

590.543
Z 47
23

Zeitschrift

für

WISSENSCHAFTLICHE ZOOLOGIE

begründet

von

Carl Theodor v. Siebold und Albert v. Kölliker

herausgegeben von

Ernst Ehlers

Professor a. d. Universität zu Göttingen

Achtundachtzigster Band

Mit 36 Tafeln und 40 Figuren im Text

LEIPZIG

Verlag von Wilhelm Engelmann

1907

199939

Inhalt des achtundachtzigsten Bandes.

Erstes Heft.

Ausgegeben den 1. Oktober 1907.

	Seite
Nils Holmgren, Monographische Bearbeitung einer schalentragenden Mycetophilidenlarve (<i>Mycetophila ancyliformans</i> n. sp.) (Mit Taf. I—V und 2 Fig. im Text.)	1
Otto Pesta, Die Metamorphose von <i>Mytilicola intestinalis</i> Steuer. (Mit Taf. VI.)	78
Jur. Philiptschenko, Beiträge zur Kenntnis der Apterygoten. I. Über die excretorischen und phagocytären Organe von <i>Otenolepisma lineata</i> F. (Mit Taf. VII.)	99
Wilhelm Petersen, Über die Spermatophoren der Schmetterlinge. (Mit Taf. VIII u. 2 Fig. im Text.)	117
Hch. Stauffacher, Zur Kenntnis der Phylloxera vastatrix Pl. (Mit Taf. IX u. 5 Fig. im Text.)	131

Zweites Heft.

Ausgegeben den 29. Oktober 1907.

M. Nowikoff, Über die Rückensinnesorgane der Placophoren nebst einigen Bemerkungen über die Schale derselben. (Mit Taf. X, XI und 4 Fig. im Text.)	153
Miguel Fernandez, Zur Histologie der Tentakel und des Rhinophors des <i>Nautilus pompilius</i> . (Mit Taf. XII u. XIII.)	187
Otto Lorleberg, Untersuchungen über den feineren Bau des Nervensystems der Ascidien. (Mit Taf. XIV u. XV.)	212
C. Weygandt, Beiträge zur Kenntnis der Spermatogenese bei <i>Plagiostoma Girardi</i> . (Mit Taf. XVI u. 8 Fig. im Text.)	249
Alexander Schepotieff, Die Echinoderiden. (Mit Taf. XVII—XX.)	291

Drittes Heft.

Ausgegeben den 19. November 1907.

Seite

Hugo Merton, Über den feineren Bau der Ganglienzellen aus dem Centralnervensystem von <i>Tethys leporina</i> Cuv. (Mit Taf. XXI u. XXII)	327
Irene Sterzinger, Über das Leuchtvermögen von <i>Amphiura squamata</i> Sars. (Mit Taf. XXIII u. XXIV.)	358
Adolf Meixner, Polycladen von der Somaliküste, nebst einer Revision der Stylochinen. (Mit Taf. XXV—XXIX u. 2 Fig. im Text.)	385

Viertes Heft.

Ausgegeben den 24. Dezember 1907.

Viktor Widakowich, Über den Uterus von <i>Squalus acanthias</i> . Bemerkungen zur Entwicklungsgeschichte der Haie. (Mit Taf. XXX, XXXI u. 5 Fig. im Text.)	499
Siegfried Becher, <i>Rhabdomolgus ruber</i> Keferstein und die Stammform der Holothurien. (Mit Taf. XXXII—XXXVI u. 12 Fig. im Text.)	545

Zeitschrift

für

WISSENSCHAFTLICHE ZOOLOGIE

begründet

von

Carl Theodor v. Siebold und Albert v. Kölliker

herausgegeben von

Ernst Ehlers

Professor a. d. Universität zu Göttingen

Achtundachtzigster Band

Erstes Heft

Mit 9 Tafeln und 9 Figuren im Text

LEIPZIG

Verlag von Wilhelm Engelmann

1907

Ausgegeben den 1. Oktober 1907

Smithsonian Institution
OCT 19 1907

Inhalt

	Seite
Nils Holmgren, Monographische Bearbeitung einer schalentragenden Mycetophilidenlarve (<i>Mycetophila ancyliformans</i> n. sp.) (Mit Taf. I—V und 2 Fig. im Text.)	1
Otto Pesta, Die Metamorphose von <i>Mytilicola intestinalis</i> Steuer. (Mit Taf. VI.)	78
Jur. Philiptschenko, Beiträge zur Kenntnis der Apterygoten. I. Über die excretorischen und phagocytären Organe von <i>Ctenolepisma lineata</i> F. (Mit Taf. VII.)	99
Wilhelm Petersen, Über die Spermatophoren der Schmetterlinge. (Mit Taf. VIII u. 2 Fig. im Text.)	117
Hch. Stauffacher, Zur Kenntnis der <i>Phylloxera vastatrix</i> Pl. (Mit Taf. IX u. 5 Fig. im Text.)	131

Mitteilung.

Beiträge für die Zeitschrift bitten wir an Herrn **Prof. Ehlers** in Göttingen einzusenden. Im Interesse einer raschen und sicheren Veröffentlichung liegt es, daß die Manuskripte völlig **druckfertig** eingeliefert werden, da mit nachträglichen Einschiebungen und ausgedehnten Abänderungen während der Korrektur Zeitverlust und sonstige Unzuträglichkeiten verbunden sind. Bei der Disponierung der Zeichnungen ist darauf zu achten, daß der Raum des in der Zeitschrift üblichen Tafelformates nicht überschritten wird. Für Textfiguren bestimmte Zeichnungen sind auf **besonderen** Blättern beizulegen.

Die Verlagsbuchhandlung

Wilhelm Engelmann.

Der Herausgeber

Ernst Ehlers.

Die Herren Mitarbeiter der »Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie« erhalten von ihren Abhandlungen und Aufsätzen 40 Sonderdrucke unberechnet. Weitere Exemplare werden auf Wunsch gegen Erstattung der Herstellungskosten geliefert **unter der Voraussetzung, daß sie nicht für den Handel bestimmt sind.**

Herdersche Verlagshandlung zu Freiburg im Breisgau.

Soeben ist erschienen und kann durch alle Buchhandlungen bezogen werden:

Wasmann, E., S. J., Der Kampf um das Entwicklungsproblem in Berlin. Ausführlicher Bericht über die im Februar 1907 gehaltenen Vorträge und über den Diskussionsabend. gr. 8° (XII u. 162) M 2.—

Von demselben Verfasser ist früher erschienen:

Die moderne Biologie und die Entwicklungstheorie. 3. Aufl. Mit 54 Abbildungen im Text und 7 Tafeln in Farbendruck und Autotypie. gr. 8° (XXX u. 530) M 8.—; geb. in Leinwand M 9.20.

Monographische Bearbeitung einer schalentragenden *Mycetophiliden*larve (*Mycetophila ancyloformans* n. sp.).

Von

Nils Holmgren,

Dr. phil. Stockholm.

(Aus dem zootomischen Institute zu Stockholm.)

Mit Tafel I—V und 2 Figuren im Text.

Einleitung.

Bei verschiedenen Gelegenheiten und an verschiedenen Lokalitäten wurde während der dritten NORDENSKIÖLDSchen Expedition eine kleine, eigentümliche von einer schwarzen Schale bedeckte *Mycetophila*-Larve gefunden, die an den Blättern der in den bolivianischen und peruanischen Urwaldsgegenden gewöhnlichen Bambus-(*Chusquea*-) Arten (»chuque«) herumkrochen. Hierbei machen die Larven den Eindruck eines Gastropoden, z. B. eines *Ancylus*, und sie wurden auch bei dem ersten Anblick für solche gehalten. Versuche, solche Larven zu füttern, schlugen regelmäßig fehl, da es beinahe unmöglich war, die nötige Feuchtigkeit in den Versuchsgläsern zu erzielen¹. Ich hatte sogar die Hoffnung schon gänzlich aufgegeben, die Imago zu erhalten, als ich zuletzt die Freude hatte, eine sehr gut entwickelte Larve anzutreffen, welche sich auf dem Wege nach Hause verpuppte. Nach 4¹/₂ Tagen schlüpfte die Imago heraus. Bei nachträglicher Untersuchung stellte es sich heraus, daß diese Imago wahrscheinlich einer neuen Art der Gattung *Mycetophila* angehört. Die Beschreibung der neuen Art folgt im Anhang.

In der Hoffnung, daß die eigentümliche Entwicklung der Körperteile der Larve auch anatomische Umbildungen habe mit sich führen können, habe ich einige Larven an gut konserviertem Material ana-

¹ Eine andre Ursache der schlechten Fütterungsergebnisse ist die, daß die meisten älteren Larven von kleinen parasitischen Dipterenlarven infiziert sind.

tomisch untersucht. Dabei stellte es sich aber heraus, daß diese Umbildungen sehr unbedeutend sind. Da indessen die Anatomie und Histologie dieser Larven in vielen andern Hinsichten von Interesse ist, habe ich sie hier monographisch ausgearbeitet. Besonders in der Entwicklung der Blutgewebelemente ergab die Untersuchung prinzipiell wichtige Resultate. Die Bildung des Kopfes ist durch Reduktion so verändert worden, daß es auf große Schwierigkeiten stößt, die Morphologie desselben klarzulegen. Für die Frage über die Metamerie des Insektenkopfes gibt die Anatomie dieser Larve nur wenige Anhaltspunkte. Die Untersuchung der Respirationsorgane ist ein wenig unvollständig geblieben, da ich kein geeignetes Material dazu hatte, gute Übersichtspräparate für die Tracheenverästelungen herzustellen.

Lebensweise.

Die Larven kommen auf den Blättern des Bambusrohrs (*Chusquea*-Arten) und zwar nicht besonders häufig vor, wo sie langsam herumkriechend ihre Nahrung suchen. Sie bewegen sich auf ihrer Fußsohle in derselben Weise wie ein Gastropode, durch successive Contractionen der Fußmuskeln. Sie können sich jedoch nur auf feuchter Unterlage hinbewegen. Deshalb müssen sie öfters zuerst die Unterlage befeuchten, ehe sie dieselbe betreten können. Dies geschieht durch das Secret der Labial- oder Speicheldrüsen, welche in der Larve gewaltig entwickelt sind. Mit diesem Secret befeuchten sie die Unterlage und können sich dann in der Feuchtigkeit weiterbewegen. Sie bewegen sich somit in ihrem eignen Speichel. Wenn dieser Speichel eintrocknet, bleibt von dem Tier eine seidengänzende Spur zurück.

Die Nahrung der Larven besteht aus den an der Oberfläche der Blätter vorkommenden schmarotzenden Pilzen¹, welche sie mit den eigentümlich umgewandelten Mandibeln losbeißen und losreißen. Die Mandibeln bewegen sich gegeneinander wie zwei Zahnräder und schneiden bei diesen Bewegungen die Pilze vom Blatt ab. Und so schreiten die Larven über die Blattoberfläche, indem sie die Pilze wie Gras mit den Mandibeln abmähen.

Gegen Feinde ist der Körper durch eine aus zusammengefügtten Excrementen bestehende Schale (Taf. I, Fig. 1) geschützt. Diese Schale bedeckt die obere Fläche des Körpers und kann da etwas bewegt werden. Diese Schalenbewegungen sind von Contraction der Körpermuskulatur

¹ Nach Bestimmung von Herrn Prof. LAGERHĒIM gehören diese Pilze zu den Pyrenomyceten und den Gattungen *Asterina* und *Meliola*.

bedingt. Berührt man mit einer Nadel eine unbedeckte Stelle der Körperseiten, so wird die Schale augenblicklich über diese Stelle hinweggezogen und manifestiert sich hierdurch als eine wahre Schutzvorrichtung gegen äußere Feinde. Die Larven scheinen des Nutzens bewußt zu sein, den sie von der Schale haben.

Die Schale wächst dadurch, daß neue Excrementpartikel zu dem alten Schalenrande hinzugefügt werden. Vielleicht ist zwecks Erleichterung der Zufügung der Excremente die Afteröffnung des Tieres an der Rückenfläche des Körpers ein wenig verschoben.

Wenn die Larve eine Länge von 4 mm erreicht hat, bereitet sie sich zur Verpuppung vor. Die Schale wird abgeworfen und die Larve spinnt sich in einen Gitterkokon ein, der aus getrockneten Speichelfädchen besteht (Taf. I, Fig. 11). Der Kokon mißt 5 mm im Durchmesser und besteht aus zwei verschiedenen Gewebearten. Die innere Kokonkapsel ist aus dicht zusammengewebten feinen Fädchen gebildet, und bildet eine die Puppe ziemlich dicht umkleidende Hülle. Die äußere Kokonkapsel ist aus feinsten Fäden gebildet, welche eine sehr regelmäßige weitmaschige Netzhülle darstellen. In der Figur ist dies (ziemlich schlecht) veranschaulicht. In diesem Kokon wird die Larvenhaut ausgezogen und die Larve verwandelt sich in eine schwach grünlich gefärbte, freie Puppe. Nach 4—5 Tagen wird die Puppenhaut aufgesprengt und die Imago kommt hervor. Diese liegt unbeweglich einen Tag lang, dann schnellt sie mit einem Sprung zwischen den Maschen des Gitters hervor.

Äußere Körperform.

Literatur über Mycetophilidenlarven.

WINNERTZ (Verh. d. zool.-bot. Ges. Wien Bd. XIII. 1863. S. 641—652) hat die ältere Literatur über die Mycetophilidenlarven referiert. Bekannt waren vor WINNERTZ die Larven von *Ceroplatus* (REAUMUR, Mém. p. s. à l'hist. d. Ins. v. I. p. 30—35), *Ceroplatus sesioides* Wahlb. (WAHLBERG, Stett. ent. Zeit. Jhrg. X. 8. 130), *Mycetophila signata* Mgn. (STANNIUS, Isis 1830. Heft 8, S. 758, BOUCHÉ, Naturgesch. der Insekten I. Lief. S. 37), *Mycetophila punctata* Mgn. (STAEGER, KRÖYERS naturh. Tidskrift 1840 S. 248), *Mycetophila fasciata* Mgn. (MEIGEN, Syst. Besch. d. eur. zweifl. Insekten I. S. 267), *Mycetophila nigra* Mgn. (BOUCHÉ, Naturgesch. d. Insekt. I. Lief. S. 37), *Tipula fungorum* De Geer = *Mycetophila fusca* Mgn. (DE GEER, Abhandl. zur Geschichte der Insekten VI. S. 142), *Tipula Agarici seticornis* De Geer (DE GEER, Abh. zur Gesch. der Insekt. VI. S. 143), *Mycetophila lycogalae* Perris

(ED. PERRIS, Ann. de la soc. ent. de France VIII. p. 47) und *Mycetophila scatophora* Perris (PERRIS, Ann. de la soc. ent. de France II. 7. 51).

