

Beiträge zur Anatomie und Histologie des *Sipunculus nudus* L.

Von

Dr. Julius Andreae.

Mit Tafel XII und XIII.

Einleitung.

Während meiner Studien am Zoologischen Institute zu Heidelberg, im Sommer 1880, wurde ich von dem Herrn Professor BÜTSCHLI auf die sowohl in anatomischer wie systematischer Hinsicht so interessante Klasse der Gephyreen aufmerksam gemacht. Zwar lagen über diesen Gegenstand bereits sehr werthvolle Untersuchungen von den verschiedensten Autoren vor, so namentlich von GRUBE, KROHN, KEFERSTEIN, EHLERS, QUATREFAGES, LACAZE-DUTHIERS, und aus der neuesten Zeit von GREEFF und SPENGLER, doch zeigte sich schon beim Beginn meiner Arbeiten, dass auch hier eine Nachlese nicht ganz werthlos sein würde. Während nämlich in den letzten Jahren unsere Kenntnisse der einen Ordnung der Gephyreen, der Echiuren oder Gephyrei chaetiferi (*Gephyrea armata*), namentlich durch die eingehenden Untersuchungen der beiden zuletzt genannten Forscher ganz wesentlich gefördert wurden, zeigten sich bei der andern Ordnung, den Sipunculiden oder Gephyrei inermes, vor Allem in histologischer Beziehung noch einige nicht gerade unwesentliche Lücken. In Folge dessen ging ich Anfangs von der Absicht aus, die gesammte Anatomie der Gephyrei inermes einer Revision zu unterziehen, im Verfolge der Untersuchung häufte sich jedoch das Material so sehr, dass ich mich vorerst auf die Anatomie des Hauptvertreters der genannten Ordnung, des *Sipunculus nudus* L., beschränken musste.

In vorliegender Arbeit theile ich nun die wichtigsten Resultate dieser Untersuchung, in welcher ich ein Hauptgewicht auf die histologischen Verhältnisse gelegt habe, mit, so weit sie sich auf die äußere Gestalt, die Muskulatur und das Nervensystem des *Sipunculus nudus* erstrecken. Ich gedenke jedoch nicht, damit meine Studien über diesen

Gegenstand abzuschließen, sondern hoffe später noch wiederholt Gelegenheit zu finden, dieselben zu ergänzen und weiter auszudehnen.

Das Material zu den vorliegenden Untersuchungen, welche in der zweiten Hälfte des Jahres 1880 im Zoologischen Institute der Universität Heidelberg angestellt wurden, musste theils frisch von der Zoologischen Station zu Neapel bezogen werden, theils fand es sich in der Sammlung des genannten Institutes vor und wurde mir von Herrn Professor BÜTSCHLI in liberalster Weise zur Verfügung gestellt. Ich ergreife gern diese Gelegenheit um dem Herrn Professor BÜTSCHLI, meinem hochverehrten Lehrer, öffentlich meinen Dank auszusprechen sowohl für das gütige Wohlwollen, welches er meinen Bestrebungen stets entgegen brachte, als auch für den freundlichen Rath und die thätige Hilfe, welche er mir namentlich an den Stellen meiner Untersuchung zu Theil werden ließ, die dem Anfänger noch zu große Schwierigkeiten boten.

1) Äußere Körperform.

Der *Sipunculus nudus* L. besitzt im Allgemeinen einen cylindrischen Körper, der sich nach den beiden Enden hin zuspitzt. Diese gleichmäßig cylindrische Gestalt zeigt jedoch das Thier sowohl im Leben wie nach dem Tode nur sehr selten. In Folge ihres starken Muskelreichtums ist nämlich die Haut äußerst kontraktile, wodurch das Thier befähigt wird, jeden Augenblick seine Gestalt zu verändern und die verschiedensten Formen anzunehmen. Deshalb ist Länge und Dicke des Wurmes nicht nur nach dem Alter, sondern auch nach dem Grade der Hautmuskelnkontraktion äußerst verschieden. — Die Farbe des Thieres wird von den Beobachtern lebender Exemplare als graugelb bis fleischfarben geschildert. Außer dieser Färbung zeigt die äußere Haut noch einen atlasartigen (opalisirenden) Glanz, der nach GRUBE (4, p. 237) dem lebenden Thiere stets eigen ist und sich namentlich am hinteren Körperende stark bemerkbar macht. (Ich fand denselben sowohl bei in gewöhnlicher Weise in Alkohol konservirten als auch namentlich bei vorher mit Chromsäure behandelten Thieren, auch hier besonders stark am hinteren Körperende.)

Bei näherer Betrachtung lassen sich am Körper des *Sipunculus nudus* drei verschiedene Abschnitte unterscheiden, ein vorderer oder Rüsseltheil, ein mittlerer, der eigentliche Körper, und ein hinterer Endabschnitt. Von diesen Abschnitten ist der eigentliche Körper der bei Weitem größte. Derselbe ist ausgezeichnet durch seine 32 Längsfurchen, welche in gleichen Abständen parallel mit der Körperachse verlaufen und von einer großen, aber nicht konstanten Anzahl unter sich ebenfalls paralleler und annähernd gleich weit von einander entfernter Ring-

furchen senkrecht durchschnitten werden. Dadurch wird die ganze Oberfläche des eigentlichen Körpers in rechteckige, erhabene Felder getheilt, welche von GRABER (24) als »Integumentalfelder« bezeichnet werden. Diese »Integumentalfelder«, deren Entstehung und Bedeutung wir weiter unten kennen lernen werden, sind für unsern Wurm in so fern von systematischer Wichtigkeit, als KEFERSTEIN und EHLERS (10, 17) ihn durch die länglich-rechteckige Form derselben von dem *Sipunculus tesselatus* K. et E. unterscheiden, bei welchem die Integumentalfelder quadratisch sein sollen¹. Die Längsränder der Felder sind dunkler gefärbt wie der Innenraum, eine Folge starker Pigmentanhäufung an diesen Stellen.

Eine Unterbrechung in der regelmäßigen Anordnung der Integumentalfelder findet sich nur an drei Stellen, die im vordern Drittheile des eigentlichen Körpers gelegen sind, in Gestalt dreier Öffnungen, welche in Form von Querspalten die Längsfurchen senkrecht kreuzen. Von diesen Öffnungen zeichnet sich die hintere durch ihre bedeutendere Breite vor den übrigen aus. Es sind diese drei Spalten die Mündungen eben so vieler im Körperinnern liegender Organe, die größere die Mündung des Enddarmes, der After, die kleineren die äußeren Öffnungen der Segmentalorgane. Für uns ist hier zunächst die erstgenannte Öffnung von Wichtigkeit, da man, auf Grund der Lagerung des Nervenstranges den After als rückenständig betrachtend, nach der Lage dieser Öffnung auch äußerlich Rücken- und Bauchfläche an dem sonst regelmäßig cylindrischen Körper bestimmen kann. Die beiden kleineren Öffnungen der Segmentalorgane liegen in den beiden submedianen Linien der Bauchfläche, um ungefähr 8—10 Körperringe vom After nach vorn gelegen.

Ohne dass man in allen Fällen eine genaue Grenze erkennen könnte, geht der eigentliche Körper hinten in den dritten Abschnitt, den Endtheil, von den meisten Forschern als »Eichel« bezeichnet, über. Hier wird die Felderung der Haut immer schwächer und hört nach kurzer Zeit ganz auf, einer unregelmäßigen Längsstreifung Platz machend, wodurch eben so unregelmäßige Falten entstehen, die nach hinten zu immer stärker werden. Im Allgemeinen ist dieser Abschnitt gegen den eigentlichen Körper ziemlich bedeutend verdickt, spitzt sich aber nach hinten stark zu und gewährt so in der That das Ansehen einer Eichel.

An der hinteren Spitze desselben stülpt sich plötzlich die ganze Körperwandung handschuhfingerartig in die Leibeshöhle ein, wobei die Haut, namentlich die Cuticula, bedeutend dünner wird und sich so stark in Falten legt, dass der ganze durch die Einstülpung gebildete Trichter

¹ Es bedarf diese Angabe aber noch der Bestätigung.

von ihr ausgefüllt wird. In dorsoventraler Richtung ist dieser Trichter stark zusammengedrückt. Dadurch wird an der hintersten Spitze der Eichel das Aussehen eines Kanales oder Porus »mit einem zweilippigen Saume« erzeugt. Ein solcher Porus existirt aber bei unserem *Sipunculus nudus* in Wirklichkeit nicht, sondern die Einstülpung ist immer blind geschlossen. Injektionen, die ich sowohl von außen als wie auch vom Körperinnern aus versuchte, waren ohne Erfolg. Andererseits habe ich durch vorsichtige Maceration die ganze Cuticula unversehrt isolirt, konnte in ihr aber selbst bei der stärksten Vergrößerung — abgesehen von den gleich zu besprechenden Mündungen der »Hautkörper« KEFERSTEIN'S — keinerlei Öffnung entdecken. Wegen der starken Faltungen und Einbiegungen der Cuticula an dieser Stelle ist die Durchsuchung derselben unter dem Präparirmikroskop allerdings mit Schwierigkeiten verknüpft, zumal die hier äußerst dünne Haut leicht zu Zerreißen und dadurch zu Täuschungen Veranlassung giebt. Bei einiger Sorgfalt und Mühe kann man sich jedoch von der zweifellosen Integrität der Cuticula mit Sicherheit überzeugen. Eben so kann man auf passenden Längsschnitten durch die Eichel das Fehlen eines Porus unschwer konstatiren. Dass die Haut an dieser Stelle gelegentlich oder zu gewissen Zeiten reiße, sei es um dem Meereswasser den Zutritt in die Körperhöhle zu gestatten, sei es um die Geschlechtsprodukte zu entleeren, wie dies TEUSCHER (25, p. 498) vermuthet, scheint mir mindestens sehr zweifelhaft. Ausgestülpt habe ich den hintersten, in das Leibesinnere hineinragenden Theil der Eichel niemals gefunden.

Vorn schließt sich an den eigentlichen Körperabschnitt, durch eine scharfe, deutliche Furche von ihm geschieden, der Rüssel an. Dieser vorderste Körpertheil ist im Gegensatz zum vorhergehenden dadurch charakterisirt, dass auf ihm die Längs- und Ringfurchen mit ihren dazwischen liegenden Integumentalfeldern vollständig fehlen. Dafür treten hier aber ganz neue, dem übrigen Körper fehlende Hautbildungen auf, die Papillen (Fig. 44). Es sind das rundlich-dreieckige, flache Hervorragungen der Körperdecke, die mit ihrer breiten Basis dem Integument aufsitzen und mit ihrer freien abgerundeten Spitze nach dem hintern Körperende gerichtet sind. In dem dem eigentlichen Körper zunächst angrenzenden Rüsseltheile sind diese Papillen ziemlich groß und stehen dicht gedrängt, so dass sie sich schon bei geringer Kontraktion der Haut dachziegelförmig über einander lagern. Weiter nach vorn hin werden die Papillen jedoch immer kleiner, die Zwischenräume zwischen ihnen immer beträchtlicher, bis schließlich in einiger Entfernung hinter den Tentakeln die Papillen ganz verschwinden und die Haut vollkommen glatt erscheint. Wenn sich auch in der Anordnung der Papillen keine

bestimmte Regelmäßigkeit erkennen lässt, so sind dieselben doch nicht so ganz unregelmäßig gestellt wie bei *Phascolosoma*, indem die Abstände zwischen benachbarten Papillen immer annähernd gleich groß sind.

An ihrem vordersten Ende geht die Rüsselhaut unmittelbar auf die Tentakel über, welche in Form einer blattförmigen, vielfach zerschnittenen Membran die vordere Körperspitze einnehmen und die Mundöffnung kreisförmig umgeben. Auf den Tentakeln ist die Haut in ihrer ganzen Ausdehnung mit kurzen Flimmerhaaren dicht besetzt. — Auf den feinern histologischen Bau der Tentakel sowohl wie der Papillen und der Integumentalfelder des eigentlichen Körperabschnittes werde ich, des bessern Verständnisses wegen, erst weiter unten nach der Betrachtung der Körperhülle eingehen.

Die beiden ältesten Forscher, die uns eine genauere Anatomie des *Sipunculus nudus* geliefert haben, DELLE CHIAJE (3) und GRUBE (4) beschrieben Beide eine an der hintern Körperspitze gelegene Öffnung, welche »sehr eng, in die Breite gezogen und von einem fast zweilippigen Rande umgeben ist« und »wahrscheinlich zur Ausleerung der Eier« dient. Diese hintere Öffnung wurde zuerst von KROHN (8, p. 374) auf Grund sorgfältiger Untersuchungen geleugnet. Späterhin wurde jedoch die Angabe der beiden erstgenannten Forscher wieder von KEFERSTEIN und EHLERS (10, p. 37, 42) aufgenommen. Einige Jahre nachher scheint aber auch KEFERSTEIN über diese Öffnung etwas zweifelhaft geworden zu sein, denn er schreibt in seiner Charakteristik der Gattung *Sipunculus* L. (17, p. 449): »In der hinteren Spitze eine lippenartige Bildung (Porus?)«, bemerkt dagegen bei *Phascolosoma* ausdrücklich das Fehlen eines solchen Porus. Im Jahre 1867 legte dann JOURDAIN (20) der Pariser Akademie die Resultate seiner Untersuchungen über die vier Species: *Sipunculus gigas* de Quatref., *Sipunculus obscurus* de Quatref., *Sipunculus vulgaris* Blainville und *Sipunculus punctatissimus* Gosse vor, welche übrigens mit Ausnahme des *Sipunculus gigas* zu der Gattung *Phascolosoma* Leuckart gehören¹. Nach diesen Untersuchungen nun soll sich beim *Sipunculus gigas* am Hinterende ein Porus (»un orifice muni d'un sphincter«) vorfinden, bei den drei übrigen Arten aber fehlen. In neuester Zeit endlich hat sich TEUSCHER (25, p. 497) nach sehr sorgfältigen Injektionen und Präparationen überzeugt, dass der angebliche Porus, bei unserem *Sipunculus nudus* wenigstens, nicht existirt. Dagegen hält er, wie auch A. BRANDT (23, p. 32), ein temporäres Zerreißen der Haut an dieser Stelle zum Zwecke der Entleerung der Geschlechtsprodukte für wahrscheinlich.

¹ Vgl. darüber auch DIESING (9) und KEFERSTEIN (45, 47).

In ihrer ersten Arbeit erwähnen KEFERSTEIN und EHLERS (40, p. 37), dass der After des *Sipunculus nudus* auf der Grenze des zweiten und dritten vorderen Körpersechstheils liege, während das erste Sechstel von dem Rüssel eingenommen werde. Später aber (47, p. 448) ändert KEFERSTEIN diese Ansicht, ohne dafür irgend einen Grund beizubringen, indem er ganz allgemein angiebt, dass bei allen Sipunculiden der After auf der Grenze von Rüssel und eigentlichem Körper liege. Bei *Phascolosoma* ist das allerdings annähernd richtig, obschon KEFERSTEIN selbst zugiebt (45, p. 38), dass auch hier diese Annahme nicht immer zutrifft. Warum dieselbe aber auch für den *Sipunculus* gelten soll, ist in Anbetracht der früheren richtigen Begrenzung nicht wohl ersichtlich. Dadurch wird nun KEFERSTEIN genöthigt (47, p. 449 ff.), am Rüssel einen »papillentragenden« Theil von einem »längsgerippten und querveringelten« zu unterscheiden, welche beide ungefähr von der gleichen Länge sind; doch bemerkt er dabei ausdrücklich, dass nur der erste Theil eingestülpt werden könne. Außer diesem verschiedenen Verhalten und äußern Ansehen zeigt aber auch die nähere anatomische Untersuchung namentlich in Bezug auf die Muskulatur eine durchaus vollständige Verschiedenheit der beiden Theile, deren hinterer, nicht papillentrager sich dagegen in keiner Weise vom eigentlichen Körperabschnitt unterscheidet. Ich möchte deshalb mit dem Ausdrücke »Rüssel« nur den papillentragenden vordersten Körperabschnitt bezeichnet wissen, mit Einschluss der kurzen papillenlosen Strecke unmittelbar hinter den Tentakeln, und habe ich denselben stets nur in dieser Begrenzung in meiner Arbeit angewandt. Dabei muss ich jedoch noch ausdrücklich bemerken, dass ich die Bezeichnung »Rüssel« nur beibehalten habe, weil sie einmal für diesen Körpertheil des *Sipunculus* eingeführt ist, ohne damit gleichzeitig über die morphologische Bedeutung dieses Organes etwas aussagen zu wollen.

2) Integument.

Bei unserem *Sipunculus nudus* setzt sich das Integument im engeren Sinne aus drei verschiedenen Lagen zusammen, einer äußeren Cuticula, einer inneren Cutis und einer zwischen diesen beiden liegenden Hypodermis oder Epithelschicht.

Die Cuticula (Fig. 4, 4, 7 . . c) is eine verhältnismäßig ziemlich dünne, glashelle Membran mit einem atlasartigen Glanze, der das Thier oft in den verschiedensten Farben schillern lässt. Ihre Dicke wechselt mit den verschiedenen Körperregionen und mit dem Grade der Kontraktion. In der Regel misst sie auf dem eigentlichen Körper ungefähr 0,04 mm; im Rüssel ist sie meist nur halb so dick und auf den Tentakeln sogar nur noch bei ganz starken Vergrößerungen zu erkennen, erreicht

aber in der Eichel oft die 3—4fache Mächtigkeit wie im Körper. Auf dem Querschnitte zeigt die Cuticula eine deutlich geschichtete Zusammensetzung; namentlich im hintersten Körperabschnitte treten diese Schichten sehr deutlich hervor und lösen sich durch zufälliges Zerzupfen häufig von einander los. Von der Fläche betrachtet, machen sich auf der Cuticula zwei Systeme von feinen parallelen Linien bemerkbar, welche sich annähernd unter einem rechten Winkel kreuzen und gegen die Längsachse des Körpers ungefähr unter einem Winkel von 45° geneigt sind (ganz ähnlich den Linien wie sie z. B. auch die Cuticula zahlreicher Nematoden und des Regenwurmes zeigt). Doch sind diese Linien nicht durchaus gleichmäßig entwickelt, sondern es treten einzelne Züge derselben deutlicher hervor, auch sind sie meist in der Nähe der Hautporen etwas gekrümmt. In dieser Streifung der Cuticula haben wir jedenfalls die Ursache für den eigenthümlichen Glanz derselben zu suchen.

Die eben erwähnten »Hautporen«, die Mündungen besonderer in die Cutis eingebetteter Drüsen, lassen sich an einfachen Flächenpräparaten der Haut, namentlich nach vorhergegangener Behandlung mit verdünnter Kalilauge, leicht studiren. Sie sind über die ganze Körperoberfläche — mit Ausnahme des vordersten, papillenlosen Rüsseltheiles und der Tentakel — unregelmäßig vertheilt und je nach der Größe der zugehörigen Drüsen von sehr verschiedener Weite. Die äußere Mündung der Poren ist meist beträchtlich kleiner wie die innere, und erscheinen dieselben daher bei Flächenpräparaten in der Regel als zwei concentrische Kreise.

Gegen verdünnte kalte Kali- oder Natronlauge, eben so gegen Essigsäure und Salpetersäure, ist die Cuticula vollkommen resistent. Dagegen löst sie sich in kochender, selbst stark verdünnter Kalilauge mit großer Leichtigkeit. Durch dieses Verhalten unterscheidet sich also die Cuticula des *Sipunculus* sowohl wie die anderer Würmer nicht unwesentlich von dem sonst ähnlichen Chitin der Arthropoden. Es erscheint demnach nicht gerechtfertigt, mit ELLERS (11, p. 14 ff.) die Substanz der Gephyreencuticula einfach als »Chitin« zu bezeichnen, doch kann man immerhin noch sagen, dass sie dem Chitin der Arthropoden verwandt sei. (Vergleiche über diesen Gegenstand auch GRABER [24, p. 13].)

Unter dieser Cuticula nun liegt als Matrix derselben die Hypodermis (Fig. 1, 4, 7, 8§. . h), gebildet aus einer einfachen Lage cylindrischer Epithelzellen mit deutlichen Kernen und feinkörnigem Plasma. Die Dicke dieser Schicht ist ebenfalls je nach dem Kontraktionsgrade schwankend; auf dem eigentlichen Körper beträgt sie durchweg 0,008 bis 0,010 mm, auf dem Rüssel meist nur ein Geringes weniger. Auf dem nach hinten gerichteten freien Rande der Papillen aber und ebenso

im hintern Körperende nimmt die Hypodermis bedeutend an Dicke zu und misst hier bis 0,045 mm. Während demnach die Epithelzellen des Körpers und des Rüssels ungefähr eben so breit wie hoch sind, erscheinen sie in der Eichel und in den Papillen stark in die Länge gestreckt, indem sie hier annähernd doppelt so hoch wie breit sind. Die etwas länglichen Kerne sind meistens dem Grunde, d. h. der nach der Cutis zu liegenden, konvexen Wand der Zellen genähert. Von der Fläche gesehen gewährt die Hypodermis den Anblick einer Lage unregelmäßig polygonaler Zellen mit centralen, rundlichen Kernen, deren mittlere Entfernung ungefähr 0,04 mm beträgt.

Mit der Cuticula ist die Hypodermis sehr innig verbunden und lässt sich von derselben nur durch Zerstörung mittelst kalter Kalilauge trennen. Minder fest ist dagegen ihr Zusammenhang mit der unter ihr liegenden Schicht, der Cutis. Durch gelinde, geeignete Maceration lassen sich die beiden äußeren Hautschichten im Zusammenhange leicht von der dritten, innersten trennen. So heben sich z. B. die Schichten schon von selbst von einander ab, wenn man Hautstücke einige Zeit in Wasser liegen lässt, oder wenn der Alkohol, in dem die Thiere aufbewahrt wurden, schlecht geworden. Diese Erscheinung veranlasste LINNÉ — wie schon von GRUBE (4, p. 240) und KEFERSTEIN (17, p. 405) erwähnt wird — zu dem Irrthume, solche macerirte Spiritusexemplare des *Sipunculus nudus* als eine besondere Species, als *Nereis sacco induta* (1) und später als *Sipunculus saccatus* (2) zu beschreiben. Dieser *Sipunculus saccatus* ist auch von DIESING (9) als Species inquirenda in sein Systema helminthum aufgenommen worden, muss aber wohl ganz unzweifelhaft fallen gelassen werden.

Auf die Hypodermis folgt als innerste Hautschicht die Cutis (Fig. 1 C, 2), welche von allen drei Schichten bei Weitem am mächtigsten entwickelt ist und sehr verschiedene Elemente in sich begreift. Wenn auch nicht überall als Hauptbestandtheil, so doch als Grundsubstanz dieser Schicht haben wir ohne Zweifel ein areoläres Bindegewebslager zu betrachten, in welches alle übrigen Elemente eingebettet erscheinen. Dieses Bindegewebslager besteht vorzugsweise aus einzelnen sehr dünnen, langen Fasern, welche sich nach allen Richtungen kreuzen und innig durch einander flechten und häufig bei zufälligen Zerreißen isolirt aus der übrigen Masse hervorragen. Die homogene Zwischensubstanz ist im Verhältniss zu den Fasern nicht bedeutend entwickelt, zeigt aber eine große Anzahl deutlicher, bald rundlicher, bald mehr spindelförmiger Kerne, die den Kernen der Epithelzellen und des später zu erwähnenden Peritoneums an Größe und Gestalt sehr ähnlich sind. Der Durchmesser dieser Kerne, welche unregelmäßig zwischen den Fasern

zerstreut sind, schwankt zwischen 0,005 und 0,010 mm. — Zuweilen sieht man ganz deutlich wie sich Bindegewebsfasern direkt an die Wandung von Hypodermiszellen inseriren.

Außer der homogenen Zwischensubstanz mit ihren Kernen und den feinen Fasern zeigt nun das Bindegewebe der Cutis, im Körper nur spärlich, an solchen Stellen aber, wo es stärker entwickelt ist (so namentlich in den Tentakeln), oft in großer Anzahl zwei weitere Bindegewebelemente in Form von Zellen mit deutlichen Kernen, welche sich in nichts von den übrigen Bindegewebskernen unterscheiden. Die eine Art (Fig. 2 a) wird gebildet aus großen, rundlichen, vollkommen durchsichtigen und homogenen Zellen, welche von den sonst ganz ähnlichen farbigen Blutkörperchen nur durch die bedeutendere Größe (0,02 mm) und den etwas undeutlichen Umriss verschieden sind. Die zweite Form der Bindegewebskörper (Fig. 2 b) besteht aus kleineren Zellen — etwa halb so groß wie die vorigen — von ganz unbestimmter Gestalt mit deutlich körnigem Plasma. Beiderlei Elemente finden sich unregelmäßig zwischen den Fasern zerstreut, meist jedoch in der Nähe der Hypodermis etwas angehäuft.

Gegen verdünnte Alkalien- und Salpetersäure zeigt sich das Bindegewebe sehr wenig widerstandsfähig. Schon nach kurzer Einwirkung wird es von den genannten Agentien mehr oder minder vollständig zerstört.

In diese areoläre Bindegewebsmasse nun sind eingelagert Pigmentballen, Hautdrüsen (»Hautkörper« KEFERSTEIN'S) und die Enden peripherischer Nerven.

