

Sipunculus nudus.

Von

S. Metalnikoff

(St. Petersburg).

Mit Tafel XVII—XXII.

Sipunculus nudus hat das Aussehen eines großen runden Wurmes von Fingerdicke und 22—27 cm Länge. Die starke Kontraktilität der Körperwandung hindert die Untersuchung im frischen Zustande. Bei der geringsten Verletzung der Haut kontrahirt sich der Körper und der Darm wird nach außen gestülpt. In Folge dessen muss das Thier vor der Untersuchung betäubt werden. Die Betäubung wird folgendermaßen vorgenommen: das Thier wird in ein nicht großes mit Meerwasser gefülltes Gefäß untergebracht, in welches allmählich Alkohol hinzugefügt wird (auf 100 Theile Wasser 5 Theile Alkohol); nach 8—12 Stunden streckt der Sipunculus den Rüssel vollkommen heraus und reagirt nicht auf Reize.

Der Körper des Sipunculus ist von cylindrischer Form, vorn schmaler, hinten verbreitert. Am vorderen Ende ist die Mundöffnung gelegen, welche von kranzförmig angeordneten Tentakeln umgeben ist. Auf die Tentakel folgt der Rüssel, der bei der geringsten Reizung in den Körper eingezogen wird. Der Rüssel ist mit kleinen zugespitzten Papillen bedeckt, die demselben ein unebenes Aussehen gewähren. Die Papillen bedecken nicht den ganzen Rüssel, sie fehlen vollkommen an der Basis desselben. Der Rüssel stellt die unmittelbare Fortsetzung des Körpers dar; letzterer ist von einer sehr dicken Cuticula bedeckt, die durch regelmäßige Längs- und Querfalten in kleine Quadrate getheilt wird. Das hintere Ende des Körpers läuft in einen stumpfen Kegel aus, hier ist die Cuticula zwei- oder dreimal dicker als auf dem übrigen Körper und entbehrt der Quer- und Längsfalten, die für den mittleren Theil des Körpers charakteristisch

sind. Auf der Grenze zwischen Rüssel und Körper lässt sich leicht eine kleine spaltförmige Öffnung konstatiren, welche den Anus darstellt. Auf der entgegengesetzten Seite verläuft längs des ganzen Körpers ein Nervenstamm; diese Seite pflegt man mit Bauchseite, diejenige, auf der der Anus gelegen ist, mit Rückenseite zu bezeichnen.

In der Nähe der Analöffnung finden sich auf der Bauchseite noch zwei kleine, mit unbewaffnetem Auge kaum wahrnehmbare Öffnungen, welche in die sog. Segmentalorgane führen.

Um den inneren Bau des Thieres kennen zu lernen ist es erforderlich die Wandungen längs des ganzen Körpers aufzuschneiden und die Ränder zur Seite zu ziehen; dabei erhält man ein Bild, wie es Fig. 1 darstellt. Vorn ist der Mund mit den Tentakeln gelegen, von der Basis der letzteren entspringen vier Musculi retractores, welche den Rüssel ins Innere des Körpers zurückziehen. Zwischen den Retraktoren ist der Schlund mit zwei Gefäßen wahrnehmbar, der bis zur Basis der Muskeln herunterzieht. Weiterhin geht der Schlund in den Mitteldarm über, welcher eine lange spiralförmig gewundene Röhre darstellt.

Um die Lageverhältnisse des Darmes zu verstehen ist es erforderlich die Windungen desselben zu lösen. Ein derartig gelöster Darm ist auf Fig. 2 dargestellt. Von der Basis der Retraktoren zieht der Darm ungefähr 3—4 cm weit nach unten, biegt alsdann um und zieht nach oben fast bis zur Basis der Retraktoren, worauf er wiederum umbiegt und sich bis zum Schwanzende hinabsenkt, wo er aufs Neue eine Schleife bildet und nach oben bis zur Analöffnung hinaufzieht, alle diese Theile des Darmes sind zu einer Spirale aufgewunden.

Nahe bei der Analöffnung befinden sich zu Seiten des Darmes zwei kleine Drüsen, die sog. Analdrüsen; um ein Weniges tiefer liegt der Blindfortsatz.

Dicht bei der Analöffnung inserirt ein kleiner fadendicker Muskel, der dem Darne dicht anliegt und stellenweise mit der Wandung des Darmes verwächst; derselbe verläuft in der Mitte der, vom Darm gebildeten, Spirale.

Die Innenseite der Körperwand ist von dicken Muskelbündeln bedeckt, welche den ganzen Körper entlang ziehen; ihre Zahl beträgt 30—32; in den Zwischenräumen zwischen den Längsmuskelbündeln lassen sich leicht ringförmige Muskelbündel nachweisen.

Der Analöffnung genau gegenüber zieht den ganzen Körper entlang der Nervenstamm in Gestalt eines langen regelmäßigen Fadens,

der in dem Zwischenraum zwischen zwei Längsmuskelbündeln gelagert ist. Von dem Nervenstamm gehen feine kaum wahrnehmbare Seitenäste ab, die zunächst nach unten verlaufen und darauf senkrecht vom Stamme abbiegen. Unten endigt der Nervenstamm mit einer Verdickung, wie es Fig. 1 zeigt (*gr*).

Im vorderen Theil des Körpers, an der Ursprungsstelle des Rüssels, sondert sich der Nervenstamm von der Körperwand ab und verläuft frei in der Leibeshöhle zum Kopfende hin in Begleitung zweier kleiner Muskelbündel, welche zu beiden Seiten des Nervenstammes gelagert, demselben als Stütze dienen. Von diesem Abschnitt des Nervenstammes entspringen sechs bis acht Paar Äste, die den Rüssel innerviren und dergleichen frei in der Leibeshöhle aufgehängt sind. Bevor dieselben die Muskulatur erreichen zerfallen sie in mehrere feine Zweige.

An der Basis der Tentakel zerfällt der Nervenstamm in zwei Äste, die den Schlund umfassen und zum Gehirn ziehen, indem sie dabei einen Ring bilden.

Auf der Grenze zwischen Körper und Rüssel münden zwei sog. Segmentalorgane nach außen; dieselben stellen zwei große in die Länge gezogene Säcke von gelbbrauner Farbe vor. Ihre Größe hängt von der Größe des Thieres ab. Bei großen Sipunculi erreichen sie eine Länge von 3—5 cm.

Es bleibt noch übrig die kleine Geschlechtsdrüse zu erwähnen, die an der Basis der Bauchretractoren in Form eines dünnen kaum bemerkbaren Bandes gelegen ist.

I. Die Körperwand.

Die Körperwand des Sipunculus stellt eine dicke, elastische mit einer Cuticula und einer starken Muskulatur versehene Hülle dar, in welcher folgende Theile unterschieden werden können: 1) Cuticula, 2) Hypodermis, 3) Cutis, 4) Ringmuskeln, 5) schräge Muskeln, 6) Längsmuskeln.

1) Die Cuticula besteht aus mehreren Schichten, die auf Querschnitten gut wahrnehmbar sind und nach Maceration sich von einander ablösen lassen. Die Cuticula ist sehr dick im Schwanzende und im Rumpfe und bedeutend dünner auf dem Rüssel und den Tentakeln. Auf dem Rüssel bildet dieselbe kleine Papillen, durch welche derselbe ein rauhes Aussehen erhält. Im Rumpf ist die Cuticula mit einer Menge Quer- und Längsfalten besetzt, die sich bei

der Kontraktion des Thieres stark vertiefen und bei der Ausdehnung fast vollkommen verschwinden. Diese Falten sind unzweifelhaft das Resultat der starken Kontraktilität der Körperwände.

Bei der Behandlung mit schwacher Salpetersäure hebt sich die Cuticula leicht ab, sehr häufig mitsammt der Hypodermis und den in derselben eingeschlossenen Drüsen. Beim Studium einer derartig losgelösten Cuticula kann man sich mit der Vertheilung der Drüsen und der Sinnesorgane bekannt machen. Alle diese Organe sind in Längsreihen an den Seiten der Längsfalten angeordnet. Dasselbst lässt sich auch leicht eine große Anzahl kleiner Öffnungen wahrnehmen, die als Ausführungsgänge der Drüsen fungiren.

2) Die Hypodermis stellt eine Schicht von Epithelzellen dar, die unmittelbar unterhalb der Cuticula gelegen ist. Nach einer Methylenblauinjektion färben sich die Zellen intensiv und treten bei der Betrachtung im Mikroskop sehr deutlich in Erscheinung. Dabei färbt sich eigentlich nicht die Zelle, sondern vielmehr die in derselben vorhandenen Körner; der Kern und die Zellgrenzen bleiben ungefärbt.

Zwischen den Hypodermiszellen liegen zerstreut zwei- und mehrzellige Drüsen und Sinnesorgane in großer Zahl.

Schon lange haben diese Organe die Aufmerksamkeit der Beobachter auf sich gelenkt. Es existiren mehrere genaue Beschreibungen, die sich jedoch mehr oder weniger gegenseitig widersprechen. KEFERSTEIN und EHLERS hielten diese Organe für Drüsen, LEYDIG für Sinnesorgane; ANDREAE beschreibt drei Arten von Organen in der Haut des Sipunculus: einzellige Drüsen, mehrzellige Drüsen und Sinnesorgane; WARD unterscheidet zwei Arten von Drüsen. VOGT und YUNG bestreiten die Richtigkeit der Beobachtungen ihrer Vorgänger. »Nous croyons au contraire de montrer que toutes les glandes cutanées du Siponcle sont monocellulaires et que les aspects differents qu'elles présentent en effet ne resultent que des modifications successives que subit leur contenu. Pour arriver à cette conclusion, il faut aussi examiner des animaux frais et confronter les observations faites sur des coupes avec les observations de la surface interne du tissu hypodermique« (p. 381).

Diese Widersprüche in den Ansichten der Beobachter über den Bau und die Bedeutung der Hautorgane erklären sich durch die Schwierigkeiten der Untersuchung. Der Körper von Sipunculus ist, wie bekannt, von einer dicken Cuticula bedeckt, die das Eindringen der Fixirungsfüssigkeiten hindert. Andererseits schrumpfen heraus-

geschnittene Stücke und verändern sich derart im Folge der Kontraktion, dass alle Organe bis zur Unkenntnis entstellt erscheinen. Aus diesen Gründen ist es nothwendig das Thier zunächst zu betäuben, wenn das Thier alsdann seinen Rüssel ausgestreckt hat und aufgehört hat auf Reize zu reagiren, dann muss die Fixirungsflüssigkeit in die Leibeshöhle injicirt werden und das Thier in toto in ein mit der Fixirungsflüssigkeit gefülltes Gefäß gebracht werden.

Nach Verlauf einiger Zeit, wenn die dicken Muskelbündel abgetödtet sind, wird das Thier in mehrere Stücke zerschnitten, die zur Untersuchung erforderlichen Organe ausgeschnitten und die Fixirung die erforderliche Zeit fortgesetzt. Auf diese Weise wird ein zweifaches Ziel erreicht: erstens dringt bei der Injektion die Fixirungsflüssigkeit leichter ein, und zweitens werden die Körperwände stark ausgedehnt.

Zur Fixirung wandte ich folgende Flüssigkeiten an: 1) Die GILSON'sche Flüssigkeit; 2) ein Gemisch von gesättigter Sublimatlösung und Osminsäure, wie es APÁTHY in seinen Arbeiten empfiehlt; 3) die HERRMANN'sche und FLEMMING'sche Mischung. Zur Färbung benutzte ich Gold nach APÁTHY's Verfahren, sowie Hämalaun, Pikrokarmen und Mucinkarmen.

Mit Hilfe dieser Methoden der Fixirung und Färbung gelang es mir, die Struktur der Drüsen und Sinnesorgane recht genau zu studiren. Besonders zweckentsprechend erwies sich die von APÁTHY gefundene Färbemethode mit Gold, die er selbst Nachvergoldung nennt. Die Methode eignet sich nicht nur zum Studium der Nerven, sondern auch anderer zelliger Elemente und Fasern. Dank diesem Verfahren gelang es mir, Einzelheiten der Struktur der Drüsen und Sinnesorgane wahrzunehmen, die bei Anwendung anderer Methoden durchaus nicht in die Erscheinung treten.

Ich gehe nun zur Beschreibung der verschiedenen Organe über, die sich in der Haut von Sipunculus vorfinden. Vor allen Dingen ist jedoch hervorzuheben, dass die Struktur dieser Organe stark variirt, je nachdem, ob sie im Rüssel, im Rumpfe oder im Schwanz gelegen sind. Aus diesem Grunde ist es gerathen zwecks bequemerer Beschreibung den Körper des Sipunculus in mehrere Zonen einzutheilen, je nach der Struktur und Anordnung der Drüsen und Sinnesorgane:

- 1) die Zone der Tentakel,
- 2) die Zone des Rüssels,
- 3) die Zone des Rumpfes,
- 4) die Zone des Schwanzes.

1) Die Drüsen und Sinnesorgane in den Tentakeln. Die Innenseite der Tentakel ist mit großen Flimmerzellen bedeckt, auf deren Bau ich weiter unten ausführlicher eingehen werde. Zwischen diesen Zellen sind kleine einzellige Drüsen zerstreut, deren Anwesenheit es mir nur nach Fixirung in HERRMANN'scher Mischung und Färbung mit Methylenblau und Eosin zu konstatiren gelang. Diese Drüschchen haben die Form eines ausgezogenen Kegels, dessen Basis zur Peripherie gerichtet ist. In seltenen Fällen gelingt es auf Schnitten die ganze Drüse wahrzunehmen, wie es auf Fig. 10 *tgl* dargestellt ist. In der Regel ist entweder nur der periphere erweiterte Theil oder der innere zugespitzte sichtbar. Die Drüschchen unterscheiden sich von dem sie umgebenden Flimmerepithel durch eine Menge kleiner kugelförmiger Vacuolen.

Irgend welche Sinneszellen, wie sie WARD auf der Innenfläche der Tentakel des Sipunculus beschreibt, habe ich nicht gefunden.

Die Außenfläche der Tentakel unterscheidet sich scharf von der Innenfläche. Statt der großen, für die Innenseite charakteristischen Flimmerepithelzellen, findet sich hier unterhalb der dünnen Cuticula eine Schicht kleiner Zellen, welche den oben beschriebenen Hypodermiszellen ähneln. Auf dieser Seite der Tentakel sind besondere Sinnesorgane in Form kleiner Höcker gelagert. VOGT und YUNG beschreiben sie unter der Bezeichnung »les glandes vibrantes«, WARD als Sinnespapillen. Bereits aus diesen Bezeichnungen ist es ersichtlich, dass die genannten Autoren die Bedeutung dieser Organe verschieden auffassen: die einen halten sie für Drüsen, die anderen für Sinnesorgane.

Diese Organe erscheinen in Form kleiner von Flimmerepithel bedeckten Erhebungen. In der Mitte der Erhebung ist eine kleine Öffnung, die in eine kleine, dergleichen von Flimmerepithel ausgekleidete Höhle führt. Die Höhle ist dermaßen klein, dass die Flimmern der gegenüberliegenden Zellen sich berühren. Fig. 14 stellt einen Durchschnitt durch ein derartiges Organ dar; aus derselben ist klar ersichtlich, dass das ganze Organ aus hohen, mit langen Flimmern besetzten, Epithelzellen besteht. Diese Zellen stellen eine Modifikation der epithelialen Hypodermiszellen dar, wovon man sich leicht auf Schnitten überzeugen kann, auf denen der allmähliche Übergang der Hypodermiszellen in die hohen Flimmerzellen des genannten Organs wahrnehmbar ist. Jede Zelle hat einen großen, in die Länge gezogenen, ungefähr in der Mitte der Zelle gelegenen Kern. Irgend welche andere Zellen drüsigere Natur ähnlich denen,

die ich an der Innenseite der Tentakel beschrieben habe, habe ich hier nicht gefunden. Nach Behandlung der Schnitte mit Goldchlorid und Ameisensäure nach APÁTHY's Verfahren treten im Inneren des eben beschriebenen Organs eine Reihe feiner Fibrillen hervor, wie sie auf Fig. 33 dargestellt sind. Alle diese Fibrillen sind vollkommen schwarz gefärbt und sondern sich scharf von den anderen Gewebelementen ab, welche eine röthliche Farbe annehmen. Jede Flimmerzelle des Organs besitzt offenbar eine eigene durch sie hindurchziehende Fibrille. In den Fällen, wenn auf den Schnitten eine Reihe von Zellen eng bei einander gelagert ist, fällt es schwer, die Lage der Fibrillen zu bestimmen: ob sie durch die Zellen oder zwischen den Zellen hindurchziehen. Auf einem Präparate ist es mir jedoch gelungen, einige, wahrscheinlich in Folge der Maceration, von einander losgelöster Flimmerzellen zu finden; eine derselben ist auf Fig. 33 dargestellt. In allen ähnlichen Fällen fand ich die Fibrille nicht neben der Zelle, sondern in ihr. Dessgleichen habe ich nicht selten beobachtet, dass die Fibrille um den Kern herum biegt, wobei sie demselben dicht angelagert war; dieses Verhalten weist, meiner Ansicht nach, dessgleichen darauf hin, dass die Fibrille in der Zelle und nicht außerhalb derselben verläuft. Um Einiges oberhalb des Kernes zerfällt jede Fibrille in ein Bündel noch feinerer Fibrillen, die kegelförmig aus einander weichen und zur Basis der Flimmer hinziehen, wo sie in kaum wahrnehmbaren Verdickungen endigen, welche zwischen den Flimmern gelegen sind. Die Flimmern der Zellen stellen in Folge dessen keine unmittelbare Fortsetzung der oben erwähnten Fibrillen dar.

Ähnliche Fibrillen in den Flimmerzellen beschreibt auch APÁTHY in seiner bemerkenswerthen Arbeit (Das leitende Element der Nervenfasern). Er findet dieselben im Darm und den Exkretionsorganen von Lumbricus sowie Anodonta und Unio.

Genannter Autor hat auch den Zerfall der Fibrillen in ein Bündel feinerer Fibrillen beobachtet, welche zur Basis der Flimmern herantreten und in Verdickungen endigen. Er beschreibt genau die Beschaffenheit dieser Fibrillen und ihre Beziehungen zu den Flimmern und kommt zum Schluss, dass dieselben den Nervenfibrillen, den sog. Neurofibrillen, gleichen, welche er in jedem Nervelement beobachtet hat. Er schreibt: »Die aufgezählte Reihe von Eigenschaften, durch welche sich der Fibrillenconus von den Cilien derselben Zellen unterscheidet und in welchen seine Strahlen mit den Neurofibrillen übereinstimmen, wird meine Annahme, dass wir es im Fibrillenconus mit

dem Innervierungsmodus der Flimmerzelle zu thun haben, wohl rechtfertigen. Der Mangel eines Neurofibrillengitters, die mit den kontraktile Elementen wahrscheinlich doch alternirende Anordnung der Äste der innervirenden Primitivfibrille, welche sich in der Zelle verzweigt; das Fehlen einer innigeren topographischen Beziehung zwischen Kern und Neurofibrillen: Alles sind Verhältnisse, welche die Innervierung der Flimmerzelle auf denselben Typus wie die der Muskelzelle zurückführen lassen« (p. 707).

Mir ist es nicht gelungen, den Bau dieser Nervenfibrillen und ihre Beziehungen zu den Flimmern so genau zu studiren, da ich nicht die bemerkenswerthe Fixirung und Färbung erreichen konnte, die die Präparate APÁTHY's auszeichnen, nichtsdestoweniger trat auch auf meinen Präparaten die Neurofibrille selber und ihr Zerfall in die feinsten Fibrillen mit wunderbarer Klarheit, die keinen Zweifel aufkommen lässt, hervor.

2) Die Drüsen und Sinnesorgane des Rüssels. Wie ich bereits oben erwähnt habe, ist die Haut des Rüssels durch besondere zugespitzte Zähne oder Papillen ausgezeichnet. Auf Schnitten erscheinen diese Zähne in Form breiter kegelförmiger auf eine Seite geneigter Erhebungen der Haut. Zwei derartige Zähne sind auf Fig. 9 abgebildet. Wie aus der Zeichnung ersichtlich ist, sind alle Drüsen und Sinnesorgane nur auf einer Seite des Zähne und zwar auf der äußeren gelagert. Sie stellen große kegelförmige Gebilde dar, die sich tief ins Bindegewebe der Papille hineinsenken. Als die charakteristischen Drüsen des Rüssels müssen die zweizelligen angesehen werden. Auf jedem Schnitt durch eine Papille findet man vier und mehr derartiger Drüsen auf verschiedenen Stadien der Entwicklung. Auf dem Gipfel der Papille sind gewöhnlich die jungen Drüsen anzutreffen.

Die Drüse hat die Form einer regelmäßigen Kugel, deren untere zur Cuticula gerichtete Seite in einen kleinen Hals ausgezogen ist, derselbe stellt den Ausführungsgang der Drüse dar, durch welchen der Inhalt nach außen geleitet wird. Außen ist die Drüse von einer derben Hülle umgeben, deren Bau nur nach Behandlung der Präparate mit Gold und Ameisensäure studirt werden kann. In derartigen Präparaten treten auf der Hülle der Drüse eine Reihe feiner Fibrillen mit großer Deutlichkeit hervor, die derselben ein streifiges Aussehen verleihen; diese Fibrillen ziehen um die Drüse herum, wobei sie jedoch einander nicht parallel gerichtet bleiben, sondern sich fächerförmig ausbreiten, wie es Fig. 18 *gl* zeigt.

Die Drüse selber besteht aus zwei großen Zellen, die von einander durch eine stets deutlich sichtbare Scheidewand getrennt sind. Die Scheidewand erstreckt sich vom oberen Ende der Drüse bis zum unteren bis dicht an den Ausführungsgang. Jede Zelle enthält in der Mitte einen Kern (Fig. 5).

Über dem Ausführungsgang ist eine kleine, ovale Höhle gelegen, die dergleichen von der oben erwähnten Scheidewand getheilt wird. Sehr häufig lassen sich auch in dieser Höhle eine Menge feiner Fasern beobachten, die sich in verschiedenen Richtungen durchkreuzen und eine Art Netz bilden (Fig. 5).

Auf dem Gipfel der Papille finden sich, wie erwähnt, gewöhnlich jüngere Drüsen. Sie haben das Aussehen kleiner Kugeln, die auf dünnen Stielen sitzen, letztere stellen die Ausführungsgänge dar. Derartige junge Drüsen sind auf Fig. 9 *jgl* und bei stärkerer Vergrößerung auf Fig. 12 dargestellt. Häufig sind sie dermaßen klein, dass sie sich der Beobachtung entziehen. Ein jedes dieser kugelförmigen Gebilde hat eine kleine Höhlung, die unter dem Ausführungsgang gelegen ist. Ihr Bau unterscheidet sich vom Bau der großen Drüsen einmal darin, dass die Kerne eine andere Lagerung haben als bei den letzteren; während bei diesen die Kerne über der Höhle symmetrisch zu Seiten der Scheidewand angeordnet sind, ist bei den kleinen Drüsen ein Kern oben, der andere unten dicht beim Ausführungsgang. Ein zweiter Unterschied besteht darin, dass sie keine, sie in zwei Hälften theilende Scheidewand besitzen, die für die großen Drüsen charakteristisch ist. Diese Unterschiede sind dermaßen bedeutend, dass ich die kleinen Drüsen für besondere Organe hielt, die mit den großen Drüsen nichts gemein haben. Unlängst nun fand ich auf einem meiner Präparate ein Gebilde, welches, wie mir scheint, ein Übergangsstadium von den kleinen Drüsen zu den großen darstellt und eine Erklärung für die Entwicklung dieser originellen Organe giebt; dieses Gebilde ist auf Fig. 12 *ml* abgebildet. Es stellt zwei kleine dicht an einander gepresste Drüsen dar, die dermaßen an einander gepresst sind, dass ihre Höhlungen und Ausführungsgänge mit einander fast verschmelzen. Diese vereinigten kleinen Drüsen erinnern ungemein an eine große Drüse mit ihrer Scheidewand, die den ganzen Körper der Drüse in zwei Hälften theilt. Die höher gelegenen Kerne der kleinen Drüsen werden bei der Vereinigung zur Seite gedrängt und nehmen genau die Lagerung ein, die dieselben bei den großen Drüsen haben.

Da jede kleine Drüse zwei Kerne enthält, so müssten bei den

großen aus zwei kleinen zusammengesetzten Drüsen vier Kerne vorhanden sein. Ich fand jedoch überall nur zwei Kerne. Es ist möglich, dass die übrigen zwei Kerne bei der Verwachsung der Drüsen dermaßen an die Wand gepresst werden, dass sie auf Schnitten wenig wahrnehmbar sind. Auf diese Weise ist eine große Drüse aller Wahrscheinlichkeit nach das Resultat einer Verwachsung zweier kleiner Drüsen; die Scheidewand, welche den Körper und die Höhle der großen Drüse trennt, stellt den Rest zweier mit einander verschmolzener Hüllen dar.

Sinnesorgane. Außer den oben beschriebenen Drüsen finden sich auf jeder Papille des Rüssels einige Sinnesorgane. Auf Fig. 9 *os* sind zwei derartige Organe dargestellt. An eines von diesen Organen tritt eine dicke markhaltige Nervenfasern heran, welche, nach ihrem Eintritt in das Organ einen kleinen Ast abgiebt (*nsb*), der ein zweites benachbartes Organ innerviert.

Die Untersuchung dieser Organe ist mit großen Schwierigkeiten verknüpft; es müssen Hunderte von Schnitten durchmustert werden um eine richtige Vorstellung vom Bau derselben zu erhalten. Auf einigen Präparaten sind die peripheren Theile besser konserviert, auf den anderen die ventralen. Als Färbemittel benutzte ich Goldchlorid nach APÁTHY's Verfahren. Auf Fig. 21 sind zwei Sinnesorgane bei sehr starker Vergrößerung dargestellt.

Jedes dieser Organe hat Birnenform, zum erweiterten Ende desselben tritt eine Nervenfasern, welche einen Kern wahrnehmen lässt, wahrscheinlich ein Kern der SCHWANN'schen Scheide. In der Nervenfasern verlaufen feine fadenförmige Fibrillen oder Neurofibrillen, die sich in Goldchlorid schwarz färben. Die Neurofibrillen dringen ins Innere des Organs ein und treten an die großen, stark in die Länge ausgezogenen Zellen heran, welche die Hauptmasse des Organs darstellen. Die Zahl dieser Zellen im Organ konnte ich nicht feststellen (Fig. 21 *wz*).

Jede Zelle hat die Form einer stark ausgezogenen Spindel; der obere Theil der Zelle ist erweitert, hier ist der kleine längliche Kern gelagert. Unterhalb des Kerns verengt sich die Zelle in einen dünnen fadenförmigen Fortsatz, der durch das Organ hindurchzieht und sich zur Öffnung biegt, mit welcher sich das Organ nach außen eröffnet. Die beschriebenen Zellen gleichen sehr den epithelialen Sinneszellen der Blutegel, die APÁTHY beschrieben hat. Wie bekannt, hat APÁTHY den Eintritt der Neurofibrillen in die Sinneszellen und die Bildung eines zarten Netzes um den Kern beobachtet: »In dieser

Weise wird der Kern in ein zierliches Neurofibrillengitter eng eingeschlossen, indessen ohne dass die Drähte des Gitters mit den Bestandtheilen des Kernes in irgend eine anatomische Verbindung treten würden« (p. 665).

Auch ich habe den Eintritt der Neurofibrille in die spindelförmige Zelle gesehen, konnte jedoch ihr weiteres Schicksal nicht verfolgen, da der ganze Leib der Zelle und der Kern sich zu intensiv in Goldchlorid färben.

Im fadenförmigen Ende der Zelle wird die Neurofibrille wieder sichtbar; hier gelingt es, sie bis an die Außenöffnung des Organs zu verfolgen. APÁTHY beobachtete, dass eine derartige Neurofibrille einer Sinneszelle an der Peripherie des Organs sich in mehrere Äste theilt. Er spricht: »Wir sehen also, dass in den geschilderten Fällen bloß ein kleiner Theil der zu einer stärkeren Primitivfibrille vereinigt eingetretenen und das perinucleare Neurofibrillengitter bildenden leitenden Elementarfibrillen in der Sinneszelle bleibt; der weitaus größte Theil tritt aus der Sinneszelle heraus und erscheint in Form von sich verzweigenden Neurofibrillen zwischen den Epithelzellen, wo er wahrscheinlich an der Bildung eines intraepithelialen Neurofibrillengitters Theil nimmt.«

Es ist mir nicht gelungen, auf meinen Präparaten etwas Derartiges wahrzunehmen. Außer den spindelförmigen Zellen enthält das Sinnesorgan auch andere Zellen, die im erweiterten Theil des Organs an der Eintrittsstelle der Nervenfasern gelegen sind; ihr Kern ist größer und runder; ihr Plasma wird bei den von mir angewandten Fixirungsverfahren dermaßen schlecht erhalten, dass ich nicht bestimmen konnte, ob sie Ganglienzellen oder sog. Stützzellen vorstellen.

