

VI. d

Echiuridae, Sipunculidae, Priapulidae

von W. FISCHER, Bergedorf-Hamburg

Mit 20 Abbildungen

Der Name *Gephyrea* unter dem die vorstehenden 3 Gruppen nach dem Vorgange von QUATREFAGES (1847) zusammengefaßt wurden, sollte andeuten, daß sie eine Brücke (*γέφυρα*) zwischen den Würmern und Strahltieren bildeten, eine Annahme, die nur bedingt war durch grobe Ähnlichkeiten ihrer äußeren Form mit der der Holothurien und Würmer, die ja meist in inniger Beziehung zur Lebensweise der Tiere steht, aber keineswegs allein schon Verwandtschaftsverhältnisse präjudizieren kann. Er stellte sie indessen in Anbetracht ihres bilateralen Baues noch zu den Würmern und teilte sie in die borstentragenden *Gephyrea armata* (Echiuriden) und die borstenlosen *Gephyrea inermia* (Sipunculiden und Priapuliden). Diese Einteilung ist bis auf den heutigen Tag beibehalten worden; nur führte SELENKA für *armata* den Namen *chaetifera*, für *inermia* den Namen *achaeta* ein, was ja im Grunde dasselbe war. Andere Zoologen wählten im Anschluß an diese Zusammenstellung die Benennung *Echiuroidea* für die Echiuriden und *Sipunculoidea* für die Sipunculiden und Priapuliden, ohne zu ergründen, ob die Ordnungen der Sipunculiden und Priapuliden wirklich nähere Beziehungen zueinander hätten. Neuerdings sind sich fast alle Gephyreenforscher und Embryologen darüber einig, daß der Sammelname „*Gephyrea*“ überhaupt aufgegeben werden müsse. Auch ich schließe mich dieser Ansicht an und bringe am Schlusse dieser Arbeit, nach Erörterung und Vergleich des äußeren und inneren Baues der 3 Gruppen und der bis jetzt bekannten Tatsache der Entwicklungsgeschichte, Gründe für eine neue Einstellung derselben in das System.

I. Echiuridae

Charakteristik Körper walzenförmig, bedeckt mit oft ringförmig geordneten Papillen, die auf eine frühere Gliederung hindeuten. Ein blöhrenförmiger Kopfanhang (umgebildetes Prostomium der Larven) wird als Rüssel betrachtet. Er ist nicht zurückziehbar, aber sehr einziehbar, Mund an der Basis desselben. After terminal. Am Vorderkörper finden sich ventralwärts 2 zurückziehbare Hakenborsten (Aus-

nahme *Hamingia* ♀), neben und hinter ihnen die Öffnungen der in 1—3 Paaren (selten mehr) auftretenden Segmentalorgane. Diese besitzen kurz vor ihrem Ausführungsgang einen sich in die Leibeshöhle öffnenden Wimpertrichter oder 2 mit Wimpern besetzte spiralig aufgewundene Halbröhrchen (Spiraltuben) und dienen sowohl der Ausfuhr zersetzter Körperstoffe als der Aufnahme der Genitalprodukte. Am Hinterende des Körpers treten bisweilen 1—2 Borstenkränze (Gattung *Echiurus*) auf. Der Darm durchzieht in vielfachen Windungen den Körper, er besitzt einen Nebendarm und eine Wimperrinne. In das Rectum münden 2 Analschläuche, die von GREEFF (1879, p. 72) als Kiemen gedeutet wurden, während HATSCHKE (1880, p. 16) sie vom embryologischen Standpunkt aus als hintere Segmentalorgane in Anspruch nimmt. Das Nervensystem besteht aus Schlundring (im Kopfappen) und ungliedertem Bauchmark. Die Geschlechter sind getrennt, Männchen und Weibchen entweder gleich oder ungleich ausgebildet. (Sexualdimorphismus bei *Bonellia* und *Hamingia*). Die Geschlechtsorgane liegen am hinteren Ende des Bauchmarks, sie bilden eine unpaare Wucherung des Peritoneums der Leibeshöhle. In unserem Gebiete treten die Gattungen *Echiurus*, *Bonellia*, *Hamingia* und *Thalassema* auf.

Systematik

Bestimmungsschlüssel der Gattungen.

A. Kopfappen nicht geteilt:

- 1) 2 Hakenborsten am Vorderkörper und 1—2 Borstenkränze am Hinterkörper *Echiurus*.
- 2) 2 Hakenborsten am Vorderkörper, keine Borstenkränze am Hinterkörper *Thalassema*.
- 3) Keine Hakenborsten und Borstenkränze (beim ♀). *Hamingia*.

B. Kopfappen geteilt, in 2 lange Arme ausgehend, 2 Hakenborsten am Vorderkörper, keine Borstenkränze am Hinterkörper. *Bonellia*.

Echiurus Guerin.

Rüssel halbröhrenförmig, vorn etwas verbreitert. Am Vorderkörper 2 große Hakenborsten, am Hinterkörper 1—2 Borstenkränze, die an der Ventralseite unterbrochen sind. 2—3 Paare von Segmentalorganen.

E. echiurus Pallas (Synonymie s. bei SPENGLER 1912^a, p. 181/182). Länge¹⁾ einschließlich Rüssel 100—150 mm (Rüssel 30—40 mm). Farbe des Körpers im Leben graugelblich, des Rüssels orange mit braunen Längsstreifen, am Grunde desselben eine orangerote Gefäßpapille. Spiritusexemplare graugelblich. Körper mit ringförmig angeordneten Papillen (Fig. 1 pr) besetzt, von denen 21—23 Ringe größerer Papillen sich abheben; diese alternieren mit 4—5 Reihen kleinerer Papillen. Am Körperende sind sie zapfenartig verlängert. 2 Borstenstränge am Hinterende (Fig. 1, b), der vordere mit 5—9 (gewöhnlich 7), der hintere mit 5—8 (gewöhnlich 6) Borsten. Neben den Hauptborsten kleinere Ersatzborsten. 2 Paare von Nephridien mit Wimpertrichtern münden hinter den Hakenborsten nach außen (Fig. 1, sg); Analschläuche braun,

¹⁾ Die Längen- und Breitenverhältnisse von Rüssel und Körper sind je nach Anwendung und Konzentration der Tötungsmittel sehr verschieden und haben demgemäß nur geringen diagnostischen Wert.

mäßig lang, unverzweigt mit einzelstehenden Wimpertrichtern (Fig. 3, an) besetzt.

Verbreitung in unserem Gebiete:

Nordsee: Engl. Kanal, Küste von Belgien und Ostfriesland (Norderney, Juist), Helgoland, Föhr, Agger in Jütland. Bergen, St. Andrews in England.

Skagerrak: Gullmarn, Väderö-Inseln, Christiania-Fjord, Bohuslän, Dyngö.

Kattegat: Frederikshavn in Jütland, Helsingborg, 33—36 m, Laholm Bucht.

Sund: Hellebäk, im S von Insel Hven 43 m, auf schlammigem und sandigem Boden in selbstgegrabenen U-förmigen Röhren in 10—50 m Tiefe.

Allgemeine Verbreitung: Überall in der arktischen Zone. Er ist nach SPENGLER (1912^a, p. 184) eine holarktische circumpolare Art, die von ihrem

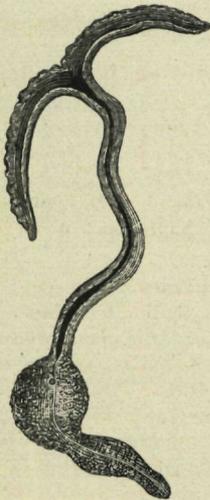


Fig. 2. Weibchen von *Bonellia viridis* Rol.

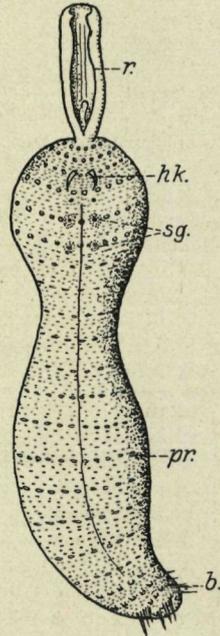


Fig. 1. *Echiurus echiurus* Pallas, Ventralansicht (nach GREEFF). r rüsselartiger Kopfklappen, hk Hakenborsten, sg Mündungen der Segmentalorgane, pr ringartige Papillenkränze, b hintere Borstenkränze.

arktischen Zentrum sowohl im nordatlantischen, wie im pazifischen Ozean an den Küsten entlang bis annähernd 50° N. Br. südwärts zieht.

Bonellia Rolando.

Körper mit unregelmäßig stehenden großen Papillen besetzt, 2 Hakenborsten am Vorderkörper, keine Borstenkränze am Hinterkörper. Rüssel bedeutend länger als Körper, in 2 lange dünne hohle Arme ausgehend. Nur 1 großes Segmentalorgan, vorzüglich als Uterus dienend. Ausgesprochener Sexualdimorphismus. Analschläuche verzweigt.

B. viridis Rol. Körper des Weibchens (Fig. 2) sackförmig bis eiförmig etwa 150 mm lang. Rüssel an der Basis röhrenförmig geschlossen, öffnet sich dann rinnenförmig, um sich auf der Spitze verbreiternd in 2 lange seitliche Arme mit hinterem wellenförmig gewulstetem Rande zu teilen (Fig. 2); im Leben bis 150 mm dehnbar. Farbe blaugrün bis dunkelgrün, in der Ventrallinie heller. Papillen als dunkle Punkte über den ganzen Körper zerstreut. Segmentalorgan vielfach eingeschnürt mit großem Trichter am Vorderende; im reifen Zustande bis ans Hinterende des Körpers reichend; Mündung desselben, von außen gesehen rechts, von innen links vom Nervenstrang²⁾ (THÉEL 1906, Taf. 2. Fig. 15); Analschläuche kurz, dendritisch verzweigt, an jedem Zweigende ein Wimpertrichter. Männchen 1—2 mm lang, degeneriert, ohne Mund und After, lebt am Rüssel, im Pharynx und im Uterus des Weibchens (oft zu 4—20 Stück).

Fundorte in unserem Gebiete:

Nordsee: Bergensfjord (Byfjord) 90—80 m, auf felsigem und steinigem Boden (KOREN & DANIELSSEN).

Skagerrak: Dröbak im Christiania-Fjord, Koster-Fjord 90 bis 164 m (THÉEL).

Allgemeine Verbreitung: Küsten von ganz Skandinavien und Irland, Azoren, Mittelmeer (hier besonders häufig), Indischer und Pazifischer Ozean.

Hamingia Koren & Danielssen.

Körper glatt. Weibchen ohne, Männchen mit Genitalhaken. Letztere mikroskopisch klein wie bei *Bonellia*, im Schlundkopf der Weibchen lebend. Weibchen wohl ausgebildet ohne Borstenkränze am Hinterende des Körpers, Rüssel halbröhrenförmig, von Körperlänge, 2 Segmentalorgane mit Trichtern vorhanden. Analschläuche dendritisch verzweigt.

H. arctica Kor. & Dan. (Syn.: *Hamingia glacialis* Horst; THÉEL 1906, p. 23). Körper des Weibchens zylindrisch. Rüssel und Körper gleich lang, etwa 120 mm. Farbe: dunkel grasgrün, bisweilen heller. Rüssel im Leben oft röhrenförmig geschlossen, vorn in 2 kurze Lappen ausgehend. Längsmuskulatur kontinuierlich. 2 Segmentalorgane mit Trichtern (bisweilen eins verkümmert) öffnen sich in je eine deutlich über der Körperoberfläche hervortretende weißliche Papille. Darm mit vielen Windungen, 2 braune, vielfach verzweigte Analschläuche tragend, die am Ende jedes Zweiges einen Wimpertrichter besitzen. ♂ mikroskopisch klein.

Fundort in unserem Gebiete:

Nordsee: Lervik an der Mündung des Hardanger Fjord, 72 m tief in sandigem und lehmigem Boden (RAY LANKESTER).

Allgemeine Verbreitung: In der arktischen Zone, ungefähr von 72 bis 74° n. Br. in Tiefen von 72—349 m, ferner bei Island und im Murman-Meer.

²⁾ Ich hebe die Lage des Uterus „von außen und innen“ ausdrücklich deshalb hervor, weil infolge Fehlens dieser Angaben Irrtümer den verschiedensten Autoren unterlaufen sind.

Thalassema Lamarck.

Körper mit Hakenborsten, ohne Borstenkränze am Hinterende, bedeckt mit meist ringförmig angeordneten Papillen. Rüssel röhrenförmig, vorn schaufelförmig verbreitert. Meist 1—3 Paare von Segmentalorganen, das vorderste vor oder neben den Hakenborsten. Analschläuche einfach oder verzweigt.

Th. faex Sel. Körper etwa 40 mm lang, 15 mm breit, Haut des Körpers dünn, weißlich, mit unregelmäßig zerstreuten Papillen besetzt. Rüssel kurz. Längsmuskulatur kontinuierlich, 1 Paar Segmentalorgane, Analschläuche mäßig lang mit unregelmäßig verzweigten Ästen, am Ende derselben wahrscheinlich Wimpertrichter.

Fundort in unserem Gebiete:

Nordsee: 60° 34' n. Br. — 4° 40' ö. L. (SELENKA 1885, p. 7) in 1019 m Tiefe. Keine anderen Fundorte bekannt.

Technik Die Öffnung der Tiere erfolgt durch einen Dorsalschnitt vom Munde bis zum After. Besondere Vorsicht muß beim Ausspülen geübt werden, da die Darmhäute äußerst zart sind. Auch sind die Segmentalorgane mit ihren Trichtern, bzw. Spiraltuben in unreifem Zustande oft sehr winzig und dünn und dann nur bei guter Beleuchtung mit Hilfe des Binokulars zu entdecken.

Äußere Erscheinungsform und Anatomie Der Körper der Tiere ist entweder zylindrisch oder sackförmig, vorn und hinten zugespitzt, im Leben ändert er ebenso wie der Rüssel beständig seine Form. Er ist überall mit hervorstehenden Papillen bedeckt, bisweilen in deutlichen (*Echiurus*), bisweilen in mehr oder minder verwischten Querreihen stehend, die einem früheren Rumpsegment der Larve entsprechen, so daß hierin die frühere Metamerie auch beim lebenden Tiere äußerlich noch ihren Ausdruck findet. Am Vorderkörper befinden sich 2 ausstülpbare, meist goldgelbe Hakenborsten, mit scharf umgebogenen Spitzen (Ausnahme *Hamingia* ♀) und unter oder neben ihnen, der Ventrallinie genähert, die Öffnungen der Segmentalorgane. Das Hinterende trägt bei der Gattung *Echiurus* außerdem noch 1—2 Borstenkränze, die in der Ventrallinie unterbrochen sind, und auf einen direkten verwandtschaftlichen Zusammenhang, sowohl ihrer Anordnung wie ihrer Bildung nach, mit den Chaetopoden-Anneliden hinweisen. Der sehr bewegliche Kopfanhang dient als Schöpfrüssel oder auch als Tastorgan bei der Nahrungsaufnahme; er bildet zu diesem Zwecke eine ventralwärts offene Halbrinne, die dort mit Wimpern besetzt ist. Bei den Gattungen *Echiurus*, *Thalassema* und *Hamingia* verbreitert sie sich am vorderen Ende, bei der Gattung *Bonellia* teilt sie sich vorn in 2 lange Arme. Die Farbe der Spiritusexemplare ist grau bis graugelb. Im Leben sind die Tiere oft sehr lebhaft gefärbt und gestreift. Die Echiuren graugelb bis orange, die Bonellien und Hamingien grün (Farbstoff Bonellein, früher für identisch mit Chlorophyll gehalten), die Thalassenen besonders bunt, ihre Hauptfarbe ist grün in allen Nüancen; aber auch rosa bis dunkelrot, goldgelb, grau treten auf. Der Rüssel besonders hebt sich oft durch andersartige Färbung vom Körper

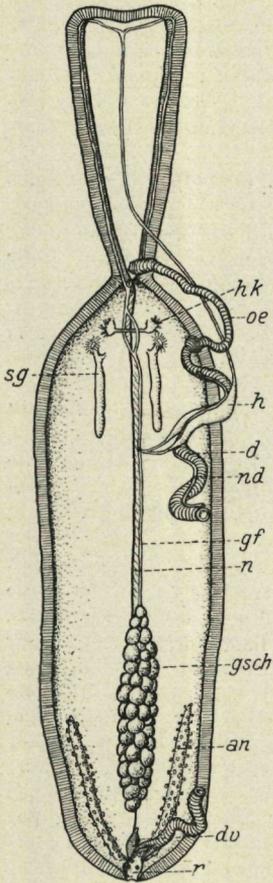


Fig. 3.

Echiurus echiurus

Pallas geöffnet (nach DELAGE & HEROUARD). hk Hakenborstentaschen mit Interbasalmuskel, oe Ösophagus, h Herz, d Hauptdarm, nd Nebendarm, gf Blutgefäße, gsch Geschlechtsorgan, n Nervensystem, an Analschläuche, dv Divertikel des Enddarms, r Rektum (geöffnet).

ab. Über die Anpassung der Farben an den Boden, auf dem die Tiere leben, ist nichts bekannt.

Der Darm (Fig. 3, d) durchzieht in vielen Windungen den Körperhohlraum und ist durch Mesenterien an ihm befestigt. Man unterscheidet den muskulösen mit innerer Ring- und äußerer Längsmuskelschicht versehenen Vorderdarm, der durch eine kropfartige Anschwellung abgegrenzt wird, und den drüsigen, wenig muskulösen Mittel- und Enddarm. Längs des Mitteldarmes verläuft ventral ein Nebendarm (Fig. 3 und 4 nd), der dicht hinter dem Kropf beginnt und etwas vor dem After aufhört. Ihn begleitet eben-

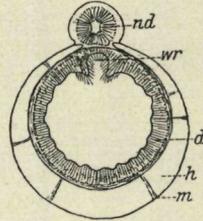


Fig. 4. Darmquerschnitt von *Echiurus echiurus* Pallas (nach DELAGE & HEROUARD) in der Höhe von Fig. 3, h).

d Hauptdarm, wr Wimperrinne, nd Nebendarm, h Herz, m Muskeln zum Kontrahieren desselben.

falls ventral eine Wimperrinne (Fig. 4, wr), die über die untere Einmündung des Nebendarmes hinausgeht und in ein Divertikel endigt (Fig. 3, dv). In den Afterdarm münden auch die sog. Analschläuche (Fig. 3, an), die entweder einfach sind oder sich vielfach verzweigen und auf ihrer Oberfläche oder am Ende der Zweige Wimpertrichter tragen, die sich in die Leibeshöhle öffnen. Ihre Funktion ist noch nicht sicher festgestellt. GREFF (1879, p. 72) betrachtete sie als kienenartige Organe; neuerdings neigt man mehr dazu, ihnen exkretorische Natur zuzuschreiben und sie als hintere Segmentalorgane anzusehen, da HATSCHKE nachwies,

daß sie bei der Larvenentwicklung nicht, wie früher angegeben, vom Enddarm aus, sondern ganz ähnlich wie die Segmentalorgane von einem Segment und zwar hier vom Endsegment aus gebildet werden.

Das Blutgefäßsystem (Fig. 3, gf) ist geschlossen; ein Zusammenhang mit der Leibeshöhle ist nicht nachgewiesen. Die Leibeshöhle enthält rötliche Blutkörperchen (gefärbt durch Hämoglobin) ohne Kerne und Leucocyten, die des Gefäßsystems nur Leucocyten. Es besteht aus einem Rücken- und einem Bauchgefäß. Das Rückengefäß hat eine herzartige Erweiterung (Fig. 3 u. 4, h), die hinten sich spaltend den Mitteldarm und Nebendarm umgibt und durch 2 Äste in der Höhe der Segmentalorgane mit dem Bauchgefäß in Verbindung steht. Vorn begleitet das Rückengefäß den Darm an seiner dorsalen Seite, durchsetzt die Mitte des Rüssels und spaltet sich an seinem vorderen Ende, um, an den Rändern desselben entlang ziehend, sich wieder mit dem Bauchgefäß zu vereinigen. Das letztere umgibt ringförmig den die Retraktoren der Hakenborstentaschen (Fig. 3, hk) verbindenden Interbasalmuskel, unten geht es in das Stroma des Genitalapparates (gsc) über und endigt blind kurz vor dem After. Für die Atmung sind besondere Apparate nicht nachgewiesen. Das Nervensystem (n) besteht aus Bauchmark und Schlundring; ein Gehirn ist nicht vorhanden. Das Bauchmark zeigt bilaterale Symmetrie, da es, obwohl ungegliedert, an seinen beiden Seiten von peripherischen Ganglienschichten begleitet ist. Der übrige Teil wird von Nervenfasern ausgefüllt, die im Innern einen Zentralkanal frei lassen. Im Rüsselansatz teilt es sich in 2, die Blutgefäße begleitende Äste, die sich im oberen Ende des Rüssels wieder vereinigen. So wird ein im Rüssel von seiner Basis bis zur Spitze verlaufender, weit geöffneter Nervenring geschaffen; oder, da man die ganze nachwärts gerichtete Rüsselöffnung als den vorderen Teil des Verdauungsapparates, als eine weite Mundöffnung betrachten kann, in eigentümlicher Weise ein Schlundring hergestellt, der ebenso wie das Nervensystem keine Ganglienknoten, also auch kein Gehirn besitzt. Das Bauchmark ist der Haut durch Mesenterien angeheftet; es schickt paarige Seitennerven aus, die in ungleicher Höhe entspringen und dorsalwärts sich wieder vereinigen (bei *Echiurus*), unten umgibt es den After.

Von Segmentalorganen sind bei den europäischen Arten fast immer nur 1—3 Paare vorhanden (*Thalassema elegans* Ikeda und *Th. taenioides* Ikeda aus Japan haben 27; resp. 200—400 Segmentalorgane). Die Gattung *Bonellia* besitzt nur ein, gemeinhin als Uterus bezeichnetes großes Nephridium; da aber die Gattung *Hamingia* ausnahmsweise auch nur 1 Segmentalorgan besitzt und H. DE LACAZE (1858, p. 73) auch bei einer *Bonellia viridis* Rol. deren zwei gefunden hat, betrachtet RIETSCH (1886, p. 461) das Fehlen des zweiten Segmentalorgans als einen regelmäßigen Fehlschlag. Die Nephridien besitzen vor ihrer Ausmündung Trichter, die entweder als einfache Wimpertrichter oder als 2 spiralförmig aufgewundene feine Schläuche, sog. Spiraltuben, ausgebildet sind. Sie dienen einerseits der Sekretion zersetzter Körperstoffe, andererseits der Ausfuhr der zur Reifezeit in die Leibeshöhle entleerten Geschlechtsprodukte.

Das Geschlechtsorgan (Fig. 3, gsch) ist ein unpaarer aus Wucherungen des Peritonealepithels hervorgegangener Wulst, der im hinteren Ende des Rumpfes oberhalb des Bauchgefäßes gelegen ist. Die Keimprodukte gelangen in die Cölomhöhle, werden durch die Nephridien (Fig. 3, sg) aufgenommen, reifen in ihnen und kommen dann ins Meerwasser, wo erst ihre gegenseitige Befruchtung stattfindet. Die Echiuriden sind getrennten Geschlechts. Die Geschlechter sind bis auf die der Gattungen *Bonellia* und *Hamingia* gleichgestaltet. Bei diesen findet ein merkwürdiger Sexualdimorphismus statt, ihre Männchen sind nämlich mikroskopisch klein, 1—2 mm lang und leben im Uterus, Schlundkopf oder am Rüssel der wohl ausgebildeten, großen Weibchen.

