

## Histologische Untersuchungen an niederen Thieren.

(Erster Artikel.)

Von

Dr. Fritz Ratzel in Karlsruhe.

---

Mit Tafel XXII. u. XXIII.

---

### Die Muskeln der Oligochaeten.

Die Muskeln der Oligochaeten sind bis jetzt nur wenig genau untersucht worden. In den zusammenfassenden Werken über diese hochinteressante Gruppe der Borstenwürmer finden wir nur Bemerkungen über die Anordnung der Muskeln, nichts aber über deren feineren Bau. So giebt CLAPARÈDE an<sup>1)</sup>, dass die Längsmuskelschicht in seinen Oligochètes limicoles (d. h. die Oligochaeten mit Abzug der Gattung Lumbricus) in sechs Längsbänder zerfalle, die von einander durch mehr oder weniger grosse Zwischenräume getrennt seien; die Trennung geschehe durch eine dorsale und eine ventrale Mittellinie und zwei Paar seitlicher Linien, von denen letztere die Borstenbündel der Länge nach verbinden. Wir werden gegenüber dieser Darstellung im Folgenden hervorzuheben haben, dass die sogenannten Seitenlinien in die Längsmuskelschicht keineswegs trennend eingreifen, wenn auch aus dieser heraus Fasern an die Borstenbündel hintreten, ferner dass nicht allein Lumbricus, sondern auch Enchytraeus, Chaetogaster und — wahrscheinlich auch — Nais, der Mittellinien, der dorsalen sowohl als ventralen gänzlich entbehren, dafür aber die dorsomediane Porenreihe besitzen, welche von CLAPARÈDE zuerst für Enchytraeus<sup>2)</sup>, von

1) CLAPARÈDE, Recherches anatomiques sur les Oligochètes. p. 7. 8.

2) CLAPARÈDE, a. a. O. p. 7. 59. Hier wird das Fehlen einer dorso-medianen Porenreihe in Pachydriilus CLAP. als einer der hauptsächlichsten generischen Unterschiede gegen Enchytraeus HENLE bezeichnet. Ich habe indessen schon in meinen

mir nun auch für *Lumbricus* und *Nais* nachgewiesen worden ist. — Auch EHLERS giebt in seinem grossangelegten Werk über Borstenwürmer<sup>1)</sup> nichts Näheres über die Histologie des Muskelgewebes. Er giebt zu, dass ihm »über die weitere Anordnung dieser Faserzüge — d. h. der Muskelfasern — alle Kenntnisse fehlen« und »Ueber die Histologie der Muskelfasern kann ich dem Bekannten nichts Neues hinzufügen; es sind entweder platte, meist zu Bündeln verklebte Fasern, die entweder homogen oder mit einzelnen Kernen besetzt erscheinen; oder eine Scheidung in eine körnige Axen- und eine homogene Randschicht erkennen lassen.« Bei dem reichen Material, das EHLERS zur Verfügung stand, ist das geringe Gewicht, das auf die histologischen Verhältnisse gelegt wurde, besonders in Bezug auf die Musculatur höchlichst zu bedauern; denn wenn schon die wenigen Gattungen der Oligochaeten eine so grosse Mannigfaltigkeit im Bau und der Anordnung der Muskeln geliefert haben, wie wir es im Folgenden zeigen werden, was wäre erst von der Masse schon äusserlich so verschiedener, mariner Borstenwürmer zu erwarten gewesen! FR. LEYDIG bildet in seiner »Histologie« eine Muskelfaser von *Nais* ab, ohne jedoch damit eine wirklich typische Form vorzuführen; dagegen hat er an einem anderen Orte<sup>2)</sup> eine ausführliche Darstellung der Anordnung und des Baues der Muskeln eines seltenen Oligochaeten gegeben, welche, einige Unrichtigkeiten ausgenommen, auf welche wir zurückkommen werden, unsere Kenntniss dieser Gewebe in dieser Thiergruppe zum ersten Mal sicher begründet hat. WEISMANN endlich hat uns von *Lumbricus* und *Nais*<sup>3)</sup> gelungene Darstellungen der Muskeln gegeben; doch haften auch seiner Darstellung einige Fehler an, welche wir noch näher berücksichtigen werden. —

Die Muskeln, welche in den von mir untersuchten Oligochaeten — *Lumbricus*, *Tubifex*, *Limnodrilus*, *Enchytraeus*, *Lumbriculus*, *Nais*,

»Beiträgen zur anatomischen und systematischen Kenntniss der Oligochaeten« hervorgehoben, dass nur dieser Unterschied, das Fehlen der Porenreihe übrig bleibe, und trage nun, nachdem das Vorkommen derselben auch in anderen Oligochaeten ausser *Enchytraeus* nachgewiesen ist, kein Bedenken, sie auch für *Pachydriilus* als vorhanden anzunehmen und daher die Gattung *Pachydriilus* CLAP. mit der Gattung *Enchytraeus* HENLE zu vereinigen.

1) ERNST EHLERS, Die Borstenwürmer. Leipzig 1864. Erste Abth. p. 18.

2) FR. LEYDIG, Ueber *Phreocytes Menkeanus*. M. SCHULTZE, Archiv für mikroskop. Anatomie. Bd. I. p. 263. Taf. XVI.

3) A. WEISMANN, Ueber die zwei Typen contractilen Gewebes. Zeitschr. für ration. Medicin. Bd. XV. p. 85. Taf. V. Fig. 44. Taf. VIII. Fig. 23.

Chaetogaster — den Körpermuskelschlauch zusammensetzen können, in drei Gruppen zusammengeordnet werden, welche ich nach ihrem in anderen Thiergruppen entschiedener ausgeprägten oder länger bekannten Vorkommen in folgender Weise bezeichnet habe:

- a. Nematoiden Muskeln. Sehr nahe verwandt den Muskeln der polymyaren Nematoden, wie sie von SCHNEIDER, WEISMANN u. A. beschrieben und abgebildet wurden.
- b. Hirudineenmuskeln. Scharfe Scheidung in körnige Axen- und homogene Rindensubstanz zeigend.
- c. Einfache Muskelfasern. Bandartige, mehr oder weniger platte Elemente ohne Unterschied von Mark- und Rindensubstanz.

a. Die nematoiden Muskeln kommen mit wesentlich übereinstimmenden Eigenschaften in Enchytraeus und Tubifex und zwar nur in der Längsmusculatur vor. SCHNEIDER hat sie zuerst von Nematoden beschrieben und von andern Thieren sind sie bis jetzt auch nicht bekannt geworden. Ihren Charakter bezeichnet SCHNEIDER in folgender Weise<sup>1)</sup>: »Der Querschnitt des fibrillären Theiles ist nur an wenigen Stellen eine vollkommen geschlossene Linie, so meist nur an den äussersten Spitzen der Zellen oder, wie in den Zellen des Kopftheiles auch auf grössere Strecken; sonst ist der fibrilläre Theil offen. Gegen die Mitte der Muskelzellen ist diese Oeffnung am grössten und die fibrilläre Substanz schlägt sich beiderseits nach aussen um, die natürlich vom Sarkolemma umschlossene Marksubstanz quillt mächtig hervor und schwillt zu eigenthümlichen Bläschen an.« Diese Beschreibung giebt im Allgemeinen auch den Charakter unserer nematoiden Muskeln wieder, von denen auf Taf. XXII. Fig. 45, 46 u. 47 solche von Tubifex rivulorum, Taf. XXIII. Fig. 4 u. 2 aber von Enchytraeus galba darstellen, nur waltet der Unterschied, dass die Marksubstanz auf der ganzen Länge des Muskels in zahlreichen Bläschen hervorkommt und nicht wie bei den Nematoden in wenigen Blasen in der Mitte und dass ferner die fibrilläre Substanz zahlreiche Unebenheiten, bestehend aus zapfenartigen Hervorragungen, Zöttchen und Fasern zeigt, die besonders hervortreten an dem der Marksubstanz entgegengesetzten Rande der Muskelfaser. Eben in diesen Unebenheiten liegt aber wiederum der Hauptunterschied zwischen den Muskeln von Tubifex, Limnodrilus und Enchytraeus, indem nämlich derjenige Rand, welcher demjenigen, an welchem die Markbläschen auftreten, entgegengesetzt ist, in Enchytraeus mehr glatt, in Tubifex viel stärker mit Zöttchen und anderen Hervorragungen besetzt erscheint. Die Markbläschen selbst sind übri-

1) A. SCHNEIDER, Nematoden 1866. p. 205. Taf. XVII. Fig. 7.

gens auch in *Tubifex* im Allgemeinen grösser als in *Enchytraeus*. Die fibrilläre Substanz ist, wie schon ihr Name andeutet, aus Fibrillen, also aus feinen Fasern gebildet und erhält dadurch eine mehr oder weniger entschiedene Längsstreifung. Die Fibrillen in dieser Substanz lassen sich auf Querschnitten sehr leicht verfolgen, als die ganze Masse durchsetzend, so dass sie nicht etwa bloss als Bildung des Sarkolemma zu betrachten sind. Die Marksubstanz ist feinkörnig, von einem sehr feinen Häutchen, das ihr die Bläschenform giebt, umschlossen, und dieses Häutchen setzt sich zwar auf die fibrilläre Substanz fort, kommt aber sonst an dieser niemals zu deutlicher Sonderung. In der Marksubstanz liegt stets der Kern der Muskelzelle, in Grösse und Erscheinung gänzlich ähnlich den unten zu beschreibenden entsprechenden Bildungen anderer Muskelformen. Die Markbläschen an sich bieten wenig Bemerkenswerthes; denn dass die einen durch Einschnürung an der Basis gleichsam gestielt, andere dagegen gegen die Spitze hin verjüngt erscheinen, dürfte mehr zufällig sein; die Dichtigkeit der in ihnen befindlichen Marksubstanz ist eine sehr verschiedene. Ob die oben erwähnten, besonders in Fig. 46 Taf. XXII hervortretenden Zöttchenbildungen geringerer Grösse gleichsam als verkümmerte, weniger entwickelte Markbläschen gedeutet werden können, kann mit Sicherheit nicht entschieden werden, allein es erscheint aus dem Grunde wahrscheinlich, weil solche Bildungen in der Längsmusculatur von *Tubifex* nicht selten auftreten, während diese doch im Ganzen durchaus nematoide Muskeln aufweist. Wir werden aber bei Besprechung der einfachen Muskelfasern auf diese Bildungen zurückkommen, da sie auch an diesen auftreten.

