

Die Keimschichten des wachsenden Schwanzendes von *Lumbricus variegatus* nebst Beiträgen zur Anatomie und Histologie dieses Wurmes.

Von

Dr. C. Bülow, Erlangen.

Mit Tafel V.

Wen schon der *Lumbricus variegatus* bereits häufiger beschrieben worden ist, so wurden doch seine anatomischen und histologischen Verhältnisse noch nicht in ausreichender Weise erforscht. Die vorhandenen Lücken möglichst¹ auszufüllen ist zum Theil der Zweck der folgenden Blätter; vorzugsweise soll aber die Bildungsweise der verschiedenen Organsysteme im wachsenden normalen Schwanzende einer genaueren Betrachtung unterzogen und mit bekannten embryologischen Vorgängen verglichen werden.

Das von mir bearbeitete Material stammt theils aus dem »See« des Veitshöchheimer Schlossgartens bei Würzburg, theils aus dem Sumpfe des botanischen Gartens in Erlangen. An beiden Orten kommen die Thiere zu allen Jahreszeiten in reichlicher Menge vor. Sie finden sich entweder zwischen Algen und Conferven oder in den oberflächlichen Schlammschichten des Grundes. Aus letzteren sammelt man die Würmer am besten auf die Weise, dass man den Schlamm mit wenig Wasser in flache Gefäße thut; am nächsten Morgen kriechen dann zahlreiche Exemplare am Rande des Behälters umher, welche man durch Aufsaugen in eine Pipette fängt. Bei nur einigermaßen genügender Pflege lassen sie sich nicht nur Monate lang lebend erhalten, sondern sie vermehren sich sogar noch durch einfache Quertheilung mit nachfolgender

¹ Leider kann ich über die Generationsorgane gar nichts berichten, da mir im Laufe des letzten Jahres kein geschlechtlicher *Lumbricus* zu Gesicht gekommen ist.

Regeneration von Kopf resp. Schwanz. Als Nahrung thut man am besten Algen und Conferven in die Aquarien.

Um die Thiere Zwecks mikroskopischer Untersuchung zu tödten, wirft man sie in sehr schwache Überosmiumsäurelösung, welche den Vortheil bietet, dass die Cuticula sich nicht von ihrer Matrix abhebt, wie dies bei anderen Mitteln meist der Fall ist, und dass die Flimmerhaare prächtig erhalten bleiben; dann kann man vorsichtig schwache Chromsäure und schließlich Alkohol zum Härten verwenden. Endlich färbt man mit Pikro- oder Boraxkarmin, noch besser mit einer Mischung von beiden (Pikroboraxkarmin). Hat man Würmer mit ebenfalls zu empfehlender äußerst verdünnter Sublimatlösung vergiftet und in konzentrierter gehärtet, so muss man nothwendig das Quecksilbersalz mit Alkohol wieder völlig entfernen, da anderenfalls die Färbung recht schlecht wird, oder die Tinktionsflüssigkeit überhaupt nicht einwirkt.

Nach dem Einbetten in Paraffin wurden die Thiere in Schnitte zerlegt, deren Dicke für die einzelnen Serien zwar gleich war, dem jeweiligen Zweck entsprechend indessen zwischen $\frac{1}{30}$ und $\frac{1}{200}$ mm schwankte. Nachdem dann die Präparate nach der GIESBRECHT'schen Methode auf den Objektträger geklebt, und das Paraffin mittels Xylol entfernt worden war, wurden sie in Kanadabalsam eingeschlossen.

Lebensweise.

Lumbriculus variegatus lebt, wie schon oben bemerkt, zwischen Algen und im Grundschlamm von flachen Gewässern. Ist das Thier vollkommen unbehelligt, so ragt der hintere Theil seines Körpers fast ohne Bewegung aus dem Versteck in das umgebende freie Wasser hinaus; nur hier und da vollführt er langsam eine kleine Schwingung. Bei der geringsten Beunruhigung zieht sich das Thier momentan und vollkommen in sein Versteck zurück. Kriechen die Würmer der Nahrung wegen umher, so sind ihre Bewegungen recht träge. Langsam erfolgt die Kontraktion und langsam dehnt sich der Körper wieder aus, wobei das erste Kopfsegment nach allen Seiten tastend hinfühlt. Bei der Zusammenziehung kontrahirt sich die Längsmuskelschicht, antagonistisch wirken dann die Ringmuskeln und erzeugen eine Streckung. Im ersteren Fall werden die Hakenborsten des vorderen Körpertheiles, um ihn zu fixiren, hervorgestoßen und fast senkrecht zum Untergrund gestellt, dagegen die folgenden schräg nach hinten gelegt, oder ganz eingezogen. Bei der Extension hat der umgekehrte Vorgang statt; die hinteren Borsten stemmen sich gegen die Unterlage, während die vorderen mehr oder weniger eingezogen oder rückwärts gerichtet werden.

Berührt man leicht mit einem härteren Gegenstand den Kopf, so wendet sich das Thier durch eine ganz plötzliche und eigenthümliche Bewegung vollständig um, so dass sich dann dort, wo vordem das Kopfende lag, nun der Schwanz befindet und vice versa. Dieses Manöver wird nicht nur in freiem Wasser, sondern mit Geschick auch mitten in den Algen ausgeführt. Anders ist der Effekt, wenn man das Aftersende eines solchen Wurmes berührt. Entweder gehen nun die Kriechbewegungen bedeutend rascher von statten, oder es sucht das Thier durch Schwimmen zu entkommen. Hierbei nimmt der Körper zuerst die Form einer Spirale mit engen Windungen an und streckt sich dann plötzlich. Dadurch wird ein Rückstoß auf das Wasser ausgeübt, und der Körper schnellt vorwärts. Für gewöhnlich dauern die Schwimmbewegungen nur kurze Zeit an.

Als Nahrung dient diesen Würmern alles Mögliche: Algen, Schlamm, Diatomeen, kleine Naiden, Infusorien etc., während sie wieder Insektenlarven, Wasserkäfern, Fischen und Tritonen eine willkommene Beute sind.

Bezüglich weiterer Lebenserscheinungen verweise ich auf meine frühere Arbeit¹.

Geschlechtsreife Thiere müssen sehr selten sein, denn unter den mehr als 1000 Exemplaren, welche ich zu beobachten Gelegenheit hatte, habe ich nur zwei mit deutlich entwickelten Generationsorganen gefunden, wie sich aus den papillenförmig vorspringenden Mündungen der Receptacula seminis und der weißlichen Farbe der nächstfolgenden Segmente ergab. Leider machte ich diesen Fang zu einer Zeit, als ich auf die Anatomie des Wurmes noch kein besonderes Gewicht legte, und noch niemals ist es mir gelungen durch künstliche Theilung Lumbriculi zu erziehen, welche später Geschlechtsorgane entwickelt haben.

Äußere Gestalt².

Im Maximum erreicht der Lumbriculus variegatus die Länge von 9 cm und die Dicke von ungefähr 1 mm, während seine Durchschnittsgröße nur circa 5 cm beträgt. Die Anzahl der Segmente richtet sich vollkommen nach der Länge des Thieres, da mit dem Größenwachstum beständig neue Ringel entstehen; es können sich gegen 200 bilden. Sie haben im gestreckten Zustand etwa dieselbe Länge und Breite, nur

¹ BÜLOW, Über Theilungs- und Regenerationserscheinungen bei Würmern (*Lumbriculus variegatus* Gr.). in: Archiv f. Naturgesch. 49. Jahrg. Heft 1. p. 1—96.

² Nochmals sei bemerkt, dass die Beschreibung sich nur auf ungeschlechtliche Würmer bezieht.

nach hinten nimmt erstere verhältnismäßig ab. Im Leben sind die Segmente äußerlich wenig von einander abgesetzt, so dass also der Körper seinen Umrissen nach kaum sichtbar oder gar nicht geringelt erscheint.

Was die Farbe anbetrifft, so findet man alle Übergänge vom hellen Roth bis zum dunklen Pechbraun mit einem Ton ins Grüne. Andere Thiere wieder sind vorn dunkel, während das folgende hintere Ende plötzlich mehr oder weniger heller ist. Oder auch die ersten zehn Segmente, die Kopfsegmente, sind hell, dann folgt eine tief dunkle Region, nun eine hellere und schließlich ein durchschimmerndes gelbrothes Schwanzende. Regel ist, dass das dunkelste Körperstück dem Kopf benachbart ist. Die Farbendifferenzen gehen nicht durch Nuancirungen in einander über, sondern sind scharf von einander abgesetzt; das eine Segment ist vielleicht noch braun, das nächstfolgende bereits gelbroth. In allen solchen Fällen ist das hellere Gewebe regenerirtes.

Der Durchschnitt des Körpers ist kreisrund, und nicht, wie GRUBE angiebt, die »Rückenfläche stärker konvex als die Bauchfläche¹.«

Auf der dorsalen Seite des Wurmes schimmert deutlich das Rückengefäß durch, dessen Kontraktions- und Dilatationswellen im äußersten Schwanzende beginnen und bis in den Kopf hineingehen. Zu Anfang eines jeden Körpersegments mündet in das Rückengefäß rechts und links ein verästelter, blind endigender, gleichfalls kontraktiler Anhang, die »Eingeweideschlinge (Anse periviscerale)« CLAPARÈDE'S², ein. Dieser Anhang findet sich nicht in den ersten acht borstentragenden Segmenten des »Kopfes«, dagegen aber sind die »Darmschlingen (Anses intestinales)« reich entwickelt und bilden ein schönes Geflecht. Im Körper sind sie bei geringer Vergrößerung nur in den ersten Segmenten zu bemerken. Sie liegen hier zu Ende eines jeden Ringels und verbinden das Rückengefäß mit dem Bauchgefäß. Die in den Blutkanälen cirkulierende Flüssigkeit ist von ziegelrother Farbe.

Die schwach S-förmig gebogenen Hakenborsten stehen, meistens nur je zwei beisammen, in vier Reihen um den Körper herum. Sie beginnen im dritten Kopfsegment und erstrecken sich, in den letzten Segmenten immer kleiner werdend, bis kurz vor den After. Neben jedem Paar liegt im Körper verborgen meist noch ein anderes in der Entwicklung begriffenes: die Ersatzborsten.

Zwischen den dorsalen und den ventralen Hakenborstenreihen liegt, den inneren »Seitenlinien« entsprechend, je eine äußerlich erkennbare, die sich vom Kopflappen bis zum Schwanz verfolgen lässt. Noch

¹ GRUBE, Über den *Lumbricus variegatus* MÜLLER'S und ihm verwandte Anneliden. in: Archiv für Naturgesch. 1844. p. 207.

² CLAPARÈDE, Recherches anatomiques sur les Oligochaetes. Genève et Paris 1862.

leichter bemerkt man in der Mittellinie des Bauches einen weißlichen Streifen, dessen Anfang im dritten Kopfsegment zu suchen ist. Er ist so breit wie der Bauchnervenstrang und enthält die von RATZEL¹ entdeckten Tastkörperchen, welche sich bei auffallendem Licht als glänzend weiße Pünktchen und verästelte Strichelchen darstellen. Sie stehen im Kopf am dichtesten gedrängt neben einander, nach und nach werden sie spärlicher und verschwinden hinten gänzlich.

Der ventral gelegene Mund ist ein querer Spalt zwischen dem ersten und zweiten Segment, zu dem sich von allen Seiten zahlreiche feine Runzeln ziehen. In seinen Winkeln findet man gewöhnlich, eben so wie in unmittelbarer Nähe der Borsten, dunkelgelbe runde Zellen. Ein Gebilde von ähnlicher Farbe, indessen stärker entwickelt, sitzt meist (nicht immer) dem Anfangstheil des Schlundes auf. Der After liegt am Ende des Thieres und wenig dorsalwärts. — Eine Kommunikationsöffnung des Lymphraumes mit dem umgebenden Medium, wie sie LEYDIG² gesehen haben will, ist nicht vorhanden; auf die nähere Besprechung dieses Punktes will ich indessen erst weiter unten bei der Erörterung des Blut- und Lymphgefäßsystems eingehen.

Äußere Bedeckungen.

Zu den äußeren Bedeckungen des Wurmes rechne ich die Cuticula, ihre Matrix und die in dieser liegenden Drüsen.

Die Cuticula bedeckt als zarte glashelle Schicht den ganzen Körper und ist, mit Ausnahme des Schwanzendes, überall gleich dünn; nur dort wird sie ein wenig dicker. Kopflappen und Afterende sind mit zarten »Tasthaaren« bedeckt, die am übrigen Körper ganz fehlen, oder äußerst zerstreut stehen. Wird ein Lumbriculus mit Reagentien, namentlich mit Chromsäurelösung oder Alkohol behandelt, so hebt sich meistens die Cuticula von ihrer Matrix ab und es hält nun ziemlich leicht das dünne Häutchen ganz zu lösen, und in geeigneter Weise zu untersuchen. Eine solche Struktur, wie sie sich auch bei anderen Oligochaeten, den Hirudineen und Sipunculiden findet, d. h. eine feine doppelte Strichelung, deren einzelne Linien zu einander fast senkrecht und zur Längsachse des Wurmes etwa unter einem Winkel von 45° stehen, wird man auch hier, aber nur bei besonders günstigen Verhältnissen, zur Anschauung bringen können; meist erscheint die Cuticula vollkommen homogen. Leichter und häufiger erhält man Bilder von dem Aussehen

¹ RATZEL, Beiträge zur anatomischen und systematischen Kenntnis der Anneliden. in: Diese Zeitschr. Bd. XVIII. p. 570 und 574.