Die Pigmentballen, über welche ich in der Litteratur nur äußerst spärliche Notizen finde, obschon sie im Organismus der Gephyreen und besonders des *Sipunculus* eine sehr große Verbreitung besitzen, erscheinen auf den ersten Blick als bräunlich-gelbe körnige Massen, welche sich zu rundlichen, ovalen oder auch mehr unregelmäßigen Haufen von den allerverschiedensten Dimensionen zusammengeballt haben (Fig. 4, 9, 10 . . f). An geeigneten Querschnitten durch die ganze Haut und bei eingehenderem Studium erkennt man an ihnen zunächst eine den ganzen Ballen umgebende, deutlich doppelt konturirte Haut (Fig. 3 t) und im Innern, in der braunen Körnermasse, eine mehr oder minder große Anzahl heller, länglich-ovaler Kerne, welche namentlich nach der Färbung mit GRENACHER'schem Alaunkarmin¹

¹ Ich habe bei den vorliegenden Untersuchungen fast ausschließlich dieses Tinktionsmittel (vgl. SCHULTZE's Arch. f. mikroskopische Anat. Bd. XVI. p. 465 ff.) angewandt und leistet dasselbe, namentlich wo es sich um Kernfärbungen handelt, in der That Ausgezeichnetes.

ziemlich deutlich hervortreten. Dieselben Kerne bemerkt man auch hier und da an der Peripherie der Ballen, in der das Ganze umgebenden Membran. Diese letztere scheint eine ganz ähnliche vorwiegend fibrilläre Struktur zu haben wie die bindegewebige Grundsubstanz der Cutis, ist aber etwas resistenter wie diese gegen verdünnte Kalilauge. Während nämlich der bei Weitem größte Theil der Cutis bei der Behandlung mit diesem Agens zu Grunde geht, bleibt die Hülle der Pigmentballen, wenn die Lauge nicht zu lange einwirkt, ziemlich unversehrt.

Da nun das Pigment selbst einerseits durch seine dunkle, schmutzige Färbung die weitere Untersuchung sehr erschwert, andererseits, wie wir weiter unten sehen werden, gegen chemische Agentien eine außerordentliche Widerstandsfähigkeit zeigt, so schien es Anfangs unmöglich, sich über die feinere Struktur der Pigmentballen genügende Aufklärung zu verschaffen. Nachdem es mir aber endlich dennoch gelungen, das Pigment, wenn auch nicht ganz zu zerstören, so doch wenigstens sehr stark aufzuhellen, zeigte sich im Innern der Ballen ein bindegewebiges Gerüst (Fig. 3 g), gebildet aus einer großen Anzahl dünner Fasern, welche, von der umgebenden Tunica propria ihren Ursprung nehmend, den Innenraum nach allen Richtungen durchkreuzen und dadurch eine Menge einzelner Maschen erzeugen. In diese Maschen nun scheinen die kleinen dunkeln Pigmentkörner (Zellen?) eingelagert zu sein, während die oben erwähnten hellen Kerne anscheinend dem bindegewebigen Netzwerke, welches dieselbe Struktur besitzt wie die umhüllende Membran, angehören. Besonders in einigen Fällen, wo das Pigment zufällig theilweise aus den Maschen herausgefallen war, glaubte ich diese Verhältnisse mit befriedigender Deutlichkeit zu erkennen. An den rundlichen Pigmentkörnern selbst habe ich von einer weiteren Struktur nichts wahrnehmen können.

Diese eben beschriebenen Pigmentballen sind im ganzen Körper des *Sipunculus nudus* sehr verbreitet und scheinen nur an wenigen Stellen ganz zu fehlen. Mit Ausnahme des vordersten Rüsseltheiles und der Tentakel finden sie sich in der ganzen Ausdehnung der Cutis und die größeren von ihnen sind schon von außen, durch die beiden obersten Hautschichten hindurch, makroskopisch gut zu erkennen. Ziemlich verbreitet sind sie außerdem in den beiden äußeren Muskellagen, im Peritoneum, in der Darmwandung und in der Hülle sowohl wie in der eigentlichen Nervenmasse des Bauchstranges. Vollständig zu fehlen scheinen sie nur den Längsmuskeln und Retraktoren, den »Anal-schläuchen«, der Wandung des »Darmdivertikels« und den Seitennerven.

Während das Pigment in den übrigen Organen ziemlich regellos zerstreut sich vorfindet, ist es in der Cutis mit einer gewissen Regel-

mäßigkeit angeordnet. Auf dem eigentlichen Körper sind hier nämlich die Pigmentballen dicht gedrängt in je zwei parallele Streifen gestellt, welche beiderseits unter den 32 Längsfurchen der äußeren Haut verlaufen. Diese parallelen Pigmentreihen lassen sich an gut konservirten Alkoholpräparaten schon äußerlich ganz leicht mit unbewaffnetem Auge wahrnehmen. Noch besser aber sind dieselben zu erkennen, wenn man von der darunter liegenden Muskelschicht befreite und aufgehellte Stücke der Haut bei schwacher Vergrößerung von der Fläche betrachtet. An einem solchen Flächenpräparate treten die beiden Pigmentstreifen sehr deutlich hervor, da die zwischen zwei solchen zusammengehörenden Streifen liegende Hautpartie frei von Pigment, die zwischen zwei benachbarten Streifensystemen liegenden Integumentalfelder aber nur spärlich damit versehen sind. Eine zweckdienliche Isolirung der drei Hautschichten von der Muskularis gelingt sehr schön, wenn man ein Stück des Hautmuskelschlauches 1—2 Tage mit 10—15procentiger Salpetersäure behandelt. Dadurch wird das die einzelnen Muskelfibrillen zusammenhaltende Bindegewebe und ebenso das Peritoneum mehr oder minder vollständig zerstört. Die Muskeln lassen sich dann leicht mit Hilfe eines Pinsels entfernen, während die drei Hautschichten in ihrem Zusammenhange erhalten bleiben — die bindegewebige Grundmasse der Cutis wird bei diesem Verfahren allerdings auch zum Theil zerstört — und nach der Tinktion mit GRENACHER'S Alaunkarmin für manche Verhältnisse sehr instruktive Bilder geben.

Im hinteren Körpertheile, wo die rechteckige Felderung der Haut einer unregelmäßigen Faltenbildung Platz macht, zeigt auch das Pigment keine bestimmte Anordnung mehr. Hin und wieder finden sich hier allerdings wohl noch Andeutungen von Längsreihen desselben, im Allgemeinen ist es jedoch ziemlich unregelmäßig in der Cutis der Eichel zerstreut, meistens weit spärlicher wie im eigentlichen Körperabschnitte. Doch zeigen in letzterer Beziehung die einzelnen Thiere eine ziemliche Verschiedenheit. Zuweilen war die Cutis der Eichel fast vollständig frei von Pigment, während sie hingegen bei anderen Thieren wieder stark damit angefüllt war, und zwar war dieses Letztere immer dann der Fall, wenn die Hautdrüsen in der Eichel nur in ganz geringer Anzahl sich fanden. — Im hinteren, dem Körper zunächst angrenzenden Rüsseltheile ist das Pigment am stärksten entwickelt und bildet hier den bei Weitem mächtigsten Bestandtheil der Papillen, die von ihm so vollständig ausgefüllt werden, dass die Bindegewebsmasse nur noch wie ein schwaches Netzwerk zwischen den umfangreichen Pigmentballen erscheint (Fig. 13). Zwischen den Papillen jedoch ist die Cutis nahezu vollständig frei von Pigment. Nach den Tentakeln zu nimmt dasselbe in den allmählich

kleiner werdenden Papillen immer mehr ab, wobei es zuerst aus der Spitze der Papillen verschwindet, nach einiger Zeit nur noch in der Basis derselben sich vorfindet (Fig. 14 f) und endlich ganz in Wegfall kommt, so dass der oberste, papillenlose Rüsselabschnitt vollständig pigmentfrei ist. Dessgleichen besitzt die relativ mächtige Cutis der Tentakel keine Spur von Pigment (Fig. 15).

Gegen Reagentien zeigt sich der Farbstoff der Pigmentballen ganz außerordentlich widerstandsfähig. Kalilauge, Essigsäure, Salzsäure und Salpetersäure in konzentrierter Lösung zerstören bei längerer Einwirkung wohl die umhüllende Membran und das Gerüst der Ballen, scheinen aber auf die einzelnen Pigmentkörnchen selbst vollständig ohne jegliche Einwirkung zu bleiben. Nach dem Zerfall des Bindegewebes schwammen dieselben isolirt in der Flüssigkeit umher, ohne von ihrer charakteristischen Färbung wesentlich etwas eingeüßt zu haben. Selbst eine mehrtägige Einwirkung von Chlorwasser und schwefliger Säure blieb in der Beziehung ohne Erfolg. Dagegen gelang es mir endlich das Pigment wenigstens sehr stark aufzuhellen durch Anwendung eines Verfahrens, welches zuerst von Herrn Geheimrath KÜHNE zur Entfärbung des Retinapigmentes benutzt wurde und welches ich einer Mittheilung des Herrn Dr. von DAVIDOFF verdanke. Dasselbe besteht im Wesentlichen darin: man bedeckt den Boden eines Reagirgläschens ungefähr 4 cm hoch mit Krystallen von chloresurem Kali, bringt auf diese das zu entfärbende Objekt und darüber eine ungefähr 5 mm hohe Schicht von starkem Alkohol; dazu giebt man dann endlich 8—10 Tropfen konzentrierte Salzsäure. Nach einer 36stündigen Einwirkung dieses Gemenges war unser Pigment ganz hellgelb geworden und zeigte sich dann für die Untersuchung der Struktur der Ballen ziemlich geeignet, zumal die letzteren bei diesem sehr schonenden Verfahren, abgesehen von der Aufhellung, keinerlei Veränderungen erlitten hatten. — Endlich sei hier noch erwähnt, dass sich bei der Tinktion mit GRENACHER's Alaunkarmin einige Pigmentballen intensiv färbten, unmittelbar daneben liegende aber vollkommen ihre ursprüngliche gelbbraune Farbe beibehielten, während wieder andere die verschiedensten Übergänge zwischen den beiden zeigten, eine Thatsache, für welche ich keine Erklärung zu geben weiß, da ich außer diesem verschiedenen Verhalten gegen Tinktionsmittel — die bei Weitem größere Anzahl blieb allerdings unverändert braun gefärbt — keinen Unterschied zwischen den einzelnen Pigmentballen entdecken konnte.

In physiologischer Hinsicht weit wichtiger für unser Thier sind die beiden anderen in das Bindegewebe der Cutis eingelagerten Elemente, die Hautdrüsen und die peripherischen Nerven mit ihren Endorganen.

Schon bei ganz schwacher Vergrößerung treten an dem durch verdünnte Salpetersäure von den Muskelschichten isolirten (vgl. p. 211) und mit Alaunkarmin tingirten Flächenpräparate der Haut die eigenthümlichen, oben als Hautdrüsen bezeichneten Organe deutlich hervor, welche, in das Bindegewebslager hineinragend, direkt unter der Hypodermis liegen. Theilweise besser noch lassen sich dieselben in ihrer eigenthümlichen Struktur auf passenden Quer- und Flächenschnitten durch den Hautmuskelschlauch wahrnehmen. Man erkennt dabei auf den ersten Blick, dass sich diese Drüsen in zwei, ihrem Bau nach wesentlich differente Gruppen sondern, in zweizellige und in vielzellige Hautdrüsen (Fig. 4, 13, 14 *d'* und *d''*). — Einzellige Drüsen, wie sie bei andern Gephyreen sich finden sollen, habe ich beim *Sipunculus* nicht bemerkt. — Zwischen diesen beiden Drüsenarten zeigen sich niemals Übergänge, da bei der letzteren jedes Organ mindestens aus fünf Zellen zusammengesetzt erscheint. Auch sind dieselben an Tinktionspräparaten schon durch die Färbung scharf von einander geschieden, denn die zweizelligen Drüsen färben sich sowohl mit Alaunkarmin wie auch mit ammoniakalischem Karmin und mit Hämatoxylin meist weit intensiver wie die vielzelligen. — Betrachten wir zunächst den Bau und das Verhalten dieser Organe auf dem eigentlichen Körper und dem Rüssel.

Die vielzelligen Hautdrüsen (Fig. 4, 5) sind rundliche oder birnförmige Körper von wechselnden Dimensionen; in der Regel schwankt ihr Durchmesser zwischen 0,04—0,10 mm. Sie besitzen ein ganz ähnliches Gerüst wie die Pigmentballen: Äußerlich sind sie von einer fibrillär-bindegewebigen Hülle umgeben, die in das Lumen hinein ein feines Netzwerk von Bindegewebsfasern aussendet, welche dasselbe vorzugsweise in radialer Richtung durchsetzen und in einzelne kleinere Hohlräume abtheilen. Hülle sowohl wie Netzfasern zeigen auch hier, namentlich nach der Färbung mit Alaunkarmin, die von den Pigmentballen bekannten spindelförmigen Kerne, welche denen der Cutis ganz ähnlich sind. Die Maschenräume des Bindegewebsnetzes nun werden ausgefüllt von langen Drüsenzellen, welche auf einem Äquatorialschnitt durch das ganze Organ einen unregelmäßig rundlichen, von der Seite betrachtet aber einen länglich-eiförmigen Umriss zeigen. Diese Zellen sind annähernd $\frac{3}{4}$ so lang wie der Durchmesser der ganzen Drüse und da sie alle so ziemlich senkrecht zur Körperoberfläche gestellt sind, so gewährt das ganze Organ in Folge der Durchsichtigkeit seiner Hülle ungefähr den Anblick einer abgeschälten Apfelsine. Die einzelnen Drüsenzellen haben mir niemals etwas von Kernen gezeigt, dagegen waren sie ganz oder theilweise mit einer körnigen Masse erfüllt, die ich als geronnenes Drüsensekret deute. Dieselbe Masse fand sich auch zuweilen zwischen den einzelnen Zellen,

namentlich aber im Halse der Drüsen. Ein Theil der Drüsenzellen, der frei von einem solchen Inhalte war, erschien mehr homogen und durchsichtig.

Ungefähr in der Mitte der der Körperoberfläche, also der Hypodermis zugekehrten Seite der Drüsenwandung geht diese letztere plötzlich in einen ziemlich engen Kanal (Fig. 4 o) über, der die beiden äußeren Hautschichten senkrecht durchsetzt und durch die Hautporen der Cuticula ausmündet. Auf dem eigentlichen Körper und dem Rüssel bleibt der Drüsenkanal wegen des geringen Durchmessers der beiden äußern Hautschichten verhältnismäßig kurz, zeigt aber nach der Oberfläche der Cuticula zu stets eine mehr oder minder beträchtliche Verjüngung, so dass der Kanal an seinem Ursprunge aus der Drüse oft 3 bis 4mal so weit ist wie an seiner äußern Mündung. Niemals findet sich aber die Cuticula um die Kanalöffnung verdickt oder über die umgebende Körperoberfläche erhoben, wie dies z. B. von den gleichen Organen beim *Phascolosoma* bekannt ist.

Jedenfalls wird das Sekret der einzelnen Drüsenzellen in die zwischenliegenden Hohlräume abgeschieden und von dort durch den Kanal nach außen entleert. Wenigstens fand sich in vielen Fällen der Ausführungskanal der Drüse von einer körnigen anscheinend geronnenen Masse pfropfartig erfüllt, welche mit der in und zwischen den Drüsenzellen sich findenden vollkommen gleichartig war. Aus diesem Befunde sowohl wie auch aus dem ganzen Bau unserer Organe glaube ich mit Recht schließen zu können, dass wir in denselben wirkliche Drüsen und nicht etwa Sinnesorgane vor uns haben, zumal ich bei den vielzelligen sowohl wie bei den gleich zu beschreibenden zweizelligen Hautkörpern im Rüssel und eigentlichen Körperabschnitte niemals etwas von Nervenendigungen entdecken konnte, trotz der allersorgfältigsten Untersuchungen. Dass beim *Sipunculus nudus* wirklich eine Schleimabsonderung stattfindet, wird bereits von DELLE CHIAJE (3, p. 67) angegeben. Ebenso erwähnt O. SCHMIDT (18, p. 3), dass der verwandte *Aspidosiphon Mülleri* Dies. (= *Lesinia farcimen* O. Schm.) Hautdrüsen besitzt, durch deren Sekret wahrscheinlich der Kalk gelöst wird, in welchen sich das Thier einbohrt. Endlich thun KEFERSTEIN (15, p. 42) und GRABER (24, p. 15) einer reichlichen Schleimabsonderung bei der *Bonellia* Erwähnung.

Wesentlich anders wie bei den eben geschilderten Organen zeigt sich der Bau der zweizelligen Drüsen (Fig. 6, 7). Dieselben sind beinahe von derselben Größe wie die vielzelligen (0,03—0,08 mm Durchmesser) und besitzen eine nahezu regelmäßig rundliche Gestalt, die nur dort etwas modificirt wird, wo die Drüsen dicht an einander lagern und

sich gegenseitig abplatteten. Auch hier wird die ganze Drüse von einer bindegewebigen Hülle (Fig. 6, 7 *t*) mit deutlichen Kernen umgeben, von einem Netzwerk im Innern habe ich jedoch nichts wahrgenommen, vielmehr wird der ganze Hohlraum von zwei halbkugelförmigen, nahezu gleich großen Drüsenzellen ausgefüllt. In der Mitte der Kugel weichen die beiden einander zugekehrten Wände dieser Zellen weit aus einander, in der Weise, dass sie dadurch zwischen sich einen kugligen, meist in der Ebene des Äquators der Drüse etwas in die Länge gestreckten Hohlraum (*h'*) entstehen lassen. Nach dem Grunde der Drüse zu ist dieser Hohlraum vollkommen abgerundet, nach oben, d. h. nach der Hypodermis hin, setzt sich derselbe aber in einen schmalen Spalt (*s*) fort, dessen Längendurchmesser senkrecht zum größten Durchmesser des innern Hohlraumes steht. Unmittelbar unter der Hypodermis geht der Spalt in einen Kanal von kreisrundem Querschnitt über, der durch die beiden äußeren Hautschichten nach der Körperoberfläche verläuft und in allen Einzelheiten vollkommen mit dem Ausführungsgange der vielzelligen Drüsen übereinstimmt, nur ist letzterer meist etwas weiter, entsprechend dem größeren Umfange der zugehörigen Organe.

Während bei den zuerst beschriebenen vielzelligen Drüsen die einzelnen Zellen ziemlich weite Zwischenräume zwischen sich lassen, ist die Aneinanderlagerung der beiden Zellen der zweiten Drüsenform eine so innige, dass diese letzteren Organe auf den ersten Blick als einzellige Drüsen mit einem centralen Hohlraum erscheinen. Erst bei Anwendung stärkerer Vergrößerungen erkennt man, dass dieser Hohlraum nichts Anderes ist, als die bedeutende Erweiterung eines zwischen zwei getrennten Zellen befindlichen sonst nur schmalen Zwischenraumes. Betrachtet man eine solche zweizellige Drüse von der Außenfläche der Haut aus, so bemerkt man bei oberflächlicher Einstellung des Mikroskopes zunächst die äußere, dann die innere Mündung des Drüsenkanales (Fig. 6, 7 *c'*) und darauf den länglich-elliptischen Spalt (*s*). Senkt man den Tubus allmählich, so erscheinen die beiden parallelen, etwas S-förmig gekrümmten Linien *w'* und *w''*, welche den Drüsenkörper in zwei ähnliche Hälften theilen, — die nur unbedeutend von einander abgewichenen Wände der beiden Drüsenzellen, — und endlich eine ovale, im Inneren hellere Figur, das Bild des centralen Hohlraumes (*h'*). Bei günstigen Objekten kann man, namentlich wenn dieselben um ein Weniges von der Seite gesehen werden, den kontinuierlichen Zusammenhang dieser einzelnen Hohlräume ganz deutlich verfolgen.

Abgesehen von ihrem Bau und ihrem bereits oben erwähnten verschiedenen Verhalten gegen Färbemittel, welches sich vielleicht dadurch erklärt, dass das Sekret, welches die beiden Drüsenarten absondern, ein

verschiedenes ist, kennzeichnet sich ein wesentlicher Unterschied zwischen denselben namentlich noch darin, dass jede Zelle der zweizelligen Drüsen einen deutlichen Kern (*k*) besitzt, während es mir bei den vielzelligen niemals gelungen ist, einen solchen in den Drüsenzellen aufzufinden. Ungefähr bei mittlerer Einstellung erkennt man bei der zuletzt beschriebenen Drüsenart im Innern einer jeden Zelle einen rundlichen, hellen Kern, der sich mit Alaunkarmin intensiv roth färbt. Diese beiden Kerne liegen stets mehr oder minder symmetrisch in der Nähe der zusammenstoßenden respektiven Zellwände, meist ziemlich dicht an einander gerückt.

Bei dem ganz analogen Bau, den die vielzelligen und zweizelligen Hautkörper zeigen, bei der vollkommenen Gleichheit ihrer Ausführwege, in denen auch bei den zweizelligen Formen häufig ein körniges Sekret sich vorfand, glaube ich nicht zu irren, wenn ich auch diese zuletzt beschriebenen Organe als »Hautdrüsen« — wie ich sie bereits in meiner obigen Beschreibung genannt habe — anspreche, obschon vielleicht ihre Funktion etwas von der der anderen Drüsen abweichen mag. — Zweizellige sowohl wie vielzellige Drüsen sind über die ganze Oberfläche des eigentlichen Körpers in beinahe gleicher Anzahl unregelmäßig verbreitet. Doch macht sich wenigstens in so fern eine gewisse Anordnung bemerklich, als immer an den Rändern der Integumentalfelder je eine ziemlich kontinuierliche Drüsenreihe sich findet, während diese Organe innerhalb der Felder weniger dicht gedrängt stehen (Fig. 4). Im Rüssel sind die Drüsen namentlich in den Papillen angehäuft und finden sich zwischen denselben nur vereinzelt (Fig. 43). Auch bekommen hier die zweizelligen Drüsen allmählich immer mehr die Oberhand, so dass die vielzelligen Drüsen in der Mitte des Rüssels nur spärlich zwischen den zweizelligen (Fig. 44), in der Nähe der Tentakel aber gar nicht mehr gefunden werden.

Ein in mehreren Punkten wesentlich vom übrigen Körper verschiedenes Verhalten zeigt die Cutis der »Eichel«. Zunächst ist sie bedeutend mächtiger entwickelt wie in den vorhergehenden Körperabschnitten. Bindegewebszellen finden sich hier nur spärlich, dagegen sind die Fasern sehr stark ausgebildet und erscheinen in zwei allmählich in einander übergehende Lagen gesondert. Die zunächst dem Muskelschlauche gelegenen Fasern kreuzen sich nämlich, wie wir dies bereits früher bei der Cutis kennen gelernt haben, nach allen Richtungen und sind unregelmäßig wellenförmig gekrümmt, während die der Hypodermis benachbarten Fibrillen mehr gerade sind und vorzugsweise in radialer Richtung, senkrecht zur Körperoberfläche, verlaufen.

Ein Hauptunterschied zwischen der Cutis der Eichel und der des

Körpers prägt sich jedoch im Bau der Drüsen aus. Die so charakteristischen zweizelligen Drüsen sind hier vollständig verschwunden und es finden sich nur noch vielzellige (Fig. 8), welche mit den gleichen Organen des Körpers in Bezug auf ihre Zusammensetzung aus bindegewebiger Membran und Netzwerk mit dazwischen gelagerten lang-eiförmigen Drüsenzellen vollkommen übereinstimmen, hinter jenen aber meist an Größe zurückbleiben. Da hier die Cuticula einen so bedeutenden Durchmesser besitzt, so ist auch der Drüsenhals (Fig. 8 c') stark in die Länge gezogen und ungefähr eben so lang wie der Drüsenkörper. An seinem Ursprunge von dem letzteren ist der Hals eingeschnürt, erweitert sich aber plötzlich und geht dann nach außen in ein enges, spitz zulaufendes Rohr über, welches etwas gekrümmt ist. Im Innern zeigt der Ausführungskanal feine ringförmige Leisten, entsprechend den Lamellen der Cuticula. Während jedoch im eigentlichen Körper die Drüsen stets ganz unterhalb der Hypodermis liegen, ragen dieselben hier ziemlich weit mit einem birnförmig verschmälerten Theile bis in die Cuticula hinein, wobei die benachbarten Hypodermiszellen sich ebenfalls kegelförmig mit erheben (Fig. 8).

Von ganz besonderer Wichtigkeit aber ist der Umstand, dass hier unzweifelhaft an den inneren Pol einer jeden Drüse ein deutlicher Nervenast (Fig. 8 n) herantritt, während, wie wir oben gesehen, selbst bei der stärksten Vergrößerung und sorgfältigsten Untersuchung eine solche Verbindung von Drüsen und Nerven im eigentlichen Körper niemals zu entdecken war. An geeigneten Querschnitten durch den Hautmuskelschlauch der Eichel sieht man zuweilen ganz deutlich Nervenäste, nachdem sie einige Zeit in der Muskulatur verliefen, in die Cutis eintreten und sich dort zu den Drüsen begeben, mit denen sie so innig verschmelzen, dass sie als eine direkte Fortsetzung der Drüsenhülle erscheinen. Sie sind in dem fibrillären Bindegewebslager namentlich durch ihren meist schlangenförmigen Verlauf und ihren feinkörnigen Inhalt leicht zu erkennen (Fig. 40). Dieselben feinen Körner, welche den Hauptbestandtheil der Nervenfasern bilden, erfüllen auch den Grund des Drüsenhohlraumes, von einer zelligen Endanschwellung der Nerven in diesem ist dagegen nichts wahrzunehmen. Sobald sie in die Cutis eintreten, verästeln sich die einzelnen peripherischen Nerven wiederholt, setzen sich mit benachbarten in Verbindung und bilden dadurch ein Netzwerk, welches sich namentlich schön auf Flächenpräparaten der Cutis zeigt. Von diesem aus werden dann die Drüsen sowohl wie die gleich näher zu beschreibenden Nervenendorgane versorgt. — So sehr nun diese im Vorigen geschilderten Hautkörper durch den Besitz von Nervenästen von den sonst ganz ähnlichen im mittleren und vorderen Körpertheile ab-

weichen, so glaube ich doch, auch sie als »Drüsen« bezeichnen zu müssen. Einmal stimmt ihr Bau im Princip vollständig mit dem der vielzelligen, nervenlosen Hautdrüsen des Körpers und Rüssels überein, dann aber lassen sich auch hier in den einzelnen Zellen dieselben sekretartigen Massen unschwer erkennen, welche bereits bei jenen beschrieben wurden. Solche Drüsen, an welche Nervenäste herantreten, sind ja nichts Ungewöhnliches, sondern finden sich, wie bereits GRABER (24, p. 15) mit Recht hervorhebt, auch bei anderen Thieren (Speicheldrüsen und dgl.).