Die Haut besteht aus Kutikula, Zylinderepithel (Hypodermis oder Epidermis), Kutis, äußerer Ringmuskelschicht, mittlerer Längsmuskelschicht und einer inneren Schräg- oder Diagonalmuskelschicht, die vom Peritoneum bedeckt ist. Das Zylinderepithel enthält schleimabsondernde Drüsen, die sich besonders in den Papillen häufen und oft bis in die Cutis vordringen. Die Längsmuskelschicht kann kontinuierlich oder bündelweise angeordnet sein.

Vorkommen Die Echiuriden sind Seetiere, die in ausgewachsenem Zustande auf dem Grunde der Meere in Röhren und Höhlen des Sandes oder Gesteins, seltener im Schlamm und Lehmboden leben.

Die Arten der Gattung *Echiurus* graben in weichem Sande U-förmige, durch Schleim gestützte, ziemlich tiefe Röhren, in denen sie leben. Die Borstenapparate am Hinterkörper und die Hakenborsten dienen ihnen zum Festhalten oder zum Aufsteigen in denselben, von wo aus sie den Rüssel behufs Nahrungsaufnahme herumschicken; die der Gattungen *Thalassema* und *Bonellia* finden sich selten im Sand, meist auf felsigem oder steinigem Grunde zwischen und unter Geröll und Steinblöcken oder in Spalten und Höhlen der Gesteine, aus welchen sie ihre lang ausgezogenen Rüssel hervorstrecken; der der *Bonellia viridis* Rol. soll sich nach EISIG (Kosmos Bd. 13) zu diesem Zwecke auf 15 cm ausdehnen können, während er im Ruhezustande kaum Körperlänge (1,5 cm) erreicht. Er schabt mit dem T-förmigen Ende Mulm ab. Von Feinden gepackt, löst sich der Rüssel entweder leicht ab oder zerreißt, regeneriert aber später wieder.

Die Ostsee beherbergt keine Echiuriden (vgl. Fig. 5). *Echiurus echiurus* findet sich in der Nordsee, im Skagerrak, Kattegat und Sund, die übrigen nur in der Nordsee. Da diese durch breite Verbindungsstraßen mit der borealen Region im Norden und mit der lusitanischen im Südwesten zusammenhängt, so konnten Tiere aus beiden Gebieten eindringen; die Fauna der Nordsee ist demgemäß eine Mischfauna. Von Norden her ist wahrscheinlich *Hamingia arctica* eingewandert, deren Hauptverbreitungsgebiet in der arktischen Zone zwischen 72 und 74° n. Br. liegt. *Bonellia viridis* ist eine kosmopolitische Form, die sich, wie es scheint, den verschiedensten Temperaturen, Salzgehalt und Tiefen, gut anpassen kann. *Thalassema faex* ist wohl nur ein zufälliger Bewohner unseres Gebietes. Die einzige bodenständige Form ist *Echiurus echiurus*, der bei uns weite Verbreitung hat. Die Gattungen *Echiurus*, *Bonellia*

und *Hamingia* sind bei uns Flachwasserbewohner, obwohl sonst die letzteren beiden, besonders *Hamingia* ausgesprochene Tiefenbewohner sind. Ihnen gesellt sich *Thalassema faex*, die in 1019 m Tiefe von der Challenger-Expedition gefischt worden ist. In den tropischen Meeren sind diese 4 Gattungen bedeutend artenreicher, außer ihnen finden sich dort noch *Urechis* Seitz (früher mit *Echiurus* vereinigt), *Protobonellia* Ikeda, *Archibonellia* Fischer, *Acanthohamingia* Ikeda.

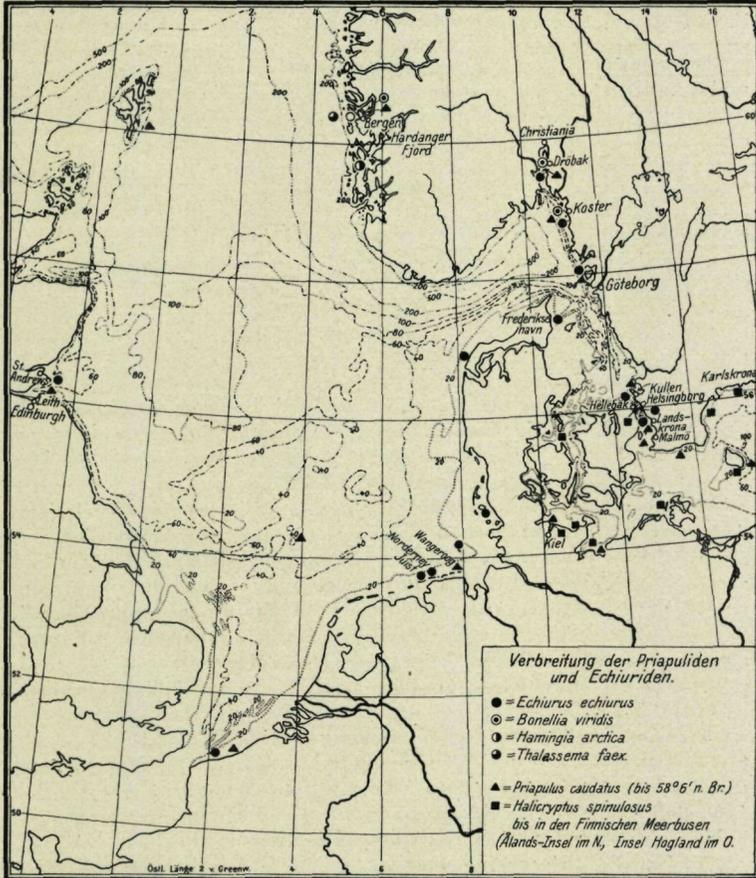


Fig. 5.

Bewegung Die Bewegung der Echiuren beschreibt GREEFF (1879, p. 39) folgendermaßen: „Im Leben ändert sich ihre äußere Gestalt fast ununterbrochen durch die beständigen und energischen Kontraktionen des Hautmuskelschlauchs. Bald treten hier, bald dort tiefe ringförmige Einschnürungen auf, die fortrückend blasenartige Erweiterungen

wellenförmig vor sich hertreiben. Hierbei wird der Körper unter häufigen seitlichen Krümmungen bald lang ausgestreckt und dünn, bald wieder verkürzt und dick. Auch der rüsselförmige Anhang ist in beständiger Bewegung, bald lang gestreckt, bald verkürzt, bald sich nach innen einrollend, bald wieder nach außen sich umbiegend.“

Die Wanderung der erwachsenen Tiere ist sicherlich, infolge ihres plumpen Körpers, eine sehr langsame; schneller erfolgt sie jedenfalls durch die schwimmenden Larven (Trochophora-Larven), die nicht selten in den Meeresströmungen, selbst im Plankton, angetroffen werden.

Ernährung Die Nahrung besteht vorzüglich aus zersetzten Tier- und Pflanzenstoffen, bisweilen werden auch lebende Tiere, z. B. kleine Ascidien verschlungen, aber kein Sand, wie bei den Sipunculiden. Als exkretorische Apparate dienen einerseits die Segmentalorgane, andererseits wohl auch die Analschläuche, die von HATSCHEK als terminale Nieren betrachtet werden.

Sinnesleben Die Echiuriden besitzen keine anderen Sinnesorgane als epitheliale Nervenendigungen, die an die becherförmigen Organe der Chätopoden erinnern und sich in den Körperpapillen, besonders aber an der Ventralseite des Rüssels und an seinem oberen freien Ende befinden, wo die nervösen Elemente und die der Epidermis ein zusammenhängendes System bilden sollen, das möglicherweise dem Tastsinn dient.

Fortpflanzung Die Entwicklung und Reife der Eier und des Spermas erfolgt in der Leibeshöhle. Sie verlassen dieselbe durch die Segmentalorgane; ihre gegenseitige Befruchtung findet erst im Meerwasser statt.

Bei den Gattungen *Bonellia* und *Hamingia* ist es wahrscheinlicher, daß die Befruchtung durch die mikroskopischen ♂ schon im Nephridium (Uterus) des ♀ erfolgt. Die Männchen der *Bonellia viridis* wurden schon von H. DE LACAZE (1858) als wurmähnliche Parasiten am Rüssel des ♀ entdeckt. KOWALEVSKY fand dieselben Tiere im Uterus, zwischen Trichter und äußerer Mündung und gab sie zuerst als ♂ aus, er stellte ihre wichtigsten Organisationsverhältnisse fest, z. B. die Keimdrüse (Fig. 6 j), den unvollständigen Verdauungsapparat, die Hautdecke und die Entstehung und Entwicklung des Spermas in der Leibeshöhle. Diese Entdeckung wurde später bestätigt von CATTI und MARION; letzterer entdeckte auch die Hakenborsten, und VEIDOVSKY fand das Bauchmark. SELENKA (Zool. Anz. 1878, p. 120) stellte das Vorhandensein von 2 Muskelschichten fest, ferner das Fehlen des Mundes, den Schlundring und die Existenz der Analschläuche. Endlich machte SPENGLER genauere Angaben über die histologische Beschaffenheit und innere Organisation der Tiere. Nach ihm findet man in frisch gefangenen ♀ gewöhnlich im Ösophagus und im vorderen Teile des Uterus 2—18 männliche Tiere; auch am Rüssel werden sie als kleine grüne, diesem fest adhärierende Schuppen angetroffen. Sie sind 0,5—2 mm lang, dorsoventral abgeplattet und grünlich gefärbt. Ihre Körperwand besteht aus Kutikula. Epidermis mit Wimpern und Schleimdrüsen und grünen Farbstofftröpfchen, Ring-

und Längsmuskeln. Eine dicke Lage von Bindegewebe füllt den Körper vorn und hinten vollständig aus (Fig. 6, d) und läßt nur eine Leibeshöhle im mittleren Teile des Körpers übrig (o). Im Peritoneum der Leibeshöhle bilden sich die Geschlechtsprodukte, die in diese fallen (r) und von der Geschlechtsdrüse (j-l) aufgenommen und nach außen (a) geführt werden. Das Bauchmark besitzt bilaterale Symmetrie, angedeutet durch eine schwache dorsale Furche und durch Ganglienzellschichten, die längs der Seiten des Achsenstranges verlaufen. Vorn bildet es einen Nervenring, der die Geschlechtsdrüse umgibt. Diese mündet an der Spitze des Körpers nach außen (Fig. 6, a). Der Darm ist ohne Mund und After (b-b). Die Metanephridien finden sich im vorderen Teile des hinteren Körperdrittels (m-n), das rechte ist kleiner als das linke, beide münden an der Ventralseite nach außen. Das Gefäßsystem fehlt. Der vordere Teil des Körpers, der den Schlundring enthält, muß als eine dem Rüssel entsprechende Bildung angesehen werden. Die E i a b l a g e erfolgt nach GREEFF bei *Echiurus* im Spätsommer und im Winter, bei den anderen Gattungen im Frühjahr. HATSCHEK hat im Februar und März im pelagischen Auftrieb bei Messina Echiuridenlarven in den verschiedensten Entwicklungsstadien gefunden. — Über die Bestimmung des Geschlechts bei *Bonellia* s. S. VI. d 52.

Entwicklungsgeschichte

Die Entwicklung der Echiuriden ist eine Metamorphose, bei der die für die Anneliden charakteristische Trochophora-Larve auftritt. HATSCHEK zeigte (1880—81, p. 1 bis 34), daß der Gegensatz von Kopf und Rumpf deutlich in die Erscheinung tritt.

Der Rumpf ist anfangs noch ungliedert, der Mund (Fig. 7, b, O) liegt ventral, der After terminal (Fig. 7 b, A). Vor dem Mund sieht man einen einreihigen präoralen (Fig. 7 a Prw) hinter ihm einen doppelreihigen (7 a, Pow) postoralen Wimperkranz, dazwischen die adorale Wimperzone, die sich vom Munde bis ans Hinterende als ventraler Wimperstreifen fortsetzt. Auch ein präanaler Flimmerkranz tritt auf,

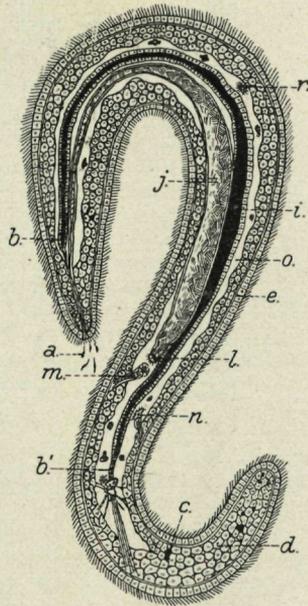


Fig. 6. Männchen von *Bonellia viridis* Rol. (nach SELENKA 1885). a aus der Öffnung des Geschlechtsorgans, (j) heraustretendes Sperma, b vorderes blindes Ende, b¹ hinteres blindes Ende des Darmes, c grüne Wanderzellen, d Bindegewebe, e bewimperte Epidermiszellen, i Darm (schwarz), j Samenschlauch, l innere Öffnung desselben mit Wimpertrichter, m linkes, n rechtes Metanephridium, r Spermaklumpen in der Leibeshöhle, o Leibeshöhle.

eine Bildung, der wegen ihres häufigen Auftretens bei Annelidenlarven phyletische Bedeutung zugeschrieben werden muß. Am präoralen Körperabschnitt (Prostomium) tritt am vorderen Pole die Scheitelplatte (Fig. 7a, SP) auf. Am Darm ist schon der röhrenförmige Vorderdarm, der Mitteldarm und der Enddarm zu unterscheiden. Im hinteren Körperabschnitt zeigt sich ventral eine Gruppe undifferenzierter Mesodermzellen, die Mesodermstreifen mit einer Urzelle am Ende. Vor

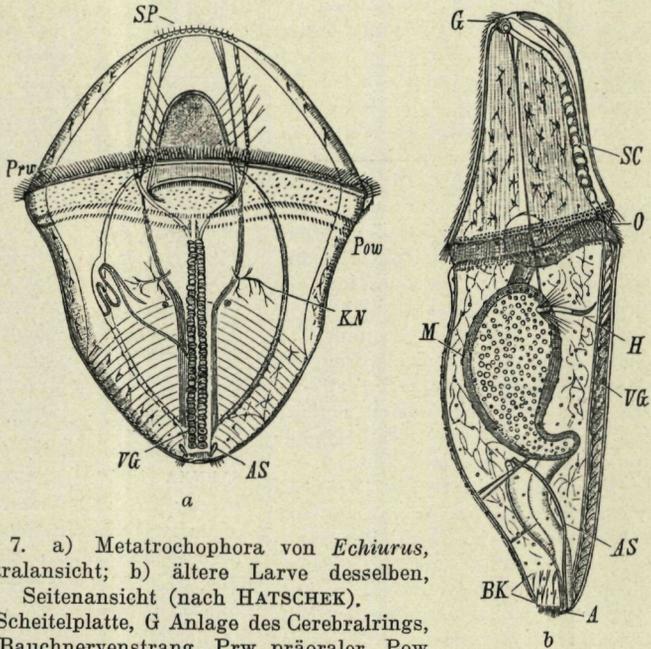


Fig. 7. a) Metatrochophora von *Echiurus*, Ventralansicht; b) ältere Larve desselben, Seitenansicht (nach HATSCHKE).

SP Scheitelplatte, G Anlage des Cerebralrings, VG Bauchnervenstrang, Prw präoraler, Pow postoraler Wimperkranz, KN Kopfnieren, (Pronephridium), AS Analschläuche, SC Schlundkommissur, O Mund, M Darm, H Bauchhaken, BK hintere Borstenkränze, A After.

denselben liegen jederseits die Kopfnieren oder Pronephridien (Fig. 7a KN). In diesem Stadium gleichen die *Echiurus*-Larven so sehr denen der Chätopoden, daß sie leicht mit ihnen verwechselt werden können. In späteren Stadien teilt sich der Rumpf in eine Reihe von Segmenten (bei *Echiurus* 15, bei *Thalassema* 11) dadurch, daß die Mesodermstreifen sich gliedern und durch eine spätere Aushöhlung sich zu den Cölomsäcken umbilden, die durch die entstehenden Dissepimente getrennt werden. Dann erhebt sich das Bauchmark in Form von paarweise auftretenden segmentalen Verdickungen des Ectoderms (Fig. 7a, vG). So werden, ähnlich wie bei den Chätopoden, 2 parallele Stränge gebildet, die sich erst später vereinigen, aber ihr gegliedertes Aussehen

noch längere Zeit beibehalten. Auch äußerlich prägt sich diese Metamerie durch das Auftreten segmentaler Wimperkränze und später durch grüne Pigmentierung der Segmentgrenzen aus (HATSCHKE, 1880—81, tab. 1, fig. 5).

Durch Umwandlungen dieser Wimperkränze entstehen am 14. und 15. Segmente des *Echiurus* die beiden Analborstenringe (Fig. 7b, BK). Jede Borste entsteht, wie bei den Chätopoden aus einer einzigen Zelle. Die Analschläuche (Fig. 7a u. 7b, AS) treten erst später hervor. Nachdem dann die Larvencharaktere den Höhepunkt ihrer Ausbildung erreicht haben, gehen sie rasch ihrer Rückbildung entgegen. Die Kopfnieren hört auf zu funktionieren, sobald die terminalen Nieren (Analschläuche) ihre Funktion beginnen, die grüne Pigmentierung und die Flimmerkränze verschwinden und die Umwandlung zur definitiven Körperform wird durch eine bedeutende Streckung des Körpers eingeleitet, Hautpapillen treten in Ringen auf, so daß jedem früheren Rumpsegment ein Papillenkranz entspricht und die frühere Metamerie der Larven auch äußerlich noch erkennbar ist. Die Entwicklung der Eier und Larven von *Thalassema* geht nach CONN (1886) und TORREY (1902) in ähnlicher Weise vor sich, die der *Bonellia* weicht etwas ab (SPENGLER 1879); auch die Arbeit BALTZERS (1917) über *Echiurus abyssalis* Skor. zeigt manche Divergenzen von der HATSCHKEs. Die Entwicklung von *Hamingia* ist unbekannt. HATSCHKE zieht folgende Schlußfolgerungen aus seiner Arbeit:

„Die Entwicklungsgeschichte beweist uns, daß die Echiuren echte Anneliden sind; wir finden in der Entwicklungsgeschichte sowohl den Gegensatz von Kopf, und Rumpf, als auch die typische Metamerie des Rumpfes, ja sogar eine ursprünglich durch Dissepimente in metamerische Abteilungen gegliederte Leibeshöhle, die Echiuriden sind aber jedenfalls in Anpassung an besondere Lebensverhältnisse bedeutend in ihrer Körperform modifizierte Anneliden. Wenn wir nun fragen, von welcher Gruppe der Anneliden die Echiuriden sich abzweigten, ob sie den niedrigsten borstenlosen Uranneliden oder höherstehenden Gruppen verwandt sind, so werden wir sowohl in der komplizierten Organisation nähere Anschlüsse an die letzteren finden und namentlich durch das Vorhandensein charakteristischer Bildungen, der Borsten, auf einen direkten verwandtschaftlichen Zusammenhang mit der Ordnung der Chaetopoden hingewiesen, von welchen sie sich durch mancherlei Umbildung und Rückbildung entfernt haben.“

Charakteristisch ist die Umbildung der Körperform, die rüsselartige Ausbildung des Kopfklappens, die jedenfalls stark rückgebildete Segmentierung (Verlust der Dissepimente) und die Reduzierung der Borsten und Segmentalorgane, die nur auf wenige Segmente beschränkt sind.

II. Sipunculidae

Charakteristik

Körper walzenförmig, Papillen unregelmäßig stehend, meist am Vorder- und Hinterende gehäuft. Prostomium der Larven sehr reduziert und infolgedessen die Mundöffnung scheinbar am Vorderende des Körpers gelegen. Das letztere ist rüsselartig ausge-

bildet und kann durch Retraktoren eingestülpt werden. Die Mundöffnung ist von einem Tentakelkranz umgeben. Der After liegt dorsal, dicht an der Rüsselbasis (Ausnahme *Onchnesoma*). Der Darm durchzieht in großen Schlingen oder in einer Spirale den Körper und ist meist gestützt durch einen sich der Körperwand anheftenden Spindelmuskel. Das Blutgefäßsystem besteht aus dem an der Tentakelbasis gelegenen Ringkanal (Fig. 8 rg), der Gefäße in die Tentakel sendet, und einer längs des Schlundes verlaufenden einfachen, dorsal gelegenen, oder doppelten, dorsal und ventral gelegenen, herzartigen Erweiterung (kontraktile Schlauch, Fig. 7 ctg u. ctg¹), die blind vor der Darmspirale endigt und häufig seitliche Blindsäckchen trägt. Der ganze Apparat erinnert an das Wassergefäßsystem der Echinodermen. Für die Atmung sind besondere Organe nicht bekannt. Die *Sipunculus*-

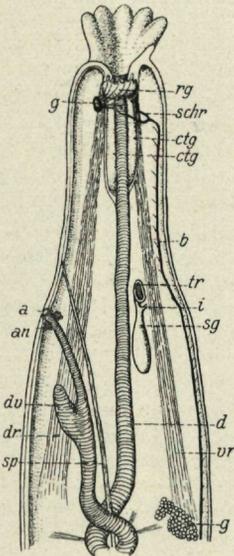


Fig. 8. Rüssel und Vorderkörper von *Sipunculus nudus* L., halbiert (schematisch) (nach DELAGE & HEROUARD). rg Gefäßring, g Gehirn mit Tentakelnerven, schr Schlundring, ctg dorsaler kontraktile Schlauch, ctg¹ ventraler kontraktile Schlauch, b Bauchmark, sg eines der beiden Segmentalorgane, tr Wimpertrichter, i Ausmündungsgang des Segmentalorgans, a After, an Analdrüsen, d Darm, dv Divertikel des Enddarms, sp Spindelmuskel, dr einer der dorsalen Retraktoren, vr einer der ventralen Retraktoren mit Geschlechtsorgan (g) am Grunde desselben.

Arten besitzen in der Haut verlaufende Kanäle (Integumentalkanäle), die mit der Leibeshöhle in Verbindung stehen und eine Hautatmung vermitteln könnten.

Das Nervensystem besteht aus dem Schlundring (Fig 8, schr) mit dem Gehirn (Fig. 8, g) und einem ungegliederten Bauchmark (Fig. 8, b). Das Gehirn ist zweilappig und liegt dem Ösophagus im Winkel zwischen den Ansätzen der dorsalen Retraktoren auf. Es sind 2 Segmentalorgane vorhanden (sg) mit Ausnahme der Gattungen *Phascolion* und *Onchnesoma*, wo eines derselben rudimentär wird, deren Öffnungen sich in der Nähe des Afters über oder unter ihm befinden; sie dienen sowohl der Ausfuhr zersetzter Körperstoffe als der der Geschlechtsprodukte. Die Geschlechtsprodukte entstehen in Falten des Peritoneums der Leibeshöhle am Grunde der ventralen Retraktoren (Fig. 8, g)

Die Nordsee und das Übergangsgebiet des Skagerraks, Kattegats und Sundes beherbergt die Gattungen *Phascolosoma*, *Phascolion*, *Onchnesoma*, *Aspidosiphon*, *Physcosoma* und *Sipunculus*; in der Ostsee kommen Sipunculiden nicht vor.