WINNERTZ (l. c. S. 640) faßt die Kenntnis der Larven der Mycetophiliden folgendermaßen zusammen: »Die Larven der Pilzmücken sind in ihrer Gestalt etwas verschieden, in ihrer Organisation und in ihrem Entwicklungsgange zeigen sie eine große Übereinstimmung. Sie sind 11—12ringelig, fußlos, meistens walzig, an beiden Enden dünner, glatt oder etwas runzelig, weich, feucht, oft klebrig-feucht, der Kopf hornartig, gewöhnlich mit zwei kleinen Fühlern. Sie haben acht Paar Stigmen, welche an den Seiten des 1. und 4. bis 10. Ringes liegen und mit einer Trachee in Verbindung stehen, die beiderseits im Innern vom ersten bis zum letzten Stigma reicht. Die Mundteile bestehen aus kurzen Tastern, welche oft zu fehlen scheinen, und bei mehreren sind kleine Mandibeln vorhanden. Sie leben in oder auf Pilzen oder in faulenden Pflanzen, von deren Saft sie sich ernähren. In trockenen Jahren, wenn keine Pilze wachsen, findet man auch diejenigen, welche unter gewöhnlichen Verhältnissen auf Pilze angewiesen sind, in faulen Baumresten. Die meisten gehen zur Verwandlung in die Erde, andre verlassen ihre Wohnstätte nicht. Ist diese in faulen Baumresten, so findet die Verwandlung stets in den Gängen statt, die die Larven ausgegagt haben.«

»Nach völliger Entwicklung bereiten sie sich an der Stelle, die sie zu ihrer Puppenruhe wählten, oft unter einer wie ein Zelt ausgespannten weißen Decke, oder in einem weißen seidenartigen Gespinste, oft frei in der Erde, eine bald mehr bald weniger unebene Hülle, welche kegelförmig und an beiden Enden abgerundet ist; das breitere Ende besteht aus einem Deckel, welcher von dem ausgebildeten Insekte beim Ausschlüpfen abgestoßen wird.«

»In dieser Hülle streift die Larve ihre Haut ab und wird zur Nymphe. Diese ist sehr weich, weißlich und läßt anfangs alle Teile des Insekts durchschimmern, verhärtet sich aber nach und nach und nimmt dunklere Farben an, welche zuletzt gewöhnlich mit den Farben des vollkommenen Insekts übereinstimmen. Sie ist etwas gebogen, der Kopf ruht auf der Brust und ist stets dem breiteren Ende zugewendet. Die Fühler liegen längs den Seiten des hochgewölbten Thorax, die Flügel von den Seiten des Thorax aus gegen den Bauch gerichtet und die Beine nebeneinander über den Bauch gestreckt. Bei allen Arten, welche mehr als eine Generation im Jahre haben, dauert der Nymphenzustand selten über 2 bis 3 Wochen, bei denjenigen aber, welche nur eine Generation haben oder überwintern, wird diese Frist überschritten.«

»Bei völliger Reife schiebt das Insekt sich gegen den Deckel der Hülse, bis er sich ablöst und verläßt seine enge Wohnung. Nach kurzer Ruhe setzt es sich in Bewegung und fliegt davon.«

Die vor 1863 erschienene Literatur ist noch vollständiger von OSTEN-SACKEN (Proc. of the Entom. Soc. of Philadelphia Vol. I 1861—1863 p. 166—171) gesammelt worden. Nach dieser Arbeit waren Repräsentanten folgender Gattungen als Larven bekannt: *Mycetophila*, *Cordyla*, *Bolitophila*, *Leja*, *Sciophila*, *Ceroplatus*, *Sciara*, *Ditomyia*, *Plesiastina*, *Platyura*, *Asindulum* und *Tetragoneura*. Zum erstenmal werden die Mundteile einigermaßen detailliert von OSTEN-SACKEN (l. c.) beschrieben. Er faßt die allgemeinen Charaktere der Mycetophiliden-Larven in folgenden Zeilen zusammen: »A distinct horny head; a fleshy labrum, encased in a horny frame; horny, flat, lamelliform mandibles, indented on the inside; maxillae with a large coriaceous inner lobe, and a horny outside piece, with a circular excision at the tip; labium horny, small, almost rudimentary; body fleshy; with eight pairs of stigmata.« Die Gattungen, von welchen er Repräsentanten untersucht hat, sind: *Mycetophila*, *Sciara*, *Sciophila* und *Bolitophila*.

Die Antennen scheinen bei *Mycetophila*, *Sciara* und *Sciophila* völlig rudimentär zu sein (Ausnahme macht vielleicht *M. nigra*, der nach BOUCHÉ zweigliedrige Antennen besitzt).

Ocellen kommen bei *Bolitophila* und *Mycetophila* vor.

Die Mundteile bestehen aus: dem Labrum, einem Paar Mandibeln, einem Paar Maxillen und dem Labium. »The mandibles are compressed between the labrum and the maxillae and their indented edge is more or less closely applied to the indented edge of the maxilla. It results from this description that, differing from the usual situation of the mandibles, here they are in a more or less oblique position towards each other.« *Mycetophila* hat eine dünne, abgerundete, gesägte Mandibularschneide, welche innen eine Reihe Sägezähne besitzt, welche mit dem ersten parallel ist. Das Labium ist nur wenig entwickelt und OSTEN-SACKEN ist es nicht gelungen über den Bau derselben ins klare zu kommen. »Between the maxillae a horny, often V-shaped piece is seen the branches of which extend behind the maxillae.«

Über den Körper im übrigen schreibt OSTEN-SACKEN (l. c.): »The body of the larvae of *Mycetophilidae* is subcylindrical, more or less elongated, fleshy, whitish or yellowish and consists of 12 Segments. It is most elongated, almost serpentine in *Sciophila*; stouter and shorter in *Bolitophila* and *Mycetophila*.« . . . Generally it is very transparent, showing distinctly the intestinal canal and the tracheae. It

has eight pairs of stigmata, one on the first thoracic and seven on the first seven abdominal segments, the two last ones having none. . . . The locomotive organs consist of more or less apparent transverse swellings on the under side of the ventral segments, sometimes furnished with minute bristles or spines. The latter are frequently arranged (especially in *Mycetophila*) in two transverse parallel rows on each of eight or ten segments, . . .

OSTEN-SACKEN faßt über die Lebensweise der Mycetophilidenlarven die Ergebnisse der früheren Verfasser zusammen.

Mycetophiliden-Larven, welche ihre Excremente benutzen um sich eine Schutzdecke zu verschaffen, sind von BREMI (Isis 1846) und PERRIS (Ann. Soc. Entom. de France 1849, p. 51) beschrieben worden. Nach OSTEN-SACKEN (l. c.) beziehen sich diese Beschreibungen beide auf *Mycetophila* (*Epiclypta*) *scatophora* Perris. Außerdem bemerkt ARRIBALZAGA¹, daß es solche *Mycetophila*-Larven gibt, welche sich unter der Verkleidung eines *Ancylus* auf den Blättern der *Casearia* aufhalten (. . . »bajo el disfraz de *Ancylus* [Mollusca] se arrastran sobre las hojas de ciertos vegetales [*Casearia*]«).

Außer den auf alle Eucephalen-Larven bezüglichen Charakteren legt BRAUER (Denkschr. der Akad. der wiss. Wien. naturw. Klasse Bd. XLVII. 1883) den Mycetophiliden-Larven folgende zu: »Larve peripneumatisch, walzig, häutig, nackt, meist augenlos; Leib ohne Fußstummel am zweiten Ringe (1. Brustring). Larve oft innerhalb der Segmente sekundär geringelt und dadurch regenwurmartig vielringelig erscheinend (*Ceroplatus*).« »Nymphen ruhend, zuweilen in einer kokonartigen Hülle. Die Larven leben vorzugsweise in Pilzen.« Nach LEON DUFOUR (Ann. d. sc. nat. 2. Ser. Bd. XI und XII. 1839) haben Larven von *Beletophila* dreigliedrige Antennen, bei andern sind sie sehr kurz (*Sciara*, *Mycetophila*); letztere haben Augen. BRAUER (l. c.) hat eine Übersicht der wichtigeren Literatur über Mycetophiliden-Larven bis 1883 zusammengefaßt².

BRAUER bildet (Taf. II, Fig. 20 und 21) den Kopf von *Sciara thomae* ab. An der letzten dieser Abbildungen sieht man, daß der Kopf an der Unterseite in der Mittellinie von einem Labium abgeschlossen ist.

Von den nach 1883 erschienenen Arbeiten, welche Mycetophiliden-Larven betreffen, werde ich hier unten nur eine kurze literarische Über-

¹ Diese Angabe scheint von FRITZ MÜLLER herzustammen. Er sah diese Larven in Blumenau in Brasilien. Sie sind jedoch nie näher bestimmt worden.

² Nach dieser Verzeichnung waren die Larven von 22 Mycetophilidengattungen und 64 Arten bekannt.

sicht geben, da sie für uns von keinem besonderen Interesse sein können. Die meisten Larven gehören der Gattung *Sciara*. Larven von dieser Gattung sind von BELLEVOYE (Bull. soc. Metz. (2) XIV. p. 196. 1876), BELING (Zeitschr. Naturw. Bd. LVI. S. 253—271. 1883), FORBES (Rep. Ins. Illin. XIII. p. 57—59. pl. IV Fig. 5—9. 1884), BELING (Wien. ent. Z. V. S. 13—134. 1887), GARMAN (Bull. Ess. Inst. XXIII. p. 136—140. pl. I. 1892), WILLISTON (Science p. 66. 1894), WILLING (Ottawa Natural. XIII. 1899, p. 172), PRATT (P. ent. Soc. Washington IV. p. 263. 1899), HINE (Ent. News Philad. X. p. 201. 1899), CHITTENDEN (Bull. U. S. Dep. Agric. ent. XXVII. p. 108—113. 1901), GIARD (C. R. Ac. Sci. Tome CXXXIV. p. 1179—1185. 1902), FURUHJELM (Medd. Soc. Faun. Fenn. XXVII. p. 88. 1902), GÜNTHER (Berl. ent. Zeitschr. 1902. SB. S. 17) beschrieben worden. Larven von der Gattung *Sciophila* werden durch GIRSCHNER (Ent. Nachr. IX. S. 204. 1883) bekannt. Die phosphoreszierenden Larven, »Glowworm« (*Bolitophila luminosa*), haben ihre Bearbeiter in HUDSON (Transact. N. Z. Inst. XIX. p. 62—64, pl. VI. A. 1887), OSTEN-SACKEN (Ent. Monthl. Mag. XXIII. p. 230—231. 1887), ŠKUSE (Proc. Linn. Soc. N. S. W. (2) V. p. 678. 1891), HUDSON (Manual p. 49. 1892) und NORRIS (Ent. Mag. 1894. p. 202) gefunden. NORRIS (l. c.) bringt uns den Nachweis, daß der neu-seeländische »Glowworm« ein Zelt benutzt, um darin andre Insekten zu fangen. Diese werden danach ausgesaugt und dienen somit der Larve zur Nahrung. Er sagt, wahrscheinlich ganz unrichtig, daß die Larven den klebrigen »Mucus« von allen Teilen des Körpers absondern.

Larven von der Gattung *Zygoneura* werden von BELING (Wien ent. Z. IV. S. 308. 1885) und OSTEN-SACKEN (Wien. ent. Z. V. S. 42. 1886) beschrieben. Die Larve einer Art der Gattung *Edidapus* erwähnt HOPKINS (P. ent. soc. Washington III. p. 152. 1895) und die Larve von *Neoglyphyoptera opima* behandelt BRUES (Psyche IX. S. 352. 1902). Mycetophilidkokons erwähnt GREEN (Spolia Zeilanica II. p. 158. 1904).

Anatomisch wird die Larve von *Mycetophila signata* von BERLESE (1900) behandelt. Ich kenne diese Arbeit nicht, weiß aber, daß er darin hauptsächlich die Histolyse und damit verbundene Phänomene behandelt. Wenn diese den Hauptinhalt dieser Arbeit ausmachen, so wird nicht viel von den elf Seiten auf die allgemeine Anatomie der Larve kommen.

Der äußere Bau der Larve.

Kopf (Taf. I, Fig. 2—4).

Die Kopfkapsel ist ziemlich breit, nicht besonders abgeplattet, nach vorn ein wenig verschmälert. Der Ventralteil steht breit »offen«.

Der Dorsalteil des Kopfes wird von dem dicht hinter den Antennen erweiterten Clypeus gebildet, der vorn das Labrum trägt. An der Lateralseite des Kopfes in der Höhe der Antennen liegen die Punktaugen (eins auf jeder Seite). Der dorsale Hinterrand des Kopfes besitzt an jeder Seite einen von der Lateralseite aus sich einschiebenden tiefen Einschnitt, der einen lateralwärts gerichteten hinteren Chitinzipfel abtrennt. An der ventralen Hinterecke der Pleuralplatten entspringt das Tentorium (Taf. I, Fig. 3 T), um hinter der Schlundcommissur an der Unterseite des Nahrungskanals eine fadenförmige Brücke zwischen den beiden ventralen Hinterecken der Pleuralplatten zu bilden. Vorn grenzen die Pleuralplatten auf der Ventralseite an die von den verschiedenen Mundteilen eingenommene Partie des Vorderkopfes.

Der Kopf der *Mycetophila*-Larve ist dadurch unvollständig, daß die Labialteile desselben größtenteils verschwunden sind (Taf. I, Fig. 3). Hierdurch wird die Kopfkapsel unten ganz offen. Da die Labialteile, welche bei der *Chironomus*- (und *Phalacrocera*-) Larve die untere Kapselwand bilden, hier verschwinden, so schieben sich die lateralen Bestandteile des Kopfes nach unten, um vorn an der Ventralseite aneinander zu stoßen und somit die untere fehlende Kopfkapselwand zu ersetzen.

Der Kopf der *Mycetophila*-Larve hat sich von dem *Chironomus*-Typus ein wenig entfernt, indem er deutliche Spuren einer Reduktion aufweist.

