

Beiträge zur Kenntnis der Serpuliden, speziell ihres Blutgefäßsystems.

Von

Eugen Lee, Glattfelden.

Mit Tafel XVIII—XXIII und 1 Figur im Text.

Vorwort, Material und Technik.

Vorliegende Arbeit wurde im zoologisch-vergleichend-anatomischen Institut der Universität Zürich ausgeführt und erstreckt sich auf die folgenden Serpuliden: *Protula intestinum* Phil., Gr.: *Vermilia multivaricosa* Mörch; *Hydroides pectinata* Phil., *Pomatoceros triquetroides* D. Ch.; *Serpula aspera* Phil. und *Salmacina aedificatrix* Clpde.

Das konservierte Material erhielt ich von der zoologischen Station in Neapel, wo ich, während eines 3½ monatlichen Aufenthaltes im Sommer 1909, Gelegenheit hatte, lebende Serpuliden, die ich zum Teil im Aquarium hielt, zu beobachten und selbst zu fixieren.

Ich war auf diejenigen Arten angewiesen, die durch das Schleppnetz heraufbefördert wurden, denn die meisten Serpuliden leben in beträchtlichen Tiefen auf dem Meeresgrund. Nach LO BIANCO (5) kommt *Protula intestinum* in Tiefen von 20—100 m vor; während *Vermilia multivaricosa* 35 m, *Hydroides pectinata* 1 m, *Pomatoceros triq.* 15—80 m, *Serpula aspera* 60—75 m und *Salmacina aedificatrix* 60—100 m unter der Wasseroberfläche auf dem Meeresboden leben.

Meinen Aufenthalt an der zoologischen Station in Neapel benutzte ich namentlich dazu, recht viel Material zu sammeln und zu fixieren, wobei verschiedene Flüssigkeiten verwendet wurden. Die besten Resultate ergaben Sublimat-Essigsäure (5—10%) und GILSONS Gemisch.

Für Kernfärbung verwendete ich namentlich Hämalaun und Hämatoxyline (EHRЛИCHS und DELAFIELDS), wobei zum Teil die Schnitte, zum Teil, bei kleineren Serpulidenformen, die ganzen

Stücke gefärbt wurden. Als Plasmafärbstoff leistete Eosin gute Dienste, indem es namentlich auch das Blut deutlich tingierte; in den Figuren habe ich denn auch überall das Blut, obschon es bei den Serpuliden grün gefärbt ist, rot dargestellt. Für die Differenzierung der Muskelemente erwies sich die Eisenhämatoxylinfärbung am vorteilhaftesten und für die bindegewebigen Elemente, nach vorausgegangener Kernfärbung, das VAN GIESON-Gemisch.

Die vorliegenden Untersuchungen wurden zum größten Teil an Schnittpräparaten gemacht. Neben Paraffin — kam auch Celloidineinbettung der Objekte und Aufhellung von Totalpräparaten in Nelken — resp. Zedernöl zur Anwendung.

Einige Beobachtungen, z. B. bezüglich der Blutzirkulation, machte ich auch am lebenden Tier. Kleinere, lebende Serpulidenformen, wie *Salmacina aedif.* und *Spirorbis Pagenstecherii*, brachte ich auf einen Objektträger und setzte das Tier unter einem Deckgläschen einem schwachen Drucke aus, wobei der Darmblutsinus und die segmental abzweigenden Ringgefäße sich ziemlich deutlich verfolgen ließen. Ich unterließ es auch nicht, die Cölomflüssigkeit, die ich lebenden Serpuliden entnahm, frisch zu untersuchen; ferner injizierte ich die Leibeshöhle (mit Tusch und Karmin in physiologischer Lösung), um die Phagocytärorgane studieren zu können. Für die Injektion wählte ich, wegen seiner ansehnlichen Größe, *Protula intestinum*. Die Schnittpräparate, die ich in Zürich von den injizierten Objekten anfertigte, erwiesen sich aber als unbrauchbar, wohl weil die Dosis der injizierten Flüssigkeit eine zu große war und ich die Tiere nach der Prozedur vielleicht zu lange leben ließ (ein paar Stunden).

Um den Verlauf der feineren Blutgefäße besser verfolgen zu können und um zu erfahren, ob der Chloragogenbelag der Ringgefäße exkretorische Funktion habe, injizierte ich auch Blutgefäße; wegen seiner Größe kam wiederum nur *Protula intestinum* und zwar bloß das Bauchgefäß in Betracht, denn diese Blutbahn ist im Thorax ziemlich leicht zu verfolgen, indem sie direkt unter der Epidermis verläuft. Ich injizierte nach den Angaben der Mikrotechnik von „LEE und MAYER“, z. B. Karmin gelöst in Ammoniak und dasselbe Pulver, wie auch Tusch, in physiologischer Lösung. Das verhältnismäßig beste Resultat erhielt ich mit Preußischblau, gelöst in Gelatine. Der ganze Erfolg lohnte jedoch die aufgewendete Mühe und Zeit herzlich schlecht, denn

wegen der relativ kleinen Dimensionen des genannten Blutgefäßes kam zur Injektion nur eine ganz fein ausgezogene Glaskapillare in Betracht¹⁾, deren Spitze bei der geringsten Kontraktion des betäubten Tieres abbrach oder dann gar bald verstopft wurde; auch war ein Zurückfließen der injizierten Flüssigkeit, beim Zurückziehen des Glasröhrchens, selten zu vermeiden.

Nicht bei allen Serpuliden fiel es mir leicht, die Tiere aus der kalkigen Wohnröhre herauszutreiben. Von den verschiedenen Betäubungsmitteln erwies sich ca. 10% iger Alkohol am günstigsten, und zwar brachte ich die Tiere, die sich bei der geringsten Beunruhigung in die Röhre zurückziehen, in ein hohes Becherglas, daß zu neun Teilen mit Wasser gefüllt wurde und zu einem Teil mit 70% igem oder reinem Alkohol (je nach der Größe des Tieres), den ich vorsichtig auf das Wasser goß, so daß er nur allmählig in die Tiefe diffundierte, wobei die Tiere die Röhre entweder ganz verließen oder den Körper zum Teil aus derselben herausstreckten, worauf er ganz herausgezogen oder ausgeschüttelt werden konnte.

Dieses Überschiebtungsverfahren mit Alkohol erwies sich als Betäubungsmittel für alle Serpuliden wirksam, ausgenommen die Spirorbisarten, die ich aber auch durch alle anderen Betäubungsmittel (wie Chloroform, Kokain usw.) nicht aus ihrer Röhre zu vertreiben vermochte. Da ein Aufbrechen oder Zerdrücken der posthornartig aufgewundenen Röhre die kleinen Tierchen immer beschädigte, griff ich zu Fixierungsflüssigkeiten, die zugleich entkalken, wie z. B. GILSONS Gemisch; wie die Präparate aber nachher ergaben, waren sämtliche Objekte mazeriert und so ließ ich die Untersuchung an dieser Serpulidenform fallen. An ganz vereinzelt, lebenden Objekten dieser Gattung konnte ich also nur (bei Druck unter einem Deckglas) den Darmblut sinus, die segmental abzweigenden Ringgefäße und in den Kiemenfäden je ein einziges Gefäß beobachten.

Auf eine einfache Art, wie sie bereits JAQUET angewendet hat, gelang es mir, lebende *Protula intestinum*, ohne sie vorher betäuben zu müssen, aus der Wohnröhre zu treiben, indem ich nämlich den mit der Unterlage verwachsenen Anfangsteil der Röhre loslöste, hierauf mit einer Pinzette das geschlossene Röhrendende aufbrach und kräftig in die Röhre hineinblies, worauf das Tier, nach einigem Widerstreben, seine ungemütliche Wohnung verließ.

1) Besondere Injektionsapparate standen mir nicht zur Verfügung.

Gesamtorganisation der Serpuliden.

(Überblick).

Ich beabsichtigte ursprünglich, nur das Blutgefäßsystem der Serpuliden zu untersuchen; da aber ein Organsystem mit den anderen immer in Wechselbeziehung steht und für sich allein nicht gut dargestellt werden kann, richtete ich meine Aufmerksamkeit auch auf die gesamte Anatomie unserer Serpulidenformen.

Zur Orientierung und zum besseren Verständnis des Blutgefäßsystems möchte ich also zuerst eine kurze Schilderung der Gesamtorganisation der Serpuliden vorausschicken, unter Erwähnung der allgemeinen, auf das Hämocöl wirkenden Organisationsverhältnisse.

Die Serpuliden sind ausschließlich marine Formen, die auf dem Meeresgrund eine exquisit tubikole Lebensweise führen. Die kalkige Röhre (Fig. 1, Taf. XVIII), welche die Serpulidenlarven nach ihrem Festsetzen auf Steinen, Muscheln, Schneckenschalen, Korallen, Pflanzen usw. sofort auszuseiden beginnen, wird zeitweilig nicht mehr verlassen, oder dann nur, wie Beobachtungen ergeben haben, kurz vor dem Absterben der Tiere. Erwachsene Formen sind auch nicht mehr imstande, eine neue Wohnröhre zu bauen, wie bereits SOULIER (49) durch das Experiment konstatieren konnte. Mit dem Röhrenbau und der festsitzenden Lebensweise hängen gewisse anatomische und physiologische Erscheinungen aufs engste zusammen, so vor allem die Kiemenverhältnisse.

Die Kiemen (Fig. 1, Taf. XVIII) sind nicht mehr Anhänge der Parapodien und sind nicht auf den ganzen Körper verteilt, wie bei den erranten Polychäten, sondern sie sind alle an das orale Körperende gedrängt. Halbkreis-, kreis- oder spiralförmig umstellt der Atmungsapparat (Tentakelkranz) die terminale Mundöffnung, (die bei den Larven noch ventral liegt). Der Kopfkriemenkranz wirkt natürlich zurück auf das Blutgefäßsystem.

Auffällig stark ist die Entwicklung der Kiemen, die ausgebreitet einem Federbusch gleichen (Fig. 1, Taf. XVIII) und mit dem vorderen Körperende gewöhnlich aus der Röhrenmündung ragen, bei Beunruhigung aber schnell zurückgezogen werden können. Die starke Ausbildung des Tentakelkranzes findet ihre Erklärung darin, daß letzterer nicht bloß im Dienste der Atmung, sondern auch der Nahrungsaufnahme steht, wie bereits MEYER und SOULIER

beobachtet haben. Ohne daß das Tier seine Röhre zu verlassen hat, werden die kleinsten Nahrungspartikelchen, die vorwiegend, wie aus dem Darminhalt ersichtlich ist, aus einzelligen Lebewesen bestehen, auf ganz passive Art aufgenommen: was mit den Kiemen in Berührung kommt, kann dem Munde zugeführt werden. Vielleicht ist die Nahrungsaufnahme die Hauptfunktion des Tentakelapparates.

Die Mundhöhle wird von zwei bewimperten Lippen, einer oberen und einer unteren gebildet (Fig. 21, Taf. XX; Fig. 42 *ol*, *ul*, Taf. XXI), welche seitlich an die basalen Stücke der Kopfkienmen befestigt sind und bei kleineren Formen, wie z. B. *Salmacina* einfache, horizontal ausgespannte Hautfalten darstellen. Bei den größeren Formen, wie bei *Protula intestinum*, *Vermilia multivaricosa* und den anderen bereits früher erwähnten Serpuliden, zieht sich die Unterlippe in den Kiementrichter hinein und bildet, der Basis der Kiemenstrahlen entlang ziehend, eine bewimperte Rinne. Sämtliche Kiemenstrahlen, die zusammen einen weiten Trichter darstellen, sind aber auch mit einer Flimmerrinne versehen (Fig. 25, Taf. XX; Fig. 70 *ri*, Taf. XXIII), sowie die sekundären Kiemenfäden (*Pinnulae*), die an den wulstförmigen Kanten der letzteren sitzen. Indem die Flimmerrinnen der *Pinnulae* kontinuierlich in diejenigen der Kiemenstrahlen und diese in die an ihrer Basis sich hinziehende Wimperrinne der Unterlippe übergehen (Fig. 25, 26, Taf. XX), werden feine Nahrungspartikelchen, die mit der Innenseite der Kiemen in Berührung kommen, durch die oralwärts gerichtete Flimmerbewegung der Mundhöhle zugeführt. Die Art der Nahrung, die aufgenommen wird, läßt auch leicht das Fehlen von irgendwelchen Kauapparaten erklären.

Außer bei *Protula* und *Salmacina* verwandelt sich bei den übrigen Serpuliden je ein Kiemenfaden (bei *Filograna* zwei) zu einem gestielten Deckel, mit dem beim Zurückziehen des Körpers die Öffnung der Röhre verschlossen werden kann. Die verschiedene, zum Teil recht zierliche Ausbildung des Deckels ist von GRUBE (22) als systematisches Merkmal zur Unterscheidung der Serpulidengattungen verwendet worden, während ST. JOSEPH (44) eine Einteilung derselben namentlich auf die Form der Borsten basiert.

Der Körper der Serpuliden ist deutlich biregional, er zerfällt in Thorax und Abdomen.

Der Brustabschnitt ist äußerlich vor allem gekennzeichnet durch eine flügelartig ausgespannte Haut (Fig. 27, Taf. XX; Fig. 40, Taf. XXI; Fig. 53, Taf. XXII; Fig. 75 *thm*, Taf. XXIII) die sog. Brust-

oder Thoraxmembran, die auf den lateralen Seiten des Thorax als Ausbuchtung der Körperwand ihren Ursprung nimmt und vorn in den sog. Halskragen übergeht (Fig. 1, Taf. XVIII; Fig. 45 *kr*, Taf. XXI). Die Brustmembran, die typisch ist für sämtliche Serpuliden, schließt zwischen den beiden Epidermisblättern, aus denen sie vorwiegend besteht (Fig. 40, Taf. XXI), Bindegewebe, Muskeln, vielleicht auch Nerven, und vor allem zahlreiche Blutgefäße ein, auf die wir später zurückkommen.

Ganz abweichend vom allgemeinen Annelidentypus sind bei unseren Serpuliden die Exkretionsorgane, die Nieren. Entsprechend der tubikolen Lebensweise sind sie gegen das vordere Körperende gerückt und treten in Gestalt paariger Thorakalnieren auf, die als gewundene Schläuche in den zwei vordersten Segmenten liegen (siehe die diversen Quer- und Längsschnitte durch den vorderen Thorax) (z. B. Fig. 2—8, Taf. XVIII; Fig. 24, 27, Taf. XX; Fig. 45, Taf. XXI; Fig. 53, 57 *ns*, Taf. XXII). Diese schlauchförmigen Exkretionsorgane kommunizieren durch einen offenen Wimpertrichter mit dem Cöloin des Kopfmundsegmentes (Fig. 4—6, Taf. XVIII; Fig. 27, Taf. XX; Fig. 57, Taf. XXII; Fig. 67 *tr*, Taf. XXIII) und vereinigen sich median dorsalwärts zu einem gemeinschaftlichen Ausführungskanal (Fig. 2—5, Taf. XVIII; Fig. 21 *nag*, Taf. XX) der durch einen Porus (Fig. 21 *np*, Taf. XX) dorsal in der Mitte zwischen den beiden Basalstücken der Kopfkien nach außen mündet. HASWELL, W. A. (23) hat bei *Eupomatus*, *Serpula* und *Pomatoceros* die Thorakalnieren als „single elongated sac“ beschrieben. Dieser Schilderung kann ich nicht ganz beistimmen; die Exkretionsorgane von *Hydroides* (*Eupomatus*) *Serpula* und *Pomatoceros* sind nicht bloß ovale Drüsensäcke, sondern, wie Ed. MEYER (32, p. 715) richtig vermutete, stellt auch bei den genannten Serpuliden jede der beiden Thorakalnieren einen gewundenen Schlauch dar, dessen Wandungen sich allerdings berühren, so daß in toto ein einheitlich erscheinendes, kompaktes Gebilde entsteht (Fig. 8 *ns*, *tr*, Taf. XVIII; Fig. 45, Taf. XXI; Fig. 58, Taf. XXII), wie bei *Protula intestinum*. Ed. MEYER vermutete, gestützt auf die Schilderung, die HASWELL von dem Exkretionsapparat von *Vermilia* gibt, daß die Nierenschläuche sich hier wohl durch mehrere Zonite erstreckten und so *Vermilia* eine vermittelnde Stellung zwischen Serpuliden und Sabelliden einnehme, bei welcher letzteren, wie z. B. *Spirographis* Spall., die Exkretionsorgane den ganzen Thorax, also eine ganze Anzahl von Segmenten durchziehen. Schnittserien zeigten mir aber, daß auch bei Ver-

milia multivaricosa (Fig. 24 *ns*, Taf. XX) die gewundenen Nephridialschläuche nur in den beiden ersten Segmenten liegen; das Verhalten, wie es E. MEYER für die Nieren von *Vermilia* vermutete, fand ich aber bei *Pomatoceros triq.* verwirklicht, indem bei dieser Art die Nierenschläuche sich bis ins 5. Segment erstrecken.

Bezüglich der Verbindung des Exkretionsapparates mit der Cöloflüssigkeit bei den zitierten Serpuliden, schreibt HASWELL: „I can find no opening into the perivisceral cavity.“ Ich kann aber ED. MEYERS diesbezüglichen Fund, wie er ihn speziell für *Psygmorenchus* dargestellt hat, für die von mir untersuchten Serpuliden (mit Ausnahme von *Salmacina*) nur bestätigen: der exkretorische Abschnitt der Nephridialschläuche steht durch einen offenen Wimpertrichter mit der Cölohöhle des 1. Segmentes in Kommunikation (Fig. 4—6, Taf. XVIII; Fig. 27, Taf. XX; Fig. 57, Taf. XXII; Fig. 67 *tr*, Taf. XXIII). Dieser Wimpertrichter geht abdominalwärts in einen englumigen Trichterkanal über (Fig. 7, 8 Taf. XVIII; Fig. 27, Taf. XX; Fig. 53, 58 *trc*, Taf. XXII), der nach vorn umbiegt, um sich in den exkretorischen Abschnitt der Niere zu erweitern. In meinen Präparaten von *Salmacina* sah ich keine Kommunikation zwischen Cölo- und exkretorischem Nierenabschnitt; letzterer erscheint abdominalwärts blindsackartig geschlossen, auf welche Erscheinung auch MALAQUIN (60) aufmerksam macht.

Nicht zu verwundern ist es, daß ein dichtes Gefäßnetz die exkretorischen Teile der Thorakalnieren umspinnt (z. B. in Fig. 8, Taf. XVIII) und in der Thorakalmembran wie auch in dem Halskragen und den ventralen Partien der Thoraxwandung eine reiche Vaskularisation anzutreffen ist (Fig. 5—8, Taf. XVIII). In der verdickten ventralen Wandung der thorakalen Segmente, den sog. Bauchschildern, liegen nämlich, wie auch im Halskragen, sehr zahlreiche kolbenförmige Drüsenzellen, die vor allem einen kalkhaltigen Schleim absondern, der zum Aufbau der Wohnröhre dient. Auf genauere Darstellung der Bauchschilddrüsen habe ich in meinen Figuren verzichtet und bloß schematisch die polsterartigen, drüsigen Integumentverdickungen auf der Ventralseite des Brustabschnittes angedeutet.

Nur schematisch habe ich auch, der Einfachheit halber, die Epidermis (Hypodermis) der Körperwand gezeichnet, indem ich erstere fast überall als eine epitheliale Schicht, aus hohen zylindrischen Zellen bestehend, wiedergab. Ich möchte aber, um einem Irrtum vorzubeugen, dazu bemerken, daß die Epidermis

der Serpuliden nicht aus gleichartigen schön nebeneinanderliegenden, einfach zylindrischen Zellen besteht — welchen Eindruck man zwar in Präparaten leicht erhält, wenn die Drüsenzellen ihren Inhalt entleert haben und dadurch die Stützzellen näher aneinander treten — sondern aus eigener Anschauung kann ich die Beobachtungen von SOULIER (49), dem wir sehr eingehende Untersuchungen über die Epidermis der tubikolen Anneliden verdanken, nur bestätigen: die Epidermis stellt überall ein alveoläres Geflecht dar; dieses besteht aus schlanken, nach innen in einen oder mehrere feine Fäden auslaufenden Stützzellen („fibrocellules de soutien“, wie sie SOULIER nennt), welche voluminösere, schlauch- oder birnförmige Drüsenzellen („fibro-cellules glandulaires“) einschließen. An der Basis der epithelartig angeordneten Stütz- und Drüsenzellen schieben sich, und zwar in verschiedener Höhe, Ersatzzellen ein. In Fig. 35, Taf. XX habe ich eine besonders typische Stelle aus der Epidermis genauer dargestellt.

Der Halskragen, in dessen Epidermis wie in den Bauchschildern viele der genannten kolbenförmigen Drüsenzellen vorkommen, nimmt wohl in hervorragendem Maße an dem Röhrenaufbau teil, was sich auch aus dem Umstand vermuten läßt, daß, wie aus der Fig. 1, Taf. XVIII ersichtlich ist, die Lappen des Kollare über den Rand der Röhre geschlagen werden und man am letzteren, namentlich bei jüngeren Stadien, ähnlich wie am Schalenrand von Mollusken, neue Zuwachsringe findet, die anfänglich sehr dünn und durchsichtig sind (was auch SOULIER konstatierte) und die wohl von innen durch die Absonderung der Bauchschildrüsen und vielleicht der Drüsen der ganzen Körperoberfläche verstärkt werden.