3) Die Drüsen und Sinnesorgane der Körperwände. Bei der Betrachtung eines Stückes der gefärbten und in Glycerin aufgehellten Haut von *Sipunculus nudus* unter dem Mikroskop kann man sich leicht davon überzeugen, dass die Mehrzahl der Drüsen und Sinnesorgane in Längsreihen angeordnet sind zu Seiten breiter Längskanäle, welche in der Körperwand unterhalb der Cuticula verlaufen. Auf Fig. 3 ist ein Querschnitt durch die Körperwand dargestellt; aus derselben ist klar ersichtlich, dass die Mehrzahl der Drüsen an den Seiten der Hautkanäle angeordnet ist. Eine kleine Gruppe von Drüsen ist außerdem häufig an der Berührungsstelle des Hautkanals mit der Cuticula zu erkennen, sie bildet daselbst eine kleine Vorwölbung in die Höhle des Kanals (Fig. 3 f).

Wie für den Rüssel die zweizelligen Drüsen, so stellen für die Leibeswände die mehrzelligen Drüsen die am meisten charakteristischen Gebilde dar. Es lässt sich jedoch nicht behaupten, dass eine derartige Vertheilung der Drüsen im Körper von *Sipunculus* die allgemeine Regel darstellt. So wie im Rüssel zwischen der Menge zweizelliger Drüsen bisweilen mehrzellige angetroffen werden, so werden auch in der Körperwand zweizellige Drüsen gefunden. Besonders zahlreich sind sie um die Analöffnung angeordnet.

Die vielzelligen Drüsen unterscheiden sich dermaßen in ihrem Bau von den zweizelligen, dass eine Verwechslung dieser beiden Gebilde selbst bei einer oberflächlichen Beobachtung unmöglich erscheint. Oben habe ich jedoch die Meinung von VOGT und YUNG angeführt, die behaupten, dass alle Drüsen von *Sipunculus* einander gleich seien und dass alle beobachteten Unterschiede in allmählichen Veränderungen des Drüseninhaltes beständen. Wenn die sichtbaren Unterschiede der Drüsen in der That Modifikationen einer und derselben Drüse darstellten, so müssten in allen Körperabschnitten von *Sipunculus* dieselben Drüsen gefunden werden. In Wirklichkeit ist es jedoch nicht der Fall.

In Fig. 11 sind vielzellige Drüsen bei starker Vergrößerung dargestellt.

Die Drüse hat das Aussehen einer großen Kugel; an der Berührungsstelle derselben mit der Cuticula ist ein kleiner Ausführungsgang vorhanden, vermittels dessen die Drüse sich nach außen eröffnet. Der Inhalt der Kugel besteht aus mehreren ausgezogenen Zellen, deren Zahl sehr verschieden ist und von der Größe der Drüse abhängt; einige Drüsen enthalten drei, andere fünf, sechs bis zehn und mehr Zellen. Eine jede Zelle ist nach dem Umfang der Kugel gebogen und hat das Aussehen eines großen Komma; das innere, zur Muskelschicht gerichtete Ende ist stets erweitert und abgerundet, das periphere Ende verengt sich allmählich zum Ausführungsgange hin.

Der Zellinhalt besteht aus großen abgerundeten Körnern, die sich gut in Pikrinsäure und Mucinkarmin färben. Der recht große Kern ist stets in dem peripheren Ende der Zelle gelagert, nicht weit vom Ausführungsgang (Fig. 11 *b*). Es bleibt noch hinzuzufügen, dass der Zellinhalt seiner Struktur nach sich bisweilen in zwei Abschnitte sondert: das erweiterte Ende der Zelle bis zum Kern besteht aus großen Körnern, der periphere enge Theil weist eine feine Körnelung auf; der Kern erscheint auf der Grenze beider Abschnitte gelagert; eine derartige Struktur weist die Mehrzahl der Zellen der vielzelligen

Drüsen auf; in den Zwischenräumen zwischen denselben sind andere Zellen gelagert, die den ganzen Zwischenraum ausfüllen und gleichsam eine Hülle um die Drüsenzellen bilden. Diese Zellen unterscheiden sich von den letzteren durch den Mangel der oben erwähnten Körnelung im Plasma, so wie durch den bedeutend kleineren Kern (*kn*). Das Verhalten dieser Zellen zu einander ist besonders deutlich auf Querschnitten durch die Drüsen zu erkennen. In Fig. 13 *a* ist ein Querschnitt durch eine Drüse dargestellt, die nur aus drei Zellen besteht, auf Fig. 13 *b* durch eine Drüse, die aus mehr Zellen zusammengesetzt ist. Eine vielzellige Drüse erscheint in Form eines großen kugeligen Gebildes, welches durch mehrere Scheidewände in einzelne Nester, die ihrerseits körnige Drüsenzellen enthalten, getheilt wird.

Auf vielen Präparaten ist es mir gelungen, den direkten Zusammenhang der vielzelligen Drüsen mit dem Nervensystem festzustellen; besonders deutlich tritt dieser Zusammenhang auf Fig. 18 *mg*l, Taf. XVIII, hervor; es dringen Neurofibrillen ins Innere der Drüse ein, deren weiteren Verlauf ich jedoch nicht habe verfolgen können, da die Drüsenzellen sich zu intensiv färben.

Anfangs war ich der Meinung, dass die vielzelligen Drüsen eine Vereinigung eines Sinnesorgans mit einer Drüse darstellten, nachher änderte ich jedoch meine Ansicht, da es mir nicht gelang in den Drüsen irgend welche Sinneszellen zu finden. Es ist möglich, dass die Nervenfasern bloß der Innervation der Drüse dienen.

Sinnesorgane. Die Beziehungen der Sinnesorgane zu den vielzelligen Drüsen ist aus Fig. 18 ersichtlich, auf welcher auch die relative Größe aller Hautorgane zu ersehen ist. Neben einer ungeheuer großen vielzelligen Drüse liegt seitwärts ein kleines Sinnesorgan; dasselbe ist dermaßen klein, dass es leicht übersehen wird, besonders wenn bei der Kontraktion der Leibeswände alle Hautorgane an einander gerückt werden; in solchen Fällen ist es schwer ein Sinnesorgan von gewöhnlichen Hypodermiszellen zu unterscheiden. In Folge dieses Umstandes beschreibt ANDREAE (1) dieses Organ als ein becherförmiges Gebilde aus Hypodermiszellen.

Seinem Bau nach erinnert das Sinnesorgan an dieselben Organe des Rüssels, wie sie oben beschrieben worden sind; es hat die gleiche Birnenform und ist aus spindelförmigen Zellen zusammengesetzt.

4) Drüsen und Sinnesorgane des Schwanzendes. Das Schwanzende des Sipunculus zeichnet sich durch die ungewöhnliche

Dicke seiner Cuticula aus, die vier- bis fünfmal dicker ist als auf dem Körper und auf dem Rüssel; das Schwanzende zeichnet sich außerdem durch die Struktur und die Vertheilung der Sinnesorgane und Drüsen aus, deren Zahl bedeutend geringer ist als im Rüssel und in der Körperwand (Fig. 6, Taf. XVII).

Die Drüsen des Schwanzes sind kleiner als die vielzelligen Drüsen des Körpers, sie erscheinen von getrennter Form, ihr peripheres Ende ist in eine lange schmale Röhre ausgezogen, welche die Cuticula durchbohrt und als Ausführungsgang dient; dieselbe ist an der Basis der Drüse breiter und verengt sich zur Peripherie hin; die Wände der Röhre weisen ein streifiges Aussehen auf, wahrscheinlich bedingt durch die Schichtung der Cuticula. Fig. 4 *du*, Taf. XVII, stellt einige Drüsen des Schwanzes dar, die sich alle mehr oder weniger durch ihre Struktur von einander unterscheiden. Der Inhalt einer auf Fig. 7 dargestellten Drüse besteht aus einer Menge größerer und kleinerer in Farbstoffen sich gut färbender Körner, zwischen denselben fand ich mehrere Kerne. Einzelne, gut abgegrenzte Zellen, wie in den vielzelligen Drüsen des Rumpfes, habe ich nicht wahrnehmen können; oberhalb des Ausführungsganges ist eine kleine Höhle gelegen, die ich jedoch nur in seltenen Fällen finden konnte.

In anderen Drüsen des Schwanzes konnte ich mehrere einzelne Zellen unterscheiden, wie solche auf Fig. 4 und 8 dargestellt sind. Ihrer Struktur nach erinnern diese Zellen an die oben beschriebenen Drüsenzellen vielzelliger Drüsen, ihre Lagerung ist bloß eine andere; sie sind nicht der ganzen Drüse entlang, sondern in zwei Schichten angeordnet. Wie in den vielzelligen Drüsen des Rumpfes, so lassen sich auch hier zwei Arten von Kernen unterscheiden; die einen sind in den körnigen Zellen gelagert, die anderen in den Zwischenräumen zwischen diesen oder auf den die Drüsenzellen bedeckenden Hüllen.

Die Sinnesorgane passen sich der dicken Cuticula an und verändern etwas ihre Gestalt, sie erscheinen enger und länger, erhalten Spindelform. Fig. 4 stellt ein derartiges Sinnesorgan dar. Der Struktur nach unterscheiden sie sich durchaus nicht von den Sinnesorganen des Rüssels und des Rumpfes; die spindelförmigen Zellen erscheinen nur dichter an einander gelagert. Interessant ist die Beziehung dieser Organe zu den Drüsen. Während in der Körperwand das direkte Eindringen einer Nervenfasers in die vielzellige Drüse konstatiert werden konnte, dringt in dem Schwanztheil die Nervenfasers in der Mehrzahl der Fälle bloß in die Sinnesorgane ein, von denselben gehen alsdann ein oder zwei kleine Zweige zu den

nahegelegenen Drüsen. In Fig. 36, Taf. XIX, ist der Eintritt der Nervenfasern in ein Sinnesorgan und die Innervation der Drüsen dargestellt. Die in Fig. 36 dargestellten Präparate waren nach der Vergoldungsmethode von RANVIER angefertigt worden.

Cutis.

Zwischen der Schicht der Hypodermiszellen mit einer großen Anzahl von Drüsen und Sinnesorganen und den Ringmuskeln ist in der Haut von *Sipunculus* eine beträchtlich dicke Schicht bindegewebigen Charakters vorhanden; dieselbe ist in allen Körpertheilen gleichmäßig entwickelt, eine besondere Dicke erreicht sie im Schwanzende, woselbst sie mehrere Male dicker ist als im Rüssel und in den Körperwänden (Fig. 6, Taf. XVII). Charakteristisch für diese Schicht ist die große Anzahl feinsten Fibrillen, welche dieselbe in radiärer Richtung durchziehen; diese Fibrillen verdanken ihre Entstehung den überall in diesem Gewebe zerstreuten Bindegewebszellen. Die Fibrillen ziehen von den Ringmuskeln zur Peripherie und dringen zwischen den Hypodermiszellen bis fast zur Cuticula vor. VOGT und YUNG schrieben aus diesem Anlass: »Cette combinaison des cellules hypodermiques avec des filaments pénétrant dans la masse gélatineuse conjonctive a encore une autre conséquence. Lorsque la cuticule est fortement courbée, comme dans les verrues de la coupole terminale ou de la trompe, et lorsque en même temps les glandes sans-cutanées sont serrées les unes contre les autres les cellules de la couche sous-cuticulaire s'allongent, deviennent presque coniques et constituent à la fin avec leurs filaments multiples, parsemés de noyaux nombreux, des faisceaux que l'on a décrits, suivant nous bien à tort, comme des organes nerveux particuliers.«

Eine Verwechslung der Bindegewebsfibrillen mit Nerven ist unmöglich. Die Nervenfasern von *Sipunculus* zeichnen sich durch ihre ungewöhnliche Dicke aus und verlaufen nicht nur radiär wie die Bindegewebsfibrillen, sondern bisweilen auch senkrecht zu denselben. Die Beziehungen der Nervenfasern zu den Bindegewebsfibrillen sind deutlich auf Fig. 18, Taf. XVIII zu sehen.

Außer Nerven sind in der Bindegewebschicht der Haut des *Sipunculus* stets eine große Zahl Leukocyten und Pigmentzellen anzutreffen.

Die Pigmentzellen verleihen der Haut des *Sipunculus* und vielen Organen eine gelbbraune Farbe, die abhängig von der Ernährung wechseln kann. Exemplare von *Sipunculus*, welche in ein mit

reinem Wasser ohne Sand gefülltes Aquarium gebracht worden sind, fangen nach einigen Tagen an abzublassen, während die Zahl der Pigmentzellen rasch abzunehmen beginnt.

Die Pigmentzellen werden nicht nur in der Cutis angetroffen, sondern auch in allen Geweben mit Ausnahme der Muskeln; man beobachtet sie häufig innerhalb des Gehirns, der Nervenstämmen und der Darmwände. Sehr häufig habe ich den Übertritt dieser Zellen in das Flimmerepithel der Tentakel und des Darmes beobachtet. Ein derartiger Übertritt ist auf Fig. 34, Taf. XIX dargestellt. In diesen Fällen ist ein Theil der Epithelzellen zerstört und von großen dunkelbraunen Zellen besetzt.

Die Größe dieser Zellen ist sehr verschieden: neben Pigmentzellen von der Größe gewöhnlicher Leukocyten sind solche um das 10- bis 20fache größere anzutreffen.

Ihre Farbe ist gelbbraun; sie rührt von einer großen Zahl großer und kleiner Körner her, welche die Zelle ausfüllen. Ihrer Form nach erinnern sie an Amöben oder vielmehr Plasmodien. Auf ihre Lokomotionsfähigkeit weist nicht nur ihre Form hin, sondern auch der Durchtritt durch das Epithel. In vielen Fällen habe ich beobachtet, dass ein Theil der Pigmentzelle bereits in das Epithel übergetreten war, während der übrige Theil noch im Bindegewebe unterhalb des Epithels sich befand. Der Inhalt der Pigmentzellen besteht aus Körnern von gelbbrauner Farbe, neben diesen sind nicht selten große Vacuolen anzutreffen. Die Zahl der Kerne ist unbestimmt: es finden sich Zellen mit zwei, drei bis zehn Kernen. Irgend welche Grenzen einzelner Zellen habe ich nicht unterscheiden können.

Ich kann mich nicht mit der Ansicht ANDREAE's einverstanden erklären, welcher berichtet: »... zeigte sich im Innern der Ballen ein bindegewebiges Gerüst, gebildet aus einer großen Anzahl dünner Fasern, welche von der umgebenden Tunica propria ihren Ursprung nehmend, den Innenraum nach allen Richtungen durchkreuzen und dadurch eine Menge einzelner Maschen erzeugen. In diesen Maschen nun schienen die kleinen dunkeln Pigmentkörner eingelagert zu sein.«

Welche Bedeutung kommt nun diesen den Ort wechselnden Pigmentzellen zu? Sind es Elemente des Organismus selber, d. h. Zellen, die die Nahrungsmittel aufbewahren, oder aber parasitirende Organismen? Gegen die erstere Annahme spricht ihr Durchtritt durch das Flimmerepithel nach außen. Würden sie in der That Nahrungsmaterial aufsammeln, so wäre ihr Austritt aus dem Organismus unverständlich. Dagegen spricht auch der Umstand, dass ihre Anwesen-

heit in den verschiedenen Geweben, in den Epithelien oder im Nervensystem mit einer Vernichtung der benachbarten Zellen verbunden ist. Es bleibt auf diese Weise nur die Vermuthung, dass wir es hier mit einer Amöbe oder einem Plasmodium zu thun haben, welche in verschiedenen Organen von *Sipunculus* parasitirt.

Wenn sich das Thier gut nährt, vermehrt sich der Parasit und füllt alle Gewebe an, wenn das Thier jedoch in Gefangenschaft geräth und hungert, verlassen dasselbe die parasitirenden Zellen durch die Wände der Tentakel und des Darmes, das Resultat davon ist eine Entfärbung der Gewebe; zu Gunsten der Annahme eines Parasiten spricht auch der Umstand, dass die Pigmentzellen durchaus keine beständigen Gebilde im Körper des *Sipunculus* darstellen. Ich habe nicht selten Thiere untersucht, in denen ich durchaus keine Pigmentzellen habe finden können.

Leukocyten. Außer Pigmentzellen trifft man zwischen den Bindegewebsfibrillen freie Zellen zweierlei Art an: erstens kleine Leukocyten mit feinkörnigem Plasma, die sich gut in Pikrinsäure färben; sie sind sehr klein und haben die Form kleiner Amöben; zweitens runde Zellen, zwei- bis dreimal größer als die obenerwähnten Leukocyten; dieselben enthalten stets in ihrem Plasma Körner verschiedener Größe.

Bei Injektionen von Ammoniakkarmin in die Leibeshöhle eines lebenden *Sipunculus* fand ich nicht selten die Farbe in kleinen Vacuolen dieser Zellen, wie es die Fig. 18 *a*l, Taf. XVIII, darstellt.

Die Hautkanäle stellen lange breite Kanäle dar, die längs dem ganzen Körper vom Rüssel bis zum Schwanzende ziehen. Mit einer Seite berühren sie die Cuticula mit ihren Hypodermiszellen, von allen anderen Seiten sind sie von dem Bindegewebe der Cutis umgeben. Diese Kanäle haben keine besonderen Wandungen mit Ausnahme eines flachen Epithels, das sie auskleidet, eben so wie die ganze Leibeshöhle von *Sipunculus*. Alle Kanäle communiciren mit einander sowie mit der Leibeshöhle vermittels kleiner Querkanäle. In den Kanälen sind dieselben Blutelemente wie in der Leibeshöhle: rothe und weiße Blutkörperchen und Geschlechtszellen.

Fig. 3 *v*, Taf. XVII, stellt einen Querschnitt durch die Leibeshöhle dar; auf ihr ist die Lagerung der Hautkanäle und ihre Beziehungen zu anderen Organen ersichtlich. Die Hautkanäle sind stets in den Zwischenräumen zwischen den großen Längsmuskelbündeln gelagert, daraus ergiebt sich, dass ihre Zahl der Zahl der Längsmuskelbündel entspricht.

Im Schwanze ändert sich die Lagerung der Hautkanäle, sie werden enger und verlaufen nicht an der Cuticula, sondern an den Ringmuskeln, wie es die Fig. 6 *v*, Taf. XVII, zeigt.

Muskeln.

Die Innenseite der Leibeswände von *Sipunculus* ist von einer dicken Muskellage bedeckt, die aus Ring-, Schräg- und Längsmuskeln besteht.

Auf die Cutis folgen Ringmuskeln; dieselben stellen dicke breite Bündel dar, welche nicht in einer kontinuierlichen Lage angeordnet sind, sondern in Abständen von ungefähr 1 mm; auf diese folgen Bündel von Schrägmuskeln. Über den schrägen Muskeln sind dicke, starke Bündel von Längsmuskeln angeordnet, die ebenfalls von einander durch kleine Zwischenräume getrennt sind; in der Mitte des Rumpfes sind gewöhnlich 32 derartiger Bündel.

Ein jedes Bündel erstreckt sich längs des ganzen Körpers vom Rüssel bis zum Schwanze hin. Im Rüssel und im Schwanze vereinigen sich alle Bündel und bilden eine kompakte Lage.

Auf Querschnitten erscheinen die Längsbündel in Form großer Erhebungen, die sich weit in die Leibeshöhle hinein erstrecken (s. Fig. 3 *pm*, Taf. XVII).

Die Tentakeln haben dessgleichen eine Schicht Muskelfasern, die an der Basis derselben einen dicken Muskelring bilden; derselbe ist auf Fig. 48 *co*, Taf. XXI, dargestellt. Von diesem Ringe entspringen vier große, dicke Retraktoren, die zum Einziehen der Tentakel und des Rüssels in den Körper bestimmt sind (s. Fig. 1 *mr*).

Mit ihren unteren Enden setzen sich die Retraktoren an die Leibeswand um Einiges unterhalb des Rüssels an. Die Länge eines jeden Retraktors hängt von der Größe des Thieres ab. Bei großen Exemplaren erreicht derselbe eine Länge von 5–6 cm. Die Retraktoren setzen sich in ihrem ganzen Verlauf vermittels einer dünnen durchsichtigen Membran an den Schlund an.

Alle Muskeln von *Sipunculus* bestehen aus glatten Muskelzellen, wovon man sich bei der Maceration überzeugen kann. Jede Zelle erscheint in Form einer sehr langen Faser, die sich zu den Enden hin allmählich verjüngt, in der Mitte hat jede Zelle eine kleine Erweiterung für den Kern; im Darm und in den Körperwänden färben sich derartige Zellen leicht in Methylenblau.

Bei Injektionen von Methylenblau in die Leibeshöhle färbt sich

ein Netz von Muskelfasern, sowohl Ringfasern als auch Längsfasern (s. Fig. 25, Taf. XIX).

Die Tentakel.

Die Tentakel sind in Form eines Trichters um die Mundöffnung angeordnet; der Rand des Trichters ist in mehrere große Lappen getheilt. Auf Fig. 44, Taf. XX, ist ein Längsschnitt durch die Tentakel, die Mundöffnung mit dem Schlunde, die Gefäße und das Gehirn abgebildet; sehr deutlich treten auf derselben die Beziehungen dieser Theile zu einander hervor. Die Tentakel enthalten eine große spaltförmige Höhle, die in unmittelbarer Kommunikation mit den Gefäßen (*v*) steht; die Höhle ist von Querbrücken-Fasern (*l*) durchzogen; innerhalb derselben sind stets Blutelemente zu finden. Bei der Beobachtung der Tentakel des lebenden Sipunculus lässt sich in ihnen leicht die Blutcirculation wahrnehmen.

Die Innenseite der Tentakel ist von großen, mit Wimpern versehenen Epithelzellen bekleidet; dieselben sind auf Fig. 10, Taf. XVII, dargestellt.

Die Zellen verschmelzen mit ihren peripheren Enden, während ihre inneren Enden sich verjüngen und durch kleine Zwischenräume von einander getrennt werden; in diesen Zwischenräumen sind zuweilen Kerne anderer Zellen wahrnehmbar.

Ungefähr in der Mitte einer jeden Flimmerzelle befindet sich ein großer ovaler Kern.

Bei der Behandlung mit Gold und Ameisensäure nach APÁTHY'S Verfahren tritt in jeder Zelle eine schwarze Fibrille hervor; dieselbe gleicht vollkommen derjenigen, welche ich in den Flimmerzellen der oben beschriebenen Sinnesorgane beobachtet habe. Das periphere Ende der Fibrille spaltet sich in eine große Anzahl noch feinerer Fibrillen, welche ihrerseits in kleinen Verdickungen zwischen den Flimmern endigen; das andere Ende der Fibrille zieht zur Basis der Zelle. Es gelang mir lange Zeit nicht, die Verbindung dieser feinen Nervenfibrillen mit dem Nervensystem zu finden. Es schien, als endigte jede Fibrille an der Basis der Zelle; in seltenen Fällen erstreckte sich dieselbe in das unter dem Epithel gelegene Bindegewebe. Vor Kurzem endlich beobachtete ich auf ziemlich dicken Schnitten durch die Tentakel ein Bild, welches auf Fig. 32, Taf. XIX, dargestellt ist. Im Bindegewebe verläuft eine Nervenfasern, welche an die Basis der Epithelzellen herantritt, und in einige Äste zerfällt. Diese

Äste nun stehen in unmittelbarer Verbindung mit den Neurofibrillen des Flimmerepithels.

Unterhalb des Epithels findet sich eine beträchtlich dicke bindegewebige Schicht mit eingelagerten Bündeln von Muskelfasern zur Kontraktion der Tentakel. In der Mehrzahl der Fälle sind im Bindegewebe eine große Zahl großer, ovaler Zellen anzutreffen, die bisweilen in dermaßen großen Mengen vorhanden sind, dass das unter dem Epithel gelegene Gewebe von ihnen vollkommen eingenommen erscheint. Jede Zelle hat eine regelmäßige ovale Gestalt, enthält im Centrum einen Kern, das feinkörnige Protoplasma färbt sich gut in Eosin; während alle Gewebe durch das Eosin blassrosa gefärbt werden, erscheinen diese Zellen vollkommen roth. In dieser Eigenschaft erinnern sie an die eosinophilen Zellen (Fig. 10 Bz, Taf. XVII).

Derartige Zellen beobachtete ich nicht selten in den Wandungen des Darmes; aller Wahrscheinlichkeit nach besitzen sie Lokomotionsfähigkeit und gehören zu den sog. Wanderzellen. Einmal beobachtete ich den Durchtritt einer derartigen Zelle durch das Endothel; niemals habe ich sie jedoch zwischen den Zellen des Außenepithels gesehen.

Auf der Rückenseite der Tentakel findet sich eine kleine, kaum wahrnehmbare Öffnung, die in einen engen Kanal (Fig. 44 A, Taf. XX) — den Kanal des Sinnesorgans — führt.

Der Kanal endigt blind am Gehirn; daselbst ist ein besonderes Sinnesorgan gelegen, welches ich im Kapitel vom Bau des Nervensystems beschreiben werde. Auf dem Querschnitt hat der Kanal das Aussehen einer engen Spalte, an deren Rande zwei kleine Höcker hervortreten (*oh*), in denselben verlaufen die Nervenstämme (s. Fig. 48).

Die Wände des Kanals sind von einer Schicht kleiner Epithelzellen bedeckt. Zwischen den Epithelzellen fand ich stets in großer Zahl die großen, gelben, vielkernigen Zellen, die ich oben beschrieben habe. Auf jedem Schnitt werden gewöhnlich fünf bis zehn derartige Zellen angetroffen. In den Fällen, wenn in den anderen Geweben ihre Zahl gering ist, sind sie hier stets in großen Mengen vorhanden.

Gefäße.

Die Höhle der Tentakel steht in Kommunikation mit zwei großen, breiten Gefäßen, die den Tentakeln von der Bauch- und der Rückenseite angelagert sind. Die Gefäße stellen zwei weite Röhren dar mit durchsichtigen Wandungen; sie ziehen längs der Därme von den Tentakeln bis zur Basis der Retraktoren. Hier endigen sie blind;

ihre Länge beträgt bei großen 20—25 cm langen Exemplaren 5—6 cm, d. h. beträgt ungefähr ein Viertel der Länge des ganzen Körpers. Besonders breit ist das blinde Ende, nämlich bis 3—4 mm.

Die Kommunikation der Gefäße mit dem Hohlraum der Tentakel lässt sich leicht durch Injektion nachweisen; bei Injektion einer Färbesubstanz in das Gefäß dringt die Farbe in die Tentakel, wobei man sich leicht davon überzeugen kann, dass die Gefäße sich zunächst in einen Sinus oder Hohlraum eröffnen, der die Mundöffnung von allen Seiten umgibt und seinerseits mit den Tentakeln in Verbindung steht. Fig. 48 *sv*, Taf. XXI, stellt einen Querschnitt durch die Mundöffnung und den dieselbe umgebenden Sinus dar. Die Wandungen der Mundöffnung befinden sich jedoch nicht in der Mitte des Sinus, sondern sind der Bauchseite des Muskelringes angelagert. In dieser Lage wird er durch fünf oder sechs Querbalken (*p*) fixiert, die einerseits sich an die Wandungen der Mundöffnung ansetzen, andererseits an den Muskelring; letzterer bildet die Basis der Tentakel und gleichzeitig den Anfang der Retraktoren. Durch den Mund und die Querbalken wird auf diese Weise der ganze Sinus in mehrere ungleiche Abschnitte geteilt. Der größte von ihnen, der Rückenabschnitt, bildet den Ursprung des Rückengefäßes, die übrigen fünf des Bauchgefäßes. Beide Gefäße sind in ihrem ganzen Verlauf durch eine dünne Membran an den Darm befestigt. Fig. 16, Taf. XVIII, stellt einen Querschnitt dar durch den Schlund und die beiden zu Seiten derselben gelegenen Gefäße. Jedes Gefäß erscheint in Form eines großen, von einer dünnen Wand umgebenen Hohlraumes.

Bei stärkerer Vergrößerung lassen sich in der Wand der Gefäße feine Muskelfasern unterscheiden, so wie eine große Zahl, längs der Innenfläche zerstreuter Flimmerzellen (Fig. 60 *rz*, Taf. XXI). In Folge der Anwesenheit dieser Zellen befindet sich der Inhalt der Gefäße in beständiger Bewegung.

Da die Gefäßwände vollkommen durchsichtig sind, so ist es äußerst leicht und bequem dieselben frisch oder fixiert direkt unter dem Mikroskop zu untersuchen, ohne Schnitte anfertigen zu müssen.

Vor Allem fällt die große Zahl Quer- und Längsmuskelfasern auf. Die Längsfasern sind gewöhnlich dicker als die Quersfasern, welche als feine Fäden erscheinen. Sehr gut sind auch die Flimmerzellen zu sehen.