Die zweite Form von Oligochaetenmuskeln haben wir als Hirudineenmuskeln bezeichnet, weil in den Hirudineen der Körpermuskelschlauch durchaus aus solchen Elementen zusammengesetzt ist. Ihr Charakter ist leicht bezeichnet als ein Umschlossensein körniger Marksubstanz durch eine Röhre fibrillärer Substanz. Solche Muskeln habe ich nur in *Enchytraeus* gefunden, LEYDIG aber hat sie auch von *Phreoryctes* beschrieben und abgebildet.<sup>1)</sup> Taf. XXII. Fig. 4—6 stellt verschiedene derartige Muskelfasern von *Enchytraeus galba* dar, Fig. 40 mehrere im Querschnitt. In letzterer Figur sehen wir, dass der Querschnitt meist ein kreisrunder bis elliptischer, dass jedoch die Marksubstanz öfters — was auch schon LEYDIG a. a. O. bemerkt — verschiedene Formen vom sternförmigen bis bandartigen im Querschnitt aufweist. Zugleich zeigt hier die radiäre Anordnung der die Muskelfaser bilden-

1) FR. LEYDIG, Ueber *Phreoryctes Menkeanus* a. a. O. Taf. XVI. Fig. B, C, D, E

den Fibrillen sich in sehr klarer Weise. Zwar ist nicht zu leugnen, dass der Verdacht, ein Kunstproduct vor sich zu haben, hier besonders nahe liegt. Sehr leicht kann ja eine oberflächliche, im Sarkolemma beruhende Längsstreifung durch Umschlagung des Sarkolemma auf dem Querschnitt diesem das Bild der radiären Strahlen geben. Allein erstens kann man sich unschwer davon überzeugen, dass das sogenannte Sarkolemma nicht eine Spur von Längsstreifung besitzt, sondern ein structurloses Häutchen ist, zweitens würde sicher bei einer Umschlagung dieses Häutchens — vorausgesetzt, es wäre längsgestreift — die Axenmasse, die körnige Marksubstanz, sich nicht stets in so klaren Bildern auf den Querschnitten zeigen, wie es in der That der Fall. Mir scheint es ganz zweifellos, dass die Fibrillen der Muskelröhre in diesem Fall radial stehen zur Axe derselben.

Was die einzelnen Besonderheiten der Muskelfasern dieser Abtheilung betrifft, so zeigt Fig. 4 Taf. XXII die Veränderung, welche eine 35procentige Kalilauge in der körnigen Marksubstanz hervorbringt. Die einzelnen Körnchen sind in querer Richtung bedeutend verlängert und dadurch auch vorwiegend in querer Richtung angeordnet, so dass bei schwacher Vergrößerung ganz leicht der Anschein entstehen kann, als ob die Marksubstanz in querliegende Schichten zerfallen sei. Da die 35procentige Kalilauge ein gebräuchliches Hilfsmittel der Untersuchung von Muskelgewebe geworden, wollte ich nicht unterlassen, auf diese Quelle der Täuschung aufmerksam zu machen. Fig. 5 und 6 Taf. XXII zeigt eine eigenthümliche Querbänderung der ganzen Muskelfaser, welche bis zu einem bandwurmartigen Ansehen sich steigern kann und schon bei einfacher Behandlung der Muskeln mit destillirtem Wasser sich zeigt; ob sie auf unregelmässiger Contraction des ganzen Muskels oder auf einer Veränderung der häutigen Hülle desselben beruht, konnte nicht festgestellt werden; die Erscheinung ist aber eine sehr häufig auftretende und auffallende. Wichtiger dürften jedoch die in Fig. 3 und 4 dargestellten Formen sein, in welchen offenbar die Marksubstanz an der einen Seite die fibrilläre Substanz verdrängt hat und der häutigen Muskelhülle unmittelbar anliegt, nur von dieser umschlossen wird. Man wird in diesen Formen einen Uebergang zum nematoiden Typus der Muskeln finden dürfen und zwar nicht allein wegen des histologischen Verhaltens, sondern auch wegen des Vorkommens; denn ich begegnete denselben nur in *Enchytraeus*, wo auch zugleich nematoide Muskeln auftreten, niemals aber in den Hirudineen, in welchen doch die normale Form des marksubstanzhaltigen Muskels (Fig. 2) so massenhaft vertreten ist. In diesen sämmtlichen Muskeln der zweiten Gruppe liegt der Kern in der Marksubstanz.

Wir wenden uns nun zu der dritten Gruppe der Oligochaetenmuskeln, welche wir als Gruppe der einfachen Muskelfaser bezeichnet haben. Diese einfachen Muskelfasern setzen in *Lumbricus*, *Nais*, *Chaetogaster* die Längsmuskelschicht ausschliesslich zusammen; in *Lumbriculus* nehmen sie einen vorwiegenden Antheil daran. Muskelfasern dieser Gruppe sind es, welche A. WEISMANN von *Lumbricus* und *Nais* abgebildet und beschrieben, <sup>1)</sup> indem er sie für die einzige in den Oligochaeten vertretene Form des Muskelgewebes erklärt. Diese Muskelfasern sind blos aus fibrillärer Substanz zusammengesetzt, wenigstens für eine mehr allgemeine Betrachtung, indem sie sowohl der centralen Marksubstanz als der Markbläschen entbehren, was sich auch durch eine randliche Lage des Kernes kund giebt; sie sind mehr oder weniger platt, band- bis spindelförmig, längsgestreift. Insoweit sind sie denn auch von WEISMANN richtig erkannt worden; dieser übersah jedoch die merkwürdigen zöttchenartigen Bildungen, die sowohl an den Rändern, als auch — nur weniger häufig — den Flächen derselben auftreten und zusammen mit einem dem Rande ansitzenden Körnerstreif dem Umriss etwas Unregelmässiges verleihen. Wir hatten schon oben Gelegenheit, die Zöttchenbildungen zu erwähnen und brachten sie dort in Beziehung zu den Markbläschen, indem wir sie als geringer entwickelte Formen dieser betrachteten; in diesen einfachen Muskelfasern sind sie nun allerdings in den meisten Fällen sehr schwach entwickelt, zeigen sich mehr als Zähnelung des Randes, aber man beobachtet die Uebergänge zu so starken, wie die in Fig. 46 dargestellten. Fig. 48 Taf. XXII zeigt eine ungewöhnlich breite Muskelfaser aus *Lumbricus*, welche an einem Rande und auf der Fläche die erwähnten Zöttchen sehr deutlich zeigt. Fig. 42 und 44 sind ebenfalls aus *Lumbricus* entnommen und zeigen die randlichen Kerne und die Körnerstreifen, welche ferner auch in Fig. 41, welche eine Muskelfaser von *Chaetogaster* Linnei v. BAER darstellt, zur Erscheinung kommen. Diese randlichen Körnerstreifen machen den Eindruck eines Restes von Marksubstanz und sie sind als solcher wohl auch zu bezeichnen, da die häutige Hülle des Muskels über sie weggeht, sie mit umschliesst. Allerdings ist ihr Vorkommen ein sehr unregelmässiges in Bezug auf die Massenhaftigkeit, doch fehlen sie nirgends. —

Wenden wir uns nun zu den Elementen der Quermusculatur des Körperschlauches, so tritt uns eine sehr grosse Einförmigkeit entgegen. Die Quermuskelfasern sind stets schmaler, aber in der Breite gleichförmiger als die Längsmuskeln, erscheinen daher nie spindelförmig wie

1) A. WEISMANN, a. a. O. Taf. V. Fig. 44. Taf. VIII. Fig. 23.

diese, sondern stets bandförmig. Auch finden wir unter ihnen nie nematoide, sondern nur die einfache Faser- und die Hirudineenform. Letztere Form finden wir in Enchytraeus und theilweise in Tubifex, erstere in Lumbricus, Lumbriculus, Nais, Chaetogaster und ebenfalls theilweise in Tubifex. Specifische Unterschiede bemerken wir in dieser Musculatur nicht; denn dass in der Hirudineenform die Scheidung der Mark- und Fibrillärsubstanz, in der einfachen Faserform die Längsstreifung, die Zötchenbildungen und die Körnerstreifen nicht so scharf charakterisirt sind als in den entsprechenden Elementen der Längsmusculatur, findet seine Ursache einfach darin, dass die einzelnen Muskelfasern sehr viel schmaler sind. Fig. 8 u. 9 Taf. XXII zeigt Quermuskelfasern aus Enchytraeus, Fig. 19 aus Lumbricus. Die Quermuskelschicht des Körperschlauches bildet nie eine gesonderte Lage, sondern ist stets — was auch in den von mir untersuchten Hirudineen der Fall — in die zellige Matrix der Haut eingelagert. Diese Lagerung scheint nun zu irrthümlichen Auffassungen Anlass gegeben zu haben, welche auch auf die übrigen Elemente des Körpermuskelschlauches ausgedehnt wurden, und welche wir im Folgenden ins Klare zu stellen wünschen. FR. LEYDIG hat nämlich in seiner mehrfach citirten Abhandlung über Phreoryctes Menkeanus Muskeln abgebildet, die der Hirudineenform angehören und von einer sehr starken körnigen Masse umgeben sind, welche von LEYDIG als Sarkolemma bezeichnet wird, indem er sich folgendermaassen ausspricht: »Bezüglich der an stärkeren Muskelfasern (Muskelelyndern) vorkommenden Hülle, Sarkolemma, habe ich z. B. an den Muskeln des Pharynx wahrgenommen, dass zwischen ihr und der Muskelsubstanz eine körnige Masse sich ausbreitet, und nach Behandlung mit Kali bichromicum und guter Vergrößerung gelingt es, zu sehen, dass darin in Abständen kleine runde Kerne sich finden. Diese Wahrnehmung würde dafür sprechen, dass auch das Sarkolemma der Anneliden nicht als Cuticula der Einzelzelle angesehen, sondern gleich dem Sarkolemma an den sogenannten Primitivbündeln der Arthropoden und Wirbelthiere als Abscheidungsproduct einer besonderen granulären Schicht zu betrachten ist.« — Da ich LEYDIG'S Abhandlung über Phreoryctes kannte, ehe ich meine histologischen Untersuchungen an Würmern begann, so suchte ich natürlich mit zuerst nach der so sehr auffallenden Muskelform mit der starken Sarkolemmaschicht, konnte sie jedoch nirgends finden; denn der mehrfach erwähnte Körnerbesatz der einfachen Muskelfasern konnte nicht von Weitem dem verglichen werden, was LEYDIG abbildete und beschrieb. Andererseits war es aber erstaunlich, dass die Muskeln in Phreoryctes ein so ausserordentliches »Sarkolemma« besitzen sollten,