Die letzten in die Bindegewebsmasse der Cutis eingelagerten Elemente, die peripherischen Nervenendigungen, setzen der Untersuchung mancherlei Schwierigkeiten entgegen. Daher mag es denn auch wohl rühren, dass dieselben bis jetzt theils sehr mangelhaft, theils vollständig falsch erkannt sind. Einmal ist es bei der starken Entwicklung der Muskelschichten nur in besonders günstigen Fällen möglich, die sehr feinen Nervenfasern in ihnen zu verfolgen. Dann aber auch ist es selbst innerhalb der Cutis, im eigentlichen Körper und im Rüssel wenigstens, schwierig die einzelnen Fasern und ihren Verlauf zu erkennen, sowohl wegen der starken, fast Alles verdeckenden Pigmentanhäufungen, als auch wegen der Ähnlichkeit, welche die Nervenfasern mit den Bündeln von Bindegewebsfibrillen besitzen, mit denen sie sich mannigfach kreuzen. Am besten gelingt es daher, die Nervenfasern isolirt zur Anschauung zu bringen, wenn man durch geeignete Mittel die umgebende Bindegewebschicht möglichst entfernt, ohne aber die übrigen Gewebe zu zerstören. Ein solches Mittel, welches wenigstens in genügendem Maße diesen Zweck erfüllt, besitzen wir in der concentrirten Salpetersäure. Lässt man diese einige Zeit auf sehr dünne Querschnitte des Hautmuskelschlauches einwirken (am besten geschieht dies unterm Deckglase, da sich sonst die Schnitte leicht rollen oder ganz zerfallen) und färbt, nachdem man vorsichtig ausgewaschen, mit Alaunkarmin, so treten die Nervenfasern ziemlich deutlich hervor, während die Bindegewebsmasse nahezu vollständig zerstört und das Pigment einigermaßen durchsichtig wird. Dabei bemerkt man, dass die einzelnen Nervenzweige, nachdem sie aus der Ringmuskulatur in die Cutis übergetreten sind, anfangen sich zu verästeln. Die einzelnen Äste setzen sich vielfach mit benachbarten in direkte Verbindung, so dass dadurch ein vollständiger Nervenplexus entsteht, wie wir ihn bereits oben bei der Besprechung der Hautdrüsen im hintersten Körperabschnitte kennen gelernt haben. Hier und da zeigen sich am Beginn der Abzweigungen und auch wohl mitten im Verlaufe einer Faser Verdickungen der Nervensubstanz, besondere Ganglienzellen oder Kerne

habe ich jedoch niemals beobachtet, vielmehr waren alle peripherischen Nerven in gleicher Weise aus einer dünnen, einfachen Hülle und einer von dieser umschlossenen feinkörnigen Masse gebildet.

Von dem Nervennetze gehen nun nach der Hypodermis zu feine Zweige aus, welche sich dort an eigenthümliche Nervenendorgane ansetzen. Zwischen den Drüsen nämlich finden sich sowohl im Rüssel, wie auch spärlicher im eigentlichen Körper, unregelmäßig zerstreut besondere Gebilde, welche dadurch entstehen, dass eine Anzahl von Hypodermiszellen sich nach unten stark verlängern und zuspitzen (Fig. 9e). Dabei sind die im Mittelpunkte solcher Gebilde stehenden Zellen am längsten, während die im Umkreise derselben sich findenden allmählich an Länge abnehmen, wodurch dann das Ganze das Ansehen eines Bechers erhält und sehr lebhaft an die Seitenorgane der Fische erinnert. An die Basis eines solchen Bechers tritt nun je ein feiner Nervenfaden heran, um sich wahrscheinlich an jede einzelne Zelle zu verzweigen. Leider ist es mir aber bis jetzt noch nicht gelungen, das Verhalten der Nerven beim Eintritt in die Endapparate genauer festzustellen. Ebenso habe ich Sinneshaare auf der Oberfläche der Cuticula an diesen Stellen nicht auffinden können, doch ist die Möglichkeit ja immerhin nicht ausgeschlossen, dass diese bekanntlich sehr vergänglichen Gebilde bei der Konservirung in Alkohol zu Grunde gegangen sind, sich beim lebenden Thiere aber doch finden. Zuweilen war die Cuticula über diesen Endorganen etwas emporgewölbt, in anderen Fällen auch wohl eingesenkt, meist jedoch vollkommen eben. Von einem Kanale, der, die Cuticula durchsetzend, die Sinnesbecher mit der Außenwelt communiciren ließe, habe ich hier nichts bemerkt.

Wie zu erwarten ist das Vorkommen der Nervenendorgane in den einzelnen Körperregionen ein verschiedenes. Am häufigsten und relativ am deutlichsten entwickelt finden sich dieselben in den Rüsselpapillen, weit seltener aber und nur sehr schwer zu erkennen sind sie im eigentlichen Körper. Gegen diese beiden Abschnitte zeigt wiederum, gerade wie bei den Drüsen, die Eichel eine ganz beträchtliche Verschiedenheit. Abgesehen davon, dass hier die einzelnen Nervenfaser sich durch ihre bedeutendere Dicke und den charakteristischen schlangenförmigen Verlauf in der Cutis leicht erkennen und verfolgen lassen, zeigen auch die Endorgane (Fig. 11, 12) der Eichel einen ganz besonderen Bau. Den neben ihnen lagernden Drüsen ähneln sie einigermaßen darin, dass sie wie diese einen birnförmigen Umfang besitzen, an ihrem äußeren und inneren Pole aber stark in die Länge gezogen sind. Auch hier sind, wie bei den Drüsen, die im Umkreise stehenden Hypodermiszellen kegelartig in die Cuticula hineingeschoben, der sie durchsetzende verschmälerte

vordere Theil des Endorganes geht jedoch nicht kurz nach seinem Eintritte in die Cuticula in einen engen Hals über, sondern verläuft, nur schwach konisch sich zuspitzend, bis unmittelbar unter die Oberfläche der Cuticula. Diese selbst ist an den Stellen, wo sich solche Sinnesorgane befinden, meistens stark eingesenkt und zeigt am Grunde dieser Einsenkung eine ganz kleine, ringförmige Erhabenheit, die die Mündung eines kurzen, äußerst engen Kanales (Fig. 11, 12 c') umgiebt, welcher von der Körperoberfläche zu dem abgerundeten äußeren Pole des Endorganes verläuft. Dieser Kanal ist nur sehr schwer und nur an besonders günstigen Objekten zu erkennen. An seinem inneren Pole ist unser Organ stark zugespitzt und geht unmittelbar in einen Nervenfasern (*n*) über. Was die Struktur des Endapparates anbelangt, so wird derselbe auch hier von palissadenartig neben einander gestellten Hypodermiszellen gebildet, welche aber hier äußerst lang und dünn, fast fadenförmig sind und je einen deutlichen glänzenden Kern besitzen. Der Grund der Endorgane wird von einer feinkörnigen Masse ausgefüllt, welche mit der der Nervenzweige, in welche sie auch unmittelbar übergeht, ganz übereinstimmt.

Mit den Drüsen sind diese zuletzt beschriebenen Nervenapparate innig vereinigt. Nicht allein empfangen beide Elemente ihre Nervenzweige oft aus einem und demselben größeren Nervenaste (Fig. 10 *n*), sondern sind meist so innig an einander gelagert, dass sie scheinbar einen einzigen Körper bilden. Dessgleichen korrespondirt die Häufigkeit der Nervenendorgane im hintersten Körperabschnitte immer mit der der vielzelligen Drüsen, denn in allen den Fällen, wo die letzteren (bei starker Pigmentanhäufung in der Eichel) nur spärlich vorhanden waren, fehlten auch die ersteren fast vollständig. Im Allgemeinen sind dieselben aber weit häufiger wie die Sinnesbecher des übrigen Körpers. Wenn sie nun von diesen auch im Baue einige nicht ganz unwesentliche Verschiedenheiten zeigen, so möchte ich sie doch nur für Modifikationen derselben halten. Für ihre unzweifelhafte Natur als sensible Endorgane spricht neben der direkten Verbindung mit dem Nervennetzwerke — die ja allerdings auch bei den Drüsen in der Eichel stattfindet —, namentlich ihre Zusammensetzung aus Hypodermiszellen. Auch kann die ziemlich große Verbreitung von Empfindungsorganen an diesem Körpertheile wohl kaum überraschen, da sich ja bekanntlich das Thier bei seinen Wanderungen mit der Eichel voran in den Sand einbohrt.

Die Angaben älterer Forscher, wie DELLE CHIAJE (3) und GRUBE (4), über die Haut des Sipunculus sind nur sehr spärlich und beziehen sich fast ausschließlich auf die makroskopischen Verhältnisse derselben. Erst KEFERSTEIN und EHLERS (10) unterzogen diesen Gegenstand einer ein-

gehenderen Untersuchung und machten zuerst auf die Zusammensetzung der Haut aus drei Schichten, einer Cuticula, einem Epithel und einer Cutis, aufmerksam. Die Resultate ihrer diesbezüglichen Untersuchungen stimmen, so weit sie sich auf die Cuticula und das Epithel (Hypodermis) erstrecken, im Wesentlichen vollkommen mit der von mir oben gegebenen ausführlicheren Beschreibung überein. Nur weichen sie in so fern etwas ab, als nach KEFERSTEIN und EHLERS die Epithelzellen platt und die Träger des Hautpigmentes sein sollen, während ich entschieden konstatiren muss, dass dieselben fast stets ziemlich hoch sind und mir von Pigment niemals etwas gezeigt haben.

Eine ganz wesentlich von der meinigen abweichende Schilderung geben aber diese beiden um die Kenntnis der Sipunculiden so hoch verdienten Forscher von der bindegewebigen Cutis und den in ihr eingelagerten Elementen. Was zunächst die Grundsubstanz der Cutis anbelangt, so soll dieselbe von einer hyalinen Bindesubstanz gebildet werden, »in welcher zahlreiche Zellen mit zwei oder drei sich wieder theilenden langen Ausläufern eingelagert sind«. Außerdem sollen sich noch minder häufig größere Zellen ohne Ausläufer finden. Diese beiden Zellenarten sind jedenfalls dieselben wie die oben von mir beschriebenen, an denen ich aber von Ausläufern nichts wahrgenommen und welche nur in den Tentakeln reichlicher im Bindegewebe vorkommen. Die von mir als wesentlicher Bestandtheil der Cutis beschriebenen feinen Fibrillen sind von KEFERSTEIN und EHLERS ebenfalls gesehen worden, werden von ihnen aber »nur für das Bild von Falten« gehalten. Die »Hautdrüsen«, von denen sie übrigens eine wenig klare Zeichnung geben (10, Taf. VI, Fig. 3, 4 D), werden beschrieben als »große kuglige oder ovale Schläuche, aus einer Tunica propria bestehend, die innen ausgekleidet ist von 0,02 mm großen runden Zellen mit 0,006 mm großem Kern«. Diese »Drüsenschläuche« sollen durch einen sich trichterförmig erweiternden(?) Kanal ausmünden und an ihrem inneren Pole stets mit einem »Ausläufer des Bauchstranges« in Verbindung treten (vermuthlich haben KEFERSTEIN und EHLERS diese Drüsen nur in der Eichel untersucht, wo dieselben allerdings bekanntlich mit einem Nervenzweige versehen sind). Obschon die beiden Forscher angeben, von einer Sekretabsonderung beim *Sipunculus* nichts wahrgenommen, übrigens aber auch nicht besonders darauf Acht gegeben zu haben, nehmen sie diese Organe doch als Drüsen in Anspruch, besonders deshalb, weil DELLE CHIAJE (3, p. 67) erwähnt, dass eine solche Absonderung beim *Sipunculus* vorzugsweise am Rüssel stattfindet.

EHLERS (11, p. 22, 23) berichtet dann später noch von ähnlichen »drüsigen Gebilden«, die er beim *Priapulius caudatus* Lam. unter der

Subcuticularschicht am Endtheile des »Stammes« (eigentlichen Körpers) gefunden habe. Dieselben bestanden nach ihm aus einer »weichen, leicht zerdrückbaren Masse«, in welcher sich nur »ein Maschenwerk von feinen Fäden und unregelmäßig eingestreuten Kernen erkennen ließ. EHLERS hält diese Gebilde, welche er durch Porenkanäle nach außen münden sah, für unzweifelhafte »Hautdrüsen«, welche letzteren ihm für alle Gephyreen »charakteristisch zu sein scheinen«.

Kurz nach der Veröffentlichung der Untersuchungen von KEFERSTEIN und EHLERS spricht LEYDIG, gestützt auf den Ausspruch dieser beiden Forscher, dass sie keine Hautdrüsen gefunden hätten, »die nicht an ihrem inneren Pole mit einer jener feinkörnigen Nervenfasern in Verbindung standen«, und wegen der Ähnlichkeit, welche diese Organe mit anderen von ihm bei den Egel n entdeckten zeigten, die Vermuthung aus, dass wir es hier mit specifischen Nervenendorganen zu thun hätten (12, p. 604, 605). Dass sich aber keineswegs an alle drüsenartigen Hautkörper Nervenzweige ansetzen und dass selbst im entgegengesetzten Falle kein Grund vorliegt, die wirkliche Drüsennatur unserer Organe zu bestreiten, habe ich des Näheren bereits oben erörtert.

In seiner zweiten Arbeit über die Sipunculiden (15, p. 41, 42) erwähnt dann KEFERSTEIN ganz ähnlicher Hautdrüsen beim Phascolosoma, an deren inneren Pol ein Muskelstrang herantreten soll, doch hat er nicht entdecken können, ob vielleicht »in diesen Ansatzstellen der Drüsen der Eintritt von Nerven verborgen ist«. Schon hier wird KEFERSTEIN über die wirkliche Natur der »Hautdrüsen«, in Folge der LEYDIG'schen Arbeit, einigermaßen zweifelhaft und scheint geneigt, dieselben für Nervenendapparate zu halten.

SEMPER (16, p. 421) untersuchte dann einige »in Schneckenschalen lebende Sipunculiden« von den Philippinen und fand hier über den ganzen Körper verbreitet, namentlich aber am Hinterende angehäuft, eigenthümliche »Tastorgane«, welche mit den KEFERSTEIN'schen Hautdrüsen nach Beschreibung und Abbildung (16, Taf. XLI, Fig. 5) einige Ähnlichkeit besitzen. Dieselben werden gebildet »aus einer rundlichen Blase, die im Inneren vier kleinere Blasen trägt, welche einen centralen Nerv umschließen. Dieser Nerv endigt, wie es scheint, mit einer zelligen Anschwellung an der Spitze der Blase«. Von einem diese »Tastorgane« mit der Außenwelt in Verbindung setzenden Kanale erwähnt SEMPER nichts. Selbst wenn die Schilderung, die dieser Forscher von seinen Tastorganen giebt, in der That richtig ist, so bleibt es für mich doch zweifelhaft, ob wir in denselben wirkliche Analoga der KEFERSTEIN'schen Hautdrüsen vor uns haben, oder ob sie nicht eher den von mir beim Sipunculus nudus beschriebenen »Nervenendorganen« an die Seite

zu stellen sind, zumal bei genanntem Thiere diese Apparate ja in zwei ziemlich differenten Formen auftreten.

Nichtsdestoweniger giebt KEFERSTEIN bald darauf (17, p. 405, 406), ohne selbst nochmals eine Untersuchung vorzunehmen, allein auf Grund der LEYDIG'schen und SEMPER'schen Arbeiten, seine frühere Ansicht über die Natur der »Hautdrüsen« auf und bezeichnet dieselben jetzt als »Hautkörper« (Tastorgane), »an deren inneren Pol sich stets (*Sipunculus*, *Phascolosoma*)« ein starker Nervenzweig ansetze. Außerdem führt KEFERSTEIN in dieser Arbeit (p. 405) eine vierte Hautschicht ein, welche als feine »Cuticularhaut« zwischen Hypodermis und Cutis liegen soll. Ich habe trotz aller Mühe von einer solchen beim *Sipunculus nudus* nichts entdecken können.

In demselben Jahre erwähnt dann O. SCHMIDT (18, p. 3, 4, 5) der Hautdrüsen beim *Aspidosiphon Mülleri*, ebenso JOURDAIN (20, p. 871) der »glandules« bei *Sipunculus (Phascolosoma) obscurus*, *vulgaris* und *punctatissimus*, doch gehen beide Forscher keine nähere Beschreibung derselben. Seitdem wurden die in der Cutis liegenden Hautkörper der Sipunculiden fast allgemein als Tastorgane angesehen.

Zu sehr merkwürdigen Resultaten ist GRABER in seiner kurzen Mittheilung über die Haut unseres *Sipunculus nudus* (24, p. 10, 11, 13, 14, 15) gekommen. Er macht zuerst mit Recht darauf aufmerksam (p. 13), dass die Substanz der Cuticula von dem Arthropodenchitin wesentlich verschieden ist, und stützt sich dabei auf das verschiedene Verhalten beider gegen chemische Agentien. Die Hypodermiszellen hat er jedoch nicht erkennen können und statt derselben »nur eine der *Phascolosoma*-Matrix entsprechende Lage von dichtgedrängten 0,007 mm großen Kernen« gefunden. Durchaus irrhümlich aber sind die Resultate, zu denen GRABER bei der Untersuchung der in die Cutis eingelagerten »großen Zellen« kommt, »welche dicht unter der Matrix, theils dicht an einander gelagert, theils in kleinen Intervallen von einander« sich vorfinden (p. 11). Beschreibung sowohl wie Zeichnung (24, Taf. III, Fig. 12), die allerdings — trotz gegentheiliger Versicherung des Verfassers — sehr schematisch ist, lassen keinen Zweifel darüber, dass wir es hier mit den »Hautdrüsen« oder »Hautkörpern« KEFERSTEIN's zu thun haben. Obschon dies nun durch eine Vergleichung mit der von KEFERSTEIN und EHLERS (10, Taf. VI, Fig. 3, 4) gegebenen Abbildung leicht zu erkennen gewesen wäre, weiß doch GRABER mit diesen »Zellen«, von denen er glaubt, dass sie durch die Hautporen ausmünden, augenscheinlich nichts zu machen. Da er keine Hypodermiszellen gesehen, so hält er es für möglich, dass dies die »Hypodermiszellen von EHLERS und KEFERSTEIN« seien. Ebenso merkwürdig werden dann von GRABER die von den

beiden letztgenannten Forschern als »Hautdrüsen« bezeichneten Organe untergebracht. Er beschreibt nämlich »in der Mitte der Integumentalfelder« einen »großen ellipsoidischen Körper«. Dieser Körper wird nach ihm »umgeben von einer dickwandigen Kapsel und lässt im Innern nirgends deutliche Zellen sondern nur eine Menge gelblicher Körnchen erkennen«. Abgesehen von der mangelnden Kommunikation mit der Außenwelt soll dieser Körper in seinem Bau »mit den von EHLERS und KEFERSTEIN als Drüsen beschriebenen Gebilden« übereinstimmen(!). Wie aus der beigegebenen Zeichnung (24, Taf. III, Fig. 12 S) ersichtlich, ist der »ellipsoidische Körper« aber nichts Anderes als die zwischen der Cutis und der Muskulatur liegende »Integumentalhöhle«, auf welche wir weiter unten noch näher eingehen werden, die »gelblichen Körnchen« aber sind Blutkörper. — Da nun GRABER offenbar ganz andere Organe in der Haut des Sipunculus (die Integumentalhöhlen) für »Hautkörper« hält, wie die wirklichen Drüsen, so ist seine Behauptung, dass er »an den vielen hunderten von Hautkörpern«, die er untersuchte, »niemals ein nervöses Gebilde« habe entdecken können, ziemlich bedeutungslos. Was endlich die »strangartigen Gebilde« anbelangt, die die Basis der GRABER'schen »Hautkörper« aufnimmt und welche »Fortsätze der Ringmuscularis« sein sollen, so habe ich nichts Derartiges gefunden.

Die beste und ausführlichste Arbeit, welche wir über die »Hautkörper« der Sipunculiden besitzen, hat in neuerer Zeit TEUSCHER (25) geliefert. Derselbe beschreibt (p. 492, 493) beim Sipunculus nudus drei Arten von Hautdrüsen, in welchen ich die vielzelligen und zweizelligen Drüsen so wie die Nervenendorgane der Eichel, wie ich sie oben beschrieben habe, wiedererkenne. Er theilt die erste Art, die vielzelligen Drüsen, nochmals in drei Gruppen ein, je nach dem Grade ihrer Durchsichtigkeit, und hält diese drei Gruppen für eben so viele Bildungsstufen. Dagegen scheinen mir dieselben lediglich dadurch zu entstehen, dass die Zwischenräume zwischen den einzelnen Drüsenzellen mit mehr oder weniger Sekret erfüllt sind. Die zweite Drüsenart beschreibt TEUSCHER als einen ovalen Schlauch, der »eine durch einen schmalen Zwischenraum von ihm getrennte Zelle mit deutlichem Kern und Kernkörperchen« enthält, in welcher wiederum eine andere viel kleinere und kernlose Zelle liegt, welche im Gegensatz zu den beiden anderen meist »wasserhell« ist. Es würde eine solche Drüse sich also aus drei in einander geschachtelten Zellen zusammensetzen. Zuweilen sah TEUSCHER eine das Ganze durchsetzende Scheidewand und in dem Falle zwei Kerne in der zweiten, mittleren Zelle. Wenn nun auch die von ihm zur Erläuterung beigegebene Abbildung (25, Taf. XIX, Fig. 7) nicht ganz mit der meinigen (Fig. 7) übereinstimmt, so stehe ich dennoch keinen Augenblick

an, diese Gebilde mit meinen »zweizelligen Drüsen« zu identificiren. Es wäre demnach die äußere Zelle der TEUSCHER'schen Drüse die Drüsenhülle, die mittlere die beiden dicht an einander gelagerten Drüsenzellen und die innerste, »wasserhelle« Zelle der Hohlraum zwischen den letzteren. Die Scheidewand, die TEUSCHER nicht immer gesehen, entspricht den beiden eng zusammengelagerten Wänden der Drüsenzellen. Auch zeichnet TEUSCHER ganz richtig die diesen Wänden charakteristische sförmige Wölbung und die zu ihnen symmetrische Lagerung der beiden Zellkerne. Was die dritte von ihm erwähnte Drüsenform anbelangt, so entspricht dieselbe nach Beschreibung sowohl wie Zeichnung ziemlich genau den von mir aus der Eichel beschriebenen Nervenendorganen. Auch sie kommen nach TEUSCHER nur in diesem Körperabschnitte vor, ragen mit einem konischen Ende weit in die Cuticula hinein und gehen hier in einen ganz feinen, kurzen Kanal über, der in einer Einsenkung der letzteren ausmündet; an ihrem inneren Pole stehen sie mit Nerven in Verbindung. Trotz dieser vollkommen richtigen Beschreibung ist dem sorgsamem Forscher die wahre Natur dieser Organe dennoch entgangen, da er ihre Zusammensetzung aus stark modificirten Hypodermiszellen nicht erkannte, ihnen vielmehr einen ähnlichen Bau wie den wirklichen Drüsen beilegte.

Nach ihm sollen nun an die erste und dritte Drüsenform Nervenendigungen herantreten und zwar ganz ausschließlich im hinteren Körperende, aber auch hier nur im früheren Lebensalter (TEUSCHER giebt nämlich an, dass er Drüsen in Verbindung mit Nervenfasern nur bei bis 40 mm großen Exemplaren gefunden habe, niemals aber bei größeren). In Bezug auf den ersten Punkt stimme ich vollständig mit ihm überein, im letzteren aber muss ich ihm widersprechen, denn das Exemplar, bei welchem ich die Nerven von den Drüsen und Nervenendorganen bis in die Ringmuskulatur sehr deutlich verfolgen konnte, war ungefähr 220 mm lang, also ziemlich ausgewachsen, und vollkommen geschlechtsreif.

Auch der Pigmentballen thut TEUSCHER Erwähnung als »Pigmentzellen, von sehr verschiedener Größe und Menge, von rundlicher oder ovaler Gestalt, bei alten Würmern dicht mit gelbbraunen Pigmentkörnchen besetzt und meistens einen dunklen Kern zeigend« (p. 493). Von den becherförmigen Nervenendorganen des Rüssels und eigentlichen Körpers hat er jedoch nichts wahrgenommen.