An der Stelle, wo die Gefäße sich mit dem Schlunde verbinden, sind gewöhnlich zwischen den Flimmerzellen eine große Anzahl runder Gebilde wahrnehmbar, die aus dem Niveau der Flimmerzellen heraus-

ragen. Auf diese Gebilde werde ich bei Besprechung der Töpfchen und ihrer Entwicklung näher eingehen.

Den Bau der flachen Epithelzellen, die die Gefäßwandungen auskleiden, kann man gut an mit Silber bearbeiteten Präparaten studiren. Zu dem Zweck wird ein Theil der Gefäßwand 20 Minuten lang in einer 5 0/0igen Salpeterlösung ausgewaschen und darauf für 24 Stunden in eine Silberlösung (1 auf 800) gebracht, zu welcher einige Tropfen Osmiumsäure und Salpetersäure hinzugefügt worden sind. Alsdann werden die Stücke in destillirtem Wasser ausgewaschen und dem Licht ausgesetzt, bis sie sich bräunen. Nach dieser Behandlung treten die Zellgrenzen der Epithelien mit großer Schärfe hervor. Man erhält ein Bild, wie es in Fig 27, Taf. XIX, dargestellt ist.

Zwischen den Epithelzellen zerstreut sind vollkommen runde, um das Mehrfache kleinere Zellen eingelagert (*rz*), welche dessgleichen im Centrum einen, vom Kern der Epithelzellen sich unterscheidenden Kern besitzen. Die runden Zellen lassen außerdem eine Anzahl feiner Punkte erkennen, die augenscheinlich die Spuren der Flimmern darstellen. Die runden Zellen stellen in Folge dessen aller Wahrscheinlichkeit nach die Flimmerzellen dar, welche auf Schnitten deutlich sichtbar sind.

Zwischen den Zellen sind kleine Öffnungen zu erkennen, die in der Mehrzahl der Fälle als dunkle Punkte in Erscheinung treten. Vermittels dieser Öffnungen communicirt wahrscheinlich der Hohlraum der Gefäße mit der Leibeshöhle. Nach der Ansicht vieler Autoren, welche sich mit der Anatomie des Sipunculus beschäftigt haben, communiciren die Gefäße durchaus nicht mit der Leibeshöhle. In der That sind weder auf Schnitten irgend welche Öffnungen wahrnehmbar noch bei Betrachtung der Leibeshöhle in frischem oder fixirtem Zustande. Bei Farbstoffinjektionen in die Leibeshöhle des lebenden Sipunculus dringt die Farbe nicht in das Gefäß. Neben diesen gegen die Möglichkeit eines Vorhandenseins irgend welcher Kommunikation der Gefäße mit der Leibeshöhle sprechenden Beobachtungen lassen sich auch solche anführen, die zu Gunsten einer Kommunikation sprechen: in der Leibeshöhle sind in der That dieselben Elemente, wie in den Gefäßen, anzutreffen. Es ist schwer anzunehmen, dass im Gefäßsystem sich dieselben Formelemente bildeten, welche in der Leibeshöhle zu finden sind, und dass es seine besonderen blutbildenden Organe besäße.

Bei physiologischen Injektionen der Leibeshöhle mit Methylen-

blau und Neutralroth, die die Vacuolen der rothen Blutkörperchen entsprechend färben, fand ich rothe Blutkörperchen mit gefärbten Vacuolen nicht nur in der Leibeshöhle, sondern auch in den Gefäßen. Es ist klar, dass die Blutkörperchen aus der Leibeshöhle ins Gefäß hindurchgetreten sind.

Wie ich oben erwähnt habe, so finden sich in den Gefäßen eben solche Blutkörperchen, wie in der Leibeshöhle. In Betreff dieses Umstandes widersprechen sich die Angaben der Autoren: die Einen berichten, dass die, in den Gefäßen wahrnehmbaren Blutkörperchen größer sind als die in der Leibeshöhle, die Anderen behaupten, dass sie gleich groß sind, wieder Andere finden, dass sie kleiner sind und jüngere Stadien darstellen. So schreibt CUENOT: »Les hématies de l'appareil vasculaire offrent par rapport aux hématies de la cavité générale des caractères de jeunesse, qui forcent absolument à considérer ledit appareil comme une glande lymphatique.«

Die Größe der Blutkörperchen, sowohl in der Leibeshöhle als auch in den Gefäßen, variirt dermaßen stark, dass man, meiner Ansicht nach, unmöglich den Unterschied nur auf der Größe basiren kann. Was jedoch die anderen Eigenschaften, wie den Bau des Plasmas, den Kern, die Form anbetrifft, so sind diese vollkommen dieselben sowohl in den Blutkörperchen der Leibeshöhle als auch der Gefäße.

Es bleibt mir noch übrig besonderer Drüsen zu erwähnen, die ich stets in der Wand eines der Gefäße fand. Die Drüse ist deutlich bei makroskopischer Betrachtung sichtbar, und bildet eine dunkelbraune Verdickung am blinden Ende des Gefäßes. Ihre Größe ist sehr unbeständig: bei einigen Exemplaren erreicht sie in der Länge 5—10 mm und 1—2 mm in der Breite, bei anderen ist sie bedeutend kleiner. Auf Querschnitten erscheint sie in Form einer mehr oder weniger breiten Verdickung der Gefäßwand (Fig. 16 *ly*, Taf. XVIII).

Von der Leibeshöhle und dem Gefäßinhalt ist sie durch eine dünne Membran getrennt (Fig. 31, Taf. XIX).

Im Inneren der Drüse ist sehr häufig ein Netz von Fibrillen und Scheidewänden wahrnehmbar, welche dieselbe in einzelne Kammern theilen. Dieses Netz ist jedoch nicht immer auf Schnitten zu sehen, in welchem Fall der Inhalt der Drüse aus einer kompakten Masse verschiedener Zellen zusammengesetzt erscheint. Ich habe drei Arten von Zellen beobachtet: erstens Zellen, welche die Hauptmasse der Drüse darstellen, von geringer Größe sind, an Leukocyten erinnern, einen Kern und geringe Menge Protoplasma enthalten, zweitens,

Zellen mit reichlichem Protoplasma, welche rothen Blutkörperchen ähneln und endlich drittens Pigmentzellen, die den Drüsen eine gelbbraune Farbe verleihen.

Ein Ausführungsgang ist nicht vorhanden.

Die Drüsenhätigkeit verläuft aller Wahrscheinlichkeit nach folgendermaßen: wenn die die Drüse ausfüllenden Zellen die bestimmte Größe und Reife erreicht haben, zerreißt die Membran und der Drüseninhalt entleert sich entweder in die Leibeshöhle oder in das Gefäß in Gestalt eines großen Klumpens. Derartige Zellklumpen von gelbbrauner Farbe fand ich nicht selten innerhalb der Gefäße; ganz kurz erwähnen dieselben einige Autoren.

Diese Drüse stellt aller Wahrscheinlichkeit nach ein blutbildendes Organ dar. Es bleibt nun noch übrig, die Frage zu lösen, welche Bedeutung den mit den Tentakeln verbundenen Gefäßen zukommt, ob sie der Vorstellung entsprechen, welche wir uns vom Gefäßsystem anderer Thiere machen? Unter dem Gefäßsystem verstehen wir ein Kanalsystem, welches das Blut zu allen Körpertheilen leitet und in direkter Beziehung zur Athmung steht. Wie verhält es sich nun bei Sipunculus? Das ganze Gefäßsystem von Sipunculus besteht aus zwei nicht großen Gefäßen, die keine Beziehungen zu anderen Organen mit Ausnahme der Tentakel besitzen. Die Tentakel selber haben zu dicke Wandungen, als dass hier ein Gasaustausch stattfinden könnte mit der Außenwelt. Würden außerdem die Tentakel in der That Athmungsorgane darstellen, so würde wohl Sipunculus kaum im Stande sein, stundenlang mit eingezogenem Rüssel und verborgenen Tentakeln zu verharren, wie es häufig der Fall ist.

Dem Begriff von Gefäßen kommen die oben beschriebenen Hautkanäle viel näher; sie verlaufen in der Körperwand und sind von der Außenwelt nur durch eine dünne Schicht von Hypodermiszellen und Cuticula getrennt, durch welche leicht ein Gasaustausch stattfinden kann.

Aller Wahrscheinlichkeit nach dienen die Tentakel zum Erfassen der Speise und als Sinnesorgane, die zwei Gefäße mit ihrer starken Muskulatur dienen zur Erektion der Tentakel.

Betreffs der Bedeutung des Gefäßsystems und der Tentakel des Sipunculus wurden von jeher verschiedene Ansichten angegeben; die Einen halten dasselbe für ein echtes Gefäßsystem, das in Beziehung zur Athmung steht und die Tentakel für Kiemen. Andere halten die Tentakel für Greiforgane und Sinnesorgane und vergleichen das Gefäßsystem mit dem Wassersystem von Synapta; CUENOT endlich

hält die beiden Gefäße von Sipunculus für lymphatische Organe: »La glande lymphatique et ses annexes forment ce qu'on appelle communément l'appareil vasculaire« (p. 606).

Aller Wahrscheinlichkeit nach können diese Organe bei verschiedenen Sipunculiden eine verschiedene Bedeutung haben. WARD schreibt in Betreff dieses: »The probable lack of respiratory function in the vascular system cannot be extended to all Sipunculids. In this connection it is of great interest to notice that various species are provided (SELENKA, p. XIX) rith several or many branched lateral appendages attached to the blind sac. Such organs are found in Phascolosoma Semperi, P. maniceps, Phymosoma asser, Dendrostoma signifer et al. All of these forms possess, according to the same author, long thin filamentous tentacles. This peculiarity suggests at once the probability of a respiratory nature for the tentacles; and its occurrence in single species of various genera would indicate that it is a secondarily acquired function« (p. 163).

Der Darmkanal.

Wird ein Thier längs des ganzen Körpers aufgeschnitten und die Wände mit Hilfe von Nadeln zur Seite gezogen, so fällt vor Allem der große Darmkanal auf. Von der Mundöffnung bis zur Basis der Retraktoren wird der Darm von zwei Gefäßen begleitet; hier selbst ist er vermittels dünner Membranen an die Retraktoren angeheftet; unterhalb derselben bildet der Darm eine Spirale, die sich bis zum Schwanzende herabsenkt. Auf seinem ganzen Verlauf befestigt er sich an die Leibeswand mit Hilfe feiner, durchsichtiger Fäden, die erst beim Abziehen des Darmes von der Leibeswand sichtbar werden. Um sich mit allen Feinheiten des Baues desselben bekannt zu machen, ist es erforderlich den Darm von der Leibeswand abzulösen und die Spirale zu entrollen. Ein derartig entrollter Darm ist auf Fig. 2, Taf. XVII dargestellt. Aus derselben ist ersichtlich, dass in der Mitte des Körpers die Spirale von vier, mit einander verschlungenen, Darmabschnitten gebildet wird, im unteren Theil dagegen aus zwei. Die Länge des Darmes beträgt das Doppelte der Körperlänge. Bei einem frisch gefangenen Sipunculus ist der Darm stets mit einer Menge Sand angefüllt. Wird der Sipunculus jedoch einige Tage in einem reinen Aquarium gelassen, so entleert sich der Darm rasch und wird dadurch tauglich zur Untersuchung.

In seinem ganzen Verlauf vom Munde bis zur Afteröffnung hat der Darm denselben Bau, in Folge dessen es schwer ist einzelne

Abschnitte zu unterscheiden. Nach genauerer Untersuchung, hauptsächlich jedoch auf Grundlage des Studiums von Querschnitten, kann man am Darm vier Abschnitte unterscheiden: erstens den Schlund, d. h. den vorderen Abschnitt des Darmes vom Munde bis zur Basis der Retraktoren; auf diesem Abschnitt wird er von den Gefäßen begleitet; zweitens den Mitteldarm, von der Basis der Retraktoren bis zum Blindfortsatz, der ungefähr 2 cm unterhalb der Afteröffnung gelegen ist; drittens den Hinterdarm, vom Blindfortsatz bis zu den Analdrüsen und endlich viertens das Rectum, von den Analdrüsen bis zu der Afteröffnung.

ANDREWS unterscheidet bei *Sipunculus Gouldii* sechs Darmabschnitte: 1) Pharynx, 2) Ösophagus, 3) Magen, 4) absteigenden Darm, 5) aufsteigenden Darm, 6) Rectum.

Bei *Sipunculus nudus* konnte ich alle diese Abschnitte nicht finden. Der Mitteldarm besteht bei *Sipunculus Gouldii* aus drei Abschnitten, während er bei *Sipunculus nudus* durchweg denselben Bau hat.

Bei Betrachtung des Darmes mit der Lupe oder gar mit unbewaffnetem Auge fällt auf einer Seite desselben eine rothe Linie auf, welche beim Munde beginnt und längs dem Darne bis zum Blindfortsatz herunterzieht. Diese von außen sichtbare Linie ist bedingt durch eine längs der Innenwand des Darmes verlaufende Rinne, welche durch zwei im Inneren des Darmes gelegene Auswüchse gebildet wird. In Folge der Durchsichtigkeit des Darmes scheint die Rinne mit den zwei sie bildenden Wülsten durch und tritt als rothe Linie von außen in Erscheinung. Bevor ich zur genaueren Beschreibung dieses Gebildes übergehe, muss ich noch zweier Besonderheiten im Bau des Darmes erwähnen, welche dem unbewaffneten Auge sichtbar sind. Auf der Grenze zwischen Mittel- und Hinterdarm ist der Blindfortsatz gelegen, welcher genau dort in den Darm einmündet, wo die Rinne endigt. Der Hohlraum dieses Fortsatzes communicirt auf diese Weise unmittelbar mit dem Hohlraum der Rinne, die der aus dem Blindfortsatz ausfließenden Flüssigkeit gleichsam als Ausflusskanal dient. Die Größe des Blindfortsatzes variirt in ungewöhnlichem Maße. Bei einigen Exemplaren erreicht er eine Länge von ca. 5 cm, bei anderen wiederum erscheint er als kaum wahrnehmbarer Höcker. Ich suchte lange nach dem Grunde dieser Verschiedenheiten. Unzweifelhaft unterliegt dieses Organ einer starken Degeneration. Nicht selten fand ich das untere Ende desselben im Anfangsstadium der Degeneration; dasselbe erschien bedeutend dünner und zerfiel sogar in mehrere Theile. Ich habe mehr als 300 *Sipunculi* untersucht, und

es ist mir gelungen folgendes Gesetz zu eruiren: Bei jungen Exemplaren und kleinen ist der Blindfortsatz stark entwickelt, und umgekehrt bei großen Exemplaren ist er in der Mehrzahl der Fälle auf dem Wege zur Degeneration.

Meiner Ansicht nach lassen diese Erscheinungen folgende Erklärung zu. Es ist unzweifelhaft, dass der Darm junger Thiere bedeutend kleiner ist als bei großen, die Schwierigkeiten der Verdauung sind jedoch dieselben. Wie bekannt nimmt *Sipunculus* eine Menge Sand zu sich; um nun die mit dem Sande eingenommenen Nahrungstheilchen aufzulösen, ist es erforderlich diesen Sand mit einer großen Menge von Verdauungssäften zu bearbeiten. Ist nun die Drüsenoberfläche des Darmes nicht genügend groß, wie es bei kleinen Exemplaren der Fall ist, so ist zur Bereitung der erforderlichen Menge Verdauungssäfte eine Nebendrüse nothwendig — eine derartige stellt der Blindfortsatz dar; er sondert Verdauungssaft aus, der sich in die kleine Rinne ergießt, längs derselben bis zum Schlunde aufsteigen und die Nahrungsprodukte im Verlauf des ganzen Darmes durchfeuchten kann. Vergrößert sich die Darmoberfläche, so vermehrt sich damit auch die Menge der einzelnen, in den Darmwandungen zerstreuten Drüsen, die Nebendrüse erscheint überflüssig und degenerirt.

Um Einiges über dem Blindfortsatz, beinahe dicht bei der Afteröffnung, sind zu Seiten des Darmes zwei Analdrüsen gelagert, die das Aussehen kleiner verzweigter Bäumchen haben.

Es bleibt noch übrig eines äußerst feinen längs dem Hinterdarm ziehenden Muskels zu erwähnen, der Spiralmuskel (*muscle de la spire*) benannt worden ist. Derselbe entspringt in den Längsmuskelbündeln der Körperwände, zieht nach unten bis zum Blindfortsatz, verwächst mit dessen hinterem Ende und verläuft weiter bis zum Schwanze.

Der Schlund. Wie bereits erwähnt, so wird mit Schlund der Abschnitt des Darmes von der Mundöffnung bis zur Basis der Retraktoren bezeichnet. Der Bau der Wandungen lässt sich nur auf Schnitten erkennen. Fig. 16, Taf. XVIII, stellt einen Querschnitt des Schlundes und die beiden Gefäße dar.

Vor Allem fallen zwei hohe Erhebungen im Darne auf, welche die Rinne bilden, die, wie ich bereits erwähnte, sehr gut bei der äußerlichen Betrachtung der Darmwände sichtbar ist.

Die Außenfläche des Schlundes ist von flachem Epithel ausgekleidet, zwischen welchem in geringer Anzahl Flimmerzellen eingestreut sind. Darauf folgt eine Zellschicht, welche die Hauptmasse

der Wände darstellt. Sie besteht zunächst aus großen lang ausgezogenen Zellen, die radiär angeordnet sind und daher Radiärzellen genannt werden. Ganz besonders groß sind die Zellen in den, die Rinne begrenzenden, Erhebungen; hierselbst sind sie stark in die Länge ausgezogen und fächerförmig angeordnet. Das Protoplasma der Radiärzellen ist feinkörnig und im natürlichen Zustande blassrosa gefärbt. In der Mitte der Zelle liegt ein großer Kern. Auf Fig. 28, Taf. XIX, ist ein Längsschnitt dargestellt durch eine Erhebung, woselbst die Radiärzellen besonders stark entwickelt sind.

In den Zwischenräumen zwischen den Radiärzellen sind Bindegewebszellen gelagert; dieselben lassen sich leicht von den großen Radiärzellen unterscheiden, sowohl durch den Bau des Protoplasmas als auch durch die bedeutend kleineren und sich viel intensiver färbenden Kerne. Bei der Färbung mit Pikrokarmine färben sich die Radiärzellen mit Pikrinsäure schwach gelb, während die Bindegewebszellen röthlich erscheinen.

Außer den Bindegewebs- und Radiärzellen verlaufen hier noch Ring- und Längsmuskelfasern sowie Nerven.

Die Innenfläche des Schlundes ist mit hohem Flimmerepithel bekleidet. In der Rinne sind die Epithelzellen bedeutend größer und mit längeren Flimmern besetzt.

Der Mitteldarm nimmt den Theil des Darmes zwischen Schlund und Blindfortsatz ein; auch er ist durch die Anwesenheit der Rinne charakterisirt. Sein histologischer Bau gleicht im Allgemeinen dem Bau des Schlundes: von außen ist er von flachem Epithel bedeckt, auf welches eine bindegewebige Schicht mit großen Radiärzellen und Muskelbündeln folgt, von innen ist er von Flimmerepithel ausgekleidet.

Der Hauptunterschied des Mitteldarmes besteht darin, dass zwischen den, die Innenwand auskleidenden Flimmerzellen besondere Drüsenzellen eingelagert sind, die ich im Schlunde nicht gefunden habe. Diese Zellen sind sehr gut auf Querschnitten (Fig. 19, Taf. XVIII) von Präparaten sichtbar, welche in HERMANN'scher oder FLEMMING'scher Mischung fixirt worden sind. Die Drüschchen haben das Aussehen kolbenförmiger Verdickungen; der verdickte Theil der Drüsenzelle ist an der Peripherie gelagert; zur Basis hin verjüngt sich die Zelle kegelförmig. Da der untere Theil der Zelle ungleich dünner ist als die obere Verdickung, so fallen auf Schnitten vor Allem diese runden Verdickungen auf. Das Protoplasma der Drüsenzellen unterscheidet sich scharf von dem des Flimmerepithels: es erscheint netzförmig

oder vielmehr schaumig. Das obere Ende der Zelle öffnet sich in das Darmlumen. Es bilden sich auf diese Weise zwischen den Flimmerepithelzellen kleine Öffnungen, die als Ausführungsgänge der Drüsen fungiren.

Jede Drüsenzelle besitzt einen Kern im verjüngten Theil, in Folge dessen er nicht immer auf Schnitten zu sehen ist; derselbe ist kleiner als der Kern der Flimmerzellen. Die Zahl der Drüsenzellen ist bedeutend geringer als die der Epithelzellen.

Dergleichen Drüsenzellen im Mitteldarm des Regenwurms haben vor Kurzem VICTOR WILLEM und A. MINNE beschrieben (p. 6): »L'épithélium qui tapisse la surface interne de l'intestin moyen comprend surtout le typhlosolis, des très nombreuses cellules glandulaires qui secretent un liquide dégerant la fibrine et agissant surtout en milieu alcalin (p. 22).

Après l'action des liquides de FLEMMING et de HERMANN, par exemple, le contenu des ces cellules présente presque toujours une apparence spumeuse due à des vacuoles plus ou moins volumineuses.«

Die zweite Eigenthümlichkeit des Mitteldarmes bildet der große Sinus, der in der Wand des Darmes eingelagert ist und einen engen, spaltförmigen Hohlraum in der mittleren bindegewebigen Schicht darstellt. Er beginnt unmittelbar hinter dem Schlunde und zieht sich längs des ganzen Mitteldarmes. Sind die Wandungen des Darmes sehr ausgedehnt, so ist der Sinus kaum wahrnehmbar, sind sie im Gegentheil kontrahirt, so erscheint der Sinus als recht bedeutender Hohlraum. Derselbe ist von feinen queren Fibrillen durchzogen, wie es auf Figg. 24, 26, Taf. XIX, wiedergegeben ist.

Es erübrigt noch der Wanderzellen zu erwähnen, welche stets in den Wandungen des Mitteldarmes und des Schlundes beobachtet werden. Die Zahl der Wanderzellen im Darne ist bei Weitem nicht so groß wie in den Tentakeln oder in dem Kanal des Sinnesorgans, dafür jedoch ist der Darm durch die große Verschiedenheit in der Form der Wanderzellen ausgezeichnet. Am häufigsten werden verschiedene Leukocyten angetroffen, welche ich nicht selten in das, die Innenwand des Darmes auskleidende Flimmerepithel hindurchtreten sah.

Alsdann fand ich dieselben ovalen, sich in Eosin intensiv färbenden Zellen, die ich bei den Tentakeln beschrieben habe; sie treten jedoch hier durchaus nicht in der Menge und dermaßen konstant auf wie dort (s. Fig. 16 b_z, Taf. XVIII).

Bedeutend seltener fand ich die vielzelligen gelben Zellen (Plas-

modien), die überaus häufig in den Körperwänden, dem Nervensystem und den Tentakeln anzutreffen sind.

In sehr seltenen Fällen fand ich in den Wandungen des Schlundes und gar im Flimmerepithel große runde Zellen, die aus schwarzen Körnern und Stäbchen zusammengesetzt erscheinen, wie es die Fig. 15, Taf. XVII, zeigt.

Der Blindfortsatz.

Auf der Grenze zwischen Mittel- und Hinterdarm ist der Blindfortsatz gelagert, der genau auf der Stelle in den Darm einmündet, wo die innere Rinne endigt, welche auf diese Weise gleichsam die Fortsetzung des Hohlraums des Blindfortsatzes bildet (Fig. 1 und 2 *div*, Taf. XVII).

Oben bereits habe ich erwähnt, dass der Blindfortsatz bei verschiedenen Exemplaren in verschiedenem Zustande angetroffen wird; bei den einen ist er sehr groß und funktionirt, während er bei anderen einen kaum wahrnehmbaren Auswuchs darstellt und degenerirt ist. In diesen Fällen ist sein Bau durchaus verschieden.

Fig. 20, Taf. XVIII, stellt einen Querschnitt durch einen funktionirenden Blindfortsatz vor. Sein Hohlraum ist gewöhnlich mit einer Flüssigkeit angefüllt, in welcher zuweilen Zellelemente wahrnehmbar sind, die an einzelne Theile der den Blindfortsatz auskleidenden Zellen erinnern.

Von außen ist die Wand des Blindfortsatzes von flachem Epithel bedeckt, auf welches eine Bindegewebsschicht und Muskeln folgen.

Von innen ist der Blindfortsatz mit großen, breiten Zellen drüsigen Charakters bedeckt; jede Zelle enthält einen an der Basis derselben gelegenen Kern (Fig. 22, Taf. XVIII). Im Protoplasma lassen sich große runde Bläschen und Vacuolen beobachten, die offenbar die Zellmembran durchbrechen und in den Hohlraum des Blindfortsatzes übertreten, da ich dieselben Bläschen auch in der, den Fortsatz ausfüllenden, Flüssigkeit fand. Auf diese Weise verläuft augenscheinlich die Sekretionsthätigkeit der Drüsenzellen. Auf der Fig. 35, Taf. XIX, habe ich einen Querschnitt durch einen degenerirten Blindfortsatz abgebildet. Sein Bau unterscheidet sich scharf von dem eben beschriebenen funktionirenden Fortsatz: statt von Drüsenzellen mit Vacuolen ist seine Innenfläche von kleinen, durchsichtigen, dicht an einander gepressten Zellen bekleidet. Diese Zellschicht bildet einige in den Hohlraum des Blindfortsatzes hinein-

ragende Falten. Eben so sind auch die Muskelschicht und die Bindegewebsschicht bedeutend dicker geworden.

Das obere Ende des Blindfortsatzes mündet in den Hohlraum des Darmes vermittels eines kleinen schmalen Ganges (*pro*), wovon man sich leicht auf Querschnitten überzeugen kann (Fig. 26, Taf. XIX).

Der Hinterdarm ist vor Allem durch die Abwesenheit der inneren Rinne charakterisirt, sowie durch die Dicke der an Muskulatur reichen Wandungen.

Die Wand des Hinterdarmes ist dessgleichen aus drei Schichten zusammengesetzt: einer äußeren flachen Epithelschicht, einer mittleren Bindegewebsschicht und einer inneren Schicht von Flimmerepithel; die letztere entbehrt der im Mitteldarm vorhandenen Radiärzellen sowie der zahlreichen Wanderzellen.

Um Einiges oberhalb des Blindfortsatzes liegen zu Seiten des Hinterdarmes zwei kleine Drüsen, die sog. Analdrüsen. Ihre Größe beträgt selbst bei den größten Thieren kaum mehr als 2—3 mm, in Folge dessen sie leicht übersehen werden können. Sie stellen kleine baumförmige Gebilde dar, die mit ihrer Basis der Wand des Darmes aufsitzen. Jede Fixirungsflüssigkeit verändert das zarte Drüsengewebe bis zur Unkenntlichkeit, so dass es sich empfiehlt dieselben im frischen Zustande zu untersuchen, was um so leichter ist, als sie vollkommen durchsichtig sind. Die Untersuchung eines kleinen Drüsenstückes unter dem Mikroskop lässt leicht ihren Bau erkennen. Sie bestehen aus einer großen Anzahl sich verästelnder und sich verflechtender Schläuche; beim Verfolgen eines Schlauches lässt sich leicht feststellen, dass derselbe in einem vollkommen geschlossenen fingerförmigem Auswuchs endigt. Mehrere dieser Auswüchse vereinigen sich und münden in einen gemeinsamen Ausführungsgang (Fig. 29, Taf. XIX), der sich seinerseits wieder mit anderen Ausführungsgängen vereinigt. Das ganze System der Schläuche und Ausführungsgänge vereinigt sich schließlich in einem gemeinsamen Hauptausführungsgang, der nun in den Darm einmündet.

Die Wandungen der fingerförmigen Auswüchse, sowie der Schläuche selber, bestehen aus durchsichtigen Zellen mit Kernen; bei der Fixirung treten diese Kerne aus den Zellen heraus und scheinen außerhalb der Zellen gelagert zu sein.

In der Voraussetzung, dass diese Drüsen den Analdrüsen von *Bonellia* analog seien, bemühte ich mich, das Gemeinsame beider, sowohl in histologischer als auch in physiologischer Beziehung zu finden. Wie bekannt, erscheinen die Analdrüsen von *Bonellia* in

Form großer verzweigter Auswüchse des Hinterdarmes, auf denen große Wimpertrichter aufsitzen. Es gelang mir einige lebende Exemplare von *Bonellia* zu erhalten, denen ich physiologische Injektionen machte. Ich konnte mich äußerst leicht davon überzeugen, dass das Ammoniakkarmin in die Trichter und in den Hohlraum der Analdrüsen gelangt. Die Analdrüsen von *Bonellia* sind in Folge dessen als Exkretionsorgane anzusehen, worauf auch die Trichter hinweisen, welche ein Charakteristikum der Exkretionsorgane darstellen. Nichts Derartiges habe ich nun in den Analdrüsen von *Sipunculus* finden können. Dieselben haben weder Wimpertrichter, noch irgend welche Öffnungen, vermittels derer sie mit der Leibeshöhle kommunizierten. Nach physiologischen Injektionen, die ich viele Male an *Sipunculi* vornahm, wurde von diesen Organen nichts abgesondert.