Systematik Bestimmungstabelle der Gattungen.

- A. Am Vorderende und Hinterende des Körpers ein deutliches Schildchen. Rüssel exzentrisch, seitlich ventralwärts unter dem Afterschild hervortretend *Aspidosiphon*.
- B. Kein Schildchen am Vorder- und Hinterende des Körpers. Rüssel zentrisch, hervortretend, in der Körperrichtung ausgestreckt.
1. Längsmuskulatur bündelweise angeordnet.
- a) Tentakel kreisförmig die Mundöffnung umstellend. Körper ohne hervorragende Papillen *Sipunculus*.
- b) Tentakel nicht die Mundöffnung umstellend, sondern dorsalwärts hufeisenförmig angeordnet. Körper mit hervorragenden Papillen *Physcosoma*.
2. Längsmuskulatur nicht bündelweise angeordnet
- a) After an der Rüsselbasis oder in der Nähe derselben gelegen, 2—4 Retraktoren.
- α) Darm in Form einer Spirale aufgerollt mit Spindelmuskel. 2 Segmentalorgane. Keine Haftpapillen . *Phascolosoma*.
- β) Darm in Schlingen, öfters mit Endspirale ohne Spindelmuskel. 1 Segmentalorgan. Meist Haftpapillen am Hinterkörper *Phascolion*.
- b) After auf den langen Rüssel verschoben, 1 Retraktor, 1 Segmentalorgan *Onchnesoma*.

Bestimmungstabelle der Arten.

Sipunculus Linné

1. 32 (bisweilen 30—33) Längsmuskelbündel vorhanden, deren Basis sich gewöhnlich über 6—7 Bündel ausbreitet. Hinterende des Körpers gefurcht *S. nudus* Linné.
2. 24 (bisweilen 22—24) Längsmuskelbündel vorhanden, deren Basis sich gewöhnlich über 3—4 Bündel ausbreitet. Hinterende des Körpers (Eichel) glatt *S. norvegicus* Kor. & Dan.

Phascolosoma Leuckart

- A. Mit 4 Retraktoren.
- a) Rüsselhaken vorhanden.
- α) Haken unregelmäßig angeordnet, Körperhaut mit besonders am Körperende und der Rüsselbasis hervortretenden Papillen. *Ph. vulgare* Blv.
- β) Haken in Ringen angeordnet, Körperhaut glatt, ohne hervortretende Papillen *Ph. elongatum* Kef.
- b) Rüsselhaken fehlen. Körperhaut mit kleinen Papillen. *Ph. margaritaceum* Sars.

B. Mit 2 Retraktoren.

a) Tentakel vorhanden.

α) Mit Rüsselhaken, Körper glatt, ohne Papillen, kontraktile Schlauch ohne Blindsäcke . . . *Ph. abyssorum* Kor. & Dan.

β) Ohne Rüsselhaken, Haut mit kleinen Papillen, kontraktile Schlauch mit Blindsäcken *Ph. procerum* Moeb.

b) Tentakel, ersetzt durch einige blattförmige Lappen

Ph. minutum Kef.

Phascolion Selenka & de Man

1. Körperende mit deutlich hervortretenden hufeisenförmigen Haftpapillen. Retraktoren verschieden dick . . . *Ph. strombi* Mont.

2. Körperende ohne deutlich hervortretende Haftpapillen. Retraktoren gleich dick *Ph. tuberculatum* Théel.

Onchnesoma Koren & Danielssen

1. Tentakel vorhanden. Haut mit großen starken Schuppen bedeckt
O. squamatum Kor. & Dan.

2. Tentakel fehlen, nur Tentakelscheibe vorhanden. Haut mit feinen Papillen bedeckt *O. steenstrupi* Kor. & Dan.

Phascolosoma Leuckart.

Längsmuskulatur kontinuierlich (Ausnahme *Phasc. gouldi* Pourtalès). Zahlreiche Tentakel umgeben den Mund in einem oder mehreren konzentrischen Kreisen oder Gruppen. In der dorsalen Mittellinie sind sie durch ein Sinnesorgan (Wimperkissen) unterbrochen. Rüssel mit und ohne Haken, diese meist mit stumpfer Spitze und unregelmäßig angeordnet. Darmspirale mit vielen Windungen und Spindelmuskel, der sie aber nicht ans Hinterende des Körpers befestigt. 2—4 Retraktoren. Segmentalorgane frei. Eier rund.

Ph. abyssorum Kor. & Dan. Körper zylindrisch, 27—30 mm, Rüssel etwa 11 mm lang. Haut hellgelblich glatt, ohne Papillen. Tentakel kurz und dick, 20—24 an Zahl. 10—14 unregelmäßige Ringe von großen, stumpfen, wenig gebogenen Haken (THÉEL, 1905, tab. 5, fig. 72 bis 75). 2 Retraktoren setzen etwa in der Mitte des Körpers an und vereinigen sich erst weit vorn. 2 Segmentalorgane in Afterhöhe mündend. Darmspirale mit etwa 36 Windungen. Ein kontraktile Schlauch.

Vorkommen in unserem Gebiete:

Nordsee: Im Bergensfjord (Byfjord) auf steinigem Boden in Höhlen von *Lima excavata* (gebohrt von *Cliona abyssorum* Sars) in Tiefen von 366—549 m, selten (KOREN & DANIELSSEN) und bei 54° 41' n. Br. — 6° 12' ö. L. im feinen Sand, 40 m (J. FISCHER).

Allgemeine Verbreitung: Spitzbergen, Küste von Irland auf steinigem Grund.

Ph. elongatum Kef. (Synonymie s. bei SOUTHERN 1913, p. 16). Körper 50—90 mm lang, schlank, Rüssel wenig länger als halber Körper. Farbe schmutzig fleischfarben oder blaß rötlichgelb. Haut glatt, mit zahlreichen Hautkörpern ohne hervorstehende Papillen bedeckt. Am Hinterende bilden die Grenzen der Hautkörper maschenartig hervortretende kutikuläre Verdickungen. Tentakel 16—24 (THÉEL 1905,

tab. 13, fig. 188), Hakenringe 10—16, im Alter nur 5—7. Haken 0,10 mm schlank, wenig gebogen (ibd., tab. 1, fig. 10—11). Muskulatur kontinuierlich, 4 Retraktoren, ventrale im mittleren Körperdrittel, dorsale dicht hinter dem After ansetzend; die gleichseitigen vereinigen sich erst ganz vorn. Segmentalorgane in Afterhöhe mündend, lang, schlank, kontraktile Schlauch einfach. Zahlreiche Darmwindungen, je ein Befestiger am Enddarm und am Ösophagus.

Vorkommen in unserem Gebiete:

Nordsee: Thornton-Bank an der belgischen Küste, im Schlamm, 28—29 m (HÉRUBEL).

Skagerrak: Westküste von Schweden: Vaderö-Inseln, 109 m, Gullmarn, Kristinebergs zool. Station, im Schlamm, 28—29 m tief (THÉEL—HÉRUBEL).

Allgemeine Verbreitung: Küsten von Frankreich bis ins Mittelmeer.

Ph. eremita Sars (Synonymie s. bei THÉEL 1905, p. 72). Körperlänge wechselnd von 17—50 mm. Rüssel etwa von Körperlänge. Farbe dunkelgrau-grünlich bis gelbbraun mit metallischem Schimmer. Die Haut des Körpers ist fein quergestreift (GEROULD 1913, tab. 58, fig. 4), besonders am Hinterende, das in eine Spitze ausgezogen ist, und bedeckt mit kleinen, feinen Papillen, die dunkler als die Haut sind und an der Rüsselbasis und am Hinterende des Körpers etwas stärker hervortreten. Außerdem finden sich zwischen den Papillen bei den europäischen Arten (GEROULD fand sie bei seinen amerikanischen Arten nicht) viele gelbbraune, größere und kleinere Kutikularschüppchen (W. FISCHER 1922^a, p. 237, fig. 5), die der Haut zusammen mit den Papillen ihre dunkle Farbe verleihen. Haken fehlen. Längsmuskulatur ohne Strangbildung. 2 Retraktoren im mittleren Körperdrittel entspringend. Segmentalorgane klein, in Afterhöhe mündend. Darmspirale lang mit Spindelmuskel und Divertikel (W. FISCHER 1922^a, p. 237). Vorn 2 Befestiger, einer am Ende des Ösophagus, der andere an der dritten Darmschlinge ansetzend. Enddarm kurz. Ein einfacher kontraktile Schlauch vorhanden.

Vorkommen in unserem Gebiete:

Nordsee: (GRUBE, Berliner zool. Museum) ein in unserem Gebiet sehr vereinzelt Vorkommen. Die Art ist fast rein arktisch.

Allgemeine Verbreitung: Tritt im nördlichen Polgebiet und an der atlantischen Küste Nordamerikas bis Kap Cod ziemlich häufig auf. Nachdem neuerdings BENHAM (1922, p. 18) sie als var. *australe* in Commonwealth-Bay (Wilkes Land) im südlichen Polgebiet konstatiert hat, ist sie den von mir festgestellten vier anderen bipolaren Arten (1921, p. 428) *Phasc. margaritaceum*, *muricaudatum*, *minutum* und *Phascolion strombi*, als fünfte zuzurechnen. Sie lebt in tonigem Schlamm oder in feinem Sand der Meere, meist nur in Tiefen von 182 m (100 Faden), selten tiefer: 873 m.

Ph. margaritaceum Sars (Synonymie s. bei THÉEL 1905, p. 65 und W. FISCHER 1922^a, p. 233—236). Körper hinten zugespitzt, seine Länge wechselt von 75—190 mm. Rüssel ohne Haken, 1½mal länger als Körper (W. FISCHER 1922^a, p. 233). Farbe wechselnd, meist

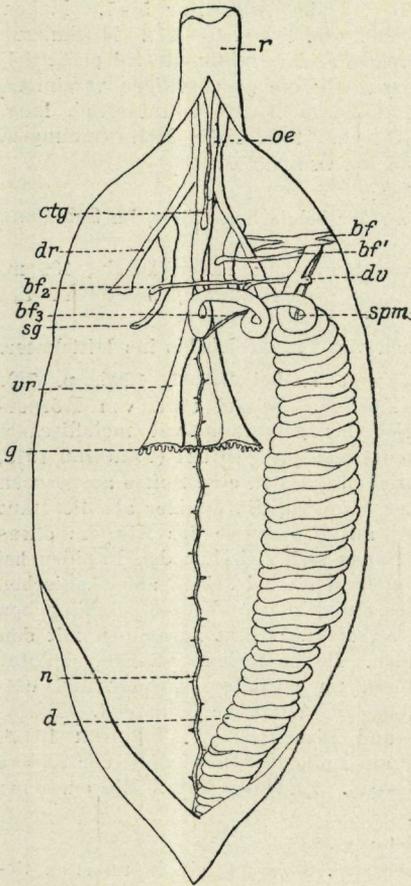


Fig. 9.

Phascolosoma margaritaceum Sars,
geöffnet, $\frac{2}{3}$ nat. Größe
(nach W. FISCHER).

r Rüssel, d Darm, dv Divertikel des Enddarms, spm Spindelmuskel, bf Afterband, bf¹, bf₂ und bf₃ Befestiger des Darms, oe Ösophagus, ctg kontraktiles Gefäß, vr ventrale Retraktoren, dr dorsale Retraktoren, sg Segmentalorgane, g Geschlechtsorgan, n Bauchmark.

bläulichgrau bis perlgrau auch grauviolett und graubraun bis dunkelbraun. Hinterende und Rüsselbasis dunkler gefärbt. Haut mit kleinen, wenig gestielten Papillen, besonders an der Rüsselbasis und am Hinterende des Körpers besetzt, sonst mattglänzend wie Perlmutter, mit 2 unter einem Winkel von 30° sich kreuzenden Streifensystemen versehen (retikuliert). Tentakel in Bündeln (THÉEL 1905, tab. 14, fig. 192—196). Es finden sich 10 größere Bündel (ein dorsales, ein ventrales und je vier laterale). Zwischen diesen primären Bündeln treten bei älteren Tieren kleinere sekundäre auf, und zwar so, daß sich zwischen dem dorsalen und dem darauf folgenden primären Bündel je drei, zwischen den anderen primären Bündeln je ein sekundäres befindet. Die Zahl der Tentakel wechselt je nach dem Alter der Tiere von 8—104 (THÉEL 1905, p. 64 und 65). Die Längsmuskulatur ist kontinuierlich, die innere Körperwand glänzend weißgrau gefärbt. Die ventralen Retraktoren (vr) setzen meist im mittleren Körperdrittel an, bisweilen auch entspringen sie vom Vorderrande desselben, sogar vom ersten Körperdrittel. Die Tiere zeigen also sowohl betreffs der Farbe als auch hinsichtlich des Ansatzes der ventralen Retraktoren eine außerordentliche Variationsfähigkeit, wie sie sonst nur bei *Phascolosoma minutum* und *Phascolion strombi* vorkommt. Die dorsalen Retraktoren (Fig. 9, dr) setzen sich im vorderen Körperdrittel an die Körper-

wand an. Die Darmwindungen (d) wechseln an Zahl von 25—30 je nach dem Alter. Sie werden durch einen kräftigen Spindelmuskel (spm) und drei Befestiger (bf₁, bf₂, bf₃) gestützt. Der Enddarm ist durch einen bandartigen breiten Befestiger (bf) der Körperwand angeheftet. An ihm wurde von mir ein Divertikel festgestellt (dv), das gewöhnlich durch die vordere Darmwindung verdeckt wird und am Spindelmuskel festsetzt. Die Segmentalorgane (sg) sind kurz, ihre äußere Mündung liegt etwas höher als der After. Ein kontraktiles Gefäß ist vorhanden (ctg).

Vorkommen in unserem Gebiete:

Nordsee: Helgoland, S.-S.-W.-Rinne 42—49 m (W. FISCHER), Bergen (AUGENER).

Skagerrak: Gullmarn (HÉRUBEL 1907, p. 172).

Allgemeine Verbreitung: In beiden Polgebieten, im N circumpolar, außerdem in Sogne-Fjord (61° 10' n. Br. — 6° 32' ö. L.) und an der Marokko-Küste 861 m tief, ferner bei 39° 42' n. Br. — 71° 17' w. L. als var. *meridionalis* GEROULD (1269 m). Im Norden lebt es mit Ausnahme des Fundorts Sogne-Fjord in verhältnismäßig seichtem Wasser bis 50 m in schlammigem, schlickigem Boden.

Ph. margaritaceum Sars var. *trybomi* Théel (W. FISCHER 1923, p. 69—74; = *Ph. Trybomi* Théel). Ich habe diese Varietät, die mir zugänglich war, genauer untersuchen können und kann die Ansicht THÉELS, daß die 3 Arten *Phasc. margaritaceum* Sars, *Phasc. Hanseni* Koren & Danielssen und *Phasc. Trybomi* wahrscheinlich identisch seien (1905, p. 58), nur teilen. Betreffs *Phasc. Hanseni* glaube ich ihre Identität mit *Phasc. margaritaceum* in den Gephyreen der arktischen Meere (1922^a, p. 233—236) nachgewiesen zu haben. Bei *Phasc. trybomi* stellte ich (1923, p. 72) den gleichen Bau der Haut, auch das Vorhandensein von Papillen, deren Abwesenheit THÉEL behauptete, und dieselbe Tentakelanordnung wie bei der Hauptart fest. Es ergaben sich nur Differenzen in den Längenverhältnissen von Rüssel und Körper und in dem Höhenansatz der ventralen Retraktoren. Wenn man aber bedenkt, daß die verschiedenen Tötungsmittel (Alkohol, Sublimat usw.) auch verschiedene Längenverhältnisse erzielen, und daß auch die Hauptart, wie schon bemerkt, betreffs des Ansatzpunktes der ventralen Retraktoren sehr variabel ist, so könnte man immerhin zu dem Schlusse kommen, daß auch die Varietät *trybomi* aufgehoben werden müßte. Ich lasse aber diese Frage vorläufig noch offen, bis weitere Untersuchungen an neuem Material Klärung gebracht haben.

Vorkommen in unserem Gebiete:

Sund: zwischen Hellsö und Langö, 10—20 m.

Skagerrak: Gullmarwick bei Kristinebergs zool. Station im Schlamm Boden.

Ph. minutum Keferstein (Synonyme s. bei SOUTHERN 1913, p. 28 und bei PAUL 1909, p. 40). Die Gesamtlänge des Wurmes beträgt im Mittel 14 mm, wovon gleiche Teile auf Rüssel und Körper kommen. Die Farbe ist gelblich bis bräunlichgrün und glänzend. Das Vorderende des Rüssels und Körpers ist braun gefärbt. Die Mundöffnung ist von einigen

breiten, blattförmigen Tentakeln umgeben, von denen die beiden dorsalen die größten sind. Diese abweichende Form der Tentakel und das Fehlen des Gefäßsystems bewogen seinerzeit KEFERSTEIN (1865, p. 438), sie einer neuen, jetzt wieder eingezogenen Gattung *Petalostoma* (= Blattmund) zuzuweisen. Hinter den Tentakeln steht häufig, besonders bei Tiefseeformen eine Zone regellos angeordneter spitzer Haken (THÉEL 1905, Taf. 5, Fig. 56—58). Die Haut des Körpers ist mit kuppelförmigen Papillen besetzt, die meist am Rüssel und Hinterende des Körpers stärker hervortreten und dort mehr Zylindergestalt annehmen (ibid., Fig. 53—54). Die ventralen Retraktoren entspringen gewöhnlich in der Körpermitte und vereinigen sich bald, jedoch sind hier weitgehende Abweichungen zu konstatieren (ibid., 1905, Taf. 12, Fig. 175—182), so daß THÉEL sagt: „The differences between the extreme forms are so enormous, that they doubtless should be considered as distinct species, did they not live together, side by side on the same shells and between the same sandy tubes of *Sabellaria*“. Möglicherweise ist, wie ich vermute, diese außerordentliche Variationsbreite auf eine Bastardierung von nesterweise zusammenlebenden, sehr nahe verwandten Formen zurückzuführen. Der Darm hat 7—15 Spiralwindungen. Ein Spindelmuskel ist vorhanden, am Rectum tritt ein Divertikel auf, die Segmentalorgane sind kurz und sackförmig, ihre Öffnung liegt etwas tiefer als die Afteröffnung. Die an der Ursprungsstelle der ventralen Retraktoren befindlichen Gonaden sollen nach PAUL, einem Schüler SPENGLERS (1909, p. 26), eine Zwitterdrüse vorstellen; ein Befund der zwar von SPENGLER bestätigt wurde, der aber noch weiterer Klärung bedarf, da andere, Forscher, z. B. GEROULD (1913, p. 394/395), trotz vielfacher dahingehender Bemühungen nichts derartiges feststellen konnten. Das Gehirn hat, wie ich bei einem Exemplar aus Helgoland konstatieren konnte (entgegen PAUL), zwei Augenflecke.

Vorkommen in unserem Gebiete:

Nordsee: Helgoland (PAUL), Scarborough (SOUTHERN).

Skagerrak: Elleskär, Insel im W vom Gullmarfjord 15—18 m auf sandigem Boden mit Schalen von *Cyprina islandica* und Röhren von *Sabellaria* (THÉEL) bedeckt.

Allgemeine Verbreitung: In beiden Polgebieten in Tiefen von 14 bis 1976 m, im Atlantischen Ozean bei den Azoren (SLUITER) in 1732 m, bei 40° 09' n. Br.—67° 09' w. L. in 2468 m Tiefe (GEROULD).

Ph. procerum Moebius (= *Ph. pyriforme* Théel (THÉEL 1905, p. 70). Der Körper der Tiere unseres Gebietes ist höchstens 10 mm, der Rüssel 20—40 mm lang (THÉEL 1905, Taf. 2, Fig. 19—26). Der Körper ist hinten zugespitzt. Die Farbe der Spiritusexemplare ist weißlich grau, eine Hautfalte, die den glatten vorderen Teil des Rüssels von dem hinteren, mit feinen welligen Falten versehenen abgrenzt und die Außenseite der Tentakel sind rostfarbig; auch der Raum um den Mund herum ist ebenso gefärbt. Die Tentakel sind in 6 Gruppen angeordnet und variieren an Zahl von 28—40. Haken fehlen. Die Haut des Körpers ist mit feinen, charakteristischen Zickzacklinien versehen. Die Papillen liegen zerstreut über den Körper, sind klein und dunkler gefärbt als die Haut, am Körperende stehen sie dichter. 2 Retraktoren setzen am

Körperende an. Der Darm hat 16 Windungen. Die Segmentalorgane münden weit vor dem After. Das kontraktile Gefäß ist mit vielen kleinen Blindsäckchen besetzt, die nach hinten zu an Größe zunehmen (THÉEL 1905, Taf. 3, Fig. 27).

Vorkommen in unserem Gebiete:

Nordsee: Bass-Rock bei Edinburgh (MOEBIUS); 55° 39' n. Br. — 2° 31' ö. L. 69—72 m in feinem Sand und Schlick (J. FISCHER).

Skagerrak: Skagen-Nidingarne 57° 37' n. Br. — 10° 53,8' ö. L. blauer Mudd 31—40 m, Westküste von Schweden: Styrö 36—63 m. Dyngö, Lindö, Vaderö-Inseln 27 m, Gullmarn überall häufig 18—36 m, Kristinebergs zool. Station (THÉEL).

Kattegat: 18—64 m in feinem Sand, Schlick und Mudd (HÉRUBEL), 57° 35' n. Br. — 11° 10' ö. L.; 57° 46' n. Br. — 11° 1' ö. L. 40—42 m (J. FISCHER).

Allgemeine Verbreitung: Küste von Norwegen bis Karlsö, Küsten von Irland, atlantische Küste Nordamerikas von 39—40° n. Br. in Tiefen von 182—484 m in grünem Mudd und feinem Sand (GEROULD).

Ph. vulgare Blainville (Synonymie s. b. THÉEL 1905, p. 60 und SOUTHERN 1913, p. 14). Körper walzenförmig, Länge 40—155 mm, Rüssel etwas länger als Körper (THÉEL 1905, Taf. 1, Fig. 1—5). Farbe bei jungen Tieren weißlich durchsichtig, bei älteren grau bis rostgelb und gelbbraun; an der Rüsselbasis und am Hinterende scharf abgesetzte dunkle Zonen. Haut mit kleinen Papillen besetzt, die an der Rüsselbasis und am Körperende an Größe zunehmen, dort haben sie zylindrische Gestalt. Tentakel 16—70 in zwei Kreisen gruppenweise (Fig. 15, a₁—a₄, b₁—b₄), den Mund umstellend. Haken zerstreut, stumpf, wenig gebogen, dunkelbraun. Ventrale Retraktoren vom Vorderrande des mittleren Körperdrittels, dorsale zwischen diesen und dem After ansetzend. Segmentalorgane ziemlich lang, etwas über dem After mündend. Darmspirale lang mit Spindelmuskel und Divertikel am Enddarm.