Eine sehr schöne und wichtige Bestätigung meiner Beobachtungen über die Drüsen und Nervenendorgane des *Sipunculus* finde ich in der Beschreibung, welche TEUSCHER (25, p. 495, 496) von ähnlichen Organen bei *Phascolosoma* liefert. Zunächst erwähnt derselbe unzweifelhaft drüsiger (hier in der Cuticula liegender) »Schläuche, welche in ihrem Bau

eine sehr große Ähnlichkeit mit den vielzelligen Drüsen des Sipunculus besitzen und mit Leichtigkeit Nervenfäden an ihrem inneren Pole erkennen lassen (25, Taf. XIX, Fig. 9—13). Neben diesen aber werden noch besondere »Sinnesorgane« beschrieben. Diese sollen aus einem ovalen Schlauche bestehen, der mit zwei oder drei Nervenfäden in Verbindung steht. Im Innern dieser Schläuche soll sich eine »feine granulöse Masse und eine Anzahl größerer Körner« finden, »deren Hauptmasse in der Nähe des Ausführungsganges gruppiert und zum Theil an von da herabhängenden Fäden befestigt erscheint«. Diese Beschreibung erinnert so sehr an die Verhältnisse, wie sie die Nervenendorgane im hinteren Körperende des Sipunculus zeigen (vgl. meine Fig. 11 und 12), dass ich nicht anstehe, in derselben Weise wie dort die »vom Ausführungsgange herabhängenden Fäden« als die fadenförmigen Hypodermiszellen, die »größeren Körner« als deren Kerne und die »feine granulöse Masse« als die direkte Fortsetzung und Ausbreitung der feinkörnigen Nervensubstanz zu erklären, wie sie sich in den peripherischen Nervenästen findet.

THÉEL (26, p. 10) beschreibt bei seinem *Phascolion strombi* (= *Phascolosoma strombi* Kef.) ebenfalls Hautkörper (»follicules«), von länglicher, sackförmiger Gestalt, welche in die Hautpapillen hineinragen und an deren Spitze durch einen langen Kanal ausmünden. Dieselben werden zusammengesetzt aus einer »membrane extrêmement mince, qui renferme une masse granuleuse et plusieurs grandes cellules«. Von der Basis dieser Hautkörper aus verlaufen eine, zuweilen auch zwei oder mehr feine Fasern bis zur Ringmuskulatur, die THÉEL jedoch nur beim *Phascolosoma Oerstedii* Kef. deutlich verfolgen konnte. In vollkommener Übereinstimmung mit KEFERSTEIN (15, 17) und SEMPER (16) fand er beim *Sipunculus nudus* an jedem Hautkörper nur eine solche Faser, welche ihm nichts Anderes als eine »Prolongation tubiforme du follicule« zu sein scheint. Über die Bedeutung dieser Fasern spricht sich THÉEL nicht bestimmt aus. Da er nicht eine direkte Fortsetzung derselben bis zum Hauptnervenstamme verfolgen konnte, dieselben bei der Tinktion mit Goldchlorid auch nicht die charakteristische Purpurfärbung zeigten, so hält er es nicht für unwahrscheinlich, dass die Fasern zarte Gefäße sind, die durch mannigfache Verzweigungen ein sehr feines Gefäßsystem bilden, welches vielleicht dazu bestimmt ist, Wasser in die verschiedensten Körpertheile zu führen. Für Blutgefäße möchte er sie nicht halten, da sie im Verhältnis zu den Blutkörpern einen zu geringen Durchmesser besitzen (»à peine 0,004 mm de large«).

SPENDEL endlich beschreibt in seiner ausführlichen Arbeit über die Organisation des *Echiurus Pallasii* (32, p. 464—466) einzellige birnförmige Drüsen mit deutlichem Kerne und dünnem Halse, welche in die

Cutis hineinragen. Durch Zusammentreten dieser Drüsen werden die über den ganzen Körper verbreiteten Papillen gebildet, in welchen sich aber außerdem noch besondere »Sinnesorgane« finden. Diese werden zusammengesetzt aus einer Anzahl hoher (Epidermis-?) Zellen, »welche zu einem becherförmigen Körper vereinigt sind«. »Die Kerne dieser Zellen sind sämmtlich dem Grunde des Bechers genähert«, welcher letztere an seinem vorderen Ende durch einen kurzen Kanal nach außen mündet. Die becherförmigen Sinnesorgane sollen mit den »Schleimdrüsen« in sehr inniger Verbindung stehen. Diese Beschreibung sowohl wie die beigegebene Abbildung zeigen eine sehr bemerkenswerthe Ähnlichkeit der in die Cutis eingelagerten Nervenendapparate des Echiurus Pallasii mit den von mir beim Sipunculus nudus beschriebenen. Auch hat SPENGLER den Eintritt starker Nervenäste in die Hautpapillen beobachtet, ohne aber darüber Aufschluss geben zu können, welche von den beiden Bestandtheilen — Schleimdrüsen und Sinnesorganen — »sie hauptsächlich versorgen und in welcher Weise die Verbindung geschieht«. Die Cutis selbst besteht nach SPENGLER aus einer »homogenen, glashellen, gallertartigen Grundsubstanz, in welcher sternförmige Zellen mit etwas länglichem Kerne liegen, die mit ihren zarten Ausläufern meistentheils unter einander in Verbindung zu stehen scheinen«. Außerdem erwähnt er »Ballen von Zellen, die mit rothbraunen oder gelblichen Pigmentkörnchen erfüllt sind«.

GREEFF führt dann (34, p. 44) beim Echiurus als dritte, innerste Hautlage »eine aus mehrfach sich kreuzenden, hauptsächlich aber radiär verlaufenden Fasern bestehende, helle Faser- und Zellschicht« an. Diese »Bindegewebsschicht«, welche nach der von ihm gegebenen Schilderung mit der Cutis des Sipunculus im Wesentlichen übereinstimmt, enthält Drüsen, Blutgefäße und Nerven eingelagert, welche letzteren in den »Tastpapillen« der Haut unter starker Verzweigung endigen. GREEFF hat diese Nerven deutlich »bis zu ihrem Austritt aus dem Bauchnervenstrang« verfolgen können.

Zum Schlusse ist noch zu erwähnen, dass uns in neuerer Zeit EISEN (28) mit eigenthümlichen Sinnesorganen (»Seitenorgane« und »becherförmige Organe«) der Capitelliden bekannt gemacht hat, welche den von mir beim Sipunculus beschriebenen Nervenendorganen in mancher Beziehung ähnlich sind. Es sind das epitheliale Bildungen, bei welchen man »einen centralen, aus den eigentlichen nervösen Elementen sich aufbauenden Theil von einer peripherischen, aus mehr oder minder modificirten Epidermiselementen sich zusammensetzenden Hülle unterscheiden kann« (p. 346). Über die Art der Innervation der »Capitelliden-

Sinneshügel «, welche ein »retraktiles Haarfeld« besitzen, hat sich Eisig keine Gewissheit verschaffen können.

3) Muskulatur.

Unter dem oben ausführlicher beschriebenen Integument, in innigem Zusammenhang mit demselben, liegt die sehr mächtige Muskelschicht des Sipunculus nudus, ebenfalls einen mehr oder minder geschlossenen Schlauch um den Leibeshohlraum bildend. Diese Muskulatur setzt sich aus drei verschiedenen Schichten zusammen, einer äußeren Ring-, einer inneren Längs- und einer zwischen beiden liegenden Diagonalmuskelschicht. Diese drei Lagen sind durch eine dünne, bindegewebige Haut ziemlich fest mit einander verbunden und lassen sich mechanisch nur selten unverletzt isoliren. Ganz leicht gelingt eine solche Isolirung aber nach längerer Maceration des Muskelschlaches in verdünnter Salpetersäure (vgl. p. 211). — Da die einzelnen Schichten sich in den verschiedenen Körperregionen auch verschieden verhalten, so erscheint es angebracht, sie für jede derselben gesondert zu besprechen.

Im eigentlichen Körperabschnitte besteht die Ringmuskulatur nicht aus einer zusammenhängenden Schicht, sondern aus neben einander liegenden platten, breiten Bändern (Fig. 17 R), welche vollkommen geschlossene, zur Längsachse des Wurmes senkrecht verlaufende Ringe bilden. Diese Bänder oder Gürtel sind fassreifenartig nach außen gewölbt. Ihre Dicke und Breite schwankt ziemlich beträchtlich je nach dem Kontraktionsgrade des Hautmuskelschlaches. Im Allgemeinen beträgt letztere bei völlig ausgewachsenen Exemplaren 2 bis 3 mm und nimmt von der Körpermitte aus nach dem vorderen und hinteren Ende nur wenig ab. Die Dicke der Ringmuskelbänder erreicht aber selbst bei hochgradiger Kontraktion kaum 1 mm. Die Lücken, welche die einzelnen Bänder zwischen sich lassen, sind zuweilen nicht unbedeutend, können aber, wenn das Thier sich in der Richtung der Körperachse stark kontrahirt, vollständig geschlossen werden. Die Anzahl der Muskelringe im eigentlichen Körper ist nicht konstant; Anastomosen zwischen denselben habe ich nur spärlich gefunden. Eine Abweichung von der regelmäßigen Anordnung der Ringmuskulatur findet sich im Körper nur an drei Stellen, den Mündungen des Enddarmes und der Segmentalorgane. Hier zeigt diese Schicht bedeutende Verdickungen in Form von sphinkterartigen elliptischen Muskelringen, welche die genannten Mündungen eng umgeben und durch ihre Kontraktion vollständig verschließen können. Namentlich an der Afteröffnung ist dieser Schließmuskel stark ausgebildet.

Die innerste Schicht des Muskelschlaches, die Längsmuskulatur,

besteht im eigentlichen Körper nur aus einzelnen Bündeln (Fig. 17 L), bildet also ebenfalls keine zusammenhängende Schicht. An der Ansatzstelle der Retraktoren, in der vorderen Körperhälfte, sind diese Bündel etwa halb so breit wie die Ringmuskalbänder und nehmen nach vorn und hinten zu allmählich an Breite ab. Auch hier wechseln die Dimensionen mit dem Kontraktionsgrade, doch sind im Allgemeinen die Längsmuskalbänder nicht flach wie die Ringmuskeln, sondern mindestens eben so hoch wie breit. Die Zahl der longitudinal verlaufenden Muskelzüge ist eine ganz konstante; nach KEFERSTEIN (17, p. 419) soll dieselbe zwischen 30 und 32 schwanken, bei allen von mir untersuchten Exemplaren des *Sipunculus nudus* fanden sich aber regelmäßig 32 vollkommen gleich stark entwickelte Muskelstränge, welche den eigentlichen Körper des Wurmes in seiner ganzen Länge parallel zur Körperachse durchziehen. Anastomosen zwischen diesen einzelnen Strängen, wie sie im Rüssel unseres Thieres und beim *Phascolosoma* vorkommen, zeigen sich hier nur äußerst selten. Übergänge zwischen ganzen Muskelschichten dagegen, wie sie von SPENGLER (32) beim *Echiurus Pallasii* beobachtet wurden, kommen beim *Sipunculus* niemals vor. Die Zwischenräume zwischen den Längsmuskeln sind noch bedeutender wie die zwischen den Ringmuskeln und verschwinden selbst bei stärkster Kontraktion der letzteren niemals vollständig.

Zwischen diesen beiden stark entwickelten Muskelschichten findet sich nun noch eine dritte, weit zartere Lage, welche von diagonalen Muskeln gebildet wird, die aus einzelnen sehr dünnen, etwa 0,5 mm breiten Bändern (Fig. 17 D) bestehen. Im Gegensatz zu den beiden anderen Schichten sind hier aber die Zwischenräume sehr groß, ungefähr 3 bis 4mal so breit wie die Bänder selbst. Diese letzteren entspringen beiderseits dicht neben dem Nervenband von je einem der beiden begleitenden Längsmuskelstränge und verlaufen dann, sich kreuzend, unter dem Nervenbande hinweg zur entgegengesetzten Körperseite. Dabei sind sie unter einem Winkel von ungefähr 45° gegen die Körperachse geneigt und verlaufen von der Bauchfläche beiderseits nach dem Rücken und nach vorn. In der Rücken- (After-) Linie kreuzen sie sich wieder und inseriren sich dann an die beiden dicht neben dieser Linie verlaufenden, benachbarten Längsmuskelstränge, in der Weise, dass jedes Diagonalmuskelband wieder auf derselben Körperseite endigt, auf welcher es entsprungen. In den beiden medianen Körperlinien verlaufen also zwei sich senkrecht kreuzende Diagonalmuskelschichten über einander. An ihren Insertionspunkten sind diese Diagonalbänder meist ziemlich zart und undeutlich, werden jedoch bald stärker, so dass sie zuweilen eine Breite von 0,7 mm erreichen können. Wie bereits erwähnt, sind die

Zwischenräume zwischen den einzelnen Bändern ziemlich bedeutend, und es entspricht in Folge dessen im vorderen Körperabschnitte die Zahl der Diagonalmuskeln ungefähr der der Ringmuskeln. Weiter nach hinten zu werden jedoch die Zwischenräume immer größer, die Muskelbänder selbst werden immer schwächer und hören endlich meistens ungefähr beim Beginn des letzten Viertels des eigentlichen Körperabschnittes vollständig auf (zuweilen konnte ich dieselben jedoch noch weiter nach hinten verfolgen). Hin und wieder finden sich, häufiger wie bei den Ring- und Längsmuskeln, Anastomosen zwischen den Diagonalmuskeln. Die Zahl der einzelnen Bänder ist eine sehr wechselnde, meist aber geringe.

Sehr schön lässt sich die Diagonalmuskulatur im Zusammenhang präpariren, wenn man ein von passender Stelle — am besten aus der Gegend der Retraktorenwurzeln — entnommenes Stück des Hautmuskelschlauches einige Zeit (1—2 Tage) mit verdünnter Salpetersäure (10 bis 20procentig) macerirt. Alsdann wird das Bindegewebe, welches die einzelnen Muskelbündel umgiebt und die verschiedenen Lagen mit einander vereinigt, zerstört und es gelingt jetzt sehr leicht, durch Wegnahme der Längsmuskeln die ganze diagonale Schicht bloß zu legen, wenn man nur darauf Bedacht nimmt, die beiden ventralen und dorsalen Längsmuskelpaare, an welche sich die Diagonalfasern anheften, unversehrt zu lassen. Man erkennt dann sehr gut den eigenthümlichen, schrägen Verlauf unserer Fasern, ihre beiden Durchkreuzungen in den medianen Linien und ihre gelegentlichen Anastomosen. Ebenso gelingt es bei demselben Verfahren leicht, die ganze Diagonalmuskulatur nebst den zugehörigen vier Längsmuskeln im Zusammenhange von der darunter liegenden Ringmuskulatur abzuheben.

Die diagonale Schicht ist dort, wo sie im Körper des Sipunculus vorkommt, für dieses Thier dadurch von einiger Wichtigkeit, dass in ihr die Seitennerven erster Ordnung verlaufen. Beim Abheben der mittleren Muskelschicht von der äußeren bleiben diese Nervenzweige an der ersteren auf der der Ringmuscularis zugekehrten Fläche hängen. Eine wesentliche Bedeutung glaube ich aber der Diagonalmuskulatur wegen ihrer Zartheit im eigentlichen Körper nicht beilegen zu können. Sie wird wohl nur dazu dienen, die gemeinschaftliche Wirkung der beiden anderen Schichten etwas zu verstärken.

Im hinteren Körperende, in der Eichel, zeigen sich die Ringmuskeln nicht mehr deutlich in gesonderten Strängen angeordnet. Die platten Bänder haben sich hier in eine Anzahl schmaler Fasern aufgelöst, welche nur kleine Zwischenräume zwischen sich lassen und dadurch mehr und mehr das Aussehen eines gleichmäßigen Stratums

bieten. Im Umkreise der Hauteinstülpung in der hinteren Leibesspitze ist dieses Stratum, bei vollständigem Wegfall der Zwischenräume, sehr stark verdickt und bildet einen die Einstülpung dicht umgebenden und in den Körperhohlraum hineinragenden sphinkterartigen Muskelring, dessen besonderen Zweck ich nicht zu erkennen vermag, da eine Öffnung (Porus) hier ja unzweifelhaft fehlt.

Die Längsmuskeln beginnen sich beim Übergange in die Eichel in der Weise zu theilen, dass jeder einzelne Strang in zwei Äste sich gabelt, welche dann, ohne sich weiter zu verzweigen, bis zu dem starken Ringmuskelsphinkter in der hinteren Leibesspitze verlaufen, an welchen sie sich inseriren. Nicht immer betheiligen sich jedoch alle 32 Längsmuskelstränge an dieser Gabelung, sondern es bleiben zuweilen einige davon ausgeschlossen. So theilten sich bei einem darauf untersuchten Exemplare nur 26 Längsmuskeln in zwei Äste, während die übrigen 6 ungetheilt bis zum Hinterende verliefen. Auch finden sich nicht selten Anastomosen und streckenweise Verschmelzungen dieser Äste. Nachdem sich nun die Längsmuskelstränge in der angegebenen Weise getheilt haben, werden die Äste nach hinten zu immer schmaler, ebenso auch die etwa unverästelt gebliebenen Längsmuskeln, so dass, obschon die Anzahl der einzelnen Muskelstränge durch die Gabelung hier beinahe um das Doppelte vermehrt, der Durchmesser des Körperlumens sogar verringert wird, dennoch kein geschlossenes Stratum entsteht. Im Gegentheil erscheinen die Zwischenräume zwischen den einzelnen Zügen, deren Breite hier höchstens noch $\frac{1}{4}$ derjenigen der Längsmuskeln im vorigen Körpertheile erreicht, verhältnismäßig sehr weit.

Die Diagonalmuskulatur fehlt hier, wie im hinteren Theile des eigentlichen Körpers, vollständig, wenigstens konnte ich von derselben weder bei der Präparation noch auf geeigneten Längs- und Querschnitten etwas erkennen.

Beim scharf begrenzten Übergange des Hautmuskelschlauches vom eigentlichen Körper auf den Rüssel lösen sich die einzelnen Bänder der Ringmuskulatur plötzlich zu einer gleichmäßigen, aus dicht neben einander verlaufenden, parallelen Fasern zusammengesetzten Schicht (Fig. 43 R) auf, die weiter nach vorne zu allmählich immer dünner wird. Dabei behalten die Fasern stets dieselbe Richtung wie die Muskelringe des Körpers, senkrecht zur Längsachse des Thieres.

Auch die Diagonalmuskeln lösen sich in derselben Weise zu einer gleichmäßigen Muskelschicht auf, sobald sie aus dem Körper in den Rüssel übertreten, dabei verändern aber die einzelnen Fasern ihre Richtung. Während die diagonalen Bänder des Körpers ungefähr unter einem Winkel von 45° gegen die Ringmuskeln geneigt sind, nehmen sie

im Rüssel allmählich mehr und mehr einen diesen letzteren ähnlichen cirkulären Verlauf an. Hand in Hand damit verschwinden auch die Anfangs zwischen den Fasern noch zu erkennenden Zwischenräume. Auf passenden Querschnitten durch die Haut dieses Körpertheiles (Fig. 13) erkennt man jedoch, dass die der ursprünglichen Diagonalschicht angehörenden Fasern (*D*) nicht unter einander parallel verlaufen, wie die eigentlichen Ringfasern, sondern, im Allgemeinen allerdings eine cirkuläre Richtung einhaltend, sich schlangenartig durch einander winden und flechten. Dem entsprechend findet man in dieser Muskelschicht auch immer eine mehr oder minder große Anzahl von Bindegewebssträngen (*b*), während solche in der mehr gleichmäßigen und dichten Ringfaserschicht (*R*) nur spärlich vorkommen. Stets behält die Diagonalfaserschicht ihre Lage zwischen Ring- und Längsmuskulatur bei und ist von diesen deutlich zu unterscheiden. — Wie man auf Querschnitten erkennt, erreicht die mittlere Muskelschicht im Rüssel eine bedeutende Mächtigkeit, welche der der Ringmuskulatur nur wenig nachsteht. So gering ihre Wirkung demnach auch im eigentlichen Körper sein mag, muss man sie doch im Rüssel als einen wesentlichen Faktor für die Kontraktion und Retraktion dieses so beweglichen Körpertheiles betrachten; im Allgemeinen fällt ihre Wirkung hier wohl mit der der Ringmuskulatur zusammen.

Wesentlich verschieden von diesen beiden Schichten verhalten sich die Längsmuskeln. Während im eigentlichen Körper die Anastomosen zwischen den einzelnen Bündeln derselben nur ausnahmsweise vorkommen, werden dieselben im Rüssel ganz allgemein. Schon auf der Grenze zwischen Rüssel und Körperstamm fangen die Längsmuskeln an sich zu theilen, benachbarte Äste verschmelzen mit einander und theilen sich dann wieder, um sich aufs Neue mit einem oder mehreren anderen Ästen zu verbinden. Nach einigem Verlaufe, und zwar an der Stelle, wo sich die Rüsselhaut stark verdünnt und das Pigment in ihr verschwindet, also ungefähr in der Mitte des ganzen Abschnittes, verbinden sich jedoch sämtliche Äste zu einer gemeinschaftlichen dünnen und gleichmäßigen Längsfaserschicht, welche von Zwischenräumen nichts mehr erkennen lässt. Ebenso wie das Integument und die beiden äußeren Muskellagen wird auch diese Schicht nach den Tentakeln zu immer dünner und lässt sich von den anderen Schichten nur noch auf Querschnitten unterscheiden. Auf solchen bemerkt man dann auch, dass die beiden äußeren Muskelstraten hier das innere bedeutend an Mächtigkeit übertreffen, ein Umstand, der sich auch bei der Retraktion des Rüssels äußert. Während sich in dem Falle nämlich der hintere, pigmentirte Rüsseltheil noch ziemlich stark in der Längsrichtung zu-

sammenzieht, zeigt der vordere dünne und nicht pigmentirte Abschnitt in dieser Richtung nur eine schwache Kontraktion. Sehr stark geschieht dieselbe aber hier in der Querrichtung, in Folge der gemeinschaftlichen kräftigen Wirkung der beiden cirkulären (Ring- und Diagonal-) Muskelschichten, so dass der die Tentakel (bei retrahirtem Vorderende) einschließende vorderste Rüsseltheil sich oft als knollige Anschwellung von dem übrigen abhebt.

Von diesen Muskelschichten der Körperwandung nun, namentlich von den Längsmuskeln, nehmen verschiedene in die Leibeshöhle hineinragende Muskeln ihren Ursprung. Die mächtigsten derselben, welche beim Öffnen des Thieres zunächst in die Augen fallen, sind die vier Retraktoren des Rüssels. Dieselben entspringen jederseits dicht neben dem Nervenstrang und der Rückenlinie in ungefähr gleicher Höhe von je acht Längsmuskelzügen (KEFERSTEIN giebt [17, p. 449] für das dorsale Paar sechs, für das ventrale sieben Wurzeln an, was ich nicht bestätigen kann). Ihr Ursprung liegt ungefähr auf der Grenze des ersten und zweiten Drittels des eigentlichen Körperabschnittes, etwas hinter der Afteröffnung. Von hier verlaufen sie, frei in der Leibeshöhle schwebend, nach der Spitze des Rüssels, wo sie sich hinter den Tentakeln mit einander vereinigen und so um den Pharynx einen dicken, muskulösen Ring bilden, der an seinem vorderen Theile direkt in die Muskulatur der Rüsselwandung übergeht. Wo sie aus den Längsmuskeln entspringen sind die Retraktoren sehr breit und flach, verdicken sich aber bald unter Abnahme der Breite und zeigen, im größten Theile ihres Verlaufes gleich stark, einen unregelmäßig rundlichen Querschnitt. Im Inneren werden dieselben von einem feinen Nervenfaden der Länge nach durchsetzt. Weit mehr noch wie die Hautmuskeln zeigen sich diese Rüsselretraktoren kontraktil, so dass sie ihre Länge bis auf die Hälfte und mehr verkürzen können, wobei ihre Dicke beträchtlich zunimmt. Namentlich die vorderen, im Rüssel sich vereinigenden Enden derselben findet man oft stark kuglig zusammengezogen. Mit dem vordersten Theile des Darmes, dem Oesophagus und Pharynx, so wie auch mit dem Nerven-schlundringe, sind diese Retraktoren durch eine feine, bindegewebige Membran verbunden.

Neben diesen sehr kräftigen Muskeln finden sich in der Leibeshöhle noch andere, bei Weitem schwächere, welche dazu bestimmt sind, die Darmspirale an die Körperwand zu befestigen. Dieselben kommen in Form von zarten Muskelfäden in der ganzen Ausdehnung des Darmes vor, mit Ausnahme des Oesophagus, welcher frei schwebt und dadurch befähigt ist, beim Ein- und Ausstülpen des Rüssels nachzugeben. Solche Muskelfäden, welche aus den Längsmuskeln der Körperwandung ihren

Ursprung nehmen und sich in der Muscularis des Darmes verlieren, sind in besonderer Stärke und Zahl an der Übergangsstelle des Oesophagus in den Mitteldarm und in der Nähe der Afteröffnung (Fig. 18 *m*) entwickelt. Im letzteren Falle spielen sie jedenfalls eine Rolle bei der Entleerung der Exkremeute.

Außerdem findet sich hier aber noch ein besonderer Muskel (Fig. 18 *sp*), von den früheren Untersuchern als »Spindelmuskel« bezeichnet. Derselbe entspringt ungefähr 5—10 mm vor der Afteröffnung mit zwei oder drei feinen Wurzeln von einem Längsmuskelstrange und verläuft als runder Faden, nach hinten zu immer feiner werdend, über den Enddarm weg zwischen den Windungen der Darmspirale bis zum hinteren Körperende, wo er sich in der Hautmuskulatur verliert. In einiger Entfernung vom After ist dieser Faden mit der Wandung des »Darmdivertikels« verschmolzen, so dass er als eine direkte Fortsetzung desselben erscheint, und giebt dann bei seinem weiteren Verlaufe hier und da feine Äste an die Darmwandung ab. Nicht immer gelingt es jedoch, diesen »Spindelmuskel« bis in die hintere Leibesspitze des Thieres zu verfolgen. Meist wird er schon vorher äußerst fein und scheint sich dann schließlich in der Darmwandung zu verlieren. In einem Falle war dieser Spindelmuskel sogar nur 25 mm lang und nur bis zur Insertion an das Darmdivertikel vorhanden, an dessen hinterem Ende er vollständig fehlte. Auch zeigte sich hier (Fig. 18) eine weitere Abnormität noch darin, dass das sonst in der Regel kleine Darmdivertikel (*dd*) 70 mm lang war. Dasselbe lag in Gestalt eines dünnwandigen, mit feinkörnigem Inhalte (in dem ich keine bestimmten Formelemente erkennen konnte) dicht angefüllten Schlauches der Darmwandung, mit welcher es durch feine (Bindegewebs-?) Fasern verbunden war, eng auf. Außer der gewöhnlichen vorderen, 49 mm hinter der Afteröffnung liegenden Kommunikation (α) besaß das Organ hier anscheinend noch drei fernere, aber weniger deutliche Einmündungen (β , γ , δ) in den Darm, welche 73, 79 und 89 mm hinter der Afteröffnung sich fanden; wenigstens ging an diesen Stellen die Wandung des Divertikels unmittelbar in die des Darmes über.