Noch in einer Eigenthümlichkeit unterscheiden sich diese Organe von den Analdrüsen von *Bonellia* und anderen Gephyreen, darin nämlich, dass die Ausführungsgänge der Analdrüsen von *Sipunculus* nicht in den Darm einmünden, sondern in den oben beschriebenen Sinus des Darmes. Fig. 17, Taf. XVIII, stellt einen Querschnitt des Hinterdarmes dar, genau an der Stelle, wo der Ausführungsgang der Analdrüsen in den Sinus einmündet. Das Sekret der Analdrüsen gelangt auf diese Weise nicht in das Darmlumen, sondern in dessen Sinus.

Bereits oben erwähnte ich des Sinus in der Darmwand; derselbe erscheint in Form eines großen spaltförmigen Hohlraumes in der Wand des Mittel- und Hinterdarmes; er beginnt unmittelbar hinter dem Schlunde und erstreckt sich bis an die Analdrüsen. In seinem ganzen Verlauf wird der Sinus von einer großen Zahl querer Fasern durchzogen, wie es auf Fig. 24 und 26, Taf. XIX, abgebildet ist. Ein derartiger Sinus ist eine ziemlich verbreitete Erscheinung im Darne der Würmer. Denselben erwähnt CLAPARÈDE in seiner Monographie: »le sinus intestinal des Serpuliens, est logé entre les deux couches musculaires de la paroi intestinale; il est traversé par une multitude des brides conjonctives qui s'étendent en se ramifiant et s'anastomosant d'une paroi à l'autre«.

MARION sah denselben Sinus bei den Sabelliden, ED. MAYER fand ihn bei verschiedenen Terebelliden. EISIG bei Capitelliden; VICTOR WILLEM und ACHILLE MINNE berichten in Betreff dieses Sinus Folgendes: »Chez les Annelides cités ci-dessus, le sinus periintestinal s'étend d'ordinaire sur toute la longueur des intestin moyen et postérieur souvent aussi sur les régions qui précèdent. Il reçoit les

vaisseaux qui reviennent des parapodes et se continue en avant par le coeur d'où partent un nombre variable de vaisseaux branchiaux«. Weiter erwähnen sie: »Une considération qui nous avait frappé dès l'abord, c'est qu'un rôle purement respiratoire n'expliquerait pas le développement considérable que présente le système hématique dans la paroi de l'intestin moyen.« Beide Autoren vermuthen, dass dieses System den Weg darstellt, auf welchem die Nahrungsmittel durch den Körper geleitet werden. Außerdem ist es noch exkretorisch thätig.

Der Darmsinus von *Sipunculus nudus* stellt ein vollkommen geschlossenes System dar, das weder mit der Leibeshöhle noch mit den Gefäßen communicirt. Im Sinus habe ich stets viele Leukocyten gefunden, niemals habe ich jedoch das Eindringen rother Blutkörperchen oder anderer Blutelemente beobachtet. Dessgleichen dringt auch bei physiologischen Injektionen die Farbe niemals in ihn ein.

Rectum. Der letzte Abschnitt des Darmes ist zwischen den Analdrüsen und der Afteröffnung gelagert. Auf Fig. 39, Taf. XX, habe ich einen Längsschnitt durch das Rectum abgebildet; wie aus der Figur hervorgeht, wird das Rectum vom Hinterdarm durch kleine Erhebungen der Darmwand geschieden, die eine Art Sphinkter bilden; der Sphinkter ist unmittelbar hinter den Analdrüsen gelegen.

Die Wände des Rectums zeichnen sich durch ungewöhnliche Dicke aus im Vergleich mit den anderen Abschnitten des Darmes. Besonders entwickelt ist die mittlere bindegewebige Schicht, in welcher jedoch keine Radiärzellen angetroffen werden. Die Schicht besteht ausschließlich aus Bindegewebe und Muskelbündeln. Während in den übrigen Abschnitten des Darmes die Ring- und Längsmuskeln des Darmes ein Netz sich verflechtender und anastomosirender Fasern bilden, sind sie hier zu großen, dicken Bündeln vereinigt. Besonders mächtig sind die Ringmuskeln, welche eine Reihe einzelner Muskelringe bilden (Fig. 39 *cm*, Taf. XX). Die Ringmuskeln sind in den inneren Schichten der Wand angeordnet, die Längsmuskeln in den peripheren.

Das Gehirn.

Das Gehirn ist auf der Rückenseite an der Basis der Tentakel gelagert (Fig. 1, Taf. XVII). Dasselbe stellt einen sphäroidalen kompakten Körper von 2 mm Breite und 1½ mm Länge dar, welcher durch eine quere Rinne in zwei symmetrische Lappen oder Hemisphären getheilt wird. Der vordere, zur Mundöffnung gerichtete Rand

ist mit einer Reihe fingerförmiger Auswüchse versehen, welche eigenartige Sinnesorgane darstellen. Diese Auswüchse sind so wie das gesammte Gehirn in der Leibeshöhle gelagert und werden allseitig vom Blute gespült. Unmittelbar hinter den fingerförmigen Auswüchsen befindet sich ein zweites Sinnesorgan und der Kanal desselben, über deren Bau und Lagerung weiter unten ausführlich berichtet werden soll.

An vielen Exemplaren ist das Gehirn und der Bauchnervenstrang gelb gefärbt. Bereits bei schwacher Vergrößerung ist es zu erkennen, dass diese Färbung von kleinen gelben Einschlüssen herührt, welche in großen Mengen überall zerstreut sind. Besonders zahlreich sind diese Einschlüsse in den fingerförmigen Auswüchsen.

Der innere Bau. Das Gehirn ist von einer beträchtlich dicken Hülle umgeben, auf welche eine Schicht besonderer sternförmiger Zellen folgt, sowie eine Menge Neurogliafasern; letztere durchziehen das Gehirn in allen Richtungen. Zwischen diesen Neurogliafasern und -zellen, über deren Struktur ich weiter unten berichten werde, sind verschiedenartige Nervenzellen eingelagert. Der centrale Theil des Gehirns wird von der Fasermasse der Kommissuren eingenommen. Bevor ich zu dem Bericht über die Vertheilung der verschiedenen Elemente des Gehirns übergehe, muss ich noch Einiges über die Struktur der Nervenzellen und der Neuroglia aussagen.

Nervenzellen. Ich konnte vier Typen von Nervenzellen unterscheiden.

1) Am zahlreichsten finden sich kleine 5 oder 4 μ große Nervenzellen, die auf den ersten Blick nur aus einem Kern zu bestehen scheinen (Fig. 59, Taf. XXI). Nur auf gut gefärbten Präparaten lässt sich eine feine Protoplasmaschicht erkennen, welche auf einer Seite der Zelle sich in einen kleinen Ausläufer auszieht. Der Kern ist gewöhnlich rund. Die sich färbende Substanz ist gewöhnlich in Form kleiner Punkte angeordnet.

2) Die zweite Art von Nervenzellen unterscheidet sich von der ersteren durch die große Menge Protoplasma und durch ihre Größe; die Zellen sind 18–20 μ lang (Fig. 54, Taf. XXI). Sie haben das Aussehen großer birnförmiger Körper, deren schmales Ende sich in einen langen Fortsatz auszieht. Diese Zellen, sowie die ersteren sind multipolar. Im Protoplasma werden nicht selten große Vacuolen beobachtet, die in der Mehrzahl der Fälle von einer Körnelung angefüllt sind. In einigen Fällen waren diese Vacuolen augenscheinlich leer. Im Centrum, häufiger jedoch im schmalen Ende der Zelle, ist der Kern gelagert, der um Einiges größer ist, als der Kern der

kleinen Zellen des ersten Typus; im Centrum des Kernes ist gewöhnlich ein Chromatinklumpen wahrnehmbar, der alle anderen Chromatinkörner an Größe übertrifft.

3) Der dritte Typus der Zellen stellt große Riesenzellen dar (Fig. 53). Sie erreichen eine Länge von 50—55 μ . Ihrer Gestalt nach erinnern sie an die Zellen des zweiten Typus. Der Zelleib hat dessgleichen Birnenform, sein verjüngtes Ende ist in einen langen und ziemlich dicken Fortsatz verlängert. Das Protoplasma schließt dessgleichen eine große und mehrere kleinere Vacuolen ein, die von einer Körnelung angefüllt sind. Der Kern fällt durch seine Größe auf. Das gesammte Chromatin des Kernes ist an einer Stelle angehäuft und bildet im Centrum des Kernes ein großes rundes Kernkörperchen.

Zum Studium der Struktur dieser Zellen wandte ich die Vergoldung nach APÁTHY's Angaben an; dieser Autor fand, wie bekannt, in den Ganglienzellen ein Netz feinsten Neurofibrillen, welches den Kern umgiebt. Ungeachtet der großen Anzahl angefertigter Präparate ist es mir nicht gelungen, dieses Netz zu konstatiren. Nicht selten fand ich Neurofibrillen innerhalb der Nervenfasern, in denen sie sich deutlich färben, niemals konnte ich jedoch das Eindringen der Neurofibrillen in die tiefen Schichten des Zelleibes wahrnehmen. Es ist möglich, dass die Nervelemente von *Sipunculus nudus* in dieser Beziehung einige Besonderheiten darstellen, wahrscheinlicher ist es jedoch, dass ein jedes nach dem genannten Verfahren zu untersuchende Thier einige Veränderungen und Anpassungen der vorhandenen Methoden verlangt; mir fehlte die Zeit und die Möglichkeit mich damit zu beschäftigen.

4) Während alle oben erwähnten Nervelemente multipolare Zellen darstellen, sind die Zellen des vierten Typus bipolar (Fig. 56). Diese Zellen nehmen einen dermaßen geringen Theil des Gehirns ein, und sind in dermaßen geringer Anzahl vorhanden, dass es durchaus nicht zu verwundern ist, dass dieselben bisher im Gehirn des *Sipunculus* nicht beobachtet worden sind. Jede Zelle erscheint in Form einer breiten Spindel, deren Enden sich in zwei Fortsätze verlängern. Ihrer Größe nach sind diese Zellen den Zellen des zweiten Typus gleich. Im Centrum ist ein recht großer Kern gelagert, dessen Chromatin in Form kleiner Körner erscheint.

Neurogliazellen. Alle oben beschriebenen Zellen sind innerhalb einer Masse Neurogliafasern und -zellen eingelagert. Diese Zellen und ihre Fasern bilden ein dichtes Netz, in dessen Maschen die einzelnen Nervelemente gelagert sind; auf diese Weise erscheint

jede Nervenzelle wie von einer Hülle umgeben. Die Neurogliazellen sind gewöhnlich an der Peripherie des Gehirns angeordnet, wobei sie eine große Anzahl Fasern ins Innere des Gehirns entsenden; einige Neurogliazellen schieben sich jedoch auch zwischen die Nervenzellen ein. Fig. 55, Taf. XXI, stellt eine Neurogliazelle dar, die ihre Fortsätze nach vier verschiedenen Richtungen entsendet; die Fortsätze anastomosiren und bilden große Hohlräume, in welche die Nervenzellen eingelagert sind. Auf Figg. 57 und 58 sind sternförmige Neurogliazellen abgebildet; diese sternförmigen Zellen haben gewöhnlich eine längliche Form; im Centrum liegt der Kern; von dem Protoplasma gehen nach allen Richtungen eine große Anzahl feinsten Fibrillen aus. Bisweilen ist das Protoplasma nur in sehr geringen Mengen vorhanden, so dass es das Aussehen hat, als gingen die Plasmafortsätze unmittelbar vom Kern aus (Fig. 58). Liegen einige sternförmige Zellen neben einander, wie es auf Fig. 58 *a* dargestellt ist, so verschmelzen die Ausläufer und bilden Scheidewände. Zwischen dem Zelleibe und der Hülle erscheint ein schmaler Hohlraum, welcher von den Fortsätzen in radiäre Hohlräume oder Vacuolen getheilt wird. WARD hält diese Zellen für besondere Nervenzellen und die radiären Hohlräume oder Vacuolen für das Paramitom. Er schreibt: »One or more vacuoles of non-colored matter, the paramitome of recent writers may always be found, and in favorable cases there can be seen such a distribution of these as is shown in Fig. 32. The paramitome exists in the form of numerous peripheral vacuoles subjacent to the enveloping connective fibres and possibly (?) surrounded by them« (p. 167).

Wie ich bereits erwähnt habe, nehmen die Neurogliazellen die peripheren Schichten des Gehirns ein, von wo aus sie Fasern nach allen Richtungen aussenden.

Die Ganglienzellen haben dergleichen eine mehr oder weniger bestimmte Lagerung innerhalb des Gehirns. Ihre Lagerung und ihre Beziehungen zu einander können nur auf Schnitten studirt werden. Auf Fig. 52, Taf. XXI, ist ein Querschnitt durch den centralen Theil des Gehirns dargestellt. Vorn befindet sich das Sinnesorgan und sein Kanal (*ka* und *so*). In der Mitte des Gehirns ist der Faserantheil oder die Kommissur gelagert. Rings um die Kommissur sind die Ganglienzellen angeordnet. Zu beiden Seiten sind symmetrisch zwei große Gruppen von Zellen des ersten Typus zu erkennen (*gI*). Die Zellen des zweiten Typus sind unregelmäßig sowohl oberhalb als unterhalb der Kommissur zerstreut (*gII*).

Die großen Riesenzellen sind stets an einer bestimmten Stelle angeordnet; sie liegen unterhalb der Kommissur (*gIII*).

Besser noch als auf Querschnitten kann man auf sagittalen Längsschnitten die Vertheilung der Nervenzellen kennen lernen. Ein derartiger Schnitt ist auf Fig. 49, Taf. XXI, dargestellt. Im Centrum befindet sich die Kommissur, die die Gestalt eines \wedge hat. Um die Kommissur sind die Ganglienzellen angeordnet. Die Zellen des ersten Typus sind überall zertrent zwischen den Zellen des zweiten Typus. Die Zellen des zweiten Typus bilden einige Gruppen; eine Gruppe ist oberhalb der Kommissur angeordnet, zwei weitere Gruppen sind seitlich gelagert (*gII*). Die Zellen des dritten Typus liegen im hinteren Abschnitt des Gehirns. Ihre großen Fortsätze biegen um und dringen in die kleine runde Kommissur *b* ein, von der weiter unten die Rede sein wird.

Die Zellen des vierten Typus, deren Lagerung auf Querschnitten nicht zu erkennen war, treten hier deutlich in Erscheinung; sie sind an der Basis der fingerförmigen Auswüchse gelagert (*gIV*); ihre Zahl ist dergleichen nicht groß.

Kommissuren des Gehirns.

Um die Lagerung sowie den Bau der Kommissuren kennen zu lernen, ist es erforderlich, eine vollständige Serie von Sagittalschnitten durch das Gehirn anzufertigen. Einige derartige Schnitte sind auf Taf. XXII, Fig. I—VII *b* in ihrer Reihenfolge abgebildet. Schnitt VIII ist durch die centralen Theile des Gehirns gefallen, die Schnitte VII, VII *A*, VI und V durch die Seitentheile oder die Hemisphären des Gehirns. Wie bekannt, treten jederseits in das Gehirn fünf Nervenstämme ein. In Folge dessen sind auf den ersten Schnitten (I, II, III) die fünf Nervenstämme sichtbar. Bei ihrer Annäherung an das Gehirn vereinigen sich die Nervenstämme mit einander. Zunächst vereinigen sich die Nerven, die bei mir mit 2, 3, 4, 5 bezeichnet sind. Auf dem folgenden Schnitt V erfolgt die Vereinigung des letzten Nervenstammes Nr. 1. Es geht auf diese Weise aus der Vereinigung der fünf Nervenstämme die Hauptmasse der Kommissur hervor. Je näher zum Centrum, desto kompakter wird diese Masse, so dass die Spuren der Vereinigung allmählich verschwinden (cf. Schnitt V und VI). Gleichzeitig sondern sich bereits im Gehirn selber von der Hauptkommissur eine kleine Gruppe von Fasern ab, die die kleine Kommissur *a* bilden. Vor der Mitte des Gehirns senkt sich die Kommissur *a* wiederum in die Hauptkommissur ein, wie es auf Schnitt VII zu erkennen ist.

In demselben Präparat ist die Absonderung zweier weiterer kleinerer Kommissuren *b* und *c* wahrnehmbar, welche in entgegengesetzter Richtung verlaufen. Die Kommissur *b* verläuft zum hinteren Abschnitt des Gehirns in der Richtung zu den Riesenzellen, mit welchen sie, wie wir wissen, in unmittelbarer Verbindung steht. Die andere Kommissur *c* verläuft in der Richtung zum Sinnesorgan *os*.

Ich habe bisher noch nicht einer weiteren Kommissur erwähnt, welche auf allen Abbildungen mit *kom* bezeichnet ist. Dieselbe besteht aus zehn bis elf Stämmchen, die sich berühren aber nicht verbinden; diese Stämmchen sind von einander durch Neurogliazellen und -fasern getrennt. Diese eigenthümliche Kommissur verläuft auf der Rückseite um Einiges unterhalb der bipolaren Zellen, wobei sie sich bogenförmig der Peripherie des Gehirns entsprechend windet. Auf Querschnitten erscheint sie in Form zweier symmetrischer zu beiden Seiten der centralen Kommissur angeordneter Gruppen (Fig. 52 *kom*).

Es ist mir nicht gelungen, auf dem ganzen Verlauf der Kommissur eine Verbindung derselben mit der Hauptkommissur zu finden. Augenscheinlich steht sie nur mit dem ersten Paar der vorderen, bei mir mit der Zahl 1 bezeichneten Nervenstämmen in direkter Verbindung (cf. Fig. V und 52, Taf. XXI).

Auf den durch den centralen Theil des Gehirns gefallenen Sagittalschnitten (Schnitt VIII und 52, Taf. XXI) lässt sich leicht das Vorhandensein von vier einzelnen Kommissuren erkennen. Erstens die Hauptkommissur in Gestalt eines \gt , alsdann die Kommissur *b* und *c*, die Abzweigungen der Hauptkommissur darstellen und endlich die Kommissur *kom*, welche aus elf Bündeln besteht.

Das Sinnesorgan des Gehirns.

Das Sinnesorgan des Gehirns befindet sich im vorderen Theil und besteht aus zwei Theilen: aus einem kleinen, schmalen, an der Basis der Tentakel ausmündenden Kanal und aus dem Sinnesorgan selber.

Vom Bau des Kanals habe ich Einiges bereits bei der Beschreibung der Tentakel erwähnt. Er erscheint gewöhnlich als eine schmale Spalte (Fig. 48 *ka*, Taf. XXI); in einigen Fällen jedoch, wenn die Tentakeln stark kontrahirt sind, sind die Wände des Kanals gewunden und derselbe nimmt die Form eines Rhombus an (Fig. 50, Taf. XXI). Dabei sind jedoch stets zwei kleine Auswüchse wahrnehmbar (*on*), in welchen Nerven verlaufen. Diese Auswüchse sind auf der Bauchseite des Kanals gelagert und verlaufen längs dem ganzen Kanal.

Die Wände des Kanals sind von Epithelzellen ausgekleidet, zwischen denen in großer Zahl gelbe, vielkernige Zellen angetroffen werden.

Der Kanal senkt sich bis zur vorderen Fläche des Gehirns herunter und endigt hier in einem eigenthümlichen Sinnesorgan.

Auf einem Längsschnitt durch den Kanal lassen sich leicht am Boden desselben zwei große Erhebungen (*l*) erkennen, welche symmetrisch über dem Sinnesorgan gelagert sind und dasselbe gleichsam schützen. Ein derartiger Schnitt ist auf Fig. 52 abgebildet. Die auf meiner Zeichnung mit *l* bezeichneten Erhebungen haben ein blattförmiges Aussehen. Von außen werden sie von denselben Epithelzellen ausgekleidet wie der gesammte Kanal, innen bestehen sie aus Bindegewebe und einer Menge sich durchflechtender Fasern, welche augenscheinlich unmittelbar aus dem Gehirn herkommen und die für die Innervation der Erhebungen bestimmten Nervenfasern darstellen.

Eine recht genaue Beschreibung dieses Kanals giebt WARD, er erwähnt jedoch gar nicht der oben erwähnten blattförmigen Erhebungen, welche sich am Boden des Kanals befinden. In Betreff der den Kanal auskleidenden Zellen schreibt er: »The cells of the ventral wall of the canal have the appearance of ordinary hypodermal cells except that they bear cilia. The dorsal wall is made up of similian cells near the mouth of the canal but these become higher as the brain is neared until at the middle of the canal they have assumed the form of a high columnar epithelium with large nuclei« (p. 173). Mir ist es nicht gelungen, diese Besonderheiten der Zellen wahrzunehmen.

Den Kanal erwähnen auch KEFERSTEIN und EHLERS: »Außerdem sieht man vom Hirn zum Tentakelkranz einen aus zwei Hälften bestehenden, dicken Strang verlaufen, der dort endet, und an dem Endpunkte, wie man bei der Betrachtung von außen her wahrnimmt, in der Haut von einer Gruppe kleiner Falten umgeben ist, als wenn er eine Röhre wäre und hier nach außen mündete.«

Am Boden des Kanals unmittelbar unterhalb der blattförmigen Erhebungen liegt das Sinnesorgan. Der Bau desselben lässt sich am besten auf Längsschnitten durch das Gehirn kennen lernen, wie solche auf Fig. 51 und Fig. 49 dargestellt sind. Das Organ selber erscheint in Form einer kleinen halbkreisförmigen Vorwölbung, welche in das Innere des Kanals hineinragt. Von außen ist die Vorwölbung von einer recht dicken Cuticula bedeckt, die an den Rändern verdickt ist. Wimpern habe ich nie beobachten können, WARD vermuthet jedoch das Vorhandensein von Wimpern; er schreibt: »For in pre-

served specimens the entire lower portion of this canal is filled with a granular coagulum, which might easily enclose any obliterated cilia, if indeed any were preserved in this deep and narrow canal, where fluids evidently could not readily penetrate.«

Unterhalb der Cuticula findet sich eine Reihe von Zellen, welche das Aussehen kleiner Hypodermiszellen haben, wie solche bei der Haut beschrieben worden sind. Die inneren Enden der Zellen sind verjüngt und in die Länge gezogen. An den Rändern des Kanals sind die Zellen dichter an einander gelagert, mehr ausgezogen und gehen allmählich in die den Kanal von innen auskleidenden Zellen über. Das Studium der übrigen unterhalb der Cuticula gelegenen Zellen stößt auf große Schwierigkeiten: gewöhnlich sind nur die Zellkerne erhalten; doch bereits an den Kernen kann man wahrnehmen, dass die unter den Epithelzellen gelegenen Zellen sich von jenen unterscheiden. Auf einigen Präparaten ist es mir jedoch gelungen, ihren Bau kennen zu lernen. Auf Fig. 51, Taf. XXI sind einige derartige Zellen abgebildet. Jede Zelle erscheint in Gestalt einer langen, schmalen Spindel, welche Zellform im Allgemeinen charakteristisch für die Sinnesorgane ist.

Bei der Färbung mit Gold nach APÁTHY'S Verfahren erscheinen gewöhnlich in diesem Organ eine große Anzahl feinsten Fibrillen gefärbt, die aus der oben beschriebenen Kommissur *c* heraustreten. Diese Nervenfasern treten augenscheinlich in die spindelförmigen Zellen, obgleich es mir nicht gelungen ist, dieses festzustellen. Nachdem die Fasern in die Nähe der Cuticula gelangt sind, zerfallen sie in einige Fibrillen und verlieren sich unterhalb der Cuticula.

Die unmittelbare Verbindung des Organs mit dem Centralnervensystem, seine Lagerung sowie sein histologischer Bau weisen darauf hin, dass wir in ihm ein Sinnesorgan vor uns haben.

Das zweite Sinnesorgan des Gehirns.

Wie ich bereits oben hingewiesen habe, ist der vordere Rand des Gehirns mit einer Reihe fingerförmiger circa 0,5 mm langer Auswüchse versehen (Fig. 41, Taf. XX). Das Studium dieser Organe ist mit großen Schwierigkeiten verknüpft, da sie von den fixierenden Flüssigkeiten äußerst rasch zum Schrumpfen gebracht werden und sich verändern. Am besten werden sie im frischen Zustande untersucht. Zu dem Zweck wird das Gehirn des lebenden Thieres rasch herausgeschnitten und auf einen Objektträger in einen Tropfen physiologischer Lösung oder Blut gebracht. Wird das Gehirn alsdann mit

einem Deckgläschen zugedeckt, so ist es leicht, die fingerförmigen Auswüchse nicht nur bei schwacher Vergrößerung, sondern auch mit Immersionssystemen zu untersuchen.

Die fingerförmigen Auswüchse haben eine recht mannigfaltige Gestalt und Größe. Der mittlere Theil ist von dunklen, runden Zellen, sowie von großen gelben Einschlüssen eingenommen, die denselben undurchsichtig machen. An der Basis sind gewöhnlich leicht einige feine Fibrillen wahrnehmbar, die augenscheinlich aus dem Gehirn hervorkommen; sie stellen Nervenfasern dar, welche das Organ innerviren.

An der Peripherie des Organs lässt sich leicht eine Hülle mit Kernen und Flimmerzellen erkennen, welche sich augenscheinlich durchaus nicht von anderen derartigen Zellen, die überall im Körper des Sipunculus anzutreffen sind, unterscheiden. VOGT und YUNG schreiben ihnen jedoch einen besonderen Bau zu: »Chacune de ces cupules a un bord épaissi, qui entoure un large orifice cratériforme, par lequel sortent des cils vibratiles assez longs, qui se courbent volontiers sans bout en hameçon et continuent leur jeu encore pendant des heures entières, si l'on a soin de faire la préparation dans l'eau de mer.

Dans quelques cas nous avons constaté un fin filament sans doute nerveux, qui part du fond de la cupule et se rend dans la substance intérieure ou l'on ne peut plus le suivre.«

Auf Fig. 49 ist ein Längsschnitt durch das Gehirn und die fingerförmigen Auswüchse abgebildet; auf demselben kann man wahrnehmen, dass der fingerförmige Auswuchs vom Gehirn durch eine feine bindegewebige Hülle (*w*) getrennt ist, die jedoch nicht vollständig ist; im Centrum lässt sich leicht ein kleines Bündel von Nervenfasern erkennen, welches durch die bindegewebige Hülle des Gehirns hindurch in die fingerförmigen Auswüchse sich erstreckt und sich daselbst ausbreitet. Diese Nervenfasern entstammen unmittelbar den bipolaren, wie bereits erwähnt, an der Basis der fingerförmigen Auswüchse gelegenen Zellen.

Die fingerförmigen Auswüchse werden von Zellen ausgefüllt, deren Struktur ich nicht ausfindig machen konnte, da sämtliche von mir ausversuchten Fixierungsmittel dieselben schlecht konservirten. Nichtsdestoweniger lassen sich zwei Arten von Kernen unterscheiden, die offenbar zweierlei, das Organ zusammensetzenden Zellen angehören. Die einen Kerne sind klein und färben sich mit Hämatoxylin dermaßen intensiv, dass das Chromatin des Kernes nicht zu

unterscheiden ist, die anderen Kerne sind bedeutend größer und färben sich weniger intensiv.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass die fingerförmigen Auswüchse irgend welche Sinnesorgane darstellen, welche jedoch in keiner Beziehung zur Außenwelt stehen, woraus zu folgern ist, dass ihre Funktion sich auf die Leibeshöhle und deren Inhalt bezieht.

Kopfnerven.

Von dem Kopfganglion entspringen sechs Paar Nerven (Fig. 41, Taf. XX). Das erste Paar (in der Abbildung mit *I* bezeichnet) tritt aus dem vorderen Ende des Gehirns hervor, alle übrigen Nerven entspringen aus dem hinteren Ende. Die vier ersten Paare begeben sich nach vorn in der Richtung zu den Tentakeln und innervieren dieselben; in der Nähe des Muskelringes, welcher, wie bekannt, an der Basis der Tentakel gelegen ist, verzweigt sich jeder Nerv und tritt alsdann durch den Muskelring durch und begiebt sich in die Tentakel (Fig. 48, Taf. XXI).

Das fünfte Nervenpaar verläuft um den Schlund und bildet einen geschlossenen Ring oder Kommissur, welche auf der Bauchseite einem sich längs des ganzen Körpers hinziehendem Nervenstamm den Ursprung giebt.