Vorkommen in unserem Gebiete:

Nordsee: Thornton-Bank an der belgischen Küste, 28—29 m, Küste von Holland (HÉRUBEL), Hasborough (MOEBIUS) und St. Andrews Bay an der englischen Küste, bei Bergen (KOREN & DANIELSEN), Helgoland in *Gadus morrhua* (J. FISCHER).

Skagerrak: Bohuslän, Gullmarn, Vaderö 18—109 m, Dröbak im Christiania-Fjord.

Kattegat: Skelderviken-Kullen, 23—25 m (THÉEL).

Allgemeine Verbreitung: An den europäischen Küsten des Atlantischen Ozeans, im Mittelmeer, im Roten Meer und Indischen Ozean im Flachwasser, Schlick und Sand, auch in größeren Tiefen (bis 1050 m).

Phascolion Selenka & de Man.

Kleine in selbstgefertigten oder fremden Röhren (*Dentalium* und Schneckenschalen) lebende Tiere, die durch Anpassung an diese Lebensweise Veränderungen der Haut (Haftpapillen) und der inneren Organe (1 Segmentalorgan und nur 1—2 Retraktoren, die durch Verwachsung der dorsalen und ventralen Paare entstanden sind) erfahren haben.

Haken vorhanden, Darm in Schlingen oder in kurzer Spirale. Ein kontraktiles Gefäß.

Ph. strombi Montagu (Synonymie s. bei GEROULD 1913, p. 403). Die Tiere zeigen eine weitgehende Variabilität in Größe, Farbe und Hautbeschaffenheit. Der Körper ist je nach ihrem Aufenthaltsorte entweder gestreckt oder spiralförmig aufgedreht, seine Länge wechselt von 15—20 mm. Der Rüssel hat ein- bis zweifache Körperlänge (Fig. 10, r). Die Farbe ist bald weißlichgrau oder hellgelblichbraun, bald grau oder dunkelbraun; Vorderende und Hinterende des Körpers sind am dunkelsten gefärbt. Tentakel finden sich 14—26 (THÉEL 1905, Taf. 15, Fig. 207—208), hinter ihnen steht meist eine Zone zerstreut stehender Haken (ibid., Taf. 6, Fig. 83). Die Körperhaut ist bei Exemplaren der Nordsee (J. FISCHER, 1913, p. 105) mit kleinen Papillen besetzt, die am Hinterende und an der Rüsselbasis dichter stehen und stärker hervortreten (bei Exemplaren aus dem arktischen Gebiet fand ich verschiedene Zonen größerer Papillen; W. FISCHER, 1922^a, p. 240, Fig. 6, 7, 8). Hinter der Körpermitte tritt ein breiter Gürtel von Haftpapillen auf (THÉEL 1905, Taf. 6, Fig. 84—85) (Fig. 10, hp), die durch ihre dunkle Farbe sich deutlich von der übrigen Körperhaut abheben. Die Längsmuskulatur ist kontinuierlich. Es finden sich zwei Retraktoren, ein starker dorsaler, der meist mit breiter Basis, bisweilen mit zwei Wurzeln (J. FISCHER 1914, p. 102), dadurch seine Verwachsung aus einem Paare andeutend, am Hinterende des Körpers entspringt und ein schmäleres ventraler, der immer mit zwei Wurzeln (Fig. 11, vr) etwas über diesem unter dem Ende des Nervenstranges (Fig. 11, n) sich festsetzt. Am Grunde des ventralen Retraktors liegen auch, diesen im Bogen umziehend, die Geschlechtsorgane (Fig. 11, g). Das Segmentalorgan mündet unter dem After. Der Darm bildet anfangs 5 Schlingen (Fig. 12, 1—5) und geht dann in eine kurze Spirale (6) über. Ein kontraktiles Schlauch und ein Divertikel am Enddarm ist vorhanden.

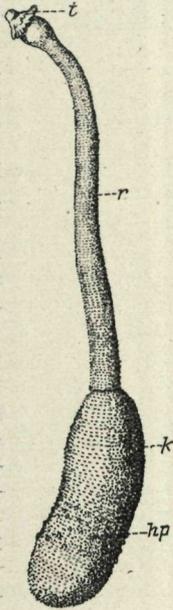


Fig. 10.
Phascolion
strombi Mont
(nach THÉEL).

t Tentakelkranz,
r Rüssel,
k Körper,
hp Haftpapillen-
zone.

Vorkommen in unserem Gebiete:

In der Nordsee sehr häufig; nach J. FISCHER (1914, p. 114 bis 117) führe ich folgende Fundorte an:

55° 18' N 6° 19' O, 51 m;	55° 39' N 2° 31' O, 72 m;
56° 2' N 3° 15' O, 73 m, feiner Sand, Salzgehalt 3,5%;	
56° 41' N 2° 15' O, 85 m;	57° 54' N 4° 48' O, 104 m;
57° 17' N 7° 47' O, 57 m, grober Sand;	
58° 7' N 2° 49' O, 87 m;	59° 3' N 4° 55' O, 243 m;
57° 9' N 0° 13' W, 85 m;	61° 16' N 1° 2' W, 187 m;

ferner: Bänke und Inseln westlich von Bergen (THÉEL), Byfjord bei Bergen (HÉRUBEL), Helgoland aus dem *Amphioxussand* (W. FISCHER).

Skagerrak: Kosterfjord 182 m, Mudd, Gullmarn überall gemein in Tiefen von 27—45 m, Skagen 40 m.

Kattegat: Skelderviken-Kullen 25—26 m.

Sund: Hellebäk 29—40 m, Sand, Mudd mit Schalen (*Natica*, *Dentalium*).

Es hält sich überall in sandigem oder Schlamm Boden (Mudd) in fremden und selbstgefertigten Röhren in Tiefen von 18—240 m auf. Die selbstgefertigten Röhren bestehen aus rötlichem, zerbrechlichem oder weißlichem, kalkigem Ton und sind an beiden Seiten offen.

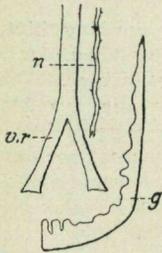


Fig. 11. Unteres Endstück des ventralen Retraktors von *Phascolion strombi* Mont., vergr. 24:1 (nach W. FISCHER).

vr ventraler Retraktor,
g Geschlechtsorgan,
n Nervenstrang.

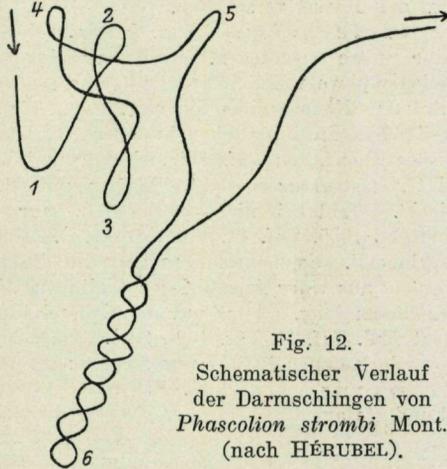


Fig. 12.

Schematischer Verlauf der Darmschlingen von *Phascolion strombi* Mont. (nach HÉRUBEL).

Allgemeine Verbreitung: In beiden Polgebieten meist in Tiefen von 36—300 m, aber auch im ganzen Atlantischen Ozean und im Mittelmeer. In der Tiefsee von SLUITER bei den Azoren (1482 m), von GEROULD bei Kap Charles (1931 m) angetroffen.

Ph. tuberosum Théel (Synonymie s. bei THÉEL 1905, p. 90). Diese Art hat in anatomischer Beziehung große Ähnlichkeit mit *Phascolion strombi*, unterscheidet sich aber äußerlich dadurch von ihr, daß die Körperhaut überall mit großen Papillen bedeckt ist, die an der Rüsselbasis und am Körperende am gedrängtesten stehen und die Zone der dunklen Haftpapillen vollständig fehlt. THÉEL gibt (1905, p. 91) als Hauptunterschiede unserer Art von *Phascolion strombi* an:

1. Die Tentakel, gewöhnlich nur 16, sind stumpfer.
 2. Die Haken haben eine andere Form (ibid. Taf. 6, Fig. 98).
 3. Die Zone dunkler Haftpapillen fehlt.
 4. Die Retraktoren sind beide fast gleich dick und setzen höher an.
- Vorkommen in unserem Gebiete:

Nordsee: Bergensfjord, 364 m, im sandigen Boden.

Skagerrak: Westküste Schwedens bei Koster, 27—36 m (THÉEL 1905, p. 90).

Vorkommen in unserem Gebiete:

Nordsee: 58° 8' n. Br. — 5° 19' ö. L., Schlick, 200—300 m, 58° 55' n. Br. — 4° 10' ö. L., Schlick, 284 m (J. FISCHER, 1914, p. 114—117). Hardanger-Fjord im Schlick, 182—364 m (THÉEL—HÉRUBEL).

Allgemeine Verbreitung: Im Atlantischen Ozean von den Lofoten bis zu den Küsten Spaniens, dort in 1000 m Tiefe gefunden.

Aspidosiphon Grube.

Am After und am Hinterende des Körpers je ein gefurchtes oder gekörneltes Schildchen. Rüssel exzentrisch ventral unter dem Afterschild hervortretend, mit Hakenringen und Stacheln bedeckt (Ausnahme *Asp. venabulum* Sel. & Bülow). Die Mundöffnung von einem ganzen, halben oder Viertelkreis von Tentakeln umstellt, der ventralwärts unterbrochen ist (SELENKA 1883, p. XVI, Fig. E und F). Nur 2 ventrale Retraktoren vorhanden, die sich bald vereinigen. Darm spiralförmig aufgerollt mit Spindelmuskel, der sich sowohl vor dem After wie am Schwanzschild festsetzt. 2 Segmentalorgane. Längsmuskulatur kontinuierlich oder bündelweise angeordnet.

A. mülleri Dies. (Synonymie s. bei SOUTHERN 1913, p. 31). Die Länge der Tiere unseres Gebietes wechselt von 8—25 mm. Die Farbe des Rüssels und Körpers ist grau bis braunrötlich. Die Schilder sind dunkelbraun und mehr oder minder deutlich gefurcht. Der Schwanzschild zeigt ungefähr 18 Furchen. Der Rüssel trägt 10 bis 12 kleine Tentakel und ist in seiner ganzen Länge mit Haken bedeckt, die hinten in unregelmäßigen, vorn in deutlichen Ringen stehen. Die Haken (THÉEL 1905, Taf. 8, Fig. 114) sind bei den Tieren unseres Gebietes alle einspitzig, bei Mittelmeerformen sind die vordersten 14 Ringe zweispitzig, die übrigen einspitzig. Die Hautkörper sind von vielen großen Chitinplättchen umstellt (ibid. Fig. 115—119). Die Längsmuskulatur ist kontinuierlich; bisweilen zeigen sich Andeutungen einer bündelweisen Anordnung, besonders unter dem Afterschild, wo 11—15 Bündel sichtbar sind. Zwei Retraktoren entspringen am Schwanzschild und vereinigen sich schon im hinteren Körperdrittel. Der Darm bildet eine Doppelspirale von 28—30 Windungen mit starkem Spindelmuskel, der sich hinten an das Schwanzschild heftet. Die Segmentalorgane sind in ihrer ganzen Länge der Körperwand angeheftet und münden in Afterhöhe.

Vorkommen in unserem Gebiete (einschl. *A. mirabilis* Théel und *A. armatus* Kor. & Dan.):

In der Nordsee: Shetland-Inseln, 182—410 m, südlich von Bergen (THÉEL), 55° 39' n. Br. — 2° 31' ö. L., 69—72 m, Salzgehalt 3,5% (J. FISCHER).

Skagerrak: Bohuslän-Küste (THÉEL), Gullmarn (HÉRUBEL), in feinem Sand, Schlick oder Ton, vom Seichtwasser bis 400 m Tiefe.

Allgemeine Verbreitung: Von 64° n. Br. im Atlantischen Ozean bis ins Mittelmeer gehend, wo er am häufigsten auftritt. Außerdem an der westafrikanischen Küste, im roten Meer und im Indischen Ozean, konstatiert bis 1262 m Tiefe. Nach SOUTHERN (1913, p. 31) ist er die

gemeinste Gephyree des Tiefwassers der Westküste Irlands. Er bewohnt dort Schalen von Gastropoden, Röhren von Röhrenwürmern (*Protula* und *Serpula*) auch Kalkstein und Korallen (*Lophohelia*), in denen er entweder schon fertige Höhlen als Wohnorte bezieht oder sie wahrscheinlich erbohrt. Das Vorderschild des Tieres dient als Verschuß der Höhle, also als Schutz gegen feindliche Angriffe. Vielfach lebt das Tier auch vergesellschaftet mit einem Polychäten, der *Syllis cornuta* Rathke, die auch in den Wohnräumen von *Phascolion strombi* gefunden wird.

Sipunculus Linné.³⁾

Große Arten, deren Hautkörper ohne hervorragende Papillen sind, Tentakel, in Form einer gelappten Membran, deren Ränder tentakelartig ausgebildet sind, den Mund kreisförmig umstellend. Haken fehlen. Längs- und Ringmuskulatur in Bündel zerlegt. Darm in Form einer Spirale aufgewunden, mit Spindelmuskel, der hinten nicht aus der Spirale heraustritt. 2 kontraktile Schläuche. Retraktoren in gleicher Höhe entspringend. Hautmuskelschlauch mit einfachen Längskanälen (Integumentalkanälen). Bauchmark rückt von der Haut ab, bleibt aber durch lange Nervenzweige mit ihr verbunden. Eier kugelförmig.

S. nudus L. — Körper bis 250 mm lang. Rüssel ungefähr von $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{3}$ Körperlänge. Farbe im Leben graugelb bis rötlichgelb, im Spiritus graugelb. Mund von einer gelappten Tentakularmembran umstellt, dorsal 2 größere Lappen. Rüssel ohne Haken, aber dicht mit großen Papillen besetzt. Körper mit 30—33, gewöhnlich 32 Längsfurchen, die mit der gleichen Anzahl der Längsmuskelbündel korrespondieren und mit den Querschnitten längliche rechteckige Felder (Integumentalfelder) bilden. Segmentalorgane meist nur bis zur Ansatzstelle der Retraktoren reichend, im ersten Fünftel bis Viertel ihrer Länge befestigt. Sie münden zwischen dem 4. und 5. Längsmuskelbündel jederseits des Bauchmarks. Ihre Mündung liegt 7—10 Ringmuskelbreiten vor dem After. 4 Retraktoren, deren Basis sich über 4—8, gewöhnlich 6 oder 7, Längsmuskelbreiten erstreckt, setzen mit schiefer Basis an. Die ventralen Retraktoren entspringen vom 1.—8., die dorsalen vom 9.—13. Längsmuskelbündel. Der Darm ist in zwei übereinander liegenden Spiralen mit 3 Buckeln (Fig. 13, 1—3) aufgewunden. Enddarm mit Divertikel und zwei drüsenförmigen Gebilden (büschelförmige Körper) von unbekannter Funktion. Spindelmuskel wenig über dem After entspringend. Zwei kontraktile Gefäße.

Vorkommen in unserem Gebiete:

Nordsee: (FORBES und MAITLAND); an den Küsten Belgiens

³⁾ Die Gattung *Sipunculus* war früher mit der von SPENGLER (1912, p. 264—272) neu aufgestellten Gattung *Siphonosoma* vereinigt.

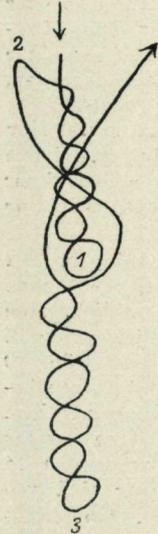


Fig. 13.
Schematischer
Verlauf der
Darm-
schlingen von
*Sipunculus
nudus* L. nach
HÉRUBEL).

Der Darm ist in zwei übereinander liegenden Spiralen mit 3 Buckeln (Fig. 13, 1—3) aufgewunden. Enddarm mit Divertikel und zwei drüsenförmigen Gebilden (büschelförmige Körper) von unbekannter Funktion. Spindelmuskel wenig über dem After entspringend. Zwei kontraktile Gefäße.

und Hollands (HÉRUBEL) in sandigem Schlamm Boden in geringen Tiefen.

Allgemeine Verbreitung: Im ganzen Atlantischen Ozean und im Mittelmeer, ferner im Indischen und Pazifischen Ozean, bis 2275 m Tiefe gehend.

S. norvegicus Kor. & Dan. (= *S. priapuloides* Kor. & Dan.; THÉEL 1905, p. 56). Die Körpergröße der Tiere wechselt von 40 bis 120 mm. Der Rüssel (vom After ab gerechnet) ist etwa von $\frac{1}{4}$ Körperlänge. Die Farbe der Spiritusexemplare ist graugelblich. Die gelappte Tentakularmembran zeigt 8 größere Lappen. Der Rüssel ist mit großen hervorragenden, dreieckigen Papillen bedeckt. Der Rumpf hat 22—24 Längsfurchen, denen ebensoviele Längsmuskelbündel im Innern entsprechen. Das Hinterende des Körpers, Eichel genannt, ist glatt und bei älteren Tieren durch eine Ringfurche vom Körper abgesetzt. Die äußerlich deutlich hervortretenden Öffnungen der Segmentalorgane liegen weit vor dem After. Die Retraktoren entspringen gewöhnlich von drei bis vier, seltener von ein bis zwei Längsmuskelbündeln, die ventralen vom 2. bis 5., die dorsalen vom 6. bis 9. Bündel (W. FISCHER 1922^b, p. 4) auf gleicher Höhe und dicht hinter der Afteröffnung. Die Darmspirale hat 17—18 Windungen. Der Spindelmuskel setzt kurz vor der Afteröffnung an demselben Bündel an, auf dem diese liegt. Am Rektum sind ein kleines Divertikel und 2 büschelförmige Organe sichtbar.

Vorkommen in unserem Gebiete:

Hardanger-Fjord in 455 m Tiefe und Bergensfjord in 273 m Tiefe auf sandigem Tonboden (Schlick).

Allgemeine Verbreitung: Als Tiefseeform (bis 4400 m) im Atlantischen und Pazifischen Ozean auftretend.

Physcosoma Selenka.

Längsmuskulatur in Stränge gesondert (Ausnahme *Ph. capitatum* Gerould). Zahlreiche Tentakel, in einfacher Reihe, stehen dorsalwärts außerhalb der Mundöffnung in einem in der Dorsallinie unterbrochenen Dreiviertelkreis (SELENKA 1883, p. XVI, Fig. G und Taf. 11, Fig. 132). Körper mit deutlich hervortretenden Papillen besetzt. Haken meist vorhanden, in Ringen angeordnet. 4 Retraktoren, meist in ungleicher Höhe entspringend. Darm in einfacher Spirale aufgerollt und immer durch einen Spindelmuskel am Hinterende des Körpers befestigt. Kontraktiler Schlauch ohne Zotten. Segmentalorgane ganz oder teilweise an der Körperwand befestigt. Eier oval. Gehirn mit 2 Augenflecken.

Ph. granulatum Leuck. (Synonymie s. bei SOUTHERN 1913, p. 10). Rüssel und Körper gleichlang, etwa je 60 mm. Farbe graurötlich-gelb bis bräunlichrot und braun. Die Rückenseite des Rüssels trägt dunkle Querbinden, die des Körpers unregelmäßig große und kleine dunkle Flecke. Der Rüssel besitzt bei jungen Tieren 12—16 Tentakel und etwa 60 Hakenringe, bei älteren 25—26 Tentakel und 10—17 Hakenringe (die Haken fallen im Alter nach Abnutzung aus). Die Haken sind oben scharf umgebogen (Fig. 14) und besitzen einen Haupt- und

einen Nebenzahn (hz und nz), sie sind in ihrer Form denen der *Ph. scolops* Sel. & de Man ähnlich; indessen ist dort die helle durch die Mitte des Hakens verlaufende Verdickungsleiste (vl), wenigstens bei der Hauptart, an der Basis des Hakens, scharf geknickt (SELENKA 1883, Taf. X, Fig. 139), hier sanft gebogen (Fig. 14). Die Haut des Körpers ist überall mit Papillen bedeckt, die in der Mitte kuppelförmig sind, am Körperende und an der Rüsselbasis aber eine spitz-konische Gestalt haben und gedrängter stehen, als in der Mitte.

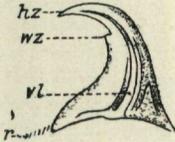


Fig. 14.

Haken von *Physcosoma granulatum* Leuck.

hz Hauptzahn, nz Nebenzahn, vl Verdickungsleiste,
r warzenartige Runzeln am Grunde des Hakens.

Die Ausmündungsöffnung (Fig. 15, a) derselben liegt in einem hellen, mit kleinen Kutikularplättchen (Fig. 15, hp) erfüllten Kreise, der von mehreren Reihen größerer Plättchen umstellt ist, die in ihrer Form und Anordnung bei jungen und alten Tieren variieren (SELENKA 1883, Taf. 10, Fig. 150—151). Längsmuskelstränge sind 18—28, meist 24 bis 25 vorhanden, die vielfach anastomosieren. 4 Retraktoren, von denen die ventralen am hinteren Rande, die dorsalen am vorderen Rande des mittleren Körperdrittels abgehen; die gleichseitigen vereinigen sich bald. Der Darm besitzt 6—12 Doppelwindungen und einen vollständigen Spiramuskel, der ihn ans Hinterende des Körpers befestigt.

Vorkommen in unserem Gebiete (einschl. *Ph. loveni* Théel):

Nordsee: Bergensfjord (KOREN & DANIELSEN) und Byfjord (HÉRUBEL) in 96 m Tiefe, auf steinigem oder schlammigem Sandboden.

Allgemeine Verbreitung: Im Atlantischen Ozean an der Westküste Europas entlang bis ins Mittelmeer, dort besonders häufig, von dort wahrscheinlich durch den Suez-Kanal nach Sansibar verbreitet.

Sie ist neben *Ph. abyssorum* Southern die einzige *Physcosoma*-Art, die sich kühleren Temperaturen anzupassen vermag, alle anderen Arten dieser Gattung sind Tropenbewohner.

Technik Die Tiere werden durch einen Hautschnitt, der dorsalwärts links dicht neben dem After bis zum Körperende geführt wird, geöffnet und dann vorsichtig ausgespült, um Darm und andere innere Organe nicht zu verletzen. Eine Inspektion der aufgesteckten Tiere mit dem Binokular ist unerlässlich, um den Verlauf des oft sehr feinen Spindelmuskels und der Befestiger des Darmes zu konstatieren. Oft führt die mikroskopische Besichtigung der Haken und der Plättchenbedeckung der Papillen und Hautkörper, die für einzelne Arten sehr charakteristisch sind, allein schon zum Ziel. Bei Färbungen hat mir Alaunkarmin immer gute Dienste geleistet.

Äußere Erscheinungsform und Anatomie Der Körper der Sipunculiden ist zylindrisch oder sackförmig. Der einstülpbare Rüssel ist schmaler als dieser und im Leben sehr dehnungsfähig. Er trägt am

Vorderende einen einfachen oder mehrfachen, bisweilen nur einen halben oder Viertelkranz von Tentakeln, die nicht selten gruppenweise angeordnet sind (SELENKA 1883, p. XVI, Fig. A—G), die Anzahl derselben wechselt mit dem Alter der Tiere. Ihre Form ist dreikantig, die eine, meist schärfere Kante ist nach innen, die anderen sind nach außen gerichtet. Ein Flimmerbesatz findet sich nur auf der äußeren distalen Seite, so daß er die Zufuhr der Nahrung wohl kaum vermitteln kann, vielmehr den Wasserwechsel bewerkstelligen, also im Dienste der Atmung stehen wird.