Dem normalen Bau der Leibeswandung der Anneliden entsprechend, folgen bei den Serpuliden auf die Epidermis, die von der Cuticula bedeckt wird, die Ring- und darunter die Längsmuskelschicht. Sehr mächtig ist im Thorax und Abdomen die Längsmuskulatur, die ja bei allen Anneliden über die Ringmuskularis dominiert, entwickelt; die Längsmuskeln gruppieren sich bei unseren Tieren zur Hauptsache aus zwei hämalen und zwei neuralen Bündeln, wovon die ersteren besonders stark ausgebildet sind (siehe die diversen Querschnitte durch Thorax und Abdomen [z. B. Fig. 2—8, Taf. XVIII; Fig. 27—29 *hm*, *nm*, Taf. XX]) und bei teilweisem Schwund des dorsalen Mesenteriums zu einem einzigen verschmelzen können (Fig. 64, Taf. XXIII). Die Ringmuskelschicht, die nur aus wenigen Fasern besteht (Fig. 10,

Taf. XVIII; Fig. 20 *rmf*, Taf. XIX) konnte ich manchmal in meinen Präparaten kaum konstatieren und darum kommt sie auch in gewissen Figuren nicht immer deutlich zum Ausdruck.

Die Elemente der Längsmuskulatur des Körpers stellen langgestreckte, flache Bänder dar, die im Querschnitt fast durchweg eine regelmäßige fiederige Anordnung aufweisen (Fig. 2—8, Taf. XVIII; Fig. 10, Taf. XVIII; Fig. 27—29, Taf. XX; Fig. 63, Taf. XXII) Reichliches mit Kernen versehenes Bindegewebe umhüllt die Muskelbündel und schiebt sich auch zwischen die Muskellamellen hinein.

Gegen die Leibeshöhle werden sämtliche Organe durch das Peritoneum, das epithelartig alle cölomatischen Hohlräume auskleidet, abgeschlossen. In den Figuren, die ich nur bei schwacher Vergrößerung nach Präparaten zeichnete, wie z. B. Querschnitte vom ganzen Körper, ist das Peritoneum meist nur schematisch wiedergegeben.

Die Darmverhältnisse werde ich später, anlässlich der Besprechung der Struktur der Hämocölwandungen eingehender schildern und erwähne hier bloß, daß das Darmrohr (Fig. 21—23, Taf. XX), welches den ganzen Körper durchzieht, mit einem kurzen Ösophagus beginnt, der sich, nach Passierung des zweiten Dissepiments, zu einem resorbierenden Abschnitt, dem Mitteloder Magendarm erweitert. Der Ösophagus, den ich in den Zeichnungen meist schematisch wiedergegeben habe (in Fig. 67, Taf. XXIII dagegen detaillierter ausgeführt), zeigt eine ganz ähnliche Struktur wie die Körperepidermis, indem nämlich seine Wandung auch aus Stütz- und Schleimzellen besteht, welche ebenso wenig wie in der Körperwand schön regelmäßig nebeneinander liegen, da basalwärts zwischen sie hinein, in verschiedener Höhe, Ersatzzellen sich schieben.

In besonders großer Anzahl finden sich die Schleimdrüsen im vorderen Abschnitt des Ösophagus, entsprechend ihrer Funktion, die sie wohl zu leisten haben, nämlich die Beförderung der Nahrung in den verdauenden Abschnitt zu erleichtern. Von Bindegewebssträngen eingehüllt, umgibt eine ansehnlich entwickelte Ringmuskelschicht den Ösophagus. In dem maschigen Bindegewebe, das ihn weiterhin umhüllt, verlaufen zahlreiche Blutgefäße, auf die wir noch zurückkommen. Aus den verschiedenen Querschnitten durch die Ösophagealgegend (z. B. Fig. 2—8, Taf. XVIII; Fig. 27, Taf. XX; Fig. 53, 57, Taf. XXII; Fig. 67, Taf. XXIII) ist leicht ersichtlich, daß der Ösophagus sich nach innen in zahlreiche Falten legt, wodurch sein ohnehin kleines Lumen noch

mehr eingeengt wird. Auf die Histologie des Mitteldarmes wird später eingetreten.

Die Dissepimente und Mesenterien, deren Beziehungen zum Hämocöl für uns von größter Wichtigkeit sind, fand ich in den sämtlichen untersuchten Serpuliden aufs schönste ausgebildet.

Was das Nervensystem der Serpuliden anbetrifft, kann ich mich ganz kurz fassen, denn die gründlichen Untersuchungen von ED. MEYER (33) haben auch hierin die Verhältnisse bei den Serpulaceen genügend aufgeklärt. Ich erwähne bloß, daß das zentrale Nervensystem ein typisches Strickleitersystem darstellt, bestehend aus einem dorsalen, stark entwickelten Schlundganglion (Gehirn [Fig. 2, Taf. XVIII; Fig. 21, Taf. XX; Fig. 42_g, Taf. XXI] das nach rückwärts durch zwei kräftige Stränge [Fig. 2—8_b, Taf. XVIII] den Schlundkommissuren, mit dem den ganzen Körper durchziehenden und aus zwei gesonderten Strängen bestehenden Bauchmark in Verbindung steht. In den einzelnen Segmenten weisen die Bauchmarkstränge je zwei Paar schwach angeschwollener Ganglien auf, die durch Querkommissuren in Verbindung stehen. Besonders typisch für die Serpuliden, worauf schon CLAPARÈDE hinwies, sind die mächtig entwickelten Neurochorde (Röhrenfasern), welche die Bauchmarkstränge bis zum Gehirn begleiten (z. B. in Fig. 20_{ch}, Taf. XIX). In der lateralen Partie des Gehirns, das im 1. Somit zwischen den Wurzeln der beiden Kopfkümmen liegt, finden sich nach ED. MEYER (33) bei *Eupomatus lunuliferus* Clpde. und *Psugmobranchus protensus* rechts und links die mit Augen versehenen optischen Zentren, nämlich je ein Paar Augengruppen, die dicht unter der Epidermis liegend, jederseits aus einer Mehrzahl von kleinen, je eine Linse enthaltenden Pigmenturnen bestehen. Augen von dem gleichen Habitus und derselben Lage konnte ich bei *Hydroides pectinata*, *Protula intestinum*, *Vermilia multivaricosum* und *Serpula aspera* beobachten (Fig. 45, 48, Taf. XXI) und zwar besteht das Pigment aus einer rotbraunen Masse, in der die kugeligem Linsen eingesenkt erscheinen.

Die Parapodien der Serpuliden sind zweiästig; der obere Ast ist warzen- und der untere wulstförmig und im Thorax sind die oberen Fußstummeln mit Pfriemenborsten, die unteren mit Hakenborsten versehen, während im Abdomen gerade das Umgekehrte der Fall ist (Fig. 28, 29_{bb}, *h_{av}*, Taf. XX). Mit dieser verschiedenartigen Ausrüstung der neuralen und hämalen Chätopodien, die gleichsam Steigeisen repräsentieren, können unsere

Tiere in ihrer Röhre auf- und niedersteigen. Die Form der Borsten ist bei den einzelnen Gattungen sehr verschieden; statt einfacher, nadelförmiger Gebilde, treten auch vorn verbreiterte und mit Zähnchen versehene auf. Am Thorax sind die hämalen und neuralen Chätopodien höher inseriert als am Abdomen, und zwar liegen die Borsten unter der Thorakalmembran, in Ausbuchtungen derselben. Diese Lage bedingt, was ich namentlich an *Protula intestinum* beobachtete, daß durch die Tätigkeit der langen Borstenbündel die Brustmembran fast fortwährend sich in undulierender Bewegung befindet, was ohne Zweifel ihre respiratorische Tätigkeit erhöht. Da der Körper der Serpuliden bei weitem nicht die ganze Wohnröhre, weder in der Länge noch im Durchmesser ausfüllt, kann das die Röhre umgebende Meerwasser leicht mit dem in der Röhre befindlichen kommunizieren.

Topographie des Blutgefäßsystems.

Verschiedene Autoren haben sich schon mit dem Blutgefäßsystem der sedentären Polychäten und namentlich mit dessen Topographie beschäftigt. Ich möchte im folgenden zuerst eine Zusammenfassung der aus der Literatur bekannten wichtigsten Befunde, die sich auf das Hämocöl der Serpuliden beziehen, wiedergeben, um nachher das Gefäßsystem nach eigenen Beobachtungen zu schildern. In einem sehr wichtigen strittigen Punkt, bezüglich des Rückengefäßes bei *Protula intestinum*, bin ich zu einem ganz andern Resultat gekommen als CLAPARÈDE (13) und JAQUET (25).

Nur beiläufig erwähne ich die Arbeiten von MILNE EDWARDS (36), GRUBE (21) und QUATREFAGES (41), welche die wichtigsten Gefäße der den Serpuliden sehr nahe stehenden Sabelliden beschrieben. Weit detaillierter wurde die Blutzirkulation bei den Serpulaceen durch den Genfer Forscher CLAPARÈDE (13) geschildert, vor allem bei *Spirographis Spal.*, auf welche Darstellung ich eintreten muß, indem CLAPARÈDE der Schilderung des Blutumlaufes genannter Gattung hinzufügt (p. 82): „Dans la tribu des Serpulides, la circulation a lieu exactement comme dans celle des Sabellides“ und auf Taf. VIII entsprechende Abbildungen für *Protula intestinum* wiedergibt.

CLAPARÈDE weist in seiner Darstellung ganz richtig auf die blind endenden Gefäße in den Kiemenstrahlen hin, ferner auf das Vorhandensein des großen Darmblutsinus, der den ganzen Magendarm bespült und auf das Bauchgefäß, das den ganzen

Körper, vom Schwanzende bis zum Übergang des Magendarmes in den Ösophagus, durchzieht; was den weiteren Verlauf der Hauptblutbahnen in der Ösophagealgegend anbetrifft, zitiere ich die diesbezügliche Stelle in seiner Arbeit wörtlich, weil ich in meinen Untersuchungen zu einem wichtigen anderen Resultat kam.

CLAPARÈDE schreibt (13, p. 79): „Au bord antérieur de l'estomac, c'est-à-dire au point où cet organe se prolonge en avant, en se rétrécissant pour former l'oesophage, le sinus cesse. Il donne naissance à une multitude de petites branches vasculaires qui, s'anastomosant entre elles, forment de nombreuses circonvolutions et constituent deux énormes plexus (Pl. I, fig. 9 *pl*) aux côtés de l'oesophage. Au niveau même de la jonction de l'oesophage et de l'estomac le vaisseau ventral existe encore (fig. 9 *vv*) appliqué à la face inférieure du tube digestif, mais il ne tarde pas à se diviser et à se confondre dans le plexus. A ce niveau une section transversale du ver montre nulle part de gros vaisseaux, seulement les deux énormes plexus périoesophagiens, formés par des vaisseaux capillaires. C'est dans ce réservoir plexiforme qu'à lieu, comme nous le verrons, le mélange du sang veineux et artériel qui forme le trait caractéristique de la circulation des Serpuliens. Ce plexus capillaire n'a qu'une très faible étendue, à peu près la longueur d'un segment (Pl. II, fig. 1 *pl*). Plus en avant il diminue d'importance, une foule de ses branches se réunissant pour former de gros vaisseaux, destinés à porter le sang dans la partie antérieure du ver. Ce sont d'abord les vaisseaux de la collerette (Pl. I, fig 7 *v*¹) qui vont former un réseau capillaire d'une richesse extraordinaire dans la base ventrale de cet organe (Pl. II, fig 4 et 5). Un autre vaisseau, dérivé du plexus oesophagiens est placé immédiatement au-dessus de l'oesophage (Pl. I, fig. 7 et surtout Pl. III, fig 7 *v*) et va se distribuer au tissu connectif qui entoure les ganglions cérébraux. Mais les plus importants de ces vaisseaux sont deux troncs branchiaux (Pl. I, fig 7 *v*), l'un destiné à la moitié droite, l'autre à la moitié gauche de l'appareil respiratoire.“

Entsprechend der Auffassung vom Verlauf der Blutgefäße in der Ösophagealgegend kommt CLAPARÈDE also zu der Ansicht, daß in dem ösophagealen Gefäßplexus eine Mischung des arteriellen und venösen Blutes stattfindet, indem das von den Kiemen zurückkehrende arterielle Blut sich mit dem vom Sinus herkommenden venösen Menge, und auch das ventrale Gefäß, das nach unserem Genfer Forscher aus dem Plexus („réservoir commun“)

seinen Ursprung nimmt, kann folglich nicht die Rolle einer arteriellen Blutbahn für die Organe, die es mit Blut versorgt, spielen.

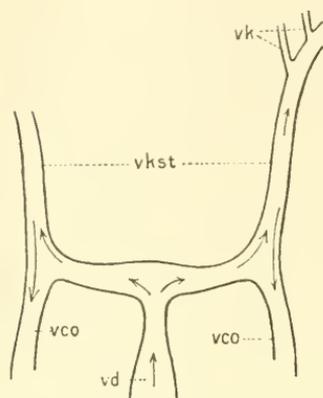
Dieses Verhalten kam auch CLAPARÈDE merkwürdig vor und er fügt bei (p. 82): „Il est possible d'ailleurs, que l'organisation du plexus soit telle, que la plus grande partie du sang oxygéné soit conduite presque directement au vaisseau ventral et que le mélange soit moins complet qu'il ne le paraît au premier abord. Mais l'enchevêtrement des vaisseaux dans le plexus est trop considérable pour qu'on puisse espérer une solution à cette question.“

Der Ansicht von CLAPARÈDE bezüglich des Verlaufes der Hauptblutgefäße in der Ösophagealgegend schließt sich JAQUET (25, p. 63—68), der *Protula intestinum* hierin untersuchte, an, indem er, auf CLAPARÈDE verweisend und ohne näher darauf einzutreten, auch einen Gefäßplexus annimmt, der zwischen Darm sinus und Bauchgefäß einerseits und den übrigen Ösophagealgefäßen andererseits eingeschaltet sei.

Meine eigenen Untersuchungen bei *Protula intestinum* und den übrigen Serpuliden haben aber hierin zu Resultaten geführt, die in vollem Einklang stehen mit den Befunden von HASWELL bei den australischen Gattungen *Eupomatus* und *Pomatoceros* (23, p. 3—7) und den sehr exakten Untersuchungen von ED. MEYER bei *Psymobranthus protensus* (33, p. 575—576). Das Verhalten von *Psymobranthus* bezüglich des Blutgefäßsystems erachtet MEYER für die Serpuliden als allgemein gültig.

Die Fig. 2—8, Taf. XVIII, die ich nach Präparaten aus einer Querschnittserie durch die Ösophagealgegend von *Protula intestinum* zeichnete und die Figg. 9, 12, Taf. XIX, die vertikale Längsschnitte durch die genannte Region illustrieren, zeigen aufs deutlichste, daß CLAPARÈDE und JAQUET im Irrtum sind, wenn sie das Vorhandensein eines eigentlichen Rückengefäßes bei *Protula* in Abrede stellen. Die Größe des Gefäßes und seine Lage schließen auch jeden Irrtum, daß es sich hier bei *Protula intestinum* etwa nicht um das Vas dorsale der übrigen Serpuliden handle, aus, denn außer ihm sind nur feine Blutbahnen vorhanden, die bezüglich ihres Lumens in keiner Weise mit dem Rückengefäß vergleichbar sind und die das den Ösophagus umgebende, lockere Bindegewebe in einem dichten Netz, welches wohl den beiden „plexus oesophagiens“ (CLAPARÈDE) entspricht, durchsetzen. Auf das Genaueste konnte ich auch die kontinuierliche Fortsetzung des Rückengefäßes in den Sinus, am Übergang des Ösophagus in den Magendarm, feststellen (Fig. 8, Taf. XVIII; Fig. 12,

Taf. XIX), wie auch die Spaltung der dorsalen Blutbahn dicht hinter dem Gehirn in die beiden Schlundring- und die bald davon abzweigenden Kiemengefäße (Fig. 2—5, Taf. XVIII und Textfigur 1), welche Verhältnisse ganz in Einklang mit dem Verhalten der entsprechenden Gefäße der übrigen Serpuliden stehen. Die gezeichneten diversen Quer- und Längsschnitte durch die Ösophagealgegend unserer Serpulidenformen (Fig. 27, 30 *a—c*, Taf. XX; Fig. 53, 57, Taf. XXII; Fig. 75, 76, Taf. XXIII) mögen das Gesagte bestätigen. Wie aus den Fig. 2—8 *verso*, Taf. XVIII ersichtlich ist, nimmt auch das Bauchgefäß von *Protula intestinum* nicht seinen Weg durch



Textfig. 1. Schema.

einen Gefäßplexus, wie CLAPARÈDE und JAQUET annahmen, sondern es entspringt, dem allgemeinen Verhalten des Ventrale der Familie entsprechend, aus den beiden Schlundringgefäßen, die vom Rückengefäß weg gesondert nach hinten ziehen, um sich auf der Grenze zwischen Ösophagus und Magendarm zum medianen Vas ventrale zu vereinigen (Fig. 8, Taf. XVIII).

So steht es für mich ganz außer Zweifel, daß von einem „reservoir commun“ (CLAPARÈDE) zwischen Blutsinus, Ventralgefäß und

den Ösophagealgefäßen keine Rede sein kann; damit wird nun aber auch der Blutkreislauf bei *Protula intestinum* in ein helleres Licht gerückt: er ist nämlich derselbe wie bei den übrigen Serpuliden, worauf später zurückgekommen wird.

Warum genannter Irrtum sich bei CLAPARÈDE einschleichen konnte, läßt sich vielleicht daraus erklären, daß sich die Gefäße bei der Fixierung leicht kontrahieren und, wenn das Blut aus dem Rückengefäß verdrängt worden ist, es einem schwer fällt, in dem sehr lockeren, grobmaschigen Bindegewebe die betreffende Blutbahn sicher zu erkennen. Den Verlauf des Rückengefäßes bei *Protula intestinum* konnte ich am schönsten in Präparaten, die von einem in Celloidin eingebetteten Exemplar stammten, beobachten. Erwähnt sei auch, daß SOULIER (49) in den Figuren für *Protula Meilliaci* ein Rückengefäß eingezeichnet hat.

Nachdem ich die Topographie der Blutgefäße in der Ösophagealgegend, im Anschluß an die Arbeiten von CLAPARÈDE und

JAQUET, der Schilderung der übrigen Hauptblutbahnen vorausgenommen habe, gehe ich zur Beschreibung der letzteren und der Blutzirkulation überhaupt über.

Wie sich aus Quer- und Längsschnitten durch unsere Serpulidenformen (Fig. 10, Taf. XVIII; Figg. 21—23, Taf. XX; Figg. 28, 29, Taf. XX; Figg. 79—81 *sz*, Taf. XXIII) ergibt und wie ich zum Teil am lebenden Material während meines Aufenthaltes an der zoologischen Station in Neapel feststellen konnte, erscheint bei den Serpuliden als Zentralorgan des Blutumlaufes ein sog. Darmblutsinus, der den ganzen Darm, vom Anus bis zum Übergang des Darmrohres in den Ösophagus, rings umgibt. Diese Blutbahn ersetzt in ihrem Bezirk bei den Serpuliden das Rückengefäß anderer Anneliden. Das Lumen des Sinus ist nicht überall gleich groß, denn wie der Darm an den Segmentgrenzen eine gewisse Einschnürung erfährt, so ist dies auch für den Sinus der Fall; selbst auf diversen Querschnitten durch dasselbe Segment zeigt er nicht überall dieselbe Ausdehnung, weil die Kontraktionswellen, die in seiner äußeren Wandung auftreten, beim Abtöten des Tieres ja in einem gewissen Zustand fixiert werden. Daß die Sinuswandung kontraktile ist, läßt sich schon an lebenden Objekten konstatieren; die Bewegungen sind antiperistaltische, ziehen also von hinten nach vorn, wodurch die im Sinus enthaltene Blutflüssigkeit in das Rückengefäß, in dessen Wandungen der Sinus kontinuierlich übergeht, getrieben wird. Durch diese antiperistaltischen Bewegungen wird die Beförderung der aufgenommenen Nahrung durch den Darmkanal wohl kaum stark beeinträchtigt, da das Darmepithel stark bewimpert ist (Figg. 21 bis 23 *etc.*, Taf. XX) und das Flimmerepithel die Fortbewegung des Darminhaltes vollauf übernimmt. Aus dem Rückengefäß strömt das Blut in den gemeinsamen kurzen Stamm der Schlundring- und Kiemengefäße, um hierauf in die letzteren einzutreten und zwar senden die Gefäßstämme der Kiemen in jeder der fächerförmig ausstrahlenden Kiemenfäden je eine einzige Blutbahn (Fig. 25, Taf. XX; Fig. 44, Taf. XXI; Fig. 70 *vk*, Taf. XXIII) und diese ihrerseits zweigt je ein blind endendes Gefäßästchen in die Kiemenfäden ab. In den Kiemen der Serpuliden läßt sich also nicht ein zu- und abführendes Gefäß, wie es sonst in den Respirationsorganen der meisten Anneliden der Fall ist, unterscheiden. Dieses ganz primitive Verhalten, daß in demselben Gefäß das Blut hin- und zurückströmt, welche Tatsache am lebenden Tier beobachtet werden kann und schon von GRUBE für die

Hauptstämme der Kopfkriemen erkannt wurde, zeigt sich übrigens auch in den blind endenden Gefäßen des Halskragens und der Thorakalmembran (Fig. 14, Taf. XIX) der Serpuliden. An lebenden *Protula intestinum* konnte ich feststellen, daß die Blutflüssigkeit in den Kiemengefäßen ungefähr 15 Sekunden verweilt und die darauf folgende Kontraktion ca. 5 Sekunden andauert, so daß also jeweils nach ca. 20 Sekunden das Blut aus den genannten Gefäßen wieder verschwunden ist. Bei den kleineren Serpulidenspezies habe ich für das jeweilige Zurücktreiben resp. Erscheinen des Blutes in den Kiemengefäßen kürzere Zeiten beobachtet, z. B. bei *Hydroides pectinata* dauert die Kontraktion genannter Gefäße ca. 2 Sekunden, worauf das Blut sofort in die Kiemen hineinschießt und dort ca. 3 Sekunden verweilt.