Auf der Stelle, wo die Kommissur sich mit dem Gehirn vereinigt, entspringt von letzterem ein kleiner Nervenzweig, welcher rings um den Schlund einen geschlossenen Ring bildet; derselbe ist von WARD unter der Bezeichnung »splanchnic nerve« beschrieben worden (Fig. 41 *sp*). Von diesem Ringe entspringen Nervenstämmе zum Darm und seinen Plexus.

Es entspringen auf diese Weise aus dem Gehirn sechs Paar Nerven. Die vier ersten ziehen zu den Tentakeln, das fünfte Paar bildet die Kommissur, und das sechste zieht zum Schlundring. Auf dem Kopfganglion liegen außerdem zwei Sinnesorgane.

Es ist klar, dass das Kopfganglion vor Allem Beziehungen zu den Sinnesorganen hat. UEXKÜLL, welcher Sipunculus in physiologischer Hinsicht studierte, gelangt zu folgendem Schluss: »Doch mag dem sein wie ihm wolle, sicher ist, dass das Hirn seine relative Größe der Verbindung mit den zahlreichen sensiblen Tentakelnerven verdankt. Daraus leite ich mir die Berechtigung ab, dasselbe als sensibles Ganglion zu bezeichnen gegenüber den gemischten Ganglien des Bauchstranges.«

Von der Kommissur entspringen zwei Nervenpaare *nm* und *mm* zu den Retraktoren.

Der Bauchnervenstrang.

Der Bauchstrang erstreckt sich längs des ganzen Körpers vom Schlunde bis zum Schwanze, woselbst er eine Verdickung (*gr*, Fig. 1, Taf. XVII) bildet.

Im vorderen Körperteil, im Rüssel, sondert sich der Bauchstrang von der Leibeswand und verläuft zum Kopfe hin frei in der Leibeshöhle in Begleitung zweier Muskeln (Fig. 41 *bm*, Taf. XX). Hier entspringen von ihm sieben bis acht Nerven zur Innervation des Rüssels; bevor sie die Muskulatur erreichen, zerfallen sie in mehrere Zweige.

Hinter dem Rüssel in der Leibeshöhle liegt der Bauchstrang der Muskulatur dicht an in einer von zwei Längsmuskeln gebildeten Rinne (Fig. 1). Jederseits gehen von ihm symmetrisch Seitenzweige ab; jedes Seitenästchen biegt sich nach unten und verläuft zwischen den Ring- und Schrägmuskeln. Offenbar bilden sie keinen geschlossenen Kreis, wie es früher beschrieben wurde, sondern verlaufen nur bis zur entgegengesetzten Seite. Das geht vor Allem klar aus den Versuchen UEXKÜLL's hervor. Derselbe reizte *Sipunculus nudus* längs dem ganzen Körper, neben dem Nervenstrang und tetanisirte alsdann mit dem Induktionsstrom. Dabei stellte sich heraus, dass sich nur die Hälfte des Körpers kontrahirte, genau bis zur Mittellinie; dieselbe verläuft auf der Rückenseite gegenüber dem Bauchstrang und stellt die Stelle dar, bis wohin die Seitenäste gelangen.

Von außen wird der Bauchnervenstrang von einer beträchtlich dicken Hülle bedeckt, dem sog. äußeren Neurilemm; außer diesem ist noch ein zweites, inneres Neurilemm vorhanden (Fig. 47 *nn*, Taf. XX). Der Zwischenraum zwischen beiden Hüllen ist von besonderen Zellen erfüllt, welche den bei dem Kopfganglion beschriebenen Neurogliazellen gleichen. Dort waren sie jedoch isolirt, während sie hier ein zusammenhängendes Gewebe bilden (Fig. 46, Taf. XX). Dieses zwischen dem äußeren und dem inneren Neurilemm eingeschlossene Gewebe erreicht eine besondere Mächtigkeit im Schwanzende des Bauchstranges, wo dieser, wie bekannt, eine Verdickung (*gr*) bildet (Fig. 1).

Nur nach Bearbeitung mit Gold und Ameisensäure lässt sich der Bau der zwischen den beiden Neurilemmhüllen eingeschlossenen Zellen erkennen. Jede Zelle erscheint lang ausgezogen, im Centrum einer

jeden liegt der Kern vom Protoplasma umgeben. Vom Protoplasma ziehen nach allen Richtungen feinste Fibrillen aus, bis zu der die Zelle allseitig umgebenden Hülle. Zum inneren Neurilemm hin nimmt die Größe der Zellen stetig ab. Damit erklärt sich möglicherweise der Umstand, dass das Kopfganglion mechanischen und elektrischen Reizen gegenüber überaus reizbar ist, während der Bauchstrang auf mechanische Reize gar nicht, und auf elektrische sehr schwach reagirt.

Im Bauchstrange selber liegen Ganglienzellen und Nervenfasern; die ersteren sind stets unten, d. h. auf der Bauchseite gelagert; die Hauptmasse der Zellen besteht aus kleinen Zellen, die den beim Kopfganglion beschriebenen Zellen der ersten Art ähneln (Fig. 59, Taf. XXI). Recht häufig werden auch größere Zellen, ähnlich denen der zweiten Art, angetroffen (Fig. 54); diese sind gewöhnlich an den Rändern angeordnet. In äußerst seltenen Fällen sah ich einzelne, aus dem Bereich des inneren Neurilemms herausgetretene Ganglienzellen. Der centrale und obere Theil des Bauchstranges wird von der Masse sich in Gold gut färbender Nervenfasern eingenommen.

Es erübrigt nun noch von den Geflechten innerhalb der Haut zu berichten. Die von beiden Seiten des Bauchstranges abgehenden Seitenäste liegen unmittelbar über den Ringmuskeln, wie es deutlich auf Querschnitten durch die Haut zu sehen ist (*n*, Figg. 3 und 6. Taf. XVII). Von ihnen ziehen feine Zweige nach unten, durchziehen die Ringmuskelschicht und treten an die Cutis heran. Hier bilden sie ein Geflecht, welches im Rüssel stärker entwickelt ist als im Körper. Fig. 40, Taf. XX stellt das Nervengeflecht im Rüssel dar. Mit *n* sind zwei Seitenstämme bezeichnet; von denselben gehen kleine Zweige (*ns*) ab, welche durch die Ringmuskeln hindurchziehen und dem Geflecht den Ursprung geben. Von letzterem gehen feine Nervenfibrillen ab (*st*), in der Richtung zu den Sinnesorganen und den Drüsen. Auf Fig. 43, Taf. XX ist ein Schnitt durch ein Stück des Rüssels abgebildet; von einem kleinen Nervenstamm, welcher durch die Ringmuskulatur hindurchtritt, gehen feine Äste ab, die in Verdickungen endigen (*no*); dieselben stellen Nervenendapparate für die Innervation der Muskeln dar.

Die Längsmuskeln werden von einer Reihe feinsten Nervenfibrillen innervirt, die unmittelbar vom Seitenstamm (*n*) abgehen (Fig. 3 *tn*, Taf. XVII). In jedem Muskelbündel treten eine Menge dieser Fibrillen ein; sie verlaufen einander parallel zwischen den Muskelfasern. Irgend welches innere Geflecht, von welchem ANDREWS berichtet, habe ich bei *Sipunculus nudus* nicht finden können.

Die erwähnten Präparate habe ich meistentheils nach der Goldmethode von RANVIER erhalten; das GOLGI'sche Verfahren sowie die Methylenblaumethode gaben mir ungeachtet zahlreicher Versuche keine günstigen Resultate.

In dieser Hinsicht habe ich günstigere Erfolge beim Darm zu verzeichnen. Bei Injektion einer schwachen Methylenblaulösung in die Leibeshöhle eines lebenden Sipunculus färben sich zunächst Fasern der Ring- und Längsmuskeln; es erscheint ein Netz von Fasern, die in regelmäßigen Reihen angeordnet sind (Fig. 25, Taf. XIX). Dabei ist sehr gut der Körper der Muskelzelle mit dem Kern sichtbar. Nachher färben sich die Nerven, die ein Netz bilden. Dieses Netz hat ANDREWS bei Sipunculus Gouldii beschrieben, in Folge dessen ich weiter keine Abbildung desselben gebe.

Außerdem fand ich sehr häufig in den Wandungen des Darmes noch andere, sich mit Methylenblau gut färbende Zellen. Sie unterscheiden sich von den Muskelzellen durch ihre Varicositäten und dadurch, dass sie nicht in Längsreihen parallel den Ring- und Längsmuskelfasern angeordnet sind, sondern sich unter verschiedenen Winkeln durchkreuzen (Fig. 76, Taf. XXII). Offenbar sind es auch Nervenzellen. In einigen Fällen fand ich Doppelzellen, die, wie es schien, mit ihren Fortsätzen vollkommen mit einander verwachsen waren (Fig. 75, Taf. XXII).

Sehr häufig färben sich nach physiologischen Methylenblauinjektionen in den Gefäßwänden eigenthümliche, an die eben beschriebenen erinnernde Zellen. Der Zellkörper liegt gewöhnlich an der Stelle, wo das Gefäß sich an den Darm befestigt. Die Fortsätze der Zelle verlaufen in der Gefäßwand von beiden Seiten (Fig. 23, Taf. XVIII).

Im Hinterdarm und im Rectum färbt sich in Methylenblau eine große Menge Nervenfibrillen, welche ein noch dichteres Netz als im Mitteldarm bilden. Die Fasern zeichnen sich durch starke Krümmungen aus.

Nicht selten fand ich eigenthümliche Nervenendigungen, wie solche auf Figg. 42 und 45, Taf. XX, abgebildet sind. Eine jede Endigung erscheint in Form einer in zwei feine Äste getheilten Fibrille, welche eine Reihe kleiner Verdickungen aufweist.

Exkretionsorgane.

Die Exkretionsorgane von Sipunculus stellen zwei große dunkelbraune Säcke dar, die im vorderen Körpertheil etwas oberhalb der Retraktoren gelagert sind (Fig. 1 *ex*, Taf. XVII). Die Säcke sind

stark ausgezogen, ihr vorderes Ende ist zugespitzt, das hintere bildet eine Verdickung; mit dem vorderen Ende sind sie am Körper des Thieres befestigt; hier befindet sich auch eine Öffnung, durch welche das Organ mit der Außenwelt kommuniziert.

Die Größe der Exkretionsorgane hängt von der Größe des Thieres ab; bei großen Exemplaren erreichen sie eine Länge von 4—5 cm; die Größe hängt außerdem von dem Grad der Ausdehnung ab, da die Wandungen stark dehnbar sind; das ausgedehnte Organ ist um das Doppelte länger als das kontrahierte. Bei der Eröffnung des Thieres präsentiert sich das Organ gewöhnlich in kontrahiertem Zustande. In einigen Fällen, besonders nach Betäubung des Thieres, gelang es mir das Exkretionsorgan in ausgedehntem Zustande zu beobachten. In diesen Fällen ist das Organ von einer Flüssigkeit erfüllt; unter dem Mikroskop fand ich in derselben kleine braun gefärbte Kügelchen, von denen ich weiter unten ausführlicher berichten werde. Zur Zeit der Reifung der Geschlechtsprodukte, im April und Mai, erscheinen die Exkretionsorgane vollkommen angefüllt mit reifen Geschlechtsprodukten. In diesen Fällen sind diese Organe sehr in die Länge ausgezogen und von milchweißer Farbe. Bei der geringsten Verletzung reißen die Wände durch, und aus dem Organ fließen Spermatozoen heraus.

Behufs genaueren Studiums des Organs ist es erforderlich, dasselbe an seiner Befestigungsstelle von der Körperwand abzuschneiden, auf einem Objektträger auszubreiten und unter dem Mikroskop zu untersuchen. Wie ich bereits erwähnt habe, bildet das vordere Ende eine kapuzenartige Verdickung, dicht hinter derselben, an der Stelle, wo das Exkretionsorgan sich an die Körperwand befestigt, findet sich ein schmaler Kanal, durch welchen das Organ mit der Außenwelt kommuniziert. In der Wand des Exkretionsorgans lassen sich dergleichen leicht dicke Ring- und Längsmuskelfasern wahrnehmen, welche ein vollkommenes Netz bilden.

Das Vorhandensein von Geschlechtsprodukten und Blutkörperchen innerhalb des Organs weist darauf hin, dass das Organ mit der Leibeshöhle in Verbindung steht. Die zweite Öffnung zu finden ist jedoch sehr schwer, da die Wandungen des Organs durch braune Einschlüsse stark gefärbt erscheinen, wodurch die Beobachtung stark gehindert wird. Dadurch erklärt es sich, warum einige Beobachter, wie BRANDT und CLAPARÈDE, die Anwesenheit irgend welcher Kommunikation mit der Leibeshöhle leugneten; BRANDT stützt sich unter Anderem auf den Umstand, dass bei Injektionen irgend einer

Färbesubstanz in das Organ, dieselbe in demselben verbleibt und nicht ausfließt. »Die beiden auf der Bauchfläche des Thieres nach außen mündenden braunen Schläuche besitzen keine innere in die Leibeshöhle führende Öffnung und können daher bei unserer Species keine Ableitungsorgane für die Geschlechtsprodukte sein; sie sind vielmehr als Exkretionsdrüsen zu betrachten.« Dass die injicirte Flüssigkeit nicht ausfließt, liegt jedoch, wie wir weiter unten sehen werden, nicht an der Abwesenheit einer Öffnung, sondern daran, dass dieselbe mit einer besonderen Klappe versehen ist.

Andererseits halten viele Beobachter die Meinung aufrecht, dass die Segmentalorgane mit der Leibeshöhle communiciren; zu diesen gehören: PETERS, SEMPRER, JOURDAIN, THEEL, SLUITER u. A.

Von der Anwesenheit beider Kanäle kann man sich am leichtesten auf Längsschnitten durch den vorderen verdickten Theil des Organs überzeugen. Ein derartiger Schnitt ist auf Fig. 37, Taf. XX, abgebildet. Beide Kanäle sind hier gut wahrnehmbar; der eine (*z*) stellt die Kommunikation mit der Außenwelt dar, er dient zur Abfuhr der Exkretionsprodukte sowie der Eier und Spermatozoen nach außen. Dieser Kanal erscheint in Gestalt eines schmalen, runden Rohres, welches die Haut des Sipunculus in ihrer ganzen Dicke durchbohrt; er verläuft nicht senkrecht, sondern etwas schräg in der Richtung zum vorderen Körperende. Die Wände des Kanals sind von Epithelzellen ausgekleidet, auf die eine Menge Muskelfasern folgt. Das obere, in den Hohlraum des Exkretionsorgans einmündende, Ende ist trichterförmig erweitert. Das Epithel des Kanals geht auf die Wandungen des Exkretionsorgans über, wobei die Zellen sich allmählich in die das Organ von innen auskleidenden Exkretionszellen umwandeln.

Der zweite Kanal (*kr*), durch welchen das Exkretionsorgan mit der Leibeshöhle communicirt, ist neben dem ersteren gelagert, wie aus der Fig. 37 ersichtlich. Er ist spaltförmig und wird von der einen Seite von der Leibeswand, von der anderen von einer langen, muskulösen Platte (*ro*) gebildet; sein inneres Ende wird von zwei Wülsten (*fr* und *gi*) gebildet. Der ganze Kanal ist stark gebogen und bildet mehrere knieförmige Biegungen. Ungefähr in der Mitte des Kanals geht von einer Wand eine kleine schmale Platte (*kl*) ab, welche augenscheinlich als Klappe fungirt und den Austritt des Inhaltes des Organs in die Leibeshöhle verhindert.

Auf diese Weise kann nichts von dem, was in das Innere des Exkretionsorgans gelangt ist, zurück in die Leibeshöhle hindurchtreten,

in Folge des Vorhandenseins der eben beschriebenen Vorrichtung, und wird vermittels des Kanals (z) nach außen geleitet.

Die Wände des Kanals sind durchweg von Epithelzellen ausgekleidet.

Die Form des Kanals, seine Biegung, seine Lagerung und die Größe der Klappe ist überaus verschieden bei verschiedenen Thieren; bei den einen ist die Klappe in der Mitte, bei den anderen näher zum inneren Ende gelagert; bei einigen Exemplaren macht der Kanal zwei Biegungen, bei anderen drei und vier. Am auffallendsten ist es jedoch, dass bei einigen Exemplaren es mir durchaus nicht gelang den Kanal zu finden; dieses war vorwiegend bei recht kleinen und jungen Exemplaren der Fall. In Folge dessen ist es möglich, dass der Kanal sich nur zur Zeit der Reifung der Geschlechtsprodukte bildet und nur als Ausführungskanal für die Geschlechtsprodukte dient.

Auf Fig. 38, Taf. XX, ist ein Querschnitt durch die Wand des Exkretionsorgans abgebildet. Von außen ist das Organ von einem flachen Epithel mit Flimmerzellen ausgekleidet, auf welches Ringmuskeln (cm) folgen. Dieselben bilden keine zusammenhängende Muskelschicht, sondern verbinden sich zu einzelnen Bündeln, die in Abständen von einander angeordnet sind. Die Längsmuskeln bilden dergleichen einzelne Bündel (pm) und liegen unter den Ringmuskeln, wobei sie weit ins Innere des Organs hineinragen. Es resultirt auf diese Weise ein Netz von Muskelbündeln.

Die Innenseite des Exkretionsorgans ist von besonderen Exkretionszellen ausgekleidet, die ihrem Aussehen nach an die chlorogenen Zellen der Würmer erinnern. Jede Zelle hat eine unregelmäßige Gestalt; ihr inneres, zum Hohlraum des Organs gerichtetes Ende ist sackförmig abgerundet.

Das Plasma der Zelle ist von einer großen Menge gelbbrauner Körner erfüllt; der kleine Kern liegt an der Basis der Zelle. An den Stellen, an welchen die Längs- und Ringmuskeln angeordnet sind, liegen die Exkretionszellen unmittelbar den Muskeln an, wie es deutlich aus der Fig. 38 hervorgeht. In den Zwischenräumen zwischen den Muskelbündeln liegen die Exkretionszellen dagegen einem flachen Epithel auf; von der Leibeshöhle sind sie in diesen Stellen nur durch die dünne Schicht der flachen Zellen getrennt und können leicht die Ausscheidungsprodukte aus dem Blut aufsaugen.

Wird von dem frischen Exkretionsorgan ein kleines Stück auf einen Objektträger gebracht und das Deckglas leicht aufgedrückt, so

lässt sich leicht feststellen, dass die sackförmig abgerundeten Theile der Zellen sich vom Zellkörper ablösen und frei herumschwimmen in Gestalt kleiner Kugeln. Sie bewegen sich langsam fort und drehen sich mit Hilfe von Wimpern. Dergleichen Kügelchen habe ich in der das Exkretionsorgan ausfüllenden Flüssigkeit sowie auf Schnitten beobachtet (*e* Fig. 38). Es ist möglich, dass auf diese Weise der Absonderungsprocess vor sich geht.

Die soeben beschriebenen Exkretionszellen ähneln den chlorogenen Zellen der Würmer nicht nur in der äußeren Form, sondern auch in ihren physiologischen Eigenschaften.

Wie bekannt, nehmen die chlorogenen Zellen vieler Würmer nach physiologischen Injektionen von Indigokarmin diese Substanz auf, wie es vielmals von vielen Beobachtern nachgewiesen worden ist. Dasselbe lässt sich auch bei *Sipunculus nudus* beobachten. Nach einer Injektion von Indigokarmin in die Leibeshöhle wird die gesammte Farbe rasch von den Exkretionsorganen absorbiert. Bereits einige Stunden nach der Injektion erscheinen die Exkretionszellen vollkommen von Indigokarmin erfüllt. Daraus geht hervor, dass die Exkretionsorgane von *Sipunculus* mit ihren den chlorogenen Zellen ähnelnden Elementen wenig Gemeinsames mit den Segmentalorganen der Würmer haben.

Es erübrigt uns nun noch die Frage zu lösen, welche Bedeutung der, das Exkretionsorgan mit der Leibeshöhle verbindende Kanal hat. Es ist wohl kaum anzunehmen, dass ihm irgend welche Bedeutung bei Absonderungsprocessen unnöthiger Substanzen aus dem Organismus zugesprochen werden kann. In diesem Falle würden mitsammt den unnützen Produkten auch die nützlichen Formelemente des Blutes abgeführt werden. Es müsste denn die unmögliche Voraussetzung gemacht werden, dass der Kanal selber fähig sei, die Absonderungsprodukte zu scheiden. Dagegen spricht auch folgende Beobachtung: wird ein Gemisch von Indigokarmin mit anderen Farben, z. B. mit Ammoniakkarmin oder Tusche injicirt, so gelangt in den Hohlraum des Exkretionsorgans nur Indigokarmin, welches nicht durch die Öffnung hineingelangt, sondern durch die Thätigkeit der Exkretionszellen. Würde das Indigokarmin durch den Kanal hindurchtreten, so müssten mit ihm auch die anderen Farbstoffe hineingelangen.

Wenn in Folge dessen der Innenkanal keine Beziehungen zu den Absonderungsprocessen hat, so dient er unzweifelhaft als Abführungsgang für die Geschlechtsprodukte. Nur durch ihn können die Geschlechtsprodukte aus der Leibeshöhle in das Exkretionsorgan

gelangen, woselbst sie zur Reifezeit in ungeheueren Mengen angetroffen werden.

Wie ist jedoch die eigenthümliche Thatsache zu erklären, dass nur zur Reifezeit die Geschlechtsprodukte in das Exkretionsorgan hineingelangen, während zu anderer Zeit, wenn sie in geringer Zahl vorhanden sind und leichter durch den inneren Kanal hindurchtreten könnten, dieselben in jenem durchaus nicht beobachtet werden? Auf diese Frage lässt sich meiner Meinung nach die Antwort nur folgendermaßen geben: Bis zur Geschlechtsreife funktioniert der Innenkanal des Exkretionsorgans gar nicht, er bildet sich allmählich. Nur zur Zeit der Geschlechtsreife erreicht er seine vollkommene Entwicklung und beginnt zu funktionieren; aus diesem Grunde finden wir nur zu dieser Zeit das Exkretionsorgan angefüllt mit Geschlechtsprodukten.

Blut.

Vor einem Jahr veröffentlichte ich eine kleine Abhandlung über den Bau der Blutelemente von *Sipunculus nudus*; die Abhandlung war jedoch ohne Abbildungen und zudem sehr kurz, so dass Manches unklar und unverständlich bleiben konnte. In demselben Jahre erschien eine kurze Bemerkung von KUNSTLER und GRUVEL in den *Comptes rendus* und darauf in dem neuen Buch von DELAGE (*Mesozoaires-Spongiaires* T. II, 1^{ère} Partie) ein ausführlicher Bericht nebst Abbildungen von den Beobachtungen KUNSTLER's und GRUVEL's. Beide Autoren kommen zu Schlüssen, die den meinigen vollkommen widersprechen. Um so mehr ist es erforderlich, einige Nachträge und Erklärungen zu geben.

Das Blut von *Sipunculus nudus* ist ungemein reich an allerhand Formelementen. Neben weißen Blutkörperchen finden sich rothe Körperchen, welche, wie bei den Wirbelthieren, Beziehungen zur Athmung haben. Ihre Gestalt ist, bei der Ansicht von der Fläche, gewöhnlich vollkommen rund, auf Durchschnitten biskuitförmig (Fig. 64, Taf. XXII). In äußerst seltenen Fällen gelang es mir jedoch wahrzunehmen, dass die in der Regel runden Körperchen die allerverschiedensten Formen annahmen (Fig. 64 *d*, *d*,). Sie bestehen aus vollkommen durchsichtigem, von einer Hülle umgebenen, Protoplasma, mit einem Kern in der Mitte. Im Protoplasma lassen sich einige Vacuolen von verschiedener Größe beobachten; bisweilen fand ich statt der Vacuolen kleine rhombische Krystalle (Fig. 64 *c*,). Nach Injektionen von Methylenblau oder Neutralroth in die Leibeshöhle eines lebenden *Sipunculus* vergrößerten sich die Vacuolen und füllten

sich mit Farbe an, während der Kern vollkommen ungefärbt blieb. Die Größe der rothen Blutkörperchen ist dessgleichen sehr veränderlich. Neben gewöhnlichen auf Fig. 64 *c*, *c*,, abgebildeten Körperchen werden nicht selten um das Mehrfache größere angetroffen (Fig. 64 *a*, *a*,, *a*,,). Der Kern dieser großen Blutkörperchen ist gewöhnlich stark verändert; er erscheint auf mehreren Stellen eingeschnürt (Fig. 64 *k*). Die eingeschnürten Stellen verdünnen sich und der Kern theilt sich in mehrere Stücke, welche neuen jungen Zellen den Ursprung geben.

Den interessantesten Theil des Blutes stellen die sog. Töpfchen dar, die seit langer Zeit die Aufmerksamkeit der Forscher auf sich gelenkt haben. Bis in die allerletzte Zeit hinein werden die widersprechendsten Schlüsse und Ansichten über den Bau und die Bedeutung derselben ausgesagt. Sie sind 1851 von KROHN entdeckt worden, der sie für parasitirende Infusorien hielt. KEFERSTEIN und EHLERS äußerten alsdann die Ansicht, dass die Töpfchen nicht Parasiten, sondern Elemente des Organismus seien. Ihre Ansicht wurde von BRANDT, RAY-LANKESTER und CUENOT angenommen. Gleichzeitig fuhren andere Autoren, wie VOGT und YUNG, FABRE-DOMERGUE, WAGNER, fort zu behaupten, dass die Töpfchen parasitirende Infusorien seien. FABRE-DOMERGUE zählte sie den echten Peritrichen zu und nannte sie Pompholyxia Sipunculi. So stand die Frage über die Töpfchen, als ich meine Untersuchungen begann. Ich wandte meine Aufmerksamkeit zunächst dem Bau zu. Gleich zu Anfang gelang es mir, mich davon zu überzeugen, dass ein Töpfchen aus zwei Zellen zusammengesetzt ist, in Folge dessen kein Infusorium sein kann. Der äußeren Gestalt nach erinnert es in der That an ein Töpfchen (Fig. 72, Taf. XXII). Der Körper desselben ist vollkommen durchsichtig und vermittels keines Fixirungsmittels und keiner Farbe gelang es mir innerhalb desselben eine Struktur zu eruiren. Die Öffnung des Töpfchen wird von einer Scheibe verdeckt, die sich mit Anilinfarben färbt. Am Rande der Scheibe liegen mehrere Reihen Wimpern, mit Hilfe derer sich das Töpfchen schnell bewegt. Der centrale Theil der Scheibe ist nach innen eingedrückt; an dieser Stelle liegt gewöhnlich ein ziemlich großer Kern mit gut färbbaren Chromatinkörnern. Dieser Kern ist sehr schwer wahrzunehmen, da die Wimpern und die ganze Scheibe sich stark kontrahiren und etwas färben. Am besten lässt sich die Struktur und die Lagerung dieses Kernes folgendermaßen studiren. Auf ein Objektglas wird ein Tropfen frischen Blutes von Sipunculus gebracht und demselben eine geringe Menge Methylgrünlösung mit 1% iger Essigsäure zugefügt. Mit dieser Flüssigkeit wird

nicht nur eine gute Färbung, sondern auch eine leichte Fixirung erzielt, was die Möglichkeit giebt, den Bau dieser zarten Organismen in allen Einzelheiten zu studiren.

Der zweite Kern ist seitwärts gelagert und von vielen Beobachtern beschrieben worden (Fig. 72, Taf. XXII). Er ist kleiner als der erstere und färbt sich intensiver mit Kernfärbemitteln.

Unterhalb der Scheibe von dem centralen, eingebogenen Theil derselben geht eine mehr oder weniger große Menge protoplasmatischer Masse ab; dieselbe stellt offenbar den aktiven Theil des Organismus dar. Von diesem Protoplasma ziehen feinste, kaum wahrnehmbare protoplasmatische Fortsätze, an welchen verschiedene Nahrungstheilchen, welche das Töpfchen in der Leibeshöhle findet, haften bleiben. Nach einer Injektion von Karmin oder Tusche oder einfacher noch nach Hinzufügung einer geringen Menge dieser Farbstoffe zu einem Tropfen frischen Blutes, bleiben die Farbstoffkörnchen äußerst bald an den Protoplasmafortsätzen des Töpfchens haften, wie es auf der Fig. 72 abgebildet ist. Es bildet sich auf diese Weise hinter dem Töpfchen ein vollkommener Schweif von Farbstoffkörnchen, der bisweilen zweimal länger ist als das Töpfchen selber. Ich habe die Beobachtung gemacht, dass diese Fangfähigkeit der Töpfchen sich stark verstärkt unter dem Einfluss von Injektionen verschiedener Fremdkörper. Bei Injektionen von gepulvertem Eiweiß oder von Bakterien, wurden dieselben eben so von dem Töpfchen aufgefrassen und aufgelöst. Selbst bei normalen Verhältnissen, wenn keine Fremdkörper in die Leibeshöhle eingeführt sind, lässt sich fast stets wahrnehmen, dass eine größere oder geringere Anzahl Blutkörperchen, rother und weißer, des Sipunculus selber von den Töpfchen aufgefangen und verzehrt werden. Bei der Beobachtung eines lebenden Töpfchens unter dem Mikroskop im Verlauf einer halben bis ganzen Stunde kann man wahrnehmen, wie das Blutkörperchen aufgefangen und allmählich verdaut wird. Es nährt sich also offenbar das Töpfchen von den Blutkörperchen des Sipunculus selber. Diese Thatsache spricht, wie es scheint, am meisten zu Gunsten der Ansicht, dass wir es hier mit Parasiten zu thun haben.