während dieses in den Muskeln aller anderen Oligochaeten nur als ein ganz feines Häutchen auftritt, welches zudem als gesonderte Bildung nur gesehen wird, wenn es durch die Marksubstanz vom eigentlichen Muskel abgehoben wird. Es lag daher nahe, anzunehmen, dass hier ein Irrthum zu Grunde liege. Vergleicht man die Fig. 8 u. 9 auf Taf. XXII mit den entsprechenden Abbildungen LEYDIG's, so wird die Ähnlichkeit sogleich in die Augen fallen, und ich glaube auch in der That, dass sowohl den seinen wie meinen Abbildungen dasselbe Object zu Grunde liege, nämlich nichts weiter als Quermuskelfasern, die in der Matrix der Haut eingebettet sind. Diese Matrix stimmt durchaus überein mit der Beschreibung, welche LEYDIG von seinem »Sarkolemma« gegeben; man kann in der That glauben, dass Kerne in eine körnelige Grundmasse eingebettet seien, obwohl diese Kerne nicht frei sind, sondern Zellen angehören, deren Inhalt körnig ist und welche von körneliger Intercellularsubstanz umgeben sind; in Fig. 8 u. 9 Taf. XXII habe ich indessen diese Matrix so dargestellt, wie sie sich dem Auge bietet. Die Einlagerung der Quermuskeln in diese Matrix ist nun eine so innige, dass die Behandlung mit 10 % Salpetersäure erlaubt, die Längsmuskelschicht durchaus rein von ihr abzulösen, während dagegen das Studium der Elemente der Quermusculatur in hohem Grade erschwert ist.

### Die Anordnung der Körpermusculatur in den Oligochaeten.

Die Körpermusculatur der Oligochaeten zerfällt stets in zwei scharf geschiedene Partien: die Quermusculatur und die Längsmusculatur. Jene ist, wie wir oben schon erwähnten, in die Haut eingebettet, diese liegt nach innen von jener. Die Dicke der Quermusculatur ist unter keinen Umständen eine beträchtliche, indem stets nur eine einzige Schicht von Quermuskelfasern vorhanden ist und selbst in dieser Tubifex und Enchytraeus noch Lücken zwischen jeder Faser aufweisen. Die Längsmusculatur besteht unter allen Umständen aus einer geschlossenen Muskelschicht und scheint es mir wahrscheinlich, dass in vielen Fällen mehrere Lagen von Muskelfasern übereinander liegen. Sicher ist das der Fall in Enchytraeus, von dessen Muskelanordnung Fig. 43 Taf. XXII ein Bild auf dem Querschnitt giebt. Hier sehen wir zu äusserst die Matrix der Haut, nach innen eine einfache, aber geschlossene Schicht von Hirudineenmuskeln, und endlich von dieser nach innen die radial gestellten, nematoiden Muskeln. In Tubifex nehmen die radial gestellten, nematoiden Muskeln die ganze Längsmusculatur ein, und zwar sind sie hier, wie in Enchytraeus so gestellt,

dass die fibrillare Seite gegen die Haut, diejenige der Markbläschen gegen innen, d. h. gegen den Darm gerichtet ist. Bemerkenswerth ist es, dass die Schicht von Hirudineenmuskeln in Enchytraeus mit der Haut und daher auch mit der Quermusculatur in innigerer Verbindung steht, als mit der nematoiden Schicht der Längsmusculatur: stets nämlich löst sie sich mit jener ab nach der oben erwähnten Behandlung mit 10 % Salpetersäure.

Die Insertion der Borsten, welche nicht allein die Haut, sondern auch die Muskelschichten durchbohren, bringt in diesen einige Veränderungen hervor. Es treten nämlich von der Längsmuskelschicht Bündel von Muskeln an die Basis der Borsten und inseriren sich an ihnen, und zwar geschieht diese Insertion so, dass um jedes Borstenbündel ein wahrer Strahlenkranz von Muskeln entsteht, indem letztere sich umbiegen und von allen Seiten hertreten. Gänzlich verschieden von diesen Längsborstenmuskeln ist die Anordnung der Querborstenmuskeln; diese gehen nämlich in querer Richtung von einem Borstenbündel zum andern und liegen nach innen von der Längsmuskelschicht des Körpers, d. h. gegen den Darm hin. Von ihnen kann man also keineswegs sagen, dass sie von der Körpermusculatur abgelöst seien, denn wie sollte auch nur eine einzige Quermuskelfaser von der Aussenseite der Längsmuskelschicht durch diese hindurch auf ihre Innenseite treten? Diese Querborstenmuskeln sind im Gegentheil ganz besondere Bildungen und in eine Reihe zu stellen mit den Muskeldissepimenten, welche ebenfalls nach innen von der Längsmusculatur des Körpers liegen. Wenn also QUATREFAGES, EHLERS und Andere davon sprechen, dass die die Borsten bewegenden Muskeln vom Körpermuskelschlauch abgelöste Partien seien, so darf sich das offenbar nur auf die Längsborstenmuskeln beziehen, welchen man allerdings diesen Ursprung nachweisen kann. In histologischer Beziehung sind die Bewegungsmuskeln der Borstenbündel in die Gruppe der einfachen Muskelfasern zu stellen; bemerkenswerth ist aber an ihnen das Vorhandensein embryonaler Muskelzellen zwischen den ausgebildeten Muskeln; letztere sind häufig verästelt, und in vielen Fällen beobachtet man, wie eine Muskelfaser sich vor einem Borstenbündel gabelt, um hinter ihm sich wieder zusammenzuschliessen und zum nächsten zu verlaufen. Dieselben Bauverhältnisse zeigen die Muskeln der Dissepimente, besonders sind auch sie stark verästelt an den Insertionspunkten.

## Bau und Entwicklung der Magenmusculatur in Lumbricus.

Wie am Körper so auch am Magen von Lumbricus treten zweierlei Muskelschichten auf: eine Längs- und eine Querschicht. Die Längsmuskeln liegen nach aussen und bilden eine einfache Lage vielfach verästelter Fasern und Bänder, welche in die Musculatur des Darmes sich fortsetzt. Fig. 8 u. 14 Taf. XXIII stellen Theile solcher Fasern dar. Es sind das platte, im Ganzen spindelförmige Gebilde, homogen in ihrer Masse wie die Fasern des Körpermuskelschlauches, aber so verzweigt und verzweigt in ihrem Umriss, dass sie in dieser Hinsicht wohl die bizzarsten Formen darstellen, welche man von Muskelfasern sehen mag. Nicht allein sind sie an den Enden vielfach verästelt, sondern sie tragen auch an den Bändern und auf den Flächen theils zöttchenförmige, theils selbst wieder verästelte Anhänge, welche beträchtliche Länge erreichen können. Dabei tritt in den meisten eine undeutliche Längsstreifung auf. —

Ganz anders sind die Elemente der Quermusculatur; diese liegt nach innen von jener und bildet eine ebenfalls geschlossene, aber viel dickere Schicht, indem mehrfache Lagen von Fasern übereinander liegen. Die Fasern sind zu ringförmig den Magen umgebenden Bündeln angeordnet, die durch schmale Zwischenräume getrennt sind, wodurch der Magen ein schon für das blosse Auge kenntliches, quergebändertes Aussehen erhält. Die einzelnen solchen Bündel oder Ringe haben 0,02 bis 0,024 Mm. Breite und möchten bei oberflächlicher Anschauung recht gut für einzelne, breite, längsgestreifte Muskelfasern gehalten werden, da ihre Elemente sehr innig untereinander verbunden sind. Eine Erscheinung, welche bei ihrer Präparation sehr regelmässig eintritt, ist geeignet, eine solche Täuschung zu unterstützen und möge daher kurz erwähnt werden. Es ziehen nämlich, wenn man den Magen in der Längsrichtung durchschneidet, an beiden Schnittflächen die Muskelbündel sich gleichsam spirallig zusammen, rollen sich auf und indem sich nun zwei nebeneinander liegende Bündel zu einem einzigen in der Fig. 9 Taf. XXIII dargestellten Körper vereinigen, entsteht der Anschein, als ob ein quergestreiftes, der Quere nach in Scheiben zerfallenes und durch eine Längslinie getheiltes Primitivbündel vorhanden wäre. Die Zusammenziehung ist dabei so stark, dass die einzelnen durch sie entstandenen Querscheiben sich isoliren und oft die Veränderung auf die gesammte Magenmusculatur sich ausdehnt. — Die Elemente der Magenquermusculatur sind platte, schmale, längsgestreifte Muskelbänder oder Muskelfasern, die durch Präparation nicht zu