Von den Kiemengefäßstämmen weg nimmt das zurückgetriebene Blut seinen Weg durch die beiden Schlundringgefäße (s. Textfig.) und so wird das in den Kiemen mit Sauerstoff beladene Blut dem Bauchgefäß zugeführt, an dem man in der Thorakalgegend regelmäßig sich folgende Kontraktionswellen, die das Blut nach hinten leiten, auftreten sieht. Von einer Vermischung des von den Kiemen kommenden arteriellen Blutes mit dem venösen, das vom Sinus nach vorwärts strömt, kann also in dem Sinne von CLAPARÈDE weder bei *Protula intestinum* noch bei den übrigen Serpuliden die Rede sein; dagegen muß in den Kiemengefäßen, vor allem in deren Stämmen, eine Mischung der beiden Blutsorten eintreten, indem hier das venöse Blut, das vom Sinus kommt, mit dem arteriellen, das von den Kiemengefäßen zurückströmt, zusammentrifft.

Das den ganzen Körper durchziehende Bauchgefäß, das im ventralen Mesenterium aufgehängt ist, gibt auf jeder Segmentgrenze, den Dissepimenten folgende, paarige Ringgefäße ab (Fig. 20, Taf. XIX; Fig. 61 *vc*, Taf. XXII), die zum Darmsinus hinaufziehen (Fig. 54, Taf. XXII; Fig. 64, 65, Taf. XXIII) und auf ihrem Verlaufe Seitenzweige an die Dissepimente, die Muskulatur, die Chätopodien und die Körperwand abzweigen; auf der Ventralseite des thorakalen Körperabschnittes werden von dem unteren Ende der Ringgefäße paarige Stämme in die Bauchschilder gesandt, wodurch letztere reichlich mit Nährflüssigkeit versorgt werden. In der Thorakalgegend nehmen die Ringgefäße, die mit sog. Chorangenzellen dicht besetzt sind (Fig. 18, 20, Taf. XIX), einen stark gewundenen Verlauf. In Verbindung mit den Ringgefäßen stehen, auch intersegmental angeordnet, Abzweigungen in die Brust-

membran, die „paarigen, metameren Gefäße der Thorakalmembran“, wie sie ED. MEYER bei der Beschreibung des Gefäßsystems von *Psygmorenchus protensus* nennt. Diese Gefäßstämmchen, die man am lebenden Objekt an der Basis der Brustmembran von bloßem Auge erkennen kann, verästeln sich zwischen den beiden aufeinanderliegenden Epidermisblättern der Brusthaut aufs feinste und endigen blind in sackartigen Erweiterungen (Fig. 14, Taf. XIX). Daß nicht nur die genannten terminalen Ampullen, sondern auch die Gefäße der Thorakalmembran selbst kontraktile sind, habe ich am lebenden Objekt beobachten können. Die Blutflüssigkeit stagniert in den genannten Bahnen bei *Protula intestinum* ca. 10 Sekunden, während die Kontraktion ungefähr 5 Sekunden andauert, so daß je nach $\frac{1}{4}$ Minute das Blut wieder in die Gefäße hineinströmt. Das Hin- und Zurückströmen der Blutflüssigkeit vollzieht sich also, speziell bei *Protula intestinum*, etwas rascher als in den Kiemen, wohl wegen der kürzeren Distanz, die das Blut in der Thorakalmembran zurückzulegen hat.

Die reiche Vaskularisation, die man in der Thorakalmembran wie auch im Halskragen antrifft, läßt vermuten, daß diese beiden Körperteile wesentlich zur Sauerstoffbereicherung des in den Kiemen wohl nur unvollständig oxydierten Blutes beitragen. Daß diese Vermutung eine gewisse Berechtigung hat, ergibt sich auch aus meiner während meines Aufenthaltes an der zoologischen Station in Neapel gemachten Beobachtung: eine *Protula intestinum*, die ich ohne Kiemen in ihrer Wohnröhre ins Aquarium verbrachte, lebte ein paar Wochen (ca. einen Monat) weiter. In diesem Falle muß doch wohl die Brustmembran wegen ihrer ganz ansehnlichen Oberflächenentwicklung und reichen Vaskularisation namentlich als Respirationsorgan funktioniert haben, natürlich unterstützt von dem Gasaustausch, der an der gesamten Körperoberfläche vor sich gehen wird. Wie die Oberfläche des Thorax ist auch die Dorsalseite der Brustmembran (Fig. 40, Taf. XXI) mit Wimpern, die fortwährend eine Berieselung mit neuem Wasser bewirken, stark besetzt.

Protula intestinum amputiert von selbst ihre beiden Kiemenbüschel sehr leicht; so trat sehr häufig Selbstamputation derselben ein, wenn ich Tiere der genannten Art aus der Röhre herausblies oder durch Übersichten mit Alkohol betäubte. — BOUNHIOL (6) schreibt, daß die unsern Serpuliden sehr nahe stehende Sabellide *Spirographis* Spall. bei ungünstigen Lebensverhältnissen

die Tentakelkrone abwirft, und genannter Verfasser kommt zu dem durch das Experiment bestätigten Schluß, daß der Tentakelapparat nicht das Hauptorgan für die Atmung, sondern für das Ergreifen der Nahrung sei.

ED. MEYER (33, p. 575) erwähnt bei *Psymbranchus protensus* noch zwei Seitengefäße, von denen das eine links, das andere rechts in der lateralen Partie des Körpers longitudinal oberhalb der hämalen Chätopodien an der Außenseite der Längsmuskulatur des Rückens verläuft und die metameren, distalen Ringgefäße verbindet, wodurch diese in zwei Bogenstücke, in ein oberes und ein unteres, geteilt werden.

Nach seiner Schilderung gabeln sich an der Basis die metameren Gefäßstämmchen der Thorakalmembran, der eine Gabelast steht unmittelbar mit dem Lateralgefäß in Verbindung, unweit der Einmündungsstelle des oberen Ringgefäßbogens in das Seitengefäß, und der andere Gabelast setzt sich direkt in den unteren Bogen des Ringgefäßes fort.

Von einem Lateralgefäß erwähnen weder CLAPARÈDE noch JAQUET etwas bei *Protula intestinum*, noch HASWELL bei den australischen Spezies *Eupomatus* und *Pomatoceros*; ED. MEYER vermutet aber, daß genannte Autoren die Seitengefäße wegen ihrer Kleinheit vielleicht übersehen hätten, und sie wohl, wie bei *Psymbranchus protensus*, auch bei den übrigen Serpuliden vorhanden wären.

In meinen Präparaten konnte ich denn auch bei *Pomatoceros triquetroides* und *Hydroides pectinata* das Lateralgefäß links und rechts im Körper auffinden, sowohl im Thorax als auch im Abdomen. In der vorderen Thorakalgegend nimmt das Seitengefäß bei den genannten Formen dieselbe Lage ein, wie sie ED. MEYER für *Psymbranchus* schildert, das Laterale befindet sich außerhalb der dorsalen Längsmuskulatur, oberhalb der hämalen Chätopodien (Fig. 43, Taf. XXI, Fig. 57, Taf. XXII, Fig. 58 *et* Taf. XXII); in der hinteren Thoraxpartie zieht es sich aber an der Außenseite des dorsalen Muskelbündels mehr ventralwärts, so daß es im Abdomen ganz am unteren Ende der hämalen Muskelstränge verläuft (Fig. 63, Taf. XXII), also bezüglich seiner Lage ein Verhalten zeigt wie, nach ED. MEYERS Darstellung, das Laterale von Chätone.

In Querschnitten durch *Pomatoceros* und *Hydroides* habe ich auch ersehen können, daß die beiden Lateralia mit den Ringgefäßen in Verbindung stehen, welche Beziehungen im Thorax

resp. Abdomen die Fig. 54, Taf. XXII, Fig. 64, Taf. XXIII, wo ich das Ringgefäß rechts schematisiert, ganz zeichnete, illustrieren mögen. Verfolgen wir nach Fig. 54, Taf. XXII, das eingezeichnete Ringgefäß in der Thorakalgegend, so ersieht man, daß der ventrale Bogen desselben sich unmittelbar in das zugehörige Gefäßstämmchen der Thorakalmembran fortsetzt, während von der Basis des letzteren eine Abzweigung zum Laterale geht, von wo aus der dorsale Bogen des Ringgefäßes zum Sinus hinaufzieht. Die Figuren 57, 58, Taf. XXII, zeigen, wie die Seitengefäße, besonders im Thorax, ein sehr kleines Lumen aufweisen, so daß man genannte Blutbahnen leicht übersieht. Nur in gut gelungenen Präparaten konnte ich denn die Lateralia bei genannten Gattungen verfolgen und nicht überall lückenlos, denn stellenweise war das Lumen der Seitengefäße nicht nur blutleer, sondern ganz verschwunden, indem die Wandungen wohl in kontrahiertem Zustande fixiert wurden. Beim Schneiden des Thorax haben die harten Borsten die angrenzenden Gewebe in meinen Präparaten häufig etwas zerrissen, was jedenfalls auch dazu beigetragen hat, daß ich an einigen Stellen die Lateralia, die ja in dem engen Raum zwischen Borstenbündel und dorsaler Muskulatur liegen, umsonst aufsuchte. Die Lateralia konnte ich ungefähr bis in die Region des ersten Ringgefäßes, welches das Dorsale mit dem Schlundringgefäß verbindet, verfolgen: die genaue Ursprungsstelle der Seitengefäße fand ich aber weder bei *Pomatoceros* noch bei *Hydroides*. Bei *Protula intestinalum* und *Serpula aspera* beobachtete ich bloß im Thorax, und zwar an der Basis der Thorakalmembran, Lateralia (Fig. 6, Taf. XVIII, Fig. 73, Taf. XXIII), über deren genaueren Verlauf ich keinen Aufschluß geben kann.

Bei *Salmacina aedificatrix* und *Vermilia multivaricosa* konnte ich weder im Thorax noch im Abdomen Seitengefäße auffinden. In einigen Querschnitten glaubte ich zwar bei *Vermilia* die betreffenden Blutbahnen aufgefunden zu haben, verfolgte ich diese aber durch eine größere Anzahl aufeinanderfolgender Schnitte, so erwiesen sich die betreffenden Stellen nur als Bruchstücke von Ringgefäßen (Fig. 29, Taf. XX).

Es ist mir nicht möglich zu entscheiden, ob die paarigen, metameren Gefäße der Brustmembran das Blut vom Bauchgefäß erhalten, um es nachher dem Sinus zuzuleiten (wie es HASWELL und JAQUET annehmen) oder ob das Umgekehrte der Fall ist (wie es ED. MEYER für *Psygmobranchus* beschreibt).

Durch Vermittlung der segmentalen Ringgefäße, von denen zahlreiche Verzweigungen zu den Dissepimenten, Chätopodien und der Leibeswand abgehen, wird das venöse Blut aber jedenfalls zum größten Teil wieder in den Sinus getrieben, der es aufs neue zu den respiratorischen Organen nach vorn führt, so daß der Blutkreislauf als ein geschlossener erscheint.

Die geschilderte Blutzirkulation erwähnt HASWELL auch für die australische Spezies *Eupomatus elegans*, während er für die australische Spezies *Pomatoceros elaphus*, wo er als erster den Übergang des Sinus in ein Rückengefäß konstatierte, folgendes Verhalten angibt: „In the front of the thoracic region (pl. XXXV, Fig. 2) the peri-intestinal vessel becomes divided into a large dorsal vessel or cardiac sac and a series of about sixteen smaller vessels, which run along the wall of the alimentary canal. The ventral vessel still retains its position. A little further forward the peri-intestinal vessels join the dorsal trunk, so that we have here two main vessels, a large dorsal and a very small ventral. Very soon the dorsal vessel bifurcates into two branchial vessels. The ventral vessel also bifurcates anteriorly; but whether the two ventral trunks thus formed communicate in front with the dorsal branchial vessels as in *Eupomatus*, I am uncertain: it seems probable, that they do, as they are traceable into the base of the lophophore“. Die von HASWELL geschilderte, vom allgemeinen Verhalten des Bauchgefäßes der Serpuliden abweichende Topographie des Ventrals fand ich bei der aus dem Golf von Neapel stammenden Spezies *Pomatoceros triquetroides* nicht; diese Art schließt sich, wie ich aus Querschnittserien durch die Ösophagealgegend feststellte, bezüglich der Blutzirkulation den übrigen Serpuliden an, d. h. das Bauchgefäß entsteht auch hier durch die Vereinigung zweier feiner Schlundringgefäße, die sich vom Vas dorsale abspalten (Fig. 57, 58 *veo*, Taf. XXII).

Histologie des Blutgefäßsystems.

Die ersten Notizen über die Hämocölwandungen der Serpuliden verdanken wir CLAPARÈDE (13). Auf Seite 101—102 der zitierten Arbeit schreibt er:

„Le sinus intestinal, chez les Serpuliens¹⁾, est logé entre les deux couches musculaires. Il est traversé par une multitude de brides qui s'étendent plus ou moins directement d'une paroi

1) Wozu CLAPARÈDE auch die Sabelliden rechnet.

à l'autre. Ces brides sont munies de nucléus, elles se ramifient et s'anastomosent fréquemment les unes avec les autres. Ces fibres sont elles contractiles? C'est ce que je ne puis dire avec certitude, n'ayant pas observé leur jeu pendant la vie, mais la chose n'est pas improbable. Les contractions du sinus sont dues pourtant essentiellement à la couche de fibres musculaires externes. Une autre question est celle-ci: Ce sinus est-il simplement creusé dans les couches musculaires, ou bien est-il tapissé d'épithélium? Chez les Spirographes et les Myxicoles on ne trouve certainement pas d'épithélium proprement dit. Cependant des nucléus sont semés de distance en distance, d'une manière assez régulière, sur la paroi du sinus et pourraient être considérés comme le rudiment d'une revêtement cellulaire. Chez la *Protula infundibulum*, où le sinus est logé entre la couche épithéliale (Pl. VIII, Fig. 6 *ep*) et une couche de fibres annulaires (*ms*'), je n'ai pas vu d'avantage d'épithélium. Toutefois le sinus (*ss*) est limité par une membrane très fine, enfumée d'un pigment noir qui en rend la constatation très facile⁴. W. A. HASWELL gibt in seiner Arbeit (23), in der er bezüglich der Histologie der Blutbahnen auf CLAPARÈDE verweist, folgende Angaben über die Struktur der Hämocölwandungen der untersuchten australischen Spezies: „All the vessels, as observed by CLAPARÈDE, possess a muscular wall; in the smaller vessels this is only to be detected by the presence at intervals of fusiform nuclei; but in the larger trunks the layer is more distinctly developed. In the structure of the vessels the only remarkable point I have noticed is the great development in the dorsal, opercular and branchial trunks of *Vermilia* of a relatively very thick layer of circularly arranged muscle with a few elastic fibres“. In ED. MEYERS Studien über den Körperbau der Anneliden, wo der Verfasser den Verlauf der Blutgefäße bei den Serpulaceen sehr eingehend schildert, habe ich keine detaillierten Angaben über die Histologie der Hämocölwandungen der Serpuliden finden können, während ED. MEYER sich bei den Cirratuliden (*Chaetozone*) sehr bestimmt ausdrückt. Einige Angaben von SOULIER (49) über die Lage des Darmblut-sinus bei den „Serpulien“ werde ich später erwähnen und gehe zur Schilderung meiner eigenen Befunde über.

Bezüglich der Histologie der Gefäßwandungen stimmen die von mir untersuchten Serpuliden durchaus überein. Wollte ich also die sämtlichen Blutbahnen von jeder Serpulidenform gesondert besprechen, so müßte ich das einmal Gesagte immer

wiederholen; ich ziehe deshalb vor, zuerst die Verhältnisse des Darmblutsinus von sämtlichen sechs untersuchten Vertretern der Familie klar zu legen, um hierauf in gleicher Weise auf das Rücken- und Bauchgefäß, die Schlundring- und Ringgefäße und die Blutbahnen in den Kiemen und der Brustmembran einzutreten.

Der Darmblutsinus.

Er zeigt bezüglich seiner Lage in der Darmwandung sowohl bei *Protula infundibulum* als auch bei *Vermilia multivaricosa*, *Hydroides pectinata*, *Pomatoceros triquetroides*, *Serpula aspera* und *Salmacina aedificatrix* dasselbe Verhalten: er befindet sich zwischen dem Darmepithel und der Muskelschicht der proximalen Cölomwand.

Betrachten wir zuerst die innere Begrenzung, d. h. das Darmepithel, etwas näher. Bei allen genannten Serpulidenformen besteht es aus hohen zylindrischen Zellen, die gegen das Darm-lumen hin bewimpert und von einer feinen Cuticula überzogen sind (Fig. 16, 17, Taf. XIX, Fig. 32, 33, 37, Taf. XX, Fig. 56, Taf. XXII, Fig. 66, 80 *d*, Taf. XXIII). An der Basis der Wimpern, in der Cuticula, welche von letzteren durchbohrt wird, sieht man bei günstiger Färbung die sogenannten Basalkörperchen, die, in linearer Anordnung, eines dicht neben dem andern liegen. Hier und da, besonders im vorderen Teil des Magendarmes, sind die Wimpern, wegen eines blasigen Belages auf dem Darmepithel, nicht deutlich wahrzunehmen. Zirka in halber Höhe der Darmzellen, etwas mehr gegen die Basis derselben gerückt, liegen die großen, ovalen bis kugeligen, chromatinreichen Kerne. Was die Lage der letzteren anbetrifft, möchte ich hier eine Bemerkung einschalten bezüglich einer Darstellung, die CLAPARÈDE (13. Taf. VIII, Fig. 6) von einem Querschnitt durch den Darm von *Protula intestinum* wiedergibt. In genannter Figur sind die Kerne des Darmepithels direkt unter der bewimperten Oberfläche der Darmzellen, also gegen das Lumen des Darmrohres hin, eingezeichnet, und in der Figurenerklärung schreibt hierzu CLAPARÈDE (pag. 171): „Il est à remarquer que les nucléus sont portés tous par l'extrémité libre des cellules, immédiatement sous les cils vibratiles. Cette disposition paraît exister dans l'épithélium du canal intestinal tout entier“. — Was CLAPARÈDE in der genannten Figur als Zellkerne auffaßte, sind aber keine solche, sondern es handelt sich hier um büschel- oder pinselförmige Gebilde, die an der Cuticula des Darmepithels resp. an den Basalkörperchen inse-

rieren und ins Cytoplasma der Darmzellen ragen. In überfärbten, nicht klaren Präparaten erscheinen diese gegen das Innere der Darmzellen mehr oder weniger spitz zulaufenden und die Farbstoffe stark an sich reißenden Büschel als kompakte Gebilde, wodurch sie wohl CLAPARÈDE Zellkerne vortäuschten; in Präparaten mit gut gelungener Färbung (besonders mit Eisenhämatoxylin) konnte ich mich aber überzeugen, daß die erwähnten Büschel, die ich nicht nur im Darmepithel von *Protula intestinum*, sondern auch in den Darmzellen der übrigen untersuchten Serpuliden vorfand, aus Fibrillen bestehen (Fig. 16, Taf. XIX, Fig. 33 *b*, Taf. XX, Fig. 66 *d/f*, Taf. XXIII), die an den Basalkörperchen in der Cuticula inserieren und als Wurzeln der ins Lumen des Darmrohres ragenden Wimpern figurieren.

BRASIL (7) beschreibt ganz ähnliche „Wimperwurzelbüschel“ in Darmzellen von *Lagis Korenii* und auch JORDAN (26) erwähnt, daß bei *Aphrodite aculeata* im Darmepithel unter der Cuticulaschicht hohe dreieckförmige Gebilde von faseriger Struktur auftreten.

Hier und da trifft man einzellige Parasiten im enzystierten Zustand im Darmepithel an.