² LEYDIG, Vom Bau des thierischen Körpers. Erster Band. Tübingen 1864. p. 174 und 174. Taf. zur vergl. Anatomie. 1864. Taf. IV, Fig. 6.

geriefelten Briefpapiers: man sieht helle und dunkle parallele Streifen mit einander abwechseln. Die Mündungsgänge der Hautdrüsen kann man nur auf äußerst dünnen Querschnitten von $\frac{1}{300}$ — $\frac{1}{500}$ mm Dicke als ganz feine Kanälchen erkennen, deren innere Öffnung etwas weiter ist, als die äußere. Auf Flächenpräparaten sind sie nicht zu bemerken; eben so ist weder auf optischen noch auf wirklichen Durchschnitten eine Schichtung der Cuticula, wie sie z. B. bei *Phreoryctes* von LEYDIG beschrieben wurde, beobachtet. Als unzweifelhafte Lücken im Oberhäutchen sind zu konstatiren die Mund- und Afteröffnung und die Ausmündungsstellen der Borstenfollikel und Segmentalorgane¹.

Die Matrix der Cuticula besteht aus einem Cylinderepithel, mit dazwischenliegenden zahlreichen einzelligen Drüsen. Am Kopf und am Schwanz sind die einzelnen Zellen und ihre Kerne länger als am Körper; überall aber nimmt der Kern einen ziemlich großen Raum der Zelle ein; er hat ein gekörnelttes Gepräge und besitzt in der Regel ein oder mehrere Kernkörperchen, die sich durch intensivere Tinktionsfähigkeit leicht erkennen lassen. Eine wohl unterscheidbare Intercellularsubstanz ist hier nicht vorhanden².

Zwischen den Epidermiszellen finden sich zahlreiche einzellige Drüsen von länglich ovaler Form, deren Kern gewöhnlich am Grunde liegt. Meist haben sie einen feinkörnigen oder schleimigen Inhalt, der manchmal als kleiner Pfropf nach außen getreten ist und in unmittelbarer Nähe ihrer Mündungskanälchen liegt. Auf Flachschnitten sind diese Hautdrüsen von rundlich unregelmäßigem Umkreis und stehen, durch ein Band von Epidermiszellen getrennt, auf jedem Segment in zwei Ringen neben einander. Sie gleichen ungefähr denjenigen von *Lumbricus*³ oder noch mehr denen von *Phreoryctes*. Mit letzteren stimmen sie auch in der Art und Weise der Anordnung überein.

Die Borsten.

In vier Reihen stehen die Borsten um den Körper. Sie beginnen im dritten Kopfsegment und lassen sich, immer kleiner werdend, ungefähr bis 4 mm vor den After verfolgen. Hinter den letzten äußerlich sichtbaren bemerkt man indessen bei mikroskopischer Untersuchung im

¹ Betreffs der von LEYDIG vertretenen Meinung, dass Lymphraum und Außenwelt durch einen Kanal in Verbindung ständen, siehe »Gefäßsystem« p. 80.

² v. MOJSISOVICS, Kleine Beiträge zur Kenntnis der Anneliden. I. Die Lumbricidenhypodermis. in: Sitzungsber. der k. Akad. der Wissensch. zu Wien. I. Abth. Juniheft 1877. Separatabdr. p. 4.

³ HORST, Aantekeningen op de Anatomie van *Lumbricus terrestris* L. Utrecht 1876. Tab. I, Fig. 2.

Innern des Thierkörpers noch die Anlagen neuer, und gerade an diesem Ort verfolgt man ihre primäre Bildungsweise am besten ¹.

Die Borsten haben lang S-förmige Gestalt, das innere Ende ist abgerundet, das entgegenstehende hat zwei Häkchen gebildet, von denen das äußere bedeutend kleiner ist als das innere und als Nebenhäkchen bezeichnet werden kann. Es fehlt niemals, mithin sind die Borsten nicht, wie früher angegeben wurde, einspitzig, sondern zweispitzig. Ungefähr um ein Drittel der ganzen Borstenlänge von den Haken entfernt verdickt sich die Hornsubstanz ein wenig, nimmt von da an nach hinten zu aber ganz allmählich ab. Auf diesem Theil bemerkt man bei guter Beleuchtung und starker Vergrößerung eine feine aber deutliche Längsriefelung, und zuweilen will es scheinen als ob auch ein äußerst enger Centralkanal und eine Längsschichtung der chitinenen Borstensubstanz zu entdecken wäre.

Werden von frischen Thieren Quetschpräparate angefertigt, so erhält man häufig isolirte Borsten, deren stumpfem Ende eine kernlose fein körnige Protoplasmakappe aufsitzt.

Für gewöhnlich sind in je einem Follikel zwei, nur sehr selten drei Borsten vorhanden; trifft man vier auf einem Fleck neben einander liegen, so gehören zwei davon stets dem Reserveborstenfollikel an. Sie gelangen eben zur völligen Ausbildung, bevor noch die alten verloren gingen.

Der Borstenbeutel besteht aus einer sehr feinen bindegewebigen Membran mit glatt elliptischen Kernen, deren Substanz granulirt ist. Im Innern des Sackes liegen eine Anzahl Zellen mit großem Nucleus, welche alle zusammen sich an der Borstenbildung betheiligen. Man findet sehr häufig, wenn man vorsichtig einen Theil des Wurmes unter dem Deckglas zerdrückt, dass dieser oder jener aus einem Ersatzfollikel herausgetretenen jungen Borste seitwärts ein oder zwei Zellen fest anhaften (Fig. 34). Auch die Längsschichtung lässt auf eine Abscheidung aus mehreren Zellen schließen, ja sie ist vielleicht kaum ohne Zuhilfenahme dieser Annahme dauernd zu vertheidigen. Bei Weitem deutlicher als bei ausgebildeten Borsten ist die Längsriefelung bei solchen, welche noch in der Bildung begriffen und deren Spitzen eben verhornt sind (Fig. 30).

Auf die Borstenmuskulatur ist bei der Besprechung des Muskelsystems Rücksicht genommen worden; ich verweise desshalb auf den betreffenden Theil dieses Kapitels.

¹ Siehe wachsendes Schwanzende.

Verdauungskanal.

Der Verdauungskanal zerfällt in mehrere gut unterscheidbare Abschnitte. Zwischen dem ersten und zweiten Segment liegt die Mundöffnung als querer Spalt; zu ihm führen von allen Seiten kleine Hautfalten, welche um den Mundwinkel herum am deutlichsten entwickelt sind. Meist findet man hier auch eben solche gelbe gekörnelt Zellen, wie sie in der Nähe der Borstenfollikelmündungen und zuweilen im Innern des Körpers beobachtet werden können.

Der Mund führt in den Schlund, der eine kurze Strecke gerade nach oben steigt, und dann erst nach hinten umbiegt; jener Theil wird zuweilen hervorgestülpt und wieder zurückgezogen, namentlich dann, wenn man einen abgeschnittenen Kopf oder auch einen ganzen Wurm in ein Uhrschälchen mit Wasser thut, dem eine geringe Menge Weingeist zugesetzt worden ist. Man sieht in solchem Fall sehr schön, dass das hervorgestülpte Gewebe über und über mit Flimmerhaaren besetzt ist. Dasjenige Stück des Verdauungskanals, welches ich als den hinteren Theil des Schlundes bezeichne, erstreckt sich vom Ende des aufsteigenden Theiles ungefähr bis zum dritten borstentragenden Segment und zerfällt in einen oberen und unteren Raum (Fig. 23). Beide sind durch zwei Falten, die sich von beiden Seiten her gegen die Mitte hin verschieben, von einander geschieden, ohne dass indess eine wirkliche Trennung zu Stande gebracht ist. Die Zellen des ventralen Schlundraumes sind ungefähr eben so hoch als breit und besitzen einen runden Kern; von ihnen unterscheiden sich scharf die der oberen Schlundabtheilung, da sie langgestreckte Form haben und einen Nucleus von gleicher Gestalt besitzen. Ziemlich allmählich geht dieser Theil des Schlundes in den Kopfdarm über, dessen Wandungen keine kleinen Zellen mit rundem Kern enthalten. Hier ist nur noch die andere Form vertreten, welche von da an bis hinten hin ausschließlich das Darmgewebe bildet. Kopfdarm und ihm folgender Körperdarm unterscheiden sich so von einander, dass der Querschnitt jenes eine mehr runde Form, der des letzteren eine gleichschenkelig dreieckige hat (die Basis des Dreiecks liegt dorsal, Fig. 22). Außerdem aber wird jener von Darmkapillaren nicht umspinnen, während diesen ein dichtes Netz feiner Blutkanälchen umgiebt. Deshalb fehlen dort auch die Leberzellen, die, wie beim »Gefäßsystem« aus einander gesetzt ist, ausschließlich in Verbindung mit diesen vorkommen. Früher glaubte man — schon der Name »Leberzellen« deutet es ja an —, dass sie ein Sekret absondern, welches sich in den Darm ergießt. Diese Ansicht ist eine irrige, die betreffenden großen Zellen mit körnigem gelbgrünen Inhalt und runden am Grunde

liegenden Kern sitzen nicht unmittelbar dem Darm auf, sondern stets nur den Wandungen der Blutkapillaren, welche den Darm umspinnen, oder aber den blind endigenden kontraktile Anhängen des Rückengefäßes, welche mit ihm überhaupt nichts zu thun haben.

Das letzte Stück des Darmes kann als Enddarm bezeichnet werden und wird ausführlicher beim wachsenden Schwanzende besprochen. Auch er ist, gleich wie das Vorderende des Verdauungskanal dicht mit Wimperhaaren besetzt. Der After liegt nicht genau am äußersten Ende und in der Mittellinie des Wurmes, sondern ist ganz wenig nach vorn und oben verschoben.

Das Muskelsystem.

Unmittelbar unter der Matrix der Cuticula liegt als dünner Schlauch die Ringmuskulatur, welche nur durch die Mündungen der Borstensäcke und Segmentalorgane so wie durch den Mund unterbrochen ist. Ungefähr in der Körpermitte erreicht diese kontraktile Schicht ihre stärkste Entwicklung, nach beiden Enden zu, also im Lymphraum und im wachsenden Schwanzende, nimmt sie an Stärke ab. Dort wo der Eingang in den Verdauungskanal den Körper durchsetzt, zieht sich die Ringmuskulatur, fast bis zur Umbiegung des Schlundes nach hinten, an diesem herauf.

Dieser ersten Muskellage folgt nach innen zu die Längsmuskulatur. Sie bildet keinen Schlauch, sondern sieben longitudinale Streifen und zwar drei paarige und einen unpaaren. Durch die »Seitenlinien« wird sie in zwei größere Hälften, eine dorsale und eine ventrale geschieden. Jene enthält die unpaare Muskelplatte, welche als Cardialmuskulatur bezeichnet worden ist; sie erstreckt sich von dem dorsalen Borstenfollikel der einen Seite unter dem Rücken hinweg zu dem der anderen. Unter ihrer Mitte befindet sich das kontraktile Rückengefäß. Von den Enden dieser Schicht bis zu den beiden Seitenlinien liegen die dorsalen, und von den Seitenlinien bis zu den Bauchborstenfollikeln die ventralen Lateralmuskelplatten.

Diesen zwei symmetrischen Schichten folgt bei den Naiden eine unpaare, die sog. Neuralmuskelplatte, welche bei Lumbriculus wegen der unmittelbaren Auflagerung des Bauchmarkes auf die Haut, in zwei seitliche Theile, die Lateroneuralmuskelnzüge, zerfallen ist.

Außer diesen beiden Hauptbewegungsorganen, der Ring- und Längsmuskulatur, welche beim Kriechen und Schwimmen als Antagonisten wirken, sind noch einige Nebenapparate zu erwähnen, die dazu dienen verschiedene Organe in bestimmte Lagen bringen zu können.