Die anderen beim Sipunculus vorkommenden Muskeln, wie die beiden Begleitmuskeln des vorderen Theiles des Nervenstranges und die Muskeln in den Wandungen des Darmes und der Segmentalorgane, werden am besten erst bei der Betrachtung dieser Organe näher besprochen.

Was die histologischen Verhältnisse der Muskulatur anbelangt, so sind alle Muskeln durchweg aus feinen lang-spindelförmigen Fasern (Fig. 19) zusammengesetzt, welche palissadenartig dicht neben

und über einander gestellt sind und durch Bindegewebe zusammengehalten werden. Behandelt man die Muskelstränge mit verdünnter Kalilauge oder noch besser mit wässriger Salpetersäure, so werden dadurch, unter Zerstörung des Bindegewebes, die Muskelfasern isolirt. An beiden Enden sind diese Fasern (Fig. 19—23) gleichmäßig zugespitzt, doch finden sich gelegentlich auch solche, die sich am Ende gabeln und in zwei Spitzen auslaufen (Fig. 22). In der Mitte sind die Fasern regelmäßig am breitesten (0,012—0,026 mm); ihre Länge schwankt zwischen 1,0—2,5 mm. Bei der Tinktion mit Alaunkarmin und bei der Anwendung sehr starker Vergrößerungen erkennt man, dass diese feinen Muskelfasern sich aus drei Elementen zusammensetzen, einer äußeren, sehr dünnen und glashellen Membran — Sarkolemma — (*s*), einer diese ausfüllenden zart-fibrillären Masse (*f*) und einem centralen Kanal (*c'*), welcher im Inneren mit einer feinkörnigen Masse angefüllt ist. Ziemlich häufig findet man Muskelfasern, in welchen die Innenmasse zusammengezogen ist (Fig. 20) und welche dann sehr deutlich die abstehende farblose Hülle zeigen. Diese letztere scheint vollkommen homogen zu sein, denn ich konnte keinerlei besondere Struktur an ihr erkennen. Bei anderen Muskelfasern sieht man wieder, wie, vielleicht in Folge zu starker Streckung, die fein-fibrilläre Masse zerrissen und der Inhalt des Centralkanales nur noch von dem weit abstehenden Sarkolemma umgeben ist. Die fein-fibrilläre Masse, welche den Hauptbestandtheil der Muskelfasern ausmacht, zeigt sich als aus äußerst feinen Fäden zusammengesetzt, welche in der Richtung einer von links nach rechts um die Längsachse der Faser gedrehten Schraube verlaufen. Diese (Primitiv-?) Fibrillen zu isoliren ist mir nicht gelungen. Von ihnen eingeschlossen verläuft durch die ganze Länge der Muskelfaser der Centralkanal (*c'*), der aber nicht immer genau in der Mitte liegt, sondern sich der äußeren Hülle unregelmäßig, oft mehr, oft weniger, nähert. Die ihn erfüllenden feinen Körnchen sind ebenfalls sehr ungleichmäßig angehäuft, wodurch sich der Kanal stellenweise bedeutend erweitert, stellenweise aber auch sehr verengert. An solchen Stellen, wo er zwischen zwei starken Körnerhaufen frei von Inhaltsmasse war (Fig. 20, 22), glaubte ich zuweilen eine besondere, den ganzen Hohlraum umhüllende, zarte Membran (*h'*) zu erblicken. Von einem Kern aber habe ich in den Fasern niemals etwas bemerken können. Auf Querschnitten durch dieselben erkennt man unschwer den inneren Markraum und die äußere Hülle, außerdem aber noch in der fein-fibrillären Masse eine radiäre Streifung, welche wahrscheinlich durch eine vorwiegend radiäre Anordnung der Fibrillen — wie dies ja auch von den Muskelfibrillen der Nematoden bekannt ist — hervorgerufen wird.

Isolirt man die Muskelfasern in etwas schonenderer Weise als wie oben angegeben, etwa mit dem von KÜHNE empfohlenen Gemisch von Salpetersäure und chlorsaurem Kali, so erhält man nicht selten Fasern, an denen man das Herantreten eines feinen Nervenfadens (Fig. 23) beobachten kann. Meist inserirt sich der Nerv (*n*) ungefähr in der Mitte der Faser, wobei er sich in feinste Fädchen auflöst, welche nach Durchbrechung des Sarkolemmas in der feinfibrillären Masse zu endigen scheinen.

GRUBE (4, p. 240, 244) unterschied in der Muskulatur des Sipunculus bereits eine äußere Ring- von einer inneren Längsmuskelschicht, deren nähere Verhältnisse, so weit sie auf den eigentlichen Körper Bezug haben, von ihm auch ganz richtig beschrieben wurden. Auch erwähnte er bereits zarter Fasern, welche zwischen diesen beiden Muskelschichten schräg verlaufen sollen. Dagegen hat GRUBE, — dessen Arbeit mir übrigens erst nach Abschluss meiner diesbezüglichen Untersuchungen zu Gebote stand, — die Anordnung dieser Fasern (unserer Diagonalmuskeln) nicht ganz richtig erkannt. Dieselben Fasern soll nach ihm auch DELLE CHIAJE (3) abgebildet und beschrieben haben, worüber ich mich indessen nicht vergewissern konnte, da mir des Letzteren Abhandlung selbst nicht zugänglich war. In Betreff der Natur des »Spindel-muskels«, dessen Verlauf er übrigens sehr genau und treffend schildert, ist GRUBE zweifelhaft und scheint eher geneigt, denselben für einen Nervenfaden zu halten.

KEFERSTEIN und EHLERS (10, 15, 17), ebenso wie alle späteren Untersucher des Sipunculus nudus, haben die von GRUBE gefundenen Diagonalfasern vollkommen übersehen. Von den anderen beiden Muskelschichten berichten die beiden Forscher, dass dieselben aus 0,004 bis 0,008 mm breiten Fasern zusammengesetzt würden, in welchen von Kernen nichts zu bemerken sei.

G. SCHWALBE (21, p. 221, 222) hat die Muskelfibrillen von Phascolosoma zum Gegenstande einer eingehenderen Untersuchung gemacht. Ich sehe in seiner Arbeit, die mir ebenfalls erst nach Beendigung meiner Untersuchungen zugänglich wurde, eine schöne Bestätigung meiner Beobachtungen. Beschreibung sowohl wie Abbildungen stimmen fast vollkommen mit den von mir für den Sipunculus gegebenen überein. Auch hier unterscheidet SCHWALBE ein Sarkolemma, eine fibrilläre kontraktile Substanz und einen in dieser gelegenen »sehr feinkörnigen Strang« (»eine Art Marksubstanz«). Nur findet sich beim Phascolosoma in so fern einige Verschiedenheit, als die feinen Fibrillen der kontraktile Substanz nicht schraubenförmig, wie beim Sipunculus, sondern in der Richtung der Längsachse neben einander verlaufen, und die feinkörnige

Marks substanz einen Kern zeigt, den ich beim Sipunculus niemals finden konnte.

THÉEL (26, p. 44) beschreibt beim Phascolion strombi einen äußeren Ring- und einen inneren Längsmuskelschlauch, welche beide vollkommen geschlossen sind. Zwischen diesen Lagen fand THÉEL zarte, durch gleich weite Zwischenräume von einander getrennte Muskelbänder, welche die anderen unter einem Winkel von 45° kreuzten. — Ich selbst habe, um das hier gleich zu erwähnen, bei dem verwandten Phascolosoma laeve Kef., welches ich darauf untersuchte, ebenfalls eine Diagonalmuskulatur gefunden, welche in allen Einzelheiten mit der des Sipunculus nudus L. übereinstimmt, und dürfte daher dasselbe auch wohl für das Phascolion strombi gelten.

Sehr interessant sind die Resultate, zu denen SPENGLER bei seiner Untersuchung der Muskulatur des Echiurus Pallasii (30, p. 542 und 32, p. 468) gekommen. Danach soll sich der Hautmuskelschlauch des Rumpfes aus drei Schichten zusammensetzen, »einer äußeren Ringfaserschicht, einer darauf folgenden Längsfaserschicht und einer der Leibeshöhle zugewandten Schicht von schräg verlaufenden Fasern, welche in einiger Entfernung von der ventralen Mittellinie beginnend diese überschreiten, nach hinten geneigt an den Seiten des Rumpfes zum Rücken emporziehen, um auch hier über die Mittellinie hinüberzugreifen, so dass an den Seiten des Rumpfes drei, in der Umgebung der Medianlinien dagegen vier Schichten über einander gelagert erscheinen«. Es zeigen hier die Verhältnisse der Diagonalmuskulatur also eine ganz frappante Übereinstimmung mit denen beim Sipunculus, weichen aber doch wieder wesentlich darin von ihnen ab, dass die »schrägen Fasern« die innerste, nicht die mittlere Schicht bilden und vom Bauche nach dem Rücken und nach hinten verlaufen, eine Abweichung, die sehr merkwürdig ist.

GREEFF endlich beschreibt (31, p. 42, 45, 46) die innerste Muskelage des Echiurus als eine cirkuläre Ringfaserschicht, gerade wie die äußerste Lage. Die Elemente der Muskulatur dieses Thieres bestehen nach ihm »aus lang ausgezogenen spindelförmigen Fasern, die sich bei genauerer Untersuchung als von einer gemeinschaftlichen Hülle umgebene Bündel von feinen Primitivfibrillen erweisen«. Die Primitivfibrillen sollen innerhalb ihrer gemeinschaftlichen glashellen Scheide »um eine innere körnige Längsachse gestellt« sein. Auch die radiäre Streifung auf Querschnitten durch die Muskelbündel hat GREEFF beobachtet und zu erklären versucht.

Ehe ich die Betrachtung der Muskulatur, und damit die der Körper-

hülle überhaupt, verlasse, muss ich noch auf einige Bildungen zurückkommen, welche als besonders differenzierte Theile des Hautmuskelschlauches unser Interesse beanspruchen, ich meine die Tentakel, die Rüsselpapillen und die Integumentalfelder des eigentlichen Körperabschnittes.

Die Tentakel, deren Wandung als die direkte Fortsetzung der des Rüssels zu betrachten ist, umgeben in Form einer rundlichen, blattförmig zerschnittenen Membran die an der Rüsselspitze gelegene Mundöffnung. Im Inneren zeigt diese Tentakelmembran einen flachen Hohlraum (Fig. 15 I), der mit dem den Pharynx umgebenden Gefäßringe in Verbindung steht. Dadurch wird das ganze Organ in zwei ungefähr parallele Blätter getheilt, welche an ihrem vorderen Ende in einander übergehen. Der dazwischen liegende Hohlraum wird von zahlreichen, zu den Blattflächen senkrechten Trabekeln durchzogen, welche die beiden Blätter so mit einander verbinden, dass sie niemals weit aus einander weichen können. Die äußere Fläche der Tentakel ist stark höckerig und wellig gekrümmt, namentlich zeigt die dem Munde zugekehrte Fläche (Fig. 15 O) größere, wulstartige Hervorragungen, wodurch das ganze Organ eine sehr bedeutende Oberfläche erlangt.

Die Cuticula (c) ist hier äußerst dünn und nur bei starker Vergrößerung zu erkennen. Unter ihr liegt die aus hohen cylindrischen Zellen gebildete Hypodermis (h) mit ihren länglichen, dem Zellgrunde genäherten Kernen. Äußerlich findet sich auf der Cuticula ein kurzes, aber sehr dichtes Wimperkleid, welches an den von mir untersuchten Spiritusexemplaren ganz gut erhalten war. Die den größten Theil der Tentakelmasse bildende Cutis (C) ist sehr locker und zeichnet sich dadurch aus, dass die zelligen Bindegewebelemente, namentlich die großen hellen Zellen, ganz besonders in ihr vertreten sind. Weit zahlreicher wie in den übrigen Körperregionen finden sich dieselben hier durch die ganze Cutis verbreitet, vorzugsweise aber unmittelbar unter der Hypodermis. Die Hervorragungen der Tentakelblätter werden im Inneren sogar fast ganz ausschließlich von diesen Zellen gebildet und nur am Grunde derselben treten wieder mehr faserige Elemente auf (Fig. 15, 16). Dem entsprechend sind die Bindegewebszellen namentlich in dem oralen Blatte der Tentakel (Fig. 15 O) angehäuft. TEUSCHER, der diese Zellen hier auch beobachtet hat (25, p. 488), beschreibt dieselben als »große, hyaline (Knorpel-?) Zellen«. Die Muskulatur (m) der Tentakel ist nur sehr gering entwickelt. Sie besteht vorzugsweise in zwei aus unregelmäßig verlaufenden Fasern zusammengesetzten Lagen, welche den Tentakelhohlraum in sich einschließen und an ihrem hinteren Ende direkt in die Muskulatur des Rüssels und des Oesophagus übergehen. Die dem

Munde zugekehrte Lage ist noch ziemlich deutlich, die an der anderen, äußeren Seite des Hohlraumes gelegene aber kaum noch zu erkennen. Durch die ebenfalls muskulösen Trabekel (*t*) sind die beiden Lagen mit einander verbunden. Besondere Schichten lässt die Muskulatur hier nicht mehr unterscheiden, zeigt sich aber stark mit Bindegewebe, sowohl faserigen wie zelligen Elementen, durchsetzt. Dadurch und durch den unregelmäßigen Verlauf der äußerst feinen Muskelfasern ist es kaum möglich, eine scharfe Grenze zwischen Muskulatur und Cutis zu ziehen.

Obschon ich bei der Präparation des Nervensystems ganz deutlich feine Nervenäste gefunden habe, welche jederseits von der ventralen Fläche des Oberschlundganglions aus zur Tentakelmembran verlaufen (Fig. 24 *nt*), ist es mir doch trotz der sorgfältigsten Untersuchung nicht gelungen, auf Querschnitten durch die Tentakelhaut Nerven oder Nervenendorgane, wie sich solche im ganzen übrigen Körper ja finden, zu entdecken. Dennoch glaube ich keinen Augenblick daran zweifeln zu dürfen, dass dieselben auch hier vorkommen und vielleicht nur sehr schwer zu erkennen sind. Drüsen und Pigment fehlen dagegen der Tentakelmembran vollständig.

Die Ausbreitung und Bewegung der Tentakel, wie man sie am lebenden Thiere beobachtet, werden neben einer Wirkung der schwachen Muskulatur wohl wesentlich durch die Kontraktion der beiden mit dem Tentakelhohlraum kommunizierenden Gefäßstämme hervorgerufen, welche der dorsalen und ventralen Wandung des Oesophagus dicht anliegen. Zwar habe ich bei meinen Spiritusexemplaren in der Höhlung der Tentakel keinerlei Inhaltsmasse gefunden, ebenso sind mir Injektionen wegen der die beiden Schläuche vollständig verstopfenden Massen geronnenen Blutes nicht gelungen, doch glaube ich mich durch makroskopische Präparation von einem Zusammenhange des Tentakelhohlraumes mit dem durch die vorderen Enden der beiden Gefäßschläuche gebildeten Gefäßringe hinlänglich überzeugt zu haben. Auch von allen früheren Forschern wird eine solche Kommunikation angenommen, welche nachzuweisen einigen sogar durch Injektion gelungen sein soll.

GRUBE hält (4, p. 252, 253) die Tentakelmembran für ein Athmungsorgan, da er die von ihm bereits gesehenen, vom Schlundganglion zu derselben hinziehenden feinen Nervenfäden als »Blutgefäße« betrachtet, im Zusammenhange mit seiner irrigen Auffassung des Bauchnervenstranges als »Hautgefäß«. Mit der richtigen Erkenntnis des letzteren mussten natürlich auch die »Blutgefäße« fallen gelassen werden. Dagegen beschreibt GRUBE ganz richtig den Zusammenhang des Tentakelhohlraumes mit den beiden kontraktile Gefäßschläuchen (»POLI'schen Blasen«).

KEFERSTEIN und EHLERS vermuthen (10, p. 46) feine Kommunikationswege zwischen dem Tentakelhohlraum und der Leibeshöhle. Später (15, p. 47) fand jedoch KEFERSTEIN beim Phascolosoma den richtigen Zusammenhang des ersteren mit dem Ringgefäße, welches den Oesophagus umgiebt und bei diesem Thiere nur einen einzigen Schlauchanhang besitzt. Durch diesen Befund wird KEFERSTEIN veranlasst (p. 48), auch für den Sipunculus eine entsprechende Verbindung anzunehmen und beschreibt er dann in seiner größeren Arbeit (17, p. 442, 443) ganz allgemein für sämtliche Sipunculiden ein solches mit dem Tentakelhohlraum communicirendes »Respirationsgefäßsystem«, bestehend aus einem Ringgefäß mit einem oder mehreren langen Schläuchen.

Auch JOURDAIN (20, p. 872) hält in Übereinstimmung mit WILLIAMS und QUATREFAGES die Tentakel für Respirationsorgane (»le siége principal de l'hématose«).

A. BRANDT (23, p. 22, 23) beschreibt die Tentakelmembran als hufeisenförmig (wobei die Konkavität dem Rücken zugekehrt sein soll) und aus mehreren Lappen zusammengesetzt. Leider konnte ich mich über diese Verhältnisse nicht hinreichend orientiren, da meine Spiritusexemplare alle zu stark kontrahirt waren. In Betreff ihrer Funktion hält er die Tentakel für »Tast- und Greiforgane«, da ihm für respiratorische Leistungen die Tentakelhaut zu dick erscheint, welcher Ansicht ich mich vollkommen anschließe. — THÉEL hält dagegen (26, p. 46) die Tentakel seines Phascolion wieder gleichzeitig für Respirationsorgane.

Was die Rüsselpapillen (Fig. 14) anbelangt, so habe ich darüber hier eigentlich nur Weniges nachzuholen, da das Meiste schon aus meinen vorhergehenden Angaben bekannt geworden. Es sind diese Papillen Wucherungen der Rüsselcutis, gleichmäßig überzogen von Hypodermis und Cuticula. Ihre Form war bei meinen Spiritusexemplaren eine flache, rundlich-dreieckige, mit nach hinten gerichteter Spitze, bei lebenden Thieren soll sie mehr konisch sein. Die Oberfläche derselben ist mit Drüsen ziemlich dicht besetzt, der ganze übrige Innenraum aber an den hinteren Rüsselpapillen fast allein mit eng an einander gelagerten Pigmentballen ausgefüllt, welche weiter nach vorn zu allmählich verschwinden und dem fibrillären Bindegewebe Platz machen. Im ganzen Verlaufe des Rüssels ist die Cutis gleichmäßig ohne Zwischenräume mit den darunter liegenden Muskelschichten, die an der Bildung der Papillen keinen Antheil nehmen, verwachsen.

Ich komme jetzt zu den die äußere Haut des eigentlichen Körpers charakterisirenden »Integumentalfeldern«. Auf den ersten Blick scheint es, als ob die von ihnen gebildeten regelmäßigen, erhabenen Quer- und Längsreihen der Ausdruck der unter ihnen verlaufenden

Ring- und Längsmuskeln seien. Bei näherer Betrachtung erkennt man jedoch unschwer, dass dies nicht der Fall, dass vielmehr die Querreihen allerdings den Ringmuskeln, die Längsreihen aber gerade den Zwischenräumen zweier benachbarter Längsmuskelzüge entsprechen. Die »Integumentalfelder« entstehen nämlich dadurch, dass die Haut oberhalb eines jeden Längsmuskels der Ringmuskulatur dicht angewachsen, dazwischen aber vollkommen frei und emporgewölbt und nur wieder in den Zwischenräumen der Ringmuskeln stark nach innen eingesenkt ist, ohne jedoch mit der Muskulatur zu verwachsen. Die Folge davon ist, dass zwischen der Haut und der äußeren Muskelschicht kleine länglich-rechteckige, oben gewölbte Hohlräume (Fig. 4 I) entstehen, welche ich »Integumentalhöhlen« nennen will. An ihrem vorderen und hinteren Rande, zwischen den Ring- und Längsmuskeln hindurch, stehen diese Integumentalhöhlen mit der Leibeshöhle und demnach auch unter sich sowohl in der Längs- wie in der Querrichtung in Verbindung. Bei starker Kontraktion wird jedoch diese Kommunikation aufgehoben, da sich alsdann die Ringmuskeln dicht an einander legen, während sich gleichzeitig die Haut in ihren Ringfurchen bis zu ihnen einsenkt, doch kann dabei unter Umständen eine beschränkte Verbindung in der Längsrichtung bestehen bleiben. Im Inneren werden die Hohlräume von einem ziemlich dickwandigen Peritoneum (Fig. 4 p) ausgekleidet, welches, ganz ähnlich der Grundsubstanz der Cutis, hauptsächlich aus einem unregelmäßigen, dichten Geflecht von feinen Bindegewebsfasern mit spärlicher, homogener Zwischensubstanz und deutlichen, hellen Kernen besteht; hin und wieder zeigt dasselbe auch Pigmentballen. An der unteren, mehr flachen Seite der Integumentalhöhlen geht das Peritoneum, welches im Allgemeinen etwas resistenter wie die Cutis erscheint, kontinuierlich auf die äußere Wandung der einzelnen Muskelzüge über und kleidet den ganzen inneren Körperhohlraum aus. Oberhalb unserer Höhlen ist die Cutis beträchtlich verdünnt und fast vollkommen pigmentfrei.

Auch in der Eichel finden sich die Integumentalhöhlen, erhalten hier aber mehr das Aussehen zusammenhängender Kanäle, da die unterliegende Muskelschicht nahezu vollständig geschlossen ist und die Haut sich nicht mehr ringförmig nach innen einsenkt. Nach dem hinteren Körperende zu wird das Lumen der Kanäle immer enger, doch habe ich sie noch deutlich bis zu der Stelle verfolgen können, wo die Haut sich in die Leibeshöhle einstülpt. Im Rüssel dagegen war von solchen Hohlräumen nichts zu entdecken, vielmehr waren hier, wie bereits oben erwähnt, Haut und Muskulatur kontinuierlich mit einander verwachsen. — Stets finden sich, wie das bei der direkten Verbindung mit dem Körperlumen nicht anders zu erwarten, in den Integumentalhöhlen alle Elemente

der Leibesflüssigkeit, Blutkörper, Spermatozoenhaufen und Eier in den verschiedensten Größen und Entwicklungsstadien.

Ohne Zweifel ist diese eigenthümliche Art der Verwachsung von Haut- und Muskelschicht bei der Bewegung des Wurmes von großer Wichtigkeit. Durch dieselbe wird die Haut in den Stand gesetzt, mit großer Leichtigkeit den stärksten Muskelkontraktionen sowohl in der Längs- wie in der Querrichtung zu folgen, was wohl kaum in dem Grade möglich sein würde, wenn die Verwachsung der beiden Lagen eine vollkommene wäre. Aber auch in anderer Beziehung noch scheinen mir die Integumentalhöhlen für unseren Sipunculus von großem Werthe. Da nämlich das ganze Körperlumen vollkommen von der Leibesflüssigkeit erfüllt ist, welche alle inneren Organe umspült, so müssten diese Organe bei den außerordentlich heftigen Kontraktionen, die das lebende Thier vollführt, in hohem Maße zusammengepresst und dadurch in ihren Funktionen gestört werden. Indem nun aber bei der Kontraktion der Muskulatur die Leibesflüssigkeit zum Theil zwischen die Muskellücken hindurch in die Hohlräume der ziemlich elastischen Haut gedrängt wird, vermindert sich der Druck auf die inneren Organe beträchtlich. Stets fand ich dem entsprechend bei starker Kontraktion des Körperschlauches die Integumentalhöhlen strotzend mit den Elementen der Leibesflüssigkeit erfüllt; im anderen Falle waren sie nahezu leer und zeigten ein weit geringeres Lumen.

Die größte Bedeutung ist aber den Integumentalhöhlen wohl in physiologischer Beziehung beizumessen. Bisher wurden gewöhnlich die Tentakel als die Vermittler der Respiration betrachtet, doch haben wir ja bereits oben gesehen wie die Wandung derselben in Folge ihres beträchtlichen Durchmessers für diese Funktion wohl kaum geeignet sein dürfte; auch ist der innere Hohlraum dieser Organe im Verhältnis zu den großen Quantitäten der Leibesflüssigkeit entschieden zu unbedeutend. Außerdem aber scheint der Zutritt des Meerwassers zu den Tentakeln für gewöhnlich nur ein beschränkter zu sein, denn PETERS giebt (7, p. 384) an, dass unser Thier, mit dem Hinterende in den Sand eingebohrt, » meistens den sogenannten Rüssel eingezogen « habe. Da nun aber im Körper des Sipunculus besondere Athmungsorgane nicht anzutreffen sind, so glaube ich mit Recht der ganzen Körperhaut an den Stellen, wo sie mit dem Blute in unmittelbare Berührung kommt, eine respiratorische Thätigkeit zusprechen zu müssen. Eine solche Berührung findet jedoch allein und in sehr ausgedehntem Maßstabe in den Integumentalhöhlen statt, welche schon durch ihre Verbreitung über den bei Weitem größten Theil des Körpers zur Vermittlung der Respiration ganz besonders geeignet erscheinen; auch ist die Haut oberhalb der Hohlräume

genügend dünn — weit dünner wie in den Tentakeln —, um einen Gasaustausch zwischen der Leibesflüssigkeit und dem Meerwasser an diesen Stellen leicht zu ermöglichen. Eine Art von Cirkulation der Leibesflüssigkeit in diesen Höhlen wird schon bei jeder Aktion des Muskelschlauches hervorgerufen, vielleicht aber auch noch unterstützt durch ein auskleidendes Wimperepithel, wie solches durch die Untersuchungen KEFERSTEIN'S und EHLERS' an lebenden Thieren wahrscheinlich gemacht ist (40, p. 50, 54).