In meiner Arbeit über die *Chironomus*-Larve habe ich den vollständigen Kopf als den für den Dipterenlarven ursprünglichsten in Betracht gezogen. Dies geschah im Gegensatz zu der BENGTSSENSCHEN Auffassung (BENGTSSEN 1897), daß der unvollständige Kopf, wie er z. B. bei der *Phalacrocera*-Larve hervortritt, ursprünglicher sei. Ich erinnere hier daran, daß die Unvollständigkeit des *Phalacrocera*-Kopfes am meisten dadurch hervortritt daß die verdickten Pleuralplatten weit von der Notalplatte (= Clypeus) getrennt sind. Um zu motivieren, daß dieser Kopfotypus nicht ursprünglich ist, sondern vielmehr auf Reduktion hindeutet, wies ich (1904, 1) darauf hin, daß bei allen Insektengruppen der vollständige Kopf »wenigstens im Embryonalstadium« vorkommt. Und ich fügte hinzu: »Wäre ein unvollständiger Kopf das Primäre, so wäre zu erwarten, daß wir im Embryonalstadium solch eine Unvollständigkeit wiederfinden würden. Dies ist aber nicht der Fall.« Dieser Ausspruch hat auf Widerstand von BENGTSSENS Seite gestoßen, der (1905)¹ hervorgehoben hat:

¹ In einer bald zu erscheinenden Arbeit werde ich mich im Detail gegen

1) Daß bei niederen Insektengruppen, z. B. Apterygota und Dermaptera, die unvollständige Kopfkapsel mit nach unten und hinten offener Wand Regel ist. Und

2) daß gerade im Embryonalstadium die Unvollständigkeit des Kopfes besonders hervortritt.

Prüfen wir nun die erste seiner Angaben, so finden wir, daß gerade bei den Apterygoten die Kopfkapsel bezüglich der hinteren und unteren Begrenzung ganz wie bei der *Chironomus*-Larve ist, und daß der Verschuß zwischen der Pleural- und der Notalplatte wenigstens relativ vollständig ist, und nicht wie bei der *Phalacrocera*-Larve weit offen steht. VERHOEFFS (1904) Ausdruck »posteranium apertum« ist somit besser für den *Chironomus*-Kopf zu verwenden als für den *Phalacrocera*-Kopf. Übrigens kann man meiner Meinung nach bei solch einem »cranium apertum« von keiner Unvollständigkeit reden, denn wahrscheinlich haben die Vorfahren dieser Insekten nie einen vollständigeren Kopf gehabt. Die Unvollständigkeit des Kopfes der *Phalacrocera*-Larve besteht in der unvollständigen Verwachsung der Pleural- und Notalplatten. Solch eine Unvollständigkeit kommt aber nur als Ausnahme in den verschiedenen Insektengruppen vor.

Ich habe gesagt, daß man im Embryonalstadium die Unvollständigkeit des Kopfes nicht wiederfindet. Darauf antwortet BENGTSOON: »Dies entspricht nicht den Tatsachen« . . . Gegen dieses positive Urteil brauche ich nicht viele Worte zu verlieren. Ich verweise nur auf die beiden S. 10 beigegefügte Textfiguren, welche aus WEISMANN'S Abhandlung entliehen sind. Die erste stellt den Kopf eines *Chironomus*-embryo dar, also die Anlage eines vollständigen Kopfes, die zweite zeigt den Embryonalkopf einer *Musca vomitoria*-Larve in ungefähr entsprechender Entwicklung. Die *Musca*-Larve, will ich erinnern, ist eine Larve, bei welcher die Pleural- und Notalplatten außerordentlich voneinander abstehen. Die Embryologie lehrt somit, trotz BENGTSOON, daß der vollständige Kopf der *Chironomus*-Larve und der unvollständige der *Musca*-Larve Embryonalstadien durchlaufen, in welchen die Anlage des Kopfes keine solche Unvollständigkeit wie bei der *Phalacrocera*-Larve aufweist.

Die Punktaugen (Taf. I, Fig. 2, 4 Pa) liegen an den Kopfseiten unter den Antennen, je eins auf jeder Seite des Kopfes. Sie sind an der Oberfläche des Kopfes durch einen ein wenig gehobenen dunklen Punkt angedeutet.

die BENGTSOON'Schen Angaben von 1905 wenden und hoffe ich dabei zeigen zu können, daß dieselben nicht hinreichend begründet sind.

Die Antennen (Taf. I, Fig. 2, 4 *AS*) sind stark rückgebildet. Sie bestehen aus einem kurz und breit konischen Glied, das in seiner Spitze linsenähnlich erscheint.

Das Labrum (Taf. I, Fig. 3) mit dem Epipharynx (*Ep*) ist gut entwickelt, die Mundhöhle von der oberen Seite deckend. Der Epipharynx ist mit in transverselle Reihen geordneten kleinen Dornen besetzt.

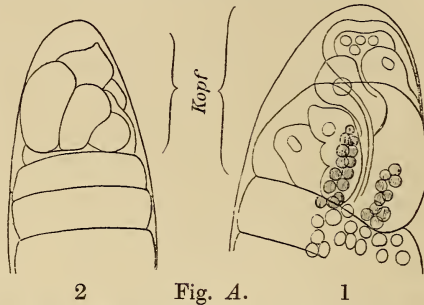


Fig. A 1 Kopf eines *Chironomus*-Embryo, Fig. A 2 Kopf eines *Musca*-Embryo. Nach WENISMAN (1863) [Taf. IX, Fig. 31 und Taf. XII, Fig. 74].

Die Mandibeln (Taf. I, Fig. 6) sind höchst eigentümlich beschaffen. Von ihrer Befestigungsstelle aus strecken sie sich sowohl vorwärts wie rückwärts. Der Kaurand der Mandibeln ist gekrümmt, eine konvexe Bogenlinie von der Spitze bis zur Basis bildend. Diese Bogenlinie ist durch kleine Einsenkungen in drei Partien geteilt. Die Mandibeln bestehen aus zwei voneinander scharf abgesetzten Partien. Die innere, größere, besitzt einen wulstförmigen mit kleineren stumpfen Zähnen versehenen Kaurand, an dessen Unterseite die zweite Partie eingefügt ist. Diese Partie ist der eigentliche Beißapparat der Kiefer und erscheint wie ein gezähntes Band, welches der Krümmung des Basalteils folgend eine lose Schneide für denselben bildet. Diese Schneide ist durch eine wahre, deutlich ausgebildete Artikulation gegen den Basalteil beweglich. Dies ist an einem Querschnitt der Mandibeln besonders deutlich zu sehen (Taf. I, Fig. 9)

Die Mandibeln der *Mycetophila*-Larve besitzen somit eine bewegliche Lacinia (prosteca) (Lac.).

Ich möchte hier ein wenig auf eine Auseinandersetzung mit BENGTSOHN (1905) eingehen. In meiner Arbeit über die *Chironomus*-Larve (1904) habe ich mich über die Ursprünglichkeit der *Phalacrocer*-Larve folgendermaßen geäußert: »Die vermeintliche Ursprünglichkeit des Baues der Mandibeln, welche BENGTSOHN (1897) hervorhebt, ist leicht zu widerlegen. Er beschreibt, daß die *Phalacrocer*-Larve vor der

zweiten Häutung gegenständige Mandibeln hat, während sie nach dieser vertikal bewegliche aufweist. Diese Angabe wäre gewiß von Bedeutung, wenn die »*Erucaeformia*« wirklich allein mit solchen Mundteilen daständen. Dies scheint aber nicht der Fall zu sein. Aus den Untersuchungen WEISMANN'S geht hervor, daß die *Chironomus*-Larven gegenständige Kiefer besitzen, wenn sie das Ei verlassen. Die Kiefer sind nun schon stark chitinisiert und können somit nicht vor der ersten Häutung ihre Form verändern. Ältere *Chironomus*-Larven haben vertikal bewegliche Mandibeln. Die *Chironomus*-Larven verhalten sich somit mit der *Phalacrocer*a-Larve ziemlich übereinstimmend.« Und so fahre ich fort: »BENGTSSON vergleicht ferner die Mandibeln der *Phalacrocer*a-Larve mit denjenigen der Thysanuren. Ohne auf diese Frage näher einzugehen, wage ich doch die Vermutung auszusprechen, daß ein Vergleich in dieser Hinsicht zwischen der *Chironomus*-Larve und den Thysanuren dieselben Anknüpfungspunkte ergeben dürfte.« Dies habe ich geschrieben.

Vergleichen wir hiermit das, was BENGTSSON aus dem Zitierten macht, so muß man sich wahrhaftig verwundern. Er sagt nämlich (1904 S. 475): »Diese ‚vermeintliche Ursprünglichkeit‘ im Bau der Mandibeln ist nun, sagt HOLMGREN, ‚leicht zu widerlegen‘ (S. 470). Die ganze ‚Widerlegung‘ erfolgt dann folgendermaßen: ‚Ohne auf diese Frage näher einzugehen, wage ich doch die Vermutung (!) auszusprechen, daß ein Vergleich . . .‘« usw.

BENGTSSON hat somit hier aus meinem Text ein Fragment aus einem Satze auf S. 470, welcher zu der Mandibelstellung gehört, und zwar ohne Bedenken mit dem letzten Teil eines Stückes auf S. 471, welches zu dem Vergleich mit den Thysanuren gehört, zusammengekoppelt. Dies ist, wie mir scheint, eine zweifelhafte polemische Methode. — Gegen meine Angabe über die Mandibelstellung der älteren *Chironomus*-Larve hebt BENGTSSON (l. c.) hervor, daß nach MIALL und HAMMOND (1892) und MEINERT (1886) und ihm selbst die Mandibeln gegeneinander einen Winkel von 90° im eingezogenen Zustande bilden. Ich habe auch gesehen, daß sie in diesem Zustande, wenn auch nicht genau 90° , so doch einen zwischen 80° und 90° großen Winkel bilden. Beim Öffnen der Mandibeln aber wird der Winkel bedeutend verkleinert, so daß die Mandibeln eine entschieden mehr vertikale Stellung einnehmen¹. Ich weise auf die Taf. I, Fig. 10 hin, welche mit ABBÉS Kamera

¹ Interessant scheint es mir zu sein, daß die geöffneten Mandibeln sich vertikal stellen, denn wenn sie diese Lage einnehmen, kann man sie direkt mit

gezeichnet ist. Daß die Mandibeln nicht ganz vertikal sind, das war mir schon beim Schreiben meiner in Frage kommenden Arbeit ganz wohl bekannt, aber der Unterschied kann höchstens 5—10° betragen, was ja nicht von besonderer Wichtigkeit sein kann¹.

Nach dieser Auseinandersetzung kehre ich zu den Mandibeln der *Mycetophila*-Larve zurück. Wir haben gesehen, daß sie eine bewegliche Lacinia besitzt. BENGTTSSON (1897) hat eine solche »Lacinia mobilis« bei der *Phalacrocera*-Larve gefunden, und hat auch diese mit der Lacinia der Thysanuren verglichen. Ich habe (1904, 1) die Vermutung, welche auch (1905) von BENGTTSSON prinzipiell geteilt wird, ausgesprochen, »daß ein Vergleich in dieser Hinsicht zwischen der *Chironomus*-Larve und den Thysanuren dieselben Anknüpfungspunkte ergeben würde« (S. 471). Vielleicht wird es sich zeigen, daß die Ursprünglichkeit der *Phalacrocera*-Mandibeln auch von denjenigen aller Dipterenlarven geteilt wird oder wenigstens, daß das Fehlen der Lacinia eine Ausnahme ist. Ich kann mitteilen, daß ich schon längst bei den Larven von *Musca vomitoria* und von *Microdon* sp. (aus Bolivien) eine Lacinia gefunden habe. Auch bei der *Chironomus*-Larve gibt es eine solche Lacinia wie bei der *Mycetophila*-Larve, und es hat sich somit meine Vermutung von 1904 als richtig bestätigt.

Zuletzt möchte ich die Aufmerksamkeit noch darauf lenken, daß die Lacinia der *Mycetophila*-Larve mit einer Reihe grober, steifer Borsten bewaffnet ist, ganz wie sie bei den Maxillen, z. B. der Termiten, ausgerüstet ist.

Die Maxillen (Taf. I, Fig. 5) bestehen aus einem medialen »Kieferteil« und einem mit diesem unbeweglich verbundenen lateralen »Taster-
teil«, der als ein rundlicher Höcker auf dem Rücken des Kiefertails sitzt. Der Kieferteil ist nach innen konvex bogenförmig und besitzt an dem Innenrande zahlreiche kleine Zähne. Der mediale Rand der Maxillen läuft in einen nach hinten gerichteten Chitinbalken aus (siehe Taf. I, Fig. 5!)

denjenigen der Dipterenlarven, welche sog. Mundhaken haben, vergleichen. Denn die »Mundhaken« müssen als gedrehte horizontal bewegliche Mandibeln aufgefaßt werden. Die normale Stellung der Mundhaken korrespondiert somit mit der Stellung der geöffneten Mandibeln der *Chironomus*-Larve. Ich halte es somit für unrichtig, bei dem Vergleich die z u s a m m e n g e l e g t e n Mandibeln der *Chironomus*-Larve mit »Mundhaken« zusammenzustellen, wie es BENGTTSSON (1905, S. 476) offenbar geneigt ist zu tun.

¹ Weil ich bald nach Absenden des Manuskriptes nach Südamerika abreisen sollte, blieb mir keine Zeit für Korrekturlesung-übrig, und die Abhandlung wurde deshalb als Manuskript gedruckt. Diese Reise ist auch die indirekte Ursache, weshalb ich nicht früher auf BENGTTSSONS Kritik geantwortet habe.

Das Labium ist sehr beträchtlich reduciert. Die Appendicularorgane scheinen vollständig zu fehlen. Das Labialsegment scheint sogar nur an der Mündungsstelle der Labialdrüse angedeutet zu sein. Der zu dem Labium gehörige Hypopharynx ist nur angedeutet (Taf. II, Fig. 23).