Am besten entwickelt ist die Borstenmuskulatur. Es setzt sich

an den Obertheil des Follikels eine ganze Reihe feiner Muskelfäden, die strahlenförmig zum Hautmuskelschlauch ziehen, wo sie ihre zweite Ansatzstelle auf der Ringmuskelschicht haben. Durch eine Kontraktion aller Fäden zu gleicher Zeit wird natürlich ein Herausschieben der Hakenborsten hervorgerufen; durch stärkere Zusammenziehung einzelner Fäden kann ihnen eine bestimmte Richtung gegeben werden, welche der Kontraktionsrichtung entgegengesetzt liegt. Selbstverständlich ist es dieser Muskulatur nicht möglich das herabgezogene Ende des Follikels wieder ins Innere des Körpers hereinzuschaffen. Dazu dient ein anderes System, welches aus einem dünnen Bündel kontraktiler Elemente besteht, die sich vom dorsalen zum ventralen Borstensack erstrecken. Sind nun etwa beide Borstenpaare hervorgeschoben worden und ist der Kontraktionszustand der strahligen Muskeln erschlafft, so genügt eine Zusammenziehung des dorsoventralen Muskels, um jene wieder ins Innere des Körpers hineinzuziehen. Senkrecht von der Mitte dieses Muskels geht ein dünner Ast ab, dessen anderes Ende mit der Seitenlinie in direktem Zusammenhang steht. Sein Zweck ist, die Retraktion der dorsalen und ventralen Borsten unabhängig von einander geschehen zu lassen. Sollen z. B. nicht beide zu gleicher Zeit eingezogen werden, sondern nur die oberen, so kontrahirt sich der senkrechte Ast des Rückziehmuskels und darauf seine obere Hälfte. Die Regulirung der Bewegungen der Borsten wird durch die nervöse Seitenlinie vermittelt.

Ferner sind im Kopf besondere Bewegungsapparate zu finden; die einen dienen dazu, die sich berührenden Schlundwandungen von einander zu entfernen, die anderen vermögen in beschränktem Maße die Stellung des Gehirnes zu verändern. Jene setzen sich rund um den Schlund und gehen theils, wie dies schon LEYDIG abbildet, an die Unterseite des Lymphraumes, theils aber auch zu den hinter dem Munde gelegenen Geweben des Hautmuskelschlauches. Das zweite System von Muskeln besteht aus einem Paar dünner Fäden, die von demjenigen Theil der Ringmuskulatur abtreten, welcher über der Mitte des Gehirns aber noch ein wenig nach hinten zu liegt. Sie ziehen sich medial vor seinem Vorderrand vorbei und dann nach hinten und unten zum Schlunde. Durch ihre Kontraktion wird die obere Hälfte des Schlundringes ein wenig gehoben und nach rückwärts verschoben.

Endlich sind hier noch die Dissepimente zu erwähnen. Es sind dies muskulöse Membranen, welche je zwei auf einander folgende Segmente von einander trennen. Sie spannen sich zwischen Hautmuskelschlauch und Darm aus. Ihr Gewebe ist nicht frei von Lücken, da man leicht beobachten kann, dass Lymphkörperchen durch die Kontraktionen

und Extensionen des Körpers von einem Segment ins andere getrieben werden.

Die Muskelemente gehören dem Typus der glatten Muskelfasern an: sie zeigen keine Spur von Querstreifung, sind lang bandförmig und besitzen einen elliptischen Kern mit feinkörnigem Protoplasma.

Das Nervensystem.

Das Centralnervensystem von Lumbriculus besteht, wie dasjenige aller anderen Anneliden, im Wesentlichen aus dem Schlundring und der Bauchganglienkette, und setzt sich seinen histologischen Bestandtheilen nach aus der Fasersubstanz und den Ganglienzellen zusammen. Der Schlundring hat zur Längsachse des Körpers eine schräge Richtung und erstreckt sich vom oberen und hinteren Theil des Lymphraumes bis zum unteren und vorderen des ersten borstentragenden, also des dritten Kopfsegmentes. Von hier bis zum Alterende des Thieres verläuft der Bauchstrang, welcher an seinem äußersten Ende direkt in die Epidermiszellen übergeht. Eine ganz geringe Anschwellung mitten zwischen je zwei Dissepimenten beweist, dass auch auf ihn sich der segmentale Charakter des Gliederwurmes übertragen hat. — In seinem ganzen Verlauf ist der Bauchnervenfaserstrang mit Ausnahme der oberen Seite von Ganglienzellen umgeben, so dass wir also keine einzige Stelle treffen, wo sie im Querschnitt, wie bei einigen Naiden, fehlen. Auf jener charakteristischen zellenlosen dorsalen Seite der Bauchganglien-kette liegen drei LEYDIG'sche »Primitivnervenfaser« oder besser das »Neurochord«, wie die Gebilde von VEJDOVSKÝ bezeichnet wurden. Ihrer mesodermalen Herkunft wegen¹ spreche ich ihnen die Funktion der eigentlichen Nervenfasern, das Leitungsvermögen von Empfindungen, ab, und betrachte sie als unwesentliche Bestandtheile der Bauchganglien-kette, aber als Analoga der Wirbelthierchorda.

Vom vierten oder fünften Segment an steht der Bauchnervenstrang während seines ganzen weiteren Verlaufes mit dem darunterliegenden Gewebe des Körperschlauches in inniger Verbindung. In den Kopfsegmenten geht nämlich von seiner Unterseite eine schmale Leiste nervöser Natur ab, die ihre Fasern theils in die Muskulatur, theils aber auch in die Epidermis zu den von RATZEL entdeckten »Sinnesorganen« schickt, während in jedem Segment seitlich zwei symmetrische Nervenäste sich abzweigen, welche in die Ring- und Längsmuskulatur treten. In den Körpersegmenten dagegen liegt der Bauchstrang dem Muskelschlauch mit seiner ganzen unteren Fläche an, so dass von ihr aus direkt

¹ Vgl. »Wachsendes Schwanzende« p. 92.

eine Innervirung der Muskulatur und des unter der Ganglienkette gelegenen Epithels statt hat.

Im Schlundring sind die Lagerungsbeziehungen der histologischen Komponenten andere als in der Bauchganglienkette. Die Fasermasse setzt nirgends aus, sondern umgiebt ringförmig den Anfang der Speiseröhre. Während aber bei dem Bauchmark die Ganglien den ventralen und lateralen Seiten aufgelagert sind, sind sie dem Gehirntheil des Schlundringes hingegen dorsal »gleichsam aufgesetzt«. Die dadurch erzeugten Anschwellungen (Gehirnganglien) sind »durch eine schmale Schicht von Ganglienzellen unter einander verbunden«; an der ventralen Fläche fehlen sie ganz. Eben so ist eine kurze Strecke der Kommissuren frei von ihnen, während wieder die seitlichen und unteren Theile des Schlundringes mit ihnen besetzt sind.

Die vom Gehirn ausstrahlenden Nerven sind bis jetzt sehr ungenügend beschrieben worden; man kannte nur ein Paar, während deren sechs vorhanden sind. LEYDIG hat zuerst die in der Mitte der Seiten des Lymphraumes verlaufenden Nervenäste erwähnt, indessen nicht gewusst, dass sie zu einer Anzahl großer Zellen führen¹, welche an seinem äußersten Ende liegen, dort, wo sich nach ihm die (nicht vorhandene) Kommunikationsöffnung zwischen Lymphraum (Kopflappen) und Außenwelt befinden soll. Die erwähnten Nerven sind die stärksten der überhaupt vom Gehirn ausstrahlenden, und da sie zu einem besonders angeordneten Zellhaufen führen, dürfen wir diesen entschieden mit Recht als ein Sinnesorgan unbekannter Funktion ansprechen, weil auch überdies noch, wie ich bei der Besprechung des Gefäßsystems aus einander gesetzt habe, das über ihm liegende Gewebe eigenthümliche Bewegungen ausführt, sich nämlich häufig gruben- oder spaltartig vertieft und längere Zeit in diesem Zustand verweilt.

Unmittelbar unter den »Sinnesnerven«, mit ihnen gemeinsam aus dem Gehirn entspringend, verläuft beiderseits noch ein anderer starker Nerv, der sich bald in zwei Äste theilt. Der eine geht an die Wand des Lymphraumes, der andere untere zur Vorderwand des Schlundes und in die Oberlippen, sich hier in sehr zahlreiche feinste Fäserchen zerlegend. — Etwas hinter dem Ursprung des »Sinnesnerven« theilt sich von ihm noch ein zweiter dünnerer Ast ab, welcher in direkter Verbindung mit der Seitenlinie steht. Diesen von SEMPER bei Nais entdeckten Seitenlinien sind demnach unbedingt nervöse Eigenschaften zuzuschreiben, da auch noch andere kleine Ästchen, welche auch direkt aus dem Gehirn entspringen, sich mit ihnen vereinigen. Endlich haben wir noch

¹ Taf. V, Fig. 25.

zweier Paare von Nerven Erwähnung zu thun, die sich von den Commissuren und den Anfangstheilen der unteren Schlundganglien abzweigen, und von denen das eine Paar zur hinteren Wand des Schlundes und zur Unterlippe, das andere in das hinter dem Mund gelegene Epithel und die Muskulatur tritt.

Was die genaueren histologischen Verhältnisse der ganglionären Elemente des Schlundrings und der Bauchganglienkette anbetrifft, so stimme ich den Angaben RATZEL's vollkommen bei. Ich will mich deshalb darauf beschränken seine Angaben theilweise zu citiren¹: »Die das Gehirn zusammensetzenden Ganglienzellen stimmen in ihrer großen Masse überein mit denen des Bauchmarks, wir wollen solche als kleine Ganglienzellen bezeichnen. Es sind spindelförmige unipolare und bipolare (aber auch multipolare) Zellen, von höchstens 0,04 mm größtem Durchmesser, in denen der Kern eine Ansammlung fettartig glänzender Körnchen darstellt und keinen Kernkörper aufweist, dabei die Hauptmasse der Zelle ausmacht, indem die Hülle meist nur eine schmale Zone darstellt, welche in die Ausläufer übergeht. Diese kleinen Ganglienzellen bilden ausschließlich die Ganglienhaufen des Bauchmarks und zum überwiegenden Theil auch die des Gehirns. Aber in letzteren sind zwischen sie größere Zellen eingebettet, welche ich als große Ganglienzellen unterscheide. Diese Zellen, welche ich stets nur als unipolar oder apolar² nachweisen konnte, haben 0,045—0,025 mm Durchmesser, einen zart körnigen Inhalt, endlich ein Kernkörperchen von starkem Lichtbrechungsvermögen und nicht über 0,0015 mm Durchmesser.« Dieselben großen Zellen kann man auch noch in den seitlichen und ventralen Theilen der unteren Ganglienanschwellungen des Schlundrings beobachten. Dagegen habe ich die nach RATZEL in der Fasersubstanz vorhandenen »blassen glatten Cylinder mit einem zu elliptischer Form angeschwollenen Ende, oder einer eben so geformten Anschwellung in der Continuität des Cylinders« nicht bemerkt.

Was ferner die von jenem Forscher entdeckten Sinnesorgane an der Bauchseite des Thieres unterhalb des Bauchnervenstranges anbelangt, so schließe ich mich seinen betreffenden Ausführungen unbedingt an und verweise einfach auf das diesbezügliche Kapitel³. — Im Querdurchschnitt

¹ RATZEL, Beiträge zur anatomischen und systematischen Kenntnis der Oligochaeten. in: Diese Zeitschr. Bd. XVIII. p. 576.

² Hier gehen unsere Meinungen aus einander, da ich keine apolaren, wohl aber bipolare »große Zellen« gefunden habe.

³ l. c. p. 570 und 571. Wenn Verf. sagt: »Am Vorderrande des zweiten Segmentes theilt sich nämlich das Bauchmark in die beiden Äste des Schlundrings,« so sollte es richtiger heißen: am Vorderrande des dritten Kopfsegmentes etc.

haben die Bauchsinnesorgane ein glänzend helles Aussehen und meist mehreckige Form (Taf. V, Fig. 29).

Blutgefäßsystem.

Parallel mit der Längsachse des Thieres und zwar in der dorsoventralen Ebene liegen drei Blutgefäßstämme¹, von denen zwei auf den ersten Blick bemerkt werden können; nämlich das Rückengefäß, zwischen der dorsalen Muskulatur und dem Darm gelegen, und das Bauchgefäß, welches sich unmittelbar über der Bauchganglienkette hinzieht. Der dritte Blutkanal ist äußerst schwierig zu erkennen, am besten auf Querschnittserien oder bei hellem auffallenden Licht²; er verläuft an der ventralen Seite des Darmes. Das Rückengefäß ist in seiner ganzen Länge, vom Schwanz bis in den Kopf hinein kontraktil; die in regelmäßigen Intervallen wiederkehrenden Blutwellen laufen von hinten nach vorn. Das Bauch- und das Darmgefäß zeigen keine Dilatationen und Kontraktionen. Die zwei Hauptstämme kommunizieren im »Kopf« durch ein reiches individuell variirendes Geflecht von »Darmschlingen«, wie es RATZEL³ sehr schön abgebildet hat, während im äußersten Schwanzende ein weiter den Darm umgebender Blutsinus die Verbindung herstellt. Dann hat aber auch noch jedes einzelne Körpersegment eine besondere Kommunikation. Sie liegt in seinem hinteren Theil und wurde zuerst von CLAPARÈDE als Darmschlinge (Anse intestinale) bezeichnet. Gut kenntlich sind diese Verbindungskanäle in den 15 bis 25 vorderen Ringeln, wenschon man sich durch die geeigneten Mittel auch noch im Schwanz von ihrem Vorhandensein überzeugen kann; am besten aber gelangen sie zur Beobachtung in denjenigen Segmenten, welche dem Kopf unmittelbar folgen. Sie umgeben hier nicht einfach halbkreisförmig jederseits den Darm, sondern legen sich, da sie länger sind als sein halber Umfang, wellig oder schlingenförmig um ihn herum und sind durch feine Muskelfäden an die nächsten Dissepimente angeheftet. Hier und da trifft man auch wohl noch eine Verästelung. Außer diesem Ringgefäß findet sich noch in jedem Körperabschnitt (die Kopfsegmente sind demnach ausgenommen) die sog. Eingeweideschlinge (Anse periviscerale) mit ihren blindsackförmigen Anhängen. Sie ist ein

¹ Taf. V, Fig. 27 a, b, c.