Vor Kurzem hat KRUKENBERG unter Anderem einige interessante Beobachtungen über die Athmung und die Leibesflüssigkeit des Sipunculus nudus mitgetheilt (34, p. 82—93). — Er fand in den gefärbten Blutkörperchen dieses Thieres einen eigenthümlichen Farbstoff, von ihm »Haemerythrin« genannt, der in seiner physiologischen Bedeutung dem Haemoglobin der höheren Thiere sehr nahe stehen soll. Derselbe färbte sich bei der Berührung mit atmosphärischer Luft, namentlich aber mit Sauerstoff intensiv roth, wurde dagegen beim Schütteln mit Kohlensäure vollständig entfärbt (»Haemerythrogen«). KRUKENBERG hält dieses »Haemerythrin« für den »Sauerstoffträger des Sipunculusblutes«, »welcher befähigt ist, Sauerstoff chemisch locker zu binden, um ihn den vorzugsweise lebensthätigen Zellen des Organismus weiterhin zur Verfügung zu stellen«, doch hebt derselbe (p. 99) ausdrücklich hervor, dass das Blut des Sipunculus »voraussichtlich noch andere Stoffe — an die Blutkörperchen gebunden oder im Serum gelöst — enthalten wird, welche eine ähnliche und vielleicht eine für den Gaswechsel bedeutungsvollere Verwandtschaft als das Haemerythrin zum Sauerstoff besitzen, uns dieselbe aber durch Farbenwechsel nicht verrathen«.

Ebenso wie KEFERSTEIN, halten alle älteren Untersucher des Sipunculus nudus die Felderung der Haut für den »Ausdruck der in Stränge gesonderten Längs- und Ringmuskelschicht« (47, p. 419). Indessen beschreiben bereits KEFERSTEIN und EHLERS (40, p. 50, 54) als Bildungsstätten der Eier Hohlräume im Inneren (?) der Cutis, welche die Form von »etwa 0,25 mm großen, an ihrer Außenfläche stark wimpernden Schläuchen« besitzen, »in denen man meistens eine Menge zelliger Abtheilungen und ein oder zwei schon ziemlich reife Eier von 0,4 mm Größe beobachtet«. Außerdem erfahren wir von diesen Schläuchen noch, dass sie durch die Lücken der Muskulatur in die Leibeshöhle münden. Die genauere Form, Lage und Anordnung ist aber von diesen beiden Forschern nicht richtig erkannt worden, was sowohl aus der oben citirten späteren Angabe KEFERSTEIN'S über die Entstehung der Integumentalfelder, als auch aus den dem ersten Werke beigegebenen Abbildungen (40, Taf. VIII, Fig. 1, 2) deutlich hervorgeht. Die »zelligen

Abtheilungen « der »Schläuche« sind nichts Anderes wie vielzellige Hautdrüsen, was man schon aus ihrer regelmäßigen Anordnung an den Seiten der »Schläuche« (Integumentalhöhlen) schließen kann (40, Taf. VIII, Fig. 2). Von Wimpern an der Innen- oder »Außen-« (?) Fläche der Integumentalhöhlen habe ich nichts bemerken können, doch ist es nicht unwahrscheinlich, dass dieselben beim lebenden Thiere wirklich vorkommen. Später, nachdem KEFERSTEIN seine Ansichten über die Sexualverhältnisse und über die Entstehung der Geschlechtsprodukte des Sipunculus geändert, erwähnt er der »Schläuche« in der Cutis nicht mehr, sondern beschreibt (17, p. 407) die Haut als der Körpermuskulatur überall »eng anliegend«.

Der Erste, der dann wieder die Integumentalhöhlen erwähnt und abbildet, ist GRABER (24, p. 11 und Taf. III, Fig. 12 S). Die Zeichnung, die er von einer solchen Höhle giebt, ist verhältnismäßig ziemlich richtig, sehr merkwürdig aber die Beschreibung derselben als eines »in der Mitte der Integumentalfelder gelegenen großen ellipsoidischen Körpers (S)«, der »von einer dickwandigen Kapsel« umgeben und im Inneren von »gelblichen Körnchen« ausgefüllt sein soll. Wir haben bereits oben gesehen, dass der »große ellipsoidische Körper«, wie auch aus der Zeichnung desselben mit Sicherheit hervorgeht, die Integumentalhöhle, die »dickwandige Kapsel« das dieselbe auskleidende Peritoneum und die »gelblichen Körnchen« dicht gedrängte Blutkörper sind. Jedenfalls hat GRABER nur wenige Querschnitte studirt, sonst dürfte ihm die wahre Natur seines »großen ellipsoidischen Körpers« wohl kaum entgangen sein. So ist ihm aber der merkwürdige Irrthum passirt, diese Gebilde möglicherweise für die Drüsen KEFERSTEIN'S und EHLERS' zu halten, — diese letzteren Forscher schilderten bekanntlich hinwiederum unzweifelhafte Drüsen als Theile der Integumentalhöhlen (»hohlen Schläuche in der Cutis«). Welche Konsequenzen sich nun an die falsche Auffassung GRABER'S knüpfen, habe ich ebenfalls bereits oben eingehender erörtert.

Die allein richtige Beschreibung der Integumentalhöhlen findet sich bei TEUSCHER (25, p. 496, 497) in seiner sorgfältigen und gründlichen Untersuchung über einige Organisationsverhältnisse beim Sipunculus und Phascolosoma. Er schildert ganz richtig die Art des Zusammenhanges von Cutis und Ringmuskulatur und die dadurch erzeugten Hohlräume, welche er »Längskanäle« nennt und über deren Dimensionen er genauere, zutreffende Angaben macht. Doch weichen allerdings in einigen Punkten unsere beiderseitigen Beobachtungen ziemlich von einander ab. Zunächst sollen seine »Längskanäle« nur dem Körper im engeren Sinne eigen sein, während ich, wie bereits erwähnt, dieselben bis an das Hinterende der Eichel deutlich verfolgen konnte. Dann scheint TEUSCHER

die »Längskanäle«, die er auch »Röhren« nennt, als Hohlräume zu betrachten, welche nach der Leibeshöhle zu vollständig geschlossen sind; wenigstens scheint mir das aus der Bezeichnung derselben als »Kanäle« oder »Röhren« hervorzugehen. Leider ist aber seine sonst mustergültige Darstellung gerade in Betreff dieses Punktes etwas unklar. So führt er z. B. an, dass die Wand der Kanäle »ringsum« von einem »platten Epithelium« ausgekleidet werde und dass die Längskanäle in der Quer- richtung (direkte) Verbindungen besäßen, welche durch die fassreifen- artige Form der Ringmuskelbänder entständen. Er stützt diese letztere Behauptung darauf, dass bei der Injektion eines einzigen »Längskanales« sich das »Röhrensystem um den ganzen Wurm« mit Farbstoff fülle. Auch ich habe solche Injektionen versucht und dass dieselben in der That für größere Strecken gelungen, wird nach meiner obigen Beschreibung der »Integumentalhöhlen«, welche unterhalb der Ringfurchen der Haut mittels der Muskellücken sowohl in der Längs- wie in der Quer- richtung kommunizieren, kaum überraschen. Es bedarf ja nur eines gewissen Kontraktionsgrades der Längsmuskulatur um, im Vereine mit einer Verstopfung der Muskellücken durch geronnene Leibesflüssigkeit — was sich bei Spiritusexemplaren fast regelmäßig findet —, eine Art von künstlichem Röhrensystem in der Haut zu erzeugen. Wurde diese ge- ronnene Leibesflüssigkeit jedoch vorher sorgfältig entfernt, so gelang eine Injektion höchstens über einige benachbarte Felder hinaus, während der größte Theil der Injektionsflüssigkeit in die Leibeshöhle drang. End- lich überzeugt man sich auch auf Längsschnitten (d. h. Schnitten in der Richtung der Längsachse des Körpers) durch den Hautmuskelschlauch leicht von der direkten Kommunikation der Hohlräume mit dem Körperlumen. Höchstens in der Eichel könnte man die Höhlen als Kanäle bezeichnen, im ganzen eigentlichen Körpertheile aber — und TEUSCHER spricht nur von einem solchen — sind selbst bei einiger Kontraktion des Thieres die Muskellücken noch weit genug um vollkommen ausgebildeten Eiern den Durchtritt zu gestatten.

Die »Längskanäle« oder Integumentalhöhlen nun werden von TEUSCHER als Bildungsstätten der Geschlechtsprodukte beansprucht, wo- durch er theilweise zu der alten Ansicht von KEFERSTEIN und EHLERS zurückkehrt. Er stützt diese seine Behauptung auf zwei Punkte, einmal auf das Vorkommen von Geschlechtsprodukten aller Entwicklungsstadien in den Hohlräumen und zweitens auf die Struktur der Kanalwandung, welche er als Matrix der Eier sowohl wie der Spermatozoen betrachtet. Nach ihm soll diese Wandung aus einem platten Epithelium bestehen, zusammengesetzt aus abgerundeten, polygonalen, zum Theil stark ge- körnten Zellen, deren Kerne TEUSCHER selten sah. Was den ersten Punkt

anbelangt, so finden sich regelmäßig in den Integumentalhöhlen nicht nur Geschlechtsprodukte, sondern auch alle anderen Elemente der Leibesflüssigkeit, von denen aber TEUSCHER nichts erwähnt, und zwar stets in dem gleichen Mengenverhältnisse wie in der Körperhöhle. In Betreff des zweiten Punktes muss ich dagegen erklären, dass ich von einem seiner Beschreibung ähnlichen Epithelium nichts habe entdecken können. Die Auskleidung des Hohlraumes bestand vielmehr aus demselben mit Kernen versehenen fasrigen Bindegewebe, welches als Peritoneum die innere Wandung der Leibeshöhle überzieht.

Schon nach diesen Einwendungen möchte die Behauptung TEUSCHER's, dass sich die Geschlechtsprodukte an der Innenfläche der Integumentalhöhlen bilden, unbegründet erscheinen. Außerdem aber haben wir neuerdings durch SPENGLER (29) die wirklichen Keimstätten der Geschlechtsprodukte des Sipunculus kennen gelernt. Dieselben sollen in Gestalt einer quer verlaufenden, aus sehr kleinen Zellen zusammengesetzten Krause an den Wurzeln der ventralen Rüsselretraktoren liegen. Ganz dasselbe war bereits vorher von THÉEL beim Phascolion strombi (26, p. 23—25) konstatiert worden.

4) Nervensystem.

Das centrale Nervensystem (Fig. 24) des Sipunculus nudus ist, wie das der Sipunculaceen überhaupt, nach dem von den Anneliden bekannten Typus gebaut, besteht also aus einem oberhalb des Schlundes, dicht hinter der Mundöffnung gelegenen Oberschlundganglion (*g*) und einem mit diesem zusammenhängenden Bauchstrange (*s*). Ein wesentlicher Unterschied der beiden Abtheilungen kennzeichnet sich jedoch darin, dass der Bauchstrang der Anneliden doppelt, der der Sipunculiden (und der Gephyreen überhaupt) aber nur einfach ist.

Der Bauchstrang des Sipunculus verläuft als weißer, runder Faden (Fig. 17, 24 *b*) in der ventralen Mittellinie, parallel der Längsachse des Thieres, durch die ganze Leibeshöhle. Der Muskulatur ist derselbe ziemlich dicht angelagert und mit ihr durch seine Seitenzweige (Fig. 17 *nr*) verbunden, sonst aber vollkommen frei. In seiner ganzen Länge besitzt er ungefähr denselben Durchmesser und lässt keinerlei Anschwellungen erkennen, ausgenommen an seinem hintersten Ende in der Eichel. Hier (Fig. 26) verdickt er sich, ungefähr 1 mm vor der Leibesspitze, sehr stark, wobei er einen 2—3mal so großen Umfang erreicht und theilt sich dann in unmittelbarer Nähe der Hauteinstülpung plötzlich in zwei feine Äste (Fig. 26 *n'*), welche sich in dem sphinkterförmigen Muskelringe unter starker Verzweigung verlieren. Im übrigen Theile der Eichel sowohl wie auch im ganzen Körperabschnitt entsendet

der Bauchstrang etwa in der Mitte eines jeden Ringmuskels zwei ziemlich starke Seitenäste (Fig. 17 *nr*), welche, beiderseits auf gleicher Höhe aus dem Bauchstrange ihren Ursprung nehmend, unter zum Theil auch durch die beiden den Bauchstrang begleitenden Längsmuskelstränge hindurch in die Muskelschicht eintreten. Hier verlaufen sie, zwischen Diagonal- und Ringmuskeln liegend, auf der Mitte der letzteren zum Rücken, wo sie sich mit einander vereinigen und so einen vollständig geschlossenen Ring bilden. Von der Existenz dieser Ringe kann man sich leicht überzeugen, wenn man aus dem unverletzten Körperschlauche ein ringförmiges Stück senkrecht zur Längsachse des Thieres heraus-schneidet und in der früher angegebenen Weise mit verdünnter Salpetersäure macerirt. Es gelingt alsdann leicht, nach Wegnahme der Längsmuskeln die geschlossenen Nervenringe im Zusammenhange mit dem Bauchmarke zu isoliren. Man beobachtet dabei, wie diese Nervenringe, welche in ihrem ganzen Verlaufe fast gleich stark bleiben, ziemlich zahlreiche sekundäre Zweige (Fig. 17, 26) abgeben, die sich unter starker Verästelung in der Muskulatur und Haut verlieren.

Im vordersten Theile des eigentlichen Körpers, zwischen den Mündungen der Segmentalorgane und der Rüsselgrenze, hebt sich der Bauchstrang allmählich immer mehr von der Körperwandung ab, indem die zwischen ihm und den begleitenden Längsmuskeln liegenden Stücke der Nervenringe immer länger werden. Besonders aber gilt dies von den 6—8 Nervenpaaren, welche im Rüssel aus dem Bauchstrange entspringen, so dass der letztere dadurch ziemlich frei in der Leibeshöhle schwebt. Dagegen ist er auf der ganzen Strecke vom Beginne der Abhebung bis zu seiner Theilung in die beiden Schlundkommissuren jederseits von einem platten Muskelbände begleitet und mit demselben (Fig. 24 *m*) durch feine Bindegewebsfasern verbunden. Diese beiden »Begleiter des Nervenstranges« entspringen jeder mit drei Wurzeln von je einem der beiden Längsmuskelstränge, zwischen denen der Bauchstrang im eigentlichen Körper verläuft, und inseriren sich vorn an die Rüsselretraktoren. Eine solche Einrichtung, welche den Bauchstrang im Rüssel frei schwebend erhält und ihm eine ziemliche Beweglichkeit gestattet, ist für das Thier von großem Vortheile, da dadurch Spannungen und Zerrungen des Nervenstranges beim Ein- und Ausstülpen des Rüssels vollständig vermieden werden. Fast immer zeigt der Nervenstrang, so weit im Rüssel Seitennerven abgehen, selbst bei aufgehobener Kontraktion eine starke schlangenförmige Krümmung, welche bei oberflächlicher Betrachtung ungefähr den Eindruck von Nervenknoten hervorruft (Fig. 25). Von hinten nach vorn nehmen die Seitennerven des Rüssels allmählich an Dicke zu und man beobachtet deutlich, wie dies nur die Folge ihrer

Zusammensetzung aus mehreren primären Nervenästen ist. Schon ehe sie sich in der Muskulatur verlieren, zerfallen sie in einzelne gleich starke, den Ringnerven des Körpers entsprechende Zweige, und zwar zeigt das (von vorn gerechnet) zweite Nervenpaar (Fig. 24, 25 β) meist jederseits drei, die darauf folgenden (γ — ζ) zwei und die letzten Nervenpaare (η , θ) endlich nur einen solchen Ast. Die vordersten auf gleicher Höhe vom Bauchmarke entspringenden Nervenzweige aber treten nicht mehr paarig auf, sondern zeigen das Ansehen eines flachen Bandes (α), welches aus der Unterseite des Nervenstranges entspringt und sich dicht an der Körperwandung in zwei schmalere Bänder theilt, welche dann jederseits mit etwa vier Hauptästen an die Muskulatur herantreten. Dem entsprechend zeigt dieses Nervenband bei genauerer Untersuchung eine Zusammensetzung aus meist acht gleich starken, parallel neben einander liegenden Nervenästen, welche durch eine bindegewebige Membran zusammengehalten werden. Beim Eintritt in die Muskulatur, oft auch schon etwas vorher, verästeln sich alle primären Seitennerven des Rüssels sehr stark und verlieren sich bald als feinste Fäden im Hautmuskelschlauche, bilden also keine geschlossenen Nervenringe wie im eigentlichen Körper.

In einiger Entfernung hinter den Tentakeln spaltet sich der Bauchstrang, der hier etwas verdickt ist, in zwei dünne Äste, die beiden Schlundkommissuren (Fig. 24 *sc*), welche, den Ösophagus in weitem Bogen nach vorn und oben umgreifend, an das hinter den Tentakeln auf dem Pharynx liegende Oberschlundganglion (*g*) herantreten. Dicht an ihrem Ursprunge aus dem Bauchstrange sowohl wie auch ungefähr in der Mitte ihres Verlaufes entsendet jede Schlundkommissur je einen Seitenzweig. Diese vier Seitenzweige treten in die vier Rüsselretraktoren ein, und zwar das vorderste Paar in die dorsalen, das hinterste in die ventralen Rückzieher (Fig. 24 *nrd* und *nrv*). Hier verlaufen sie durch die ganze Länge derselben nach hinten, zahlreiche feine Äste an die Muskeln abgebend, und spalten sich dann an den Wurzeln der Retraktoren in mehrere Zweige, welche bald sehr dünn werden und in den Längsmuskeln verschwinden.

Das Oberschlundganglion (Fig. 24 *g*), an dessen hintere Fläche jederseits eine Schlundkommissur (*sc*) herantritt, liegt in geringer Entfernung hinter den Tentakeln dicht auf dem Pharynx. Es besitzt eine biskuitförmige Gestalt und lässt eine Zusammensetzung aus zwei symmetrischen kugelförmigen Hälften deutlich erkennen. Seine dorsale Fläche ist mehr eben, seine ventrale aber stark konvex mit einer mittleren tiefen Querfurche. An seinem vorderen Rande besitzt das Ganglion eine kugelsegmentartige Hervorwölbung, auf welcher eigenthümliche,

bald einfach fingerförmige, bald mehr verästelte Anhänge (*a*) sitzen, welche hohl zu sein scheinen und an ihrem vorderen, freien Ende etwas blasig aufgetrieben sind. Jederseits, und zwar von der ventralen Fläche desselben, entspringen aus dem Ganglion 3—4 sehr feine Nervenfasern (*nt*), welche zu den Tentakeln verlaufen, in denselben aber von mir nicht weiter verfolgt werden konnten. — Pigmentflecke, wie sie beim *Phascolosoma* vorkommen, zeigt das Ganglion des *Sipunculus* nicht.

Die Erkenntnis des feineren Baues des Nervensystems ist mit mancherlei Schwierigkeiten verbunden, welche ich leider nicht immer in genügender Weise zu überwinden vermochte. Zunächst bemerkt man am Bauchstrange eine äußere Hülle (äußeres Neurilemma: Fig. 27 *ne*), welche sich auch auf die Nervenringe und zum Theil auf die Seitenzweige derselben fortsetzt. Dieses äußere Neurilemma besteht aus einer längsfaserigen bindegewebigen Membran, an welcher man von Muskeln, Zellen oder Zellkernen nichts bemerken kann. Auch Cilien, wie sie von KEFERSTEIN und EHLERS (10, p. 47) auf dem Neurilemma lebender Thiere beschrieben werden, habe ich bei meinen Weingeistsexemplaren nicht gefunden. Im Inneren dieser gleichmäßigen Hülle, durch einen ziemlich beträchtlichen Zwischenraum von ihr getrennt, liegen die eigentlichen Nervenelemente in Gestalt eines drehrunden Fadens, ebenfalls wieder von einer besonderen Scheide (inneres Neurilemma: Fig. 27 *ni*) umgeben. Dieses innere Neurilemma besitzt dieselbe Struktur und die gleiche Dicke wie das äußere, mit dem es hin und wieder durch feine Bindegewebsfasern in Verbindung zu stehen scheint, lässt aber stets eine große Menge heller, spindelförmiger Kerne erkennen, welche namentlich an den Ringnerven deutlich hervortreten. Der Zwischenraum zwischen den beiden Nervenüllen wird von einer feinkörnigen Masse (*i*) ausgefüllt, in welcher man deutlich kleine Kerne erkennt, von Zellen aber nichts wahrnimmt. Dieselbe machte mir ganz den Eindruck einer geronnenen, vordem dickflüssigen Masse und zeigte sich stark mit Pigmentballen durchsetzt. Wahrscheinlich erfüllt sie beim lebenden Thiere den ganzen Innenraum; bei meinen Spiritusexemplaren aber fand sie sich nur um das innere Neurilemma angehäuft, während die äußere Hülle sowohl an dem Bauchmarke wie auch an den Seitennerven desselben lose davon abstand. In Folge dessen lässt sich das äußere Neurilemma auch mit Leichtigkeit von dem ganzen übrigen Theile des Bauchmarkes abstreifen, wobei dann die körnige Zwischenmasse dem inneren Cylinder anhaften bleibt.

Am Ursprunge der Schlundkommissuren, an der hinteren kolbigen Anschwellung des Bauchstranges (Fig. 28) und ebenso an den Seitennerven zweiter Ordnung verschwindet der Hohlraum allmählich und die

beiden Nervenhiillen verwachsen schließlich vollständig mit einander. — Entgegen der Ansicht früherer Beobachter kann ich in dem Hohlraum kein Blutgefäß erkennen, sondern schließe mich der Meinung von KEFERSTEIN, EHLERS und LEYDIG (vgl. p. 252) an, dass wir es hier mit einem integrierenden Theile des Nervenstranges selbst zu thun haben. Jedenfalls ist die ausfüllende Substanz keine Blutflüssigkeit wie sie in den beiden kontraktile Gefäßschläuchen und neben anderen Elementen in der Leibeshöhle sich vorfindet, denn in diesen waren die farbigen runden Blutzellen auch bei den Spiritusexemplaren stets deutlich zu erkennen, hier aber immer nur eine feinkörnige, anscheinend durch den Weingeist veränderte Masse. Eine endgültige Entscheidung über das problematische »Nervengefäß« wird aber wohl nur durch eine nochmalige sorgfältige Untersuchung lebender Thiere herbeizuführen sein.

Der vom inneren Neurilemma eingeschlossene Theil des Nervensystems wird gebildet von einem Netzwerk bindegewebiger Fasern (Fig. 27 *bf*), welche auf Querschnitten durch das Bauchmark namentlich einen radiären Verlauf erkennen lassen. Zwischen diesen Fasern, dicht an der ventralen Wandung des (inneren) Neurilemma (*ni*) findet sich eine strangförmige, auf dem Querschnitt rundliche Pigmentanhäufung (*f'*), oberhalb welcher die Nervenzellen (*nz*) halbmondförmig gelagert sind. Diese Nervenzellen besitzen eine rundliche Gestalt und zeigen in der Mitte einen deutlichen, großen Kern. Stets sind sie in der ventralen Hälfte des inneren Nervenstranges, zwischen den Bindegewebsfasern gelegen. Die übrigen Maschenräume der letzteren zeigen sich auf dünnen Querschnitten mit feinen Körnchen (*nf*) angefüllt, die aber weiter nichts sind wie querdurchschnittene lange Nervenfasern, welche man an Flächenpräparaten des Bauchstranges nach Entfernung des Neurilemma, am besten aber an den Seitennerven erkennen kann.

Einige Verschiedenheit zeigt der Bauchstrang bei seiner Anschwellung im hinteren Leibesende (Fig. 28). Inneres und äußeres Neurilemma sind hier mit einander verwachsen (*nv*) und der ganz bedeutend erweiterte Innenraum wird im Umkreise der Peripherie von starken Bindegewebsfasern (*bf*) netzartig erfüllt. In der Mitte aber zeigt sich eine sehr feine, ringförmige Faserschicht (*rf*), in welcher ventralwärts die Nervenzellen (*nz*) liegen, während der dorsale Theil von vorzugsweise transversal verlaufenden, parallelen Fasern (*tf*) gebildet wird. Doch erstreckt sich das äußere bindegewebige Netzwerk (*bf*), welches auch hier einen im Allgemeinen radiären Verlauf besitzt, zum Theil noch in diese innerste gesonderte Schicht hinein und namentlich zwischen die Nervenzellen. Diese letzteren sind Anfangs, beim Beginne der Anschwellung, in einem runden Strange angeordnet — das Pigment (Fig. 27 *f*) ist hier

nämlich von den Nervenzellen verdrängt —, nach und nach nimmt dieser Strang aber eine elliptische Form an und wird schließlich zu einem flachen Bande, welches sich in der Mitte allmählich mehr und mehr einschnürt (Fig. 28) und endlich in zwei gesonderte fadenförmige Hälften zerfällt. Letztere gehen dann bei der Theilung des Bauchmarkes in je einen der beiden Nervenäste (Fig. 26 n') über. — Ein ganz analoges Verhalten wiederholt sich bei der Theilung des Nervenstranges in die beiden Schlundkommissuren.