Unten ist der Kopf durch zwei Paar schief nach hinten convergierende mehr oder weniger spindelförmige Platten unvollständig abgeschlossen. Gegen die vordere dieser Platten (Taf. I, Fig. 3 *MxP*) sind die Maxillen eingelenkt, diese Platte dürfte somit den nach unten und vorn gerückten Seitenpartien des vollständigen Kopfes entsprechen. Diese vorderen Platten besitzen je einen nach hinten umgebogenen Chitingrat, dessen Aussehen aus der Fig. 5 ersichtlich wird. Die hinteren Platten, welche bei der jungen Larve mit den übrigen seitlichen Kopfplatten verwachsen sind, sind bei älteren Larven von diesen deutlich abgegrenzt. Über die Natur dieser letzterwähnten Platten wage ich vorläufig keine decidierte Meinung zu hegen. Ich glaube jedoch, daß sie dem Mandibularmetamer angehören und ganz einfach zu den sog. Pleuralplatten in irgendwelchem Zusammenhang stehen. Diese beiden ventralen Plattenpaare werden nach der Abbildung, welche BRAUER (1883) vom Kopfe der *Sciara thomae*-Larve gegeben hat, hier durch eine in der Mitte gelegene Labialplatte getrennt. Durch die Reduktion dieser Platte bei der *Mycetophila*-Larve kamen die beiden seitlichen Plattenpaare miteinander in Kontakt.

Thorax. Die drei Thoracalsegmente sind von den Abdominalsegmenten nur dadurch verschieden, daß sie ringsherum von gleichem Aussehen sind. Das Prothoracalsegment, das den Kopf beinahe umschließen kann (Taf. II, Fig. 18), besitzt an jeder Seite ein dorsolateral gelegenes großes Trachealstigma (Taf. I, Fig. 1). Außerdem schimmert die Anlage der definitiven Beine durch das Integument hindurch. Die Meso- und Metathoracalsegmente entbehren Trachealstigmata, besitzen aber zwei Paar Imaginalanlagen, eins für die Beine und eins für die Flügel.

Abdomen. Der Hinterleib besitzt sieben direkt wahrnehmbare Segmente. Außerdem dürften nach dem Vorhandensein von Imaginalanlagen zu urteilen sich noch drei Segmente an der Konstitution des Hinterleibes beteiligen. Die sieben wohlentwickelten Bauchsegmente sind an der Dorsalseite wenig scharf voneinander gesondert. An der Ventralseite aber sind sie sehr gut getrennt und bilden da die Fußsohle der Larve (Taf. I, Fig. 1). Jedes Segment besitzt wie bei den übrigen Mycetophiliden-Larven (OSTEN-SACKEN) in der Mitte eine Rinne mit verdickten Wänden. Vor dieser Rinne ist die Platte mit in dichten

transversalen Reihen geordneten, nach hinten gerichteten kleinsten Dornen versehen. Hinter der Rinne sind die Dornen nach vorn gerichtet. Außerdem gibt es an jedem vorderen Segmentrand eine Reihe nach hinten gekrümmter größerer hakenförmiger Dornen, und an jedem hinteren Segmentrand eine Reihe nach vorn gekrümmter von gleicher Beschaffenheit. (Über den feineren Bau und die Funktion der Fußsohlen siehe unten.)

Der After mündet ein wenig nach oben verschoben an dem Hinterende des Hinterleibes. Die Analöffnung ist von wulstförmigen Papillen umgeben (Taf. I, Fig. 7). Dorsal gibt es nämlich eine an der Spitze ein wenig eingeschnittene unpaarige Papille. An den beiden Seiten des Afters stehen außerdem zwei miteinander zusammenhängende Papillen und ventral gibt es noch zwei beieinander stehende (vgl. die Fig. 7!).

An den sieben wohlentwickelten Abdominalsegmenten gibt es an jeder Seite einen kleinen schwärzlich gefärbten Stigmenknopf, der kleiner ist als derjenige des Prothorax (Taf. I, Fig. 1).

Auf dem Rücken und an den Flanken schimmern zahlreiche Fettanhäufungen, wie auch die Imaginalscheiben der Flügel und diejenigen der Thoracalextrimitäten durch. Seitwärts an den Fußplatten sieht man je einen kleinen weißlichen Körper durch das Integument durchschimmern. Es sind dies die Imaginalanlagen der Abdominalfüße, welche jedoch nie zur Ausbildung kommen.

Anatomische Abteilung.

Die Anatomie der *Mycetophiliden*-Larven ist bis jetzt nur sehr wenig bekannt geworden. Die einzigen Angaben über die Anatomie dieser Larven, welche ich in der Literatur habe finden können, sind Resultate der unermüdlichen Arbeiten LEON DUFOURS (1839, 1, 2). Der genannte ausgezeichnete Forscher hat teils die Larve von *Ceroplatus tipuloides* Dufour, teils eine nicht sicher bestimmte *Mycetophila*-Larve anatomisch untersucht. Er hat auch der »Splanchnologie« der Larven je eine Figur gewidmet.

Über die Larve von *Ceroplatus* sagt er: »Le système nerveux est assez développé, puisque j'ai constaté l'existence d'un chapelet de sept à huit ganglions.«

»Quant a la fonction respiratoire, elle s'exécute, . . . , par des stigmates et des trachées. J'ai déjà dit que les orifices extérieurs de la respiration avaient éludé mes attentives recherches; mais la dissection a mis en évidence, de chaque côté de la face interne du tégument dorsal,

un tronc trachéen, qui en parcourt toute la longueur, en émettant des branches et des rameaux nombreux. «

»Les glandes salivaires sont aussi des glandes sérifiques: elles consistent, pour chaque côté, en un boyau filiforme flexueux, sub-diaphane, plus long, que toute le corps de la larve . . . Cet organe sécrète la matière soyeuse que la larve emploie, au moyen de ses filières buccales pour la fabrication du cocon. «

»Le canal alimentaire a environ trois fois la longueur du corps de la larve. L'oesophage se dilate presque aussitôt après sa sortie de la tête en un jabot allongé très expansible, plus ou moins plissé, terminé en arrière par un col tubuleux grêle. Il n'existe point de panse. Le col du jabot s'implante brusquement au centre d'un corps ovalaire à parois épaisses et calleuses, qui me semble mériter le nom de gesier. Le ventricule chylique, séparé du précédent par un étranglement, est allongé, plus ou moins boursoufflé. Il émet de chaque côté de son origine un long boyau filiforme, semidiaphane, presque aussi long que l'organe lui-même, et qui correspond aux bourses ventriculaires des autres insectes. Les vaisseaux hépatiques, au nombre de quatre, à bouts flottans, se réunissent deux de chaque côté en seul col, assez long, inséré à la terminaison du ventricule chylique. L'intestin est filiforme, reployé sur lui-même presque aussi long que le corps de la larve, d'abord grêle à son origine, puis plus gros, en conservant sa forme cylindroïde. Je n'ai pas reconnu un rectum renflé. «

In ziemlich übereinstimmender Weise hat er (1839, 2) die grobe Anatomie einer wahrscheinlichen *Mycetophila*-Larve beschrieben. Aus dieser Beschreibung und der Figur geht hervor, daß die *Mycetophila*-Larve viel längere Speicheldrüsen hat, daß der »jabot« fehlt, daß die »bourses ventriculaires« weiter, wurmförmig sind, daß sich die »vaisseaux hépatiques« alle vier in den Darm öffnen. »L'intestin« verhält sich wie bei *Ceroplastus*. Bei *Mycetophila amabilis* aber gibt es ein dilatirtes Rectum.

Außer diesen Angaben DUFOURS über die grobe Anatomie der Mycetophiliden-Larven scheint es in der Literatur nichts mehr zu geben.

BERLESE (1899) hat in einer mir leider nicht zugänglichen Arbeit die Nymphose und damit verbundene Teile im feineren Bau einer *Mycetophila*-Larve behandelt.

Meine eignen Studien über die Anatomie der *Mycetophila ancyli-formans*-Larve behandeln folgende Teile:

1) Die Haut und ihre Drüsen.

- 2) Die Muskulatur und die Muskelinsertionen.
- 3) Die Ernährungsorgane nebst Labialdrüsen.
- 4) Das Nervensystem.
- 5) Die Sinnesorgane.
- 6) Die Respiationsorgane.
- 7) Die Imaginalscheiben.
- 8) Die Blutgewebe nebst Bemerkungen über die Nymphose.

Die Haut.

Die *Mycetophila*-Larve bietet bezüglich der Hautbildungen keine besonderen größeren Eigentümlichkeiten dar. Die Haut ist mit derjenigen anderer Dipterenlarven ziemlich übereinstimmend gebaut.

Die Körpercucicula ist im allgemeinen dünn und weich und färbt sich mit Kongorot rot in allen Teilen; die Oberfläche kann jedoch ein wenig gebräunt sein. Beinahe immer kann man in dieser Cuticula tangentiale Streifungen deutlich sehen (Taf. I, Fig. 14, 15). Die Hypodermiszellen, welche die Matrixzellen dieser Cuticula bilden, sind im allgemeinen groß, breit und flach. Ihr Zelleib färbt sich mit Eisenhämatoxylin ziemlich intensiv blau, denn er ist aus scharf tingierbaren Körnchen teilweise aufgebaut. Die Kerne (Taf. I, Fig. 15) sind sehr groß, tangential, beinahe kreisförmig und in perpendiculärer Richtung flach. Basalmembran fehlt wahrscheinlich.

Modifikationen der Cuticula wie der Hypodermiszellen fehlen bei der *Mycetophila*-Larve durchaus nicht. Besonders gibt es am Kopf und an der Unterseite des Hinterleibes mehrere Modifikationen.

Am Kopf besteht das Chitin, da wo keine Glieder oder sonstige Chitinmodifikationen vorhanden sind, aus zwei wohl ausgebildeten Lagen, einer äußeren intensiv bräunlich bis schwarz gefärbten und einer inneren helleren, mit Kongorot deutlich tingierbaren. Die Matrixzellen sind hier so beschaffen wie diejenigen der gewöhnlichen Körpercucicula. Die Kerne sind jedoch ein wenig kleiner und mehr abgeplattet.

Da, wo am Kopf schwarze Balken vorkommen, tritt die innere Lage des Chitins in den Hintergrund, verdünnt sich und verschwindet beinahe gänzlich, während sich die äußere, dunkelgefärbte Lage außerordentlich verdickt und sogar die ganze Cuticula darstellt. Gegen die Auffassung, daß die äußere Lage nur durch den Einfluß der Atmosphärien modificiertes Chitin sei, spricht folgende Beobachtung. Am Vorderkopf der *Mycetophila*-Larve vor und zwischen den Antennen, an der Grenze des Clypeus und des Labrums gibt es einen intensiv schwarz gefärbten Querbalken (siehe Taf. I, Fig. 2, 4!). An medialen Längs-

schnitten des Kopfes sieht man diesen Balken als intensiv schwarz gefärbte Cuticularpartie. Untersucht man diese Partie bei stärkerer Vergrößerung, so findet man, daß sie aus drei, ja sogar vier Cuticularschichten besteht. Von diesen ist die äußerste schwarz, dann folgt eine dünne Lage mit Kongorot tingierbares Chitin, sodann folgt eine dicke Lage schwarzes Chitin und endlich eine sehr dünne, bisweilen fehlende Schicht wiederum tingierbares Chitin von derselben Beschaffenheit wie die zweite Lage. Die Matrixzellen, welche hier vorkommen, sind in perpendicularer Richtung ausgestreckt, hoch kegelförmig mit gestreckten Kernen. Diese Zellen haben hier wechselweise schwarz gefärbtes und ungefärbtes Chitin gebildet.

Am Labrum scheint die Cuticula eine Art Excretionscuticula zu sein, welche mit der Excretionscuticula von *Arenicola* (VIGNON [1901]) in vielen Hinsichten übereinstimmt. Die Cuticularschichten enthalten hier Hohlräume (Taf. I, Fig. 12 *Hch*), in welchen nur wenige chitinisierte Plasmafädchen vorhanden sind. Es ist wahrscheinlich, daß die hohen cylindrischen Matrixzellen hier eine wechselnde Tätigkeit haben, indem sie teils normales mehrschichtiges Chitin, teils Chitinfäden erzeugen. Außerdem sind die Matrixzellen offenbare Drüsenzellen, welche zwischen den Chitinfädchen auch irgendwelches Secret absondern. Dieses Secret wird entweder an der Oberfläche des Labrums ausgegossen, oder es wird in den Hohlräumen der Cuticula gesammelt, um bei der Häutung wahrscheinlich abgeführt zu werden. Die Struktur der Matrixzellen ist hier ausgeprägt fadenförmig. Es erstrecken sich Fäden wenigstens von der Nähe des Kernes bis zur Spitze der Zelle. Diese Fäden kann man sogar auch als extracellulär wahrnehmen. Der extracelluläre Teil der Fäden, welcher chitinisiert ist, verläuft in den Hohlräumen der Cuticula und durchzieht diese, wie schon oben erwähnt ist.

An der Fußsohle endlich existieren zwei Chitinmodifikationen, welche hier erwähnt werden müssen. Wie schon zuvor gesagt, gibt es an der Sohle sieben (7) hintereinander gelegene, mit einer engen Querrinne in der Mitte versehene, wulstartige Verdickungen der Cuticula. Diese Verdickungen stehen in der Mitte jedes dieser Segmente. Ein Schnitt (Taf. I, Fig. 13), welcher eine solche Verdickung quer durchschneidet, zeigt, daß es da eigentlich zwei Wülste (*Qw*) gibt, welche an der vorderen und hinteren Seite der Querrinne (*RQ*) gelegen sind und in der Mediallinie des Körpers miteinander verschmolzen, jedoch lateral deutlich getrennt sind. Das Chitin dieser Wülste besteht aus perpendicular geordneten Chitinfädchen, welche basal senkrecht auf den Matrixzellen stehen. Die Matrixzellen sind außerordentlich flach und ausgedehnt.

An den vor und hinter jeder solchen wulstförmigen Verdickung gelegenen Teilen der Fußsohle findet man, daß die Cuticula anders beschaffen ist. Diese Partien sind in der Tat auch wulstförmig aufgetrieben, aber die chitinen Teile spielen in diesen Wülsten keine so große Rolle. Die Mitte der Wülste wird nämlich von einem großen, wahrscheinlich flüssigkeitführenden Hohlraum (*H*) eingenommen und die chitinen Bestandteile beschränken sich hier auf eine dünne Schicht, welche den Hohlraum nach außen abschließt und eine ebenso dünne Schicht, welche an die Matrixzellen grenzt. An der Außenlage gibt es in Querreihen angeordnete feinste Stacheln, ebenso gibt es hier auch scharf gekrümmte Haken, bezüglich deren Lage und Beschaffenheit ich unten berichten soll.

Von parietalen Chitinbildungen gibt es bei dieser *Mycetophila*-Larve zwei verschiedene Kategorien: Stacheln und Haare.

1) Stacheln. Der ganze Körper des Tieres mit Ausnahme der Kriechsohle ist mit kurzen gekrümmten Stacheln zerstreut besetzt. Die Taf. I, Fig. 14 zeigt einen Schnitt der dorsalen Cuticula, der durch solch einen Stachel gegangen ist. Es wird aus dieser Figur ersichtlich, daß dieser Stachel nur eine ganz oberflächliche Bildung ist.