² Für etwaige Nachuntersuchungen will ich bemerken, dass es empfehlenswerth ist, auffallendes Licht anzuwenden, da nur so einige Details bezüglich des Gefäßsystems erkannt werden können, auch thut man gut, möglichst durchscheinende Thiere, am besten vollkommen regenerirte, zu nehmen.

³ RATZEL, Beiträge zur anatomischen und systematischen Kenntniss der Anneliden. in: Diese Zeitschr. Bd. XVIII. Taf. XLII, Fig. 14.

reich verzweigter, an den Enden geschlossener, von unten nach oben kontraktiler Anhang des Rückengefäßes, der in keinem Zusammenhang mit dem Bauchgefäß steht. Auch die Eingeweideschlingen mit ihren Blindsäcken sind wieder in den vorderen Körpersegmenten am besten entwickelt und am wenigsten in dem äußersten Schwanzende. Sie treten hier als kleine Ausstülpungen des Rückengefäßes auf und sind nur sehr spärlich mit Blindsäcken besetzt, die aber je weiter nach vorn um so zahlreicher werden.

Eingeweideschlingen und Darmschlingen unterscheiden sich principiell durch die Art und Weise der Kontraktion von einander: Während bei den ersteren die Kontraktionswelle sehr schnell vom Bauch zum Rücken geht, verläuft sie bei den letzteren in umgekehrter dorso-ventraler Richtung.

Die Anzahl der Segmente, welche vor denjenigen mit den blind endigenden kontraktilen Anhängen des Rückengefäßes liegt, ist eine schwankende; in normalen Fällen sind es acht borstentragende und die zwei borstenlosen Mundsegmente; diese zehn bezeichnen wir aus Gründen, wie ich sie früher aus einander setzte¹, als Kopf.

Beim Durchmustern der Querschnittserien ist es auffallend, dass man nicht ein einziges Präparat findet, in welchem man nicht einen scheinbar ununterbrochenen Ringkanal findet. Er umschließt eng den Darm und liegt noch unterhalb der Leberzellen, ist also dicht von ihnen besetzt. Aus Längsschnitten, welche am besten von Stücken des Wurmkörpers angefertigt werden, erkennt man den wahren Sachverhalt, da in solchen Stücken die Blutflüssigkeit an den Enden sich staut und die Gefäße prall anfüllt. Hat nun ein Schnitt gerade einen derartigen Theil der Darmwandung getroffen, so sieht man dicht neben einander liegende mannigfach sich kreuzende Gefäßkapillaren. Sie umgeben unmittelbar und in der Weise den Darm, dass ein engmaschiges Netz entsteht, dessen Hauptstamm, das Darmgefäß, einerseits durch einen, ab und zu auch durch zwei feine Blutkanäle mit dem Bauchgefäß in Verbindung steht, und andererseits vermittels der Darmkapillaren mit der Rückenarterie communicirt. Figur 27, Taf. V giebt ein Schema vom Blutverlauf in einem mittleren Körpersegment des Lumbriculus und die Richtung seiner Kontraktionswellen.

Über die histologischen Verhältnisse der blutführenden Kanäle lässt sich, da die Gefäßwandungen außerordentlich zart sind, sehr wenig sagen. Ich kann im Wesentlichen nur das wiederholen, was bereits

¹ BÜLOW, Über Theilungs- und Regenerationsvorgänge bei Würmern. in: Archiv f. Naturgesch. 49. Jahrg. Heft 4.

LEYDIG¹ erkannt hat. Das Rückengefäß, seine kontraktile blind endigenden Anhänge und die Darmschlingen bestehen aus zwei verschiedenen Schichten: der inneren Muscularis und der äußeren Tunica adventitia mit ihren ziemlich zahlreichen länglich ovalen Kernen von granulirtem Aussehen. Die Muscularis erscheint homogen. Deutlicher heben sich beide Schichten nur dort von einander ab, wo jeweilig ein Kern liegt. Darüber, ob auch die Wandung des Bauchgefäßes aus zwei Lagen besteht, könnte man zweifelhaft sein, jedenfalls ist die Schicht mit den eingelagerten Kernen, also die Adventitia, vorhanden. Die Muscularis scheint zu fehlen, was auch mit der Nichtkontraktilität des Bauchstammes in Einklang stehen würde.

Mit Ausnahme des Bauchstammes, des Kopftheiles des Rückengefäßes und der freiliegenden Darmschlingen sind alle sonstigen Theile der blutführenden Kanäle dicht mit den großen Leberzellen oder Chloragogenzellen² besetzt.

Wenn wir diese Resultate mit den Angaben derjenigen Forscher vergleichen, welche zuletzt dieselbe Wurmspecies auf ihr Gefäßsystem hin untersucht haben, so werden sich einige nicht unwesentliche Unterschiede ergeben³.

Nach CLAPARÈDE⁴ ist ein dorsaler und ein ventraler Gefäßstamm vorhanden, die in jedem Segment durch ein Paar Gefäßschlingen verbunden sind, wovon die eine, die Darmschlinge (Anse intestinale), im hinteren Theile des Segmentes den Darm eng umschließt, und nur in den vorderen Segmenten fehlt, während die andere, die Eingeweideschlinge (Anse periviscerale), den Darm weniger eng umschließt und in allen Segmenten ohne Ausnahme vorkommt. Sie soll der hauptsächlichste Träger der blinden Gefäßanhänge sein, die Darmschlinge dagegen besitzt nur wenige blinde Anhänge. Diese theilweise unrichtige Beschreibung wurde von FRITZ RATZTEL⁵ einer Revision unterzogen und seine Untersuchungsergebnisse von ihm kurz so zusammengefasst: »In allen Segmenten kommt eine Verbindung des Rückengefäßes mit dem Bauchgefäße durch eine kontraktile Gefäßschlinge zu Stande, welche in den zwölf vorderen Segmenten reich verästelt, in den weiter hinten gelegenen aber einfach ist. Außerdem tritt vom fünfzehnten Segment an

¹ LEYDIG, Histologie, p. 436 und LEYDIG, Vom Bau des thierischen Körpers. p. 33 Anm.

² Taf. V, Fig. 22.

³ Es sei nochmals darauf aufmerksam gemacht, dass mir nur ungeschlechtliche Thiere zur Verfügung standen.

⁴ CLAPARÈDE, Recherches anatomiques sur les Oligochaetes. Genève et Paris 1862.

⁵ RATZTEL, Beiträge zur anatomischen und systematischen Kenntniss der Oligochaeten. in: Diese Zeitschr. Bd. XVIII. p. 531—533.

ein Anhang des Rückengefäßes paarig in jedem Segment hinzu, welcher blind endet, sich stark verästelt, sehr kontraktile ist; und auf welchem der Drüsenbeleg des Darmes sich fortsetzt; auch das Rückengefäß trägt diesen Beleg außer in den acht vorderen Segmenten, das Bauchgefäß aber und die Darmschlingen der 25 vorderen Segmente sind frei von ihm. Das Blut von *Lumbriculus variegatus* ist intensiv roth.« Diese Beschreibung stimmt schon bedeutend besser mit der von mir gegebenen überein. Den Unterschied vor Allem, dass RATZEL auch vom achten bis zum fünfzehnten Segment keine kontraktilen Anhänge des Rückengefäßes (*Anses periviscerales*) fand, glaube ich mit Recht darauf zurückführen zu dürfen, dass ihm zur Untersuchung geschlechtsreife Thiere vorgelegen haben. Übersehen sind von ihm das Darmgefäß, die Verbindungskanäle zwischen diesem und dem Bauchgefäß und die den Darm umspinnenden »Darmkapillaren«.

Zu der in eben beschriebenem Gefäßsystem cirkulirenden rothen Ernährungsflüssigkeit, dem »Blut«, kommt noch eine zweite hinzu, welche keine bestimmte Bahnen besitzt, farblos ist und indem sie die Leibeshöhle erfüllt, alle Organe umspült. Da sich in den Dissepimenten Lücken befinden, so kann sowohl die »Lympe« als auch ihre solideren Bestandtheile, die Lymphkörperchen, durch Muskelkontraktionen leicht von einem Ende des Körpers zum anderen befördert werden. Diese Flüssigkeit nun soll nach der Angabe LEYDIG'S¹ durch einen an der Spitze des ersten Kopfsegmentes gelegenen verschließbaren Porus mit dem umgebenden Medium in direkte Verbindung gebracht werden können. Eine ganz ähnliche Öffnung fand er bei *Enchytraeus galba* und *E. latus*. Letztere Beobachtung wurde von VEJDOVSKÝ² modificirt, indem er an giebt, dass der Porus in der Intersegmentalfurche des Kopf- und Mundlappens gelegen ist. Die von jenem Forscher beigefügte Zeichnung des Kopfendes von *Lumbriculus variegatus* zeigt, dass über dem Cylinder-epithel des »Lymphraumes« sich kontinuierlich die mit feinen »Sinneshärrchen« besetzte Cuticula hinzieht. Ganz am Vorderende deutet eine besondere Schattirung eine Grube an, bis zu welcher der das Gewebe durchsetzende Kanal sich erstreckt.

Meine Beobachtungen bezüglich dieses Punktes widersprechen nun direkt den Angaben und der Zeichnung jenes Forschers. Voraussenden will ich, dass ich früher gleichfalls von der Richtigkeit jener Behauptung überzeugt war, bis mich Serienschritte und nochmalige wiederholte

¹ LEYDIG, Vom Bau des thierischen Körpers. Erster Band. Tübingen 1864. p. 171 und 174. Tafeln zur vergl. Anat. 1864, Taf. IV, Fig. 6.

² VEJDOVSKÝ, Beiträge zur vergleichenden Morphologie der Anneliden. I. Enchytraeiden. Mit 14 Tafeln. Prag 1879.

genaueste Untersuchung des lebenden und getödteten Kopfes den wahren Sachverhalt kennen lehrten: Eine verschließbare Öffnung, die den Lymphraum von *Lumbriculus variegatus* mit der Außenwelt in direkte Verbindung setzen soll, existirt nicht¹.

Untersucht man frisch abgeschnittene lebende Köpfe in Wasser, so bemerkt man leicht, dass ihr vorderstes Ende oft für mehrere Minuten grubenförmig eingezogen wird, wodurch man leicht zu der Ansicht kommen kann, dass hier ein Spalt sich befindet, der Lymphraum und Außenwelt verbindet. Indessen sieht man bald, wie die Vertiefung allmählich ausgeglichen wird und der normale Zustand sich wieder herstellt. Je matter das Kopfstück wird, um so seltener tritt sie auf. Wäre wirklich ein Kommunikationskanal vorhanden, so müsste doch, wenigstens dann, wenn sein Lumen nicht geschlossen erscheint, entweder die Cuticula sich eine Strecke weit in ihn hinein fortsetzen, oder an seinem oberen Rande aufhören. Ein derartiges Bild erhält man indessen niemals, stets zeigt sie sich als ununterbrochenes Häutchen. — Wirft man einen abgeschnittenen Kopf in dünne Chromsäurelösung und legt ihn dann in Glycerin, so hebt sich die Cuticula ganz gleichförmig von ihrer darunter gelegenen Matrix ab und bildet einen Sack. Auch dann bemerkt man mit dem besten Willen keinen Spalt oder ein cuticulares Röhrchen in den Raum führen, welcher zwischen dem abgehobenen Häutchen und dem Kopfe des Wurmes sich befindet.

Bis jetzt ist das Hauptgewicht für den Beweis, dass wirklich die »verschließbare Öffnung« fehlt, auf den Mangel einer solchen in der Cuticula gelegt und auf die Epidermis noch keine Rücksicht genommen worden und zwar aus dem Grunde, weil sie zu dick ist, um aus optischen Durchschnitten Folgerungen ziehen zu können. Die Querschnittserien, welche ich anfertigte, um das Vorhandensein oder Fehlen des Spaltes zu konstatiren, waren $\frac{1}{150}$ — $\frac{1}{200}$ mm, die Längsschnittserien $\frac{1}{100}$ — $\frac{1}{133}$ mm dick. Auch sie lieferten das schon erwähnte Resultat: nämlich das Fehlen der betreffenden von LEYDIG beschriebenen Öffnung. Dahingegen zeigte es sich, dass unter dieser Stelle ein unzweifelhaftes Sinnesorgan sich befindet, zu dem zwei starke Nervenäste treten (vgl. Taf. V, Fig. 25 und 26 und meine Angaben über das Nervensystem von *Lumbriculus* p. 75).