Eingekeilt zwischen den großen Darmzellen treten gegen die Basis des Darmepithels hin vereinzelt Zellen auf (Fig. 37 *ers*, Taf. XX), deren Kerne kleiner sind als die der gewöhnlichen Darmzellen und häufig etwas flachgedrückt erscheinen; wahrscheinlich stellen diese am Grunde des Darmepithels eingeschobene Zellelemente Ersatzzellen des Darmrohres dar. In ziemlich großer Anzahl fand ich genannte Zellen, deren Kerne namentlich deutlich hervortreten, während die Zellgrenzen meistens verwischt sind, in dem Epithel des Verdauungstraktus von *Vermilia* und *Protula*. An der Basis des Darmepithels ist eine feine Membran zu erkennen, die besonders deutlich bei *Vermilia* und *Protula* zum Ausdruck kommt. Die Basalmembran des Darmes wird, wie ich bei den sämtlichen untersuchten Serpulidengattungen feststellte, direkt von der Blutflüssigkeit des Sinus bespült.

Gegen das Cöloin hin wird das Lumen des Darmblutsinus von einer Ringmuskelfaserschicht, die ich bei allen untersuchten Serpuliden, besonders bei Eisenhämatoxylinfärbung sehr deutlich erkennen konnte, begrenzt (Fig. 16, 17, Taf. XIX, Fig. 32, 37, Taf. XX, Fig. 50, Taf. XXI, Fig. 56, Taf. XXII, Fig. 74, 77 *rmf*, Taf. XXIII). Da wo das Darmrohr im Querschnitt genau vertikal getroffen wird, erscheint bei genannter Färbung die Ringmuskelschicht

häufig nur als eine einfache schwarze Linie, stellenweise zersplittert sie aber, wie Fig. 32, Taf. XX, zeigt, in einzelne Fasern und überall da, wo das Darmepithel tangential angeschnitten ist, kann man die ziemlich eng zusammengedrängten, parallel verlaufenden Ringmuskelfasern aufs schönste erkennen (Fig. 50, Taf. XXI, Fig. 74, 77, Taf. XXIII).

Die zuletzt genannten Figuren geben uns auch Aufschluß über die Verteilung der Peritonealkerne, die zugleich Muskelkerne darstellen, denn besondere zu den Ringmuskelfasern gehörende Kerne konnte ich bei keiner der untersuchten Serpulidengattungen, weder in der Wandung des Sinus noch der übrigen Gefäße, auffinden. Die peritoneale Sinuswand repräsentiert also ein Muskel-epithel, ein typisches Darmfaserblatt, dessen Kerne, in Plasma eingebettet, höckerförmig in die Cöloalhöhle hineinragen (Fig. 56, 59, Taf. XXII, Fig. 66, Taf. XXIII).

Während bei den kleineren Serpulidenformen, wie bei *Salmaeina*, *Hydroides*, *Pomatoceros* und *Serpula* die Kerne des Darmfaserblattes in einschichtiger Lage bleiben, häufen sie sich bei *Protula* in der Thorakalgegend und die peritonealen Zellen nehmen blasigen Charakter an. Bei *Vermilia* ist die peritoneale Wandung des Sinus, namentlich im Abdomen, nicht überall deutlich zu erkennen, weil das Cöloin durch wucherndes Bindegewebe, das die Wandung des Sinus, des Rücken- und Bauchgefäßes überzieht, zum Teil verdrängt wird (Fig. 29, 32, 33 *bg*, Taf. XX). Aber auch an den Stellen, wo bei *Protula* und *Vermilia* die Sinuswand mehrschichtig erscheint, tritt an deren Basis, also gegen das Lumen des Sinus hin, die Ringmuskelfaserschicht auf.

Bei *Protula* und *Vermilia* ist im Abdomen an der Stelle, wo das ventrale Mesenterium in die Sinuswandung übertritt, ein longitudinal verlaufender Muskelstrang zu erkennen.

Von größter Wichtigkeit ist die Beziehung der Sinuswand zu den Darmmesenterien. Die peritoneale Wandung des Darmblutsinus in der rechten und linken Körperhälfte unserer Serpuliden findet nämlich ihre direkte Fortsetzung in den beiden Blättern des neuralen und hämalen Mesenteriums (Fig. 17, Taf. XIX, Fig. 55, 59, Taf. XXII, Fig. 64, 79, *Sl nms, hms*, Taf. XXIII), das Lumen des Sinus stellt also einen Spaltraum dar zwischen dem Darmepithel und der muskulös differenzierten Splanchnopleura, ist somit interseptal. In dieser Auffassung des Sinus haben mich gewisse Beziehungen zwischen genannter Blutbahn und dem Rückengefäß, wie auch das Verhalten des Sinus zum Bauchgefäß

bei *Hydroides pectinata*, worauf später zurückgekommen wird, bestärkt.

Ganz im Einklang mit der erwähnten Auffassung steht auch ein primitives Verhalten des Darmblutsinus im Abdomen von *Salmacina aedificatrix*. Dorsalwärts drängt sich hier nämlich das Blut zwischen die beiden Mesenterienblätter, die auseinanderklaffen und erst direkt unter der Epidermis zur Berührung kommen (Fig. 79—81, Taf. XXIII). Der Sinus bildet also hier eine Rinne, die stellenweise auf breiter Basis an die Epidermis grenzt. In manchen Präparaten glaubte ich zu sehen, daß das Sinusblut das dorsale Körperintegument direkt bespüle, ein Fall der sich leicht denken ließe, wenn entwicklungsgeschichtlich die Splanchnopleura der linken und rechten Körperhälfte dorsalwärts gar nicht zur Berührung kämen; in anderen Präparaten von der gleichen Schnittserie konnte ich mich aber überzeugen, daß an der erwähnten Stelle, wo die dorsale Rinne des Sinus auf eine größere Strecke der dorsalen Epidermis anliegt, nicht nur die feine Wandung des Sinus noch zu erkennen ist, sondern auch vereinzelte flachgedrückte Kerne (Fig. 81, Taf. XXIII), die wohl als Peritonealzellkerne der Sinuswand zu deuten sind.

Von Wichtigkeit scheint mir auch der Umstand zu sein, daß an der Stelle, wo die peritonealen Wandungen des Darmblutsinus zum dorsalen resp. ventralen Mesenterium zusammentreten, die an der Basis des Peritoneums gelegenen Ringmuskelfasern nur zum Teil oder gar nicht über dem Sinus sich schließen und zum Teil in die zusammentretenden Mesenterien ausstrahlen (Fig. 32, Taf. XX, Fig. 59, Taf. XXII); allerdings da, wo die Mesenterienblätter fest aneinanderliegen, setzt sich die Muskulatur, da deren Entwicklung wohl gehemmt wurde, nicht weiter in die Mesenterien fort (Fig. 17, Taf. XIX).

Schon CLAPARÈDE hat also darauf hingewiesen, daß bei *Protula intestinum* der Sinus zwischen dem Darmepithel und der Ringmuskelschicht liege; SOULIER dagegen gibt für *Protula Meilhaci* (49, p. 115 und pl. VIII, Fig. 6--10) bezüglich der Lage des Sinus in der Darmwandung ein anderes Verhalten an, das er für die „Serpulien“, wozu er außer den Serpuliden im engeren Sinn auch die Sabelliden rechnet, als allgemein gültig erachtet, wobei er auf die von CLAPARÈDE bei *Myxicola infundibulum* geschilderten Verhältnisse hinweist. Auf Seite 114 der zitierten Arbeit schreibt SOULIER: „L'épithélium de l'estomac et de l'intestin repose sur une membrane basale. Placées immédiatement

autour de celle-ci, se trouvent deux couches de fibres musculaires, séparées par le sinus sanguin coloré en rouge vif par l'éosine. Les fibres annulaires, limitées par le péritoine, forment toujours la couche externe, beaucoup plus développée que l'interne, longitudinale. Cette dernière, généralement très réduite, ne s'aperçoit qu'avec difficulté“.

Bei *Protula intestinum* und auch den übrigen untersuchten Serpuliden fand ich also ein anderes Verhalten, indem der Darmblutsinus bei unseren Formen nur cöломwärts von der Ringmuskularis begrenzt wird; das Darmepithel wird, wie früher erwähnt, direkt vom Blute gespült, worüber Präparate mit Eisenhämatoxylinfärbung keinen Zweifel aufkommen lassen.

Bezüglich der Mächtigkeit erreicht der Darmblutsinus bei *Protula infundibulum* und *Vermilia multivaricosa* die größten Dimensionen und zwar in relativer Beziehung aufgefaßt, d. h. im Vergleich der Mächtigkeit des Sinus in Querschnitten zur Dicke des Darmepithels. Stellenweise fand ich allerdings auch bei *Hydroides pectinata* den Sinus ansehnlich entwickelt, dagegen besonders schwach in der Thorakalgegend von *Salmacina aedificatrix*, wo in meinen Präparaten die äußere Sinuswandung dem sehr voluminös entwickelten Darmepithel direkt aufgelagert erscheint.

Im Lumen des Darmblutsinus konnte ich bei allen untersuchten Serpuliden geformte Zellelemente, Hämocyten, auffinden (Fig. 15, Taf. XIX, Fig. 56, Taf. XXII, Fig. 66h, Taf. XXIII). Da die Blutflüssigkeit, z. B. mit Eosin, sich ähnlich färbt, wie das Plasma, so habe ich in meinen Präparaten häufig nur die Blutzellkerne deutlich wahrnehmen können. Diese zeigen bei sämtlichen Serpuliden und in allen Gefäßen denselben Charakter: sie sind von ovaler bis rundlicher Form und weisen viel Chromatin auf. Hier und da konnte ich um den Kern der Blutzellen einen heller als die Blutflüssigkeit gefärbten Hof, von homogener Substanz und ziemlich ovaler Form erkennen; ohne Zweifel stellt dieser das den Hämocytenkernen zugehörige Zellplasma dar. Seltener treten im Präparat Blutzellen als ovale, kernlose Scheibchen auf, zu denen meistens im vorher- oder nachfolgenden Schnitt der zugehörige Kern aufzufinden ist (Fig. 55, 56, Taf. XXII).

Neben den frei in der Blutflüssigkeit liegenden Blutzellen fand ich aber im Sinus sehr häufig Hämocyten, die den Wandungen anklebten. Da bei der Koagulation des Blutes dieses namentlich an den Wänden haften bleibt, läßt sich wohl erklären,

warum die Blutkörperchen zum größten Teil an die Gefäßwandungen gedrängt werden. Wo letzteres in stärkerem Maße der Fall ist, wird leicht ein Endothel vorgetäuscht (Fig. 36, Taf. XX); daß es sich aber wirklich nur um eine Täuschung handelt, kann man sich an anderen Stellen des Sinus überzeugen.

Der Kern, der an den Gefäßwandungen anklebenden Blutzellen erscheint in Querschnitten häufig langgestreckt, was wohl damit zusammenhängen mag, daß die Blutkörperchen in diesem Fall mit ihrer breitesten Fläche der Gefäßwand anhaften, und der Kern dann seine schmalste Seite dem Beschauer zukehrt. Der Plasmahof der Blutzellen weist nicht immer ganz regelmäßige Umrißlinien auf.

Wie Figuren 36. 37, Taf. XX zeigen, erscheint das Plasma gewisser im Lumen des Sinus vorkommender Zellelemente fadenförmig ausgezogen, wobei die Fäden statt bloß in das Lumen der Blutbahn hineinzuragen, sich meistens an der inneren und äußeren Sinuswand anheften, so daß das Sinuslumen durch den Plasmastrang überbrückt wird. Ganz vereinzelt traf ich in dem in Fig. 37, Taf. XX dargestellten Querschnitt von *Vermilia multivaricosa* eine Zelle, deren Plasma ganz unregelmäßig, dendritenartig verzweigt ist und mit den langausgezogenen Fäden auch das ganze Sinuslumen überbrückt.

Ein- bis mehrkernige Stränge, welche die innere und äußere Sinuswand verbinden und zum Teil unter sich anastomosieren, traf ich in den Schnitten von *Vermilia* und *Protula* ziemlich häufig an, während bei den übrigen, kleineren Serpuliden die Verbindungsfäden mir viel weniger auffielen, da bei diesen Gattungen die Kerne der Hämocyten stellenweise allein schon das Sinuslumen fast ganz überbrücken (Fig. 59, Taf. XXII, Fig. 66, Taf. XXIII). Im thorakalen Abschnitt des Darmblutsinus von *Protula* treten die Stränge namentlich sehr häufig auf, und sie bilden dort stellenweise kompakte Zellklumpen oder ein engmaschiges Netz, das auch am Übergang des Sinus in das Rückengefäß noch anzutreffen ist. Im Abdomen genannter Gattung buchtet sich das Darmepithel häufig an den Stellen aus, wo der Verbindungsstrang sich an die Basalmembran des Darmrohres anheftet (Fig. 15, Taf. XIX). Allerdings sind, wie die betreffende Figur zeigt, ganz ähnliche Ausfaltungen des Darmepithels vorhanden, an die sich keine Verbindungsbrücken ansetzen.

Die Frage, ob die geschilderten Stränge im Sinuslumen kontraktile seien oder nicht, ist nicht leicht zu beantworten; so-

weit ich aus meinen Präparaten, speziell von *Vermilia*, schließen kann, wären die Verbindungsfäden nicht muskulös differenziert.

Wie ist nur die Entstehung dieser Brücken zu erklären?

Stellen sie vielleicht Hämocyten oder Überreste von Blutzellsyncytien dar, die mit den Gefäßwandungen verklebt bleiben? Sollten diese Verbindungsstränge auf einem embryologischen Stadium der Serpuliden entstehen, wo die Splanchnopleura dem Darmepithel noch unmittelbar aufliegt und bei der Entstehung des Sinus mit der Basalmembran des Darmrohres vielleicht an einzelnen Stellen noch in Verbindung bleibt, indem Splanchnopleurazellen sich aus dem epithelialen Verband zum Teil lösten, mit der inneren und äußeren Sinuswand den Kontakt aber aufrecht erhielten, wobei das Zellplasma sich fadenförmig ausstreckte?

Ich glaube nicht, daß die Ansicht ZÜRCHERS (57), der im Sinus von *Owenia* Verbindungsfäden zwischen der Basalmembran des Darmes und derjenigen der Muskulatur vorfand und daraus auf einen genetischen Zusammenhang der erwähnten Membranen schloß, für unseren Fall zutreffend ist. Bei *Owenia* sind ja auch die Stränge kernlos, während sie bei den Serpuliden immer kernhaltig sind. Da wo der Zellkern, wie in Fig. 15, Taf. XIX, der Plasmabrücke seitlich anliegt, könnte man zwar im Zweifel sein, ob es sich nicht bloß um eine angeschwemmte Blutzelle handele; bei anderen Verbindungssträngen hingegen, wo der Kern mitten im Plasma eingebettet liegt, ist ein Irrtum über seine Zugehörigkeit nicht gut möglich.

Es scheint mir ganz ausgeschlossen, daß es sich bei den Verbindungssträngen im Sinus unserer Serpuliden um Plasmastränge im Sinne VEJDOVSKYS handelt (54), denn an keiner einzigen Stelle gehen diese von Ersatzzellen des Darmepithels aus, sondern eine deutliche Basalmembran schließt bei den Serpuliden das Darmepithel gegen das Lumen des Sinus ab. Es ist dies also ein Verhalten, das mit der Hämocöltheorie von VEJDOVSKY nicht in Einklang steht, indem sich ja nach dieser die Basalmembran des Darmes, durch Blutansammlung zwischen ihr und dem Darmepithel, von letzterem abhebt, und die Fäden, die sich durch den Sinus spannen, nach VEJDOVSKY nur Fortsätze von Basalzellen darstellen, die an der Basalmembran haften bleiben und ihre Verbindung mit dem Mutterboden, dem Darmepithel, nicht aufgegeben haben.

Über die Abstammung der Hämocyten in dem Sinus und den übrigen Blutbahnen vermag ich keine Angaben zu machen. Ob sie sich vielleicht auf primäre Mesenchymzellen zurückführen lassen, kann ich nicht entscheiden, da ich keine Gelegenheit hatte, embryologische Stadien zu untersuchen und die Verhältnisse im Abdomenende hierüber auch keinen Aufschluß geben. Nahe liegt die von verschiedenen Autoren wie von LANG (30) ausgesprochene Vermutung, daß die Hämocyten exotropisch aus der Cöломwand ausgewanderte Zellelemente darstellen; Bildungs-herde für Blutzellen im erwachsenen Stadium konnte ich aber weder im Sinus noch in den anderen Gefäßen mit Bestimmtheit auffinden.

Das Rückengefäß.

Es erstreckt sich, wie bereits früher erwähnt, vom Übergang des Mitteldarmes in den Ösophagus bis zum Gehirn (Fig. 21, Taf. XX, Fig. 42, 45 *vd*, Taf. XXI) und erreicht eine ganz ansehnliche Größe bei *Vermilia*, *Pomatoceros*, *Hydroides*, *Serpula* und *Salmacina* (Fig. 27, Taf. XX, Fig. 46, 52, Taf. XXI, Fig. 53, 57, Taf. XXII, Fig. 72, 75 *vd*, Taf. XXIII), während es bei *Protula* verhältnismäßig geringere Dimensionen annimmt (Fig. 2—9 *vd*, Taf. XVIII). Außer bei *Protula* nimmt das Vas dorsale bei den genannten untersuchten Gattungen in der Medianlinie des Körpers fast den ganzen Raum zwischen dem Ösophagus und dem dorsalen Integument ein, welches es zum Teil direkt berührt (Fig. 53, Taf. XXII, Fig. 75, Taf. XXIII).

Das Lumen des Rückengefäßes figuriert als Spaltraum zwischen den beiden Mesenterienblättern und letztere gehen abdominalwärts direkt in die äußere Wandung des Sinus über (Fig. 8, Taf. XVIII, Fig. 12, Taf. XIX, Fig. 45, 52, Taf. XXI): das Lumen des Vas dorsale ist also auch interseptal. Die Komponenten seiner Wandung sind denn auch ganz dieselben, wie die der Sinuswand: das fast überall einschichtige Peritoneum (Fig. 46, 51, Taf. XXI, Fig. 72, Taf. XXIII), dessen ovale bis runde Kerne, in Plasma eingebettet, gegen cöломatische Hohlräume gerichtet sind, wird an der Basis von einer Ringmuskelschicht ausgekleidet.

Bei *Protula intestinum* ist die peritoneale Wandung des Rückengefäßes, wenigstens im hinteren Abschnitt des Ösophagus, nur undeutlich zu erkennen, da eine bindegewebige, maschige Zellmasse, die den Ösophagus umschließt, zum Teil den cölo-

matischen Hohlraum um das Rückengefäß verdrängt (Fig. 6, 7, 9, Taf. XVIII); aber auch hier bilden die innerste Begrenzung die vorwiegend zirkulär verlaufenden Ringmuskelfasern, die in Präparaten mit Eisenhämatoxylinfärbung unschwer zu erkennen sind (Fig. 13 *rmf*, Taf. XIX).

Am Übergang des Darmblutsinus in das Rückengefäß erscheint das letztere als eine gegen das Lumen des Sinus hin offene Rinne, indem nur gegen das dorsale Körperintegument die hämalen Mesenterien verschmolzen sind. Speziell von der Stelle wie sie in Fig 52 Taf. XXI für *Pomatoceros* dargestellt ist, konnte ich in den nächsten 12 folgenden Schnitten ($\approx 6 \mu$) abdominalwärts die gleichen Beziehungen zwischen Sinus und dem Rückengefäß beobachten, erst vom 13. Schnitte an verschwindet dann das Lumen des Dorsale, indem die hämalen Mesenterienblätter in ihrer ganzen Ausdehnung von der dorsalen Epidermis bis zum Darmblutsinus verschmelzen resp. verkleben.

Neben frei flottierenden Blutzellen traf ich im Rückengefäß, ähnlich wie im Sinus, namentlich solche an, die den Wandungen anklebten. In größerer Anzahl fand ich Hämocyten in Ausstülpungen des Dorsale, wie in Fig. 34, Taf. XX ersichtlich ist. Gerade in diesem Präparat, nachdem die eben erwähnte Figur gezeichnet worden ist, klebte das geronnene Blut nur in einer dünnen Schicht der Gefäßwandung an, darum muß es uns auch nicht verwundern, daß hier alle Blutkörperchen derselben anhaften. In den Zeichnungen habe ich aber immer das ganze Gefäßlumen mit einem roten Ton belegt. Einen sogenannten Herzkörper konnte ich im Rückengefäß der Serpuliden nicht beobachten; auch HASWELL und ED. MEYER erwähnen in ihren diesbezüglichen Arbeiten nichts von einem solchen. HASWELL (23) schreibt, daß er in sämtlichen Blutbahnen keine Klappeneinrichtungen angetroffen habe, was ich für die von mir untersuchten Serpuliden nur bestätigen kann. Im vordersten Teil des Rückengefäßes von *Protula*, dicht hinter der Stelle wo es sich gabelt, ist mir allerdings eine fast horizontal verlaufende, kernführende Lamelle aufgefallen, die ich durch ein Dutzend aufeinanderfolgender Schnitte ($\approx 6 \mu$) verfolgen konnte. Diese Membran, die anfänglich zirka in halber Höhe des Dorsale sich durch das Lumen desselben spannt, geht seitlich, und wie mir scheint auch ventralwärts, in die Wandungen des Rückengefäßes über. Leider sind an dieser Stelle meine Präparate zu wenig deutlich, um sicheren Aufschluß über dieses vielleicht als Klappe

funktionierendes Gebilde geben zu können. Merkwürdigerweise fand ich in Längsschnitten durch die betreffende Stelle von *Protula* die erwähnte Membran nicht mehr.