Die **T e n t a k e l** sind wohl vorzüglich Tastorgane, da Nervenlemente in ihnen gehäuft sind, dienen aber auch sicherlich zum Ergreifen der Nahrung und zum Einführen derselben in den Schlund. Hinter ihnen finden sich häufig Kutikularverdickungen in Form von gut ausgebildeten soliden Haken, welche reihenweise, oft zu Hunderten, stehen. Die der Mundöffnung zunächst liegenden sind wenig abgenutzt, die weiter hinten gelegenen bisweilen in hohem Grade; nicht selten fallen sie auch im Alter aus.

Die **H a k e n** der Physcosomen besitzen an ihrer Basis Querrunzeln, sind seitlich abgeplattet und haben eine nach hinten gewendete, mehr oder weniger scharf gebogene Spitze, oft auch noch eine Nebenspitze. Ihre Gestalt und der Verlauf leistenförmig auf ihnen auftretender Verdickungen (Fig. 14, vl) ist für einzelne Arten sehr charakteristisch. Nicht selten zeigen sich auch z. B. bei den Aspidosiphonen hinter den Haken noch *regellos stehende Stacheln*. Andere Kutikularverdickungen finden sich am Körper und Rüssel der Tiere, sei es in Form von Papillen, die warzenartig, kegelförmig oder zylindrisch auftreten oder in Form von kleinen Plättchen, die die Mündungen der Hautkörper, bzw. der Papillen in regelmäßiger Anordnung umgeben (Fig. 15, hp). Bei den Aspidosiphonen sind diese Plättchen der Hautkörper am Vorder- und Hinterende des Körpers besonders stark entwickelt, schließen eng aneinander und vereinigen sich zu den bekannten Schildern. Bei den *Phascolion*-Arten treten am Hinterende des Körpers stark ausgebildete Papillen, sog. Haftpapillen (Fig. 10, hp) auf, die saugwarzenähnlich wirken und den Zweck haben, diese in Schnecken oder Wurmröhren lebenden Arten in ihren Gehäusen festzusetzen.

Bei der Gattung *Sipunculus* fehlen die papillären Erhebungen der Hautkörper gänzlich, bei anderen treten sie lediglich am hinteren Körperende oder an der Rüsselbasis auf oder sind dort größer und stehen gedrängter; sie sind meist zylindrische, kugelförmige oder kegelförmige Warzen, die mit Körnchen oder Kutikularplättchen belegt sind. Auch am Rüssel zwischen den Hakenringen treten sie auf und werden dann als Hakenpapillen bezeichnet, da sie oft in ihrer Form von den übrigen Papillen des Rüssels verschieden sind. Ihre Gestalt ist sogar für bestimmte Species sehr charakteristisch (vgl. SELENKA 1883, Taf. IX, Fig. 125, 126, 131, 132).

Die **F a r b e** der Sipunculiden ist wechselnd; bevorzugt sind dunkle Farben, besonders grau bis grauschwarz und braun mit rötlichen oder gelblichen Tönungen; aber auch weißlichgrau und gelbbraun tritt auf.

Man könnte diese Farben vielleicht als Anpassung an die Medien, in denen sie leben, an Sand, Korallen, Schlick, Schlamm deuten.

Am Darmkanal unterscheidet man den Ösophagus, den Mitteldarm mit seinen auf- und absteigenden Windungen (Spira) oder Schlingen und den Enddarm. Die Afteröffnung (Fig. 8, a) ist durch Anpassung der Tiere an ihre Lebensweise in hinten geschlossenen Röhren oder in Schneckenschalen allmählich auf das Vorderende des Körpers verlegt worden. Sie liegt am Anfang des Rüssels auf der dorsalen Seite, nur bei der Gattung *Onchnesoma* ist sie auf den Rüssel selbst gerückt. Der Ösophagus trägt in seinem vorderen Teile den Ringkanal (Fig. 8, rg) und die kontraktile Schläuche des Blutgefäßsystems (Fig. 8, ctg und ctg¹); auch setzt sich das vordere Ende der Retraktoren an ihm fest. Die Spira ist mit Ausnahme der Gattung *Phascolion* durch einen ihre Achse durchziehenden Spindelmuskel (Fig. 8, sp), der Seitenzweige an die Darmwindungen schickt, gestützt. Er heftet sich vor oder dicht hinter dem After und in der Hinterleibsspitze an die Körperwand. Nicht selten sind auch die vordersten Windungen der Spira und das Rektum durch radiär nach der Körperwand verlaufende Muskeln (Befestiger) festgelegt. Die Länge der ganzen Spira wird von einer Flimmerrinne durchzogen, in der Darminhalt nicht angetroffen wird. Sie beginnt am Ende des Ösophagus und endet in einem Divertikel (Fig. 8, dv), das sich am Enddarm dicht hinter dem Austritt desselben aus der Spira vorfindet. Die Bedeutung beider Teile ist noch ungeklärt; SHIPLEY deutet an (1901, p. 415), daß die Wimperrinne möglicherweise eine Wasserströmung veranlassen und so eine Darmatmung einleiten könne, was nicht unmöglich wäre. Bei einigen *Sipunculus*-Arten finden sich am Enddarm noch 2 büschelförmige Anhänge (Fig. 7, an), die mit demselben nicht kommunizieren und auch mit der Leibeshöhle nicht in Verbindung stehen sollen. Sie erinnern an die Analschläuche der Echiuriden; ihre Bedeutung ist aber hier nicht festzustellen, vielleicht sind sie rudimentäre Organe.

Das Gefäßsystem ist geschlossen, eine Verbindung desselben mit der Leibeshöhle ist nicht nachgewiesen, obwohl beide Teile denselben Inhalt führen. Sie enthalten sowohl echte, rosa gefärbte, bikonkave Blutkörperchen als auch bewegliche Leucocyten⁴⁾. Man unterscheidet an ihm den Gefäßring (Fig. 8, rg) und den das Herz vertretenden kontraktile Schlauch (Fig. 8, ctg). Der erstere liegt dem Ösophagus auf und schickt je 3 Äste in jeden Tentakel. Der kontraktile Schlauch besitzt sehr verschiedene Länge, bisweilen reicht er bis zur Spira. Bei einigen Arten ist er doppelt (Fig. 8, ctg u. ctg¹) und besteht dann aus einem dorsalen und einem ventralen Stamme. Nicht selten ist er mit Blindsäckchen versehen. Die Kontraktion der Schläuche bewirkt eine Schwellung und Streckung der Tentakel, die Auffüllung das Gegenteil. Dieses Gefäßsystem hat gewisse Ähnlichkeiten mit dem Wassergefäßsystem der Synapten. Für den Atmungsapparat sind besondere Organe nicht vorhanden. Die Tentakelwände sind ziemlich dick, so daß es unwahrscheinlich ist, daß sie das Atmungsbedürfnis des ganzen Körpers be-

⁴⁾ Über die „Urnen“ s. S. VI. d 43.

friedigen können. Möglicherweise könnte, wie schon erwähnt, die Wimperrinne des Darms eine Darmatmung bewirken. Ferner sind bei den Gattungen *Sipunculus* und *Siphonosoma* in der Kutis verlaufende Hautkanäle (Integumentalkanäle) gefunden worden (WARD, CUÉNOT, SPEN-
GEL), die, oft diese Schicht durchsetzend, bis zur Hypodermis (Epidermis) ziehen (vgl. FISCHER 1893, Taf., Fig. 5), und so, da sie andererseits mit der Leibeshöhle in Verbindung stehen, sehr wohl eine Hautatmung bedingen könnten, wie auch WARD und CUÉNOT behaupten. Es gelang mir bei *Sipunculus branchiatus* Fischer (SPEN-
GEL 1913, p. 74), den ich als Varietät des *Sipunculus mundanus* beschrieben hatte (1893, p. 3 und Fig. 1), Fortsätze dieser Integumentalkanäle über die Haut-
oberfläche hinaus nachzuweisen, die äußerst dünnwandig waren und Blutkörperchen in großen Mengen enthielten, also sicherlich respira-
torische Funktion hatten. Das Nervensystem besteht aus Gehirn, Schlundring und Bauchmark. Das Gehirn ist zweilappig und liegt an der Dorsalseite des Ösophagus im Winkel zwischen der Insertionsstelle der dorsalen Retraktoren. Es gibt zahlreiche Nerven an die Tentakel, den Mundsaum und den Darm ab, vor allem seitwärts 2 starke Nervenstränge, die den Schlund umgebend, den Schlundring bilden (Fig. 8, schr) und ventral sich in das Bauchmark (Fig. 8, b) fortsetzen. Dieses ist ungliedert, von ovaler Gestalt und durchläuft den Körper bis ans Hinterende. Es liegt, ebenso wie der Schlundring, im Rüssel oft frei in der Leibeshöhle, nur durch lange Fasern mit ihr verbunden und gestattet so dem Rüssel beim Zurückziehen freien Spielraum. An der Basis des Rüssels heftet es sich in diesem Falle wieder durch seitliche Nerven an die Körperwand. Die von ihm abzweigenden paarigen Nervenstränge durchsetzen die Muskelschichten und die Haut. Als Sinnesorgan treten dem Gehirn aufliegende Augenflecke, knospenförmige Nervenendigungen in den Hautkörpern und ein Wimperkissen zwischen den dorsalen Tentakelgruppen (Fig. 16, w) auf. Die Segmentalorgane (Fig. 8, sg) dienen einerseits als Eileiter und Samenleiter, andererseits als Exkretionsorgane. Sie sind mit Ausnahme der Gattungen *Phascolion* und *Onchnesoma* immer in einem Paar vorhanden und stellen lange Schläuche vor, die in der Nähe des Afters nach außen münden. Mit der Leibeshöhle stehen sie durch einen Wimpertrichter oder eine Wimperfalte in Verbindung, die am oberen Ende dicht vor dem Ausfuhrkanal sich befindet. Häufig sind sie der Leibeshöhle durch Mesenterien ganz oder teilweise angeheftet, nicht selten auch vollkommen frei.

Die Geschlechtsprodukte entstehen in Falten des Peritoneums am Grunde der ventralen Retraktoren (Fig. 8, g). Erwähnenswert ist hier noch die Tatsache, daß *Siphonosoma* (früher *Sipunculus*) *cumanense* Kefenstein eine große Anzahl von dissepimentähnlichen Gebilden besitzt, die sich vom After bis zum Hinterende des Tieres ziehen (Z. wiss. Zool., Bd. XVII, Taf. 6, Fig. 199). Daß sie eigentliche Dissepimente darstellen, wird von SPEN-
GEL (1912, p. 271) und auch von SELENKA (1883, p. 4) geleugnet. SPEN-
GEL sagt von ihnen: „Mit Dissepimenten haben sie sicherlich nichts zu tun, sie sind keineswegs auf *S. cumanense* beschränkt, sondern kommen auch

anderen, ihm sehr nahestehenden Arten zu.“ Näheres ist von SPENGLER darüber nicht veröffentlicht worden. GEROULD dagegen (1913, p. 378) sagt: „*Siph. cumanense* is a form of considerable morphological interest, because its coelom is crossed by regularly arranged transverse folds of peritoneum, that suggest the dissepiments of annelids. The regularity of their arrangement and their independence of the intestinal coil suggest, that possibly they may not be newly evolved peritoneal folds, as appears to be the case, but perhaps represent vestiges of the septa of annelid ancestors.“

Die Haut besteht aus der Kutikula mit ihren Verdickungen und Auswüchsen, kleinen Schüppchen (Kutikularschüppchen), Haken, Stacheln und Papillen (vgl. S. VI. d 13), dem Zylinderepithel (Hypodermis oder Epidermis), das Drüsen und Sinnesorgane einschließt, einer bindegewebigen Kutis, einer Ring-, Diagonal- und Längsmuskelschicht und dem Peritoneum. Die Kutikula wird von der Hypodermis abgesondert und erlangt oft, besonders am Hinterende der Tiere, eine ziemliche Dicke. Die Hypodermis besteht aus einer Schicht meist großer zylindrischer Zellen mit deutlichen Kernen. Unter beiden Schichten kommen überall in der Haut drüsenartige, kugelige bis ovale Gebilde vor, die auch häufig den papillären Erhebungen der Haut eingelagert sind und als Hautkörper bezeichnet werden (Fig. 15). Sie

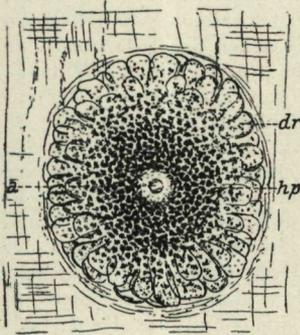


Fig. 15. Hautkörper von *Physcosoma granulatum* Leuck. (= *Physc. Loveni*; nach THÉEL).

dr Drüsen, a Ausführungsöffnung des Hautkörpers, hp diese umgebende Hautplättchen.

Sie enthalten vorzüglich Drüsen mit körnigem Inhalt (Fig. 15, dr) und öffnen sich durch einen die Kutikula durchsetzenden Gang (a) nach außen. An den inneren Pol derselben setzt sich fast immer ein Nervenast an, so daß es schon längst fraglich war, ob die Drüsen nur schleimabsondernde Apparate vorstellten. JOURDAN (1891, p. 5) hat denn auch in den Hautkörpern von *Ph.*

elongatum Kef. und *Aspidosiphon mülleri* (*scutatum*) Diesing neben diesen Drüsen Nervenschichten gefunden, so daß sie vorzüglich als Hautsinnesorgane in Anspruch genommen werden müssen. Bei der Gattung *Sipunculus* finden sich zweizellige und mehrzellige Drüsen (ANDREAE, FISCHER). Die Nervenschichten treten hier in gesonderten Organen auf. Sie enthalten neben einzelnen Drüsenzellen in ihrer Mitte zarte fibrilläre Zellen, die JOURDAN den Riechstäbchen oder zentralen Zellen der Geschmacksknospen der Wirbeltiere gleichstellt. Diese bündelweise angeordneten Zellen setzen sich als feine Fäden bis zur Kutikula fort, wo sie nur durch eine dünne Haut von der Außenwelt getrennt sind. Die Kutikula zeigt an dieser Stelle eine Vertiefung, in der er Sinneshaare gefunden haben will.

Die Kutis ist nicht bei allen Gattungen vorhanden, der Gattung *Physcosoma* z. B. fehlt sie gänzlich. Sie besteht aus einer bindegewebigen Grundsubstanz, die häufig Kerne und Pigmentballen einschließt. In ihr verlaufen bei den Gattungen *Sipunculus* und *Siphonoma* die schon im Kapitel „Atmung“ erwähnten Integumentalkanäle, die nach SPENDEL bei den Arten dieser Gattungen einen außerordentlich charakteristischen Verlauf nehmen (SPENDEL 1912 u. 1913), so daß er daraufhin neue Gattungen und Arten aufstellen wollte, eine Arbeit, die leider sein Tod verhinderte. Die Muskelschichten sind von wechselnder Dicke und häufig bündelweise angeordnet. Als Abzweigungen der Längsmuskelschicht sind die Retraktoren anzusehen.

Vorkommen Da die Hauptnahrung unserer Tiere aus zersetzten Pflanzen- und Tierstoffen besteht, die im Schlamm der Ufer des Meeres und der Tiefsee als Mudd reichlich vorhanden sind, bevorzugen sie vor allem diesen Meeresboden in allen seinen Modifikationen, wie Schlamm mit feinem Sand oder Schlamm mit Ton und Sand gemengt (Schlick), oft auch angefüllt mit Schnecken-, *Dentalium*- und Muschelshalen, auch wohl Kies, Kalkgrund und granitische und schieferige Bruchstücke.

Die Wurzelgeflechte der Laminarien, in denen sich Schlamm in reichlichen Massen ansammelt, sind oft ihre Bruträume. Die Tiefe und selbst auch die Temperatur des Wassers, eher noch der Salzgehalt, scheint für sie als Lebensbedingung von untergeordneter Bedeutung zu sein. So sagt SOUTHERN (1913, p.6): „A comparison of the number of specimens obtained, with the number of hauls of the trawl and dredge, indicates that the Gephyrean fauna in the depths between 400 and 700 fathoms, is at least quite as rich in numbers as that found in shallow waters, and probably much richer in species.“

Obwohl unsere Formen hauptsächlich Bewohner der Tropen sind, wo ihnen eine Fülle der Nahrung geboten wird, sind verschiedene eurytherme Gattungen und Arten sowohl im arktischen wie im antarktischen Gebiete in stattlicher Anzahl zu finden.

Die *Sipunculus*-Arten bevorzugen sandigen, mit Schlamm gemischten Boden, die *Physcosoma*- und *Aspidosiphon*-Arten lieben Kalkgestein, in dessen Höhlen versteckt sie ihren Rüssel, nach Nahrung suchend, herumschicken. Im Norden, wo Korallen seltener sind, bewohnen die wenigen dort vorkommenden Arten dieser Gattungen Kalkalgen oder Röhren von Röhrenwürmern, bzw. Schnecken- und *Dentalium*schalen. Die *Phascolion*-Arten suchen dieselben Röhren auf oder fertigen sich eigene, aus rötlichem oder weißlichem, ziemlich zerbrechlichem Ton. Die *Phascolosoma*- und *Onchnesoma*-Arten leben frei im Schlamm der verschiedensten Meerestiefen.

Als Grenzen der Nordsee wird der 61.° N, außerhalb der Küsten die 200 m-Isobathe angenommen; im Südwesten die Linie Dover-Calais. Skagerrak, Kattegat und Sund sind als Übergangsbereich zwischen Nord- und Ostsee aufzufassen. Die Nordsee ist kein in sich abgeschlossenes Ganze, sondern steht durch breite Straßen sowohl mit den nördlichen Meeren wie mit dem Atlantischen Ozean in Verbindung.

Demgemäß ist ihre Fauna eine Mischfauna, vor allem wohl vermittelt durch die schwimmenden Larven. Aus der Arktis scheinen die in diesem Gebiet heimischen Arten *Phascolosoma margaritaceum*, *eremita*, *minutum* und *Phascolion strombi* zu stammen. *Sipunculus nudus*, *Aspidosiphon mülleri*, *Physcosoma granulatatum* und *Phascolosoma vulgare*

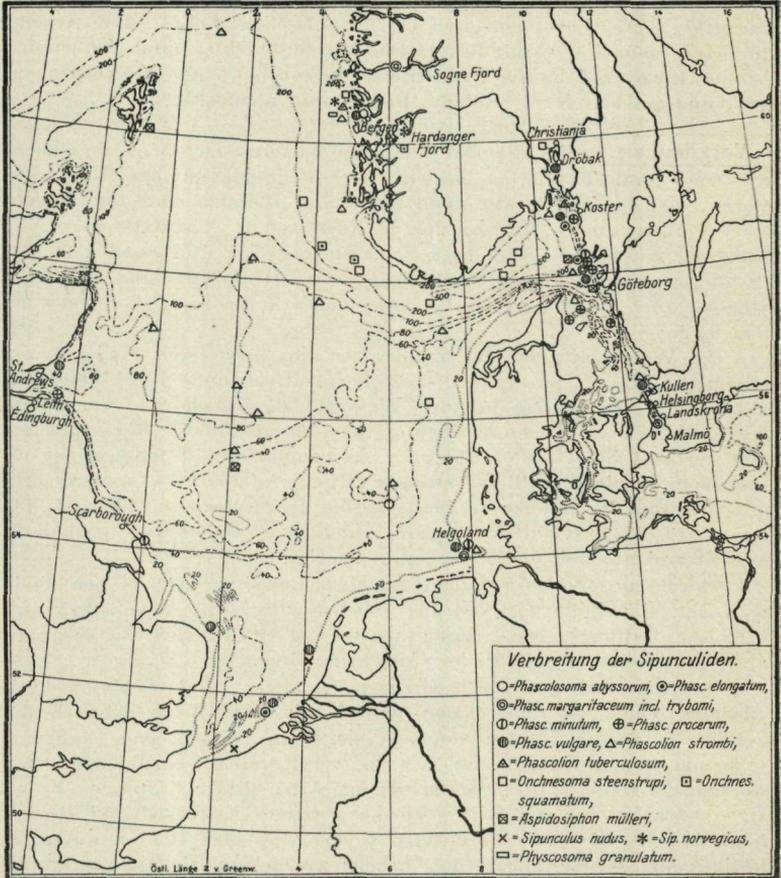


Fig. 16.

sind häufig im Mittelmeer sowie bei den Azoren und wahrscheinlich durch den Golfstrom von dorthier in die Nordsee eingeschleppt.

Sipunculus norvegicus, *Onchnesoma squamatum* und *steenstrupi* sind kosmopolitisch auftretende Tiefseebewohner. *Phascol. procerum*, bisher nur aus der Nordsee und von Karlsöe bekannt, ist neuerdings von GEROULD an der atlantischen Küste Amerikas zwischen 39° 45' und

40° n. Br. konstatiert worden. Eine Übersicht über die Verbreitung der Sipunculiden liefert Fig. 16.

Daß der Salzgehalt bei der Verbreitung der Sipunculiden eine nicht unwesentliche Rolle spielt, geht aus ihr hervor. In der Ostsee, wo im mittleren Teile der Salzgehalt auf 1,2—0,98% herabgeht, während er im Skagerrak noch 3,4% beträgt, kommen Sipunculiden überhaupt nicht vor. Die Nordsee beherbergt noch 15 Arten, das Skagerrak 9, das Kattegat 3, der Sund 2. Die Priapuliden scheinen in dieser Beziehung weniger empfindlich zu sein, da z. B. *Halicryptus* selbst noch im Finnischen Meerbusen bei einem Salzgehalt von 0,85—0,43% existenzfähig ist. Die Echiuren bewohnen ausschließlich die Nordsee, mit Ausnahme von *Echiurus echiurus*, der auch im Skagerrak, Kattegat und Sund auftritt.

Die Tiefenverbreitung unserer Gruppe in der Nordsee, dem Skagerrak und dem Kattegat ist folgende:

Im Flachwasser bis 100 Faden = 182 m treten auf:

<i>Phascosoma minutum</i>	bis 18 m
<i>Phasc. margaritaceum</i> einschl. <i>var. trybomi</i> „	49 m
<i>Phasc. procerum</i>	64 m
<i>Physcosoma granulatum</i>	96 m
<i>Phasc. elongatum</i>	109 m
<i>Phasc. vulgare</i>	109 m

Im Tiefwasser über 100 Faden:

<i>Phascalion strombi</i>	bis 243 m
<i>Aspidosiphon mülleri</i>	309 m
<i>Phascalion tuberculosum</i>	364 m
<i>Onchnesoma squamatum</i>	364 m
<i>Sipunculus norvegicus</i>	450 m
<i>Phascosoma abyssorum</i>	549 m
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	782 m

Wir haben so zwei Gruppen zu unterscheiden, die Flachwassertiere bis 100 Faden Tiefe und die Tiefwassertiere unter dieser Linie. Eine Lücke gähnt zwischen 109 und 243 m. Sie ist schwer zu erklären. Vielleicht ist die Bodenbeschaffenheit innerhalb dieser Grenzen für das Leben unserer Gruppe größtenteils ungünstig.