Bevor ich zur Schilderung der interessanten Entwicklungsvorgänge der verschiedenen Organe im wachsenden Schwanzende schreite, will ich einige kurze Bemerkungen vorausschicken.

¹ Ob sie wirklich bei *Enchytraeus latus* und *Enchytraeus galba* vorhanden ist, bedarf einer erneuerten Untersuchung.

Gerade im Afterende liegen die Zellkerne ungemein dicht neben einander gedrängt, wesshalb von vorn herein anzunehmen war, dass die einzelnen Vorgänge, welche sich hier abspielen, schwer zu entwirren sein würden oder falsch gedeutet werden könnten, wenn es nicht gelänge lückenlose Serien recht dünner Schnitte herzustellen. Die Erfahrung zeigte, dass die einzelnen Schnitte durchaus nicht dicker als $\frac{1}{133}$ mm sein durften, wollte man klar und unzweifelhaft die meisten der unten beschriebenen Thatsachen sehen. Alle Fragen über den Bildungsmodus dieser und jener Organe konnten aber auch mit Hilfe solcher Präparate noch nicht entschieden werden, und erst dann wurden die letzten Zweifel gehoben, als es mir gelang vollkommene Schnittserien von $\frac{1}{200}$ mm Dicke herzustellen. Alle Figuren wurden einer und derselben derartigen Serie entnommen. Andere Präparate sind gleich gut ausgefallen und lieferten genau dieselben Bilder, so dass durch sie diejenigen Resultate vollkommen bestätigt wurden, welche ich schon durch die erste gute hier abgebildete Serie gewann (Fig. 4—24, Taf. V).

Zu welchen Täuschungen dickere Schnitte veranlassen können, ersieht man daraus, dass ich eine Zeit lang überzeugt zu sein glaubte, dass aus dem Mesoderm¹ Elemente zum centralen Theil des Bauchnervenstranges hinzukommen, um die sog. Spinalganglien bilden zu helfen, wie dies SEMPER für die Naiden angiebt. Erst die besagten dünneren Präparate brachten mich für immer von meiner irrthümlichen Ansicht ab; um es schon im Voraus zu sagen: Aus dem Mesoderm werden keine Zellen zur Bildung irgend welcher Theile des Bauchnervenstranges verwendet; er ist durchaus ektodermalen Ursprunges.

In seiner Arbeit über »die Verwandtschaftsbeziehungen der gegliederten Thiere« stellt SEMPER² p. 458 folgenden Satz auf: »Ich ging von der Hypothese aus, welche Grundlage unserer modernen morphologischen Untersuchungen ist: dass kein Glied eines Thierkörpers auf zweierlei typisch verschiedene Weise innerhalb homologer Gruppen entstehen könne. — — — Giebt man dies zu, so muss man auch annehmen, dass (z. B.) das dorsale Schlundganglion einer Nais, welche durch Knospung entstanden ist, nicht ventral gebildet werden könne,

¹ Wenn ich auch im Folgenden die Worte: Ekto-, Ento- und Mesoderm oder äußeres, inneres und mittleres Keimblatt gebrauche, so geschieht es um nicht fortwährend die viel längere aber richtigere Bezeichnung: äußere, innere, mittlere dynamisch den embryonalen Keimblättern gleichwerthige Schicht des wachsenden Schwanzendes anzuwenden.

² SEMPER, Verwandtschaftsbeziehungen der gegliederten Thiere. III. Strobilation und Segmentation. Ein Versuch zur Feststellung specieller Homologien zwischen Vertebraten, Anneliden und Arthropoden. in: Arbeiten aus dem zool. Institut zu Würzburg. Bd. III.

wenn es im Embryo dorsal aufräte, oder überhaupt, dass es auch bei der Knospung in ähnlicher Weise entstehen müsse wie im Embryo.« Ferner heißt es ebenda p. 180, »dass die Bildungsweise des Bauchmarkes am (wachsenden) freien Afterende der geschlechtslosen Naiden übereinstimmen müsse mit derjenigen desselben Organes im Embryo auch der übrigen Oligochaeten.«

Was SEMPER hier bezüglich des Nervensystems sagt, kann man unzweifelhaft auch auf die übrigen Organe übertragen, und da ferner die Knospung der Anneliden nichts Anderes ist, als ein besonderer Fall von Regeneration, so will ich seine Hypothese diesbezüglich verallgemeinern und kurz so zusammenfassen: Die histologischen Vorgänge bei der Bildung der einzelnen Organe im wachsenden Schwanzende und in sich regenerirenden Theilen des Annelidenkörpers sind denjenigen gleich, welche bei seinem Aufbau im Embryo stattfinden. — In wie fern sie sich auch auf andere Thiergruppen ausdehnen lässt, mag einstweilen dahin gestellt bleiben¹.

Bezüglich der Naiden kam dann SEMPER zu folgenden Untersuchungsergebnissen:

1) »Dass in dem auswachsenden Afterende einer Nais der centrale Theil des Nervensystems durch eine ungegliederte Ektodermverdickung entsteht; und

2) dass die beiden seitlichen Ganglien aus den medialen Theilen der Mesodermplatten erst dann entstehen, wenn die Bildung der Ursegmente schon vollendet ist, und dass sie als ursprünglich und typisch segmentirte Ganglien erst sekundär mit dem centralen verwachsen.«

Etwas weiter unten sagt er ferner:

1) »Es bildet sich eben vor dem After auf der neuralen Seite durch Wucherung aus dem ursprünglich einfachen Ektoderm eine Achsenplatte;

2) diese Achsenplatte zerfällt dann in zwei Mesodermplatten, welche von einem axialen Zellstrang getrennt werden, der, über dem Darm liegend, der Chorda der Wirbelthiere zu vergleichen ist;

3) dieser Chordazellenstrang ist kontinuierlich durch alle Schnitte zu verfolgen, welche noch embryonalen Charakter tragen, und er liegt hart unter den beiden Nervensträngen des centralen Nervensystems;

4) die Muskelblätter wachsen gleichzeitig von zwei der Achse des

¹ Für die Molche giebt GÖRTE in seiner Arbeit: Über Entwicklung und Regeneration des Gliedmaßenskelettes der Molche, als allgemeines Resultat dieser Untersuchungen p. 15 an, »dass die Skelettbildung bei der Regeneration im Wesentlichen eben so verläuft wie bei der primären Entwicklung und daher als eine Wiederholung der letzteren bezeichnet werden kann.«

Körpers entsprechenden Linien aus neural- und cardialwärts, genau wie bei den Wirbelthieren: es wird somit

5) durch diese Vorgänge eine Achse im Annelidenkörper bezeichnet, von welcher nach unten hin sich das animale, nach oben hin das vegetative Rohr schließt.

Es ist endlich

6) sehr wahrscheinlich — obgleich ich es bis jetzt noch nicht außer Zweifel feststellen konnte — dass das gesammte Mesoderm, mit Einschluss der Faserplatte, aus dem Ektoderm her stammt.«

Diese Ergebnisse habe ich wörtlich voraufgestellt, um sie zum Schluss genauer mit denjenigen meiner Untersuchungen über das wachsende Schwanzende von *Lumbriculus variegatus* vergleichen und die eventuellen Differenzen zwischen Naiden und jenem Wurm erörtern zu können.

Die drei ersten Schnitte, welche durch das normale Afterende geführt wurden, lieferten nur Bilder von quer durchschnittenen langgestreckten Zellen, der vierte halbmondförmige dagegen hatte schon eine Stelle getroffen, welche zwei verschiedene Zellschichten aufweist. Am auffallendsten ist die ventrale mit langen eng an einander liegenden Kernen, in welchen sich meist ein Kernkörperchen erkennen lässt. Sie ist dem embryonalen Ektoderm homolog. In der Übergangsstelle dieser konvexen Schicht zur dorsalen konkaven nehmen die Kerne mehr und mehr runde Gestalt an, bis sie in dieser selbst ungefähr kreisrund geworden sind. Auch in ihnen bemerkt man deutlich ein Kernkörperchen. Diese Schicht entspricht dem embryonalen Entoderm. Zwischen beiden Zelllagen befindet sich ein schmaler kernloser Zwischenraum, von dem äußeres und inneres Keimblatt durch ziemlich scharf ausgeprägte Linien abgegrenzt sind. Dort, wo die Ektoderm- und Entodermgrenzlinien in einander übergehen sollen, verwischen sie. Dies Präparat¹ kann man seiner Form und den vorhandenen Keimblättern nach mit der zweischichtigen *Gastrula* vergleichen.

In dem nächstfolgenden Schnitt kommt eine dritte zwischen Ekto- und Entoderm befindliche Lage hinzu, welche wir als Mesoderm bezeichnen wollen, da sie dasjenige Gewebe und die Organe liefert, welche aus dem mittleren Blatt bei der embryonalen Entwicklung hervorgehen.

Während nun SEMPER das Mesoderm »als höchst wahrscheinlich« einzig und allein aus dem Ektoderm entstehen lässt, ist in dem vorliegenden Fall seine Bildung² eine wesentlich andere. Die zwei betreffenden Schnitte zeigen nämlich die Ekto- und Entodermgrenzen gegen

¹ Taf. V, Fig. 4.

² Taf. V, Fig. 2 und 3.

das Mesoderm zu außerordentlich scharf, während sie an den Übergangsstellen jener beiden Blätter vollkommen verwischt sind, also nicht mit einander in Verbindung stehen. An dieser Stelle nun sieht man sehr deutlich die Mesodermzellen mit den benachbarten Ektoentodermzellen¹ in direktem Zusammenhang stehen, wesshalb man wohl, ohne auf Widerspruch zu stoßen, schließen kann, dass im vorliegenden Fall das mittlere Keimblatt seinen Ursprung nimmt durch Einwucherung von Zellen aus der Übergangsstelle des äußeren und inneren. Es ist somit weder ein rein ekto- noch ein rein entodermaler Abkömmling; denn daraus, dass die Zellen des Mesoderms denjenigen des Entoderms äußerst ähnlich sehen, wird man wohl kaum schließen wollen, sie seien desshalb auch ausschließlich Derivate des Hypoblasts. Einzelne in der Mitte und nahe der äußeren Keimschicht gelegene Kerne des Mesoderms enthalten Nucleoli, welche sich von den übrigen durch ihre etwas beträchtlichere Größe und stärkere Inhibitionsfähigkeit auszeichnen; es sind dies die sogenannten »Chordazellen« SEMPER'S². Das Entoderm trägt in seiner ganzen Ausdehnung lange Flimmerhaare. Diese beiden soeben beschriebenen Schnitte gleichen der dreischichtigen Gastrula.

Im nächsten, dem siebenten Schnitt³, ist die Becherform noch deutlicher ausgeprägt, das Lumen hat sich vertieft, die beiden Umbiegungstellen sind einander näher gerückt, und die Entodermgrenze hat gegen das Mesoderm zu ein gezähneltes Aussehen angenommen. Letztere Eigenthümlichkeit bildet sich in den nächsten Schnitten immer mehr aus. — Im achten⁴ tritt eine neue Erscheinung auf, die allerdings schon undeutlich in den vorausgehenden zu bemerken war, hier aber erst unzweifelhaft kenntlich wird: nämlich eine Sonderung des oberflächlichen Protoplasmas der flimmernden Entodermzellen in dunkle und helle Linien. Einer jeden derartigen Zone entspricht äußerlich ein Wimperhaar. So viele Wimpern also eine Zelle trägt, so viele Differentiationen zeigt das oberflächliche Protoplasma der betreffenden Zelle. In dem Ektoderm treten aus dem ziemlich regelmäßigen Halbring neben einander gelagerter Kerne einige dieser heraus und kennzeichnen schon jetzt den Ort, von welchem aus später Organe ihre Entstehung nehmen. — In dem elften Schnitt⁵ berühren sich die beiderseitigen Übergangsstellen des äußeren und inneren Keimblattes (die Ränder der Gastrula), oder genauer ausgedrückt, die äußersten Enden der inneren Schicht fast gegenseitig.

¹ So will ich diejenigen Zellen nennen, welche man weder zum Ekto- noch zum Entoderm rechnen kann.

² Dieselben Gebilde fand ich auch im wachsenden Schwanzende von *Tubifex rivulorum*.

³ Taf. V, Fig. 4.

⁴ Taf. V, Fig. 5.

⁵ Taf. V, Fig. 6.