Das Bauchgefäß.

Das Lumen desselben tritt bei unseren Serpuliden als Spalt-raum zwischen den neuralen Mesenterienblättern, die direkt in die Wandungen des Sinus übergehen, auf (Fig. 10, Taf. XVIII, Fig. 62, Taf. XXII, Fig. 64, 78, 79 *vv*, Taf. XXIII). Die Wandungen des Ventrale zeigen deshalb auch denselben Bau, wie diejenigen des Sinus: das an den meisten Stellen einschichtige Peritoneum (bei *Protula* und *Vermilia* im Thorax, wo das ventrale Mesenterium stark verkürzt ist, dagegen mehrschichtig), dessen Kerne in das Cölom vorspringen, wird innen begrenzt von zirkulär verlaufenden Ringmuskelfasern (Fig. 11, Taf. XVIII, Fig. 41, Taf. XXI, Fig. 68, 69 *rmf*, Taf. XXIII). Ein Endothel konnte ich nicht beobachten; es kann ein solches höchstens vorgetäuscht werden, wie im Sinus und Rückengefäß, durch die an den Wandungen klebenden Blutzellen, neben denen aber auch immer frei im Lumen des Ventrale liegende vorkommen. Wo die Hämocyten in größerer Anzahl im Bauchgefäß auftreten und die Wandungen des Ventrale zugleich im kontrahierten Zustand fixiert wurden, wird das Gefäßlumen durch die Blutzellen bisweilen ganz verstopft (Fig. 33 *a*, Taf. XX).

Warum bei *Vermilia* das ventrale Mesenterium schwer zu erkennen ist (Fig. 29, Taf. XX), wurde bereits früher bei der Besprechung des Darmblutsinus der betreffenden Gattung erklärt. Durch ihre ansehnlichere Größe heben sich zwar die Peritonealzellkerne von den Kernen des anstoßenden Bindegewebes ab (Fig. 33 *a*, Taf. XX, Fig. 41 *pk*, Taf. XXI), was auch für das Dorsale zutrifft.

Das Bauchgefäß, das sehr nahe unter dem ventralen Körperintegument verläuft, grenzt teilweise unmittelbar an die Epidermis an (Fig. 28, Taf. XX, Fig. 54, 55, 62, Taf. XXII, Fig. 64, 78, 79, Taf. XXIII) und erscheint dann häufig, wie in Fig. 55, 59, Taf. XXII dargestellt ist, von dieser nur durch die feine Muskelfaserschicht des Ventrale getrennt.

In der vorderen Thorakalgegend von *Hydroides pectinata* (Fig. 55, Taf. XXII) fand ich eine größere Strecke weit eine Kommunikation zwischen dem Darmblutsinus und dem Bauchgefäß, indem die neuralen Mesenterienblätter nicht verklebt sind,

sondern auseinanderklaffen, so daß sie dem Blut den Durchtritt aus dem Sinus ins Ventrale gestatten, ein Verhalten, das gewiß auf primitive Verhältnisse des Hämocöls hinweist und auch einen Fingerzeig gibt, wie das Bauchgefäß nur als einen abgeschnürten Rest des Darmblutsinus aufzufassen ist [LANG (30), THESE (11)].

Die Schlundringgefäße.

Sie sind in ihrem Bau den bereits besprochenen Blutbahnen unserer Serpuliden ganz analog. Die peritoneale Wandung, die sich kontinuierlich in das allgemeine Peritoneum der Cölohmöhle fortsetzt (Fig. 5, Taf. XVIII, Fig. 30 *b—e*, Taf. XX, Fig. 39, Taf. XXI, Fig. 60, Taf. XXII, Fig. 67, Taf. XXIII), ist an der Basis mit zirkulär verlaufenden Ringmuskelfasern austapeziert, welche letztere in der Fig 31, Taf. XX, besonders gut zum Ausdruck kommen, weil dort die Wandung tangential angeschnitten ist.

Die Ringgefäße.

Sie verlaufen an der vorderen Wandung der Dissepimente, haften dieser also an und stellen bloß eine Falte derselben dar (Fig. 49, Taf. XXI, Fig. 71, Taf. XXIII). Die Wandung der Ringgefäße wird denn auch nur von dem einschichtigen Peritoneum gebildet, dessen ovale bis rundlichen Kerne ohne Ausnahme in die Leibeshöhle hineinragen (Fig. 71 *pk*, Taf. XXIII). Bei Eisenhämatoxylinfärbung lassen sich bei den genannten Gefäßen auch an der Basis der peritonealen Schicht zirkulär verlaufende Ringmuskelfasern erkennen (Fig. 41 *rmf*, Taf. XXI).

An den Ringgefäßen in der Thorakalgegend sind die peritonealen Zellen zu birnförmigen, sogenannten Chloragogenzellen umgewandelt, deren kolbenförmiger Teil dem Cölom zugewendet und prall mit rotbraunen Körnchen erfüllt ist (Fig. 18, 20, Taf. XIX). Ob diese Körnchen Exkretionsprodukte oder Reservematerial darstellen, vermag ich nicht zu entscheiden.

Auch an der Basis der Chloragogenschicht, also gegen das Lumen des Gefäßes hin, konnte ich in Querschnitten von Präparaten mit Eisentoxylinfärbung eine schwarze, zirkulär verlaufende Linie, die ich als Zirkelfasern deute, erkennen (Fig. 18, Taf. XIX), was also auch auf Kontraktilität der thorakalen, fast allseitig mit Chloragogenzellen umgebenen Ringgefäße schließen läßt. (In den abdominalen Ringgefäßen findet sich der Chloragogenzellenbelag nur an den ventralen Bogenstücken.)

Die Lateralgefäße.

Sie stellen auch nur Falten des die Leibeshöhle auskleidenden Peritoneums dar (Fig. 43, Taf. XXI, Fig. 63, Taf. XXII, Fig. 73, Taf. XXIII). In bezug auf eine Differenzierung ihrer Wandung sind sie schwierig zu untersuchen; nur in einzelnen Präparaten mit Eisenhämatoxylinfärbung konnte ich an der Basis genannter Gefäße eine zirkulär verlaufende schwarze Linie erkennen, was auf Kontraktilität der unscheinbaren Lateralialien schließen ließe.

Die Kiemengefäße.

Auch deren Wandung wird, wie ich bei sämtlichen untersuchten Serpuliden beobachtete, von dem einschichtigen Peritoneum gebildet (Fig. 38, 44, Taf. XXI, Fig. 70, Taf. XXIII). Ich kann, im Gegensatz zu OERLEYS Resultaten (37), ED. MEYERS Befund nur bestätigen, daß die Leibeshöhle sich in alle Kiemenfäden und -fädchen hinein fortsetzt, einzig bei *Vermilia* erscheinen die cölomatischen Hohlräume in den Kiemen, wie im Rumpfe, durch lockeres Bindegewebe zum größten Teil verdrängt (Fig. 25, 26, Taf. XX). Wie die Figuren 38, 44, Taf. XXI zeigen, ist das einschichtige Peritoneum, das die Kiemengefäßwandung bildet und dessen in Plasma eingebetteten Kerne cölomwärts liegen, an der Basis mit feinen zirkulär verlaufenden Ringmuskelfasern ausgekleidet. Letztere sind in den Kiemengefäßstämmen stärker entwickelt. Daß die Kiemengefäße kontraktil sind, läßt sich übrigens leicht am lebenden Tier feststellen und dasselbe gilt ja für die

Thorakalmembrangefäße,

die sich bezüglich ihrer Struktur den geschilderten Blutbahnen anschließen (Fig. 40, Taf. XXI).

Daß wir peritoneale Wandungen auch bei den Gefäßen der Brustmembran antreffen, ist nichts Außergewöhnliches, da ja letztere, wie ED. MEYER (33) beschreibt, durch eine laterale Ausfaltung des Körperintegumentes entsteht, wobei die Leibeshöhle sich dazwischen schiebt; an den Stellen, wo die Lamellen der Thorakalmembran fest aufeinanderliegen, kann man allerdings den cölomatischen Hohlraum resp. das Peritoneum nicht mehr erkennen.

Nachdem ich die Hauptblutbahnen besprochen habe, möchte ich nur noch darauf hinweisen, daß auch die ganz kleinen Gefäße, wie Fig. 67, Taf. XXIII zeigt, peritoneale Wandungen aufweisen. Ob auch die kleinsten Blutbahnen kontraktil sind? Diese

Frage möchte ich offen lassen. An mehreren günstigen Stellen in meinen Präparaten mit Eisenhämatoxylinfärbung, namentlich bei *Vermilia* und *Protula*, konnte ich auch in den kleineren Blutbahnen an der Basis des Peritoneums feine schwarze, zirkulär verlaufende Linien erkennen, woraus man, sofern die Färbung nicht täuscht, schließen kann, daß auch hier die Basis des Peritoneums muskulös differenziert, letzteres also auch als Epithelmuskelschicht ausgebildet sei. Diese Befunde waren aber zu vereinzelt, um, gestützt darauf, ganz sicher behaupten zu können, daß auch die kleinsten Blutbahnen kontraktile seien.

Bezüglich der Struktur des Blutgefäßsystems stellen sich unsere Serpuliden in vielen Beziehungen an die Seite von Chaetozone und ED. MEYERS Zusammenfassung betreffs der Hystologie der Gefäßwandungen genannter Gattung (32, pag. 694/695) läßt sich in den Hauptpunkten auf unsere Serpuliden anwenden, also:

Sämtliche Blutbahnen sind gegen das Cölom hin durch das Peritoneum, das in das allgemeine Peritoneum kontinuierlich übergeht, abgeschlossen. Bei allen größeren Gefäßen, vor allem beim Darmblutsinus, Rücken- und Bauchgefäß, ferner bei den Ringgefäßen und den Kiemengefäßstämmen weist die Wandung der Blutbahnen deutlich eine innere muskulöse Auskleidung, die aus Ringmuskelfasern besteht, auf. Sehr wahrscheinlich sind auch die peritonealen Wandungen der kleineren Blutbahnen als Muskel-epithel entwickelt, so daß alle Blutbahnen als kontraktile bezeichnet werden dürften.

Die Wandungen des Darmblutsinus, des Rücken- und Bauchgefäßes setzen sich direkt in die hämalen und ventralen Mesenterien fort, und die Ringgefäße erscheinen als Ausfaltungen der vorderen Wand der Dissepimente. Innerhalb des Darmblutsinus liegt das Darmrohr, das von der Blutflüssigkeit direkt gespült wird. In den Gefäßen ist kein Endothel und im Rückengefäß kein Herzkörper vorhanden.

In der grün gefärbten Blutflüssigkeit flottieren kernhaltige Blutzellen: zum schönen Teil findet man sie aber in den Präparaten den Gefäßwandungen angeklebt, wodurch ein Endothel vorgetäuscht werden kann.

Im Sinuslumen fallen, besonders bei *Protula intestinum* und *Vermilia multivaricosa* kernhaltige Stränge auf, welche die innere und äußere Sinuswand verbinden.

Inhalt des Cöloms.

Es blieb mir leider versagt, Beobachtungen über Lymphocyten zu machen, da mir nur geschlechtsreife Serpuliden in die Hände fielen; die Leibeshöhle der untersuchten Tiere war denn fast immer mit Eiern resp. Spermazellen erfüllt, was wohl das Fehlen von Lymphocyten erklärt. Fig. 49, Taf. XXI, zeigt die Bildungsstätten der Genitalprodukte, und zwar, da es sich in unserem Präparat um ein weibliches Exemplar handelt, der Ovarien. Bezüglich deren Lage zeigen die Serpuliden das für die Serpulaceen, von ED. MEYER geschilderte, allgemein gültige Verhalten: die Genitaldrüsen, deren Mutterboden das Peritoneum ist, liegen an den unteren Bogenstücken der intersegmentalen Ringgefäße, sind aber von diesen durch die Wandung der Dissepimente getrennt, da die Genitaldrüsen an dem hinteren Blatt der Dissepimente liegen.

Von den traubigen Zellklumpen der Genitaldrüsen lösen sich die jungen Geschlechtszellen frühzeitig los (Fig. 49, Taf. XXI) und machen ihre weitere Entwicklung in der eiweißhaltigen Cölomflüssigkeit durch. So finden wir in Fig. 49, Taf. XXI, Fig. 63, Taf. XXII, Eier von den verschiedensten Dimensionen; auf sämtlichen Stadien weisen sie aber einen großen rundlichen Kern mit deutlichem Nukleolus und Kerngerüst auf (Fig. 63, Taf. XXII). Hier und da kleben den Eiern 1—2 winzige Zellen an.

Besondere Ausführungsgänge für die reifen Geschlechtsprodukte habe ich nicht auffinden können; aufgefallen ist es mir aber, wie besonders zu beiden Seiten des Abdomens, etwas oberhalb der Hakenwülste, das Integument des Körpers sehr dünnwandig ist, und ich vermute, daß hier, wenn die Leibeshöhle prall mit Geschlechtszellen gefüllt ist, durch Reißen der Epidermis letztere frei werden.

Theoretische Schlüsse.

An Hand der erwähnten histologischen Tatsachen und der aus der Literatur bekannten embryologischen Befunde bei Serpuliden, läßt sich wohl ziemlich sicher die Frage über die Entstehung der Hauptblutbahnen dieser Familie beantworten und ich komme dabei zu Schlüssen, die sich mit den diesbezüglichen Thesen in LANGS Trophocöltheorie und zur Hauptsache mit den Ausführungen von ED. MEYER (34) decken; nämlich:

Die Hauptblutbahnen sind bedingt durch die Segmentierung und Differenzierung der aus den Polzellen entstehenden Mesoderm-

streifen, die ja bei den Anneliden, nach den Angaben der meisten Autoren, sich in metamere Soniten gliedern, wobei ihre proximalen Wandungen die Splanchnopleura liefern und durch Zusammenstoßen der hohlen Somiten unter und über dem Darm in der Medianebene des Körpers die hämalen und neuralen Mesenterien entstehen, während die vorderen und hinteren Wandungen der aneinanderstoßenden Säcke die Dissepimente bilden. In dieser Weise ist die Umbildung der Mesodermstreifen für *Psygmorebranchus* namentlich von ED. MEYER (33) eingehend geschildert worden. In gleicher Weise wie bei genannter Serpulidenart, entwickeln sich die Mesodermstreifen aus den Polzellen bei *Pomatoceros triq.* (von DRASCHE, 16), *Eupomatus uncinatus* (HATSCHEK, 24), *Serpula*, *Hydroïdes pectinata* und *Protula Meilhaci* (SOULIER, 50, 51, 52).

Durch die eben geschilderte Differenzierung des Mesoderms, also durch die topographischen Verhältnisse bedingt, werden die Lücken zwischen der Splanchnopleura und dem Darmepithel, resp. zwischen den neuralen und hämalen Mesenterien und den Dissepimenten zu natürlichen Bahnen für die durch das Darmepithel diffundierende Nährflüssigkeit. Somit haben die Blutbahnen ursprünglich keine eigenen Wandungen. — So entsteht denn auch nach GIARD (20), der Beobachtungen an den Larven von *Salmacina* machte, der erste Blutraum, indem sich die Mesodermmasse vom Darm abhebt; der Darmblutsinus erscheint also zuerst, was auch ED. MEYER und SALENSKY (45) für *Psygmorebranchus*, wo der Sinus durch Zurückweichen der Splanchnopleura vom Darmepithel gebildet wird, konstatierten.

Daß die Längsstämme, also das Bauch- und Rückengefäß nur durch ein lokales Auseinanderweichen der beiden Mesenterienblätter, resp. Nichtzusammentreten derselben an den Gefäßluminastellen, entstehen, ergibt sich gewiß nicht nur durch logische Schlußfolgerung aus der geschilderten Entwicklung der Mesodermstreifen, sondern auch aus der beschriebenen Lage und der übereinstimmenden Struktur der betreffenden Gefäße bei den erwachsenen Serpuliden: die Lage und die Histologie weisen darauf hin, daß die Wandungen des Darmblutsinus, des Rücken- und Bauchgefäßes genetisch auf dasselbe Blatt, nämlich auf die an der Basis muskulös sich differenzierende Splanchnopleura zurückzuführen sind.

Die Bildung der übrigen Blutbahnen unserer Serpuliden steht mit den diesbezüglichen Thesen in LANGS Trophocöltheorie

wohl auch in Einklang, da das Lumen sämtlicher Blutbahnen interseptal ist, indem es gegen das Cölom hin durch peritoneale Wandungen, die in das allgemeine Peritoneum kontinuierlich übergehen, abgeschlossen wird.

An dieser Stelle möchte ich meinen hochverehrten Lehrern, Herrn Prof. A. LANG und Herrn Prof. K. HESCHELER für die Förderung meiner Arbeit den herzlichsten Dank aussprechen. Herrn Prof. LANG fühle ich mich noch zu besonderem Dank verpflichtet für die Ermöglichung meines Studienaufenthaltes an der zoologischen Station in Neapel, wo ich in sehr freundlicher Weise aufgenommen wurde und wo mir der verdienstvolle, allzufrüh verstorbene Konservator, Dr. LO BIANCO, in sehr verdankenswerter Weise das nötige Material immer zu verschaffen suchte.

Literaturverzeichnis.

- 1) BERGH, R. S., Beiträge zur vergleichenden Histologie. Über den Bau der Gefäße bei den Anneliden. Erste Mitteilung. Anat. Hefte 1900, H. 45 (Bd. XIV, H. 2).
- 2) Ders., Über den Bau der Gefäße bei den Anneliden. Zweite Mitteilung. Anat. Hefte 1900, (Bd. XV) H. 37—49.
- 3) Ders., Gedanken über den Ursprung der wichtigsten geweblichen Bestandteile des Blutgefäßsystems. Anat. Anz. 1902, Bd. XX.
- 4) BERKELEY, J., Observations on some British Serpulae. London's Magaz. Nat. Hist. 1834, Vol. VII.
- 5) LO BIANCO, S., Gli Annelidi Tubicoli del golfo di Napoli. Atti dell' Acad. delle Sc. di Nap., 2^e ser. 1893, Vol. V.
- 6) BOUNHIOL, M. J., Recherches biologiques expérimentales sur la respiration des annélides polychètes. Ann. Sc. nat. zool., sér. 8, 1902, T. XVI.
- 7) BRASIL, L., Contribution à la connaissance de l'appareil digestif des annélides polychètes. Arch. zool. exp. gén., 4^e sér., 1904, T. II.
- 8) BRUNOTTE, C., Recherches anatomiques sur une espèce du genre Branchiomma. Trav. Stat. Zool. Cette. — Nancy 1888.
- 9) BRUNTZ, L., La phagocytose chez les diplopodes. Arch. zool. expér., 4^e sér., 1906, T. V.
- 10) CAULLERY, M. et MESNIL, F., Études sur la morphologie et la phylogénie des espèces chez les Spirorbes. Bull. Franc. Belg. 1897, XXX.
- 11) CHATIN, Contribution à l'étude du bâtonnet optique chez les vers. Ann. Sc. nat. zool., sér. 6, 1878, T. VIII.
- 12) CLAPARÈDE, E., Les annélides Chétopodes du Golfe de Naples. Mém. de la Soc. de Phys. et d'Hist. nat. de Genève 1870, T. XX.
- 13) Ders., Recherches sur la structure des annélides sédentaires. Ebenda 1873, T. XXII.
- 14) COSMOVICI, L. C., Glandes génitales et organes segmentaires des annélides polychètes. Arch. zool. exp. 1879—80, T. VIII.
- 15) CUÉNOT, L., Études sur le sang et les glandes lymphatiques dans la série animale. 2^e partie: Invertébrés. Arch. zool. expér. génér., 2^e sér., 1891, T. IX.
- 16) v. DRASCHE, R., Beiträge zur Entwicklung der Polychäten. Entwicklung von Pomatoceros triqueter L. Wien 1884.
- 17) EISIG, H., Die Capitelliden. Fauna und Flora des Golfes von Neapel 1887, Bd. XVI.
- 18) FERNANDEZ, M., Zur mikroskopischen Anatomie des Blutgefäßsystems der Tunikaten. Jen. Zeitschr. f. Nat. 1904, Bd. XXXIX.
- 19) FUCHS, C., Die Topographie des Blutgefäßsystems der Chätopoden. Jen. Zeitschr. 1907, Bd. XLII.

