b* parietale Fasern, *c* Bindegewebe.  $\frac{150}{4}$ .
- Fig. 3. Das eine Ende der zusammenhängenden centralen Fasern von *Petr. marinus*. Bei (\*) ein zufällig abgespaltenes Stück. Die Querstreifung ist nicht gezeichnet.  $\frac{90}{4}$ .
- Fig. 4. Anastomosirende parietale Fasern (*Pet. marinus*).  $\frac{90}{4}$ .
- Fig. 5. Querschnitt durch *Amphioxus lanceolatus*. *a* Chorda, *bb* Intermuscularbänder. Die zwischen ihnen liegenden welligen Linien repräsentiren nicht die einzelnen Muskellamellen, sondern ganze Lagen derselben. Schwach vergrössert.
- Fig. 6. Eine kleine Partie dieser Muskellamellen bei 400maliger Vergrösserung.
- Fig. 7. Einige der Fibrillen, die diese Lamellen zusammensetzen, isolirt.  $\frac{450}{4}$ .
- Fig. 8. Fasern aus den Augenmuskeln von *Pet. fluviatilis*. *a* mit  $\bar{A}$ . Syst. 10 à immersion, Ocular III, eingesch. Tubus, *b* und *c* ohne  $\bar{A}$ , Syst. 8 Oc. III, *c* mit excentrischem contractilem Inhalt.
- Fig. 9. Bindegewebsnetz von *Galeus canis*, bei *a* mit einer Muskelfaser im Querschnitt, *b*, *b* Capillaren.
- Fig. 10. *A—E*. Schematische Figuren zur Morphologie der Muskelfasern. *a* Sarcolemma, *b* Kern, *c* granulirte Protoplasmamasse um denselben, *d* contractile Substanz. *A* Muskelfaser eines Wirbelthieres im Querschnitt. *B* Muskelfaser eines platymyaren Nematoden. *C* Muskelfaser eines coelomyaren Nematoden, Mitte der Länge. *D* dieselbe Faser, nahe am Ende. *E* glatte Faser und gestreifte Musculatur des Herzens.



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1866-1867

Band/Volume: [17](#)

Autor(en)/Author(s): Grenacher Georg Hermann

Artikel/Article: [Beiträge zur nähern Kenntniss der Musculatur der Cyclosiomen und Leptocardier. 577-597](#)