Die Trennung beider Blätter wird dadurch vorbereitet, dass die Ektodermzellen fast völlig verschwinden und diese Stelle eine geringere Dicke annimmt. Im Mesoderm sind einige sehr große »Chordazellen« aufgetreten, welche ventral ungefähr in der Mittellinie des Schnittes liegen. Ihre Kernkörper, deren meist einer oder zwei vorhanden sind, haben eine bedeutendere Größe als die der übrigen Kerne und sind durch die betreffende Tinktionsflüssigkeit intensiv dunkel gefärbt. In einer, in der Figur rechts gelegenen Zelle hat sich der Nucleus in viele kleine Strichelchen aufgelöst, wahrscheinlich ein Vorgang, dem die Theilung der Zelle gefolgt wäre. Im Ektoderm haben sich aus der Reihe der Kerne des Cylinderepithels noch deutlicher als im achten Schnitt einzelne gegen das Mesoderm zu herausgehoben und bereits seit dem sechsten ist eine deutlich erkennbare Cuticula ausgeschieden; sie lässt sich ungefähr bis zum Übergang des Ektoderms ins Entoderm verfolgen.

Der zwölfte Schnitt¹ ist gegenüber den unmittelbar vorhergehenden sehr bemerkenswerth. Es hat sich nämlich Ektoderm und Entoderm jederseits von einander getrennt, sich dafür aber mit den entgegenstehenden Enden der entsprechenden Schicht zu zwei concentrischen Ringen verbunden, zwischen welchen das Mesoderm liegt. Im äußeren Keimblatt kennzeichnet eine tiefe Furche, die Analrinne, welche sich, immer seichter werdend, noch bis zum zweiundzwanzigsten Schnitt verfolgen lässt, die frühere Trennung der Gastrularänder. Im Entoderm ist eine derartige Stelle nicht zu bemerken; der Schluss zum Darm ist vor sich gegangen, ohne dass man die Verschmelzungsstelle erkennt; sein Lumen ist von Wimperhaaren erfüllt. Die Kerne des Mesoderms gehen nicht ganz von einer Seite zur andern, sondern lassen unterhalb der Analrinne dorsal vom Entoderm einen größeren Zwischenraum zwischen sich. Rechts und links von der ventralen Mittellinie bemerkt man deutlich im äußeren Keimblatt, ein klein wenig unter der Grenze zum mittleren, je einen geringen Fleck, der sich durch sein granulirtes Aussehen von dem übrigen Gewebe des Ektoderms unterscheidet. Es sind dies die ektodermalen paarigen Anlagen der Fasersubstanz des Bauchnervenstranges.

Die folgende Figur² unterscheidet sich im Wesentlichen von der vorhergehenden dadurch, dass sich nun auch das Mesoderm über den Darm hinweg von einer Seite zur andern zieht, ventralwärts aber ist es immer noch durch eine oder mehrere »Chordazellen« unterbrochen. Eben so verhält es sich mit Schnitt 17; außerdem aber beginnt hier das Mesoderm bereits die ersten Anfänge der Längsmuskelplatten zu

¹ Taf. V, Fig. 7:² Taf. V, Fig. 8.

bilden, die sich, von der Nervenfaseranlage beginnend, ungefähr ein Drittel des Halbkreisumfangs nach oben hin erstrecken. Diese primären Muskeln sind der SEMPER'schen Neuralmuskelplatte plus ventraler Seitenmuskelplatte gleichzusetzen¹.

Bis zum zweiundzwanzigsten Schnitt², also ungefähr bis $1/10$ mm vom äußersten Ende entfernt, ändert sich mit Ausnahme der mehr und mehr verstreichenden Afterrinne im Wesentlichen nichts im Aussehen der Präparate, dann aber kommt zu der ersten Längsmuskelanlage noch eine zweite hinzu, die ebenfalls dem Ektoderm eng anliegt und von jener nur durch einen kleinen Zwischenraum getrennt ist; sie entspricht der dorsalen Seitenmuskel- und der Cardialmuskelplatte der Naiden³. Die paarigen Fasersubstanzflecken sind bedeutend kenntlicher geworden und aus dem regelmäßigen Kernring des Ektoderms heben sich immer mehr Nuclei gegen die Mesodermgrenze zu heraus. Zwischen den Ektodermzellen der Rückenseite einerseits und denen der Bauch- und Lateralseite andererseits existirt in so fern ein Unterschied, als die Kerne jener eine rundlichere und die ganzen Zellen eine weniger schlanke Form haben als diese, wodurch also eine verschiedene Dicke der dorsalen und ventralen Seite des Ektoderms bedingt wird.

Die hauptsächlichsten Veränderungen bis zum 34. Schnitt⁴ gehen nun im äußeren Keimblatt vor sich und zwar in dem Theil, welcher unterhalb jener Linie liegt, die man sich durch die oberen Entodermzellen gezogen denken kann. Außer den länglichen Kernen des späteren Epithels liegt hier noch eine Anzahl großer runder, welche theils zu den die Fasersubstanz des Bauchnervenstranges umgebenden Ganglienzellen und den »Spinalganglien« werden, theils aber auch, wie wir aus weiter von vorn abgebildeten Schnitten ersehen werden, in das Mesoderm einwuchern und die Borsten und Seitenlinien bilden, deren Bildungselemente demnach ektodermalen Ursprungs sind, und nicht dem Mesoderm, wie es scheinen könnte, ihre Entstehung verdanken. Der einundvierzigste Schnitt zeigt im mittleren Keimblatt⁵ nun auch wieder wesentliche Differenzirungen. Während bis dahin oder bis kurz vor ihm meistens noch »Chordazellen« auftraten, fehlen sie von hier an, trotz des embryonalen Aussehens des Präparates doch vollständig; an ihrer Stelle bildet sich zwischen den Zellen eine Lücke, um welche die Kerne sich sonst kreisförmig lagern; es ist dies die Anlage des späteren Bauchgefäßes. Die seitlichen Zellen des mittleren Keimblattes haben sich

¹ l. c. Taf. V, Fig. 44: $nm + m + lm$ (ventral).

² Taf. V, Fig. 9.

³ l. c. Taf. V, Fig. 44: lm (dorsal) + cm .

⁴ Taf. V, Fig. 40. ⁵ Taf. V, Fig. 44.

bedeutend vermehrt, dafür sich aber von dem dorsalen Theil des Mesoderms stark zurückgezogen. Auf diese Weise ist es zur Ausbildung zweier rechts und links von der senkrechten Mittelebene gelegenen Mesodermkeimstreifen gekommen. Der obere nur von wenig Zellen eingenommene Raum ist theilweise mit Blutflüssigkeit erfüllt; aus diesen vereinzelt Elementen bildet sich das kontraktile Rückengefäß. Die Hauptblutkanäle sind somit rein mesodermalen Ursprungs, dergleichen übrigens auch die »Eingeweideschlingen« und die sonstigen blutführenden Gefäße. Der innere Theil des Entoderms hat ein eigenthümliches Aussehen angenommen: er ist blasig oder netzförmig gestaltet, während sein äußerer gegen das Darmlumen gekehrter solide ist und noch immer an seinem Rande die Differentiation in helle und dunkle Streifen zeigt, wenschon hier die Wimperhaare nicht mehr so reichlich wie früher vorhanden, sondern schon theilweise zu Grunde gegangen sind. Die der Mesodermgrenze des Ektoderms nahe gelegenen großen runden Kerne haben sich — namentlich deutlich auf der linken Seite des Schnitts — in einzelne Gruppen zerlegt; die obere entspricht der dorsalen, die untere nur aus zwei Kernen bestehende, dem ventralen Borstenpaar, und die mittlere der Seitenlinie. Rechts, links und nach unten zu von der Nervenfasernanlage liegen die Ganglienzellgruppen und wieder unter diesen zieht sich die ventrale Kernreihe der Matrix der Cuticula oder des Bauchepithels fort. Eine Grenzlinie zwischen diesen und dem in der Entstehung begriffenen Bauchnervenstrang ist noch nicht aufgetreten. Auf der rechten Seite der Figur sieht man zwischen Ektodermgrenze und Längsmuskelanlage noch einen ganz schmalen Streifen, den Beginn der Ringmuskelschicht. Ob diese ecto- oder mesodermalen Ursprungs ist, kann nicht entschieden werden, doch müssen wir als höchst wahrscheinlich annehmen, dass auch sie aus dem mittleren Blatt entstanden ist.

Schnitt 46¹ zeigt die eben geschilderten Thatsachen in ähnlicher Weise, nur ist hier die Trennung der Mesodermkeimstreifen eine noch schärfere geworden und schon beginnen auch in ihnen sich Kerne zu bestimmten Gruppen zusammenzulagern. Die eine auf der linken, unteren Seite der Figur ist besonders gut ausgeprägt; zu ihr treten von dem Ektoderm her andere Zellen, wie mit Sicherheit daraus hervorgeht, dass die Mesodermgrenzlinie an dieser Stelle vollkommen verwischt ist, und Zellkerne zur Hälfte im Ektoderm, zur anderen Hälfte aber im mittleren Keimblatt liegen. Diese in das Mesoderm eingewucherte Ektodermsubstanz bildet mitsammt einigen Zellen des Mesoderms die Borsten-

¹ Taf. V, Fig. 12.

bündel, wobei aus den eingewanderten Ektodermzellen die Hakenborsten selbst, aus den hinzugetretenen Mesodermzellen aber die Borstentasche und die die Bewegung vermittelnden Muskelfäden entstehen.

Schnitt 49¹ ist wieder in so fern interessant, als hier deutlich eine neue Einwucherungsstelle, ebenfalls auf der linken Seite der Figur, zu erkennen ist, welche etwas höher liegt als die soeben beschriebene. Auch an diesem Ort ist die Ektodermgrenze vollkommen verwischt und ein unzweifelhaftes Einwandern von Zellkernen des äußeren Blattes ins Mesoderm zu erkennen; von hier nach oben und unten zu findet sich eine Spur der dorsalen resp. ventralen Anlage der Lateralmuskelplatten. Das Bauchgefäß ist bereits sehr deutlich durch einen großen Kreis ringförmig angeordneter Mesodermkerne gekennzeichnet. Darunter, unmittelbar auf dem sich entwickelnden Nervensystem liegt eine kleine Zelle, welche sich später zu den »riesigen- oder Primitivnervenfaser« LEYDIG's oder dem synonymen »Neurochord« VEJDovsky's umwandelt. Die Stelle, wo man jene Zellen mesodermaler Abstammung wirklich zu den genannten Gebilden umgewandelt sieht, liegt viele Schnitte weiter nach vorn, wesshalb hier leider die vollkommene Umwandlung nicht bildlich Schritt für Schritt wiedergegeben werden konnte. Faktum ist indessen, dass sich die »Primitivnervenfaser« aus dem mittleren Blatte entwickeln, desshalb wohl nicht als Nervenelemente angesehen werden dürfen, sondern vielleicht als elastische Stütze angesprochen werden müssen, welche der Wirbelthierchorda analog ist. Ob diese kleinen Zellen Umwandlungsprodukte der Chordazellen SEMPER's sind, konnte nicht entschieden werden. Den unteren Theil des Darmes umgibt schon in den vorhergehenden Schnitten ein Blutstreifen, der sich von nun an beständig findet und das Darmgeflecht bildet. Seine Wandungen entstehen aus Mesodermzellen.

Während bis dahin von einer Gliederung der neuralen Ektodermverdickung noch keine Spur vorhanden gewesen war, sondern sie einen einfachen ungegliederten Streifen gebildet hatte, tritt von jetzt an eine Segmentirung ein. Diese kennzeichnet sich dadurch, dass in sehr kurzen Zwischenräumen, zuerst nur in einem Abstände von vier bis fünf Schnitten, also von $\frac{1}{50}$ — $\frac{1}{40}$ mm Länge, eine Vermehrung der Ganglienzellkerne gegen das Mesoderm zu eintritt, wie sie in Schnitt 50² abgebildet ist. Es hat nicht etwa, wie dies die nächstfolgenden Präparate noch besser zeigen werden, ein Hinzutreten von Mesodermelementen zur neuralen Ektodermverdickung stattgefunden, wie SEMPER für die Naiden angiebt, sondern einzelne Ektodermzellen erheben sich über das gewöhn-

¹ Taf. V, Fig. 13.² Taf. V, Fig. 14.

liche Niveau um die »Spinalganglien« zu bilden. Auch sie sind also eben so unzweifelhaft ektodermalen Ursprungs wie der übrige Theil des Bauchnervenstranges. Sehr deutlich zeigt dies der Schnitt 51¹, in welchem man einzelne Zellkerne auf der rechten Seite der primären Ganglienzellenmasse sich über das frühere Niveau erheben sieht. In demselben und auch schon in dem vorhergehenden Präparat ist die Vereinigung der bis dahin getrennten Anlage der Nervenfasersubstanz zu Stande gekommen und außerdem zeigen beide Schnitte unten rechts wieder Einwucherungen von ektodermalen, borstenbildenden Kernen ins Mesoderm.