- 20) GIARD, A., Note sur le développement de la Salmacina Dysteri. Compt. Rend. de l'Ac. Sc. 1876, Vol. LXXXII.
- 21) GRUBE, E., Zur Anatomie und Physiologie der Kiemenwürmer. Königsberg 1838.
- 22) Ders., Mitteilungen über die Serpulaceen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Deckel. Jahresber. Nat. Sect. Schles. Ges. Vat. Kult. 1862.
- 23) HASWELL, W. A., The marine annelids of the order Serpulea. Some observations on their anatomy, with the characteristics of the australian species. Proc. Linn. Soc. N. S. Wales 1885, Vol. IX.
- 24) HATSHECK, B., Entwicklung der Trochophora von Eupomatus uncinatus. Phil. Arb. zool. Inst. Wien 1885, Bd. I.
- 25) JAQUET, M., Recherches sur le système vasculaire des annélides. Mitteil. zool. Stat. Neapel 1885, Bd. VI.
- 26) JORDAN, H., Die physiologische Morphologie der Verdauungsorgane bei Aphrodite aculeata. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1904, Bd. LXXVIII, 2.
- 27) JOSEPH, H., Die Amöboeyten von Lumbricus. Arb. zool. Inst. Wien 1909, Bd. XVIII.
- 28) JVANOV, P., Regeneration des vorderen und hinteren Körperendes bei Spirographis Spall. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1908, Bd. XCI.
- 29) KÜKENTHAL, W., Über die lymphoiden Zellen der Anneliden. Jenaer Zeit. Naturw. 1885, Bd. XVIII.
- 30) LANG, A., Beiträge zu einer Trophocöltheorie, Jena 1903.
- 31) MARCINOWSKI, K., Zur Entstehung der Gefäßendothelien und des Blutes bei Amphibien. Jen. Zeitschr. f. Naturw. 1906, Bd. XLI.
- 32) MEYER, ED., Studien über den Körperbau der Anneliden. Mitt. a. d. zool. Stat. Neapel 1887, Bd. VII.
- 33) Ders., ibidem. 1888, Bd. VIII.
- 34) Ders., ibidem. 1901, Bd. XIV.
- 35) MERCIER, L., Les processus phagocytaires pendant la métamorphose des Batraciens anoures et des Insectes. Arch. de zool. expér. et gén., 4^e sér., 1906, T. V.
- 36) MILNE-EDWARDS, H., Recherches pour servir à l'histoire de la circulation du sang chez les annélides. Ann. Sc. N. (2) 1838, T. X.
- 37) ÖRLEY, L., Die Kiemen der Serpulaceen und ihre morphologische Bedeutung. Mitt. a. d. zool. Stat. Neapel 1884, Bd. V.
- 38) PAGENSTECHE, A., Entwicklungsgeschichte und Brutpflege von Spirorbis spirillum. Zeitschr. wiss. Z. 1863, Bd. XII.
- 39) PHILIPPI, A., Einige Bemerkungen über die Gattung Serpula nebst Aufzählung der von mir im Mittelmeer mit dem Tier beobachteten Arten. Arch. Naturg. 1844, 10. Jahrg.
- 40) PICTON, L. J., On the Heart-body and Coelomic Fluid of certain Polychaeta. Quart. J. Micr. Sc. 1898/99, Vol. XLI.
- 41) QUATREFAGES, Histoire naturelle des annélides. Paris 1865.
- 42) ROSA, DAN., I linfociti degli oligocheiti. Ricerche istologiche. Mem. Accad. Torino, Ser. 2, 1896, Vol. XLVI.

- 43) Ders., I pretesi rapporti genetici tra i linfociti ed il chlorogeno. Atti Acad. Torino 1898, Vol. XXXIII.
- 44) de St. JOSEPH, Les annélides polychètes des côtes de Dinard. Ann. d. Sc. nat. zool. 1894, T. XVII.
- 45) SALENSKY, W., Études sur le développement des annélides. 1^{re} partie: Arch. Biol. 1882, T. III, A.
- 46) STERZINGER, J., Über die Spirorbisarten der nördl. Adria. Abhandlg. K. K. zool. bot. Ges. Wien, 1910, Bd. V.
- 47) SCHNEIDER, G., Über die Segmentalorgane und den Herzkörper einiger Polychäten. Arb. K. Nat. G. St. Petersburg, 1897, Bd. XXVII.
- 48) Ders., Über Phagocytose und Exkretion bei den Anneliden. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1899, Bd. LXVI.
- 49) SOULIER, A., Études sur quelques points de l'anatomie des annélides tubicoles de la région de Cette. Montpellier 1891.
- 50) Ders., Sur les premiers stades embryogéniques de *Serpula fundibulum* et *Hydroides pectinata*. Compt. Rend. de l'Ac. Sc., 1898, T. CXXVI.
- 51) Ders., Sur l'embryogénie de *Protula Meilhaci*. id. 1899, T. CXXVIII.
- 52) Ders., Les premiers stades embryologiques de la *Serpule*. Mém. Acad. Montpellier, 2^e sér., 1907, T. III.
- 53) Ders., Révision des annélides de la région de Cette. (1^{re}, 2^e, 3^e partie). Mém. Acad. Montpellier, 2^e sér., 1907, T. III.
- 54) VEJDOVSKI, F., Zur Hämocöltheorie. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1905, Bd. LXXXII.
- 55) Ders., Zweiter Beitrag zur Hämocöltheorie. Ebenda 1905, Bd. LXXXV.
- 56) WIREN, A., Beiträge zur Anatomie und Histologie der limivoren Anneliden. Kongl. Svenska Vetenskaps-Akad. Handlingar 1887, Bd. XXII, Nr. 1.
- 57) ZÜRCHER, L., Histologie der Körper- und Darmmuskulatur und des Hämocöls von *Owenia*. Jen. Zeitschr. f. Nat. 1909, Bd. XLV.
- 58) ZUR LOYE, J. F., Die Anatomie von *Spirorbis borealis* mit besonderer Berücksichtigung der Unregelmäßigkeiten des Körperbaues und deren Ursachen. Zool. Jahrb., Abt. Morph., 1908, Bd. XXVI.

Nachtrag:

- 59) FAUVEL, P., Sur quelques *Serpuliens* de la Manche et de la Méditerranée (*Serpula vermicularis* L., *Protula tubularia* Mont.) Compt. Rend. Ass. franc. Av. Sc. 1910, Sess. 38.
- 60) MALAQUIN, A., La protonéphridie des *Salmacines* et *Filigranes* adultes. Compt. Rend. de l'Ac. Sc. 1908, T. CXLVII.

Erklärung der Tafeln.

Bezeichnungen; für alle Figuren gültig.

<i>am</i>	= Ampullen der Thorakalmembrangefäße.	<i>hms</i>	= hämales Darmmesenterium.
<i>an</i>	= Anus.	<i>hw</i>	= Hakenwulst.
<i>au</i>	= Augen.	<i>kie</i>	= Kiemen.
<i>b</i>	= Bauchmarkstrang.	<i>kr</i>	= Halskragen.
<i>ba</i>	= Basalkörperchen der Wimpern des Darmepithels.	<i>kst</i>	= Kiemenstämme.
<i>bb</i>	= Borstenbündel.	<i>lm</i>	= Längsmuskeln.
<i>bdr</i>	= Bauchschilddrüsen.	<i>lkr</i>	= lateraler Kragenlappen.
<i>bg</i>	= Bindegewebe.	<i>m</i>	= Mund.
<i>bl</i>	= Blut.	<i>md</i>	= Mitteldarm.
<i>bs</i>	= Basalmembran des Darmepithels.	<i>mk</i>	= Muskelkern.
<i>ch</i>	= Neurochord.	<i>n</i>	= Nerv.
<i>chl</i>	= Chloragogenzellen.	<i>nag</i>	= Ausführungsgang der Thorakalnieren.
<i>coc</i>	= Cölon.	<i>nkr</i>	= neuraler Kragenlappen.
<i>cu</i>	= Kutikula der Epidermis.	<i>nm</i>	= neurale Längsmuskulatur.
<i>d</i>	= Darmepithel.	<i>nms</i>	= neurales Darmmesenterium.
<i>dfi</i>	= Fibrillen, die von den Basalkörperchen der Wimpern ins Darmepithel ins Plasma der Darmzellen ragen.	<i>np</i>	= äußere Mündung des medianen Ausführungsganges der Thorakalnieren.
<i>di</i>	= Dissepiment.	<i>ns</i>	= Thorakalnierenschlauch.
<i>drz¹</i>	= Drüsenzellen der Epidermis resp. des Ösophagus; gefüllt mit Sekret.	<i>oe</i>	= Ösophagus.
<i>drz²</i>	= Drüsenzellen der Epidermis resp. des Ösophagus; Sekret entleert.	<i>ol</i>	= Oberlippe des Mundes.
<i>cd</i>	= Ende des Darmes.	<i>ov</i>	= Eizelle.
<i>ep</i>	= Epidermis.	<i>pk</i>	= Kern einer Peritonealzelle.
<i>crs</i>	= Ersatzzellen (Basalzellen) des Darmepithels.	<i>pl</i>	= Plasmastränge im Sinusraum.
<i>g</i>	= Gehirn (oberes Schlundganglion).	<i>plz</i>	= Plasma der Peritonealzellen.
<i>gdr</i>	= Genitaldrüsen.	<i>ri</i>	= Rinne der Kiemenstrahlen.
<i>h</i>	= Hämozyten.	<i>rmf</i>	= Ringmuskelfasern.
<i>hm</i>	= hämale Längsmuskeln.	<i>si</i>	= Darmblutsinus.
		<i>sp</i>	= Spermazellen.
		<i>stz</i>	= Stützzellen in der Epidermis.
		<i>tr</i>	= Wimpertrichter des Tho-

	rakalnierenschlauches.	<i>vd</i>	= Rückengefäß.
<i>trc</i>	Trichterkanal der Thorakalnieren.	<i>vk</i>	= Gefäß eines Kiemenstrahles.
<i>ul</i>	= Unterlippe des Mundes.	<i>vkst</i>	= Gefäß des Kiemenstammes.
<i>v</i>	= Blutgefäß.	<i>vl</i>	= Seitengefäß.
<i>vc</i>	= Ringgefäß, das den Darmblutsinus resp. das Rückengefäß mit dem Bauchgefäß verbindet.	<i>vmm</i>	= Gefäße der Thorakalmembran.
<i>vco</i>	= Schlundringgefäß.	<i>vv</i>	= Bauchgefäß.

Tafel XVIII.

Fig. 1. *Protula intestinum* in den Wohnröhren, photographiert nach Tieren, die in ein kleines Aquarium versetzt wurden; in der Mitte eine leer erscheinende Röhre, weil sich die betreffende *Protula* ganz in dieselbe zurückgezogen hat.

Fig. 2—8. *Protula intestinum*. — Aus einer Serie von Querschnitten durch den vordern Thorax (Ösophagealgegend). (Celloidineinbettung.) Lupe 1*, Ok. 4.

Fig. 9. *Protula intestinum*. Vertikaler Längsschnitt durch den vordersten Teil des Thorax in der Medianebene des Körpers. Obj. 16, Ok. 4.

Fig. 10. *Protula intestinum*. Querschnitt durch die Abdominalgegend. Obj. 2, Ok. 4.

Fig. 11. *Protula intestinum*. Querschnitt durch das Bauchgefäß (wovon nur die Hälfte gez.) im Abdomen. Imm. $\frac{1''}{15}$, Ok. 4.

Tafel XIX.

Fig. 12. *Protula intestinum*. Vertikaler Längsschnitt in der Medianebene des Körpers durch den Thorax, an der Übergangsstelle vom Ösophagus in den Mitteldarm. Obj. 16, Ok. 4.

Fig. 13. *Protula intestinum*. Vertikaler Längsschnitt durch den vordersten Teil des Rückengefäßes. Imm. $\frac{1''}{15}$, Ok. 4.

Fig. 14. *Protula intestinum*. Stück aus der Mitte der Thorakalmembran (Totalpräp., aufgehellt in Nelkenöl) mit 2 metameren Gefäßen und deren Verzweigungen. Obj. 16, Ok. 4.

Fig. 15. *Protula intestinum*. Querschnitt durch den Sinus mit Plasmastrang. Imm. $\frac{1''}{15}$, Ok. 4.

Fig. 16. *Protula intestinum*. Querschnitt durch den Sinus im Abdomen. Obj. 4, Ok. 4.

Fig. 17. *Protula intestinum*. Querschnitt durch den Sinus (im Abdomen) und das Mesenterium. Obj. 4, Ok. 4.

Fig. 18. *Protula intestinum*. Querschnitt durch ein thora-

kales Ringgefäß. Obj. 4, Ok. 4.

Fig. 19. *Protula intestinum*. Querschnitt durch das Rückengefäß, hinter der Stelle, wo es sich vorn gabelt. Obj. 4, Ok. 4.

Fig. 20. *Protula intestinum*. Querschnitt durch das Bauchgefäß (Abdomen) und angrenzender Teile. Obj. 16, Ok. 4.

Tafel XX.

Fig. 21. *Vermilia multivaricosa*. Vertikaler Längsschnitt durch den vordersten Teil des Thorax. (Darmblutsinus ist in der Fig. nur zum Teil ersichtlich, weil dessen äußere Wandung dem Darm stellenweise aufliegt.) Obj. 16, Ok. 4.

Fig. 22. *Vermilia multivaricosa*. Vertikaler Längsschnitt durch den mittleren Teil des Abdomens. Obj. 16, Ok. 4.

Fig. 23. *Vermilia multivaricosa*. Vertikaler Längsschnitt durch das Abdomenende. Obj. 16, Ok. 4.

Fig. 24. *Vermilia multivaricosa*. Vertikaler Längsschnitt durch den vordersten Thoraxteil, seitlich von der Medianebene des Körpers. Obj. 16, Ok. 4.

Fig. 25. *Vermilia multivaricosa*. Querschnitt durch die Basis der Kiemen. Obj. 16, Ok. 4.

Fig. 26. *Vermilia multivaricosa*. Querschnitt durch die Basis der Kiemen, mehr abdominalwärts als in Fig. 25. Obj. 16, Ok. 4.

Fig. 27. *Vermilia multivaricosa*. Querschnitt durch den Thorax in der Ösophagealgegend. Obj. 2, Ok. 4.

Fig. 28. *Vermilia multivaricosa*. Querschnitt durch den mittleren Thorax. Obj. 2, Ok. 4.

Fig. 29. *Vermilia multivaricosa*. Querschnitt durch das Abdomen. Obj. 16, Ok. 4.

Fig. 30a—e. *Vermilia multivaricosa*. Aus einer Serie von Querschnitten durch die Ösophagealgegend. Obj. 16, Ok. 4.

Fig. 31. *Vermilia multivaricosa*. Schlundringgefäß, tangential angeschnitten. Obj. 4, Ok. 4.

Fig. 32—33a. *Vermilia multivaricosa*. Die medianen Partien vom Schnitt in Fig. 29, bei stärkerer Vergrößerung. Obj. 4, Ok. 4.

Fig. 33b. *Vermilia multivaricosa*. Ein Stück aus dem Darmepithel von Fig. 33a. Imm. $\frac{1''}{15}$, Ok. 4.

Fig. 34. *Vermilia multivaricosa*. Querschnitt durch das Rückengefäß. Obj. 4, Ok. 8.

Fig. 35. *Vermilia multivaricosa*. Querschnitt durch die Epidermis aus der lateralen Körperpartie. Obj. 4, Ok. 4.

Fig. 36—37. *Vermilia multivaricosa*. Querschnitt durch den Sinus. Obj. 4, Ok. 8.

Tafel XXI.

Fig. 38. *Vermilia multivaricosa*. Querschnitt durch das Gefäß eines Kiemenstrahles. Obj. 4, Ok. 8.

Fig. 39. *Vermilia multivaricosa*. Querschnitt durch das Schlundringgefäß und die angrenzenden Teile. Obj. 4, Ok. 4.

Fig. 40. *Vermilia multivaricosa*. Querschnitt durch ein Stück der Thorakalmembran. Obj. 16, Ok. 4 (ausgez. Tub.)

Fig. 41. *Vermilia multivaricosa*. Querschnitt durch das Bauchgefäß und das abgehende Ringgefäß. Obj. 4, Ok. 8.

Fig. 42. *Hydroides pectinata*. Vertikaler Längsschnitt durch die vorderste Thoraxregion (Ösophagealgegend). Obj. 16, Ok. 4.

Fig. 43. *Hydroides pectinata*. Querschnitt durch das Seitengefäß mit angrenzenden Partien. Obj. 4, Ok. 4.

Fig. 44. *Hydroides pectinata*. Kiemenstrahl mit Gefäß im Längsschnitt. Obj. 4, Ok. 4.

Fig. 45. *Hydroides pectinata*. Horizontaler (nicht genau, sondern etwas schief) Längsschnitt durch den ösophagen Thorax. Obj. 16, Ok. 4.

Fig. 46. *Hydroides pectinata*. Querschnitt durch das Rückengefäß. Obj. 4, Ok. 4.

Fig. 47. *Hydroides pectinata*. Das Rückengefäß an der Übergangsstelle in den Sinus im horizontalen Längsschnitt. Imm. $\frac{1''}{15}$, Ok. 4.

Fig. 48. *Hydroides pectinata*. Zwei Pigmenturnen aus der Augengruppe mit angrenzender Gehirnpartie und Epidermis. Imm. $\frac{1''}{15}$, Ok. 4.

Fig. 49. *Hydroides pectinata*. Vertikaler Längsschnitt durch die Abdominalgegend, seitlich vom Darm. Obj. 16, Ok. 4 (ausgezog. Tub.).

Fig. 50. *Hydroides pectinata*. Mitteldarm tangential angeschnitten. Imm. $\frac{1''}{15}$, Ok. 4.

Fig. 51. *Pomatoceros triquetroides*. Querschnitt durch ein Stück der Rückengefäßwandung. Imm. $\frac{1''}{15}$, Ok. 4.

Fig. 52. *Pomatoceros triquetroides*. Querschnitt durch das Rückengefäß am Übergang in den Sinus. Obj. 4, Ok. 4.

Tafel XXII.

Fig. 53. *Hydroides pectinata*. Querschnitt durch den ösophagen Thorax. Obj. 16, Ok. 4.

Fig. 54. *Hydroides pectinata*. Querschnitt durch den hinteren Thorax; Ringgefäß rechts, soweit punktiert schematisch eingezeichnet. Obj. 16, Ok. 4.

Fig. 55. *Hydroides pectinata*. Querschnitt durch Sinus und Bauchgefäß im vorderen Thorax. Obj. 4, Ok. 4.

Fig. 56. *Hydroides pectinata*. Ein Stück vom Sinus, wie er in Fig. 55 dargestellt ist, stärker vergrößert. Imm. $\frac{1''}{15}$, Ok. 4.

Fig. 57. *Pomatoceros triquetroides*. Querschnitt durch die ösophageale Thoraxregion. Obj. 16, Ok. 4.

Fig. 58. *Pomatoceros triquetroides*. Querschnitt durch den Thorax, am Übergang der Schlundringgefäße ins Ventrals. Obj. 16, Ok. 4.

Fig. 59 a—b. *Pomatoceros triquetroides*. Querschnitt durch den mittleren Teil des Thorax (mediale Partie). Obj. 4, Ok. 4.

Fig. 60. *Pomatoceros triquetroides*. Querschnitt durch das Schlundringgefäß. Obj. 4, Ok. 4 (ganz ausgez. Tub.).

Fig. 61. *Pomatoceros triquetroides*. Querschnitt durch das Bauchgefäß mit abgehendem Ringgefäß und angrenzenden Teilen. Obj. 4, Ok. 4.

Fig. 62. *Pomatoceros triquetroides*. Querschnitt durch das Bauchgefäß.

Fig. 63. *Pomatoceros triquetroides*. Querschnitt durch die laterale Körperpartie in der Abdominalgegend. Obj. 4, Ok. 4.

Tafel XXIII.

Fig. 64. *Pomatoceros triquetroides*. Querschnitt durch das Abdomen. Das Ringgefäß rechts ist nach Rekonstruktion einiger Schnitte eingezeichnet. Obj. 16, Ok. 4.

Fig. 65. *Pomatoceros triquetroides*. Querschnitt durch die laterale Partie des Abdomens; Einmündung eines Ringgefäßes in den Sinus. Obj. 4, Ok. 4.

Fig. 66. *Serpula aspera*. Vertikaler Längsschnitt durch den Darm (Abdomen) seitlich der Medianebene des Körpers. Imm. $\frac{1''}{15}$, Ok. 4.

Fig. 67. *Serpula aspera*. Querschnitt durch den Ösophagus und das Schlundgefäß rechts, mit angrenzenden Partien. Obj. 4, Ok. 4.

Fig. 68. *Pomatoceros triquetroides*. Querschnitt durch das Bauchgefäß. Obj. 4, Ok. 4 (ausgez. Tub.).

Fig. 69. *Serpula aspera*. Querschnitt durch das Bauchgefäß. Imm. $\frac{1''}{15}$, Ok. 4.

Fig. 70. *Serpula aspera*. Querschnitt durch einen Kiemenstrahl. Obj. 4, Ok. 4.

Fig. 71. *Serpula aspera*. Querschnitt durch ein Ringgefäß im Abdomen. Imm. $\frac{1''}{15}$, Ok. 4.

Fig. 72. *Serpula aspera*. Querschnitt durch das Rückengefäß. Obj. 4, Ok. 4.

Fig. 73. *Serpula aspera*. Querschnitt durch das Lateralgefäß. Obj. 4, Ok. 4 (ausgez. Tub.).