Ich habe das Blut von einigen anderen Gephyreenarten untersucht, welche in der Bucht von Neapel anzutreffen sind, so bei *Sipunculus tessellatus* und *Phymosoma granulatum*.

Sipunculus tessellatus besitzt dieselben Töpfchen wie *Sipunculus nudus*; der ganze Unterschied besteht darin, dass bei dem Töpfchen des ersteren der zweite kleine Kern nicht seitwärts, sondern oben gelagert ist.

Phymosoma granulatum besitzt im Blut entsprechende Gebilde. Ihrer äußeren Form und ihrem Bau nach ähneln sie kaum den Töpfchen, nichtsdestoweniger unterliegt es keinem Zweifel, dass es vollkommen analoge Gebilde sind. Dieselben stellen kleine, mit Wimpern versehene, Organismen dar, die sich sehr schnell im Blut bewegen.

Von der Fläche betrachtet erscheint das Gebilde in Form eines unregelmäßigen Kreises (Fig. 68 a, Taf. XXII). Das Centrum nimmt eine, mit Wimpern versehene, Centralzelle ein, die der Scheibe des Töpfchens entspricht. Diese Zelle ist mit einem großen Kern versehen und besitzt in der Mitte eine Vertiefung; aus dieser treten Protoplasmafortsätze aus, an denen Karminkörnchen und Blutkörperhaften bleiben, genau so, wie an den Töpfchen. Um die Centralzelle liegen kreisförmig kleine Zellen herum, mit körnigem Protoplasma und gut färbbaren Kernen, welche um das Zweifache kleiner sind, als der Kern der großen Zelle. Die Zahl dieser Zellen ist verschieden: bei einigen beträgt sie vier, bei anderen fünf, sechs sieben und mehr. In der Seitenansicht haben diese Organismen die Form einer kegelförmigen Mütze (Fig. 68 a).

Es stellen also die Töpfchen und die entsprechenden Elemente von Phymosoma vielzellige Gebilde dar, die nichts mit Infusorien gemein haben.

Es erübrigt nun, die wichtige Frage zu lösen, ob diese Gebilde Parasiten oder Blutelemente darstellen. Zu dem Zweck ist es erforderlich, ihre Entwicklungsgeschichte zu kennen.

Vor langer Zeit bereits haben RAY-LANKESTER und CUENOT diese Töpfchen an der Außenseite der Gefäßwandungen angeheftet gesehen und die Ansicht ausgesprochen, dass dieselben sich hier bildeten. Auch ich richtete meine Aufmerksamkeit zunächst auf diese Stelle. Ich fand in der That eine große Anzahl an der Wand der Gefäße sitzender Töpfchen, jedoch nicht von außen, sondern von innen; davon kann man sich leicht sowohl auf Schnitten durch das Gefäß als auch durch die direkte Beobachtung überzeugen. Da die Gefäßwandungen vollkommen durchsichtig sind, so sind die Töpfchen bereits auf den frischen Präparaten gut sichtbar. Wird die Gefäßwand in kleine Stücke zerrissen, so dass die Innenseite hervortritt, so sind die Töpfchen gut wahrnehmbar; dieselben sind hier an die Wand vermittle kleiner Füße angeheftet, wobei jedoch sämtliche der Gefäßwand ansitzende Töpfchen ungleich entwickelt sind. Auf Fig. 65 sind verschiedene Stadien der Entwicklung der Töpfchen abgebildet.

Zunächst erscheint ein kleiner aus zwei Zellen bestehender Auswuchs, wobei jedoch bloß die eine Zelle den Auswuchs bildet, während die andere eine seitwärts angelagerte Flimmerzelle ist. Im folgenden Stadium nimmt der Auswuchs die Form einer Schale an, die Flimmerzelle umwächst ihren Rand und bildet die Scheibe der ausgebildeten Töpfchen. Darauf vergrößert sich die Schale, ihr Fuß verdünnt sich und das ganze Organ nimmt die Form eines Töpfchens an. Auf Fig. 67 habe ich mehrere an der Gefäßwand angeheftete Töpfchen in den allerjüngsten Entwicklungsstadien abgebildet; es ist hier gut sichtbar, wie die seitliche Flimmerzelle den Rand des runden Auswuchses umwächst. Sehr häufig kann man beobachten, dass auf dem Fuß an der Basis des Töpfchens sich eine Knospe bildet, aus welcher ein neues Töpfchen hervorgeht. Auf diese Weise bilden sich auf einem Fuß nicht selten mehrere Töpfchen, die sich auf verschiedenen Entwicklungsstadien befinden (Figg. 66 und 69, Taf. XXI).

Diese angehefteten Töpfchen sind durchaus gleich den frei in der Leibeshöhle schwimmenden, sowohl der Struktur nach als auch deswegen, dass sie Blutkörperchen und verschiedene Farbstoffe aufzehren. Injicirt man in das Gefäß eines präparirten lebenden Sipunculus eine kleine Menge Karmin, so wird dasselbe rasch von den angehefteten Töpfchen verzehrt, die dadurch selbst unter der Lupe gut sichtbar werden.

Jedenfalls unterliegt es keinem Zweifel, dass die Töpfchen sich aus Gefäßzellen und nicht aus irgend welchen fremden Keimen bilden. Da ich die Töpfchen Anfangs für Parasiten hielt, so bemühte ich mich vergebens, irgend welche Sporen aufzufinden, welche zwischen den Zellen der Gefäße eindringen könnten. Besonders klar ist die Herkunft der Töpfchen aus Gefäßzellen auf Querschnitten durch ein Gefäß (Taf. XXI, Fig. 60); hier ist es klar ersichtlich, dass die Füße der Töpfchen eine direkte Fortsetzung der Gefäßzellen darstellen.

Auf Grund der Entwicklung des Töpfchens lässt sich der Schluss ziehen, dass dieselben nicht fremde Organismen im Körper des Sipunculus sind, keine Parasiten, sondern echte Formelemente des Blutes. Von der Bedeutung derselben für Sipunculus, sowie von ihren Funktionen, habe ich bereits in meiner ersten Abhandlung berichtet.

Wenn nun das Töpfchen kein Parasit, sondern ein Formelement ist, wie lässt sich denn die Thatsache erklären, dass er die Blutkörper von Sipunculus verzehrt? In letzter Zeit verbreitet sich immer mehr die Ansicht, dass der Organismus ein großer und sehr kompli-

cirter Zellstaat sei. Wie nun im Menschenstaat ein Stand sehr häufig auf Kosten Anderer lebt, so wie in der menschlichen Gesellschaft sehr häufig ein erbitterter Kampf ums Dasein geführt wird, wobei der Stärkere den Schwächeren zu vernichten sucht, so wird es auch im Zellenstaat beobachtet. Dieses ist vor Allem klar geworden nach den bemerkenswerthen Entdeckungen von METSCHNIKOFF und seinen Schülern, die uns die Rolle der Phagocyten bei Altersatrophien, bei Degenerationen und anderen im Organismus verlaufenden Processen gezeigt haben.

Es erübrigt nun noch die Gründe zu analysiren, auf welche sich KUNSTLER und GRUVEL stützten bei der Behauptung, die Töpfchen seien Parasiten. Sie behaupten, dass die Töpfchen sich nicht bei allen Exemplaren von *Sipunculus nudus* vorfinden, in Folge dessen sie nicht für Blutelemente gehalten werden können; dasselbe führen VOGT und YUNG an: »Les urnes se trouvant en nombre très variable chez les différents individus (nous en avons même trouvé deux sur plus d'une centaine, ou elles faisaient entierement défaut) nous pensons que ce sont en effet des infusoires parasites, qui se logent et se développent dans la cavité générale.«

Ich habe mehr als dreihundert Exemplare untersucht, bei zwei oder drei fand ich Anfangs keine Töpfchen; als ich jedoch genauer untersuchte und das Blut aus verschiedenen Theilen des Körpers entnahm, fand ich mehrere abgestorbene, sich nicht bewegende Töpfchen und einzelne zerstörte Theile. Offenbar sind die Töpfchen vorhanden gewesen, doch in Folge irgend welcher Krankheitsprocesse vernichtet worden. Die Thatsache des Nichtauffindens der Töpfchen bei einem oder zwei Exemplaren auf Hunderte, bei denen dieselben beobachtet werden, kann nicht als Beweis für ihre parasitäre Natur gelten. Dessgleichen kann auch der Umstand nicht gelten, dass ihre Zahl nicht stets die nämliche ist. Wir wissen, dass die Zahl der weißen Blutkörper sich unter dem Einfluss verschiedener Bedingungen ändern kann und sie werden doch nicht für Parasiten gehalten.

Als weiteren Beweis für die parasitische Natur der Töpfchen führen KUNSTLER und GRUVEL an, dass bei der Auferziehung derselben im Uhrglas sie sich rascher entwickeln als im Körper. An und für sich kann diese Beobachtung nicht als Beweis für die parasitische Natur der Töpfchen gelten. Würden die Töpfchen von *Sipunculus nudus* in der That Parasiten sein, so müssten sie sich in natürlichen Verhältnissen, d. h. im Körper rascher entwickeln als außerhalb desselben. Ich selbst habe dessgleichen versucht, die

Töpfchen im Uhrglas aufzuziehen, hatte jedoch stets Misserfolge zu verzeichnen. Die Töpfchen lebten in der That recht lange (2 bis 3 Tage), doch konnte ich keine Vermehrung konstatiren. Im Gegentheil, die Töpfchen erschienen sehr bald geschwächt und starben ab.

Dessgleichen kann ich mich mit KUNSTLER und GRUVEL nicht einverstanden erklären hinsichtlich der Fortpflanzungsverfahren der Töpfchen. Die genannten Autoren berichten, dass unter der Scheibe besondere Geschlechtszellen auftreten, aus denen neue junge Töpfchen hervorgehen. Ich habe bereits darauf hingewiesen, dass unter der Scheibe sich stets eine große Zahl vielerlei Zellen vorfindet, welche von dem Töpfchen aufgefangen und verzehrt werden. Hier sind Leukocyten und rothe Blutkörperchen und sogar reife und unreife Spermatozoen anzutreffen. Wie ist es nun möglich, die Geschlechtszellen des Töpfchens von dieser Menge der allerverschiedensten Zellen zu unterscheiden, welche dem Töpfchen anhaften und einen kompakten Klumpen bilden?

Nicht alle Sipunculiden haben, wie bekannt, diese Töpfchen im Blute, oder diesen entsprechende freischwimmende Gebilde; es besitzt *Sipunculus Gouldii*, der von ANDREWS beschrieben worden ist, durchaus keine Töpfchen. ANDREWS beschreibt jedoch besondere Flimmergebilde in dem aufsteigenden Darmtheil von *Sipunculus Gouldii*; dieselben fehlen vollkommen dem *Sipunculus nudus* und entsprechen offenbar den Töpfchen: ANDREWS nennt diese Gebilde »pseudostoma«: »The pseudostoma form conspicuous objects over the outer surface of the ascending intestine appearing when alive as minute ciliated funnels imbedded amongst the chloragogen cells and suggesting opening into the digestive tract from the body cavity.« Weiterhin schreibt er: »each pseudostoma is merely a depression of the peritoneum, forming a blind funnel, partly filled by chloragogen cells and guarded along its protuberant lip by a peculiar ciliated cell«.

Am bemerkenswerthesten ist jedoch der Umstand, dass diese Pseudostoma nach Karmininjektionen in die Leibeshöhle dasselbe genau eben so aufzehren, wie die Töpfchen (p. 408).

Auf diese Analogie der Töpfchen mit den peritonealen Flimmerzellen weist auch SELENKA in seiner Monographie hin: »Die bei manchen Arten in dem Coelom schwimmenden einzelligen Töpfchen sind wimpernde Peritonealzellen, welche bei *Aspidosiphon Mülleri* vereinzelt dem Darm aufsitzen (SELENKA), bei *Aspidosiphon Steenstrupii* am Enddarm vorkommen (SLUITER) und von ihrer Ursprungsstelle gelegentlich abreißen.«

CUENOT drückt sich in Betreff derselben Frage folgendermaßen aus: »Mais, objectera-t-on, il y a des Phascolosomes (*Phascolosoma elongatum* et vulgare) qui sont totalement depourvus de ces organites. C'est très vrai, mais j'y trouve une confirmation remarquable de la fonction; en effet, chez ces espèces, les cils vibratils, formant de petits groupes isolés, sont incomparablement plus nombreux que chez les *Phascolosoma varians* et *granulatum*« (p. 603).

Diese Beziehungen im Vorhandensein der Töpfchen in der Leibeshöhle und der Anzahl verschiedener Flimmergebilde im Peritoneum, wie sie von vielen Beobachtern bezeugt worden sind, bekräftigen die Ansicht, dass die Töpfchen keine Parasiten, sondern Elemente des Organismus sind.

Neben den gewöhnlichen, oben beschriebenen Töpfchen findet man sehr häufig im Blut von *Sipunculus nudus* Gebilde, wie sie auf Fig. 70 abgebildet sind. Sie ähneln sehr den Töpfchen, sind jedoch zwei bis dreimal größer als dieselben. Der obere Theil ist etwas abgeflacht und hat die Form einer Mütze. An den Rändern sind Flimmer angeordnet, welche das gesammte Organ in langsame Bewegung versetzen. Im Centrum lässt sich deutlich ein großer Kern wahrnehmen. In anderen Fällen fand ich ähnliche, jedoch etwas veränderte Gebilde (Fig. 71). Der Rand, dem die Flimmer aufsitzen, ist stark verdickt. Unten findet sich eine Menge von Zellen. Bei Injektionen von Karmin oder Tusche werden die Farbstoffe rasch von diesen Gebilden aufgezehrt. Ob sie nun weitere Entwicklungsstadien der Töpfchen darstellen oder selbständige Gebilde, konnte ich nicht feststellen. Ihre Zahl ist im Vergleich zur Zahl der Töpfchen sehr gering; in einem Tropfen Blut fand ich ihrer eins oder zwei; in einigen Fällen fehlten sie vollkommen.

Außer den Töpfchen fand ich im Blute von *Sipunculus nudus* große Scheiben, welche von den französischen Autoren »vesicules énigmatiques« genannt werden (Figg. 62 und 63). Jede Scheibe besteht aus einer mehr oder weniger großen Anzahl einzelner Zellen, deren Grenzen besonders nach Behandlung mit Osmiumsäure gut sichtbar sind. Jede Zelle hat im Centrum einen in einer Vertiefung gelegenen Kern. In einigen Fällen fand ich in der Vertiefung keinen Kern, als wäre er im Stande auszufallen (Fig. 63 *kp*).

Neben großen, aus zwanzig bis dreißig Zellen bestehenden Scheiben, fand ich Scheiben, die aus vier, zwei und einer Zelle bestanden (Fig. 62). Aus letzteren entwickeln sich offenbar durch Theilung die großen vielzelligen Scheiben.

In sehr seltenen Fällen beobachtete ich im Blute von *Sipunculus nudus* kleine Infusorien (Fig. 61, Taf. XXI). Sie haben eine ovale Form, ihr Körper ist mit Wimperreihen besetzt; in der Mitte des Körpers liegt die Mundöffnung, unter derselben eine große pulsirende Vacuole. Im Centrum liegt der Makronucleus und der Mikronucleus.

Geschlechtsdrüse.

Die Geschlechtsprodukte entwickeln sich in einer kleinen, kaum wahrnehmbaren Drüse, welche an der Basis der Bauchretractoren gelegen ist (Fig. 1 *og*). Diese Drüschchen bilden einen kleinen Höcker, längs der Basis der genannten Muskeln; ihren Bau kann man nur auf Schnitten kennen lernen. Bei großen Exemplaren hat die Drüse die Form eines Bäumchens, welches mit der Basis den Muskeln ansitzt (Fig. 74, Taf. XXII). In der Drüse lassen sich leicht drei Typen verschiedener Zellen unterscheiden: an der Basis liegt eine Gruppe kleiner, runder Zellen, die sich durch ihre starke Färbung auszeichnen. Darauf folgt eine Gruppe von Zellen mit großen unregelmäßigen Kernen. Das Chromatin ist hauptsächlich am Rande des Kernes gegagert. Auf dem Gipfel des Bäumchens liegt die dritte Zellgruppe, die sich durch ihre regelmäßige runde Form unterscheidet. Derartige Zellen werden freischwimmend im Blute angetroffen. Aus ihnen entwickeln sich Spermatozoen und Eier, welche, wie bekannt, im Blute ausreifen. Bei jüngeren *Sipunculi* sind die Drüschchen viel kleiner, ihrem Bau nach unterscheiden sie sich dessgleichen von den ersteren (Fig. 73, Taf. XXI). Statt dreier Zellgruppen sind hier nur zwei nachweisbar. Am meisten entwickelt ist die erste Zellgruppe, die aus runden Zellen besteht. Auf sie folgt die zweite Zellgruppe, welche nur aus einigen Zellen besteht.

Zum Schlusse möchte ich meinen tiefgefühlten Dank meinem Lehrer, Herrn Prof. ALEXANDER KOWALEWSKY ausdrücken, für seine beständige rege Theilnahme und die Aufmerksamkeit, welche er meiner Arbeit stets entgegenbrachte, sowie für die zahlreichen ertheilten Rathschläge. Diese Untersuchung wurde an der Zool. Station von Prof. A. DOHRN ausgeführt, und ich halte es für eine angenehme Pflicht, Herrn Prof. DOHRN meinen innigsten Dank auszusprechen.

Herrn Prof. H. EISIG und auch Herrn Dr. LOBIANCO bin ich herzlich verbunden.

St. Petersburg, im März 1900.

Litteraturverzeichnis.

1. ANDREAE, Beiträge zur Anatomie und Histologie des Sipunculus nudus. Diese Zeitschr. Bd. XXXVI. 1882.
2. E. ANDREWS, Note of the Anatomy of Sipunculus Gouldii. Studies Biol. Lab. Johns Hopkins Univ. Vol. IV. Nr. 7. p. 389.
3. APÁTHY, Das leitende Element des Nervensystems und seine topographischen Beziehungen zu den Zellen. Mith. aus der Zool. Stat. in Neapel. Bd. XII. 1897.
4. BALBIANI, Evolution des micro-organismes animaux et végétaux parasites. Journ. de Micrographie. XI. 1887.
5. A. BRANDT, Anatomisch-histologische Untersuchungen über den Sipunculus nudus. Mém. de l'Acad. Imp. de St. Pétersbourg. 7. Sér. Tom. XVI. 1871.
6. CLAPARÈDE, Recherches sur la structure des Annélides sédentaires. Genève 1873.
7. CUENOT, Études sur le sang et les glandes lymph. Arch. de Zool. exp. 2. Sér. No. 9.
8. EISIG, Monographie der Capitelliden des Golfes von Neapel.
9. DANIELSEN u. KOREN, Gephyrea den Norske Nordhavs Expedition. Part. III.
10. DELAGES et E. HÉROUARD, Mesozoaires spongiaires. T. II. 1^{ere} Partie.
11. E. GRUBE, Versuch einer Anatomie des Sipunculus nudus. Arch. f. anat. Phys. 1837.
12. KEFERSTEIN u. EHLERS, Zoologische Beiträge, gesammelt in Neapel. Untersuchungen über d. Anat. des Sipunculus nudus. Leipzig 1861.
13. A. KROHN, Über das Nervensystem des Sipunculus nudus. MÜLLER's Arch. f. Anat. u. Phys. 1851.
14. KRUKENBERG, Vergleichend-physiologische Vorträge. Bd. I. 1886.
15. J. KUNSTLER et A. GRUVEL, Recherches sur l'évolution des Urnes. Comptes Rendus. CXXIV. 1897.
16. ——— Contribution à l'étude d'éléments spéciaux de la cavité générale du Phascolosoma. Comptes Rendus. T. CXXVIII. No. 8. 1899.
17. KOWALEWSKY, Sur les organes excréteurs chez les arthropodes terrestres. Travaux du Congrès intern. de Zool. à Moscou en 1892.
18. JOURDAIN, Recherches sur l'anatomie des Siponcles. Comptes Rendus. T. LXIV.
19. ET. JOURDAIN, Les corpuscules sensitifs et les glandes cutanées de Géphyréens inermes. Ann. des Sc. Nat. T. XII. 1891.
20. MEYER, Zur Anatomie der Sipunculiden. Diese Zeitschr. 1849.
21. MARION, Dragages au large de Marseille. An. d. sc. nat. T. VIII.
22. RAY LANKESTER, Histology of Sipunculus. Ann. of Nat. Hist. XI. 1873.
23. SELENKA, Die Sipunculiden.
24. SHIPLEY, On Phymosoma varians. Quart. Journ. of Microsc. Sc. Vol. XXXI.
25. ——— Notes of the Genus Sipunculus. Proceed. of the Zool. Soc. of London. 1893.
26. SLUTER, Über die Segmentalorgane und Geschlechtsdrüsen einiger Sipunculiden. Zool. Anz. IV. 1881.

27. WARD, On some Points in the Anatomy and Histology of *Sipunculus nudus*. Bull. of the Mus. of Comp. Zool. at Harv. College. Vol. XXI.
28. VICTOR WILLEM et A. MINNE, Recherches sur la digestion et l'absorption intestinale. Livre Jubilaire dédié à CHARLES VAN BAMBEKE. 1899.
29. UEXKÜLL, Zur Muskel- und Nervenphysiologie von *Sipunculus nudus*. Zeitschrift f. Biol. Bd. XV.
30. S. METALNIKOFF, Das Blut und die Exkretionsorgane von *Sipunculus nudus*. Mitth. aus der Zool. Stat. zu Neapel. Bd. XIII.

Erklärung der Abbildungen.

Allgemein gültige Figurenbezeichnungen:

- | | |
|--|--|
| <i>ag</i> , Analdrüsen; | <i>k</i> , Kern; |
| <i>al</i> , Zellen, die Ammoniakkarmin aufnehmen; | <i>ka</i> , Kanal des Sinnesorgans; |
| <i>ba</i> , Vorwölbungen des Darmes auf der Grenze zwischen Hinterdarm und Rectum; | <i>kl</i> , Klappe des inneren Kanals; |
| <i>bi</i> , Bindegewebe; | <i>ko</i> , Neurofibrillenkegel; |
| <i>bm</i> , Muskeln; | <i>kr</i> , der innere Kanal des Exkretionsorgans, welches dasselbe mit der Leibeshöhle verbindet; |
| <i>bn</i> , Bauchnervenstrang; | <i>le</i> , Leukoeyt; |
| <i>bz</i> , Wanderzellen; | <i>ly</i> , Drüse; |
| <i>c</i> , Auswüchse des Hinterdarmes; | <i>m</i> , Mundöffnung; |
| <i>cag</i> , Ausführungsgang der Analdrüse; | <i>mak</i> , Makronucleus; |
| <i>ch</i> , Zellen des Exkretionsorgans; | <i>mgl</i> , vielzellige Drüse; |
| <i>cm</i> , Ringmuskeln; | <i>mk</i> , Mikronucleus; |
| <i>cn</i> , Nerven des Rüssels; | <i>mm</i> , zweites Nervenpaar, welches die Retraktoren innervirt; |
| <i>co</i> , Muskelring; | <i>mo</i> , Kopfganglion; |
| <i>cu</i> , Cuticula; | <i>mr</i> , Retraktor; |
| <i>d</i> , Darm; | <i>n</i> , Nervenstrang; |
| <i>di</i> , fingerförmige Auswüchse des Gehirns; | <i>nf</i> , Neurofibrille; |
| <i>div</i> , Blindfortsatz; | <i>nn</i> , erstes Nervenpaar, welches die Retraktoren innervirt; |
| <i>du</i> , Ausführungsgang einer Drüse; | <i>no</i> , inneres Neurilemm; |
| <i>en</i> , äußeres Neurilemm; | <i>ns</i> , Nervenendigung in den Muskeln; |
| <i>ep</i> , Epidermiszellen; | <i>og</i> , Nervenfaser; |
| <i>ex</i> , Exkretionsorgan; | <i>og</i> , Geschlechtsdrüse; |
| <i>f</i> , Drüsengruppe, welche in den Hautkanal hineinragt; | <i>om</i> , Schrägmuskeln; |
| <i>g</i> , Ganglienzellen; | <i>os</i> , Sinnesorgan; |
| <i>ge</i> , Rinne im Darm; | <i>p</i> , Darmepithel; |
| <i>gl</i> , Drüsen; | <i>plz</i> , flache Epithelzellen; |
| <i>gr</i> , Verdickung des Bauchnervenstranges; | <i>pm</i> , Längsmuskeln; |
| <i>gz</i> , Drüsenzelle; | <i>po</i> , Sinus in den Tentakeln; |
| <i>h</i> , Hohlraum des Sinnesorgans in den Tentakeln; | <i>pr</i> , Faserscheidewand in der Drüse; |
| | <i>prv</i> , Ausführungsgang des Blindfortsatzes; |
| | <i>pva</i> , pulsirende Vacuole; |

<i>pz.</i> , gelbe vielkernige Zelle;	<i>t</i> , Tentakel;
<i>rz.</i> , runde Flimmerzelle;	<i>tgl</i> , Drüsenzelle aus den Tentakeln;
<i>rze</i> , Radiärzellen;	<i>tn</i> , Nervenfasern;
<i>sd.</i> Nerven, welche den Darm innervieren;	<i>to</i> , Töpfchen;
<i>si</i> , Sinus;	<i>v</i> , Hautkanäle;
<i>sp</i> , Muskel der Spirale;	<i>va</i> , Vacuolen;
<i>sv</i> , Gefäße;	<i>wz</i> , spindelförmige Zellen;
<i>st</i> , Nervenfasern;	<i>z</i> , Ausführungsgang des Exkretionsorgans;
<i>ste</i> , Gefäßwand;	<i>ze</i> , Zellen des Blindfortsatzes;
<i>su</i> , Zähne des Rüssels;	<i>zl</i> , Zwischenzellen.

Tafel XVII.

- Fig. 1. *Sipunculus nudus*.
 Fig. 2. Der Darm von *Sipunculus nudus*.
 Fig. 3. Querschnitt durch die Körperwand von *Sipunculus nudus*.
 Fig. 4. Sinnesorgan und Drüse aus dem Schwanz.
 Fig. 5. Zweizellige Drüse.
 Fig. 6. Querschnitt durch die Körperwand des hinteren Körperendes.
 Fig. 7 u. 8. Drüse aus dem hinteren Körperende.
 Fig. 9. Längsschnitt durch den Rüssel.
 Fig. 10. Das Epithel der Tentakel.
 Fig. 11. Vielzellige Drüse.
 Fig. 12. Junge Drüse.
 Fig. 13. Querschnitt durch eine vielzellige Drüse.
 Fig. 14. Sinnesorgan aus den Tentakeln.
 Fig. 15. Wanderzelle aus den Darmwandungen.

Tafel XVIII.

- Fig. 16. Querschnitt durch den Schlund und die Gefäße.
 Fig. 17. Querschnitt durch den Hinterdarm an der Einmündungsstelle der Analdrüsen.
 Fig. 18. Querschnitt durch die Körperwand.
 Fig. 19. Darmepithel und Drüsenzellen.
 Fig. 20. Querschnitt durch den Blindfortsatz.
 Fig. 21. Sinnesorgan.
 Fig. 22. Zellen des Blindfortsatzes.
 Fig. 23. Gefäß und Nervenzellen, die sich in Methylenblau färben.

Tafel XIX.

- Fig. 24. Querschnitt durch den Mitteldarm.
 Fig. 25. Muskelfasern des Darmes in Methylenblau gefärbt.
 Fig. 26. Querschnitt durch den Darm an der Einmündungsstelle des Blindfortsatzes.
 Fig. 27. Epithelzellen und runde Flimmerzellen aus der Gefäßwand nach Silberbehandlung.
 Fig. 28. Längsschnitt durch den Darm.
 Fig. 29. Stück einer Analdrüse.
 Fig. 30. Endabschnitt des Ausführungskanals der Analdrüse.
 Fig. 31. Drüse aus der Gefäßwand.

Fig. 32. Querschnitt des Epithels der Tentakel.

Fig. 33. Epithel der Tentakel.

Fig. 34. Epithel aus dem Kanal des Sinnesorgans.

Fig. 35. Querschnitt durch den degenerirenden Blindfortsatz.

Fig. 36. Sinnesorgane und Drüsen des Schwanzes nach der Goldmethode

VON RANVIER.