Bewegung

Die Fortbewegung der erwachsenen Tiere erfolgt wie bei anderen Würmern durch Zusammenziehungen der Ringmuskulatur unter Zuhilfenahme der Längsmuskulatur. So wird eine Biegung und Streckung des Körpers eingeleitet, bei der auch sicherlich der Rüssel tätig ist, dessen Haken aufgerichtet werden und so zur Sicherung der Tiere gegen Wellenschlag dienen können. Die Abnutzung und somit der häufige Gebrauch der Haken kann bei älteren Tieren deutlich konstatiert werden, auch fallen sie nicht selten im Alter aus. Daß sie das Bohrgeschäft besorgen, ist kaum anzunehmen, da die Muskulatur des Rüssels keine derartige ist, daß dieser Schluß zulässig wäre. Der Rüssel wird durch Kontraktionen der Ringmuskulatur des Körpers, die ihrerseits einen Druck auf die Leibesflüssigkeit ausübt, ausgestülpt. Dabei werden

gleichzeitig die Tentakel durch Zusammenziehung des kontraktiven Schlauches mit Blut gefüllt und gestreckt, um so zur Nahrungssuche oder zur Atmung Verwendung finden zu können. Das Zurückziehen des Rüssels erfolgt dann unter Erschlaffung der Ringmuskulatur vermittels der hinten an der Körperwand befestigten Retraktoren. Die Muskulatur des Rüssels paßt sich bei Sand und Gestein bewohnenden Arten dieser Lebensweise vollkommen an. Er ist bei ihnen kurz, aber besonders muskulös, da er von diesen im Sand und Gestein verborgenen Tieren häufig und kräftig behufs Heranholen der Nahrung hervorgestoßen werden muß, während der der Schlammbewohner lang und wenig muskulös ist, weil die Nahrungsaufnahme im Schlamm eine leichtere ist. Die Hauptverbreitung unserer Tiere erfolgt wahrscheinlich durch die frei schwimmenden Larven, die in verschiedenen Meeresströmungen angetroffen und gefischt worden sind, so hat die Plankton-Expedition ziemlich zahlreiche Exemplare im Florida-Strom, im Guinea-Strom und in der südlichen Passat-Trift des Atlantischen Ozeans in einer Tiefe von 150—200 m gesammelt.

Ernährung Die Nahrung besteht aus den Bodenbestandteilen des Untergrundes, auf dem die Tiere leben. Vorzüglich aus den Bestandteilen

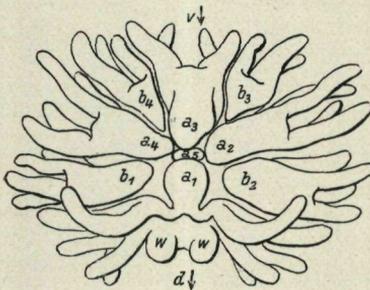


Fig. 17. *Phascolosoma vulgare* Blainv. (nach SELENKA).

Kopf mit ausgestreckten Tentakeln von oben gesehen.

v Bauchseite, d Rückenseite, w Wimperkissen, a₅ Mundöffnung, a₁—a₄ innere Tentakelbündel, b₁—b₄ äußere Tentakelbündel.

des Mudds, der sich ja in der Hauptsache aus absterbenden oder abgestorbenen Pflanzen und Bodentieren des Planktons zusammensetzt, oder aus Schlick, einem Gemenge von Sand, Ton und Mudd; nur die *Sipunculus*-Arten bevorzugen Sandgrund. Ihren Darm findet man immer mit Sand und Bruchstücken von Muschel- oder Schneckenschalen angefüllt; sie müssen aus diesem Sandgrund noch genügende Mengen mikroskopischer Organismen oder pflanzlicher und tierischer Zersetzungsprodukte aufnehmen können, um ihren Körper zu erhalten. Zu diesem Zwecke müssen allerdings große Mengen des Sandes den Darm passieren. SHIPLEY behauptet, daß unsere Tiere gemeinschaftlich mit Echiniden und Holothurien, die ebenfalls Sand-, bzw.

Schlammfresser sind, den Boden der Meere ähnlich umsetzen und umpflügen wie die Regenwürmer den des festen Landes.

Sinnesleben Augenflecke sind auf dem Gehirn der verschiedensten Arten festgestellt worden, sie kommen wahrscheinlich allen Sipunculiden zu. Ferner stellte schon SELENKA zwischen den dorsalen Tentakelgruppen einiger *Phascolosoma*-Arten, vor allem bei *Phascolo-*

soma vulgare, oberhalb des Gehirns zwei wimpernde ovale Erhöhungen der Körperwand, die sog. Wimperkissen (Fig. 17, w) fest, die er für umgewandelte Tentakel hielt. THÉEL konstatierte sie ebenfalls bei vielen Arten derselben Gattung (1905, Taf. 13, Fig. 186—190, Taf. 14, Fig. 191—196) und nannte sie „ciliated sense pads“ oder „sensory pits“. Genauer beschrieben wurden sie erst von SPENGLER (1912, p. 270). Dieser sagt: „Zwischen den dorsalen Tentakelgruppen findet sich bei allen *Siphonosoma*-Arten ein charakteristisches Sinnesorgan, das bei allen *Sipunculus*-Arten fehlt, aber bei den in Bezug auf den Tentakelkranz so übereinstimmenden *Phascolosoma*-Arten wahrscheinlich immer vorhanden ist, von uns nicht nur bei *Phasc. elongatum* und *vulgare*, sondern auch bei dem sogenannten *S. gouldi*⁵⁾ nachgewiesen ist. Es ist dies ein aus 2 symmetrischen Hälften bestehendes Wimperorgan, das von zahlreichen aus dem Gehirn hervorgehenden Nerven versorgt wird. Um über seine Beziehungen zu diesem klar zu werden, muß zunächst ein das Gehirn selbst betreffender Punkt berührt werden, worüber das Wichtigste schon lange bekannt ist. Bei allen Sipunculiden berührt es mit seinem vorderen Ende in einer gewissen Ausdehnung die Epidermis und geht in diese über. Dieses Vereinigungsgebiet ist bei *Phascolosoma* und ebenso bei *Siphonosoma* entweder fast eben oder bildet eine Grube, die bald sehr flach, bald tiefer, aber immer recht weit ist, während sie bei *Sipunculus* einen tiefen, engen Kanal von oft mehreren Millimetern Länge darstellt, den sogenannten Cerebraltubus.

In der nach hinten gelegenen Wand dieser Grube liegt nun, also dorsal und median zwischen den beiden vorhin erwähnten Tentakelgruppen das in Rede stehende Sinnesorgan. Bei *Sipunculus* müßte es, wenn es vorhanden wäre, in dem Cerebraltubus liegen, doch findet sich nicht die geringste Spur davon. Er ist unter den früher zu dieser Gattung gezählten Arten eine charakteristische Eigentümlichkeit der von uns aufgestellten Gattung *Siphonosoma*⁶⁾.

HÉRUBEL beschreibt ähnliche Organe bei den Sipunculiden (1907, p. 281 und p. 379, Taf. VII, Fig. 8, Taf. V, Fig. 1). Er sagt vom Gehirn: „Dans tout l'ordre des Sipunculides il renferme deux tubes, l'un à droite, l'autre à gauche, qui prennent naissance au sein même de la substance corticale; ces deux tubes cérébraux s'ouvrent à l'extérieur, tantôt isolément (*Phascolosoma Delagei*), tantôt réunis en un seul (*Sipunculus nudus*). Chez *Phascolosoma vulgare* (Taf. VII, Fig. 8) ils se jettent en une sorte de petit réservoir, d'où partent trois canaux qui débouchent au dehors dans trois sillons. Lorsque l'orifice est unique et médian il n'est entouré d'aucune différenciation épidermique. Mais lorsqu'il y a plusieurs orifices (*P. Delagei*, *P. vulgare* etc.) ils s'ouvrent au milieu d'une surface ciliée. Chez *Ph. Delagei*, cette surface est une sorte de bombement épidermique. Chez *Ph. vulgare*, la surface s'ondule et figure deux petits tubercules appelés *tubercules ciliés* ou *organe*

⁵⁾ Jetzt *Phascolosoma gouldi* Pourtalès (GEROULD 1913, p. 380).

⁶⁾ Es kommt also nur den Arten der von SPENGLER neu aufgestellten Gattung *Siphonosoma* zu, die früher mit der Gattung *Sipunculus* vereinigt war.

nucal et qui reçoivent du cerveau chacun un gros nerf. C'est qu'un appareil particulier et sans homologues connues met en communication le cerveau avec l'eau de mer." An anderer Stelle (p. 296) behauptet er von diesem Organ: „La fonction de cet organ est probablement une fonction semblable à la fonction olfactive des animaux superieurs.“

SPENGLER fand bei den *Siphonosoma*-Arten noch ein anderes Sinnesorgan im vorderen Ende des Bauchmarks, in dem er eine eingelagerte Statocyste gesehen haben will. Es mündet durch einen im Mesenterium des Bauchmarks verlaufenden Kanal mit einem kleinen Porus in der ventralen Medianlinie dicht hinter den Tentakeln nach außen. Den *Sipunculus*- und *Phascolosoma*-Arten fehlt dieses Organ, dagegen ist es bei den *Physcosoma*-Arten vorhanden. Bei den *Sipunculus*-Arten ist dagegen nach ihm ein ähnliches Organ im hinteren Körperende in der Spitze der Eichel anzutreffen. Diese hat eine Öffnung, die in das Innere eines Blindsacks führt, der mit Sinnesepithel ausgekleidet ist und von dem hinteren Ende des Bauchmarks mit Nerven versorgt wird. SPENGLER glaubt auch hier ein statisches Organ feststellen zu können. Andere Sinnesorgane, die wahrscheinlich den Tastsinn der Haut vermitteln, finden sich vergesellschaftet mit Drüsen in den Hautkörpern, bzw. in den Hautkörper beherbergenden Hautpapillen; sie sind bereits eingehender bei der Histologie der Haut (S. VI. d 32) besprochen worden.

Fortpflanzung Die Sipunculiden sind zweigeschlechtig. PAUL will zwar bei *Phascolosoma minutum* Keferstein Hermaphroditismus beobachtet haben, bei lebenden Tieren aus Helgoland will er Eier und Sperma in der Leibeshöhle eines und desselben Tieres gesehen haben; indessen ist diese Beobachtung, obwohl sie SPENGLER bestätigte, später nie mehr gemacht worden. GEROULD z. B. hat, obwohl er zahlreiche dahingehende Untersuchungen anstellte, keine Bestätigung dieses Vorgangs finden können. Die Geschlechtsprodukte entstehen in Falten des Peritoneums am Grunde der ventralen Retraktoren; sie lösen sich dort ab und entwickeln sich erst in der Leibeshöhle. Die Ablösung der noch unreifen Eier und Spermamassen soll bei *Phasc. vulgare* von September bis Dezember stattfinden, während des darauffolgenden Sommers finden sich dann Eier in allen Stadien der Entwicklung in der Leibeshöhle. Ihre Gestalt ist bei *Phasc. vulgare* und *gouldi* wie bei fast allen Gattungen der Sipunculiden kugelförmig; nur *Physcosoma* hat ovale abgeplattete Eier. Sie messen nach GEROULD bei diesen Arten im reifen Zustande 150—180 μ im Durchmesser und besitzen eine von Poren durchbohrte Eihülle (*zona radiata*), durch die sich Protoplasmafortsätze schieben, und einen deutlichen Kern. Ihre Ablage soll nach GEROULD, der die Tiere in Aquarien beobachten konnte, ungefähr vom Juni bis September erfolgen. Dabei erwähnt er die merkwürdige Tatsache, daß nur die reifen Eier und Spermien durch die Wimpertrichter oder Wimperfalten der Segmentalorgane herangeholt würden, während die unreifen Geschlechtsprodukte und Blutkörperchen sie nicht passierten. Vor der Aufnahme der Geschlechtsprodukte fülle sich das Nephridium mit einer hellen Flüssigkeit, wahrscheinlich Seewasser, und nähme bedeutend an Länge

und Breite zu. Die Geschlechtsprodukte werden dann von den Nephridien wolkenartig hervorgestoßen; dem Ausstoßen der Eier ginge das des Spermas voraus. Ersteres würde erst im Seewasser aktiv, so daß die Befruchtung erst dort erfolgen könnte. Nach HATSCHKE findet die Eiblage des *Sipunculus nudus* in Faro bei Messina im Juli und zwar des Nachts statt.

Entwicklungsgeschichte Bei der Entwicklung der Eier des *Sipunculus nudus* entsteht nach HATSCHKE das Entoderm durch Invagination. Das Mesoderm wird durch 2 Urzellen angelegt, welche zwei Mesodermstreifen erzeugen, an denen eine Metamerie nicht zum Ausdruck kommt. Es treten 2 Zellplatten, eine am animalen Pole (Kopfplatte) und eine am vegetativen Pole (Rumpfplatte) aus dem Verbands des Ektoderms. Sie bilden die Anlage der definitiven Körperbedeckung, während die übrigen Ektodermzellen zu einer Eihülle (Serosa) werden. Diese sendet durch die Poren der Eihaut Flimmerhaare, mittels welcher der Embryo umherschwimmt. Die ursprünglich getrennte Kopf- und Rumpfplatte vereinigen sich schließlich unter der Serosa. Letztere wird zugleich mit der Eimembran von der ausschlüpfenden Larve abgeworfen. Diese besitzt nur einen postoralen Wimperkranz, mit dem sie herumschwimmt (Fig. 18, PoW). Der entstandene Mund liegt etwas ventral am oberen Ende des Kopfklappens (Prostomiums); er hat die Scheitelplatte (Sp) dorsalwärts abgedrängt. Diese trägt 2 Pigmentflecke, die als Augen gedeutet werden. Eine Einschnürung hinter dem Wimperkranz trennt Kopf und Rumpf.

Der Nahrungskanal ist bereits vorhanden und als Ösophagus, Mittel- und Hinterdarm ausgebildet. Am Ösophagus treten 2 Anhangsgebilde, eine eigentümliche Drüse (Fig. 18, Dr) von unbekannter Bedeutung und eine als Schlundkopf (Sk) angesehene Ausbuchtung, auf. Der After (A) liegt dorsal, aber noch hinter der Mitte des Körpers. Wir finden eine vollständig entwickelte Mesodermis, die die Leibeshöhle und den Darm überzieht. Zwei Paare bleibender und zwei Paare akzessorischer Retraktoren und die paarigen Nieren (N), die als echte Rumpfnieren auftreten und einen ganz anderen Charakter haben als die Pronephridien der Anneliden- und Molluskenlarven, sind schon fertig ange-

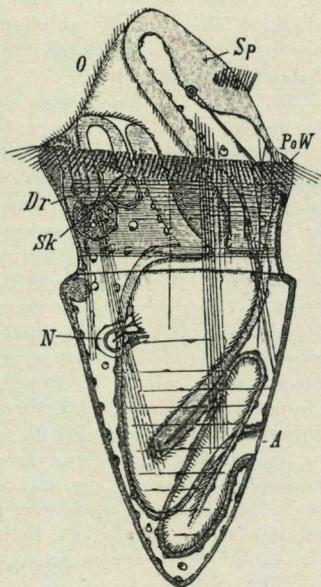


Fig. 18. Larve von *Sipunculus nudus* L. (nach HATSCHKE).

O Mund, Sp Scheitelplatte, PoW postoraler Wimperkranz, Sk Schlundkopf, Dr Anhangsdrüse, N Nephridium, A After.

legt. Das Nervensystem ist noch in fester Verbindung mit der Haut. Ein Ringmuskelband hinter dem Wimperkranz dient zur Fortbewegung der Larve. Sie ist nicht ohne Analogie mit der Trochophoralarve der Anneliden, stellt aber ein viel weiter entwickeltes Stadium vor und nähert sich durch ihre ganze Struktur schon dem erwachsenen Tiere. HATSCHKE sagt von ihr (1883—84, p. 61): „Sie zeigt wohl eine Anzahl von Charakteren der Trochophora; dies sind aber solche Eigentümlichkeiten, welche auch bei anderen Tieren das Trochophora-Stadium überdauern und in den späteren Stadien, ja zum Teil sogar im erwachsenen Zustande, sich erhalten.

So finden wir einen Bau des Darmkanals, der mit dem Typus der Trochophora übereinstimmt. Die Lage der Mundöffnung ist ebenfalls auf die Trochophora zurückzuführen. Der After ist wie bei der Trochophora dorsal. . . . Auch die Scheitelplatte, welche sich am animalen Pole entwickelt, stimmt mit jener Bildung der Trochophora überein. In der Bewimperung zeigen sich wohl einige Unterschiede. Während die Trochophora einen lokomotorischen präoralen Wimperkranz und einen schwächeren, zur Herbeischaffung der Nahrung dienenden postoralen besitzt, ist bei der *Sipunculus*-Larve nur der postorale Wimperkranz vorhanden, der eine mächtige Ausbildung erreicht und der Fortbewegung dient. Doch ist zu erwähnen, daß bei der nahe verwandten *Phascolosoma* auch das Vorhandensein eines schwachen präoralen Wimperkranzes beobachtet wurde. . . . In ihren übrigen morphologischen Charakteren erhebt sich die Organisation der *Sipunculus*-Larve weit über jene des Trochophora-Stadiums. Während bei der Trochophora beinahe der ganze Körper nur den Kopf des späteren Tieres repräsentiert und der Rumpf noch ein ganz untergeordneter Teil ist, sehen wir schon bei der ausschlüpfenden *Sipunculus*-Larve den Rumpf weit ausgebildet.

Während die Trochophora-Larve eine primäre Leibeshöhle besitzt und die sekundäre erst später innerhalb der Mesodermstreifen auftritt, finden wir bei der *Sipunculus*-Larve die sekundäre Leibeshöhle schon vollkommen entwickelt. Während bei der Trochophora provisorische Kopfnieren und Kopfmuskeln sich finden, welche später durch die von den Mesodermstreifen aus sich entwickelnden Muskeln und Rumpfnieren verdrängt werden, ist an der *Sipunculus*-Larve von solchen provisorischen Organen nichts zu entdecken; dagegen finden wir schon die bleibenden Retraktoren des Vorderkörpers und die Rumpfnieren in Tätigkeit. Wir finden auch einige vielleicht nur speziell den Sipunculidenlarven zukommende Organe, so z. B. die Anhangsorgane des Ösophagus. Alles dies sind Eigentümlichkeiten, welche uns beweisen, daß die *Sipunculus*-Larve nicht dem Trochophora-Stadium entspricht, sondern ein viel späteres Entwicklungsstadium repräsentiert. Jene Entwicklungsstufe, welche mit dem Trochophorastadium zu vergleichen wäre, wird von *Sipunculus* während der sehr abgekürzten Embryonalentwicklung durchlaufen, und jene provisorischen, für die typische Trochophora charakteristischen Organe des Kopfes, nämlich die Kopfnieren und die primären Muskeln des Kopfes, sind dieser Abkürzung wegen vollkommen unterdrückt. . . . Die sekundäre Leibeshöhle ist in

der ganzen Ausdehnung des Rumpfes gleichmäßig ausgebildet, und von einer Metamerenbildung ist keine Spur nachzuweisen. . . . Die Ableitung der Sipunculiden von gegliederten Anneliden ist bei dem Fehlen der Metamerie selbst in der Entwicklungsgeschichte sehr zweifelhaft.“

SELENKA untersuchte im Jahre 1875 die Entwicklung der Eier von *Phascolosoma elongatum* Kef. aus Villefranche (Riviera) und kam dabei zu ganz anderen Resultaten. Er fand nicht nur eine Trochophora-Larve mit einem präoralen und postoralen Wimperkranze, sondern auch sogar am Rumpfe derselben 3 seitliche Borstenpaare, einen hohlen Kopfappen mit Kopfplatte und Augenflecken, Anlage von Haken und der des Nervensystems als ventrale Verdickung des Ektoderms, so daß er sagt: „Die Ähnlichkeit mit Entwicklungsvorgängen der Chaetopoden-Anneliden ist eine überraschende.“

Ferner berichtete GEROULD (1906, p. 77) über die Entwicklung des *Phascolosoma* (früher *Sipunculus*) *gouldi* von der amerikanischen Küste und des *Phasc. vulgare* und *elongatum* aus dem Englischen Kanal (Roscoff). Er fand bei der letzten Art ovale Eier, während die der Gattung *Phascolosoma* im allgemeinen und auch die des von SELENKA bei Villefranche beobachteten Tieres rund sind. Da er nun auch bei der Entwicklung seiner Arten sonstige Unterschiede von der der SELENKAschen Art, z. B. das Fehlen der drei Borstenpaare am Körper der Larven, feststellte, glaubte er scheinbar an einen Irrtum SELENKAs betreffs der Identifizierung der Eier, ob mit Recht, kann nur durch erneute spätere Untersuchungen festgestellt werden. Betreffs der von ihm beobachteten *Phascolosoma*-Larve kommt er zu dem Resultate, daß sie in Anbetracht des Besitzes zweier Wimperkränze typischer für die Sipunculiden sei als die der Gattung *Sipunculus*, die nur einen solchen und zwar nur einen postoralen besitze. *Phasc. gouldi* hat zwei wohlausgebildete Wimperkränze, eine postoralen und einen präoralen, bei *Phasc. vulgare* ist der präorale schwach entwickelt. Dazwischen liegt bei beiden ventral wie bei *Sip. nudus* die adorale Wimperzone. Auch bemerkte GEROULD bei der Entwicklung des *Phasc. gouldi* eine vorübergehende Teilung des Nervenstrangs und des Mesoderms in 3—4 Metameren, so daß hierdurch nahe Beziehungen zu den Chätopoden konstatiert werden konnten und er in Anbetracht dieser Tatsache sogar geneigt ist, die drei von SELENKA gefundenen Borstenpaare am Körper der Larven als weitere Anzeichen einer früheren Metamerie gelten zu lassen. Im allgemeinen verläuft die Entwicklung der *Phascolosoma*-Larve parallel der des *Sipunculus*; die letztere ist indessen die weiter entwickelte und deshalb am meisten vom Chätopoden-Typus abweichende Form. Vergleiche mit der Entwicklungsgeschichte anderer Tierklassen, so der der Archanneliden und primitiven Mollusken, weisen nach ihm auf gewisse Verwandtschaftsbeziehungen der Sipunculiden auch zu diesen hin. Indessen widerlegt er die Behauptung LANGS (1901), daß sie Beziehungen zu *Phoronis*, den Bryozoen und den Brachiopoden hätten und deshalb mit diesen zur Klasse der *Prosopygii* vereinigt werden sollten, vorzüglich vom embryologischen Standpunkt aus. Er kommt zu dem Schluß: „Sipunculids are Annelids, that are closely allied to

Chaetopods and to primitive mollusks, but are even simpler in structure than the Archiannelida.“

Biologie Das Hauptverbreitungsgebiet unserer Gruppe sind die Tropen, besonders der Malaiische Archipel. Das ist erklärlich vor allem durch das häufige Auftreten von Korallenriffen in jenen Meeresteilen, denn die Physcosomen und Aspidosiphonen sind bis auf wenige Ausnahmen korallophile Arten, die nur in seichtem, verhältnismäßig warmem Wasser gut gedeihen, das ihnen eine Fülle von Nahrungsstoffen, die sie infolge ihrer trägen Lebensweise schwer erlangen können, zuführt. So kommen von den bis jetzt bekannten 47 Physcosomen allein 30 im Malaiischen Archipel vor, also etwa $\frac{3}{4}$ der Arten dieser Gattung. Außer den in unserem Gebiet festgestellten Arten treten hier noch die Gattungen *Siphonoma*, *Dendrostoma*, *Cloeosiphon*, *Lithacrosiphon* und *Centrosiphon* auf. Nur wenige Arten dieser Gattungen können sich niedrigen Temperaturen anpassen und in den nordischen Meeren gut gedeihen. So finden wir von den Physcosomen nur zwei Arten, *Physcosoma granulatum* Leuck. und *Physcosoma abyssorum* Southern, von den Aspidosiphonen nur eine Art, *Aspidosiphon mülleri* dort vor. Indessen weisen die nordischen Arten einen außerordentlichen Reichtum an Varietäten auf, deren Abgrenzung, infolge ihrer erstaunlichen Variabilität, außerordentlich schwierig ist, so daß sie vielfach früher als besondere Arten aufgeführt wurden. *Phascolosoma (Petalostoma) minutum* Kef., von dem früher die Arten *sabellariae*, *improvisum* und *anceps* abgetrennt waren, zeigt z. B. nicht nur betreffs des Ansatzpunktes der Retraktoren, sondern auch betreffs der Verwachsung derselben so große Verschiedenheiten, daß THÉEL (1905, p. 77) sagt: „The differences between the extreme forms are so enormous, that they doubtless should be considered as distinct species, did they not present series of transitional stages and did they not, besides, live together, side by side, on the same shells and between the same sandy tubes of *Sabellaria*.“ Bei Betrachtung seiner Taf. 12 (1905) und der Figuren 179—182 fällt die Variationsfähigkeit der erwähnten Art deutlich genug in die Augen. Ein ähnliches Verhalten zeigt auch *Phascolion strombi* Mont., sowohl betreffs Größe, Farbe und Form der Papillen als auch betreffs des Ansatzes der dorsalen und ventralen Retraktoren. GEROULD stellte bei seinen Formen von der Ostküste Nordamerikas allein 7 Varietäten auf und behauptet, daß sie ein dankbares Objekt abgeben würden zum Studium der Einwirkung der äußeren Umgebung auf Form und Farbe. Auch *Phascolosoma margaritaceum* Sars zeigt betreffs Körperfärbung und Ansatzstellen der Retraktoren mannigfache Divergenzen, die ich bei Besprechung der Hauptart und ihrer Varietät *trybomi* schon hervorgehoben habe. Eine Erklärung für diese außerordentliche Variabilität kann vielleicht bei *Phasc. minutum* im nesterweisen Zusammenleben nahe verwandter Formen, die eine Bastardierung bedingen könnten, gesucht werden.