Die Ringnerven und ihre Nebenäste zeigen im Wesentlichen eine ähnliche Struktur wie das Bauchmark, doch fehlen ihnen die Ganglienzellen, welche durch longitudinal verlaufende Nervenfasern ersetzt sind. An den peripherischen Nervenzweigen aber konnte ich immer nur eine dünne, strukturlose Hülle und einen feinkörnigen Inhalt erkennen.

Das Oberschlundganglion besitzt eine ziemlich starke, bindegewebige Hülle und, ähnlich wie das Bauchmark, ein Netzwerk von Bindegewebsfasern, in welches die eigentlichen Nerven-elemente eingelagert sind. Die Ganglienzellen sind minder regelmäßig angeordnet wie im Bauchstrange und mehr durch das ganze Organ zerstreut, finden sich aber namentlich an der ventralen Wandung der beiden Kugeln, am vorderen Rande der Hervorragung und in der Spitze der fingerförmigen Fortsätze zu größeren Massen angehäuft. Außer den Bindegewebsfasern finden sich hier noch andere Fasern, welche besonders in der Mitte des Ganglions zu ziemlich starken Strängen zusammengruppirt und wahrscheinlich nervöser Natur sind. —

Ogleich schon PALLAS und CUVIER den der Innenfläche der Körperwandung des *Sipunculus* aufliegenden weißen Faden ganz richtig als Nervenstrang (»*filum medullare*« und »*cordon nerveux*«) aufgefasst hatten, wurde diese Ansicht dennoch von den späteren Forschern verlassen und dadurch die wahre Erkenntnis des Nervensystems für längere Zeit unmöglich gemacht. DELLE CHIAJE (3) beschreibt allerdings zwei gelbe Knötchen auf dem vordersten Theile des Schlundes, welche er für das Hirn halten möchte, und eine große Anzahl von ihnen ausstrahlender, feiner Fäden. Den Bauchstrang aber fasst er als ein Blutgefäß, »*Aorta*«, und dessen hintere Anschwellung als das Herz auf, an welchem er deutlich rhythmische Kontraktionen wahrgenommen haben will. Die im Rüssel von dieser vermeintlichen »*Aorta*« abgehenden Nerven hält er für Muskeln (»*muscoli pettinati*«).

Noch weiter von dem wahren Sachverhalte entfernt sich GRUBE (4, p. 244, 245, 248—250). Das Oberschlundganglion, dessen fingerförmigen Anhänge er in der That sehr richtig beschreibt, hält er für einen »Knorpel, ein Rudiment von den Kalkstücken in der Mundmasse der

Holothurien«. Den Bauchstrang und seine Seitenzweige betrachtet er ebenfalls als Blutgefäße. (Übrigens giebt er als der Einzige vom Schlundring mit seinen vier Ästen eine ziemlich richtige Zeichnung.) Dagegen ist GRUBE geneigt, den Spindelmuskel für einen Nerven zu halten.

KROHN (5) war der Erste, der das Nervensystem bei unserem Thiere richtig erkannte. Doch lässt er irrthümlicherweise den Bauchstrang sich aus »zwei durch eine seichte Furche von einander getrennten Seitenhälften« zusammensetzen (p. 349). Den Raum zwischen innerem und äußerem Neurilemma hält er für ein unzweifelhaftes Blutgefäß und stützt diese Behauptung darauf, dass die Scheide (äußeres Neurilemma) bald in ihrer ganzen Ausdehnung, bald nur stellenweise durch einen in ihr enthaltenen Saft roth gefärbt war. Dass dieser Saft, den er übrigens nicht näher untersucht hat, Blut sei, scheint ihm unzweifelhaft.

Eine wesentliche Vervollständigung dieser Beobachtungen lieferten dann KEFERSTEIN und EHLERS (10, p. 46—49). Während noch KROHN die Seitennerven sich einfach in der Muskulatur verästeln ließ, machten diese beiden Forscher zuerst auf die geschlossenen Nervenringe aufmerksam. Dagegen bilden sie, im Gegensatze zu GRUBE, fälschlicherweise die Anhänge des Ganglions als nach hinten gerichtet ab und halten das von den vordersten Seitennerven des Rüssels gebildete breite Band für muskulös. Was den Hohlraum zwischen den beiden Nervenhüllen anbelangt, so betrachten sie denselben nicht als ein Blutgefäß, sondern als eine besondere, aus runden, durchsichtigen Zellen und feinen Körnchen gebildete Schicht des Bauchmarkes. Der innerste, centrale Theil des letzteren besteht nach ihnen aus einer Masse runder Zellen und Körnchen, welche auf Querschnitten eine strahlig-faserige Zeichnung bietet.

Später (17, p. 440, 444) lässt KEFERSTEIN den centralen Nerventheil aus einem feinkörnigen und längsfaserigen Inhalte mit eingelagerten »größeren zelligen Gebilden« und das Ganglion aus deutlichen Zellen sich zusammensetzen. Übrigens beschreibt und zeichnet er auch hier wieder die fingerförmigen Fortsätze des Hirnes als am hinteren Rande desselben sitzend.

LEYDIG (13, p. 97) tritt der Angabe KROHN's, dass der Nervenstrang aus zwei besonderen Hälften bestehe, entgegen, indem er betont, dass »das Neurilem als ein einfaches, ungetheiltes Rohr« die Nervenlemente umschließe. Auch hält er in Übereinstimmung mit KEFERSTEIN und EHLERS, den Raum zwischen den beiden Nervenscheiden nicht für ein Blutgefäß, sondern für eine besondere Schicht des Bauchstranges, bestehend aus einer »körnig-zelligen Masse« (13, p. 105), wie sie sich nach QUATREFAGES ähnlich bei *Cirrhatulus* und *Clymene* finden soll. Das äußere Neurilem selbst beschreibt LEYDIG als eine feste, homogene,

streifige Bindegewebsmembran, welche nur am Schwanzganglion (?) große, klare Bindesubstanzzellen erkennen lasse (p. 117). Außerdem sollen im äußeren Neurilem sowohl des Bauchmarkes wie auch der Seitennerven Muskelfasern sich finden (p. 114), von denen ich aber trotz genauester Untersuchung nichts entdecken konnte. — Auch O. SCHMIDT (18, p. 6) nennt das Neurilemma beim *Aspidosiphon Mülleri* eine »muskulöse Scheide«.

TEUSCHER (25, p. 491), der Spiritusexemplare des *Sipunculus nudus* untersuchte, hat den Raum zwischen den beiden Nervenhüllen sowohl am Bauchmarke wie auch an den Seitennerven injiziert und hält denselben wieder für das Lumen eines Blutgefäßes. Ferner macht er darauf aufmerksam, dass die Anhänge des Oberschlundganglions am vorderen und nicht am hinteren Rande desselben sitzen.

Beim *Priapul* (11, p. 239, 240) sowohl wie beim *Halicryptus* (14, p. 410) soll nach EHLERS das Nervensystem, welches aber nur ganz unvollkommen bekannt ist, aus einem zwischen Haut und Muskulatur liegenden Bauchstrange und einem Schlundringe ohne Ganglion bestehen. Sollte hier in der That ein solches Oberschlundganglion fehlen, so hätten wir in diesem Nervensystem einen Übergang zu dem der Echiuren.

SPENGLER beschreibt (32, p. 484 ff.) beim *Echiurus Pallasii*, ganz ähnlich wie wir es beim *Sipunculus* kennen gelernt haben, einen auf der innersten Muskelschicht liegenden Bauchstrang mit geschlossenen Nervenringen, welche letzteren zwischen Ring- und Längsmuskeln verlaufen. Zwei durch einen Zwischenraum getrennte Nervenhüllen finden sich hier nicht, dagegen zeigt das Bauchmark, welches sich aus zelligen und faserigen Elementen zusammensetzt, eine deutliche bilaterale Symmetrie, hervorgerufen durch zwei getrennte, dorsal gelagerte Ganglienhaufen.

Nach GREEFF (31, p. 82 ff.) wird der Bauchstrang des *Echiurus* aus einem inneren Netz von Nervenfasern und zwei seitlichen peripherischen Schichten von Nervenzellen gebildet. Das Ganze ist von einer bindegewebigen Scheide umgeben und liegt in einem besonderen Nervengefäß. Außerdem beschreibt GREEFF einen das Bauchmark in seiner ganzen Länge durchziehenden, dorsal gelegenen Hohlraum, »Centralkanal«. Ich habe von einem solchen, der auch von SPENGLER als »Neuralkanal« angegeben wird, bei meinem *Sipunculus nudus* niemals etwas gefunden.

Es sei mir endlich zum Schlusse noch gestattet einige Worte hinzuzufügen über die systematische Stellung der Sipunculiden, namentlich gegenüber den Echiuriden und Anneliden, so weit sich die-

selbe aus meinen obigen Untersuchungen erkennen lässt. Neuerdings hat HATSCHKE (33, p. 69—72) auf Grund eingehender Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte des Echiurus den Versuch gemacht, die »chaetiferen Gephyreen« oder »Echiuriden« von den »borstenlosen Gephyreen« oder »Sipunculiden« zu trennen und mit den Chaetopoden zu vereinigen. So wenig sich nun auch verkennen lässt, dass die Echiuriden besonders in ihrer Entwicklungsgeschichte eine entschieden große Verwandtschaft zu den Borstenwürmern dokumentiren, scheint mir doch andererseits eine so vollständige Trennung der beiden Ordnungen der Gephyreen nicht zulässig. HATSCHKE sucht eine solche durch die verschiedene Ausbildung und morphologische Bedeutung des Kopflappens der Echiuriden und des Rüssels der Sipunculiden, durch die abweichende Lage des Afters und durch die Verschiedenheit der Larvenformen zu begründen. Doch finden sich in dieser Beziehung ja auch innerhalb der Ordnung der Sipunculiden selbst mancherlei Differenzen, ich erinnere nur an die durchaus verschiedene Ausbildung des vordersten Körperabschnittes beim Sipunculus und Halicryptus und an die endständige Afteröffnung bei den Priapulaceen (Priapulus und Halicryptus). Andererseits aber zeigen die Sipunculiden und Echiuriden wieder eine so große Ähnlichkeit in ihrer allgemeinen Organisation sowohl wie in ihrem feineren Bau, dass eine sehr nahe Verwandtschaft zwischen denselben wohl kaum zu läugnen ist.

Das Integument besteht bei den Sipunculaceen (und wahrscheinlich auch bei den Priapulaceen) und Echiuriden aus denselben drei Schichten, welche selbst in den feinsten histologischen Details eine nahezu vollständige Übereinstimmung zeigen. Bei den Sipunculaceen (Sipunculus und Phascolosoma) setzt sich der Muskelschlauch gerade wie bei den Echiuriden aus drei differenten Lagen zusammen, deren Fasern in ganz ähnlicher Weise verlaufen, jedoch in verschiedener Reihenfolge gelagert sind (Diagonalmuskulatur von Sipunculus und Echiurus), während die Chaetopoden nur zwei Muskelschichten besitzen. Nicht minder deutlich prägt sich die Zusammengehörigkeit der gesamten Gephyreen im Bau des Nervensystems aus. Bei den Anneliden findet sich ein doppelter, mit Ganglienknotten und Querkommissuren versehener Bauchstrang, welcher dagegen bei allen Gephyreen stets einfach und ohne ganglionäre Anschwellungen ist. Ein Oberschlundganglion, wie es allen Chaetopoden zukommt, fehlt bei den Echiuriden vollständig und gleichen dieselben darin den Priapulaceen, bei welchen bis jetzt wenigstens von einem solchen auch nichts bekannt ist. Endlich aber dokumentiren die charakteristischen, sonst nirgendwo vorkommenden Nervenringe des Sipunculus und Echiurus und nicht minder der mikroskopische Bau des

Nervensystems beider eine so große Übereinstimmung derselben, dass ich glaube, die »Gephyreen« mit vollem Rechte als einheitliche, zwar zunächst an die Anneliden sich anschließende Klasse aufrecht erhalten zu müssen, welche Klasse sich dann aus zwei scharf getrennten, aber doch in vielen wesentlichen Punkten übereinstimmenden Ordnungen, den »Sipunculiden« (»Sipunculacea« und »Priapulacea«) und den »Echiuriden« (= Echiuren) zusammensetzt.

Indem ich hiermit meine Untersuchungen über die Sipunculiden einstweilen abschließe, bin ich mir der Lücken, die dieselben, trotz aller Sorgfalt, immer noch aufweisen, wohl bewusst; theilweise sind diese aber auch wohl dem Umstande zuzuschreiben, dass mir nur Spiritus-exemplare des *Sipunculus nudus* zu Gebote standen. Gewisse Verhältnisse lassen sich mit Erfolg eben nur an frischem Materiale erforschen. Dennoch glaube ich hoffen zu dürfen, mit vorliegender Arbeit einen wenigstens nicht ganz werthlosen Beitrag zur Kenntniss der Anatomie und Histologie der Gephyreen geliefert zu haben.

Heidelberg, den 5. März 1884.

Verzeichnis der in vorliegender Arbeit citirten Werke.

1. *Chinensia Lagerströmiana* praeside Linnaeo proposita a J. L. ODHELIO Upsalae 1754. Ammoenit. acad. IV. Holmiae 1759. 8. p. 254. Tab. III, Fig. 5.
2. C. LINNÉ, *Systema naturae*. Edit. XII. reform. Holmiae 1766—1768. Vol. III. p. 1078.
3. STEF. DELLE CHIAJE, a) Su la notomia e la classificazione del Sifunculo nudo di Linneo. Memorie sulle storia e notomia degli animali senza vertebre del Regno di Napoli. Vol. II. Napoli 1825. 4. p. 1—24. Tav. I. — b) Notomia del Sifunculo echinorinco. Ibid. p. 124—127. Tav. X, Fig. 8—11.
4. E. GRUBE, Versuch einer Anatomie des *Sipunculus nudus*. MÜLLER's Archiv für Anat., Physiol. etc. Jahrg. 1837. p. 237—257. Taf. X, XI.
5. A. KROHN, Über das Nervensystem des *Sipunculus nudus*. MÜLLER's Archiv für Anat., Physiol. etc. Jahrg. 1839. p. 348—351.
6. H. MEYER, Zur Anatomie der Sipunculiden. Diese Zeitschr. I. Bd. 1849. p. 268, 269.
7. W. PETERS, Über die Fortpflanzungsorgane des *Sipunculus*. Mitgetheilt in der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin am 16. Juli 1850. MÜLLER's Archiv für Anat., Physiol. etc. Jahrg. 1850. p. 382—385. Taf. IV, Fig. A—H.
8. A. KROHN, Über die Larve des *Sipunculus nudus*, nebst vorausgeschickten Bemerkungen über die Sexualverhältnisse der Sipunculiden. MÜLLER's Archiv für Anat., Physiol. etc. Jahrg. 1851. p. 368—379. Taf. XVI.

9. C. M. DIESING, *Systema helminthum*. Vindobonae 1851. Vol. II. p. 59—76.
10. KEFERSTEIN und EHLERS, Untersuchungen über die Anatomie des *Sipunculus nudus*. Zool. Beiträge. Leipzig 1864. p. 35—52. Taf. VI—VIII.
11. E. EHLERS, Über die Gattung *Priapulus* (Lam.). Inauguraldissertation. Diese Zeitschr. Bd. XI. 1861. p. 205—252. Taf. XX, XXI.
12. FR. LEYDIG, Die Augen und neue Sinnesorgane der Egel. MÜLLER's Archiv für Anat., Physiol. etc. Jahrg. 1861. p. 588—605.
13. FR. LEYDIG, Über das Nervensystem der Anneliden. MÜLLER's Archiv für Anat., Physiol. etc. Jahrg. 1862. p. 90—124.
14. E. EHLERS, Über *Halicryptus spinulosus* (v. Sieb.). Diese Zeitschr. Bd. XI. 1862. p. 404—445. Taf. XXXIV.
15. W. KEFERSTEIN, Beiträge zur Kenntnis der Gattung *Phascolosoma* F. S. Leuckart, in: Untersuchungen über niedere Seethiere. Diese Zeitschrift. Bd. XII. 1862. p. 35—54, 139, 140. Taf. III, IV.
16. C. SEMPER, Reisebericht (Fortsetzung). Diese Zeitschrift. Bd. XIV. 1864. p. 416 bis 426. Taf. XLI.
17. W. KEFERSTEIN, Beiträge zur anat. und system. Kenntnis der Sipunculiden. Diese Zeitschrift. Bd. XV. 1865. p. 404—445. Taf. XXXI—XXXIII.
18. O. SCHMIDT, Über den Bau und die systematische Stellung von *Aspidosiphon Mülleri* Diesing (= *Lesinia farcimen* Schmidt). Mittheilungen des naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark. III. Heft. 1865. p. 56—66 mit einer Tafel.
19. S. JOURDAIN, Recherches sur l'anatomie des Siponcles. Comptes rendus hebdomadaires. Paris 1865. Tome LX. p. 1042—1044.
20. S. JOURDAIN, Sur quelques points de l'anatomie des Siponcles. Comptes rendus hebdomadaires. Paris 1867. Tome LXIV. p. 874—873.
21. G. SCHWALBE, Über den feineren Bau der Muskelfasern wirbelloser Thiere. SCHULTZE's Archiv für mikr. Anat. Bd. V. 1869. p. 205—247. Taf. XIV.
22. G. SCHWALBE, Kleinere Mittheilungen zur Histologie wirbelloser Thiere. SCHULTZE's Archiv für mikr. Anat. Bd. V. 1869. p. 248—259. Taf. XV. 2.
23. A. BRANDT, Anatomisch-histologische Untersuchungen über den *Sipunculus nudus* L. Mémoires de l'Académie impériale des sciences de St. Pétersbourg. VII^e Série. Tome XVI. No. 8. 1870. Mit zwei Tafeln.
24. V. GRABER, Über die Haut einiger Sternwürmer (Gephyrei). Sitzungsberichte der (Wiener) Akademie der Wissenschaften. Bd. LXVII. 4. Abth. Jänner-Heft. Jahrg. 1873. Mit drei Tafeln.
25. R. TEUSCHER, Notiz über *Sipunculus* und *Phascolosoma*. Jenaische Zeitschr. für Naturwissenschaft etc. Bd. VIII. 1874. p. 488—499. Taf. XIX.
26. H. THÉEL, Recherches sur le *Phascolion strombi* Mont. Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar. Bandet 14. No. 2. Stockholm 1875. Mit drei Tafeln.
27. H. THÉEL, Études sur les Géphyriens inermes des mers de la Scandinavie, du Spitzberg et du Groënland. Bihang till Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar. Bandet 3. No. 6. Stockholm 1875. Mit vier Tafeln.
28. H. EISIG, Die Seitenorgane und becherförmigen Organe der Capitelliden. Mittheilungen aus der Zool. Station zu Neapel. 4. Bd. 2. Heft. p. 278—343. Taf. VII.
29. J. W. SPENGLER, Anatomische Mittheilungen über Gephyreen. Amtl. Bericht. d. 50. Naturforscherversammlung. München 1877. p. 189.

30. J. W. SPENGLER, Über die Organisation des *Echiurus Pallasii*. Zoolog. Anzeiger. Jahrg. 2. 1879. Nr. 40. p. 542—547.
34. R. GREEFF, Die Echiuren (*Gephyrea armata*). Nova Acta d. Kaiserl. Leop.-Carol.-Deutschen Akademie der Naturforscher. Bd. XLI. Pars II. Nr. 4. 1879. p. 1—172. Taf. XVI—XXIV.
32. J. W. SPENGLER, Beiträge zur Kenntnis der Gephyreen. II. 4. Die Organisation des *Echiurus Pallasii*. Diese Zeitschrift. Bd. XXXIV. 1880. p. 460—538. Taf. XXIII—XXVI.
33. B. HATSCHKE, Über Entwicklungsgeschichte von *Echiurus* und die systematische Stellung der Echiuridae (*Gephyrei chaetiferi*). Arbeiten aus dem zool. Institute der Universität Wien. T. III. Heft 4. 1880. p. 45—78.
34. C. FR. KRUKENBERG, Vergleichend-physiologische Studien zu Tunis, Mentone und Palermo. III. Abth. Heidelberg 1880. p. 79—99 (Blutfarbstoffe der Würmer).

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XII und XIII.

c, Cuticula; *h*, Hpodermis; *C*, Cutis; *d'*, *d''*, Hautdrüsen; *f*, Pigmentballen; *R*, Ringmuskulatur; *D*, Diagonalmuskulatur; *L*, Längsmuskulatur; *n*, peripherische Nervenfasern.

Fig. 1. Querschnitt durch den Hautmuskelschlauch des eigentlichen Körpers.

I, Integumentalhöhle; *p*, Peritoneum; *b*, Blutkörperchen; *s*, Spermatozoöna.

Fig. 2. Cutis von der Fläche gesehen. *a*, große, runde und helle Bindegewebszellen; *b*, kleinere, unregelmäßige und körnige Zellen.

Fig. 3. Pigmentballen aus der Cutis. *t*, Tunica propria; *g*, bindegewebiges Netzwerk mit Kernen.

Fig. 4. Vielzellige Hautdrüse aus dem eigentlichen Körper, von der Seite gesehen. *t*, Drüsenhülle mit Netzwerk und Kernen; *z*, Drüsenzellen; *o*, Hautpore.

Fig. 5. Äquatorialschnitt durch eine solche Drüse. Bezeichnung wie bei Fig. 4.

Fig. 6. Zweizellige Hautdrüsen im Zusammenhange mit der Cuticula, von außen gesehen. *o*, Hautpore; *c'*, Drüsenkanal; *h'*, centraler Hohlraum; *s*, spaltförmige Fortsetzung desselben; *z*, Drüsenzellen mit ihren benachbarten Wänden *w'*, *w''* und ihren Kernen *k*; *t*, Drüsenhülle.

Fig. 7. Zweizellige Hautdrüse in der Achse halbirt. Bezeichnung wie bei Fig. 6.

Fig. 8. Vielzellige Hautdrüse aus der Eichel, an welche der feinkörnige Nervenfasern *n* herantritt. Bezeichnung wie früher.

Fig. 9. Querschnitt durch die Rüsselhaut. *e*, Nervenendorgane, aus modificirten Hypodermiszellen gebildet.

Fig. 10. Cutis der Eichel von der Fläche gesehen. *e*, Nervenendorgane; *d''*, vielzellige Hautdrüsen.

Fig. 11 und 12. Nervenendorgane aus der Eichel. *c'*, feiner Kanal, der vom Endorgan an die Oberfläche der Cuticula führt.

Fig. 13. Querschnitt durch den Hautmuskelschlauch aus dem hinteren Theile des Rüssels. *p*, Peritoneum; *b*, Bindegewebsstränge.

Fig. 14. Flächenschnitt durch eine vordere Rüsselpapille.

Fig. 15. Längs- (Radial-) Schnitt durch die Tentakel. *O*, orales, *A*, aborales Blatt; *I*, Hohlraum; *m*, Muskulatur; *t*, Trabekel.

Fig. 16. Querschnitt durch die Tentakelhaul. *a*, *b*, Bindegewebszellen.

Fig. 17. Die drei im Zusammenhange präparirten Muskellagen, von der Innenfläche des Körpers aus gesehen; die Längsmuskeln sind zum Theil entfernt (halbschematisch). *b*, Bauchnervenstrang; *nr*, Nervenringe.

Fig. 18. Enddarm (größtentheils aufgeschnitten und ausgebreitet). *dd*, Darmdivertikel; *a* (β , γ , δ), Einmündungen desselben in den Darm; *a*, Analschläuche (hier sehr klein); *sp*, Spindelmuskel; *m*, Muskeln, welche den Enddarm an die Leibeswand befestigen.

Fig. 19—23. Muskelzellen. *s*, Sarkolemma; *f*, fibrilläre Muskelsubstanz; *c'*, Markraum; *h'*, Hülle (?) des Markraumes; *n*, Nervenfasern.