Der 52. Schnitt² zeigt ebenfalls noch, hier allerdings zu beiden Seiten der Fasermasse, eine Vermehrung der Zellkerne zwecks Bildung der segmentalen Spinalganglien; wegen wenig schräger Schnittrichtung springt die Verdickung links jedoch nicht eben so weit ins Mesoderm vor, als rechts, zeigt indessen, weil hinter ihr noch die feine Grenzlinie des Ektoderms sichtbar ist, dadurch sehr deutlich, dass die »Spinalganglien« aus diesem heraus sich bilden. — Die Anlage der Längsmuskulatur hat sich bedeutend vergrößert und ist im 55. Schnitt³ deutlich in verschiedene »Muskelplatten« zerfallen. Wir unterscheiden vom Nervensystem nach dem Rücken zu folgende durch Zwischenräume getrennte Theile: die Neuralmuskelplatte zwischen Bauchstrang und ventralen Borsten gelegen; von diesen bis zur Seitenlinie folgt die ventrale Lateralmuskelplatte, von der Seitenlinie bis zur Rückenborsteneinwucherung die dorsale Lateralmuskelplatte und endlich die noch nicht über den ganzen Rücken sich erstreckende Cardialmuskelplatte. Ganz unzweifelhaft ist ferner rechts das Einwandern von Ektodermelementen ins Mesoderm an der Stelle zu erkennen, wo später die Seitenlinie entsteht. — Eine scharfe kurze Linie unterhalb des in Bildung begriffenen Bauchnervenstranges zeigt an, dass sich seine Trennung vom Ektoderm vorbereitet. Auch dieses Präparat zeigt wieder in gar nicht misszuverstehender Weise, dass die Spinalganglien aus dem äußeren Blatt ihren Ursprung nehmen. Das Darmgefäßnetz ist ziemlich stark entwickelt.

Wieder unzweifelhaft zeigt Schnitt 58⁴ das Einwuchern ektodermaler Kerne ins Mesoderm zur Bildung der Borsten- und Seitenlinien, dann aber auch noch, dass mesodermale Elemente das Bauchgefäß bilden und andere sich der Fasersubstanz des Bauchnervenstranges auflagern, um das Neurochord entstehen zu lassen. Die Trennung des Nervensystems von den Matrixzellen der Cuticula ist weiter fortgeschritten und

¹ Taf. V, Fig. 15.² Taf. V, Fig. 16.³ Taf. V, Fig. 17.⁴ Taf. V, Fig. 18.

im 60. Schnitt¹ fast vollendet. In jenem ist links unten bereits eine theilweise ausgebildete Borste zu erkennen. Sie wird nicht von einer einzigen, sondern von mehreren Zellen, etwa wie die Hornsubstanz der Schwämme gebildet, worauf auch der längsgeschichtete Bau, wie er bei Borsten anderer Würmer zu erkennen ist, deutet. — Um den ektodermalen großen Kern der rechten Seitenlinie haben sich halbkreisförmig sechs Mesodermzellen gelegt, welche die abtretenden Muskelfäden des Dissepiments entstehen lassen. Auf der gleichen Seite haben sich ekto- und mesodermale Elemente zu einer Gruppe vereinigt, aus der das Rückenborstenbündel entsteht. Die Spinalganglien sind wieder unverkennbare Ektodermabkömmlinge. Von ihnen zum Unterrand des Darmes treten in Ausbildung begriffene Muskelfasern. Die Zellkerne des mittleren Blattes sind über dem Darm spärlicher geworden, ja bis zum 68. Schnitt verschwinden sie fast ganz und zu gleicher Zeit wird die Zellenlage des Rückens gegenüber derjenigen der Seiten und des Bauches immer dünner, und ihre Grenze gegen das Mesoderm etwas verwischt.

Schnitt 64² zeigt, dass sich seither die Ringmuskulatur mehr und mehr entwickelt hat, auch ist es nun schon zur Bildung eines wirklichen Bauchgefäßes mit deutlichen Wandungen gekommen. Aus dem durch eine scharfe Grenzlinie völlig vom Ektoderm getrennten, jetzt zu $\frac{3}{4}$ vom Mesoderm umgebenen Bauchnervenstrang, geht ungefähr von der Mittellinie aus ein Bündel feiner Fasern ins Bauchepithel. Im nächstfolgenden Präparat ist hiervon nichts mehr zu sehen, dagegen tritt rechts ein seitlicher Nervenast ab.

Schnitt 67³ lässt erkennen, dass von den nervösen ektodermalen Elementen der linken Seitenlinie feine Muskelfäden zum Darm ausstrahlen und dass ähnliche die beiden rechten Borstenfollikel mit einander verbinden. Im ventralen ist eine Hakenborste schon ziemlich weit ausgebildet. Die Neurochordanlage hat sich bereits sehr deutlich in die Fasersubstanz des Bauchnervenstranges eingelagert.

In den späteren Schnitten kommen zu den bisher genannten Organen noch die Segmentalorgane und die »Leberzellen« hinzu. Beide nehmen aus dem Mesoderm, ohne Beihilfe der anderen beiden Keimblätter ihren Ursprung.

Die Ergebnisse, welche diese und gleiche Serien liefern, sind also kurz die folgenden:

4) Das Mesoderm entsteht durch Einwucherung von Zellen, welche aus der Übergangsstelle von Ekto- und Entoderm ihren Ursprung nehmen.

¹ Taf. V, Fig. 19.² Taf. V, Fig. 20.³ Taf. V, Fig. 24.

2) Das mittlere Keimblatt bildet bald zwei Mesodermkeimstreifen, die sich früher gliedern als die neurale Ektodermverdickung.

3) Der centrale Theil des Bauchnervensystems, dergleichen die Spinalganglien entstehen aus einer paarigen Ektodermanlage; es kommen zu dem nervösen Theil des Bauchnervenstranges von Lumbriculus keine mesodermalen Elemente hinzu, wie SEMPER dies für die Naiden angiebt.

4) Die »Nervenprimitivfasern« oder die »riesigen dunkelrandigen Nervenfasern« LEYDIG'S¹ im Bauchstrang der Oligochaeten, also auch die damit synonyme »Neurochorda« VEJDovsky's², sind nicht nervöser Natur, sondern dienen dem Körper als elastische Stütze. Mit der Chorda dorsalis der Wirbelthiere sind sie indessen nicht zu homologisiren; denn die Neurochorda entstammt dem Mesoderm, die Chorda der niedrigst organisirten Vertebraten dem Entoderm.

5) Die Chordazellen SEMPER'S sind Abkömmlinge des mittleren Keimblattes; sie verschwinden dort, wo die Anlage des »Neurochords« beginnt.

6) Die Muskelplatten und die sonstigen muskulösen Elemente sind mesodermalen Ursprungs, dergleichen Segmentalorgane, »Leberzellen« und Blutgefäßsystem.

7) Die Borsten und die nervösen Seitenlinien stammen aus dem Ektoderm, ihre Nebenapparate (Muskulatur) aus dem Mesoderm.

8) Die verschiedenen Organe entstehen ihrer Uranlage nach in folgender Reihenfolge: Darm, Centralnervensystem, Muskelplatten, elastische Körperachse oder Neurochord, Seitenlinien und Borsten, Spinalganglien, Blutgefäßsystem, Segmentalorgane und Leberzellen.

Vergleichen wir die soeben angeführten Resultate mit den vorwörtlich citirten SEMPER'Schen Angaben, so ergeben sich zwei Hauptunterschiede, welche wohl kaum darin ihre Ursache haben werden, dass jener Forscher das wachsende Schwanzende von Naiden, ich dasjenige von Lumbriculus untersuchte. Diese Abweichungen betreffen die Bildung des Mesoderms und die Entstehung der »Spinalganglien«.

Die Differenzen zwischen unseren Untersuchungsergebnissen möchte ich darauf zurückführen, dass SEMPER'S Schnitte ungefähr die vierfache Dicke der meinigen hatten, wesshalb sie in mancher Hinsicht wohl kaum gleich überzeugende Bilder zu liefern im Stande waren. Bedenkt man, dass das Mesoderm nur auf einer Stelle von $\frac{1}{100}$ mm Länge einwuchert,

¹ LEYDIG, Vom Bau des thierischen Körpers. p. 154 und 155.

² VEJDovsky, Untersuchungen über die Anatomie, Physiologie und Entwicklung von Sternaspis. p. 54. in: Denkschr. der k. Akademie der Wissenschaften in Wien. XLIII, Bd. 1882.

so ist es leicht erklärlich, wie seine wirkliche Bildungsweise bei Schnitten von $\frac{1}{50}$ mm übersehen werden konnte oder vielleicht gar übersehen werden musste. Jedenfalls wirkt SEMPER's Fig. 4 zusammengekommen mit Fig. 2 der Taf. V nicht derartig überzeugend, dass man von der rein ektodermalen Entstehung des Mesoderms von vorn herein überzeugt ist.

Was nun ferner unsere verschiedenen Angaben über die Bildungsweise der »Spinalganglien« anbeht, so drückt er selbst schon einen geringen Zweifel an der völligen Unanfechtbarkeit seiner Ansichten in einer Anmerkung so aus¹: »Dann (wenn nämlich die BALFOUR'schen Beobachtungen über die Entstehung der Spinalganglien der Wirbelthiere aus dem Ektoderm sich als richtig erwiese) wäre mit Rücksicht hierauf die Untersuchung an den Anneliden wieder aufzunehmen, da ich gern zugeben will, dass ich bei der außerordentlichen Schwierigkeit der Untersuchung nicht jeden Punkt um jeden Preis aufrecht zu erhalten vermag. Vielleicht gelänge es dann, an günstigeren Objekten zu zeigen, dass die Zellgruppen, welche die Spinalganglien werden sollen, doch von der Neuralanlage her in das Mesoderm eingewuchert, nicht aber von den beiden Mesodermplatten abgeschnürt worden seien.« Dass jenes bei *Lumbriculus* wirklich der Fall ist, glaube ich unzweifelhaft nachgewiesen zu haben und wenn es überhaupt erlaubt ist, von diesem Wurm auf nahe verwandte zu schließen, so wird wohl auch bei den Naiden oder noch allgemeiner bei den Oligochaeten, die Bildung des Bauchnervenstranges ohne Zuthun des Mesoderms stets lediglich aus dem Ektoderm vor sich gehen.

Meine Gründe dafür, dass SEMPER sich auch hier getäuscht hat, sind folgende: da er Schnitte von $\frac{1}{50}$ mm Dicke herstellte, so wird er jedenfalls darin zum mindesten die Anlage eines ganzen Segmentes zu übersehen gehabt haben; denn schon bei dem weit größeren *Lumbriculus* erhielt ich in den ersten Anfängen der sich segmentirenden neuralen Ektodermverdickung ungefähr nach jedem vierten oder fünften Schnitt, also in einer Entfernung von $\frac{1}{40}$ bis $\frac{1}{50}$ mm die in Bildung begriffenen Spinalganglien. Sie erschienen als seitliche Auswucherungen von Ektodermzellkernen, die über das gewöhnliche Niveau des Bauchnervenstranges hinausragten und hatten eine Länge von $\frac{1}{100}$ bis $\frac{1}{60}$ mm. SEMPER hat also jedenfalls vor oder hinter dem entstehenden Spinalganglion im mikroskopischen Bilde noch die obere Mesodermgrenzlinie des centralen Theils des Bauchstranges gesehen und ist dadurch fast aus Nothwendigkeit so getäuscht, dass er annahm, es sei der über dieser

¹ l. c. p. 174.

Grenzzlinie liegende Theil mesodermalen Ursprungs, während er hingegen vom äußeren Blatt abstammt¹.

Zum Schluss sei es mir noch gestattet, meine Befunde am wachsenden Schwanzende kurz mit den Ergebnissen der neueren Untersuchungen über Anatomie und Entwicklungsgeschichte zu vergleichen.

Wie schon mehrmals bemerkt, lässt SEMPER als »sehr wahrscheinlich« das Mesoderm aus dem Ektoderm entstehen², welche Ansicht auch KLEINENBERG für *Lepadorhynchus* vertritt³. Bei den Eiern von *Polygordius flavocapitatus* bildet sich nach REPIACHOFF dagegen das Mesoderm aus dem unteren Keimblatt⁴. Dasselbe ergibt sich aus den Untersuchungen GÖTTE's, der für die Embryonen von *Nereis Dumerilii* konstatarirte, dass ein Mesoblast von der größten Ektodermzelle abgelöst wird, und dass dieser das ganze Material für das mittlere Keimblatt liefert⁵.

Die Entstehung des Mesoderms im wachsenden Schwanzende von *Lumbriculus* ist mit diesen Beobachtungen nicht ganz in Einklang zu bringen, da hier weder das äußere noch das innere Blatt für sich allein das mittlere bildet, sondern sich dies aus einer Stelle entwickelt, welche eben so gut dem einen wie dem anderen Keimblatt angehören kann, nämlich aus dem Übergange beider in einander. Sein Entwicklungsmodus scheint dagegen einigermaßen mit demjenigen von *Euaxes*⁶ und vollkommen mit dem einiger Wirbelthiere identisch zu sein, da bei letzteren nach den neueren Untersuchungen von OSCAR HERTWIG auch hier »vom Blastoporus aus der Mesoblast sich allmählich über die Eioberfläche ausdehnt⁷«.