Andre Stachelbildungen sind diejenigen, welche an der Kriechsohle gelegen sind (siehe oben!). Diese Stacheln sind beinahe siebenmal kleiner als diejenigen der Dorsalhaut (Taf. I, Fig. 13). Sie sind außerdem intensiv schwarz gefärbt und sehr regelmäßig angeordnet. Sie sitzen nämlich in genau parallelen Querreihen, welche hier und da mit kurzen Längsreihen verbunden sind. Sie bilden somit an der Kriechsohle Zeichnungen, welche an eine Menge fortlaufend nebeneinander gezeichneten Rectangeln erinnert. Vor jedem Kriechwulst sind die Stacheln nach hinten gerichtet und hinter jedem Kriechwulst haben sie ihre Spitzen nach vorn (Taf. I, Fig. 13) gewendet.

Nun erübrigt es noch, einige Worte über die hakenförmigen Stacheln zu sagen, welche an der Kriechsohle jedes Segmentes in einer Transversalreihe da vorhanden sind, wo zwei Segmente sich abflachen, um aneinander zu stoßen (Taf. I, Fig. 13). Es gibt somit an jedem Segment zwei solcher Reihen. Die vordere Reihe richtet ihre Stacheln nach hinten und die hintere nach vorn.

Die Aufgabe der Querwülste und der Fußsohlenstacheln ist ohne Zweifel diejenige eines Befestigungsapparates. Die dickwandigen Querrienen (bzw. Querwülste) müssen, wenn die Larve den Körper ausstreckt, an den Rändern der Rinnen breiter werden. Da aber das Chitin

derselben elastisch ist, so bemühen sich die Ränder der Rinne, sich wieder zu nähern und dabei werden die Stacheln an den beiden Seiten der Rinne in die Unterlage eing bohrt. Und da die Stacheln vorn am Segmente nach hinten und hinten nach vorn gerichtet sind, so greifen diese Apparate wie eine Zange in die Unterlage hinein.

2) Haare. (Taf. I, Fig. 8). Diese Larve ist sehr arm an Haarbildungen. Haare sind, besonders an den Körperseiten, sehr spärlich verbreitet. Alle sind sie verzweigt, entweder mit den Verzweigungen schon an der Basis der Haare beginnend, oder mit von der Mitte ausgehenden Zweigen versehen. Sie können gerade oder gekrümmt sein. Sie sitzen, wie gewöhnlich, in Grübchen eingefügt.

Hautdrüsen.

Ich habe von Hautdrüsen in dieser Larve nur zwei Klassen gefunden. Die eine Art kommt in einer Gruppe am Oberlippenrand vor und die andre findet man in den 4.—11. Segmenten des Körpers, wo es ein Paar solcher Drüsen in jedem Segment gibt.

1) Lippendrüsen (Taf. I, Fig. 12 Dz). Einige der labialen Matrixzellen bilden wahre Labialdrüsen, welche sich an der Spitze des Labrums an der Oberfläche öffnen. Diese Zellen sind lang flaschenförmig; ihr Zelleib ist ganz wie der Zelleib der übrigen ausgeprägt fadenförmig strukturiert. Die Fäden laufen an dem verschmälerten äußeren Teile des Zelleibes aus und setzen an dem kurzen chitininigen Ausführungsgange an.

2) Körperdrüsen (Taf. I, Fig. 16). In jedem der acht ersten Hinterleibssegmente gibt es ein Paar eigentliche Hautdrüsen. Sie liegen in dem ventrolateralen Teil des Querschnittes. Diese Hautdrüsen scheinen aus zwei verschieden strukturierten Zellen zu bestehen. Die eine dieser Zellen scheint die andre ganz zu umschließen und ist schön reticulär strukturiert, während die andre, welche die eigentlich secernierende Drüsenzelle ist, eine mehr granulirte oder sogar fadenförmige Struktur besitzt. Die innere Zelle hat einen kleineren Kern als die äußere und besitzt außerdem eine intracelluläre Secrethöhle (mit Stäbchensaum?). Von dieser Secrethöhle leitet ein sehr kurzer Drüsengang das ausgeschiedene Secret an die Oberfläche der Körperhaut aus.

Solche Hautdrüsen sind, soviel ich weiß, bisher nur von BENGTTSSON (1899) bei Dipteren-Larven gefunden. Bei der Larve von *Phalacrodera* findet er nämlich, daß es in den Meso- und Metathoracalseg-

menten je ein dorsolaterales Drüsenpaar gibt und daß in den acht vordersten Abdominalsegmenten je zwei Paar, ein dorsolaterales und ein ventrolaterales, vorhanden sind.

Daß die Hautdrüsen, welche ich bei der *Mycetophila*-Larve gefunden habe, wahrscheinlich mit denjenigen der *Phalacrocera*-Larve homolog sind, scheint mir aus einem Vergleich zwischen den beiden Bildungen hervorzugehen. BENGTTSSON (1899) beschreibt die Hautdrüsen der *Phalacrocera*-Larve wie folgt: »Sie sind von mehr oder weniger gerundeter Form und finden sich vollkommen konstant in allen Körpersegmenten außer in den Prothoracal- und Endsegmenten und im Kopfe, wo sie fehlen. . . . Sie werden wesentlich von einer einzigen kolossalen (ungefähr 0,2 mm Diam.) Zelle gebildet, die einen großen, central gelegenen Kern und außerdem immer zwei viel kleinere Kerne einschließt, welche peripherisch liegen und an der Bildung des kurzen, häufig nur undeutlich abgesetzten Ausführungsgangs teilnehmen. . . . Das Plasma . . . zeigt keine Granulationen, sondern die schönste alveolare Struktur. . . .«

Es scheint mir wahrscheinlich zu sein, daß die alveolare Zelle bei der *Phalacrocera*-Larve eine andre Rolle spielt als die der *Mycetophila*-Larve. Bei der *Phalacrocera*-Larve scheint nach BENGTTSSON die alveolar strukturierte Zelle die Drüsenzelle zu sein, während dieselbe bei der *Mycetophila*-Larve, wenn auch gut entwickelt, doch in den Hintergrund getreten ist, während eine andre Zelle hier die Drüsenzelle darstellt. BENGTTSSON (1899 S. 11) homologisiert diese Hautdrüsen mit den großen, zweikernigen Zellen, welche WIELOWIEJSKI (1886) bei der *Chironomus*- und *Tipula*-Larve gefunden hat und welche letzterer als vordere Önocyten auffaßt. Ich stimme BENGTTSSON darin bei, daß die vorderen »Önocyten«, welche WIELOWIEJSKI gesehen hat, wahrscheinlich mit diesen Hautdrüsen identisch sind, hingegen bleibt mir der histologische Aufbau der *Phalacrocera*-Drüsen rätselhaft.

Die Muskulatur.

Kopfmuskeln (vgl. Taf. II, Fig. 18, 22—28 und die zu diesen Figuren gehörigen Erklärungen S. 74 und 75).

a) Antennale Muskeln fehlen in Übereinstimmung mit der großen Rückbildung der Antennen gänzlich.

b) Labrale Muskeln. 1) Vom Clypeus gehen zwei paarige kräftigere Muskeln und eine Menge kleinerer aus. Die paarigen, größeren Muskeln scheinen dem *Musculus retractor labri medialis* und dem *M. retractor tubae buccalis superior* der *Chironomus*-Larve zu entsprechen. Die

kleinen Muskeln, welche auch paarig sind, entspringen aus dem Clypeus in seiner ganzen Länge und inserieren auf dem Darms, solange dieser innerhalb des Kopfes verläuft. Sie entsprechen dem *M. dilatator pharyngis superior* der *Chironomus*-Larve. 2) Von dem Tentorium aus strecken sich mehrere kleine Muskeln nach vorn, um sich auf dem vordersten Teil der Ventralseite des Pharynx zu inserieren. Diese schwachen Muskeln passieren in ihrem Verlauf den Schlundring ventral vom Oesophagus. Diese Muskeln scheinen dem *M. dilatator pharyngis inferior* der *Myrmica* (nach JANET [1899]) und dem *M. retractor tubae buccalis inferior* der *Chironomus*-Larve zu entsprechen. Bei der *Phalacrocer*-Larve entspringen diese Muskeln (nach BENGSSON [1904]) an den Hinterrändern der Pleuralplatten der Kopfkapsel. 3) Um den Darm herum laufen Ringmuskeln, welche eine einfache Muskelschicht bilden. Von dieser Ringmuskelschicht löst sich ein vorderer Ringmuskel ab und bildet den *M. constrictor pharyngis transversus* (JANET [1899]) für *Myrmica*), welcher auch bei *Chironomus* vorkommt (HOLMGREN [1904]).

c) Die Mandibularmuskeln sind zwei Paar beinahe gleich kräftige Muskeln, nämlich: ein Paar *M. abductor mand.* und ein Paar *M. adductor mand.* Diese beiden Muskeln sind in eine Anzahl Köpfe geteilt. Sie entspringen ungefähr auf demselben Transversalplan der Kopfkapsel. — *M. abductor mand.* entspringt an dem vorderen und hinteren Teil der dorsolateralen Partie der Pleuralplatten des Kopfes und inseriert sich mit einer Sehne weit nach vorn an der Mandibel. *M. adductor mand.* entsteht an den vorderen und hinteren Teilen der Pleuralplatten und an dem Chitinzipfel des Hinterkopfes und inseriert mit einer sehr kräftigen Sehne weit nach hinten an der Basis der Mandibeln. Da der Stützpunkt der Mandibeln zwischen den Insertionspunkten der Abductoren und Adductoren liegt und diese sich beinahe in horizontaler Richtung erstrecken, so bewirken die Contractionen dieser Muskeln, daß die Mandibeln mit ihren abgerundeten Zahnflächen sich gegen einander bewegen wie Teile von zwei Zahnrädern.

d) Die Maxillarmuskeln sind zwei Paar. Das eine Paar der *M. abductor maxillae*¹ entspringt an dem lateralen Teil der Pleuralplatten in der Höhe des Ganglion frontale. Es inseriert an dem lateralen Rand der Maxillarbasis im Winkel zwischen den Maxillen und den Mandibeln. An dem medialen Rand des Ventralteils der Pleuralplatten in der Höhe des Labiums entspringt eine Gruppe kurzer aber ziemlich dicker *M.*

¹ Bei *Chironomus* verhält sich dieser Muskel wie ein Adductor und wurde von mir als ein solcher (1904) beschrieben.

adductores maxillarum, welche auf dem Chitinbalken inserieren, der die hintere Verlängerung des Innenrandes der Maxillen bildet.

e) Die labialen Muskeln sind entsprechend der Rückbildung der labialen Teile wenig entwickelt. Sie bestehen aus einem Paar dünner Muskelfäden, welche die Mündungsstelle der Glandula labii mit Hypopharynx verbinden. Diese Muskeln entsprechen den M. endolabiohypopharyngis der *Chironomus*-Larve.

Muskeln, welche die Bewegungen des Kopfes bewirken.

a) Rückziehmuskeln. Die ventralen Rückziehmuskeln entspringen an der Grenze zwischen dem zweiten und dritten Thoracalsegment und erstrecken sich nach vorn, um an dem ventralen Hinterrande zu inserieren. Die dorsalen Rückzieher sind schwache Muskeln, welche von der Grenze zwischen dem zweiten und dritten dorsalen Thoracalsegmente ausgehen und an den hinteren Rändern des Kopfes inserieren.

b) Ausschiebemuskeln. Die Muskeln, welche das Ausschieben des Kopfes bewirken, entspringen ventral und lateral an dem ersten Thoracalsegment und gehen rückwärts schief nach oben, um auf den lateralen Hinterrändern des Kopfes zu inserieren.

Muskeln der Körpersegmente.

In jedem Segment gibt es eine lateral gelegene Muskelrosette. Von dieser Rosette gehen folgende ventral verlaufende Muskeln aus: 1) Längsmuskeln, welche zwei aneinander gelegene Rosetten verbinden. 2) Muskeln, welche die Rosette mit dem medialen Vorderrand der zunächst davor gelegenen ventralen Segmentplatte verbinden. 3) Muskeln, welche zu dem lateralen Hinterrand der zunächst davor gelegenen ventralen Segmentplatte gehen. 4) Muskeln, welche zu der lateralen Mitte der davor gelegenen ventralen Segmentplatte gehen. 5) Muskeln, welche zu dem Vorderrand, der Mitte und dem Hinterrand des eignen Segmentes gehen. 6) Muskeln, welche zu dem Vorderrand, der Mitte und dem Hinterrand des nächst dahinter gelegenen Segmentes gehen. Dazu kommen dorsale Muskeln zu der Spirakelbasis, zu den Vorder- und Hinterrändern der Segmente in unregelmäßiger Anordnung. Diese Muskeln sind durch longitudinal verlaufende Muskelfäden unregelmäßig verbunden.

Die Muskelinsertionen (Taf. II, Fig. 19, 20 und 21).

Über die Muskelinsertionen an der Haut ist in histologischer Hinsicht nicht viel zu sagen. Sie sind sehr einförmig, nicht wesentlich von

dem allgemeinen Typus verschieden, welcher uns so gut wie an jedem Schnitt durch einen Arthropoden begegnet. Die Muskelzelle tritt an der Epithellage auf und befestigt sich an den Epithelzellen, welche sehnenartig umgewandelt werden. STAMM hat (1904) eine vergleichende Untersuchung über die Muskelinsertionen der Arthropoden vorgenommen. Er glaubt nicht an eine Muskelbefestigung direkt an dem Chitin, sondern läßt immer solche Sehnenzellen ausgebildet werden, welche die Befestigung der Muskelzelle vermitteln. Ich betone auch hier, daß derartige Befestigung die gewöhnlichste ist, und daß Ausnahmen von dieser Regel selten vorkommen. In einer früheren Arbeit (1902, 1) habe ich über zwei Fälle berichtet, welche nicht dieser Hauptregel folgten. Nun will ich, ehe ich auf eine Musterung der STAMMSchen Kritik über meine früheren Angaben eingehe, noch einen solchen Fall erwähnen, der mir sehr lehrreich scheint.