Fig. 74. *Serpula aspera*. Darm (Abdomen) tangential angeschnitten. Imm. $\frac{1''}{15}$, Ok. 4.

Fig. 75. *Salmacina aedificatrix*. Querschnitt durch die vordere Thoraxgegend. Obj. 4, Ok. 4.

Fig. 76. *Salmacina aedificatrix*. Querschnitt durch den Thorax, wo die Schlundringgefäße gerade zum Ventrals verschmolzen sind. Obj. 4, Ok. 4.

Fig. 77. *Salmacina aedificatrix*. Darm tangential angeschnitten. Obj. 4, Ok. 4.

Fig. 78. *Salmacina aedificatrix*. Querschnitt durch das Bauchgefäß (im Abdomen). Obj. 4, Ok. 4.

Fig. 79. *Salmacina aedificatrix*. Querschnitt durch die hintere Abdominalgegend. Obj. 4, Ok. 4.

Fig. 80. *Salmacina aedificatrix*. Querschnitt durch das Darmepithel mit Sinus in der hinteren Abdominalgegend. Imm. $\frac{1''}{15}$, Ok. 4.

Fig. 81. *Salmacina aedificatrix*. Querschnitt durch das Darmepithel mit Sinus in der hinteren Abdominalgegend. Obj. 4, Ok. 4 (ausgezog. Tub.).

Die Bezeichnungen Obj. 4 und Obj. 16 beziehen sich auf LEITZ' Apochromate 4 mm, resp. 16 mm und Obj. 2 auf LEITZ' Objektiv Nr. 2; ferner Ok. 4 und Ok. 8 auf LEITZ' Kompensationsokulare 4 resp. 8; Imm. $\frac{1''}{15}$ auf Ölimmersion (Semi-Apoc.) Koristka, Milano. Sämtliche Figuren sind mit LEITZ' Zeich.-Okular entworfen und beim Druck: Taf. XIX, XX, XXIII um $\frac{1}{4}$, Taf. XVIII und XXI um $\frac{1}{5}$, Taf. XXII um $\frac{1}{7}$ verkleinert worden.



Fig. 2.



Fig. 5.



Fig. 5.



Fig. 7.



Fig. 6.



Fig. 1.



Fig. 1.

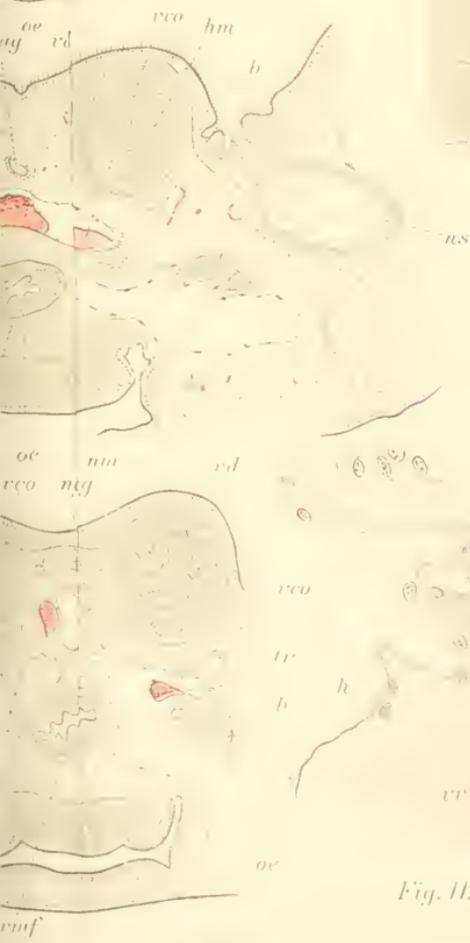
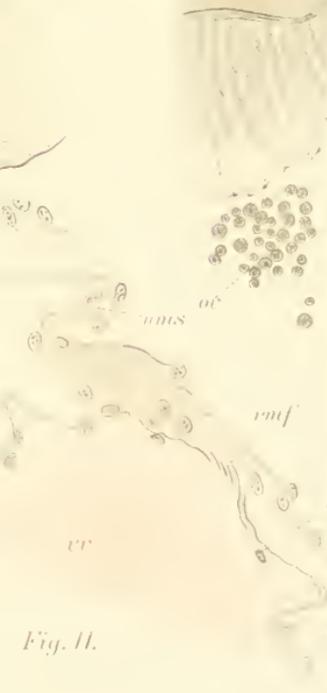


Fig. 11.



3
/ .



Fig. 2.



Fig. 1.

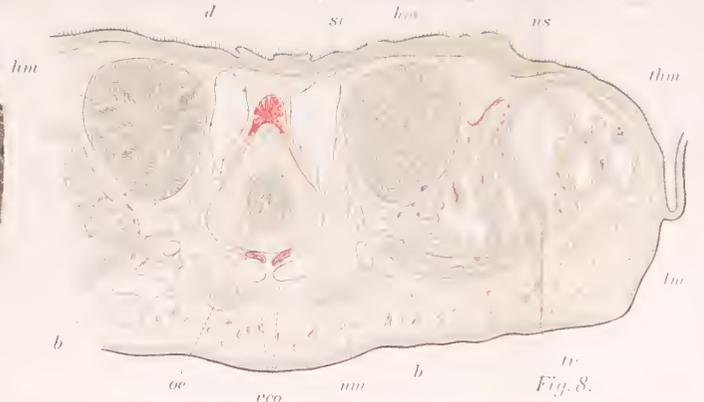


Fig. 8.



Fig. 5.

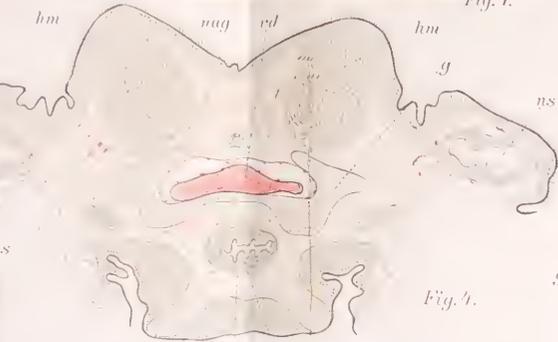


Fig. 4.



Fig. 9.

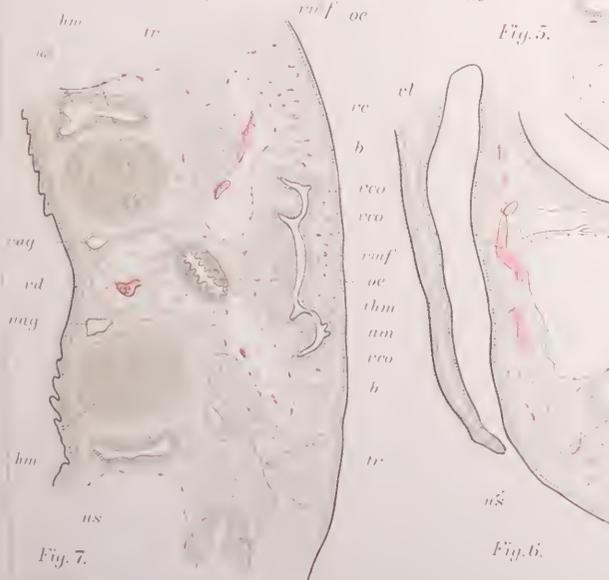


Fig. 7.

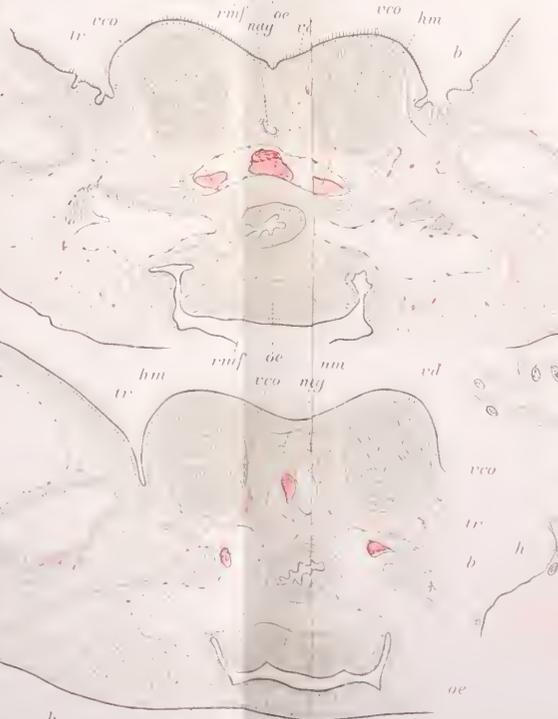


Fig. 6.

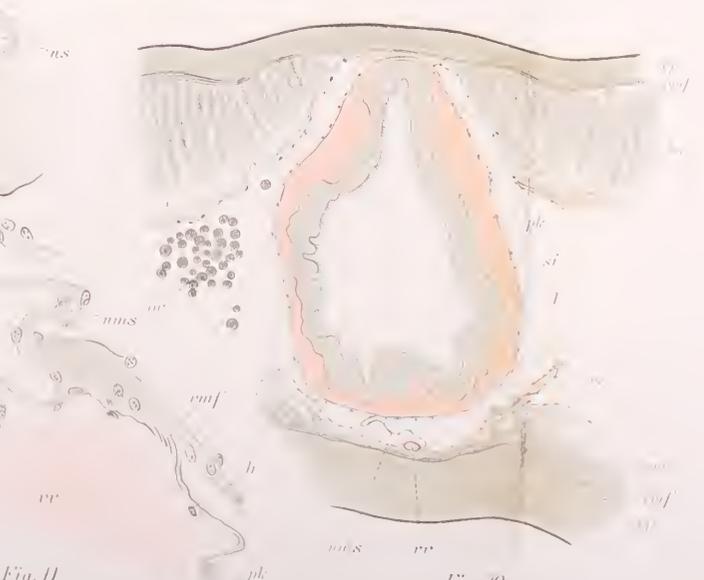


Fig. 10.

Fig. 10.



Fig. 15.



Fig. 12.



Fig. 16.

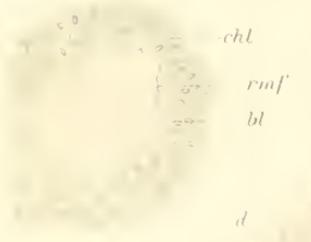


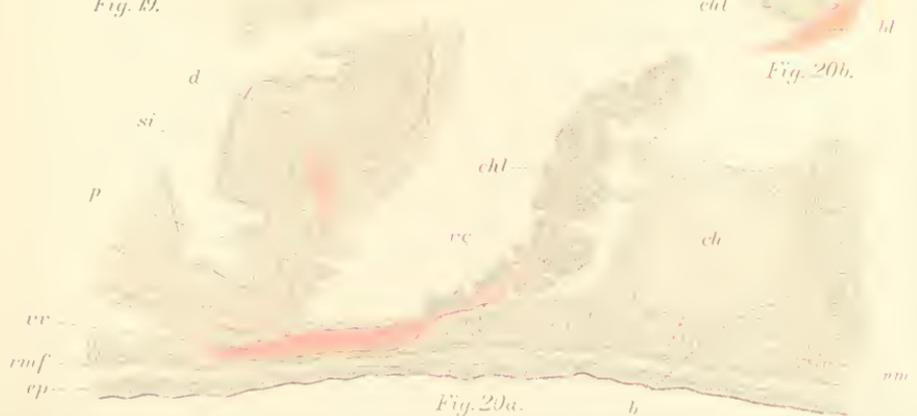
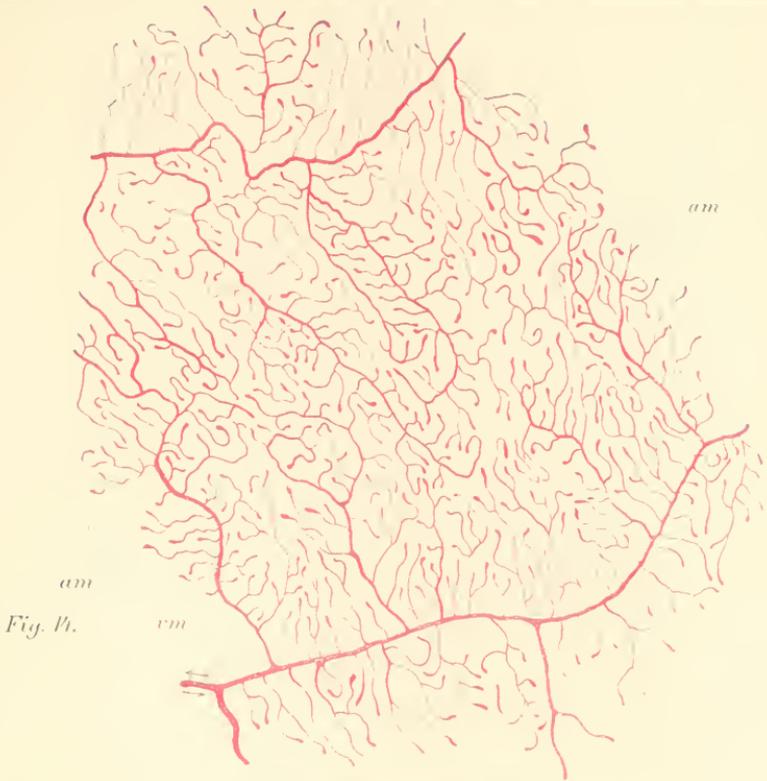
Fig. 18.

(f)

Fig. 17.



Fig. 17.



2
/ .

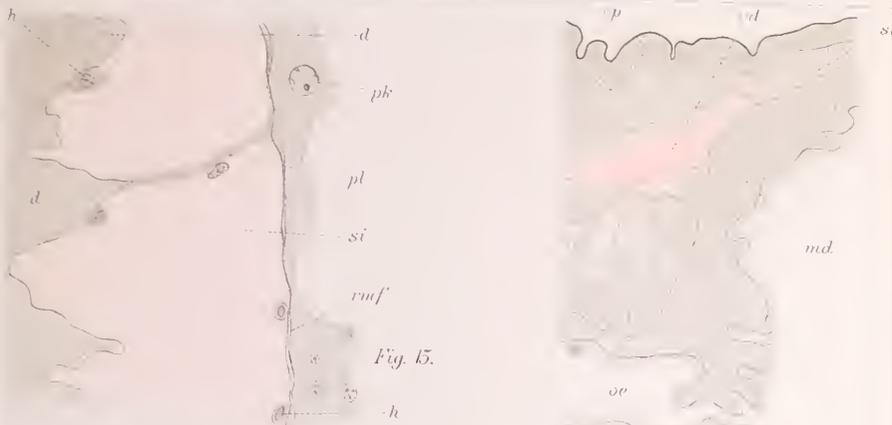


Fig. 15.



Fig. 12.



Fig. 16.



Fig. 18.

Fig. 17.

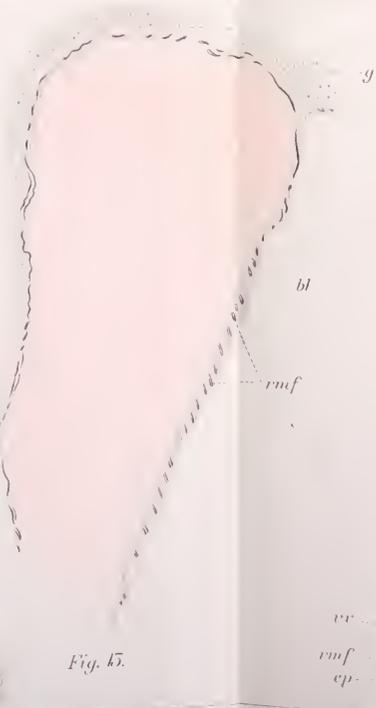


Fig. 15.

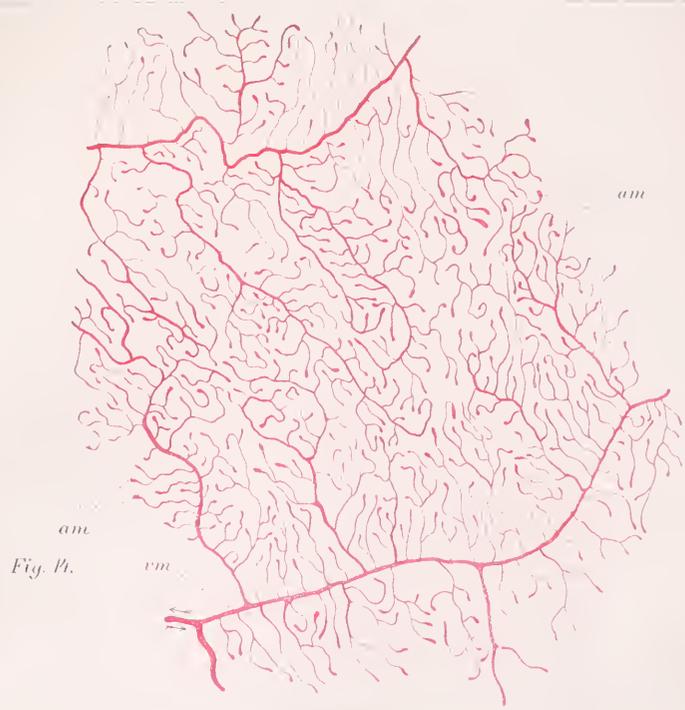


Fig. 14.



Fig. 19.



Fig. 20b.

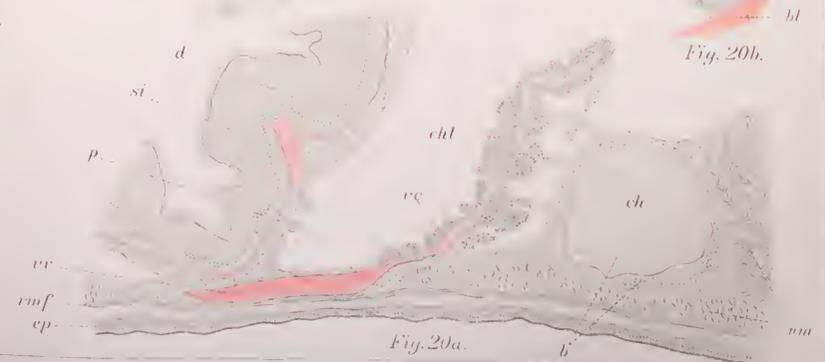


Fig. 20a.



Fig. 21.



Fig. 24.

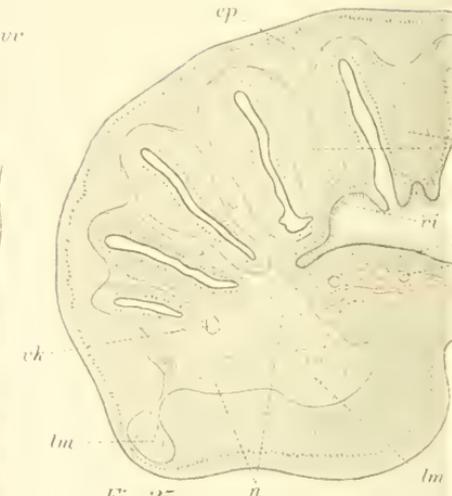


Fig. 25.



Fig. 26.

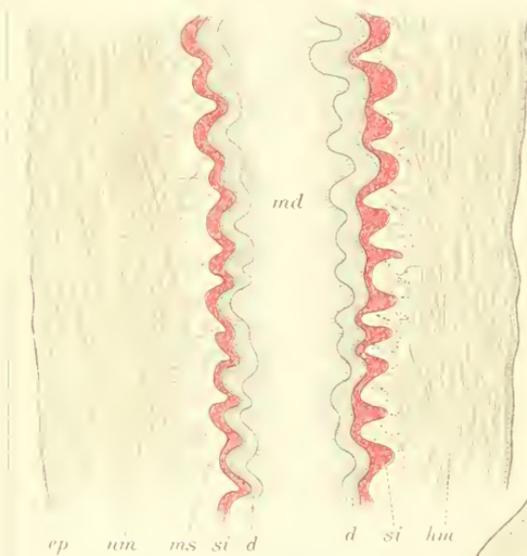


Fig. 22.



Fig. 27.



ns



Fig. 28.

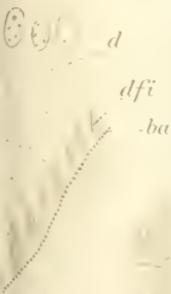


hw

bb

sp

nm



d

dfi

ba

55b.

Fig.

Verlo

3
/

Fig. 38.



Fig. 39.

Fig. 40.

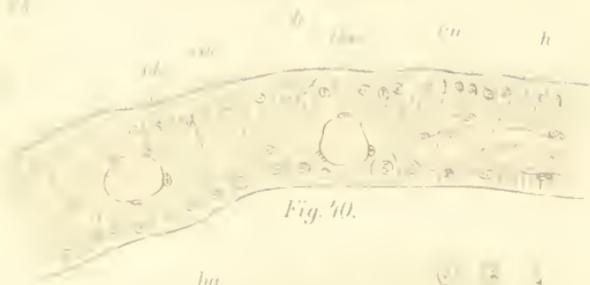


Fig. 41.