trennen sind, wohl aber nach Behandlung mit 10 % Salpetersäure sich sehr leicht isoliren lassen. Sie zeigen sich dann sowie Taf. XXIII, Fig. 11 sie darstellt; ihre mittlere Breite ist 0,006 — 0,008, und da sie diese geringe Breite auf lange Strecken hin gleichmässig behalten, erscheint ihre Form mehr band- als spindelförmig, und zeigen sie darin grosse Uebereinstimmung mit den Elementen der Quermusculatur des Körpermuskelschlauches. Die ihnen randlich ansitzenden Kerne sind von der gewöhnlichen Beschaffenheit, doppelt contourirt, mit wasserhellem Inhalt und 1 bis 2 dichten Kernkörperchen, in dem abgebildeten Exemplar 0,015 Mm. lang; in der Regel finden wir nur einen Kern an einer Muskelfaser, ausnahmsweise zwei oder drei, nahe bei einander sitzend. Von dem Kern aus zieht sich gewöhnlich ein Streif körniger Masse am Rande der Muskelfaser herab und dehnt sich auch auf deren Fläche aus; ausserdem aber sitzen zerstreute Körnchen der ganzen Muskelfaser an und lassen deren durch feine Hervorragungen unebenen Umriss noch unregelmässiger erscheinen. Die Längsstreifung ist ungewein deutlich, und man überzeugt sich durch Schnittflächen sehr leicht, dass sie das Product einer fibrillären Sonderung in der Muskelfaser ist. Im Allgemeinen kann man demnach sagen, dass die Musculatur des Magens durchaus in Bezug auf ihren histologischen Bau der gesamten Körpermusculatur entspricht, wobei, wie oben angedeutet, die Parallele sogar so weit geht, dass die Quermuskeln des Magens den Quermuskeln des Körpers entsprechen, die Längsmuskeln den Längsmuskeln. Auch in der Entwicklung ist ein wesentlicher Unterschied nicht zu finden; die Entwicklung der Längsmusculatur des Magens gleicht durchaus der der Körpermusculatur und die Abweichungen, welche wir sogleich in der Entwicklung der Magenquermusculatur vor sich gehen sehen werden, sind der eigenthümlichen Anordnung ihrer Elemente zu compacten Muskelbündeln zuzuschreiben.

Die frübeste Stufe der Entwicklung der Quermuskelschicht des Magens, welche ich beobachtete, ist in Fig. 42 Taf. XXIII dargestellt; das betreffende Thier war ein noch nicht ausgeschlüpfter Embryo von etwa 8 Mm. Länge. Die späteren Muskelbündel sind hier schon deutlich geschieden, sie bilden Querringe von jeweils 0,006 Mm. Breite, welche gebildet sind durch Anhäufungen ovaler, an beiden Polen in Fasern ausgezogener Zellen. Eine solche Zelle zeigt Fig. 45 Taf. XXIII; sie ist von Mittelgrösse, 0,006 Mm. lang und 0,004 Mm. breit, und besitzt die charakteristischen Unterschiede gegen gleichalterige Zellen der Körpermusculatur in ausgeprägtem Grade. Der Zellinhalt ist nämlich reichlich, feinkörnig, und von der eigentlichen Zelle sind die Fasern scharf abgesetzt. In den embryonalen Körpermuskelnzellen dagegen ist auf

gleicher Entwicklungsstufe der Zellinhalt schon in der homogenen Faser untergegangen, an welcher der Kern schon isolirt ist; ein Gegensatz von Muskelzelle und Fasern scheint überhaupt nicht stattzufinden, sondern die Zelle unmittelbar zu einer breiten Faser auszuwachsen, nachdem das Stadium der Spindelform überwunden. Fig. 43 Taf. XXIII giebt die nächste Stufe der Entwicklung. Die einzelnen Muskelzellen lassen hier schon sehr bedeutend die Fasern überwiegen, die Kerne treten zurück. Auffallend ist indessen die Verschiedenheit der Kerne, indem einige einen körneligen Inhalt und ein Kernkörperchen enthalten, andere aber von ganz homogenem Aussehen und ziemlich hellem Glanze sind. Sollten die letzteren sich mit den zugehörigen Fasern zu einem Ganzen vereinigen? Der Anschein spricht dafür. Aber woher dann der Unterschied im Schicksal der Kerne? Ich glaube eher, dass das, was hier als metamorphosirter Kern erscheint, eine abortive Muskelzelle ist, denn soweit als ich mich überzeugte, hat jede ausgebildete Muskelfaser ihren eigenen Kern.

#### Embryonale Muskelzellen von Lumbricus und Nephelis.

Die Körpermusculatur entwickelt sich sowohl in Lumbricus als in Nephelis aus den sogenannten Primitivstreifen, und sie wird erst vollkommen hergestellt, wenn diese, die vom Bauche her wachsen, in der Mittellinie des Rückens zusammentreffen. Nun erhalten aber gewisse Gegenden des embryonalen Körpers schon zu einer Zeit bedeutende Bewegungsfunktionen, in welcher die Körpermusculatur noch keineswegs genügend stark entwickelt ist, um ihnen zu genügen. Es treten dann eigenthümliche Formen von Muskeln auf, welche man wohl kaum für solche halten würde, wenn nicht ihre Wirkung sehr deutlich zu beobachten wäre. Ein solcher Fall tritt besonders schön in der Entwicklung von Nephelis ein, in der allerersten Zeit nach der Entwicklung der Primitivstreifen, wenn diese noch nicht  $\frac{1}{4}$  der Körperbreite einnehmen; es bildet sich nämlich eine Einstülpung an dem Mundende, welche ziemlich weit in Form eines Rüssels in den Körper hineinragt und in diesen weit eingezogen werden kann; das Gewebe dieses Rüssels besteht aus spindelförmigen Zellen, die ihrem ganzen Charakter nach nur mit dem indifferenten Ausdruck »Embryonalzellen« belegt werden können. Aber von diesem Rüssel laufen zu den Körperwänden nach allen Seiten hin zahlreiche helle Fasern von beträchtlicher Länge, meist aber geringer Dicke (durchschnittlich 0,0015 Mm.), deren jede einen Kern von etwa 0,04 Mm. Durchmesser, welcher doppelt contourirt ist, enthält, dieser Kern enthält seinerseits eine hellglänzende Masse, in

welcher ein bis zwei solide Kernkörperchen liegen. Die Fasern selbst enthalten eine feine, sparsame Körnchenmasse; an einem Ende verästelt sich die Faser und die Aestchen gehen entweder an die Körperwand, wo sie mit etwas breiteren Enden sich ansetzen (Fig. 47 u. 49 Taf. XXIII), oder es verbinden sich die Aestchen mit denen benachbarter Fasern, ohne sich irgendwo zu inseriren (Fig. 46 u. 48 Taf. XXIII); so entsteht in dem vorderen Körperende dieser Embryonen ein sehr schönes Faser-netz; ganz ähnlich ist diese embryonale Muskelbildung in *Lumbricus* zu beobachten, nur dass wir hier keinen Rüssel haben; die Fasern verzweigen sich auch hier vielfach und vermögen den ganzen vor dem Darm gelegenen Theil des Körpers derart zu contrahiren, dass er für die Betrachtung verschwindet; sie scheinen hier einfach innen der Körperwand und dem Mundrande anzusitzen. Woher kommen aber diese Fasern? Wenn sie auftreten, reichen die Primitivstreifen schon bis an das Hinterende des Mundtheiles des Körpers; weiter nach vorn erstrecken sie sich im Grunde nie; ich betrachte daher diese merkwürdigen Fasern als Ausläufer, welche die Primitivstreifen nach vorn senden aus ihrer Muskelschicht; ob sie aber später verschwinden, oder ob und zu was sie umgewandelt werden, das möge an einem anderen Orte erörtert werden. Hier sei nur noch bemerkt, dass ihr Unterschied von den Embryonalmuskelzellen der eigentlichen Körper-musculatur ein sehr scharfer ist; denn letztere sind in den frühesten Stufen spindelförmig und wachsen sehr schnell zu einer gewissen Breite, wodurch sie eigentlich nie faserförmig, sondern gleich bandartig werden. Es ist mir wahrscheinlich, dass Muskelfasern der eben beschriebenen Art auch den Rückentheil des Embryo überspinnen, so lange die Primitivstreifen diesen noch nicht umwachsen.

### Die Körpermuskeln der Hirudineen.

In den Hirudineen gehören sämtliche Muskeln des Körperschlauches der Gruppe an, welche wir als die der Hirudineenmuskeln bezeichnen, d. h. sie zeigen eine ganz bestimmte Scheidung körniger Mark- und fibrillärer Rindensubstanz; ein Unterschied liegt nur darin, dass in diesem Falle die Marksubstanz einen bedeutenderen Raum einnimmt, indem ihre Breite sich zu der der Rindensubstanz im Mittel wie 2 : 4 verhält, während dieses Verhältniss in den Oligochaeten kaum jemals grösser ist als 4 : 4. Die Hirudineenmuskeln und speciell die der Längsschicht finden wir sehr oft, fast in der Regel, an den Enden verästelt und sogar eine Halbiring des Muskels bis in die Hälfte seiner Länge hereinragen (Fig. 6 Taf. XXIII). Wo solche Theilung oder Ver-

ästelung aufhört, liegt gewöhnlich der Kern, welcher durchaus regelmässig rund, sonst aber von denselben Eigenschaften ist, die wir schon von Muskelkernen kennen. Diese runde Form und die niemals randliche Lage des Kernes deuten an, dass er schon vor dem Auswachsen der fibrillären (Rinden-) Substanz in die Marksubstanz eingebettet und dadurch vor der Streckung bewahrt wurde, die den Kernen der marklosen Muskelfasern niemals erspart wurde. Wir können es hier nach zahlreichen Erfahrungen überhaupt als gesetzliche Erscheinung niederlegen, dass der Kern, wo Marksubstanz vorhanden, stets in dieser liegt und dass er alsdann keine Formveränderung erlitten. — In Betreff der Quermusculatur sei hier hervorgehoben, dass ihre Elemente auch hier bedeutend schmaler sind als die der Längsschichten und dass sie eben dadurch gegenüber dieser eher bandförmig erscheinen, als spindel-förmig.