Der *M. retractor labri medialis* ist ein kurzer, verhältnismäßig wohl entwickelter Muskel, der sich von dem Labrum nach dem Frontalteil des Kopfes erstreckt. Gleich beim ersten Blick auf die Chitinlage bei der Insertionsstelle sieht man, daß hier etwas unregelmäßiges vorliegt (Taf. I, Fig. 19), denn das Chitin der Insertionsfläche ist bedeutend dünner als an der nächsten Umgebung dieser Fläche. Eine nähere Untersuchung ergibt die in Fig. 19 dargestellten Strukturen. An der rechten Seite der Muskelinsertion sehen wir, daß die Hypodermis (*Hyp*) sich sehr deutlich ausflacht und verschwindet, ehe sie die Muskelzelle erreicht. An der andern Seite erhebt sich die Hypodermiszelle an der Seite der Muskelzelle, ohne diese zu berühren. Die letzten dunkelgefärbten Q-Säulen der Fibrillen und sogar die vorletzte Reihe der Z-Körnchen liegen deutlich innerhalb der oberen Grenze der Hypodermiszelle. Da, wo an der linken Seite die Hypodermiszelle der Muskelzelle mit ihrem aufgehobenen Ende nahe kommt, ist die Sarcoplasmalage der Fibrillen nicht mehr nachweisbar. An der rechten Seite verschwindet die Sarcoplasmalage bei der letzten Reihe der Z-Körnchen. Ferner bemerke ich, daß die Fibrillen, welche sich von der letzten Z-Körnchenreihe bis zur Chitinschicht hinstrecken, ganz dieselbe Färbbarkeit und dasselbe Lichtbrechungsvermögen haben, wie z. B. die Fibrillen zwischen den Q-Säulen. Desgleichen bemerke ich, daß in der terminalen Fibrillenpartie keine Zellenkerne vorhanden sind. Den hier oben erwähnten Fall von direkter Muskelinsertion halte ich für völlig beweisend, wenn es überhaupt möglich ist, solch ein intricates Detail zu beweisen. Nun gehe ich zu einer Analyse der STAMMSchen Kritik über. Da die Diskussion dieser Fragen vielleicht von

prinzipieller Bedeutung ist, so werde ich hier auch in Einzelheiten eingehen.

STAMM hat es (1904) in seiner Arbeit: Om musklernes befaestelse til det ydre skelet hos leddyrene. D. Kgl. Danske. Vidensk. Selsk. Skrifter, 7. Raekke I, 2. unternommen, die Muskelinsertionen der Arthropoden zu studieren. Dabei kommt er zu der Schlußfolgerung, daß die Muskeln sich nie direkt am Chitin befestigen, sondern immer durch besondere Sehnzellen. Er kommt somit in Kollision mit meinen Angaben (1902) über die Muskelinsertionen in der Scheide von *Sarcophaga*, wo ich drei ungewöhnlichere Formen von Insertion nachgewiesen habe.

Der erste Insertionsmodus, welchen ich da beschrieben habe, wird von STAMM mit den Worten: »Et Blik paa hans Figur af ,den direkte Insertion' (loc. cit. Fig. 4) viser dog straks dennes store Overensstemmelse med en af mine egne (Fig. 20) hvorfor jeg da heller ikke tager i Betaenkning at fortolke den paa ganske samme Maade« abgefertigt. Ich gebe gern zu, daß die beiden Figuren einander ziemlich ähnlich sind, so ähnlich sind sie jedoch nicht, daß man diese Insertionsmodi ohne weiteres für identisch erklären kann. Der oben angeführte und abgebildete Fall von direkter Insertion an der Kopfkapsel der *Mycetophila*-Larve hat deutlich gezeigt, daß Sehnzellen nicht für eine Insertion dieser Art notwendig sind. Es ist somit nicht a priori unwahrscheinlich, daß solche Fälle auch bei *Sarcophaga* vorkommen können, obschon sie STAMM nicht gesehen hat. Die Ursache, warum ich meinen Aufsatz (1902) geschrieben habe, war diejenige, einige Eigentümlichkeiten im Verhalten des Chitins und Epithels zu den tieferliegenden Gewebearten zu demonstrieren. Ein jeder, der sich nur ein wenig mit Insektenanatomie beschäftigt hat, kennt die gewöhnlichen indirekten Insertionen nur allzu wohl, so daß ich mich über diese nicht habe auszulassen brauchen.

Der zweite Insertionsmodus, den ich (1902, 1) beschrieben habe, kann folgendermaßen dargestellt werden. Die Muskeln treten unverzweigt bis in die Nähe der Epithelzellen. Hier teilen sie sich in einige feine Zweige, welche sich zwischen die Epithelzellen drängen. Sie verlieren ihre Querstreifung, sobald sie die Epithellage erreicht haben. Ehe sie die Chitinlage erreicht haben, lösen sie sich in ihre Primitivfibrillen auf und enden chitinisiert in dem Chitin. Dies scheinen mir hinreichend bestimmte Angaben zu sein, um solche Erklärungsversuche zu verhindern, wie diejenigen, welche STAMM versucht. Er sucht diese verzweigten Muskelfädchen mit den Verbindungsbrücken zu vergleichen, welche die Muskelzellen mit den Epithelzellen bisweilen verbinden. Er sieht jedoch ein, daß solch ein Vergleich nicht zum Ziel führt, und dann

greift er zu einem »Observationsfehler«, um die lästigen Fibrillen und Fibrillenkegel wegzuräumen. Dieser Fehler könnte um so leichter begangen werden, meint STAMM, weil meine Schnitte, »nach der Zahl der Kerne zu urteilen, nicht besonders dünn gewesen wären«. Nun verhält es sich aber leider so, daß diejenigen Schnittserien, von welchen die Figuren gezeichnet sind, von Schnitten herkommen, welche zwischen $1\ \mu$ und $3\ \mu$ dick sind (ZIMMERMANN-MINOT, Mikrotom).

Zuletzt glaubt STAMM, wenn seine oben erwähnte Auffassung über die umspinnenden Fibrillen nicht richtig ist, daß diese Muskelfädchen »innerhalb der Hypodermis¹ gebildet sind«. Er legt deshalb kein Gewicht darauf, daß die Fibrillen in der Figur deutlich zwischen den Zellen liegen, denn er hegt »einen nicht geringen Zweifel über das Dasein der in den Figuren so hervortretenden Zellengrenzen«. Wenn man, wie STAMM, seine Objekte in kochendem Wasser oder Alkohol oder Formol-Sublimat fixiert und dann $5\text{--}10\ \mu$ dick schneidet, und somit fast alle Möglichkeiten von Verwendung prägnanter Färbungsmethoden ausgeschlossen hat, da kann es nicht Wunder nehmen, daß die Zellgrenzen verschwinden und die Muskelfädchen nicht wahrnehmbar werden. — Da dieser Insertionsmodus von prinzipieller Bedeutung ist, werde ich ihn unten im Anschluß an eine neue Figur ausführlich behandeln. Da werde ich auch STAMMS »Stöttetraade« (Verbindungsbrücken), ebenso meine Epithel-Muskelbrücken, näher erwähnen.

So komme ich endlich zu der eigentümlichen indirekten Insertion, welche ich bei *Sarcophaga* nachgewiesen habe. Dieser Insertionsmodus stimmt besser mit STAMMS Schema überein, deshalb hält er sich hierbei nicht auf, obschon derselbe, »keinen besonders glaubwürdigen Eindruck macht«. Eine Nachprüfung der Präparate zeigt aber, daß diese Insertion sich ganz so verhält, wie ich sie früher beschrieben habe.

Aus diesen Auseinandersetzungen geht mit hinlänglicher Deutlichkeit hervor, daß direkte Muskelinsertionen bei den Insekten in der Ausdehnung wenigstens wie ich sie (1902) vorgeführt habe, vorkommen, und daß STAMM (1904) entschieden im Unrechte ist, wenn er dieselben verneint.

Ich kehre nun zu meiner zweiten in der fraglichen Arbeit dargestellten Muskelinsertion zurück. Ich habe sie folgendermaßen beschrieben (1902, S. 484): »Die Muskelzellen verlieren ihre Querstreifung, sobald sie die Epithelien erreichen. Hier breitet sich die Zelle in eine Zahl Äste aus, die neben einer dünnen Sarcogiallage Muskelfibrillen

¹ Hypodermis nennt man nur die Matrixzellen der Oberhautcuticula!

enthält. Diese Äste umspinnen die Epithelien, indem sie sich nach der Chitinschicht hin ausstrecken. Bald (ehe sie dieselbe erreicht haben) lösen sie sich in ihre Primitivfibrillen auf, die in das Chitin eindringen, wo sie chitinisieren und also zum Aufbau desselben beitragen, ganz wie im vorigen Falle.«

Zu dieser Beschreibung paßt die hier beigefügte neue Figur vollständig. In einigen Hinsichten ist sie jedoch ein wenig deutlicher. Die Endverzweigungen der Muskelzellen können nicht mißgedeutet werden. Die Epithelzellen sind deutlich, sogar sehr deutlich, voneinander abgegrenzt, auch da, wo keine Muskelfädchen die Scheidewände noch mehr markieren. Die Fädchen, welche zwischen den Epithelzellen liegen, sind an den fraglichen Präparaten bräunlich gefärbt und diese Farbe kontrastiert gut mit dem bläulichen Farbenton der Epithelzellen. Einige Fädchen besitzen ihre Querstreifungen noch nachdem sie zwischen die Epithelzellen eingedrungen sind. Wenigstens besitzen diese Fädchen eine Sarcogiallage, welche die deutlich wahrnehmbaren Fibrillen umkleidet. Wenn die Fibrillen 5—8 μ mehr distal sich in deutlich voneinander gesonderte Fibrillen auflösen, so ist es außerordentlich wahrscheinlich, daß diese Fibrillen mit den Primitivfibrillen identisch sind. Dies ist, wie mir scheint, nicht nur eine Behauptung¹, sondern vielmehr eine gut motivierte Behauptung. An der neuen Figur treten einige andre Details deutlich hervor, welche in der alten nicht deutlich waren.

Erstens kann man die Fibrillen außerhalb der Matrixlage verfolgen. An dem Präparat ist die Chitinschicht von einer Secretansammlung zwischen den Epithelien und der Chitinschicht abgesprengt worden. Hierbei sind die Fädchen, welche früher in dem Chitin lagen, von diesem losgezogen worden. In der Chitinschicht sind feine Poren oder Kanäle entstanden, welche genau den Fibrillenbündeln entsprechen. Dies Verhältnis beweist für diese Insertionsart, daß die Fibrillen wirklich in das Chitin eindringen, und hier die Streifen hervorrufen, welche ich früher (1902, S. 485, Fig. 5) abgebildet habe. Wahrscheinlich sind auch diejenigen Streifen, welche Stamm (l. c. Taf. II, Fig. 20) gesehen hat, auf solche Fibrillen zurückzuführen und nicht nur ein Ausdruck für eine verschiedenartige Zusammensetzung des Chitins oberhalb der Insertionsfläche.

Zweitens lenke ich hier die Aufmerksamkeit auf die in diesen Präparaten so außerordentlich schön hervortretenden Randkörper der

¹ Stamm l. c. S. 147.

Epithelzellen (»Blepharoplasten«). Gewöhnlich liegen diese Körperchen je auf einem intracellulären Fädchen. Oft konvergieren diese Fädchen konisch in der Richtung des Kernes. Ich habe schon früher diese Körperchen mit den basalen Körperchen der Stäbchensäume verglichen, und dabei darauf hingewiesen, daß das Chitin der Scheide von *Sarcophaga* aus vertikal gerichteten Säulchen bestehe. Die erneute Untersuchung hat diese Ausführungen nur bestätigt.

STAMM (l. c.) hat eine Art von Verbindungen zwischen Muskelzellen und Epithelzellen bei der Scheide von *Sarcophaga* gesehen. Er beschreibt diese unter dem Namen »Stöttetraade« (Stützfäden). Diese Stützfäden faßt er als epitheliale Verbindungsbrücken auf. Das Plasma dieser Brücken scheint von einer fadenförmigen Masse gebildet zu sein, die distal den Eindruck macht, als wäre sie kegelförmig verbreitert. An dem Muskel nehmen dieselben ihren Anfang außerhalb einer dunkelgefärbten Scheibe. Diese Brücken scheint er mit den Epithel-Muskelbrücken homologisieren zu wollen, welche ich 1902 beschrieben habe. Lange waren mir die STAMMSchen Verbindungsbrücken ein Rätsel, bis ich sie auch in meinen Präparaten entdeckte. Diese »epithelialen« Brücken sind dünne Muskelfädchen mit deutlichen Querstreifungen, welche von einer dunklen Scheibe aus an größeren Muskeln hervortreten. Sie bestehen aus zahlreichen Muskelfibrillen, welche sich distal ausbreiten, um eine Epithelzelle zu durchsetzen. Diese Insertionen sind mit denjenigen, welche ich früher (l. c.) als indirekten Insertionsmodus beschrieben habe, beinahe identisch. Man wird vielleicht einwenden: warum sind diese Brücken nur an meinen Präparaten querstreift, warum hat STAMM nicht diese Querstreifung gesehen? Auf diese Frage möchte ich antworten, daß, wenn die Schnitte nicht außerordentlich dünn sind und die Brücken wirklich geschnitten sind, so kann man aus Lichtbrechungsursachen wahrscheinlich nicht die Querstreifen sehen. Außerdem färben sich die großen Hauptmuskeln anders als die Seitenzweige derselben und es ist nicht a priori vorauszusetzen, daß die Seitenmuskeln sich mit denselben Färbungsmitteln gut färben lassen, welche an den Hauptmuskeln gute Färbung hervorrufen. — Die Stützfäden sind somit keine epithelialen Verbindungsbrücken, sondern sind kleine Seitenmuskeln, welche an den Epidermiszellen inserieren.

Was nun endlich die von mir beschriebenen Epithel-Muskelbrücken betrifft, so sind diese von einer ganz andern Art. Ich finde heute die Beschreibung ganz zutreffend, welche ich 1902 (l. c., S. 487, Fig. 7) gab: »Daß ein Sarcogliafortsatz der Muskelzelle mit dem Zellkörper einer Epithelzelle in völliger Kontinuität steht.«

Nach diesen Auseinandersetzungen halte ich die Frage über die Muskelinsertionen der Sarcophaga-Scheide meinetwegen für abgetan.

Die Ernährungsorgane (Taf. I, Fig. 17, Taf. III, Fig. 23—36).

Der Oesophagus besteht aus einer engen Röhre, deren Intima in fünf Längsfalten gelegen ist, so daß sie an einem Querschnitt wie ein fünfeckiger Stern in der Mitte hervortritt (Taf. III, Fig. 32 *oe*). Er besitzt eine wohlausgebildete Ringmuskellage.