Außer den S. VI. d 30 schon erwähnten Leucocyten und echten Blutkörperchen, welche letztere neben einem Kern eine bis zwei Vakuolen enthalten und ihre rosa Farbe einem dem Hämoglobin verwandten

Sauerstoffträger, dem Hämerythrin, verdanken, findet man in den Gefäßen noch merkwürdige „urnenartige Knospen“ oder „Töpfchen“, welche die Gefäßwandung durchdringen können, und deren Bedeutung lange umstritten worden ist. Man hielt sie für parasitische Flagellaten (VOGT & YUNG) oder für vielzellige Schmarotzer (KÜNSTLER & GRUVEL), die nach dem Typus der Gastrula gebaut sein sollten. Der Streit wurde von SALENSKY (1907), der die Entstehung dieser „Urnen“ aus Gewebeelementen der Gefäßwand feststellte, dahin entschieden, daß sie keine Parasiten, sondern normale Bestandteile des Organismus der Sipunculiden seien und wahrscheinlich eine Rolle bei der Reinigung der Cölomflüssigkeit von abgestorbenen Gewebeelementen spielten. —

Eine Regeneration des hinteren Körperabschnitts ist bei *Siphonosoma* beobachtet worden; es tritt hier ein vollständiger Ersatz des durch Verletzungen verloren gegangenen Teiles ein, mit Ausschluß der Darmspira und des Spindelmuskels. Dagegen hat das Abreißen des „Rüssels“ bei Sipunculiden unweigerlich den Tod des Tieres zur Folge (s. S. VI. d 49).

Beziehungen zu anderen Lebewesen Von häufiger vorkommenden Parasiten bei den Phascolosomen von Roscoff, die er eingehender studierte, nennt HÉRUBEL (p. 252) Gregarinen des Darms und der Leibeshöhle, holotriche Infusorien, eine Turbellarie und eine Cercarie des Gehirns. AUGENER (1903) erwähnt das Vorkommen von Sporozoen bei *Siph. cumanense* Kef., eines parasitischen Nematoden in *Cloosiphon mollis* Sel. & Bül. und eines endoparasitischen Krebses in *Asp. brocki* Aug. Nicht selten siedeln sich auch Bryozoen-Kolonien als Epöken an den spitzen Hinterenden gewisser Arten an; ihr Vorkommen ist aber nicht konstant. Ein Kommensalismus ist bei *Asp. mülleri* Dies. und *Phascolion strombi* Mont. mit dem Polychäten *Syllis cornuta* Rke. (s. S. VI. d 26) festgestellt worden.

Feinde unserer Arten, sowohl der Sipunculiden als auch der Echiuriden, sind besonders die großen Aktinien *Sagartia* u. a., ferner Krebse wie *Carcinus maenas* und *Eupagurus bernhardus*, endlich vor allem größere Fische, Schollen und Dorsche, welche diese Würmer häufig verschlingen; dagegen sollen sie von den Cephalopoden gemieden werden.

Wirtschaftliche Bedeutung Die Bedeutung, welche die Echiuriden, Sipunculiden und auch Priapuliden der Nordsee für den Menschen haben, ist nicht allzu hoch zu veranschlagen. Daß sie Nutzfischen zur Nahrung dienen, wurde soeben erwähnt; deshalb werden sie, besonders *Echiurus echiurus*, die „Quappe“ unserer Nordseefischer, häufig als Köderwurm, wie *Arenicola*, verwendet. SLUITER (p. 149) berichtet, daß *Sipunculus edulis* Pall. (nach SPENGLER identisch mit *S. indicus* Peters; 1912^b, p. 269) und der von ihm beschriebene *S. edulis*, der zur Gattung *Siphonosoma* gezogen werden muß (ibid., p. 263), bei den Malayen als „Prut Ajam“ (Hühnerdarm), bei den Chinesen als „Soa

See“ bekannt sind und, nachdem sie ähnlich wie Trepang zubereitet wurden, von ihnen als „Leckerbissen“ geschätzt werden.

III. Priapulidae

Charakteristik Körper zylindrisch, entweder in Rüssel, Stamm und Schwanzanhang (*Priapulus*) oder nur in Rüssel und Stamm (*Halicryptus*) geschieden. Mund und After endständig. Mund ohne Tentakel, Mundöffnung und Schlundkopf besetzt mit starken Chitinzähnen, die vorn in Reihen zu je 5, hinten regellos stehen. Rüssel durch Retraktoren einstülplibar, außen bedeckt mit 25 parallel laufenden Stachelreihen. Körper gefurcht mit unregelmäßig verteilten Stacheln. Der Darm durchzieht fast in grader Richtung Rüssel und Körper. Blutgefäßsystem und Segmentalorgane fehlen. Nervensystem in primitiver Weise der Haut eingelagert, nur aus Schlundring und Bauchmark bestehend. Besondere schlauchförmige Geschlechtsorgane, die gleichzeitig exkretorische Funktion haben, münden in den Enddarm.

Systematik In Nord- und Ostsee kommen nur zwei Gattungen dieser artenarmen Familie vor, *Priapulus* Lam. und *Halicryptus* v. Sieb. mit je einer Spezies.

Priapulus Lamarck.

Hinterende des Stammes mit 1 oder 2 Schwanzanhängen, bestehend aus einem Grundstock mit bläschenförmigen Ausstülpungen, die sich in die Leibeshöhle öffnen und die Atmung vermitteln (Kiemen).

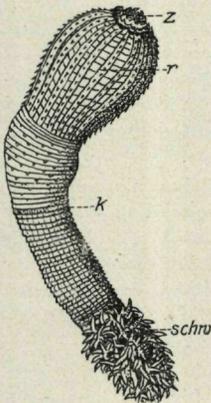


Fig. 19.
Priapulus caudatus
Lam. (nach SHIPLEY).

z Zahnapparat,
r Rüssel mit 25
Stachelreihen,
k Körper, schw
Schwanzanhang.

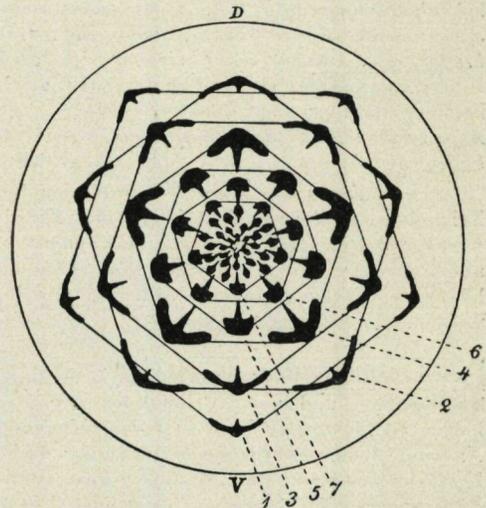


Fig. 20. *Priapulus caudatus* Lam.
Diagramm des Zahnapparates (nach THÉEL).
D Dorsalseite, V Ventralseite,
1—7 die 7 Pentagone der Zähne

Lange und kurze Retraktoren setzen in verschiedener Höhe an. Längsmuskulatur in Stränge gesondert. Zähne vorn zu je 5 in 5—7 Reihen, hinten unregelmäßig stehend.

P. caudatus Lam. (Synonymie s. bei FISCHER 1922^a, p. 241). Farbe im Leben fleischrot, durchsichtig; Vorderteil des Körpers und Schwanzanhang (Fig. 19, schw) rostrot; in Alkohol Farbe graugelblich. Länge im Mittel 22—75 mm, im Maximum 180 mm. Der Mund trägt vorn 7 Reihen starker Zähne (Fig. 20), die in den Ecken eines Fünfecks zu je 5 stehen. Die Zähne jedes Pentagons sind von gleicher Größe und besitzen eine Haupt- und 1—3 Nebenspitzen (W. FISCHER 1914, Taf., Fig. 12—14), selten mehr (je 3—7 Seitenspitzen bei *Pr. multidentatus*). Die Zähne des ersten Pentagons sind kleiner als die der übrigen. Der Rüssel (Fig. 19, r) ist etwa von $\frac{1}{2}$ Körperlänge, mit 25 Längsrippen versehen, die gleichen Abstand voneinander haben, mit Ausnahme der zu beiden Seiten des Bauchmarks verlaufenden, welche näher beieinander stehen als die übrigen. Die Rippen bestehen aus vielen kleinen auf erhabenen Papillen angebrachten Borsten, die als Tastborsten angesehen werden. Stamm (k) mit sichtbaren Ringfurchen, am Ende ventralwärts durch warzenartige Erhebungen unterbrochen. Nur ein Schwanzanhang (schw), der zentral ansetzt und den After etwas seitwärts gedrängt hat. 8 lange Rüsselretraktoren setzen im Körper etwas hinter der Mitte an, 10—14 kurze, auf der Grenze von Stamm und Rüssel; alle inserieren vorn am Schlundkopf. Der Darm durchzieht fast in gerader Richtung den Körper. Die Geschlechtsorgane, die gleichzeitig Exkretionsorgane sind, münden als lange Schläuche ventralwärts neben dem After nach außen. Der Nervenstrang ist in die Haut eingebettet, und schimmert durch die Haut des Tieres an der Bauchseite durch (Bauchstrangraphe).

Vorkommen in unserem Gebiete:

Nordsee: Wangeroog (MÖBIUS), Helgoland (GRIMPE), ostfriesische und belgische Küste (EHLERS), Bergen (SARS), Shetland-Inseln 12,7 m und Leith (FORBES), 54° 16' N, 4° 2' O (J. FISCHER).

Skagerrak: Dröbak im Christiania-Fjord, Koster-Fjord 36 m, Vaderö-Inseln, Gullmarn (THÉEL).

Kattegat: Skelderviken-Kullen (THÉEL).

Sund: Landskrona, Malmö 11—16 m, Insel Hven 11—43 m (THÉEL).

Ostsee: Bornholm 73—95 m, Ystadt, Kiel 36 m, Sand und Schlick. Gotland-Wisby 36—109 m (THÉEL).

54° 54' N, 13° 12' O, 46 m, 55° 23' N, 16° 2' O, 85 m,
57° 16' N, 20° 4' O, 218 m, (J. FISCHER).

Allgemeine Verbreitung: In beiden Polgebieten, im N bei den Lofoten, Grönland, Island, Spitzbergen, Kamtschatka, im S bei den Falklands-Inseln, Süd-Georgien, Kerguelen, Graham-Land, Kap Adare (bis 625 m), nach LINNÉ früher im Mittelmeer und Indik (EHLERS).

Halicryptus v. Siebold.

Rüssel nur von $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{12}$ Körperlänge. Zähne vorn in 3—4 Reihen, hinten regellos stehend. Längsmuskulatur nicht in Stränge gesondert. Nur kurze Retraktoren vorhanden.

H. spinulosus v. Sieb. Körper zylindrisch, Vorder- und Hinterende abgerundet, 17—31 mm lang, 4—6 mm dick, im Leben fleischfarbig, im Tode graugelblich, Zähne in den Zahnreihen zu je 5 stehend, mit 1 Haupt- und je 2—4 Seitenspitzen. Rüssel mit 25 Längsrippen, Körper mit etwa 100 Ringfurchen und kleinen scharfen Stacheln bedeckt, 10 kurze Retraktoren. Darm in gerader Richtung den Körper durchziehend. Geschlechtsorgane als 2 verästelte Schläuche zu beiden Seiten des Enddarmes mündend.

Vorkommen in unserem Gebiete:

Sund: Hellebäk (LEVINSEN).

Großer Belt: im S von Insel Samsö (LEVINSEN).

Ostsee: Kieler und Hohwachter Bucht (W. FISCHER), Travemünder Bucht (LENZ), Bornholm 47 m, Matvik bei Karlshamn, Karlskrona, Gotland, Stockholmer Inselmeer; Insel Hiddensee bei Rügen, Weichselmünde und Heubude, Finnischer Meerbusen im N bis Ålands-Inseln im O bis Insel Hogland, in Tiefen von 12—227 m, in Mudd und sandigem Schlick (THÉEL—SKORIKOW).

Allgemeine Verbreitung: Im arktischen Gebiet bei Grönland, Spitzbergen, Nova-SEMLJA, Karasee, Taimyr-Straße, weißes Meer.

Äußere Erscheinungsform und Anatomie Die Körperform der Priapuliden ist eine ziemlich gedrungene, mehr oder minder zylindrische. Aus der Mundöffnung ragen die dunkelbraunen Zähne deutlich sichtbar hervor; ihre Spitzen sind nach vorn (THÉEL 1906, fig. 10) gerichtet. Eine ringförmige Hautrinne, in deren Innern der Nervenring liegt, trennt die Mundpartie vom übrigen Teil des Rüssels ab; auch hinten wird er, wenigstens bei *Priapulus*, durch eine ringförmige Einschnürung vom Körper abgesetzt. Er ist bei dieser Gattung keulenförmig und dicker als der Körper. Die 25 ihn in seiner ganzen Länge durchsetzenden Stachelreihen geben ihm ein sägeartiges Aussehen. Der Körper ist fast immer mit 37—40 Ringfurchen versehen. Auf jedem Ringe stehen in wechselnder Anzahl und Entfernung kleine Spitzchen, die ihm ebenfalls ein stachelig-rauhes Aussehen verleihen. An seiner Bauchseite tritt eine weißliche Verdickung auf, in der das Bauchmark verläuft, die sog. Bauchstrangraphe. Am Ende des Körpers werden die Furchen undeutlich und machen einem Warzenbesatz Platz, der an der Bauchstrangraphe unterbrochen ist. Der Schwanzanhang ist mit großen, büschelförmigen Papillen besetzt, die den Grundstock verdecken. Er überragt im ausgestrecktem Zustande den Körper bedeutend an Länge, während er sonst nur etwa $\frac{1}{4}$ der Körperlänge mißt. *Halicryptus spinulosus* hat einen wenig hervortretenden Rüssel, der schmaler als der Körper und nicht durch eine Furche von ihm geschieden ist, sondern allmählich in diesen übergeht. Der Körper ist ähnlich gestaltet wie beim *Priapulus*, er trägt 90—100 Ringfurchen, die ebenfalls überall mit unregelmäßig stehenden Stacheln besetzt sind. Der Schwanzanhang fehlt ihm vollständig.

Der Darm gliedert sich in den muskulösen Schlundkopf, den meist gerade verlaufenden Mitteldarm und den Enddarm, der terminal mündet. Weder Nebendarm, noch Wimperrinne, noch Divertikel sind

vorhanden. Retraktoren finden sich bei *Priapulus* 8 längere, von denen 2 häufig etwas kürzer sind als die anderen und etwa in der Mitte des Körpers der Körperwand angeheftet sind, dazu ungefähr 25 kurze, die an der Grenze von Rüssel und Körper entspringen. Beide Systeme inserieren am Schlundkopf. Die kürzeren dienen wahrscheinlich nur zum Hervorstülpen der Zähne, die langen zum Zurückziehen des ganzen Rüssels. Bei *Halicryptus* sind nur 10 kurze Retraktoren vorhanden. Als Atmungsorgan fungiert bei *Priapulus* der Schwanzanhang, seine bläschenförmigen Ausstülpungen öffnen sich in den Grundstock, der seinerseits wieder mit der allgemeinen Leibeshöhle in Verbindung steht, aber durch einen Schließmuskel von ihr abgeschlossen werden kann. Der Schwanzanhang ist sehr dehnungsfähig; er wird von den Tieren, sobald sie sich in den Schlamm eingraben, nicht in diesen mit hineingezogen, sondern ragt frei ins Wasser, so daß er vollkommen seine Funktion erfüllen kann.

Die Geschlechtsprodukte werden in besonderen Schläuchen erzeugt, die ziemlich lang sind und jederseits des Afters ausmünden. Sie fungieren nach SCHAUINSLAND (1886) gleichzeitig als Exkretionsorgane, so daß eine Art Urogenitalapparat vorhanden ist, der dem der Platyhelminthen ähnlich sein soll. Das Nervensystem besteht nur aus Schlundring und ungliedertem Bauchmark; ein Gehirn ist nicht vorhanden. Der Schlundring liegt unterhalb einer rinnenförmigen Hautgrube, die den Mundteil des Rüssels abgrenzt; das Bauchmark zwischen Epidermis (Hypodermis) und Ringmuskulatur, ist also in primitiver Weise der Haut eingelagert; es schickt zahlreiche Nervenäste ab, die die Zwischenräume der Ringmuskeln passieren und, ohne Ringe zu bilden, sich in den Papillen des Rüssels und Körpers verlieren. Der Ringkanal sendet außer dem Bauchmark 4 Hauptstränge zum Mund und Pharynx, auf dem letzteren sollen sie Längsstreifen bilden, die durch Ringnerven verbunden sind. Von Sinnesorganen sind nur die Stachelpapillen des Rüssels und Körpers bekannt, die vielleicht Tastempfindungen vermitteln können; Blutgefäßsystem und Segmentalorgane fehlen. Die Leibeshöhle enthält kleine runde Blutkörperchen mit Kernen und große amöboide Zellen mit Kernen und Vakuolen. Die Körperwand besteht aus einer äußeren und inneren Kutikula, einer Epidermis, einer Kutis, sowie einer Ring- und Längsmuskulatur; eine schiefe oder Diagonalmuskelschicht ist nicht vorhanden. Es finden sich ähnlich wie bei den Sipunculiden Hautkanäle, hier aber zwischen den Längsmuskeln, dort in der Kutis, die durch Öffnungen zwischen den Ringmuskeln mit der allgemeinen Leibeshöhle in Verbindung stehen, möglicherweise den Intramuskularräumen der Thalassemen (SPENGLER 1912^a, p. 315) gleichwertig sind. Ihre Bedeutung ist zur Zeit noch nicht genügend geklärt. Bei der Gattung *Priapulus* ist die Längsmuskulatur in Stränge gesondert, bei der Gattung *Halicryptus* nicht.

Vorkommen

Priapulus lebt vorzüglich in den kälteren Meeren auf tonigem und sandigem Boden der Küsten in einer Tiefe von 5—281 m. Er gräbt sich hier durch heftiges Vorstoßen und Zurück-

ziehen des Rüssels ein und bohrt so Gänge von ungefähr Körperlänge, die ähnlich wie beim Regenwurm, nachdem er sich in diese zurückgezogen hat, durch ein aufgeworfenes Häufchen kenntlich sind. In diesen liegt er ruhig, während der Schwanz, wie schon erwähnt, frei ins Wasser ragt. *Halicryptus* liegt entweder nur mit dem Vorderende im Niveau des Schlammes oder gekrümmt, so daß Kopf und Hinterende das Wasser berühren. Beide Tiere (s. Fig. 16) treten im Kattegat, Sund und in der Ostsee auf, *Priapulus* auch in der Nordsee, wo *Halicryptus* merkwürdigerweise vollkommen fehlt. SKORIKOW will die Erscheinung durch ein allmähliches Absterben dieser Art erklären, wie er überhaupt die Priapuliden für eine absterbende Gruppe hält. Auf diese Weise wäre vielleicht auch die Angabe LINNÉ'S, daß *Priapulus caudatus* Lam. früher im Mittelmeer und Indischen Ozean aufgetreten sei, die man für einen Irrtum hält, zu erklären. *Priapulus caudatus* geht in der Ostsee bis 58° 6' n. Br., d. h. er bewohnt noch nicht einmal den gesamten mittleren Teil der Ostsee, *Halicryptus* dagegen geht in dieser im Norden bis zu den Ålands-Inseln, im Osten weit in den Finnischen Meerbusen hinein bis zur Insel Hogland. Der mittlere Teil der Ostsee hat noch einen Salzgehalt von 1,198—0,9%, im Finnischen Meerbusen geht er auf 0,85—0,43% zurück. Man wird also vermuten müssen, daß *Halicryptus* bedeutend weniger empfindlich gegen Salz-mangel ist als *Priapulus*, da dieser östliche Teil der Ostsee nach NORDENSKJÖLD und NYLANDER, seinen physikalischen Bedingungen nach, für eine ganze Reihe mariner Formen, darunter selbst der alleranspruchlosesten, unbewohnbar ist. *Priapulus caudatus* hat nach unseren Feststellungen eine Tiefenverbreitung von wenigen bis 218 m, *Halicryptus* von 12 bis 227 m, beide sind also vorzüglich Seichtwasserbewohner.

Bewegung Die Bewegungen der Tiere sind nach APEL (1885, p. 465) träge, wurmförmig und werden durch abwechselndes Kontrahieren und Ausstrecken des Körpers, sowie durch Ein- und Ausstülpen des Rüssels zustande gebracht; letzteres, sowie das Ausstrecken des Schwanzanhanges bei *Priapulus* wird dadurch bewirkt, daß das Tier durch Kontraktion seines übrigen Körpers die Leibesflüssigkeit in den betreffenden Körperteil hineinpreßt. APEL erwähnt auch, daß sich *Priapulus caudatus* im Aquarium kaum einen Monat hielt, während *Halicryptus* über 5 Monate am Leben blieb. — Über das Sinnesleben dieser Tiere ist so gut wie nichts bekannt.