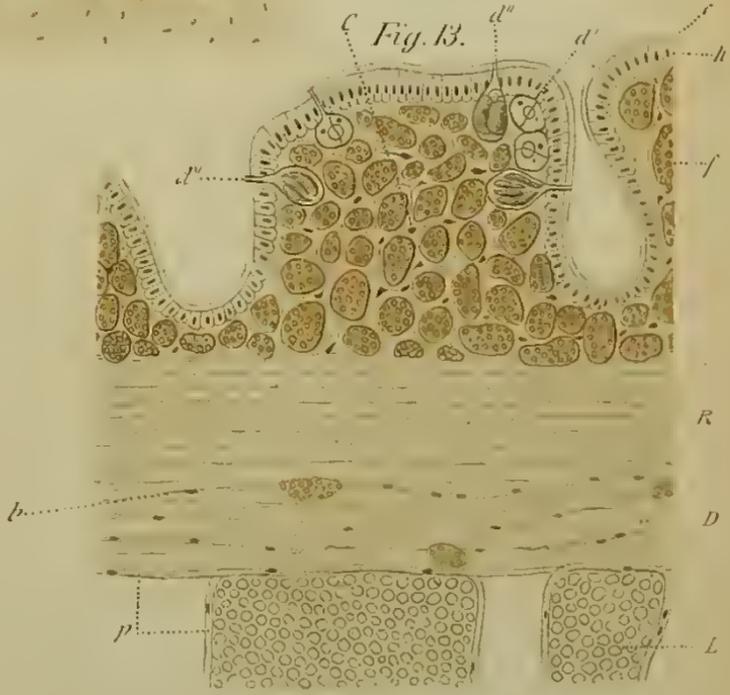
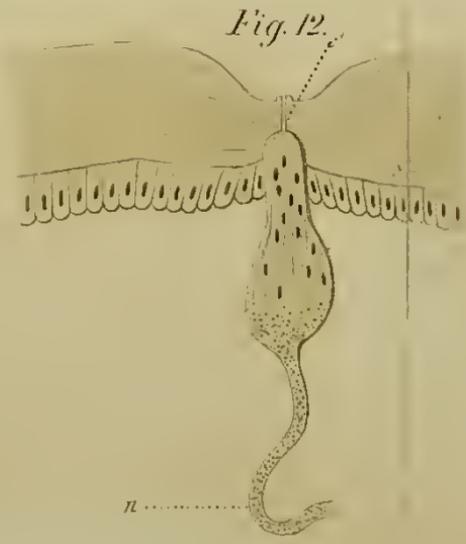
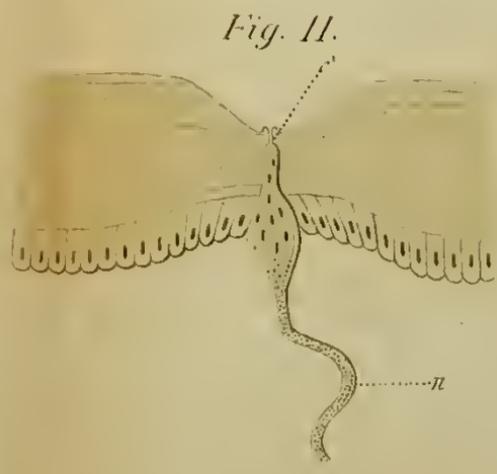
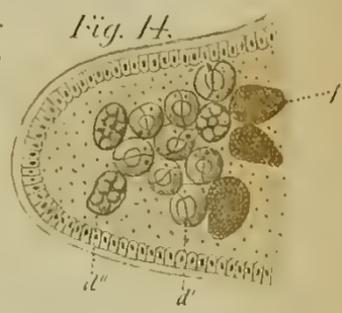
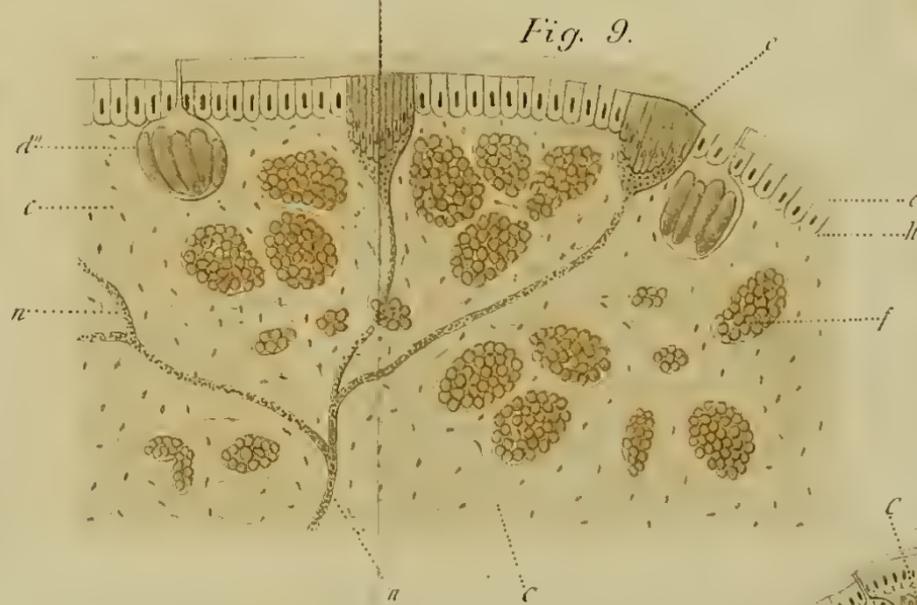
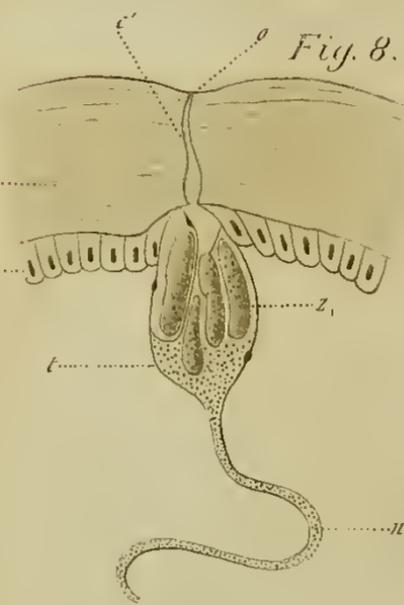
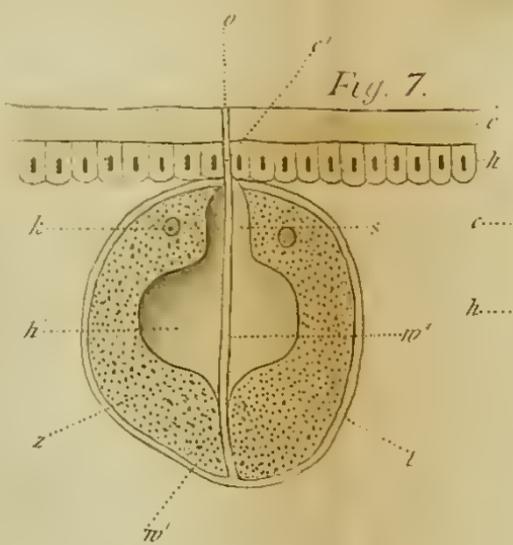
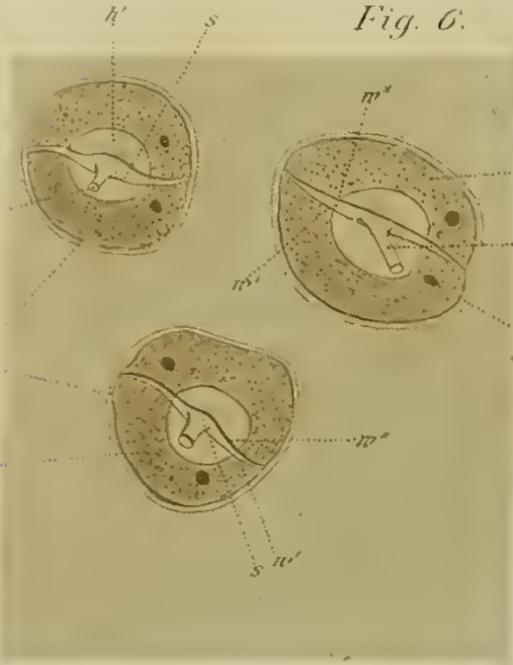
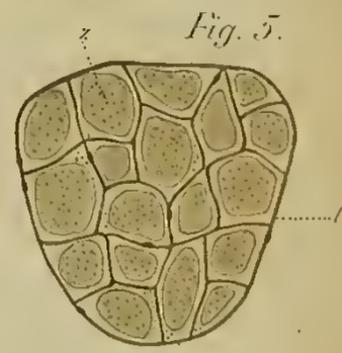
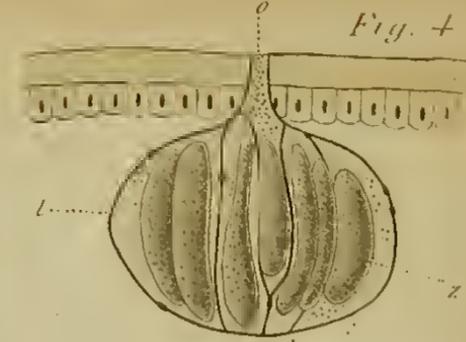
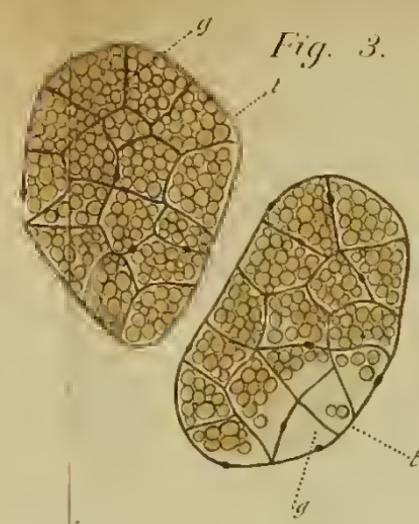
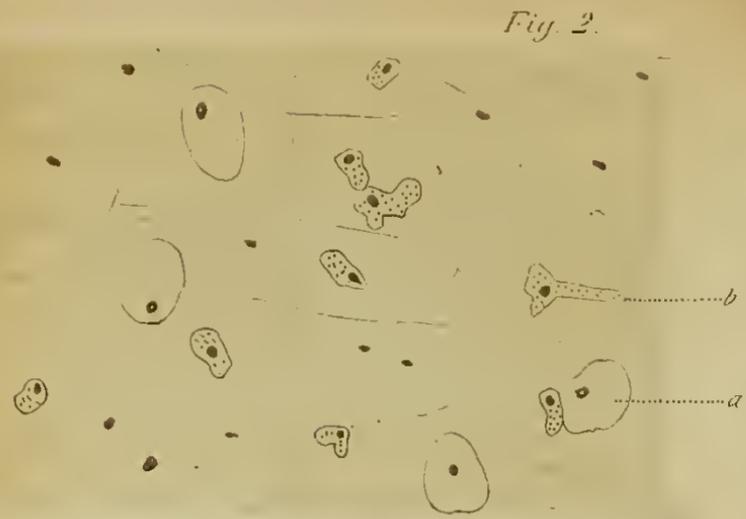
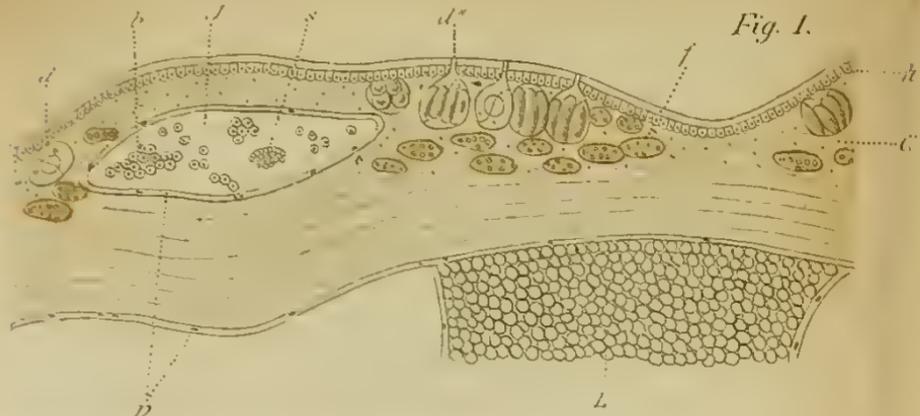
Fig. 24. Nervensystem (des Rüssels). *g*, Oberschlundganglion mit seinen fingerförmigen Fortsätzen *a*; *b*, Bauchstrang; *sc*, Schlundkommissur; *nrd* und *nrv*, Äste derselben, welche in den dorsalen, bez. ventralen Rüsselretraktoren verlaufen; *nt*, Nervenfasern, welche auf der ventralen Seite des Oberschlundganglions entspringen und in die Tentakel eintreten; *a*, unpaares Nervenband, aus acht primären Nervenästen zusammengesetzt; β — ζ , paarige zusammengesetzte, η und ϑ , paarige einfache Seitennerven des Rüssels; *nr*, Nervenringe aus dem Körper; *m*, Begleitmuskeln des vordersten Theiles des Bauchstranges und der Schlundkommissuren.

Fig. 25. Vorderster Theil des Bauchstranges, von der Seite gesehen. Bezeichnung wie vorher.

Fig. 26. Anschwellung des Bauchstranges in der Eichel. *n'*, die beiden feinen Äste, in welche der Bauchstrang sich theilt; *1*, *2*, *3*, *4*, *5*, Ringnerven.

Fig. 27. Querschnitt durch das Bauchmark in der Mitte des Körpers. *ne*, äußeres Neurilem; *ni*, inneres Neurilem; *i*, feinkörnige Zwischenmasse; *nz*, Nervenzellen; *nf*, querdurchschnittene Nervenfasern; *bf*, Bindegewebsfasern.

Fig. 28. Querschnitt durch die kolbige Anschwellung des Bauchstranges in der Eichel (ungefähr in der Mitte der Anschwellung). *nv*, Neurilemma; *bf*, (radiäre) Bindegewebsfasern; *rf*, feine ringförmige Faserschicht; *tf*, Transversalfasern; *nf*, querdurchschnittene Nervenfasern; *nz*, Nervenzellen.





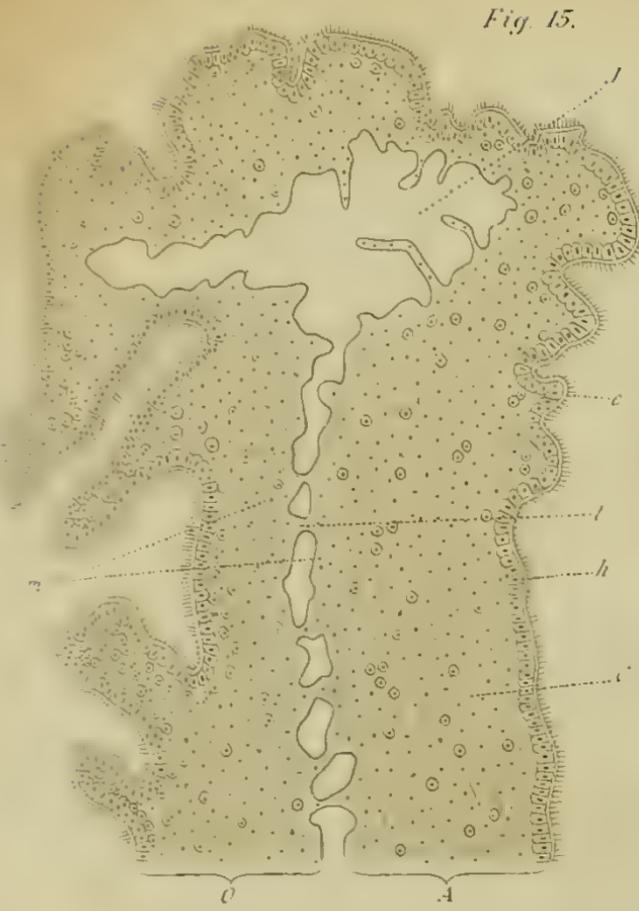


Fig. 15.

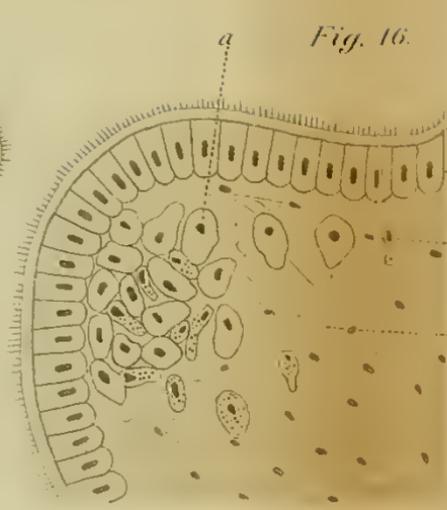


Fig. 16.

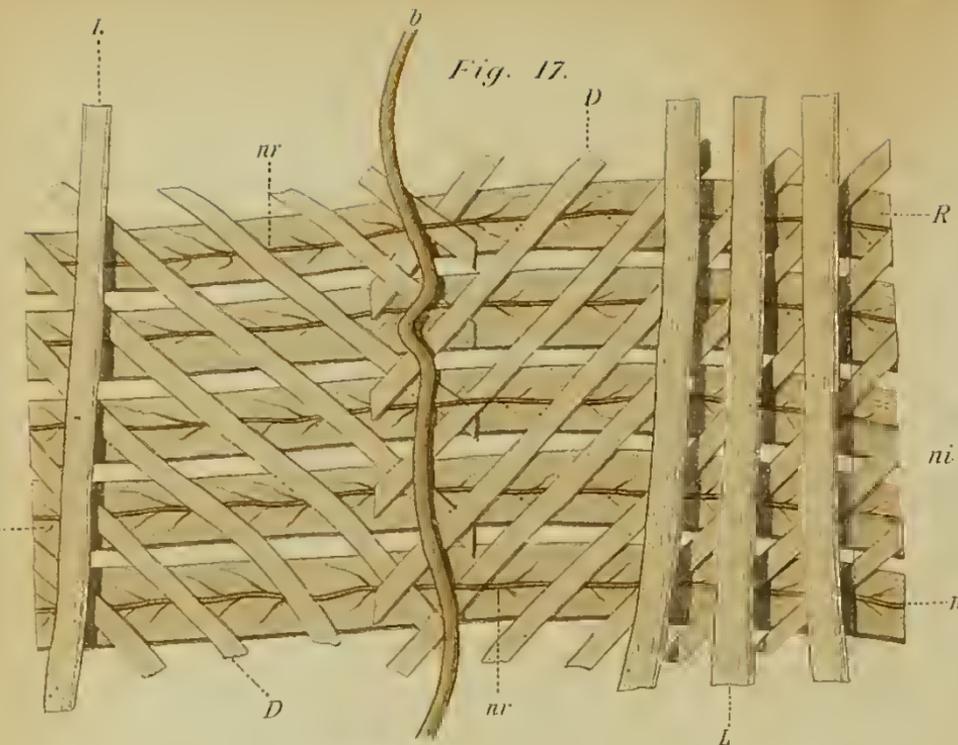


Fig. 17.



Fig. 27.

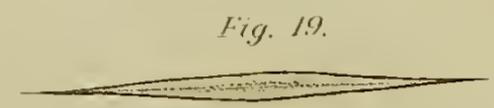


Fig. 19.

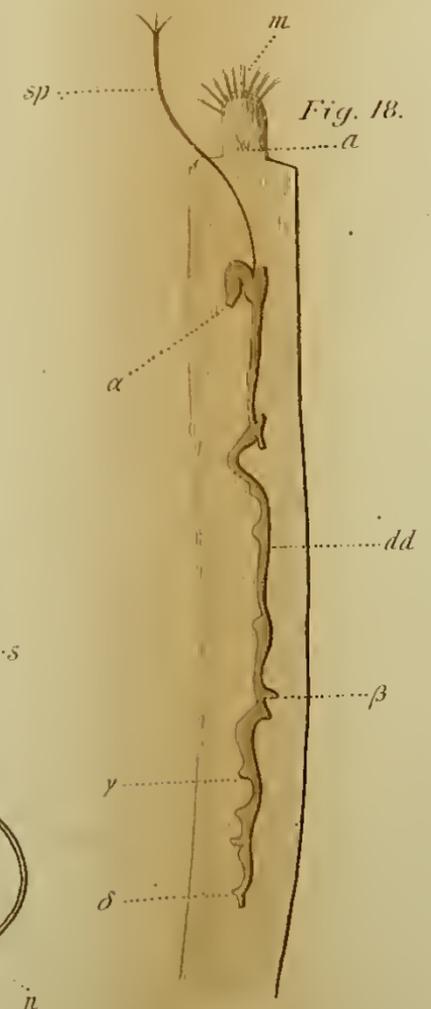


Fig. 18.

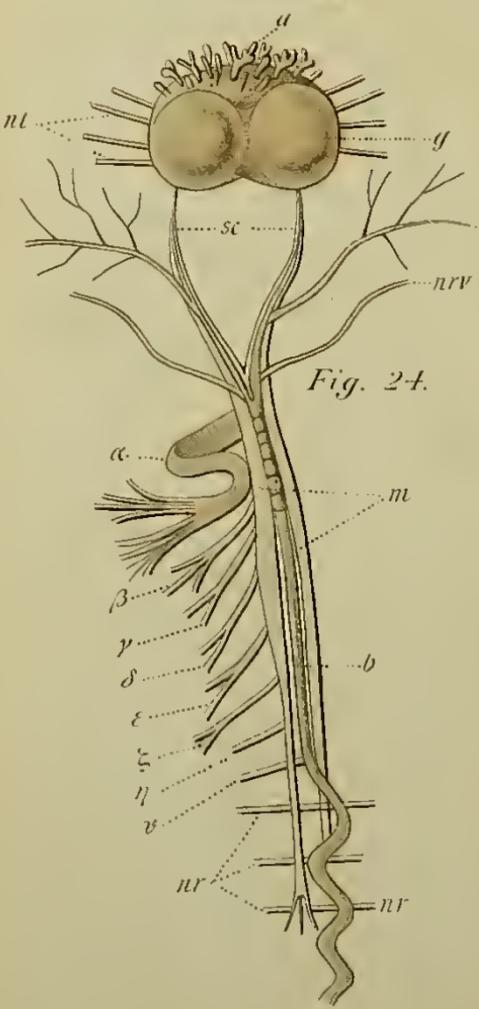


Fig. 24.

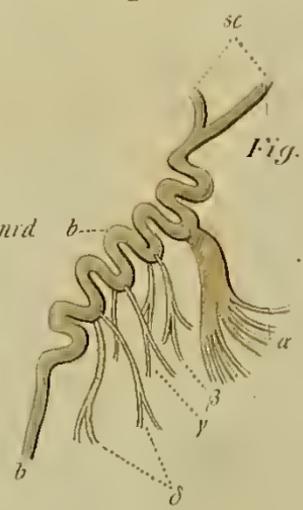


Fig. 25.

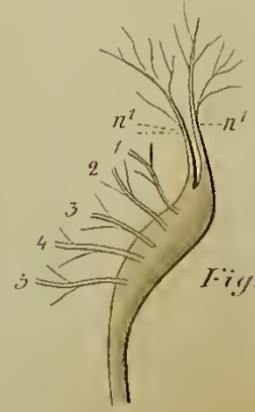


Fig. 26.



Fig. 20.

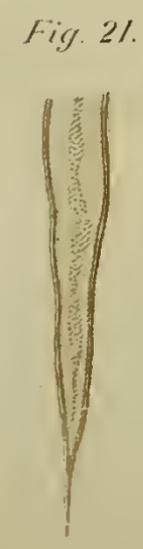


Fig. 21.

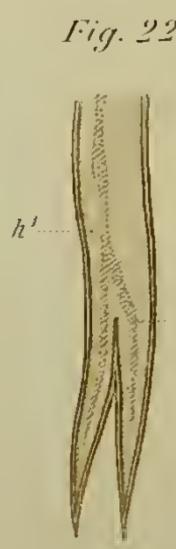


Fig. 22.

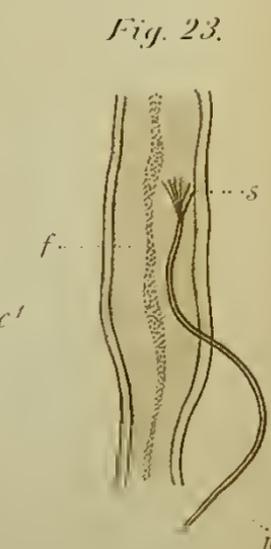


Fig. 23.

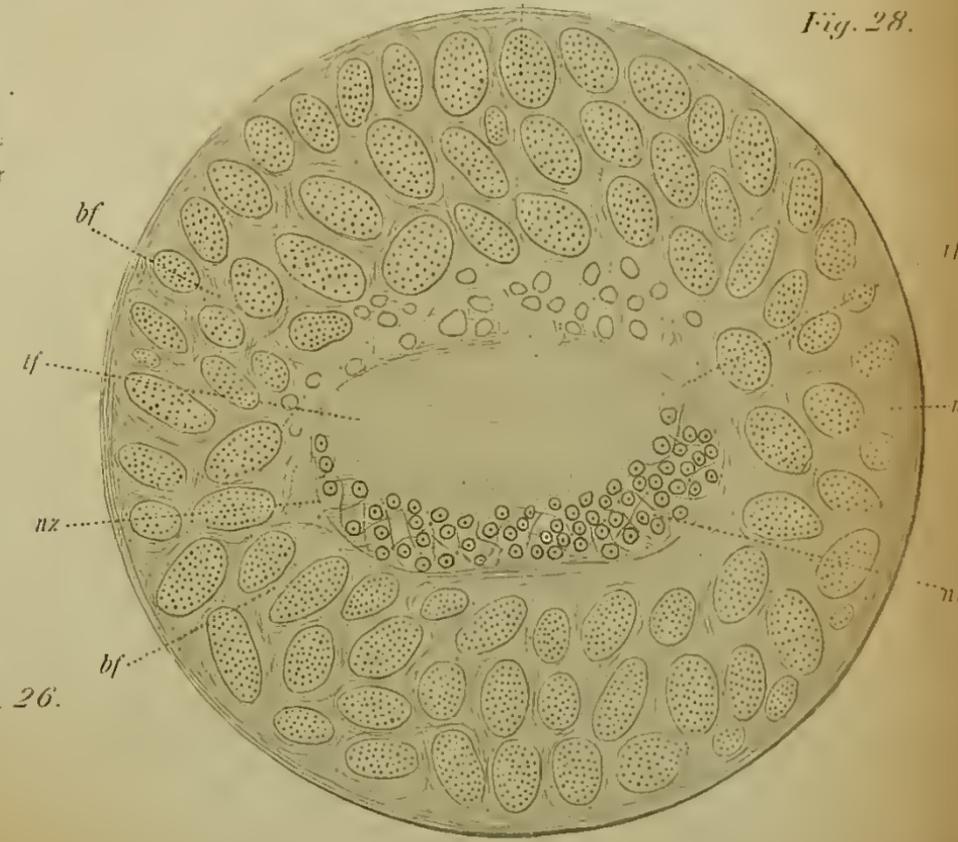


Fig. 28.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1881-1882

Band/Volume: [36](#)

Autor(en)/Author(s): Andreae Julius

Artikel/Article: [Beiträge zur Anatomie und Histologie des Sipunculus nudus L. 201-258](#)