### Muskeln von Weichthieren.

WEISMANN giebt in seiner mehrfach erwähnten Arbeit nur einfache Muskelfasern als in Weichthieren vorkommend an; dieses ist jedoch entschieden irrthümlich. Nicht allein kennen wir durch LEYDIG und SEMPER<sup>1)</sup> schon längere Zeit Muskeln von Süßwasserpulmonaten, welche der Hirudineenform angehören, sondern auch durch PAGENSTECHER von Trochus<sup>2)</sup> entschieden quergestreifte, der Beschreibung nach offenbar der Primitivbündelform angehörige. Auch wir hatten das Glück, in dem Trochus nahestehenden Süßwasser-Prosobranchier Neritina (fluviatilis) ein Muskelgewebe zu finden, das ganz entschieden den Typus des Primitivbündels mit Querstreifung repräsentirt. Taf. XXIII. Fig. 24 24 a stellen Elemente dieser Musculatur dar und machen wir dabei besonders aufmerksam auf die Stellung der die Fibrille bildenden dunkleren und helleren Fleischtheilchen, welche nicht, wie gewöhnlich, rechtwinkelig zur Axe der Fibrille, sondern schiefwinkelig zu ihr stehen, wodurch dann an einem Bündel solcher Fibrillen, indem diese auch nicht ganz parallel nebeneinander gelagert sind, das eigenthümliche verflochtene Ansehen auftritt, welches in Fig. 24 dargestellt ist. Allein diese Eigenthümlichkeit zeigen nicht alle die quergestreiften Primitivbündel, sondern die Mehrzahl ist ganz regelmässig gebildet und lässt — wie schon PAGENSTECHER a. a. O. von Trochus bemerkt —

1) LEYDIG, Entw. von Paludina vivipara. — SEMPER, Zur Kenntniss der Süßwasser-Pulmonaten. Diese Zeitschr. 1857.

2) A. PAGENSTECHER, Untersuchungen über niedere Seethiere am Cetto. Diese Zeitschr. 1863. p. 306.

keinen wesentlichen Unterschied von den entsprechenden Geweben der Wirbelthiere und Gliederfüssler erkennen. Der Ort, wo in *Neritina fluviatilis* diese Musculatur vorkömmt, ist der Kauapparat, und zwar setzen sich diese Muskeln an die sogenannten Zungenknorpel an. Einen Theil einer Muskelfaser aus dem Fusse desselben Weichthieres giebt Fig. 23 Taf. XXIII. Der Querschnitt dieser Faser ist ein lang ovaler und lässt die spärliche Marksubstanz deutlich hervortreten; dagegen ist eine Sonderung in Fibrillen nicht zu beobachten. Aus der Form des Querschnittes, der Zurückdrängung der Marksubstanz durch die Rindensubstanz und der eben durch das Ueberwiegen der Rindensubstanz hervorgebrachten Streckung des Kernes, — welch' letztere wir sonst in markhaltigen Muskeln niemals beobachteten — schliesse ich, dass wir hier eine Uebergangsstufe von Muskel mit centraler Marksubstanz zu einfacher, platter Muskelfaser haben. Gerade in *Neritina* sind auch die platten, einfachen Muskelfasern im Fuss und im Mantel häufig, sogar überwiegend, und es ist auch an ihnen die Unebenheit des Umrisses, welche oft zu einer ganz regelmässigen Zähnelung wird und welche wir so oft von *Oligochaeten* erwähnten, normal; Längsstreifung ist dagegen weniger allgemein als in diesen, allein man vermisst sie doch nie. — Die Musculatur der Bryozoen war ihrem histologischen Verhalten nach bis jetzt nicht bekannt. Sie bietet keine Besonderheiten. Fig. 25 Taf. XXIII stellt den Theil einer der Fasern aus dem Körperschlauch oder besser dem Körpersack von *Plumatella* dar, an welcher wir den unebenen Rand und das starke Hervortreten des Kernes bemerken. Die Muskeln, welche vom Körperschlauch losgelöst sind und einen complicirten Apparat besonders für die Retraction der Tentakeln bilden, sind breiter und gleichen in ihrem ganzen Ansehen am meisten den Fasern aus der Längsmusculatur des Regenwurmmagens (Fig. 8 und 14 Taf. XXIII), so sehr sind sie nämlich zerschlossen und theilweise verzweigt; sie zeigen Längsstreifung, wenn auch nicht constant. — Hier möge nun auch eine Faser von *Planaria* erwähnt werden, welche Fig. 26 Taf. XXIII darstellt, und welche mit der danebenstehenden von einem Bryozoon in den bemerkenswerthen Charakteren übereinstimmt, nämlich in dem überwiegenden Hervortreten des Kernes, und in dem unebenen Umriss der Faser. Da diese Fasern von *Planaria* sehr kurz und schmal sind, erscheinen sie wahrhaftig mehr als Anhänge der Kerne, als wie als das hauptsächliche Gebilde. Da in den Bryozoon das Nervensystem wenig, in den Planarien gar nicht differenzirt ist, so könnte man zur Ansicht kommen, dass seine geringe Ausbildung in Bezug stehe zur geringeren Länge der Muskelfasern und dem Vorwiegen ihres Kernes in diesen Thieren.

## Die Musculatur von Hydra.

Ueber die Muskeln von Hydra cursirt seit 44 Jahren eine merkwürdige Entdeckung LEYDIG's, welche dieser seit der ersten Veröffentlichung<sup>1)</sup> wiederholt in seiner »Histologie« und seinem »Vom Bau des thierischen Körpers« dargelegt hat; nach dieser Entdeckung hätte Hydra »kugelig gebliches Muskelgewebe«, wären ihre Muskeln contractile kugelförmige Zellen. Wenn es nun auch a priori sehr schön ist, eine solche Reihe zu haben für ein Gewebe, welche mit kugeligen Zellen anfängt und mit dem Primitivbündel aufhört, so möchte doch a priori andererseits kaum möglich sein, zu denken, wie hier eine Function stattfinden könnte. Wie sollen kugelförmige Zellen durch ihre Contraction eine allgemeine Contraction eines Körpertheiles oder des ganzen Körpers zuwege bringen? Wenn ein kugelförmiger Körper sich zusammenzieht, so wird er kleiner, aber wirkt nicht in die Ferne, er bewirkt keine allgemeine Contraction.

Zu einem solchen Effect gehört, dass die einzelnen contractilen Elemente innig verbunden sind, denn was nützt es einer Hydra, ob auch alle ihre Muskelzellen sich jede für sich contrahiren, sofern nicht die Contraction einer jeden zu einer gemeinsamen Wirkung zusammenfließt? Wer einmal die Bewegungen einer Hydra zu beobachten Gelegenheit hatte, wird mit uns übereinstimmen, dass die Contractionen höchst energische sind, und dass es kaum möglich, dass sie auf dem Boden einer so offenbar wirkungslosen Organisation wie die kugeligen Muskelzellen sein würden, sich vollziehen kann. Unseres Wissens hat auch ausser LEYDIG noch Niemand diese Gewebelemente gesehen, WEISMANN a. a. O. citirt zwar die LEYDIG'sche Beobachtung, setzt aber hinzu, dass es ihm nie gelungen, mit Kalilauge dieses Gewebe zu isoliren, was wir sehr gern glauben.

Fig. 20, 21 und 22 Taf. XXIII stellen Muskelfasern von Hydra dar. Die Besonderheit derselben beruht einfach nur darin, dass die Faserbildung, das Auswachsen hier noch mehr als in den oben beschriebenen Muskeln von Planaria und Plumatella gering ist, daher der Kern sehr hervortritt und als das eigentliche wesentliche Gebilde des Gewebes erscheint. Die Fasern erhalten dadurch eine ungemein grosse Aehnlichkeit mit embryonalen Muskelfasern von höheren Thieren (Würmern z. B.), und es ist jedenfalls eine ganz bemerkenswerthe Thatsache, dass von den niederen zu den höheren Thieren aufsteigend,

1) FR. LEYDIG, Ueber den Bau von Hydra. MÜLLER'S Archiv für Anatomie und Physiologie. 1854. p. 270.

die Faserbildung immer stärker wird, bis zuletzt der Kern als ein kaum bemerkbares Anhängsel eines breiten, bandartigen Muskels erscheint, während auf den niedersten Stufen derselbe überwiegt, wobei dann das Nervensystem stets gering oder nicht differenziert ist. —

### Kritik der WEISMANN'schen Lehre von den Muskeltypen.

A. WEISMANN veröffentlichte in einer Arbeit, die wir mehrfach be-richtigend citirt haben<sup>1)</sup>, eine Reihe schöner Untersuchungen über die Entwicklung der quergestreiften Musculatur in Wirbelthieren und Arthropoden, welchen er eine Anzahl histologischer Untersuchungen an Würmern und Weichthieren anschloss. Als ein Resultat dieser Arbeit, als das Hauptresultat, wird der Satz aufgestellt, dass sämtliches Muskelgewebe unter zwei grosse Gruppen, Typen, wie er es nennt, zusammenzufassen sei, welche Typen in ihrer Verbreitung über das Thierreich ganz scharf zu trennen. Diese zwei Abtheilungen sind der Typus des Primitivbündels und der Typus der Muskelzelle, und beide sollen auch der Entwicklung und dem feineren Bau, ja selbst der Anordnung zu Organen nach bestimmt geschieden werden können. — Der Typus des Primitivbündels umschliesst sämtliche Muskeln der Arthropoden und die Mehrzahl der der Wirbelthiere. Zwar ist in beiden Gruppen des Thierreiches die Entwicklung der Primitivbündel durchaus verschieden, aber sie stimmt darin überein, dass während derselben eine Mehrheit von Kernen für jedes Primitivbündel auftritt, während die Muskeln des Typus der Zelle stets nur einen Kern normal, zwei oder höchstens drei nur in Ausnahmefällen besitzen. Das fertige Primitivbündel ist dann eine in der Regel cylindrische Masse contractiler Substanz, in welcher Kerne in verschiedener Menge und Anordnung liegen, und welche von allen Seiten von Sarkolemma umschlossen ist.