Tafel XX.

Fig. 37. Querschnitt durch das Exkretionsorgan.

Fig. 38. Querschnitt durch die Wand des Exkretionsorgans.

Fig. 39. Längsschnitt durch das Rectum.

Fig. 40. Nervengeflecht im Rüssel.

Fig. 41. Gehirn und dessen Nerven.

Fig. 42. Nervenendigung aus dem Rectum. Färbung mit Methylenblau.

Fig. 43. Querschnitt durch den Rüssel. Nervenendigung im Muskel.

Fig. 44. Querschnitt durch die Tentakel und das Kopffende von *Sipunculus nudus*.

Fig. 45. Nervenendigung im Rectum.

Fig. 46. Neurogliazellen aus der Verdickung des Bauchnervenstranges.

Fig. 47. Querschnitt durch die Verdickung des Bauchnervenstranges.

Tafel XXI.

Fig. 48. Querschnitt durch das Kopffende von *Sipunculus nudus*.

Fig. 49. Längsschnitt durch das Gehirn.

Fig. 50. Querschnitt durch den Kanal des Sinnesorgans.

Fig. 51. Querschnitt durch das Sinnesorgan des Gehirns.

Fig. 52. Querschnitt durch das Gehirn.

Fig. 53. Ganglienzellen vom dritten Typus.

Fig. 54. Ganglienzellen vom zweiten Typus.

Fig. 55. Neurogliazelle.

Fig. 56. Bipolare Zelle.

Figg. 57 u. 58. Neurogliazellen.

Fig. 59. Ganglienzelle des ersten Typus.

Fig. 60. Querschnitt durch die Gefäßwand.

Fig. 61. Infusor aus der Leibeshöhle von *Sipunculus nudus*.

Figg. 62 u. 63. Scheiben aus der Leibeshöhle.

Tafel XXII.

I bis VII A, Längsschnitte durch das Gehirn. Mit den Zahlen sind die austretenden Kopfnerven bezeichnet. *a, b, c* und *kom* die verschiedenen Commissuren.

Fig. 64. Rothe Blutkörperchen.

Fig. 65. Entwicklung der Töpfchen auf den Gefäßwandungen.

Fig. 66. Weitere Entwicklungsstadien.

Fig. 67. Töpfchen in der Vorderansicht.

Fig. 68. Flimmergebilde im Blute von *Phymosoma granulatum*.

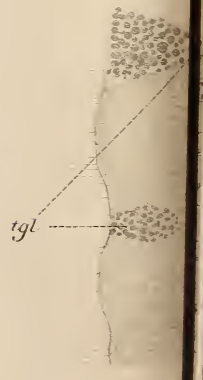
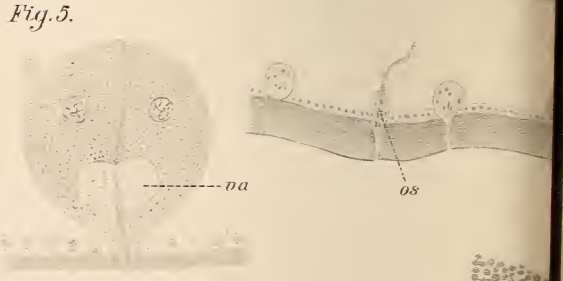
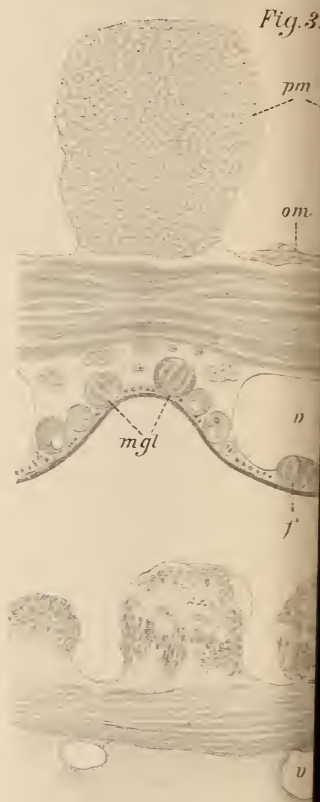
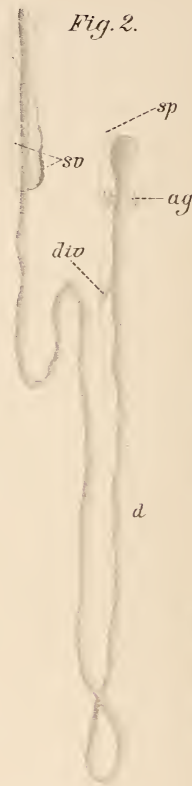
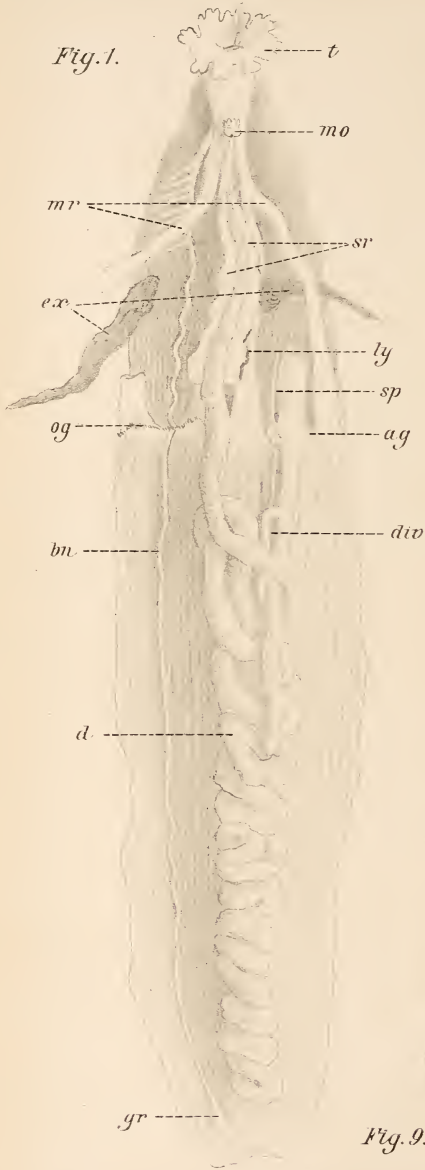
Fig. 69. Töpfchen auf den Gefäßwänden.

Figg. 70 u. 71. Große Töpfchen.

Fig. 72. Ein Töpfchen von *Sipunculus nudus*.

Fig. 73. Junge Geschlechtsdrüse.

Fig. 74. Reife Geschlechtsdrüse.



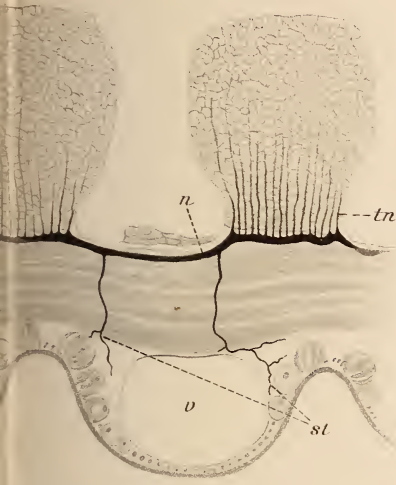


Fig. 6.

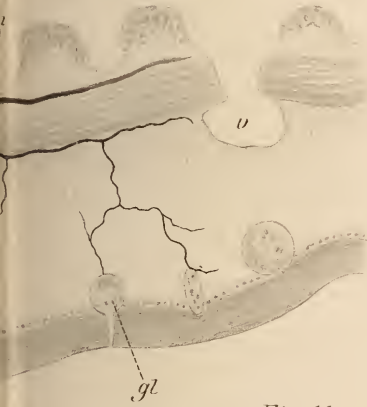


Fig. 10.

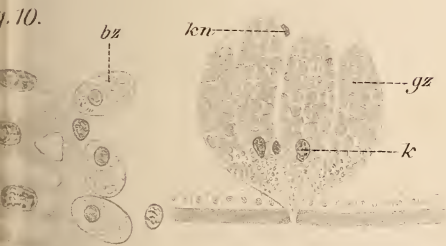


Fig. 11.

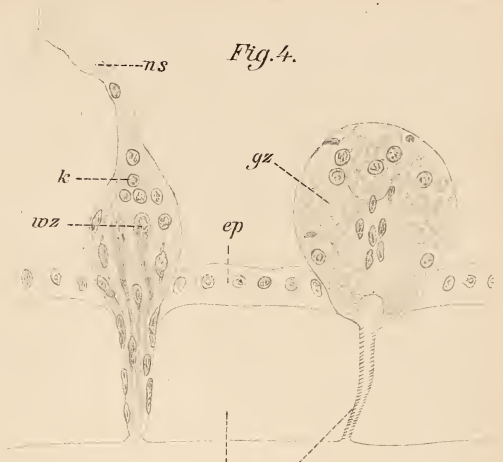


Fig. 4.

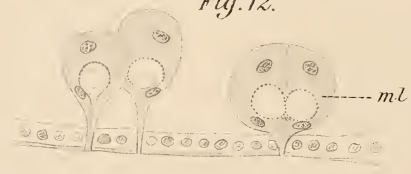
a. Fig. 7.

b.

Fig. 8.



Fig. 12.



b. Fig. 13. a.

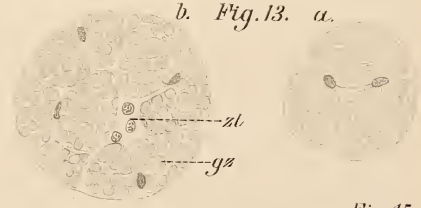
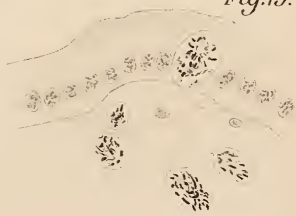


Fig. 13.

Fig. 14.



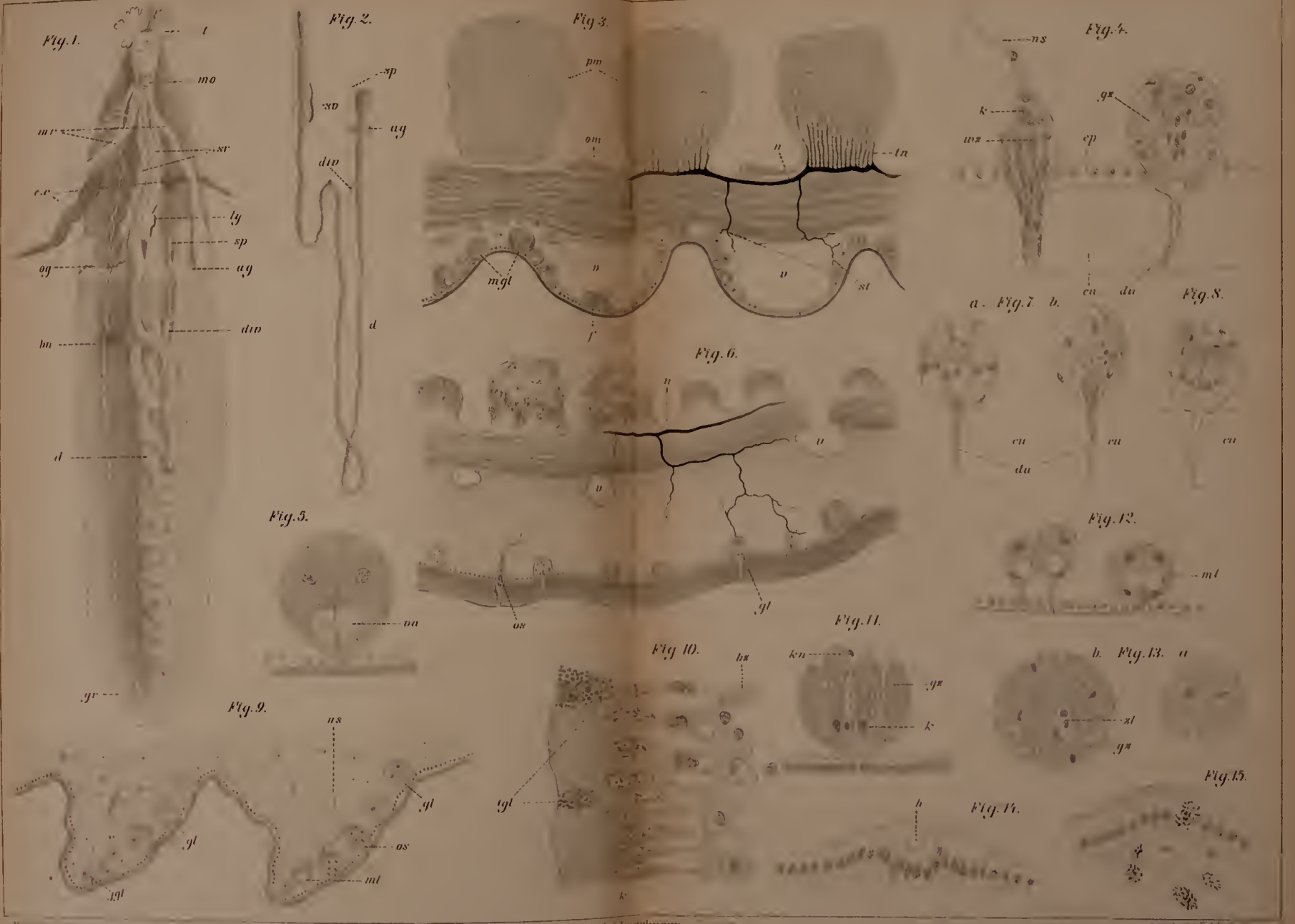


Fig.16.

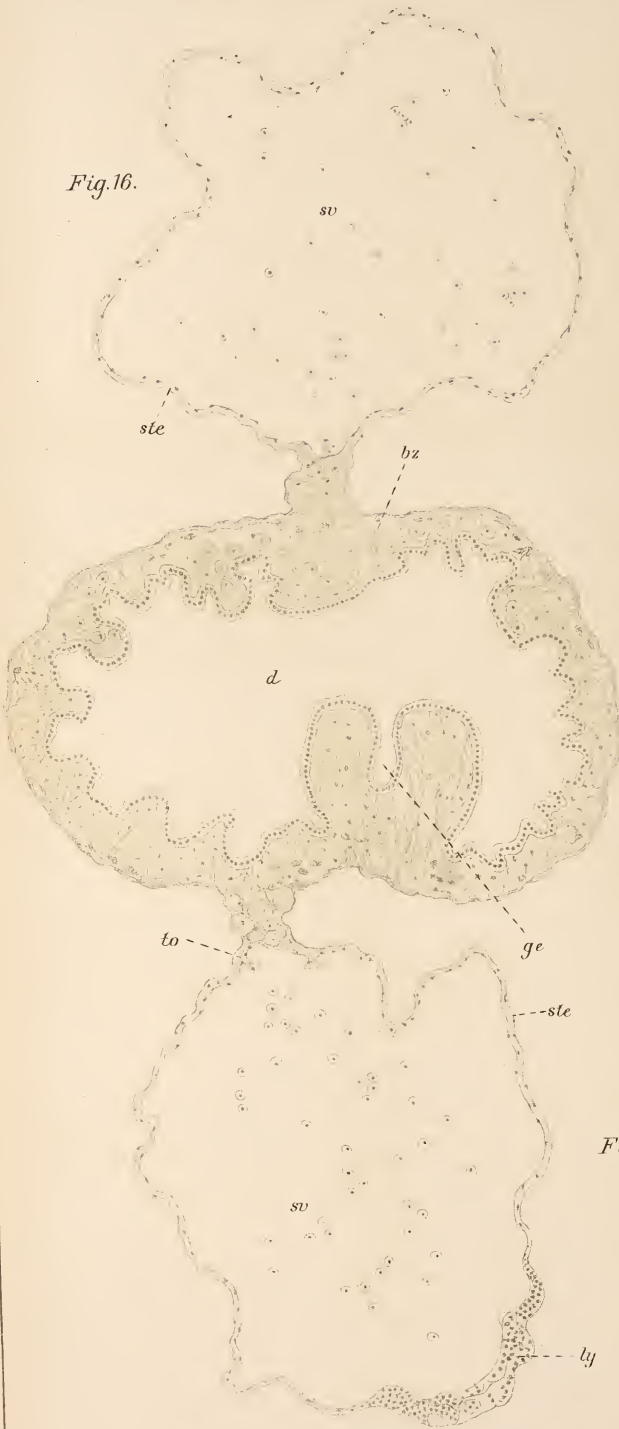


Fig.17.



Fig.19.





Fig. 18.

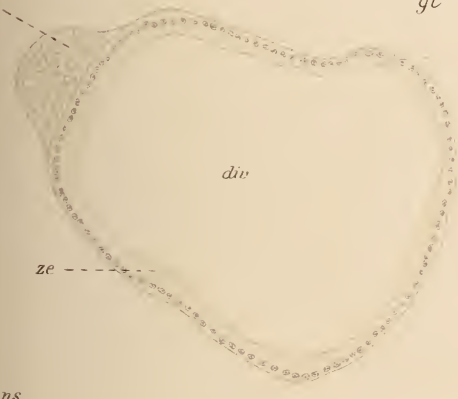


Fig. 21.

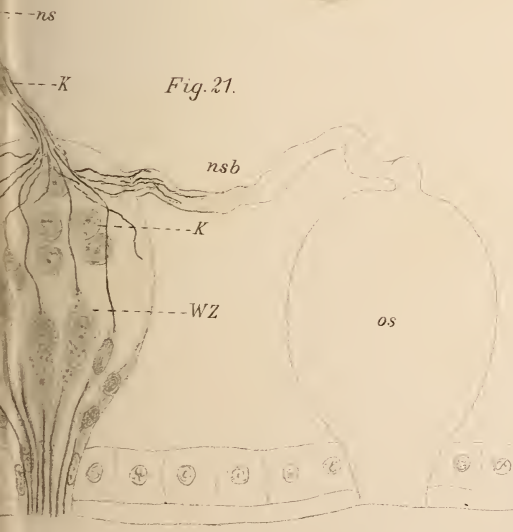


Fig. 22.

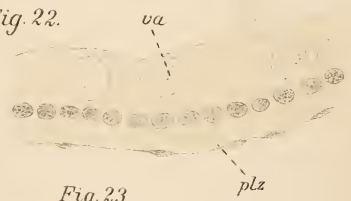
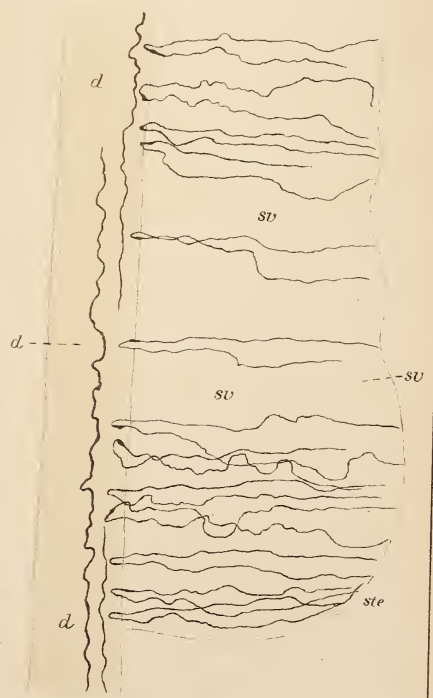


Fig. 23.



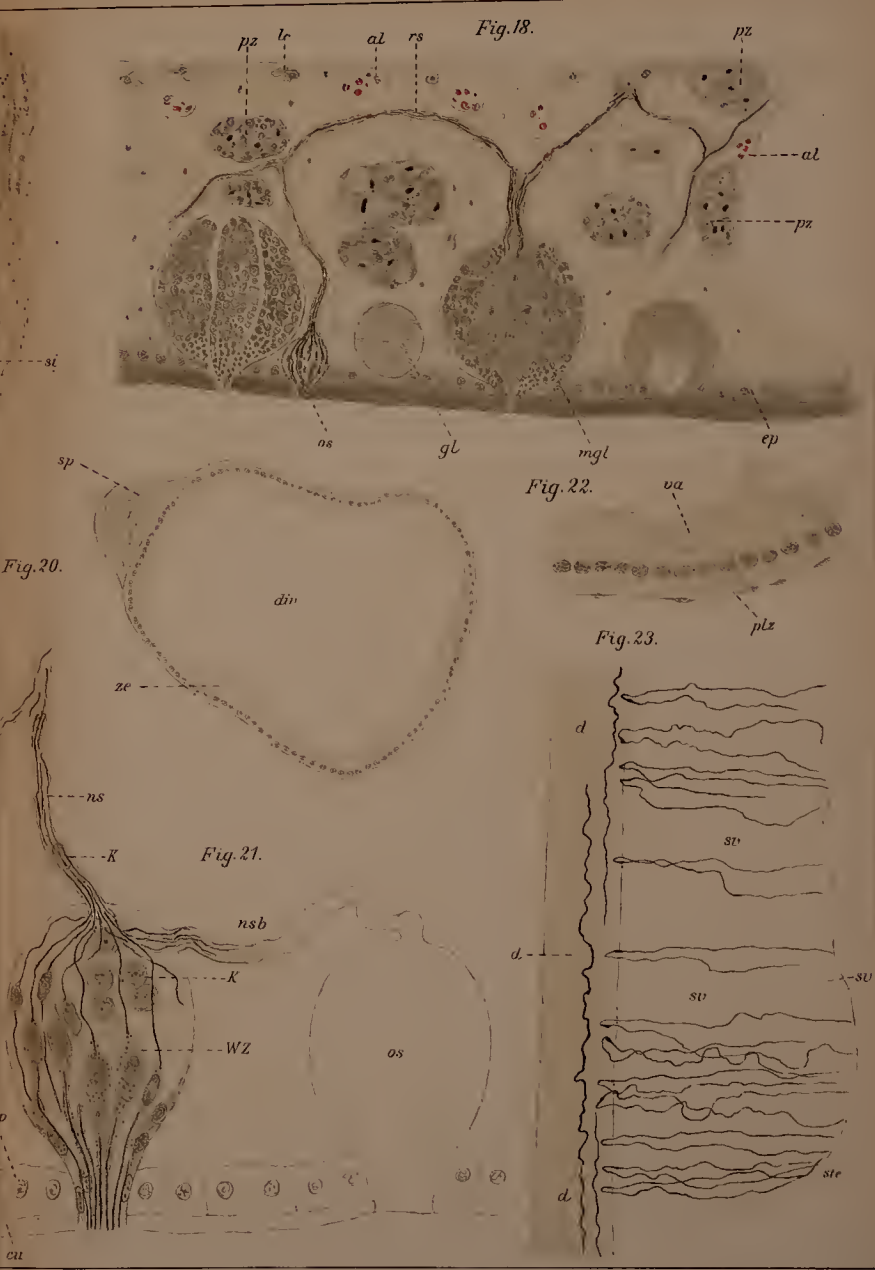
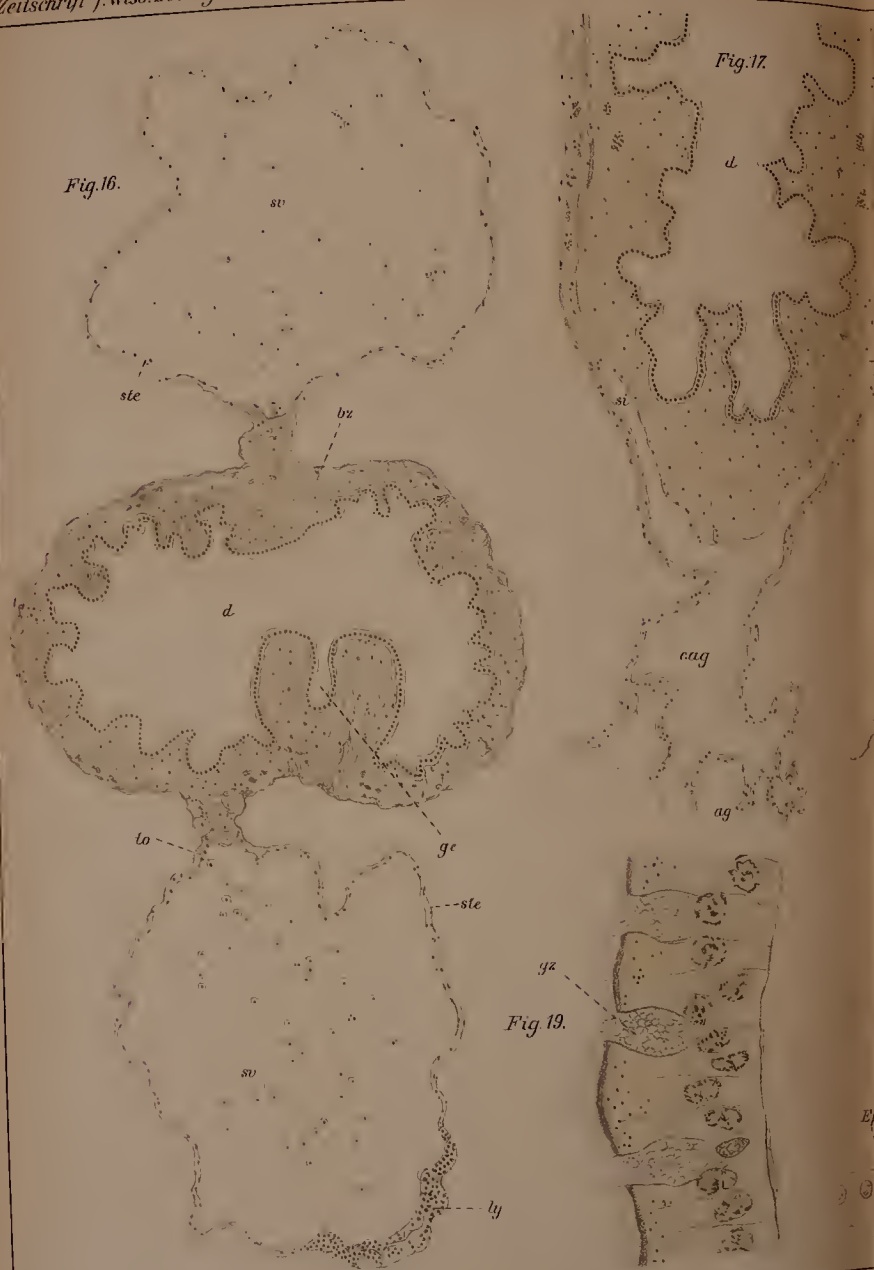


Fig.24.



Fig.25.



Fig.27.



Fig.28.

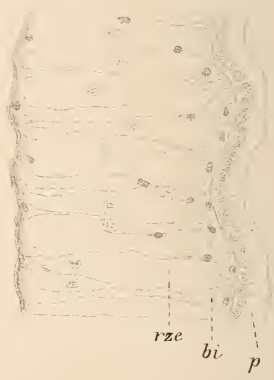


Fig.33.

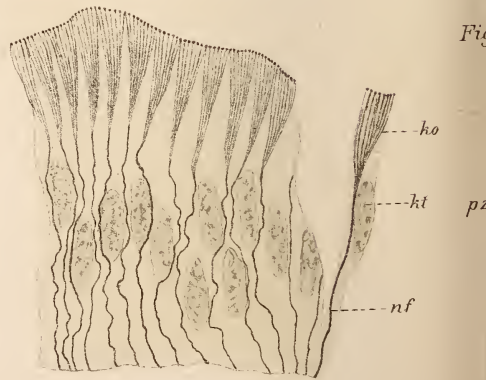
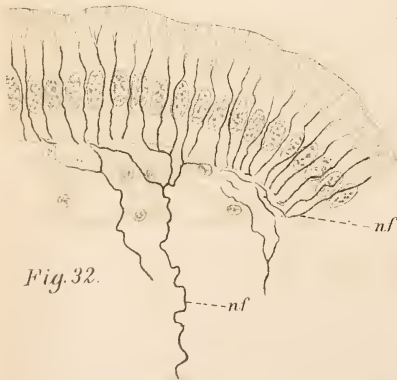


Fig.32.