Der Oesophagus stülpt sich beinahe unverändert in den Proventrikularteil des Darmes ein.

Der Proventriculus (Taf. III, Fig. 30 *PV*) erscheint makroskopisch als ein nach vorn abgerundeter, kurzer Cylinder. In dem feineren Bau stimmt er wenigstens in Hauptzügen mit demjenigen vortrefflichen Schema überein, welches VIGNON (1901) gegeben hat. Das ganze Gebilde ist jedoch viel gedrungener und fester gebaut bei der *Mycetophila*-Larve als bei der *Chironomus*-Larve. Der Oesophagus senkt sich tief hinein. Hierdurch wird die ringförmige Proventrikulartasche gebildet, welche von einer äußeren (Taf. III, Fig. 31 *ä.B*) und einem inneren Blatte (*i.B*) der Proventriculuswände gebildet ist¹. An einem Querschnitt (31) durch den Proventriculus sieht man somit drei konzentrische Ringe. Der innerste wird vom Oesophagus (*oe*) mit Muskellage (*M.oe*), der mittlere vom inneren (*i.B*) Proventrikularblatt mit großen, glashellen Zellen und der äußere vom äußeren (*ä.B*) Blatte mit Drüsenzellen gebildet. Zwischen Außen- und Innenblatt liegt die ringförmige Proventriculustasche.

Die Muskelschicht des Oesophagus verhält sich im Proventriculus

Bei der parasitisch lebenden Larve von *Thrixion Halidayanum* Rond., welche von PANTEL (1898) anatomisch untersucht worden ist, gibt es an dem hinteren Teil des Oesophagus eine »Region des cellules claires« und hinter dieser eine »Region des cellules épithéliales ordinaires«. Die erste Region entspricht offenbar der Innenschicht (mit glashellen Zellen), die zweite der Außenschicht des Proventriculus. Bei *Thrixion* ist der Oesophagus nicht in dem Proventriculus eingestülpt, sondern die Teile des Proventriculus haben hier ihre Lage hintereinander behalten. PANTEL (l. c.) hat auch diese Homologie (S. 109) angedeutet. Er faßt die glashellen Zellen als eine Art fester knorpelartiger Zellen auf, welche er mit den Zellen der Chorda dorsalis der Vertebraten vergleicht. Ich glaube nicht an eine besondere Festigkeit dieser Zellen, sondern halte sie vielmehr für flüssigkeitserfüllte, nur durch Turgescenz feste Gebilde. Sie zeigen nämlich allzuoft die deutlichsten Schrumpfungphänomene den Fixierflüssigkeiten gegenüber. Auch färbt sich der Inhalt nur sehr unbedeutend auch mit solchen intensiv wirkenden Farbstoffen wie Eisenhämatoxylin.

eigentümlich, indem sie während ihres ganzen Verlaufs im Proventriculus stets kleine Muskelzweige radiär abspaltet, welche sich zwischen die glashellen Zellen nach dem Innenrand der Proventrikulartasche begeben (Fig. 31 *b.Mr*). Sie befestigen sich hier in der Cuticularschicht dieser Zellen. Somit ist hier noch ein Beispiel von direkter Muskelinsertion gegeben.

Die glashellen Zellen der inneren Proventrikularschicht sind nur kopfwärts vollständig ausgebildet. Nach hinten aber sind sie degeneriert (Taf. III, Fig. 33); der Zelleib ist hier abgeplattet und liegt gegen die Cuticularschicht gedrückt. Die Muskelradien spannen sich hier über wahrscheinlich Flüssigkeit enthaltende Hohlräume aus.

Ich möchte hier auch die Aufmerksamkeit auf den eigentümlichen Stäbchensaum und die eigentümlichen Hakenbildungen lenken, welche als Parietalbildungen der glashellen Proventrikularzellen vorhanden sind (Taf. III, Fig. 33, 34).

Der feinere Bau der glashellen Zellen eignet sich außerordentlich gut zur Begründung der Theorie über Stäbchensäume und gewisse andere Cuticularbildungen, welche ich (1902, 2) aufgestellt habe.

Die Zellen (Taf. III, Fig. 34) sind sehr groß. Der Zelleib ist größtenteils unfärbbar, an Eisenhämatoxylinpräparaten treten nur einige feine Fädchen- und Körnchenbildungen hier und da im basalen Zelleib undeutlich hervor. Parietal aber besitzt die Zelle Strukturen, welche auffallend und hochinteressant sind. Die Zelle ist von einer dicken Cuticularschicht (*Cut*) bekleidet, welche beinahe so dick ist, wie die Hälfte der Zellenhöhe. Diese Cuticularschicht ist aus unregelmäßig miteinander verflochtenen Chitinfädchen aufgebaut, welche wahrscheinlich als fadenförmige Secrete der Matrixzelle anzusehen sind. Diese Schicht besitzt hier und da Flächenpartien, welche mit dicht aneinander stehenden spitzen, gelbchitinierten Stacheln (*SS*) besetzt sind. Folgt man nun solch einem Stachel nach innen, so kann man oft sehen, daß dieser Stachel sich in ein feines, schwach gebogenes Fädchen, welches die ganze Cuticularschicht durchbohrt, nach innen fortsetzt. Diese Fädchen durchdringen die Zellgrenzen und tragen nahe an der Zelloberfläche ein undeutlich sichtbares intracelluläres Körnchen. Von diesem Körnchen ab kann man das Fädchen noch weiter nach innen im Zelleib verfolgen. Hier konvergieren die verschiedenen Fädchen zu einem konischen Bündel (Taf. III, Fig. 34 *FK*), welches in der Höhe des Zellkerns spitz endet. In einer der fraglichen Proventrikularzellen kann es zwei bis drei solcher Fädchenkegel geben, je nach der Zahl der Borstengruppen, welche der Zelle angehören.

Ich kann hier besonders kräftig die Übereinstimmung im Bau dieses Zellenbesatzes mit dem Bau der gewöhnlichen Flimmerzellen hervorheben. Ich erinnere somit an den Bau gewisser Ciliarzellen von *Lumbricus*, welche in der Literatur beschrieben worden sind. Diese Ciliarzellen besitzen Fädchenkegel usw. ganz wie die Stäbchenzellen der *Mycetophila*-Larve.

Ein Beispiel, wie das obige, scheint mir sehr geeignet zu sein, die Morphologie des Stäbchensaumes zu erklären. Meiner Meinung nach ist der Stäbchensaum auf einen starr gewordenen Ciliarsaum zurückzuführen. Man kann freilich einwenden, daß die Basalkörperchen (»Blepharoplasten«) der Cilienzellen bei Eisenhämatoxylinfärbung sich intensiv schwarz färben, die Basalkörperchen der Stäbchenzellen aber sich nur verhältnismäßig schwach färben. Dieses Verhalten kann aber nicht verwundern, denn wenn in dem einen Fall der Basalkörper zu einem beweglichen Haar gehört und im andern zu einem unbeweglichen, so müssen diese Körperchen verschiedene physiologische Bedeutung haben und deshalb am wahrscheinlichsten auch verschiedene chemische Zusammensetzung aufweisen. Die verschiedenartigen chemischen Zusammensetzungen aber geben bei Färbung Anlaß zu verschiedenartiger Färbung. Es ist, wie mir scheint, somit gewiß, daß, wenn Ciliar- und Stäbchensäume morphologisch gleichwertige Gebilde sind, man a priori annehmen kann, daß die Basalkörperchen der beiden Gebilde sich verschieden färben müssen. Von vergleichend-anatomischen Gesichtspunkten ist es beinahe unerklärlich, daß bei fast allen Tiergruppen Cilien vorkommen und nur die Arthropoden Cilien gänzlich entbehren (oder nur an den Spermien besitzen). Dies kann nur dadurch erklärt werden, daß die Ciliarsäume hier Verwandlungen durchgemacht, welche sie unkenntlich gemacht haben.

In demjenigen Teil des inneren Blattes der Proventrikulartasche, welcher mit dem äußeren in Berührung steht, gibt es außer dem soeben beschriebenen eigentümlichen Stäbchensaum noch eine eigentümliche Borstenbildung. An den Stellen, wo die radiären Muskelfäden an die Oberfläche der glashellen Zellen gelangen, gibt es nämlich hier für jeden Radiärmuskel eine Gruppe schwarzer nach hinten gerichtete, zugespitzte, gerade Borsten.

In der Proventrikulartasche wird die sog. peritrophische Membran als Absonderungsprodukt gewisser Zellen gebildet. Soweit die peritrophische Membran gebildet ist, tritt sie aus der Tasche hervor. Es ist offenbar, daß die Bürsten der glashellen Zellen bei diesem Hervorschieben eine große Rolle spielen können, besonders diejenigen, welche

an dem Ende eines Muskelradius gelegen sind. Ich meine, daß die Bürsten, welche der peritrophischen Membran anliegen oder sogar in dieselbe eingreifen, bei Contraction der Muskeln als Vorschieber dienen müssen und somit, daß die Muskelradien bei jeder Contraction sowohl ein Hervorgleiten der Membran als auch die Schluckbewegungen des Oesophagus bewirken. Dies erklärt auch zum Teil das Fehlen der Bürste da, wo die peritrophische Membran nicht mehr in der Tasche steckt.

Der Mitteldarm. Der Mitteldarm ist lang und weit. Er ist dreimal korkzieherförmig gewunden. Seine Wände sind ziemlich dünn. Vorn besitzt er eine Drüsenzzone mit Mitteldarmdrüsen.

Die Mitteldarmdrüsen sind vier. Von diesen sind drei wenig ausgebildet, himbeerförmig (vgl. DUFOUR 1839, 1, 2 referiert hier S. 15). Die vierte Drüse ist aber sehr gut entwickelt, wurmförmig (Taf. III, Fig. 30 *M.D.D.*). Die Secretionszellen der Drüsen sind verschieden groß, je nach dem Stadium der Tätigkeit, in dem sie sich befinden. Sie besitzen einen gut ausgebildeten Stäbchensaum (Taf. III, Fig. 35). Immer bilden die Zellen an der inneren Seite zahlreiche Höcker oder Falten, während die äußere Seite nur verhältnismäßig wenige solcher Falten besitzt, welche die himbeerähnliche oder wurmförmige Gestalt der Drüsen hervorrufen.

In einem Stadium von größter Tätigkeit schwellen die Zellen gewaltig an (Taf. III, Fig. 35), indem in ihrem Inneren eine große Vacuole entsteht. Diese Vacuole wird immer größer und verschiebt den Zellinhalt basalwärts. Untersucht man die Begrenzungen dieser Secretionsvacuole näher, so findet man, daß sich hier eine besondere stäbchensaumartige Begrenzungsschicht ausgebildet hat. Diese Schicht manifestiert sich als ein wirklicher Stäbchensaum dadurch, daß es in ihm Basalkörperchen gibt. Distal werden die Stäbchen von einer dünnen Membran zusammengehalten. Oft, besonders wenn die Secretvacuole sehr groß ist, liegt in der Secretmasse ein zellenkernähnliches Gebilde. Von der Vacuolenwand erstreckt sich eine schlauchförmige Einstülpung nach diesem Secretkern hin. An der Mündung dieser Einstülpung liegt der Kern der Drüsenzelle und schiebt gewöhnlich einen dreieckigen Vorsprung in die Mündung der Einstülpung hinein. Es fehlen mir die Stadien, welche wahrscheinlich beweisen würden, daß dieser blaße Secretkern ein Derivat des Kernes der Drüsenzelle ist.

Das Schicksal der Secretvacuole, nachdem sie ihre definitive Größe erreicht hat, kenne ich nur unvollständig. Ich weiß nur, daß es im Inneren des Drüsenlumens große Secretblasen gibt, die als Überzug den

losgelösten inneren Stäbchensaum haben. Aus dieser Tatsache kann man schließen, daß die Vacuolen nebst ihrer Begrenzungshaut und den Stäbchen von der Drüsenzelle frei werden, ohne ihr Secret auszugießen. Wie die Secretblasen frei werden, weiß ich nicht, vermute aber, daß die Drüsenzelle apical aufplatzt.

Nicht alle Zellen secernieren so stark, wie die eben beschriebenen. Solche Vorgänge scheinen sogar nur selten bzw. nur in einem gewissen Larvenstadium vorzukommen, denn ich habe diese Bilder nur bei einem Tier gefunden. Die Secretion der Mitteldarmdrüsen vollzieht sich im allgemeinen auf einem andern Wege als dem oben geschilderten. — Öfters werden nämlich nicht große Secretblasen ausgebildet, sondern die Drüsenzellen¹ bleiben in normaler Größe. Bei diesem letzten Secretionsvorgang entstehen (Taf. III, Fig. 35) nur kleine Vacuolen, welche sich unterhalb des Stäbchensaumes ansammeln, um ihr Secret zwischen die Stäbchen des Saumes zu entleeren. Das Secret dieser Zellen scheint aus feinsten Körnchen zu bestehen, während das der größeren Zellen mehr fädchenähnlich coaguliert.

Der Mitteldarm. Eine Untersuchung des feineren Baues des Mitteldarmes ergibt folgendes. Abgesehen von dem Teil des Mitteldarmes, welcher die Mitteldarmdrüsen trägt, besteht der Mitteldarm aus zwei verschiedenen Hauptteilen. Der erste Teil, welcher durch dünne, wenig drüsenreiche Wände ausgezeichnet ist, scheint hauptsächlich als Aufspeicherungs- und Absorbtionsort der Nährmittel zu fungieren. Die Zellen sind hier außerordentlich groß, flach, mit flachen Kernen. An einem Querschnitt durch den Mitteldarm findet man hier öfters nur einen Kern und es kann sogar auch dieser fehlen. Die feinere Struktur der Zellen interessiert uns hier nur wenig. Ich will nur bemerken, daß diese Zellen einen niedrigen Stäbchensaum besitzen, und daß sie parietal vacuolenreich sind und sich hierdurch als secernierende Zellen kennzeichnen. Basal ist der Zelleib ein wenig lockerer als parietal und besitzt hier sogar ein dichtes Plasma (Taf. III, Fig. 36).

Der zweite Abschnitt ist der eigentliche Drüsenteil des Mitteldarms. Er verengt sich nach hinten und geht in den Hinterdarm über. Die Drüsenzellen stimmen hier vollständig mit den Zellen der Mitteldarmdrüsen überein. Die Secretionsvorgänge sind auch dieselben. Es gibt somit sowohl die normalen Drüsenzellen als auch die kolossal großen, welche oben beschrieben sind. Ebenso sind die Zellen hier kleiner; die Kerne sind rundlich und der Stäbchensaum ziemlich hoch.