Ernährung Unsere Tiere sind, wie schon erwähnt, vorzüglich Pflanzenfresser. Wahrscheinlich leisten ihnen hierbei die großen im Mund und Schlundkopf sitzenden Zähne mit ihren Seitenspitzen gute Dienste. Für ihr Pflanzenfressen spricht auch, daß im Darm neben einzelnen Sandkörnern noch gut erhaltene Algen und Teile derselben gefunden werden.

Fortpflanzung Die Geschlechtsreife soll nach APEL (1885, p. 466) Ende Mai eintreten; jedoch hat derselbe noch Ende Oktober männliche und weibliche Tiere mit stark turgeszierenden Geschlechtsdrüsen gefunden. Das reife Ei ist kugelig; es besitzt

nach obigem Autor (p. 520, Taf. XVII, Fig. 34 und 35) eine helle und eine dunkle, von der ersteren scharf abgesetzte Eihülle, unter dieser eine Schicht homogenen Protoplasmas und im Innern den körnigen Dotter. Der Zellkern bildet sich zum Keimbläschen um, das exzentrisch liegt, sich scharf gegen den Dotter abgrenzt und einen Keimfleck enthält. Über die Entwicklung der Eier ist bis jetzt noch wenig bekannt⁷⁾.

Zu erwähnen bliebe aber noch eine Tatsache, die vielleicht Fingerzeige für die Entwicklungsgeschichte böte. OLOF HAMMARSTEN (p. 501) fand nämlich in den Schären Stockholms in 15—30 m Tiefe in lehmigem Boden neben ausgewachsenen Tieren von *Hali-cryptus spinulosus* Larven desselben in verschiedenen Größen. An den kleinsten derselben, etwa 1,7 mm groß, entdeckte er eine Panzerung, wie sie Rotiferen, bzw. Kinorhynchen aufweisen. Der völlig durchsichtige Panzer, der wahrscheinlich chitinöser Natur war, setzte sich aus 2 länglich elliptischen Scheiben von etwa 1,25 mm Länge zusammen. Ihre Ränder waren durch dünne Chitinmembranen vereinigt, nur vorn waren die Scheiben frei und umfaßten mit ihren Rändern eine rektanguläre Öffnung für das Tier. Im hinteren Ende des Panzers befand sich ein rundes Loch, das durch eine kurze Chitinröhre mit dem Anus verbunden war. An jeder Scheibe saßen noch 2 größere, bisweilen gabelig gespaltene Schwanzgriffel. Leider sind weitere Beobachtungen über die Entwicklung der Larven von ihm nicht gemacht worden.

IV. Anhang

1. Verwandtschaftsverhältnisse der Gruppen der Echiuriden, Sipunculiden und Priapuliden. Schon äußerlich haben die vorstehenden drei Gruppen abgesehen von der Wurmform und der Hautbedeckung mit Papillen wenig Gemeinsames. Beim Vergleich ihrer inneren Organisation ergeben sich weitgreifende Unterschiede. Was zunächst die Echiuriden und Sipunculiden anbelangt, so ist der Rüssel der Echiuriden ein Anhang des Kopfes und steht in keinerlei Beziehung zur Körperhöhle; er trägt keineswegs die Mundöffnung, diese befindet sich vielmehr an seinem Grunde, er kann auch nicht wie der der Sipunculiden in den Körper eingezogen werden. Bei diesen ist der Rüssel ein ausstülpbarer Fortsatz des Körpers, der am oberen Ende die Mundöffnung trägt und durch Retraktoren ein- und ausgestülpt werden kann. Er trägt um die Mundöffnung herum Fühler, die den Echiuriden fehlen. Sein Abreißen hat, da er ein Fortsatz des Körpers ist, unweigerlich den Tod des Tieres zur Folge, was bei den Echiuriden nicht der Fall ist. Die letzteren besitzen am Vorderkörper zwei ausstülpbare Hakenborsten und auch oft (*Echiurus*) Borstenkränze am Hinterende und zeigen schon dadurch ihre nähere Verwandtschaft mit den Polychäten, bei den Sipunculiden findet sich am erwachsenen Tiere keine Spur davon.

⁷⁾ Neuerdings hat für die Anfang Juni 1925 stattfindende 30. Jahresversammlung der „Deutschen Zoolog. Gesellschaft“ EGGERS einen Vortrag „Über die Entwicklung der Priapuliden“ angekündigt, der hoffentlich Licht in die bis jetzt noch ganz dunkle Sache bringen wird.

Der After befindet sich bei den Echiuriden am Körperende, bei den Sipunculiden hat er sich, entsprechend ihrer Lebensweise in Röhren an das vordere Körperende verlagert. Demgemäß ist auch der Verlauf des Darmkanals ein vollständig verschiedener. Ferner besitzen die Echiuriden einen Nebendarm, der auf der ventralen Seite in gleicher Richtung mit der Wimperrinne verläuft; der Darm der Sipunculiden hat nur eine Wimperrinne auf der dorsalen Seite des Darmes. Die Echiuriden besitzen als Anhangsorgane des Enddarmes 2 große Analschläuche, die jetzt als hintere Segmentalorgane, früher als Kiemen gedeutet wurden. Bei den Sipunculiden und zwar nur bei der Gattung *Sipunculus* finden sich zwar ähnliche aber bedeutend kleinere Anhangsgebilde am Rektum, die sog. Analdrüsen, die aber nicht in den Darm münden, und deren Bedeutung noch vollkommen unbekannt ist. Von Segmentalorganen treten bei Sipunculiden 1 Paar, bei Echiuriden 1—3 Paare (selten mehr) auf. Gemeinsam ist beiden Gruppen das geschlossene Gefäßsystem ohne Kapillaren, der gewundene Darm, die Wimperrinne, die Entstehung der Geschlechtsprodukte in Hautfalten des Peritoneums und der Besitz der Segmentalorgane, so daß entfernte Beziehungen zwischen beiden Klassen immerhin vorhanden sein müssen, wie auch die Entwicklungsgeschichte zeigt.

Bedeutend geringer sind die Ähnlichkeiten zwischen Echiuriden und Priapuliden. Beide besitzen zwar terminale Mund- und Afteröffnungen, aber abgesehen davon sind fast alle inneren Organe verschieden ausgebildet. Der Rüssel der Priapuliden ist zurückziehbar, der der Echiuriden nicht; die Mundöffnung und der Schlundkopf der Priapuliden trägt eine starke Zahnbewaffnung, den Echiuriden fehlt diese. Der Darmkanal verläuft bei ersteren fast gerade, bei den letzteren in vielfachen Windungen. Gefäßsystem, Segmentalorgane und Analschläuche fehlen den Priapuliden. Letztere besitzen vielfach äußere Kiemen, die den Echiuriden abgehen. Die Geschlechtsorgane der Priapuliden entstehen in besonderen Schläuchen und fungieren gleichzeitig als Exkretionsorgane; die der Echiuriden bilden sich in Hautfalten des Peritoneums der Leibeshöhle. Das Bauchmark liegt bei den Priapuliden in primitiver Weise in der Haut eingebettet, bei den Echiuriden auf derselben. Ähnliche Divergenzen zeitigt der Vergleich der Priapuliden und Sipunculiden.

Ein einstülpbarer Rüssel mit Retraktoren ist zwar bei beiden vorhanden, aber schon der Mundbesatz des Rüssels zeigt große Unterschiede, hier starke Zähne, dort Fühler. Der Darm verläuft bei den Priapuliden fast gerade und besitzt weder Wimperrinne noch Divertikel, bei den Sipunculiden in Windungen mit Wimperrinne und Divertikel. Die Segmentalorgane und das Blutgefäßsystem fehlen den Priapuliden vollständig. Die Unterschiede in der Bildung der Geschlechtsprodukte und der Lage des Nervensystems, die zwischen Echiuriden und Priapuliden vorhanden sind, gelten auch hier; die Sipunculiden besitzen ein Gehirn, die Priapuliden nicht.

So erhellt, daß bei den Priapuliden im Gegensatz zu Echiuriden und Sipunculiden Gefäßsystem und Segmentalorgane vollständig fehlen,

daß die Geschlechtsprodukte bei den Priapuliden in anderer Weise entstehen, wie in den beiden anderen Klassen, und daß das Nervensystem bei Priapuliden im Hautmuskelschlauch, bei den anderen auf ihm liegt. Ferner verläuft auch der Darm bei ihnen in fast gerader Richtung, bei den anderen in vielfachen Schlingen. Diese durchgreifenden Unterschiede machen einen scharfen Trennungsstrich zwischen den Priapuliden einerseits, Sipunculiden und Echiuriden andererseits nötig, zeigen also eher nähere Verwandtschaftsbeziehungen zwischen Echiuriden und Sipunculiden, als zwischen Sipunculiden und Priapuliden und die Unhaltbarkeit der bis jetzt üblichen Zusammenfassung der Sipunculiden und Priapuliden zur Klasse der *Sipunculoidea*. Auch hat die Entwicklungsgeschichte bewiesen, daß die Echiuriden von metameren Anneliden, wahrscheinlich von echten Chätopoden, abstammen, und daß die Sipunculiden mit den letzteren verwandt sind, aber auch zu den primitiven Mollusken und Archianneliden Beziehungen haben. GEROULD sagt (1906, p. 138): „I hold the opinion that the Sipunculids form an offshoot of the annelid stock that stands nearer the ancestral coelenterate ancestor than do the Archiannelida and near the molluscan branch“. Was die Priapuliden anbetrifft, deren Entwicklungsgeschichte noch sehr wenig erforscht ist, so kann ich mich des Gedankens nicht entschlagen, daß gewisse Eigentümlichkeiten ihrer äußeren und inneren Organisation auf uralte Beziehungen zu den Echinodermen, spezieller den Holothurien hinweisen. Die 5strahlig symmetrische Anordnung des Mundbesatzes (Fig. 20), die 25 Längsrippen des Rüssels, der Nervenring mit 5 von ihm abgehenden Ästen (Bauchmark und 4 andere am Schlundkopf verlaufende Nervenzweige) sind hier außerordentlich auffällig. Auch fällt es nicht schwer, die Kiemen des Hinterendes von *Priapulus* als ausgestülpte Lungenbäume (Holothurien) zu betrachten. Insofern wäre *Priapulus bicaudatus* als Urform zu deuten, *Priapulus caudatus* hat eine dieser Kiemen verloren, *Halicryptus* beide.

Da wir aber über die Entwicklungsgeschichte der Priapuliden noch fast völlig im Unklaren sind, sind wir betreffs Aufstellung von Verwandtschaftsbeziehungen nur auf die bis jetzt bekannten Tatsachen der Anatomie und Histologie angewiesen. Diese berechtigen uns keineswegs zu dem Schlusse, daß sie den Anneliden zugerechnet werden müßten. Ich schlage deshalb vor, sie vorläufig als selbständige Klasse im Cölomatenstamm zu führen, die Echiuriden den Chätopoden einzugliedern und die Sipunculiden als Klasse der Anneliden weiter bestehen zu lassen; so daß nach Ausschluß der Priapuliden die Anneliden folgendermaßen zu gruppieren wären:

- I. Klasse: *Archiannelidae*
- II. Klasse: *Chaetopoda*
 - 1. Ord. *Protochaetae*
 - 2. Ord. *Polychaetae*
 - 3. Ord. *Echiuridae*
 - 4. Ord. *Oligochaetae*
- III. Klasse: *Sipunculidae*
- IV. Klasse: *Hirudinea*

2. Sexualität bei Echiuriden. Über die Bestimmung des Geschlechts bei *Bonellia*, bzw. über die Giftwirkung weiblicher *Bonellia*-Gewebe auf das *Bonellia*-♂ und ihre Beziehung zur Bestimmung des Geschlechts der Larve handeln zwei hochinteressante Mitteilungen BALTZERS (1914 und 1924). Nachdem er in der ersteren die Entwicklung des ♂ und ♀ besprochen hat, konstatierte er hierbei wichtige Unterschiede der Geschlechter. Diese bestehen im wesentlichen darin, daß Ösophagus und Enddarm dem ♂ vollständig fehlen, daß also der angelegte Mitteldarm ein nach außen vollständig abgeschlossener Sack bleibt, der Fett-Tröpfchen als Reservenahrung enthält. An Stelle des Ösophagus und der Mundöffnung tritt merkwürdigerweise der Samenschlauch und dessen äußere Öffnung; Hakenborsten und Analschläuche fehlen dem ♂ vollständig. Von den zwei Paaren angelegter Nephridien, den Proto- und Metanephridien, bleibt das letztere beim ♂ erhalten, während es beim ♀ verschwindet und dort an dessen Stelle, Analschläuche auftreten. Betreffs der Beziehung dieser sekundären Geschlechtscharaktere zum Geschlechte selbst konnte festgestellt werden, daß alle diese Unterschiede sich fast immer nur ausbilden, wenn der Larve Gelegenheit gegeben wird, sich am Rüssel eines alten ♀ festzusetzen. BALTZER vermutet, daß infolge dieses Parasitismus durch die eng verbundenen Epithelien der beiden Tiere ein Übergang gelöster Stoffe aus dem Rüssel des ♀ in die Larve stattfände, und konnte das auch experimentell beweisen, indem Methyleneblau, den Rüsselstücken, die wochenlang am Leben bleiben, zugeführt, auch in die Epidermis der Bauchfläche der Larve, mit der diese am Rüssel festsetzt, überging. Auch Zwitter konnten erzeugt werden, wenn man die Larven von ihrer Unterlage später löste. Es wird sich wahrscheinlich bei diesen Übergangsstoffen um solche handeln, die mit der Geschlechtsbestimmung in Beziehung stehen, so daß also die Entstehung der Zwergmännchen durch Aufnahme geschlechtsbestimmender Stoffe aus dem Rüssel des Wirtstier-♀ bedingt ist, daß also das ♂ wahrscheinlich eine Hemmungsbildung ist und in gewisser Hinsicht als progenetisch, vorzeitig zur Reife gekommene neotenische Form betrachtet werden kann, die zum Teil noch auf einer larvalen Entwicklungsstufe steht und hinter der Organisationshöhe des ♀ weit zurückbleibt. Das Geschlecht der Larve an und für sich ist also durch den Lauf der Larvenentwicklung bedingt, wird also epigam bestimmt und ist nicht prädeterniert.

In seiner zweiten Abhandlung berichtet BALTZER nun über eine große Zahl von Zuchtversuchen, wobei er Vertretern verschiedener Tiergruppen, z. B. Süßwasser- und marinen Protozoen, *Tubifex*, Daphnien, Kaulquappen und auch erwachsenen *Bonellia*-♂, das oberflächliche Gewebe des Rüssels und Rumpfes als Futter oder als Zusatz zum Zuchtwasser in Verdünnungen von 1:1400 bis 1:4000 beigab. Diese Versuche ergaben alle die außerordentliche Giftigkeit dieser Substanz, die wahrscheinlich dem erwachsenen Tiere als Schutzstoff dient. Es schloß sich nun an die gefundene Giftwirkung die Frage, ob diese in Zusammenhang mit dem Modus der Geschlechtsbestimmung gebracht werden

könnte, ob sich Argumente finden ließen, wonach die Vergiftung der Larve zu einer Entwicklungshemmung und weiter zur Bestimmung in männlicher Richtung führt. Zugunsten dieser Annahme sind, wie gesagt, bestrickende Tatsachen vorhanden:

„1) Fast ohne Ausnahme beginnt die indifferente *Bonellia*-Larve ihre männliche Differenzierung erst von dem Moment an, wo sie als Außenparasit am Rüssel eines alten ♀ sich befindet. Wie schon erwähnt, konnte früher wahrscheinlich gemacht werden, daß die Larve während dieses Festsitzens Stoffe aus dem Rüssel aufnimmt. Da die Entwicklung der Larve mit Beginn der parasitischen Periode in vieler Hinsicht gehemmt wird, so ist zu erwarten, daß die von der Larve dem Rüssel entnommenen Stoffe Hemmungsstoffe sind. ... Wir konnten giftige Stoffe feststellen, die wohl geeignet sein können, die Entwicklung der am Rüssel sitzenden Larve zu hemmen. ... Ort des Parasitismus und Sitz des Giftes stimmen außerordentlich gut überein.

2) Wir müssen, da die parasitische Larve von außen keine Nahrung aufnimmt, erwarten, daß die Hemmungsstoffe durch die Körperwand ins Innere der Larve eintreten können; die *Bonellia*-Giftstoffe erfüllen diese Forderung.

3) Die Versuche mit Methylenblau machen es wahrscheinlich, daß die Aufnahme der Hemmungsstoffe aus dem Rüssel speziell auf die Zeit des parasitischen Festsitzens der Larve beschränkt ist.

Wenn die dargestellten Versuche in dem hier versuchten Sinne als erster Schritt eines Beweises zugunsten einer Entwicklungshemmung der *Bonellia*-Larven durch *Bonellia*-Vergiftung gedeutet werden dürfen, so sind wir in der Aufklärung der Geschlechtsbestimmung und der Ausbildung der seltsamen Zwergmännchen bei *Bonellia* um eine Etappe weitergekommen; denn es steht zweifellos die Hemmung der larvalen Entwicklung und die Bestimmung zum männlichen Geschlecht bei diesem Wurm, wo die ♂ Hemmungsformen sind, in enger Beziehung. Indessen mag noch einmal hervorgehoben werden, daß der entscheidende Versuch noch aussteht. ... Er wird zeigen müssen, ob indifferente *Bonellia*-Larven durch dosierte Rüsselsubstanzvergiftung in ihrer Entwicklung gehemmt und zugleich zu männlicher Differenzierung veranlaßt werden.“

Literatur

- APEL: Zeitschr. f. wissenschaft. Zool., **42**. 1885.
 AUGENER: Arch. f. Naturg., **69**. 1903.
 BALTZER: Mitth. Zool. Stat. Neapel, **22**. 1914.
 — —: Mitt. Naturf. Ges. Bern, **8**. 1924.
 BENHAM: Australian Antarctic Exp. 1911—14. Sidney. 1922.
 CONN: Stud. Biol. Lab. of John Hopkins Univ. **3**, P. 3. 1886.
 DELAGE & HÉROUARD, Gephyriens in: Traité de Zoologie concrète.
5. Paris. 1897.
 EGGERS: Verhandl. Deutsche Zool. Ges., **30**. Jena 1925 (im Druck).
 EHLERS: Zeitschr. f. wissenschaft. Zool., **11**. 1862.

- EISIG: Kosmos, **13**. 1883.
- FISCHER, J., Die Sipunculoïdeen der Nord- und Ostsee, in: *Wissensch. Meeresunters.* Kiel. **16**. 1914.
- FISCHER, W.: *Jahrb. d. Hamb. Wissensch. Anst.* 1893.
- —: *Abh. d. Naturw. Ver. Hamburg.* **13**. 1895.
- —: *Jahrb. d. Hamb. Wissensch. Anst.* **31**. 2. Beiheft. 1914^a.
- —, Gephyrea, in: *Beitr. z. Kenntn. d. Meeresfauna Westafrikas*, herausg. v. W. Michaelsen, Hamburg. 1914^b.
- —, Gephyreen der antarktischen Meere, in: *Deutsche Südpolar-Exp. 1901—03.* **16**, Zool. 8. Berlin. 1921.
- —, Gephyreen der Arktischen Meere, in: *Wissensch. Meeresunters. Neue Folge.* **13**. Abt. Helgoland. Heft 2. 1922^a.
- —, Gephyreen, in: *Wissensch. Ergebnisse der Deutschen Tiefsee-Exp. 1898—99.* 1922^b.
- —: *Zool. Anz.* **58**. 1923.
- GREEFF: *Nov. Act. d. Leop.-Carol. Ak.* **41**. P. 2. Halle. 1879.
- GEROULD: *Zool. Jahrb., Anat. u. Ont.* **23**. Jena. 1906.
- —: *Proceed. of the United States National Museum.* **44**. 1913.
- HAMMARSTEN: *Zool. Anz.* **41**, p. 501.
- HATSCHEK: *Arb. Zool. Inst. Wien.* **3**. 1880/81.
- —: *Arb. Zool. Inst. Wien.* **5**. 1883/84.
- *HÉRUBEL: *Mém. de la Soc. zool. de France.* **20**. Paris. 1907.
- HORST: *Journ. Microsc. Soc.* (2). **2**. 1883.
- JOURDAN: *Ann. des sc. nat.* (7). **11** u. **12**. 1891.
- KEFERSTEIN: *Zeitschr. f. wissensch. Zool.* **15**. 1865.
- KOREN & DANIELSSEN, *Fauna littoralis Norvegiae*. P. 3. Bergen. 1877.
- —, Gephyrea, in: *Den norske Nordhavs-Expedition 1876—78.* III. *Zoologi.* Christiania. 1881.
- LACAZE: *Ann. Sc. Nat. Zool.* (4). **10**. 1858.
- LANG: *Lehrbuch d. vergl. Anat. d. wirbellosen Tiere.* 1901.
- PAUL: *Zool. Jahrb., Anat. u. Ontog.* **29**. 1909.
- QUATREFAGES: *C. R. Ac. Sci. Paris.* **24**. 1847.
- RIETSCH: *Recueil zool. Suisse.* **3**. 1886.
- SCHAUINSLAND: *Zool. Anz.* **9**. 1886.
- SEITZ: *Zool. Jahrb., Anat. u. Ont.* **24**. Heft 2. 1907.
- SELENKA: *Zeitschr. f. wissensch. Zoologie.* **25**. 1875.
- —: *Zool. Anz.* 1878.
- *— —, Die Sipunculiden, eine syst. Monographie, in: *C. Sempers Reisen im Arch. d. Philippinen.* **4**. Wiesbaden. 1883.
- —, Report on the Gephyrea collected during the voyage of H. M. S. Challenger. **13**. No. 2. 1885.
- SHIPLEY, On a collection of Echiurids from the Loyalty Islands, New Britain and China straits with an attempt to revise the group, in: *Willeys Zool. Res. P. III.* Cambridge. 1899.
- —, Gephyrea, in: *The Cambridge Natural History.* **2**. 1901.
- SLUITER: *Natuurk. Tijdschr.* **41**, p. 149.
- SOUTHERN, Gephyrea of the Coasts of Ireland, in: *Scient. Inv.* 1912. No. 3. Dublin. 1901.

- SPENGLER: Mitth. zool. Stat. Neapel. **1**. 1879.
— —: Zool. Jahrb., Syst. 1912^a.
— —: Verh. d. Deutsch. Zool. Ges. Halle. 1912^b.
— —: Verh. d. Deutsch. Zool. Ges. Halle. 1912^c.
— —: Verh. d. Deutsch. Zool. Ges. Bremen. 1913.
*THÉEL: Kungl. Svensk. Ak. Handl. **39**. No. 1. 1905.
— —: Kungl. Sv. Ak. Handl. **40**. No. 4. 1906.
— —: Kungl. Sv. Ak. Handl. **47**. No. 1. 1911.
TORREY: Ann. New York Acad. Sci., **14**. 1903.
WARD: Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard Coll. **21**. 1891.
-