Die weiteren Schicksale des mittleren Keimblattes des wachsenden Schwanzendes stimmen mit denen des embryonalen Mesoderm fast völlig überein. Auch im Embryo bilden sich zwei Keimstreifen, aus denen

¹ In Bezug auf die Wirbelthiere ist die augenblickliche gut begründete Hauptmeinung ebenfalls die, dass die Spinalganglien Abkömmlinge des Ektoderms sind. Die Hauptvertreter dieser Ansicht sind HIS, HENSEN, BALFOUR, MARSHALL, KÖLLIKER, und SAGEMEHL. SAGEMEHL, Untersuchungen über die Entwicklung der Spinalnerven. Dorpat 1882. p. 13. ² l. c. p. 177.

³ KLEINENBERG, Sul origine del sistema nervoso centrale degli Annelidi. in: Mem. Reale Accad. dei Lincei (classe di scienze fisiche etc.). (5) Vol. 40. 1880—1884. 42 pp.

⁴ W. REPIACHOFF, Zur Entwicklungsgeschichte von *Polygordius flavocapitatus* Uljan. und *Saccocirrus papillocerus* Bobr. in: Zool. Anzeiger. 4. Jahrg. 1884. Nr. 94. p. 518—520.

⁵ GÖTTE, Abhandlungen zur Entwicklungsgeschichte der Thiere. Heft 4. Untersuchungen zur Entwicklungsgeschichte der Würmer. Beschreibender Theil. Leipzig 1882. p. 83—104. III. Über die Entwicklung der Chaetopoden. p. 85.

⁶ KOWALEVSKY, Embryologische Studien an Würmern und Arthropoden. in: Mémoires de l'Académie Imp. des sciences de St. Pétersbourg. T. 16. No. 12. p. 16.

⁷ OSCAR HERTWIG, Die Entwicklung des mittleren Keimblattes der Wirbelthiere. Jena 1883. p. 70.

Segmentalorgane, Muskulatur und Gefäßsystem hervorgehen. Die Borsten sollen ebenfalls mesodermalen Ursprungs sein. So sagt z. B. HATSCHCK¹: »die Borsten sind Mesodermgebilde und sind demnach als innere Skelettbildungen aufzufassen,« und nach GÖTTE² verwandelt sich bei *Nereis Dumerilii* die Hauptmasse der Keimstreifen in drei hinter einander gelegene rundliche Ballen, die Anlagen der Borstensäcke, in denen je drei bis vier Borsten entstehen. Am wachsenden Schwanzende will SEMPER dasselbe gefunden haben, wenschon es den mitgetheilten Zeichnungen nach so scheinen kann, als ob die primäre Ursprungsstätte der borstenbildenden Zellen dieselbe ist wie bei *Lumbriculus*. Mit diesen Angaben im Widerspruch steht die Beobachtung VEJDOVSKÝ's³ über *Anachaeta*, der bei diesem Wurm die Borstensäcke auf große Ektodermdrüsen reducirt fand. Bei *Sternaspis* nimmt nach demselben Forscher der Borstenfollikel ebenfalls aus dem äußeren Keimblatt seinen Ursprung⁴, doch beteiligt sich auch das Mesoderm später an der weiteren Ausbildung. Die Bildungsweise ist in dem Falle also eine ganz ähnliche wie bei *Lumbriculus*, wodurch, wenn sie auch für andere Würmer Bestätigung fände, vor Allem die Meinung als unzutreffend bei Seite geschoben werden müßte, dass die Borsten »als innere Skelettbildungen« aufzufassen seien. Auch LEYDIG scheint die Ansicht zu vertreten, dass die Borsten Ektodermgebilde sind, da er bezüglich ihrer Entwicklung sagt⁵, »dass sie in sack- oder wenn man will in drüsenartigen Eintiefungen der Haut gebildet werden,« und alle Hautgebilde nehmen jedenfalls ihren Ursprung vom äußeren Keimblatt. So dürfen wir denn wohl sagen, dass, wenigstens für manche Formen, die Borsten ursprünglich nur im Ektoderm gebildet wurden; erst später ist ihr Entstehungsort mehr ins Mesoderm verschoben und dann sind auch mesodermale Elemente zur Bildung von Bewegungsapparaten hinzugekommen.

Was nun die Entwicklung des Bauchnervenstranges im Embryo anbetrifft, so stimmen wohl alle neuen Forscher darin überein, dass er — wie im wachsenden Schwanzende — rein ektodermalen Ursprungs ist. Jedoch müssen wir von der »Neurochorda« absehen, deren mesodermale Herkunft ich nachgewiesen zu haben glaube.

Diese wenigen vergleichenden Notizen denke ich werden genügen, um die Behauptung zu rechtfertigen:

¹ HATSCHCK, Studien über die Entwicklungsgeschichte der Anneliden. a) Über Entwicklungsgeschichte von *Criodrilus*. b) Über Entwicklungsgeschichte von *Polygordius*. in: Arbeiten aus dem zool. Institut der Universität Wien. I. Bd. 4878.

² l. c. p. 89.

³ VEJDOVSKÝ, Beiträge zur vergleichenden Morphologie der Anneliden. I. Enchytraeiden. p. 49.

⁴ l. c. Denkschriften. p. 45.

⁵ LEYDIG, Über *Phreoryctes Menkeanus*. in: Archiv f. mikr. Anat. Bd. I. p. 256.

Die drei wohl unterscheidbaren Schichten im normalen, wachsenden Afterende der Anneliden, die caudalen oder Schwanzkeimschichten sind den embryonalen Keimblättern dynamisch gleichwerthig, da sie dieselben Organe bilden wie diese. Nur in der Entstehung der Mesodermschicht, als des ersten Differenzierungsproduktes der primären zwei Schichten ist eine Modifikation eingetreten: sie nimmt nicht mehr wie im Embryo aus dem Entoderm ihren Ursprung, sondern aus derjenigen Stelle, wo äußere und innere caudale Keimschicht in einander übergehen. Kurz: bei den Oligochaeten sind caudale und embryonale Keimschichten dynamisch gleichwerthige Primitivorgane.

Dass die bei der Regeneration auftretenden Keimschichten ebenfalls den embryonalen gleichzusetzen sind, bliebe noch zu beweisen.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel V.

Fig. 1—21. Schnittserie eines normalen, wachsenden Schwanzendes von *Lumbriculus variegatus*.

Fig. 22. Durchschnitt durch die Mitte des Körpers. *a*, Rückengefäß; *a'*, Darmgefäß; *b*, Bauchgefäß; *c*, Darmkapillaren; *d*, kontraktiler, blind endigender Anhang des Rückengefäßes; *e*, Leberzellen; *f*, durchschittene Segmentalorgane; *g*, Darm-lumen; *h*, ventrale Borstenmuskeln; *h'*, dorsale Borstenmuskeln; *k*, Bauchmark; *m*, Seitenlinien. Vergr. 140.

Fig. 23. Durchschnitt durch Schlund und Gehirn. *a*, Ganglienanschwellungen des Gehirns; *b*, Fasermasse; *c*, Kommissuren; *d*, Nervenäste zur Muskulatur gehend; *e*, unterer Schlundraum; *e'*, oberer Schlundraum; *f*, kleinkerniges Schlundgewebe; *g*, großkerniges Schlundgewebe; *m*, Seitenlinien; *o*, Längsmuskulatur; *p*, Ringmuskulatur.

Fig. 24. Längsschnitt durch die Mundregion. *a*, eigenthümliches gelbes Organ (Drüse?); *b*, kleinkernige Schlundzellen; *c*, Bauchmark.

Fig. 25. Seitenansicht des Schlundringes. Halbschematische Zeichnung. *a*, Gehirnganglion; *b*, unteres Schlundganglion; *c*, Sinnesnerv; *d*, Seitenliniennerv; *e*, Oberlippennerv; *f*, Unterlippennerv; *g*, Lymphraumnerv; *h*, zur Muskulatur tretender Nerv; *k*, vom unteren Theil des Gehirns abtretender Nebennerv der Seitenlinie; *l*, Sinnesorgan; *m*, eigenthümliches gelbes Organ (Drüse?).

Fig. 26. Sinnesorgan im Vorderende des Lymphraumes. *a*, Sinnesorgan; *b*, Cuticula; *c*, Epithel; *d*, Ringmuskulatur; *e*, Längsmuskulatur; *f*, Sinnesnerv.

Fig. 27. Schema des Blutgefäßsystems. *a*, Rückengefäß; *b*, Bauchgefäß; *c*, Darmgefäß; *d*, kontraktile, blind endigende Anhänge des Rückengefäßes; *e*, Darm-schlingen; *f*, Kommunikationskanal zwischen Darm- und Bauchgefäß.

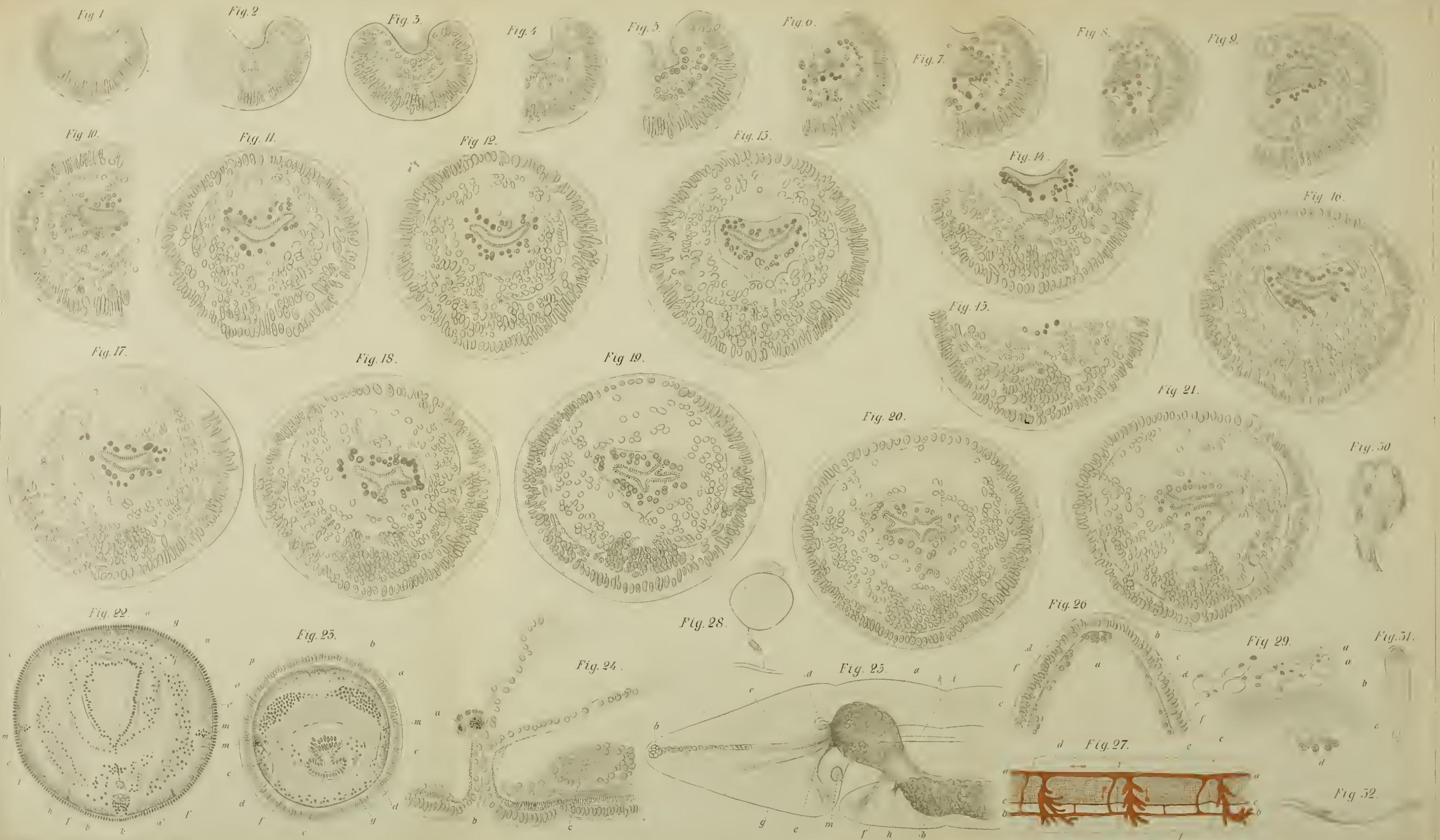
Fig. 28. Querdurchschnittene Darmschlinge. Imm. VII, 0.

Fig. 29. Flachschnitt durch eine Drüsenregion des Bauches. *a*, RATZEL'sche Sinnesorgane; *b*, Ringmuskulatur; *c*, Längsmuskulatur; *d*, Ganglienzellen.

Fig. 30. Borstenfollikel. Essigsäurepräparat.

Fig. 31. In Bildung begriffene Borste.

Fig. 32. Ausgebildete Borste.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1883

Band/Volume: [39](#)

Autor(en)/Author(s): Bülow C.

Artikel/Article: [Die Keimschichten des wachsenden Schwanzendes von Lumbriculus variegatus nebst Beiträgen zur Anatomie und Histologie dieses Wurmes. 64-96](#)