Besonders wichtig ist indess der Unterschied in der Anordnung der Elemente beider Typen zu Organen. Jedes Primitivbündel geht von Sehne zu Sehne, seine Ansatzpunkte sind gemein mit denen des Muskels; die Muskelzellen aber sind kürzer als der Muskel oder die Muskellage, welche aus ihnen sich zusammensetzt, sie fügen sich in der bekannten Weise dachziegelförmig zusammen, und es müssen sich stets mehrere aneinander reihen, um von einem Ende des Muskels zum anderen zu reichen. Auch können hier Muskellagen sich gegenseitig durchkreuzen, während Primitivbündel stets mehr oder weniger

1) WEISMANN, Ueber zwei Typen contractilen Gewebes. Zeitschr. f. rationelle Medicin. 3. Reihe. Bd. XV.

parallel neben einander liegen. »Wenn es sich in einem speciellen Fall darum handelt, zu entscheiden, welches von beiden Elementen vorliegt, so würde man niemals zweifelhaft sein können, ebenso wenig als man zweifelhaft sein könnte, ob das ganze Gewebe dem Zellentypus oder dem Primitivbündeltypus zuzurechnen sei.«

Vorstehendes giebt etwa die Resultate, zu denen in Bezug auf die Classification des Muskelgewebes WEISMANN gekommen ist, theils mit seinen eigenen Worten, und welchen von bedeutenden Forschern auf vergleichend histologischem Gebiete z. B. LEYDIG<sup>1)</sup> rückhaltlos beigetreten ist, sogar nicht ohne sich die Priorität einer solchen Entdeckung, wenn auch in gelinder Weise, zuzusprechen. Allein die Aufstellung einer so scharfsondernden Scheidewand zwischen Geweben von Thieren, welche untereinander offenbar so sehr nahe stehen, muss schon auf den ersten Blick selbst den befremden, welcher in der neuerdings so gebräuchlichen Phrase: »Die Natur macht keinen Sprung« noch lange kein organisches Bildungsgesetz, keine oberste Norm sieht. Uns allerdings, als strenggläubigem Anhänger der Descendenztheorie ist von vornherein die Nothwendigkeit von Zwischenstufen zwischen Muskelzelle und Primitivbündel zweifellos gewesen, wir wagen es aber natürlich erst jetzt, ein Loch in die WEISMANN'sche Scheidewand zu bohren, nachdem wir uns an den Thatsachen von der geringen Festigkeit derselben überzeugt. —

In erster Reihe sei hier hervorgehoben, dass wir sowohl in den Muskeln der Oligochaeten als der Hirudineen so häufig eine Zusammensetzung dessen, was WEISMANN Muskelzellen nennt, aus Fibrillen, d. h. feinen Fasern gesehen, dass wir nicht umhin können, dies als das Normale zu bezeichnen, als eine Eigenschaft, die durch Längsstreifung der »Muskelzelle« sich auch dann noch sehr merklich macht, wenn an den Bruchstellen es unmöglich, die Fibrillen zu isoliren. Die Querstreifung der Fibrillen allerdings fehlt hier — soviel wir wissen — vollständig, und was man dafür genommen, ist nichts als eine Runzelung der häutigen Muskelhülle<sup>2)</sup>, allein WEISMANN giebt ja selbst für seinen Primitivbündeltypus die Querstreifung als Unterscheidungsmerkmal völlig auf. Auch ein längsgestreifter Oligochaetenmuskel ist daher in Bezug auf histologische Zusammensetzung im wahren Sinn des Wortes ein »Primitivbündel« und hat dasselbe Recht auf den Titel

1) FR. LEYDIG, Vom Bau des thier. Körpers. I. Bd. Erste Hälfte. In der Einleitung.

2) Auch ich hatte in meinen »Beiträgen zur anat. Kenntniss von Enchytraeus«, (Diese Zeitschr. Bd. XVIII.) von Querstreifung der Muskeln in Enchytraeus gesprochen; dieses war ebenfalls nur Querrunzelung der häutigen Muskelhülle.

»neue histologische Einheit«, welches das Wirbelthierprimitivbündel nur immer haben kann. Es bleibt daher als unterscheidender Charakter nur die Entwicklung und die Anordnung zu Organen. Was nun die Entwicklung betrifft, so scheint sie mir in dieser Frage von keiner entscheidenden Wichtigkeit sein zu können darum, weil wir die Entwicklung der Muskeln wirbelloser Thiere noch viel zu wenig genau kennen, wie ja denn auch die der Wirbelthiermuskeln bis vor ganz kurzer Zeit sehr im Dunkeln lag. Soviel wir indessen heute wissen, ist der Unterschied kein fundamentaler; in beiden Fällen ist der Ausgangspunct eine einzige Zelle, der Unterschied liegt nur darin, dass in den Würmern der Kern dieser Zelle sich meist nicht vervielfältigt — obwohl es relativ häufig vorkommt, dass man zwei, selbst drei Kerne trifft an einer einzigen »Muskelzelle« — während der Zellinhalt zur Muskelfaser auswächst, dass dagegen in den Wirbelthieren der Kern ungemein schnell sich vervielfältigt. Ein Unterschied kann aber doch wohl hier nur als ein gradueller gefunden werden, nie als ein wesentlicher. Auch wissen wir weder, ob in allen Muskeln der Wirbelthiere und in den Muskeln aller Wirbelthiere die Vermehrung des Kernes eine so grosse, noch auch ob in den Muskelzellen der Würmer, Weichthiere etc. die Vermehrung eine so geringe; wir wissen hier überhaupt nicht viel, aber was wir wissen, spricht gegen WEISMANN'S Typen. Um endlich auf den letzten unterscheidenden Punct zu kommen, den, welcher die Anordnung der Muskelzellen zu Organen betrifft, so scheint auch dieser uns durchaus nicht so wesentlich zu sein, wie angenommen wird. Wenigstens sehen wir aus KÖLLIKER'S Gewebelehre, dass es in Wirbelthiermuskeln als Regel betrachtet werden kann, dass die einzelnen Fasern kürzer sind als der Gesamtmuskel, im Allgemeinen nur 3—4 Ctm. lang, daher auch an beiden Enden zugespitzt, und dass nur gegen die Enden des Muskels hin die Fasern ein spitzes und ein in die Sehne übergehendes breites Ende besitzen. Gleiche Länge der Muskelfasern mit dem Muskel kommt nur in kleineren Muskeln als Regel vor.<sup>1)</sup> Demnach ist also auch in den Primitivbündeln dasselbe Verhältniss der Anordnung der Elemente, wie in den »Muskelzellen«. — Haben wir im Vorhergehenden zu beweisen gesucht, dass das Primitivbündel nichts abgeschlossenes und eigenthümliches, sondern etwas — wie Alles im Thierreich — je nach Bedürfniss an allen Orten entwickeltes und in den verschiedensten Graden der Ausbildung vorhandenes, so sind wir nun noch im Stande, von *Neritina fluviatilis* einige Thatsachen anzuführen, die in anderer

1) KÖLLIKER, Handbuch der Gewebelehre. Fünfte Aufl. p. 458 u. 459.

Richtung die WEISMANN'schen Typen als nicht in der Natur der Sache beruhende erscheinen lassen. Diese Schnecke besitzt nämlich an ihrem Zungenapparat Muskeln, welche in sozusagen classischer Ausbildung das quergestreifte Primitivbündel repräsentiren, und aus welchen man, wenn auch keine »Disks«, so doch Primitivfasern mit deutlicher Querstreifung isoliren kann, welche ferner noch die andere Anforderung erfüllen, die WEISMANN an ein richtiges Primitivbündel stellt, indem in jedem Muskel die Primitivbündel von einem Ansatzpunkte zum andern verlaufen. Es giebt also nicht allein in den Würmern den Primitivbündeln sehr ähnliche Muskelformen, sondern in den Weichthieren selbst echte Primitivbündel.

### Zellvermehrung durch Knospung des Kernes.

Die Vermehrung der Zellen durch eigene Knospung oder durch Knospung des Zellkernes ist bis jetzt nur ein untergeordneter Modus der Zellvermehrung gewesen. Eigentliche Knospung der Zelle glaubte MEISSNER in der Entwicklung des Eies der Nematoden zu beobachten, <sup>1)</sup> der Kern der ursprünglichen Zelle sollte sich theilen und jedem neuen Kern entsprechend die Zellwand sich ausbuchten und sich derart entwickeln, dass Tochterzellen endlich gleichsam nur noch mit Stielen an der Mutterzelle hängen und sich endlich loslösen. Nach der Darstellung indessen, welche SCHNEIDER von dem Process der Eibildung in den Nematoden gegeben, <sup>2)</sup> möchte es scheinen, als ob MEISSNER's Darstellung nicht in den Thatsachen begründet sei. — Knospung der Kerne ist besser bewahrheitet, denn wir besitzen in Bezug auf sie einige sichere Beobachtungen von KÖLLIKER <sup>3)</sup> und VIRCHOW. <sup>4)</sup> Indessen sind

1) MEISSNER, Diese Zeitschr. Bd. V.