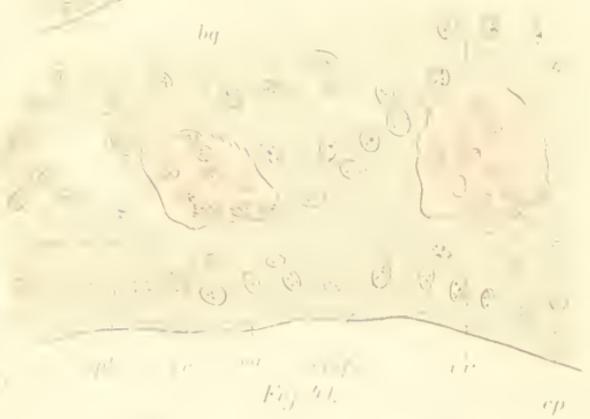


Fig. 42.



Fig. 43.



Fig. 42.

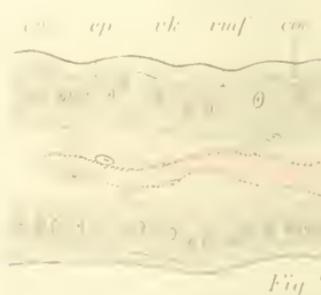


Fig. 44.



Fig. 9.

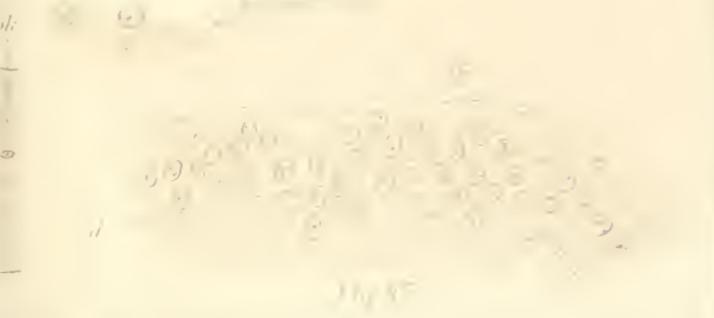


Fig. 18.

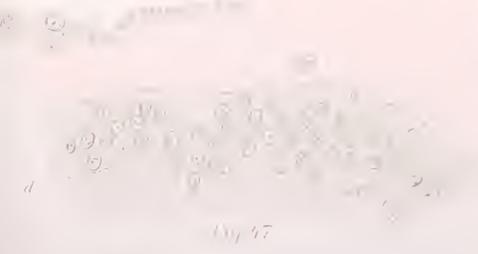
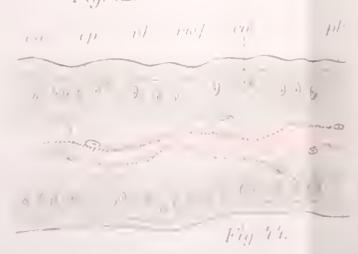
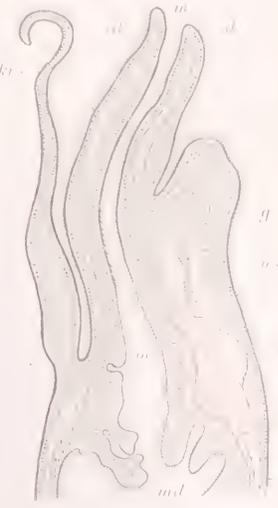
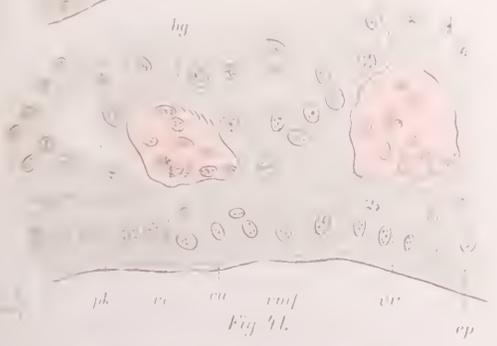
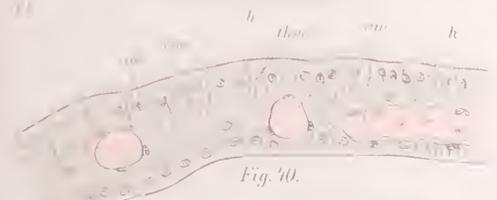


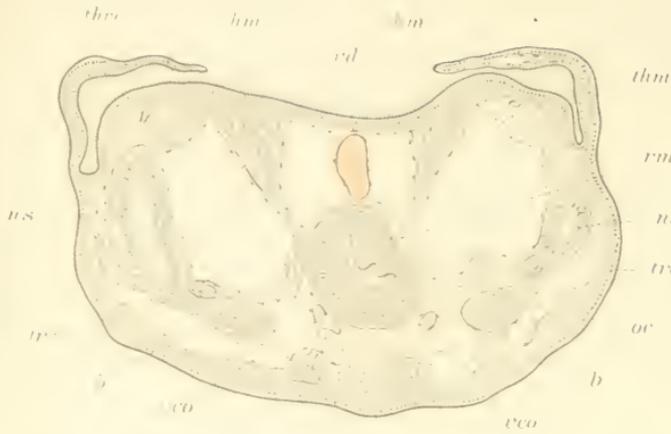
Fig. 10.

Fig. 11.



2.





nm
Fig. 55.



ep
Fig. 56.

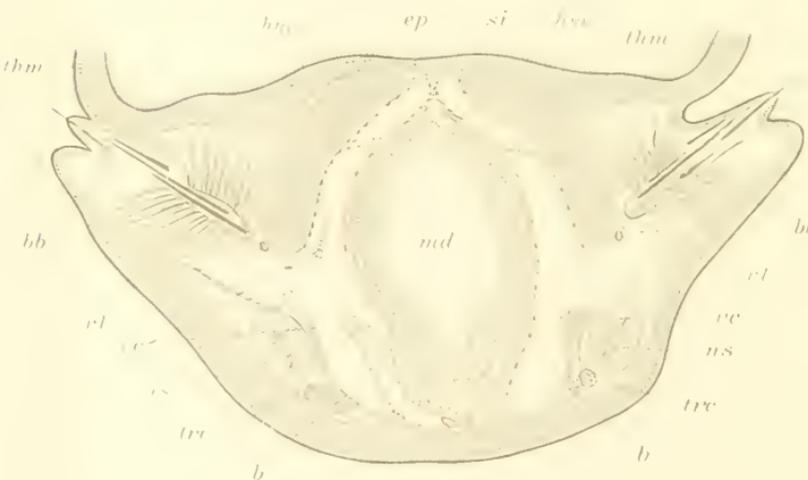


Fig. 58.

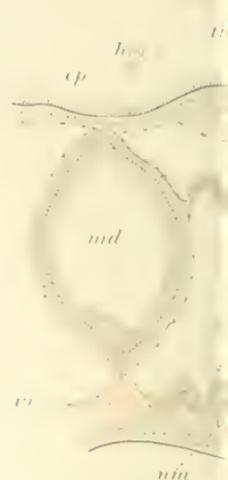


Fig. 59a.

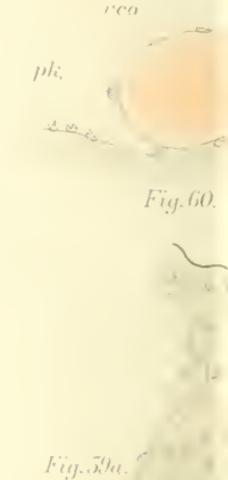


Fig. 59b.



Fig. 60.

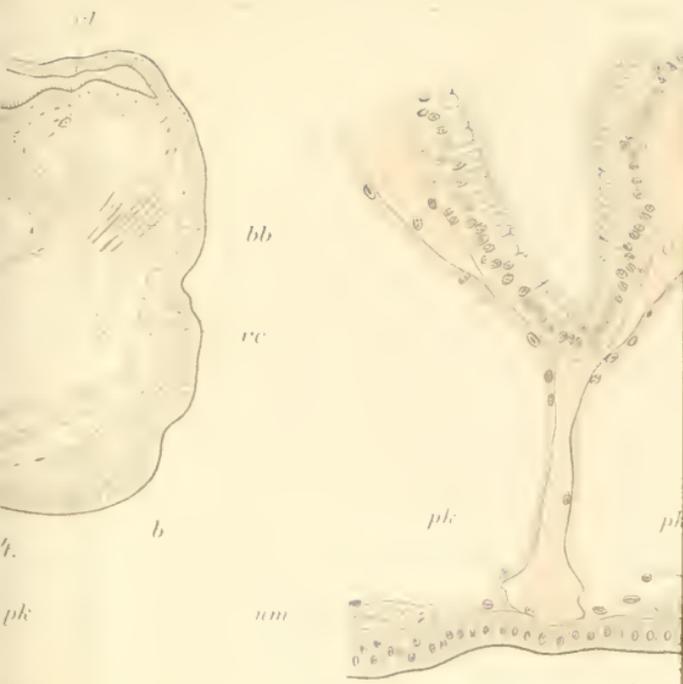


Fig. 55.



Fig. 61.

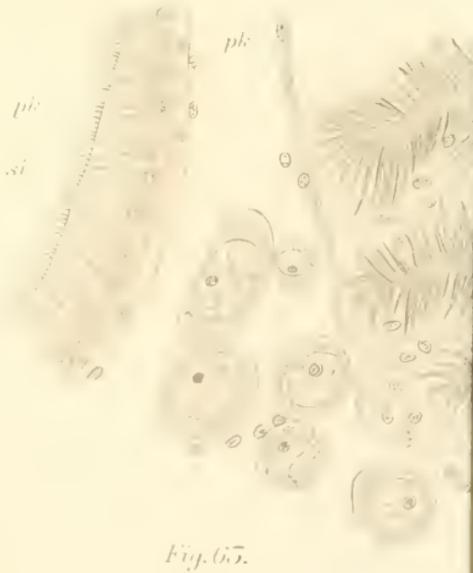


Fig. 67.

2.



Fig. 55.



Fig. 57.

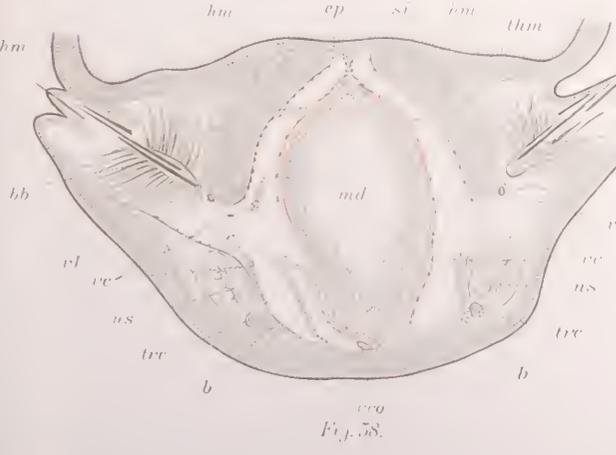


Fig. 58.

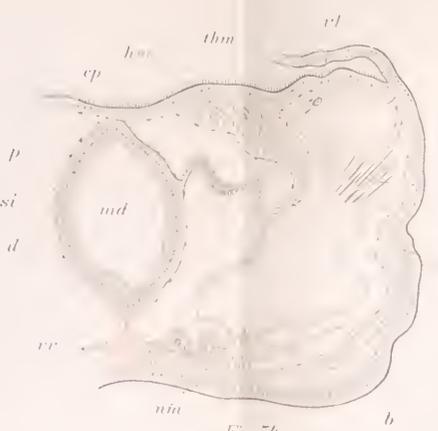


Fig. 54.



Fig. 60.



Fig. 59a.

Fig. 59b.

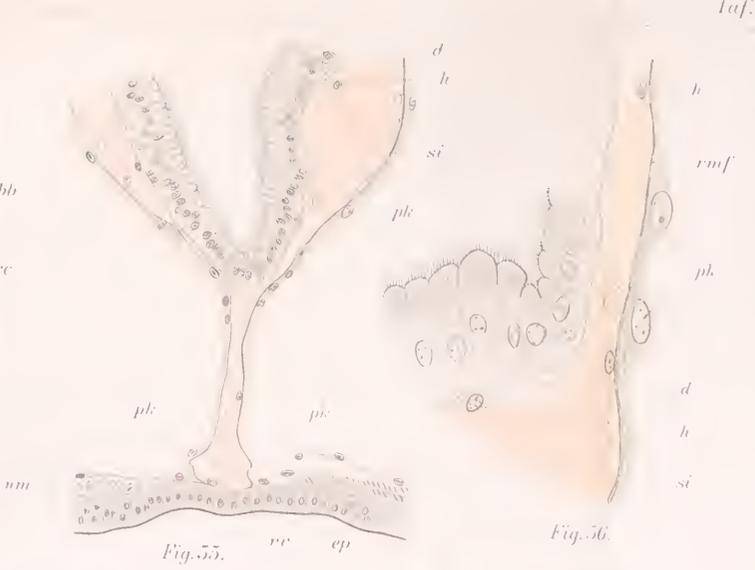


Fig. 55.

Fig. 56.



Fig. 61.

Fig. 62.

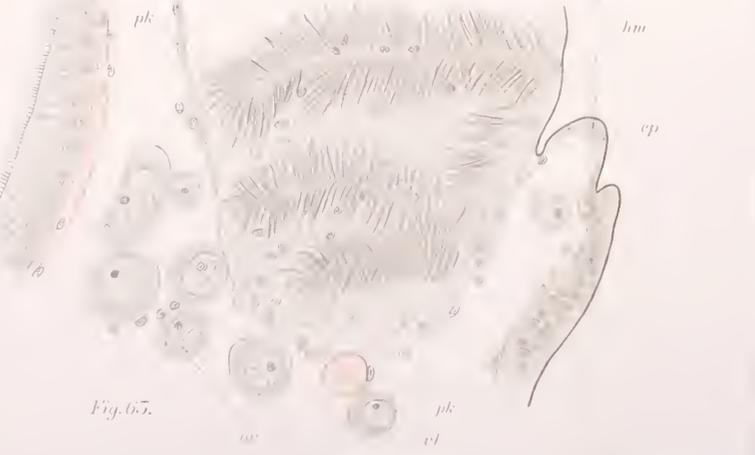


Fig. 65.

Fig. 64.

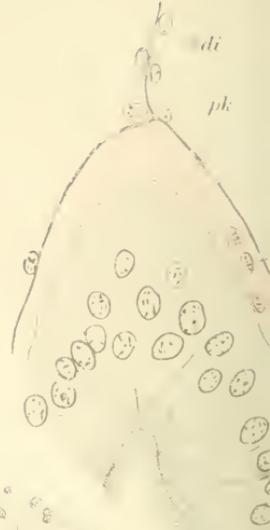
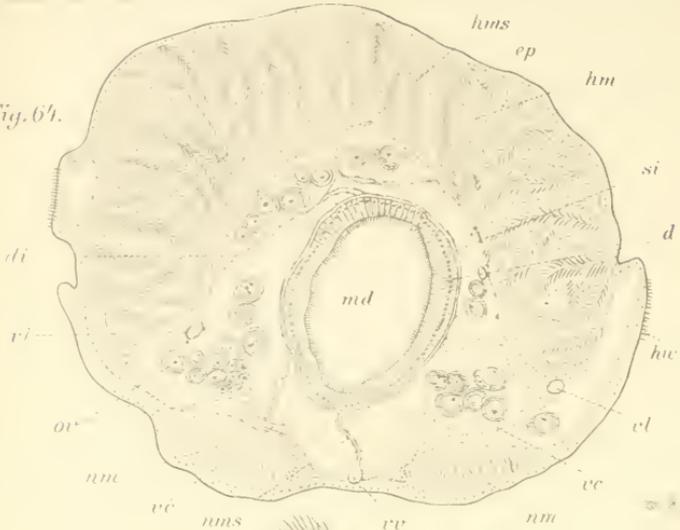


Fig. 67.

Fig. 65.

Fig. 69.

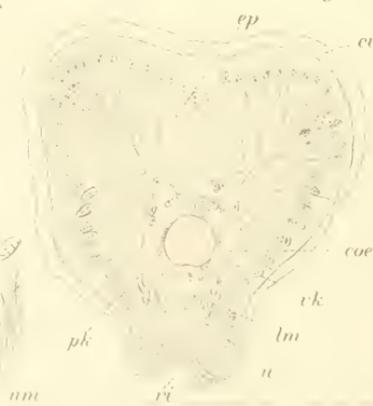
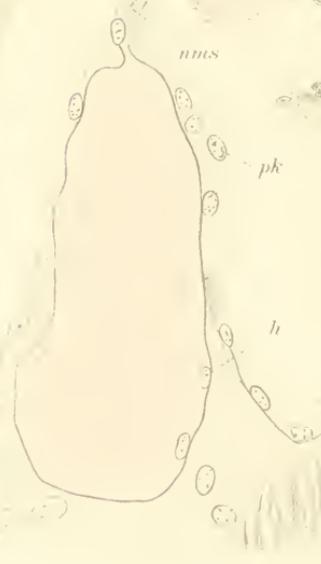


Fig. 70.



Fig. 71.

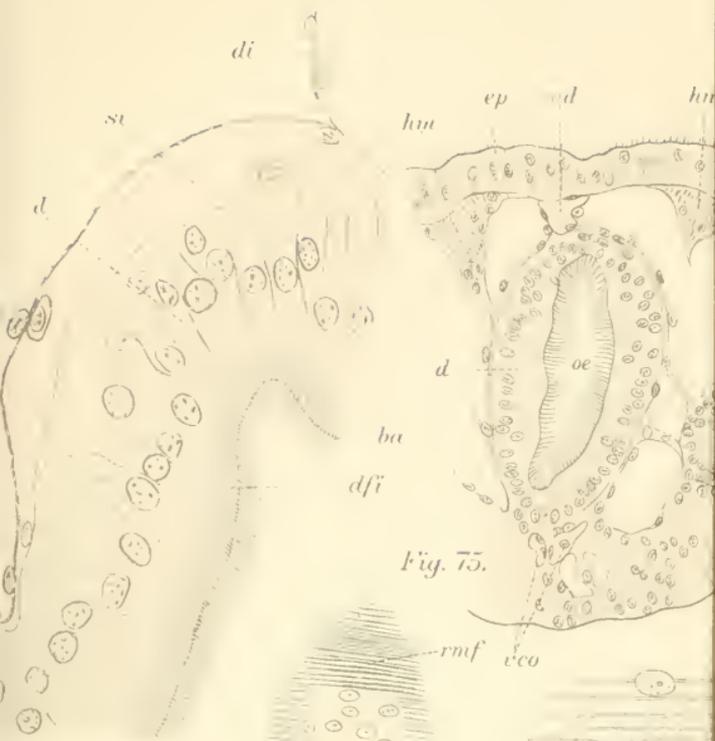


Fig. 75.

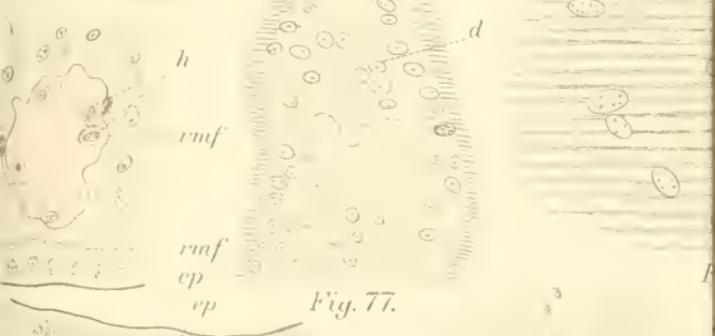


Fig. 77.

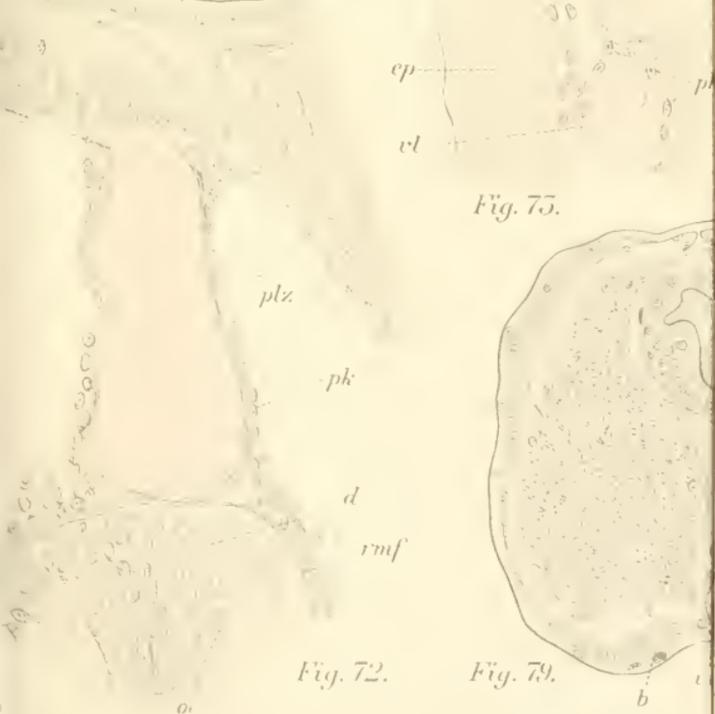


Fig. 72.

Fig. 79.

3
/ - ,