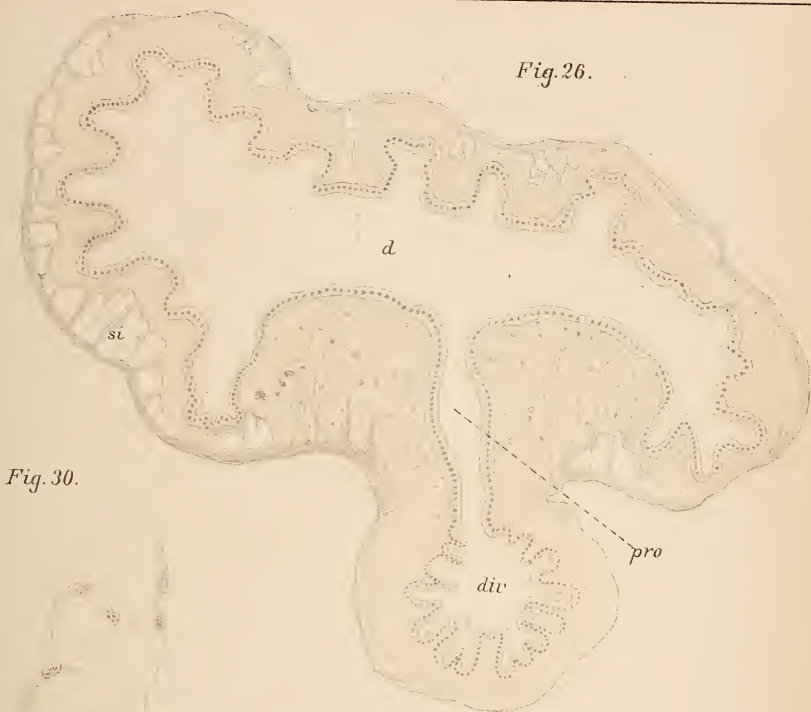


Fig. 26.

Fig. 30.

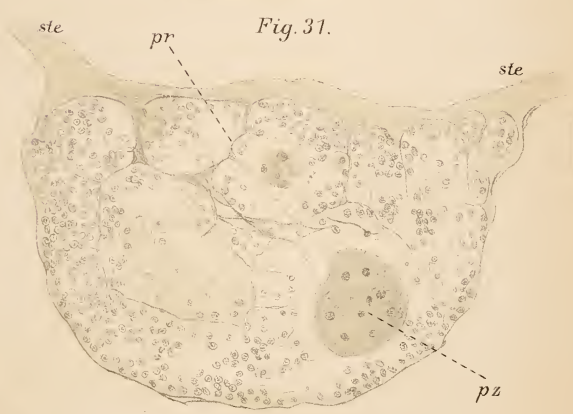


Fig. 31.

Fig. 35.

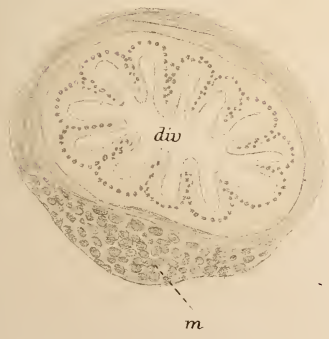
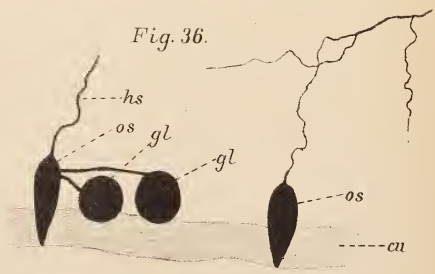


Fig. 36.



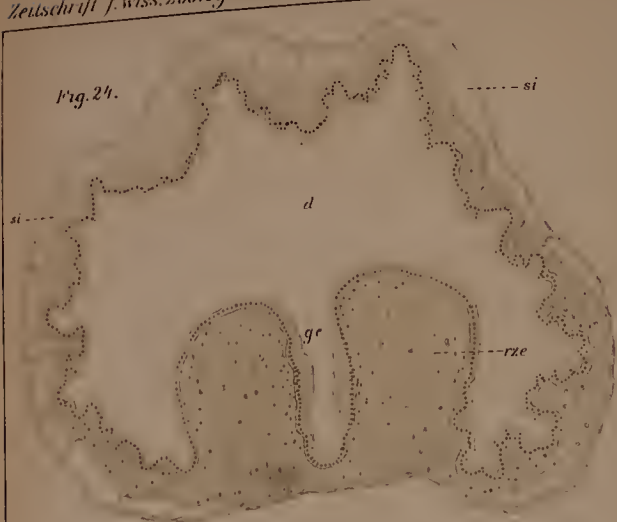


Fig. 24.

Fig. 25.

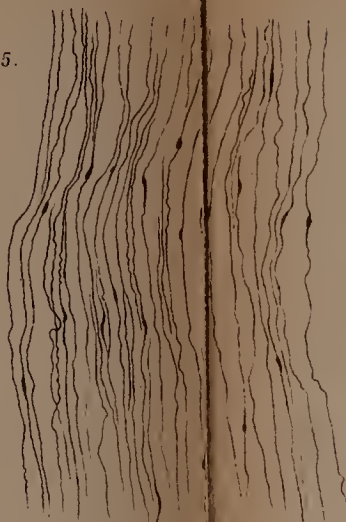


Fig. 26.



Fig. 30.



Fig. 27.

Fig. 28.

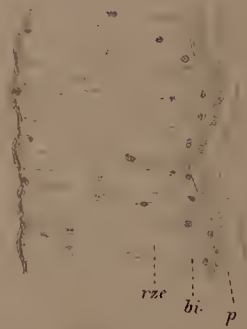


Fig. 29.

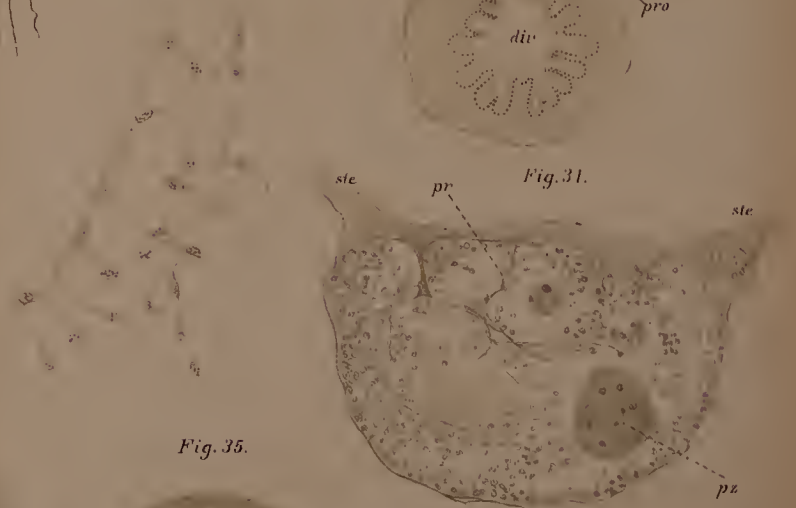


Fig. 31.

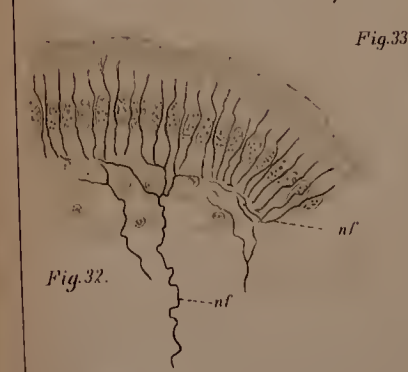


Fig. 32.

Fig. 33.

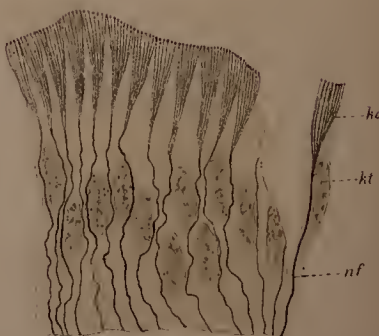


Fig. 34.



Fig. 35.

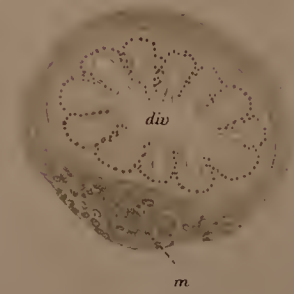


Fig. 36.



Fig. 37.

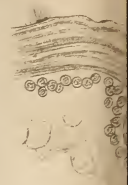
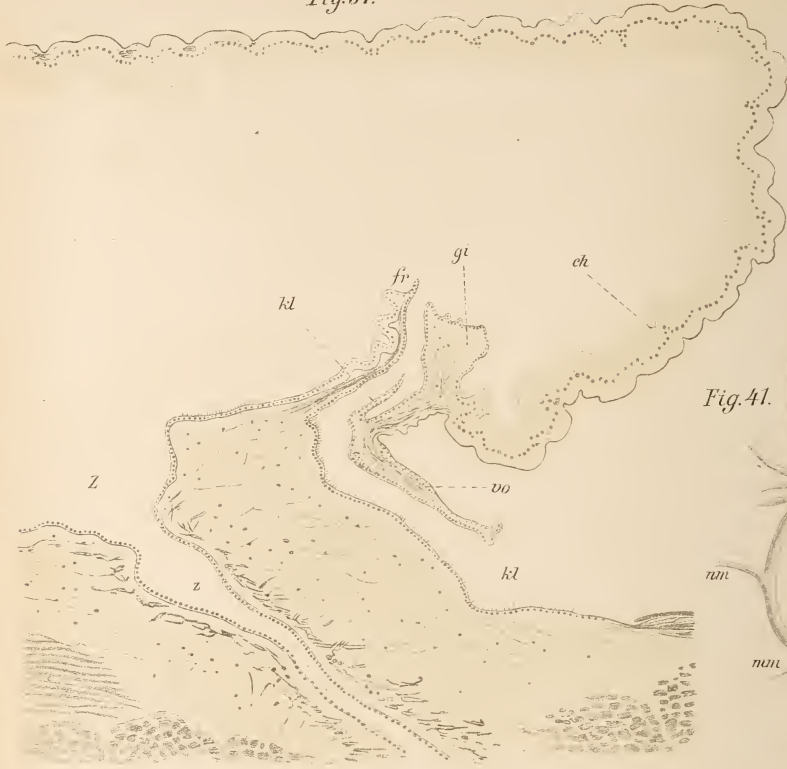


Fig. 38.

Fig. 41.

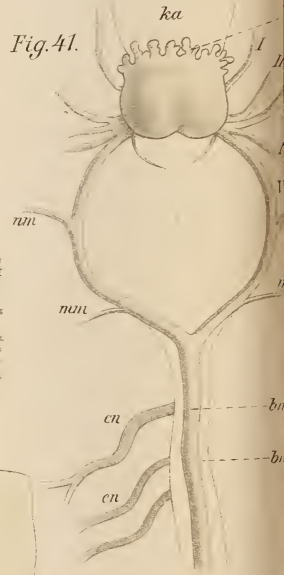
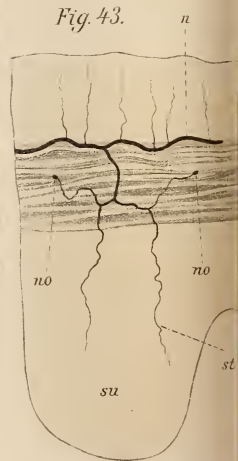


Fig. 40.



Fig. 43.



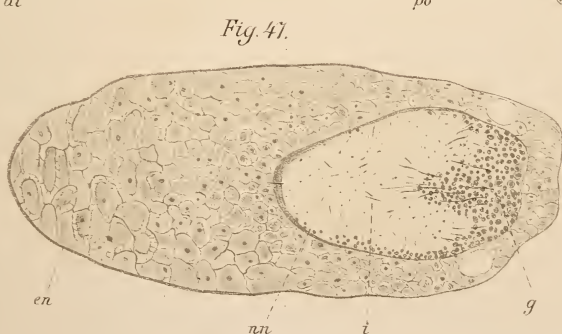
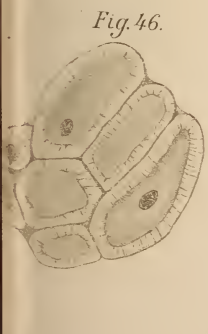


Fig. 37.



Fig. 38.

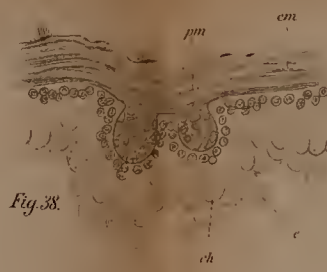


Fig. 39.



Fig. 42.



Fig. 40.



Fig. 41.

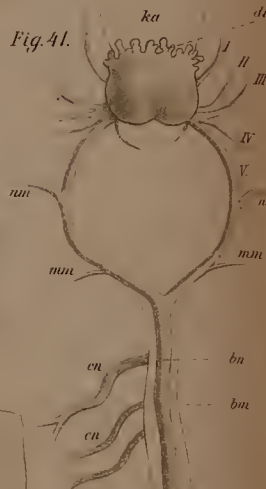


Fig. 43.

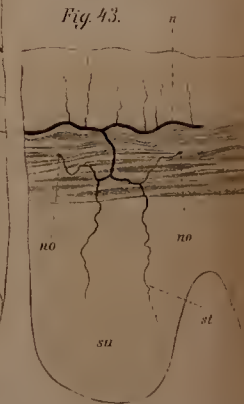


Fig. 44.



Fig. 45.

Fig. 46.



Fig. 47.



Fig. 48.

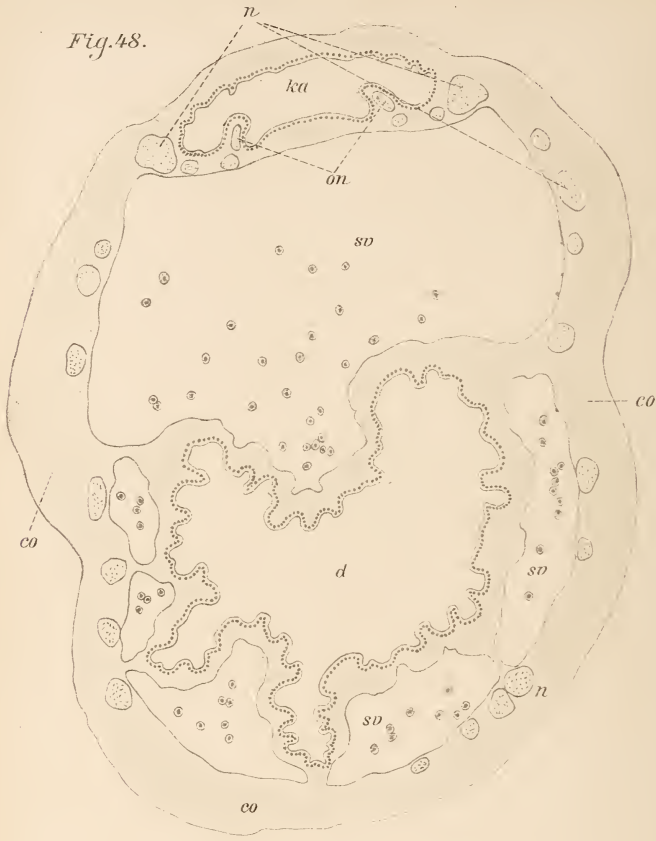


Fig. 49.



Fig. 51.

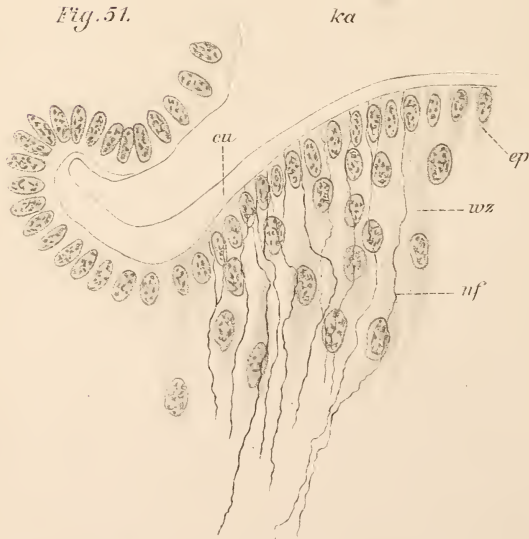


Fig.



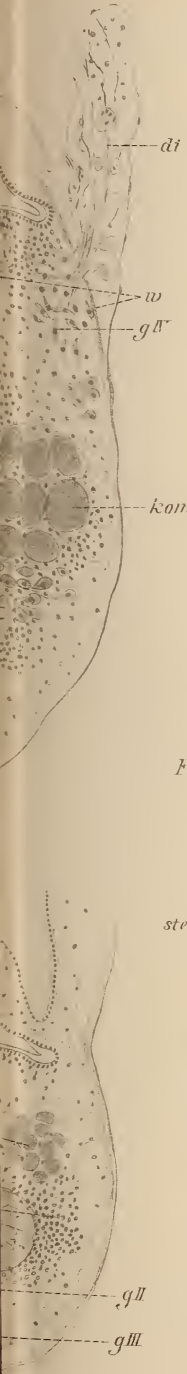


Fig. 50.

di
w
g^{II}

kom

g^{II}
g^{III}



Fig. 55.



Fig. 60.



Fig. 62.

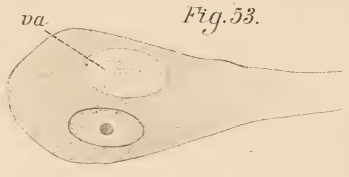
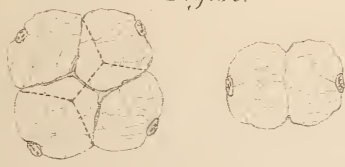


Fig. 53.



Fig. 54.



Fig. 58a.



Fig. 56.



Fig. 58.

Fig. 59.

Fig. 61.

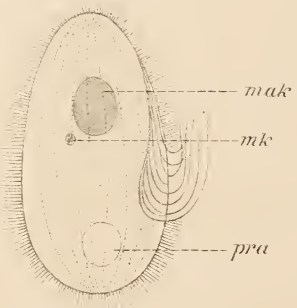


Fig. 63.

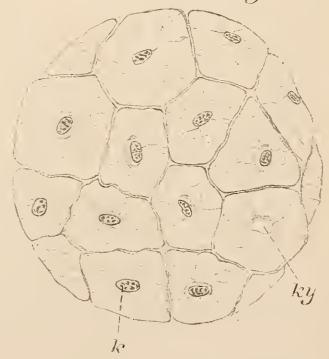


Fig. 48.

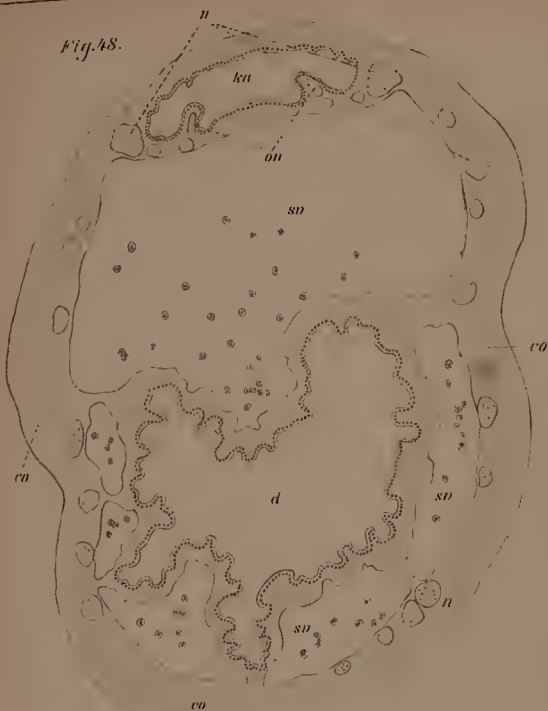


Fig. 49.



Fig. 50.



Fig. 53.



Fig. 54.



Fig. 58a.



Fig. 56.

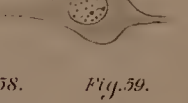


Fig. 55.



Fig. 57.

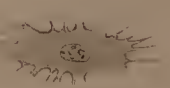


Fig. 58.



Fig. 59.



Fig. 61.



Fig. 51.



Fig. 52.

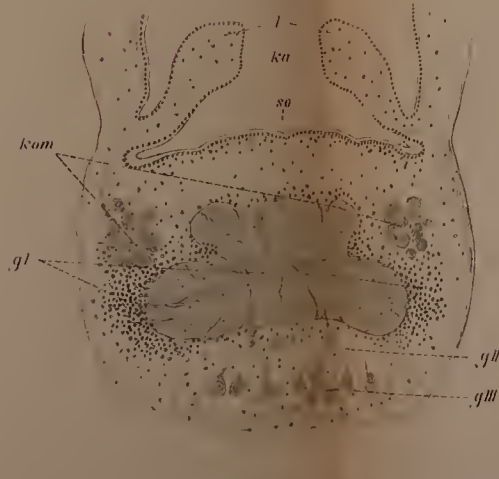


Fig. 60.



Fig. 63.

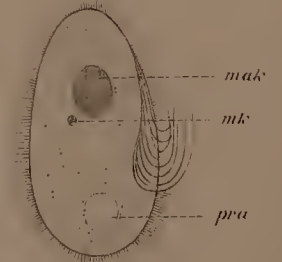
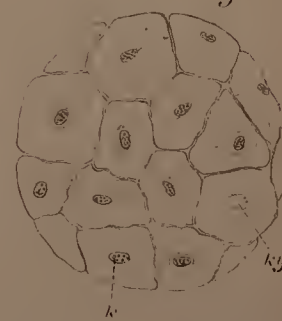


Fig. 62.



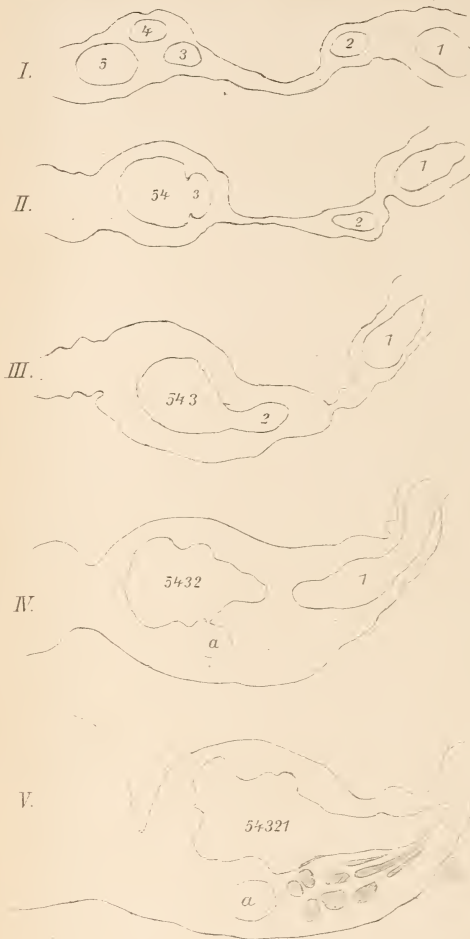


Fig. 70.

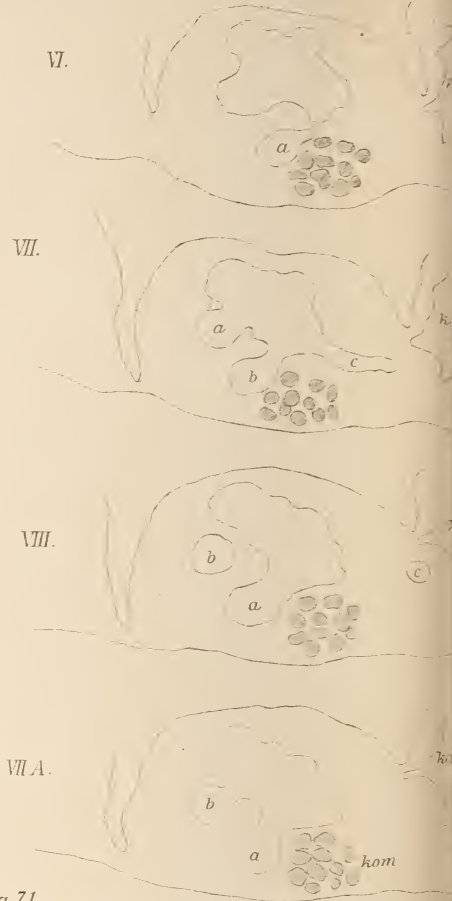


Fig. 71.



Fig. 72.

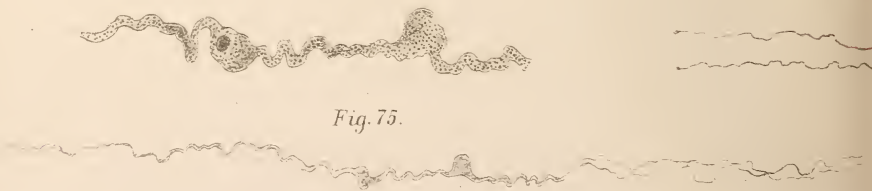


Fig. 75.

Fig. 64.

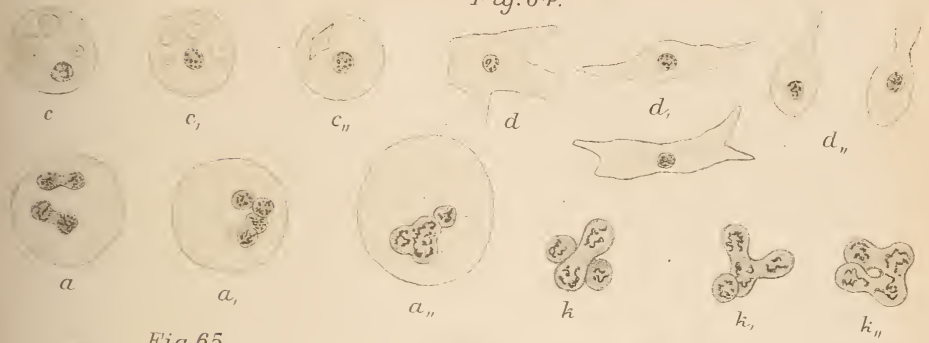


Fig. 65.



Fig. 66.

Fig. 67.



Fig. 68.

Fig. 69.



Fig. 73.



Fig. 76.

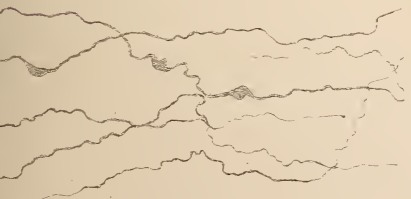


Fig. 74.



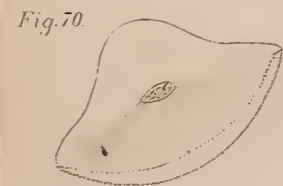
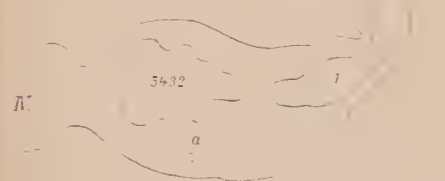
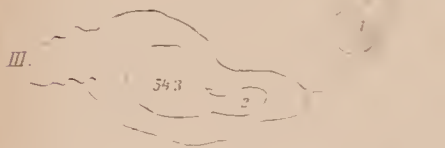


Fig. 70.

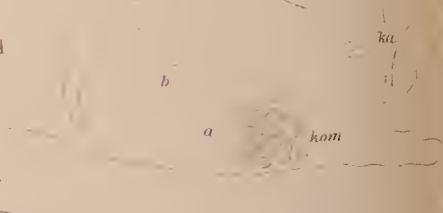


Fig. 71.



Fig. 72.

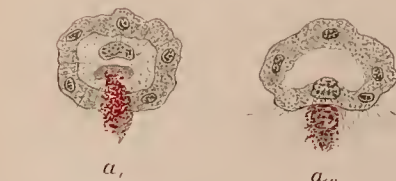


Fig. 73.



Fig. 74.



Fig. 75.

Fig. 64.

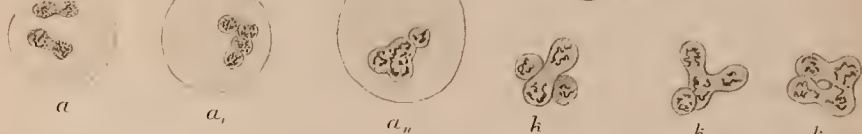
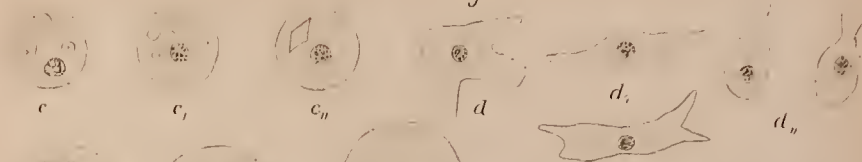


Fig. 65.



Fig. 66.

Fig. 67.



Fig. 68.

Fig. 69.

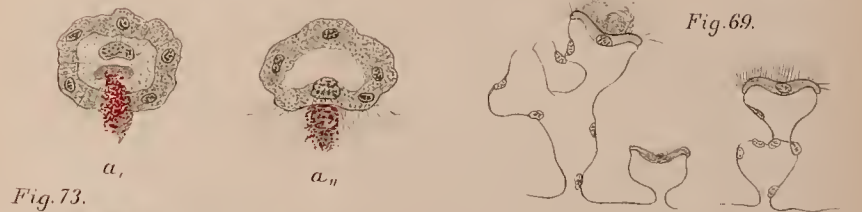


Fig. 74.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1900

Band/Volume: [68](#)

Autor(en)/Author(s): Metalnikoff S. J.

Artikel/Article: [Sipunculus nudus. 261-322](#)