2) A. SCHNEIDER, Monographie der Nematoden. 1866.

3) KÖLLIKER, Würzburger Verhandlungen. VII. p. 488: Feingranulirte Zellen von 0,01—0,02 mm Grösse mit vielen (4—10) in einem centralen Haufen zusammenliegenden Kernen. Diese eigenthümlichen Elemente, die sehr an die vielkernigen Zellen aus dem Knochenmark von ROBIN und mir erinnern und die sich bei FABRNER abgebildet finden, habe ich bei jungen Säugern nie vermisst, doch ist ihre Zahl allerdings nicht gross. Dieselben stammen entschieden aus dem Leberblute und soll vorläufig nur das namhaft gemacht werden, dass ihre Kerne oft zu vier, fünf und mehr zusammenhängend gefunden werden, woraus mithin hervorgeht, dass bei Kernen auch eine Theilung eigenthümlicher Art durch gleichzeitige Bildung vieler Sprossen, die sich abschnüren, vorkommt. — Siehe auch KÖLLIKER Handb. der Gewebelehre. p. 25.

4) VIRCHOW, Archiv f. path. Anatomie. VII. p. 99. Aus einem Pigmentkrebs bildet dort VIRCHOW eine Zelle mit knospendem Kern ab, und sagt darüber: »In den erkrankten Lymphdrüsen fanden sich unter zahlreichen mehrkernigen und in Thei-

das immerhin vereinzelte, fast pathologisch erscheinende Fälle, so dass mit Recht KÖLLIKER in der neuesten Auflage seiner Gewebelehre<sup>1)</sup> die Zellvermehrung durch Theilung als den eigentlich normalen Modus aufstellen konnte. Indessen hoffen wir durch die im Nachstehenden zu gebenden Beobachtungen das Gebiet jener Vermehrungsweise durch einige interessante Fälle nicht allein zu bereichern, sondern auch zu erweitern, und glauben, dass denselben ohne Zweifel eine grössere Bedeutung neben der allgemein angenommenen Vermehrungsweise zukommen werde, sobald die betreffenden Thatsachen einmal die Aufmerksamkeit der Forscher erregt haben werden.

Aus der von RATHKE gegebenen Entwicklungsgeschichte von Nephelis<sup>2)</sup> ist eine Form des Embryo zu erschen, in welcher — nach RATHKE'S Erklärung — von den vier Furchungskugeln des Dotters drei in Pyramidenform an einander liegen, während die vierte sich in eine grössere Menge von Zellen zertheilt hat. Von den drei Furchungskugeln soll jede einen hellen Fleck im Mittelpunct enthalten; diese Stelle wird von FREY<sup>3)</sup> und CH. ROBIN<sup>4)</sup> als Zelle, resp. als Kern bezeichnet. Diese sogenannte helle Stelle ist es nun, welche die eigenthümlichen Vermehrungserscheinungen zeigt, welche in Fig. 27 — 34 auf Taf. XXIII abgebildet sind.

Wie in der Anmerkung erwähnt, kann ich nicht mit der Angabe RATHKE'S übereinstimmen, nach welcher die drei Dotterkugeln, welche die knospenden Kerne enthalten, unmittelbar durch Furchung aus dem Dotter hervorgehen sollen; sie entwickeln sich nach meinen Beobachtungen in dem Dotter und aus einem Theil desselben. Solchen sich erst entwickelnden Kugeln gehören die Formen Fig. 27 und 28 an, über welche weiter nichts zu sagen ist, als was eben die Abbildung bietet. Wir sehen einen centralen Kernkörper, welcher aber nicht das Ansehen eines bläschenförmigen hat, sondern von wenig scharfen Contouren ist, von ihm strahlen Bildungen aus, die meist aus mehreren Körnchen zusammengesetzt sind; diese beiden Formen sind sehr ähnlich

lung begriffenen Zellen einzelne mit einem verästelten Kerne. Letzterer zeigte eine Reihe grösserer und kleinerer, kolbenförmiger Fortsätze, von denen jeder ein Kernkörperchen enthielt und die sämmtlich in der Mitte zu einem sternförmigen Centralkörper zusammentreten.« Diese Beschreibung scheint Aehnlichkeit mit unseren Fig. 27 und 28. Taf. II. anzudeuten, wie auch die Abbildung, nur dass es hier der Kern, in unserem Falle aber das Kernkörperchen ist, das die strahlige Figur giebt.

1) KÖLLIKER, Handb. der Gewebelehre. p. 23. Fünfte Aufl.

2) RATHKE, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Hirudineen, Herausgeg. von LEUCKART. p. 7—9.

3) Göttinger gelehrte Anzeigen 1845. p. 276.

4) l'Institut 1864. p. 294.

den oben erwähnten, von VIRCHOW beschriebenen. An der Peripherie derselben ist nicht die geringste Unebenheit zu bemerken, eine häutige Hülle scheint zu fehlen. Fig. 29 — 34 stellt nun reife Formen solcher Kerne dar, wie sie von dem ersten Auftreten einer Zellschicht zwischen den drei Dotterkugeln bis zur Bildung der Primitivstreifen in jedem Embryo zu finden sind.

Denselben Kern in drei verschiedenen Lagen sehen wir in Fig. 29 und wir bemerken als charakteristisch die traubenförmige Gestalt des Kernkörpers, und den Anschein, als ob dieser gestielt wäre, welcher entsteht, indem eine Körnerreihe an einen Punct der Peripherie hinreicht. Wir sehen ferner zahlreiche Ausstülpungen der Peripherie des Kernes und der Umstand, dass gewöhnlich der Innenseite einer solchen Ausstülpung ein kernartiges Gebilde, das offenbar vom Kernkörper her stammt, ansitzt, scheint ein wesentlicher und bedeutender zu sein, denn er kehrt in jeder Form wieder. Sehr oft sieht man offenbar eben abgeschnürte kugelfunde Kerne neben diesen knospenden Kernen liegen, und sie enthalten dann ein Kernkörperchen, das darauf hindeutet, dass jenes der Innenwand einer Ausstülpung anliegende Gebilde das zukünftige Kernkörperchen der zu einem neuen Kerne werdenden Ausstülpung darstelle. Besonders schön ist die Form Fig. 34, wo die Knospung offenbar eben im besten Gange ist, indem jede der zwei grösseren zusammenhängenden Kerne einen neuen Kern producirt hat, welche wohl ihrerseits sich noch nicht lösen werden, ehe sie noch mehrere Ausstülpungen gebildet haben werden. Die durch diese Knospung gebildeten Kerne umhüllen sich mit feinkörniger Dottermasse und bilden später die Zellschicht zwischen den drei Dotterkugeln RATHKE'S; und die knospenden Kerne bleiben mit Beibehaltung ihrer so sehr charakteristischen Form als die Kerne der von RATHKE sogenannten colossalen Zellen bestehen, welche in der Dreizahl am Hinterende der Primitivstreifen liegen. Ob sie aber in dieser Lage noch weiter Knospen treiben und so vielleicht die Zellvermehrung in den Primitivstreifen bewirken, konnte ich noch nicht feststellen. Sicher ist nur, dass eine Kernknospung auch in der Entwicklung von Lumbricus eine bedeutende Rolle spielt und das, was man in Nephelis nur annehmen nicht aber wirklich beobachten kann, dass nämlich der Knospung des Kernes eine Knospung der betreffenden Zelle entspricht, das sieht man im Lumbricusembryo in ganz brillanter Weise. — Eine eingehendere Darstellung der gesammten Verhältnisse spare ich mir für meine Entwicklungsgeschichte von Nephelis und Lumbricus auf, spreche es aber schon hier aus, dass ROBIN'S Darstellung von der Knospung am Nephelisembryo nicht das Geringste mit den in

Vorhergehenden geschilderten Vorgängen zu thun hat, sondern meiner Ueberzeugung nach auf unrichtig gedeuteten Erscheinungen beruht.

## Erklärung der Abbildungen.

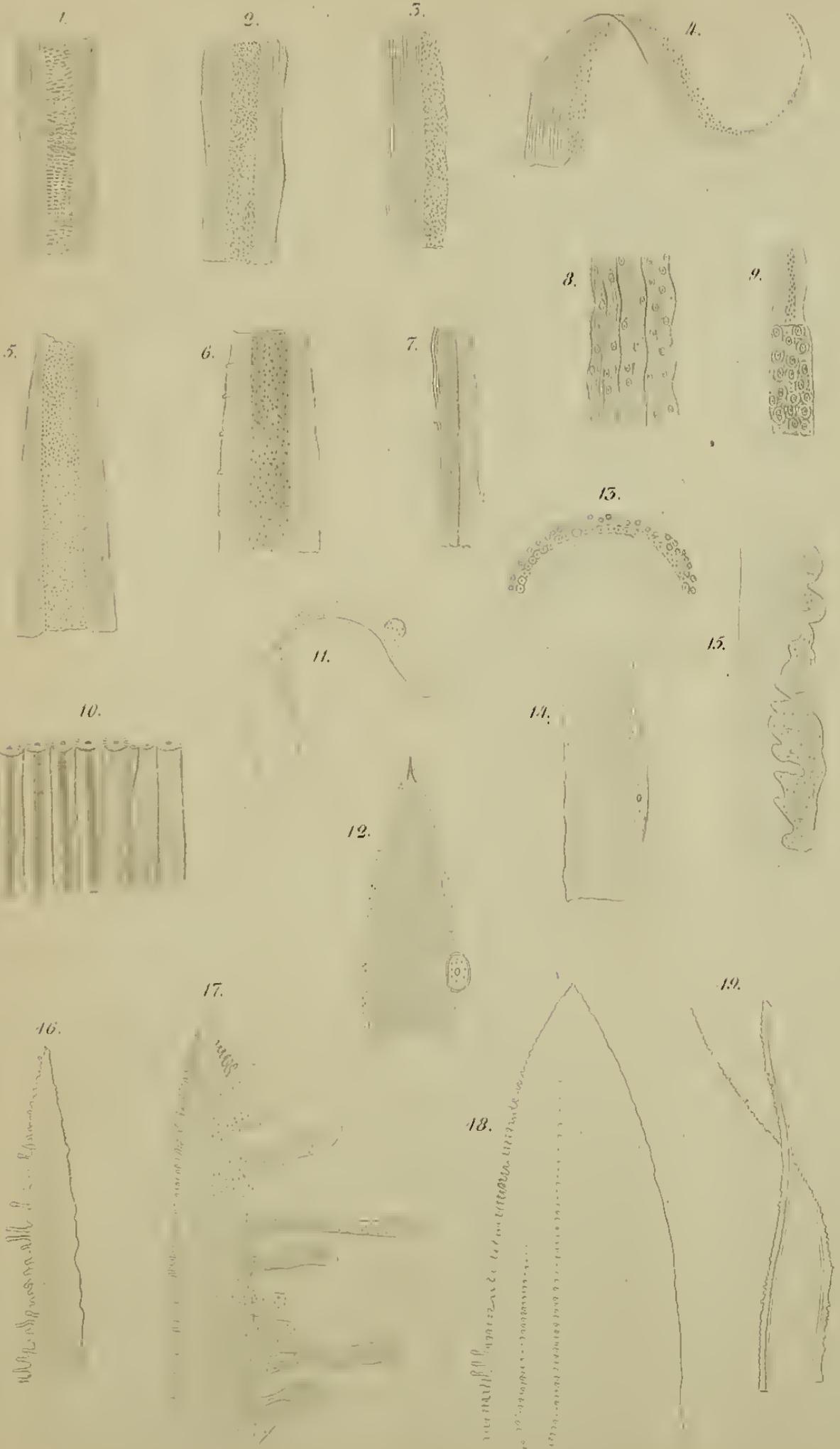
### Tafel XXII.

- Fig. 1. Längsmuskel aus dem Körperschlauch von *Enchytraeus* mit 35 % Kalilauge behandelt. 4000 f.
- Fig. 2. Längsmuskel aus dem Körperschlauch von *Enchytraeus* mit axialer Marksubstanz. 4000 f.
- Fig. 3. 4. Eben solcher mit randständiger Marksubstanz. 4000 f.
- Fig. 5. 6. Eben solcher mit querlaufenden Einschnürungen. 4000 f.
- Fig. 7—9. Quermuskeln aus dem Körperschlauch von *Enchytraeus*, 8 und 9 mit anhängender Matrix der Haut. 4000 f.
- Fig. 10. Längsmuskeln aus dem Körperschlauch von *Enchytraeus* zur Demonstration des Querschnittes derselben. 400 f.
- Fig. 13. Querschnitt durch einen Theil des Körpers von *Enchytraeus* um die gegenseitige Lage der Elemente der Längsmusculatur zu demonstrieren. 200 f.
- Fig. 14. Längsmuskelfaser von *Chaetogaster Limnaei*. 4000 f.
- Fig. 12. 14. Längsmuskelfasern aus *Lumbricus agricola*. 4000 f.
- Fig. 15—17. Längsmuskelfasern aus *Tubifex rivulorum* (nematoider Bau). 4000 f.
- Fig. 18. Ungewöhnlich breite Längsmuskelfaser aus *Lumbricus agricola*. 4000 f.
- Fig. 19. Quermuskelfasern aus *Lumbricus agricola*. 4000 f.

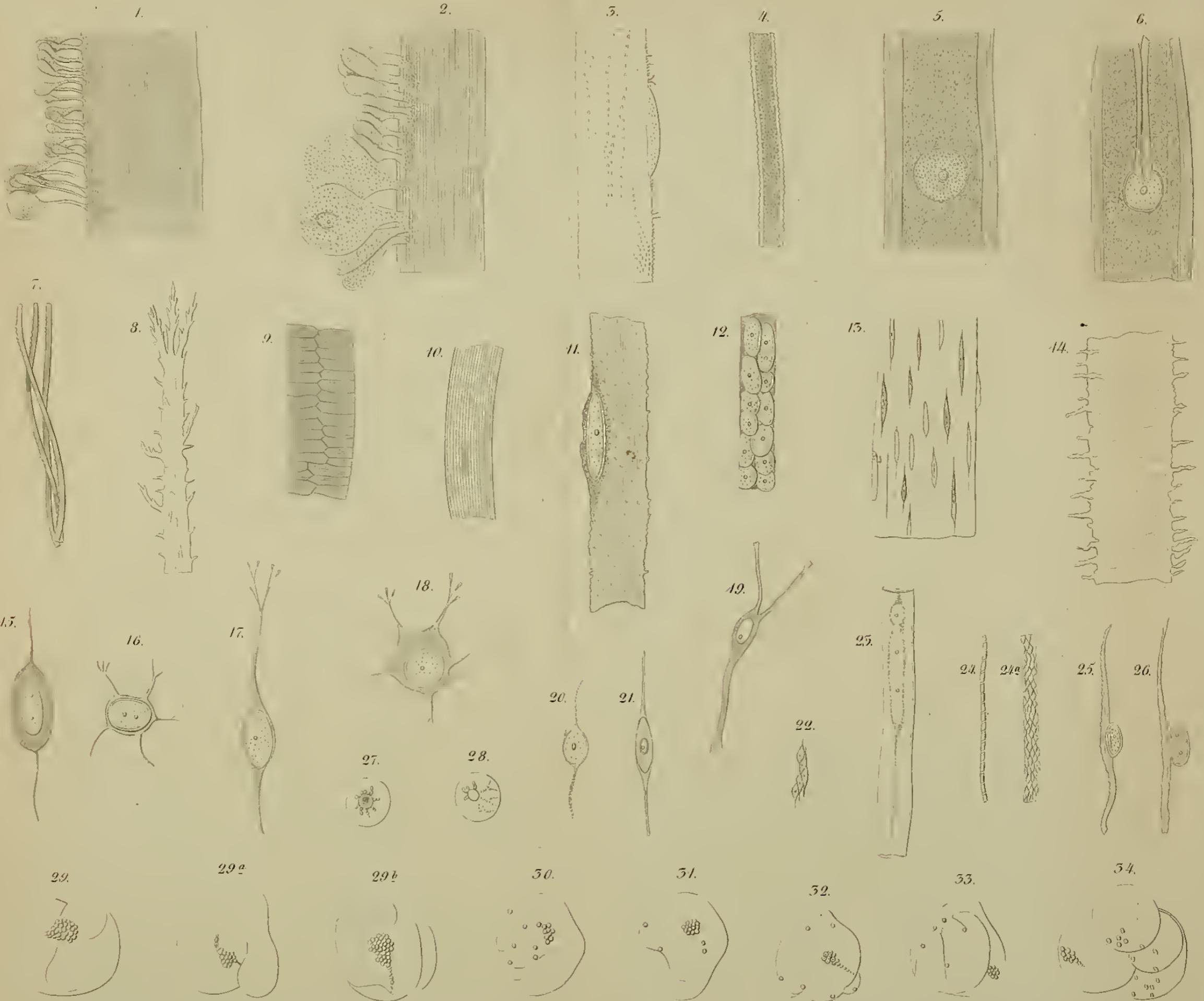
### Tafel XXIII.

- Fig. 1. 2. Längsmuskelfasern aus *Enchytraeus galba* (nematoider Bau). 4000 f.
- Fig. 3. Längsmuskelfaser aus *Lumbricus agricola*. 4000 f.
- Fig. 4. Quermuskelfasern aus *Nephelis*. 4000 f.
- Fig. 5. 6. Längsmuskelfasern aus *Nephelis*. 6 bis in die Hälfte der Länge zweigetheilt. 4000 f.
- Fig. 7. Quermuskelfasern aus *Lumbriculus variegatus*. 4000 f.
- Fig. 8—15. Musculatur des Magens von *Lumbricus agricola*.
- Fig. 8. 14. Längsmuskelfasern. 4000 f.
- Fig. 9. Zusammenziehung der Quermuskelbündel durch Durchschneidung des Magens in der Längsaxe entstanden. 300 f.
- Fig. 10. Quermuskelbündel. 300 f.
- Fig. 11. Muskelfaser aus einem Quermuskelbündel. 4000 f.
- Fig. 12. 13. Verschiedene Entwicklungsstufen eines Quermuskelbündels. 4000 f.
- Fig. 14. Einzelne Muskelzelle aus Fig. 12. Stark vergrößert.

- Fig. 16—18. Embryonale Muskelzellen aus dem Mundheil vom Lumbricus-embryo. 4000 f.
- Fig. 19. Embryonale Muskelzelle vom Rüssel des Nephelisembryo. 4000 f.
- Fig. 20—22. Muskelfasern vom Körper der Hydra viridis. 4000 f.
- Fig. 23. Muskelfaser aus dem Fuss von Neritina fluviatilis. 4000 f.
- Fig. 24. 24 a. Primitivfibrille und Primitivbündel von der Zungenknorpelmusculatur von Neritina fluviatilis. 4000 f.
- Fig. 25. Muskelfaser aus dem Körpersack von Plumatella. 4000 f.
- Fig. 26. Muskelfaser aus Planaria torva. 4000 f.
- Fig. 27. 28. Knospende Zellenkerne aus den frühesten Stufen der Entwicklung von Nephelis. 4000 f.
- Fig. 29. 29 a u. 29 b. Knospende Zelle aus späterer Entwicklungsstufe in verschiedenen Lagen. 4000 f.
- Fig. 30—34. Knospende Zellenkerne aus späteren Entwicklungsstufen von Nephelis. 4000 f.
-







# 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: 1869

Band/Volume: [19](#)

Autor(en)/Author(s): Ratzel Fritz

Artikel/Article: [Histologische Untersuchungen an niederen Thieren. 257-280](#)