¹ Vielleicht sind diese Zellen zugleich Absorbtionszellen.

Als mesodermales Element ist der Mitteldarm von einigen längsverlaufenden Muskelgruppen begleitet (Taf. III, Fig. 36 *Mz*).

Der Hinterdarm (Textfig. *B* [Taf. III, Fig. 29 *HD*]).

Es ist sehr schwierig, durch Präparation den Hinterdarm der Larve klarzulegen, denn dieser Darmabschnitt wechselt so in den einzelnen Partien an Dicke, daß er bisweilen nicht größer ist als die Malpighischen Gefäße und dann sehr leicht mit diesen verwechselt werden kann. Ferner ist er durch plötzliche Einschnürungen in verschiedene Abteilungen geteilt, was ich bei keiner andern Insektenlarve beobachtet habe. An der Übersichtsfigur 29 ist der Hinterdarm nicht in der natürlichen

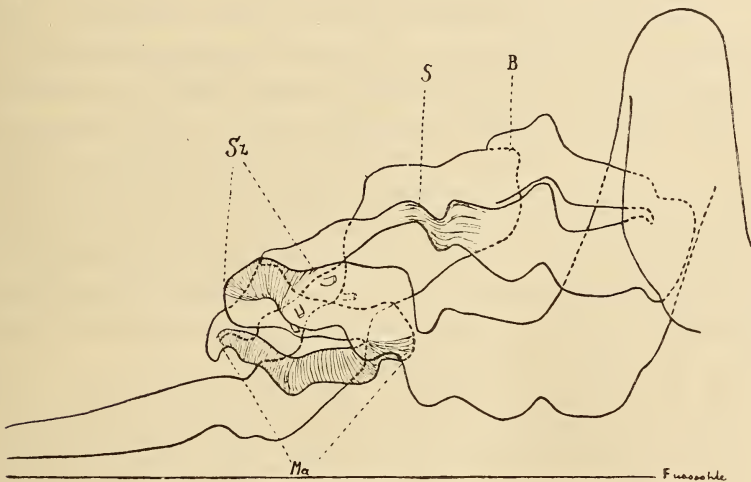


Fig. *B*.

Lage gezeichnet. Die Windungen sind nämlich ein wenig voneinander entfernt worden. In der natürlichen Lage (Textfig. *B*) liegen sie viel mehr zusammen.

An der Textfig. *B*, welche nach einer Schnittserie rekonstruiert ist, ist der Hinterdarm mehr in natürlicher Lage und mit den Einkerbungen usw. gezeichnet.

Der Mitteldarm ist, ehe er in den Hinterdarm übergeht, ein wenig wellenförmig gekrümmt und hat einige Einschnürungen. Er verläuft gerade nach hinten. An der Grenze zwischen Mittel- und Hinterdarm münden die vier nicht eigentlich langen, aber sehr unregelmäßig gewundenen Malpighischen Gefäße. Hinter den Mündungsstellen dieser Gefäße kommt die erste nach hinten verlaufende Hinterdarmpartie. Die

einfache Epitellage und die Chitinintima dieses Abschnittes liegen in einigen längsverlaufenden Falten und die Muskellage ist hier gut entwickelt und bildet eine Sphincterzone (*Sz*).

Der Hinterdarm biegt unmittelbar hinter dem Sphincter um nach innen und vorwärts und dann folgt eine ziemlich kurze Partie mit ebenen Epithelwänden und sehr unbedeutender Muskelschicht. Diese Abteilung reicht nur bis zu der nächsten Umbiegung des Darmes, welche sich ziemlich bald vollzieht.

Sobald der Darm sich wieder nach hinten gerichtet hat, wird die Muskellage wieder dick und der Darm verengt sich bis zu der nächsten Umbiegung. Diese Partie des Darmes stellt eine zweite Sphincterpartie dar (*Ma*). Nach der nächsten Umbiegung verläuft der Darm nach innen, und ein wenig nach oben wieder nach vorn gerichtet. Er ist nun wieder dünnwandig. In der Mitte dieses Abschnittes besteht eine bedeutende Einschnürung (*S*), wo die Darmintima in einigen längsverlaufenden Falten liegt. Dieser Abschnitt drängt sich vorn in die Mitteldarmspirale ein, ehe er wieder umbiegt, um nach hinten anfangs verengt, später allmählich sich erweiternd zu verlaufen. Bald aber erweitert sich dieser Darmabschnitt plötzlich beinahe bläschenförmig und wendet sich schief nach hinten und unten, um je nach dem Inhalt abwechselnd sich erweiternd oder verengend, direkt zu dem After zu gehen¹. Der allerletzte Abschnitt ist breiter als hoch und liegt in einigen längsverlaufenden Falten. Ein Sphincter ist auch hier vorhanden.

Die Malpighischen Gefäße sind vier nicht besonders lange, aber sehr unregelmäßig gewundene Röhren, welche proximal ziemlich eng sind und distal ein wenig weiter werden. Mit ihren freien Enden halten sie sich an der letzten Hinterdarmabteilung fest, indem sie zwischen die Muskelfädchen dieses Darmabschnittes eindringen. Ihre Befestigungsstelle liegt nicht apical an den Gefäßen, sondern ihre Spitzen sind wieder frei geworden und setzen die Windungen der Gefäße wieder fort.

Wenigstens einige der Malpighischen Gefäße sind in zwei bis drei Ästchen geteilt.

Die Speicheldrüsen (Taf. III, Fig. 29 *Spd*), welche eine sehr große Rolle in dem Larvenleben spielen, sind gewaltig entwickelt. Dies hängt damit zusammen, daß die Larve den Speichel zu allerlei Zwecken benutzt. Die Bewegungen der Larve werden nur dadurch möglich, daß sie in dem von dem Tier auf der Unterlage ausgebreiteten Speichel geschehen.

¹ Der letzte Abschnitt des Hinterdarms besitzt sogar einen Blindsack (*B*) bei dem Übergang zu der vorletzten Abteilung des Darmes.

Bei eintretender Puppenruhe spinnt die Larve einen Kokon aus dem Speichel usw. In Übereinstimmung hiermit sind die Speicheldrüsen, wie gesagt, gewaltig entwickelt. Die Drüsen liegen in den Darmspiralen (Taf. III, Fig. 29) eingewickelt. Die rechte hat ihren Drüsenteil besonders am vorderen Teile des Mitteldarmes und das Ende (*S. Spd*) desselben liegt vor dem Proventriculus nach vorn gerichtet. Die linke ist in dem Hinterteil des Mitteldarmes gelegen und hat ihre Spitze (*S. Spd*) ungefähr an der Mitte dieses Darmabschnittes. Die wechselnd ungleich weiten Drüsenröhren münden in zwei Sammelröhren ein, welche sich zu einem gemeinsamen kurzen Ausmündungsgang vereinen. Dieser Gang mündet an der Unterseite des Kopfes unterhalb des Hypopharynx.

Das Nervensystem (vgl. Taf. II, Fig. 18, 22—28).

Die Schlundganglien liegen bei den jüngsten Larven beide im Kopf, bei älteren aber beide außerhalb des Kopfes (Taf. II, Fig. 18). Sie sind miteinander durch zwei ziemlich lange, schlanke »Commissuren« verbunden (Taf. III, Fig. 37).

Das obere Schlundganglion ist in der Mitte verkürzt. An den Seiten breitet es sich in zwei großen Seitenlappen aus. An dem hinteren, lateralen Teil entspringt ein kurzer N. opticus, der sich zu den Imaginalorganen der Facettenaugen begibt, um von hier aus, ein wenig degeneriert, zu den Punktaugen weiter zu gehen. Von dem vorderen Teil des oberen Schlundganglions ein wenig medialwärts von dem Austritt des N. opticus (*N. opt.*), geht ein schwacher N. antennarum (*N. ant.*) aus. Dieser Nerv begibt sich zu den Imaginalantennen und von diesen zu den larvalen hin. Medialwärts von dem N. antennarum, ungefähr an der Austrittsstelle der »Schlundcommissuren«, entspringt am Vordertheil des oberen Schlundganglions ein grober N. labro-frontalis (*N.l.f.*). Dieser teilt sich vorn in zwei Zweige. Der eine innerviert die labrale Muskulatur, der andre begibt sich nach dem Gangl. frontale (*G. f.*), das bei dieser Art gut entwickelt, elliptisch ist. Das Gangl. frontale erhält somit von jeder Seite her einen groben Nervenzweig von dem N. labrofrontalis. Von dem Gangl. frontale aus geht nach hinten ein unpaariger N. recurrens (*N. rec.*). Nach vorn sendet das Gangl. frontale einen Nerv zu der Tuba buccalis und einen andern zu dem Labrum.

Außer den oben erwähnten Nerven geht noch hinten ein Nervenpaar aus dem oberen Schlundganglion hervor. Diese Nerven kommen von dem medialen Hinterrande des oberen Schlundganglions her und verlaufen nach hinten, schräg dorsalwärts. Es sind sehr kurze Nerven,

welche bald in je ein spindelförmiges Ganglion übergehen, das der ventralen Seite des Rückengefäßes dicht anliegt und hier den medialen Teil des am Vorderteil des Blutsinus gelegenen Zellenkomplexes («Gefäßknäuels») mitbildet. Diese Ganglien entsprechen wahrscheinlich den gangl. symp. post. cerebral. (JANET [1899]), welche bei Ameisen vorkommen (Taf. III, Fig. 37, *G. symp.* 38).

Das untere Schlundganglion (Taf. III, Fig. 37) ist ziemlich breit und flach. Von dem unteren Schlundganglion gehen folgende Nerven aus:

1) *N. mandibularis* (*N. md.*), welcher der Schlundcommissur basal folgt, er teilt sich bald in drei Äste, von denen der obere zu den Adductorenmuskeln der Mandibeln, der mittlere zu dem Innern der Mandibel und der untere zu dem hinteren Rande des Mandibulargelenkes geht.

2) *N. maxillaris* (*N. mx*) gibt bald nach dem Austritt aus dem Schlundganglion einen schwachen Nerv ab, welcher zu dem Lateralrand der Imaginalorgane der Maxillen geht. Der eigentliche Maxillarnerv teilt sich in zwei Zweige, von denen der eine zu dem Medialrand des Imaginalorganes und der andre zu dem Ventralteil desselben geht.

3) *N. labialis* (*N. lab.*) teilt sich in zwei Nervenzweige, von denen der eine zwischen den Ausführgang der Glandula labii und den Imaginalorgan des Labiums eindringt und der andre sich nach der Ventralseite dieses Imaginalorganes begibt. Und

4) *N. problematicus* (*N. probl.*), der aus dem Lateralteil des unteren Schlundganglions in derselben Sagittalebene wie der *N. maxillaris* hervorgeht. Er verläuft schief nach vorn und nach oben und passiert den vorderen lateralen Teil des oberen Schlundganglions. Bei dem Hinterrande des Kopfes wird er gangliös und sendet einen Zweig zu dem dorsalen Hinterrand des Kopfes. Der Hauptzweig wird noch einmal gangliös und endet in dem Sarcolemma der dorsalen Einziehermuskeln des Kopfes.

Der von mir bei der *Mycetophila*-Larve gefundene *N. problematicus* könnte vielleicht mit dem von BENTSSON (1897, 1904) verteidigten *N. endolabii* parallelisiert werden. Er entspringt dorsal wie der *N. endolabii* ein wenig mehr rückwärts als dieser. Der *N. endolabii* begibt sich nach BENTSSON zu dem Endolabium; der *N. problematicus* hingegen zu dem dorsalen Hinterrand des Kopfes und zu den Einziehermuskeln. Würden wir aus diesem Verhalten ein neues Segment des unteren Schlundganglions proklamieren und als andre Organe dieses Segmentes den Hinterrand des Kopfes und die

dorsalen Einziehermuskeln ansehen, so würde gewiß niemand diese Auffassung teilen. Deshalb halte ich auch diesen dorsalen Nerv für ein mit den übrigen Nerven, welche von dem unteren Schlundganglion ausgehen, nicht homologes Gebilde. Hingegen halte ich diesen N. problematicus für einen integumentalen Nerv, welcher irgendeinem der Ganglien des unteren Schlundganglions angehört, vielleicht dem Labialganglion. Es gibt aber im unteren Schlundganglion wenigstens drei Ganglien. Wäre es vielleicht eine zu weitgehende Annahme, daß diese Ganglien mit je einem Hautnerven, wenn auch nicht auf einmal, ausgerüstet wären, ganz wie die Thoracal- und Abdominalganglien oft ihre integumentalen Nerven besitzen oder wie auch wenigstens zwei der Ganglien des oberen Schlundganglions die ihrigen haben? Wäre es ganz unmöglich, daß der N. problematicus und der N. endolabii, wenn dieser Nerv wirklich vorhanden ist, was ich einstweilen bezweifle, integumentale Nerven wären? Das hier gegebene Exempel zeigt wenigstens, daß die Frage über die Innervation des Endolabiums nicht ganz so im Reinen liegt, wie BENGSSON (1905) glaubt¹.

Um die Extremitätsnatur des Endolabiums zu beweisen, schiebt BENGSSON die ontogenetische Entwicklung in den Vordergrund. Er sagt, daß der Rüssel einiger Zweiflügler (*Epiphragma*) aus zwei Imaginalscheiben entsteht, eine vom Endolabium und die andre vom Ectolabium ausgehend. Der Rüssel soll somit aus zwei Extremitätenpaaren gebildet sein und das Endo- und Ectolabium sollen umgewandelte Beinpaare sein. Er benutzt also die Imaginalorgane (mit Peripodalmembran), um die Extremitätennatur des Ecto- und Endolabiums zu beweisen. Gegen diese Beweisführung will ich hier nur bemerken, daß

¹ Das unregelmäßige Auftreten resp. Fehlen des Endolabialnervs bleibt mir ein Rätsel. Es streitet gegen alle Erfahrung, welche ich mir über Insektennerven habe verschaffen können. Bei *Chironomus* z. B., deren Larven ich zu Hunderten geschnitten und studiert habe, gibt es keine größeren Nervenvariationen. Nun, bei zwei Larven von *Phalacrocera* fehlten die »Endolabialnerven« gänzlich. Darum dachte ich: die »Endolabialnerven« fehlen und wenn sie fehlen, so muß es an ihrer Stelle irgend etwas geben, das mit diesen Nerven verwechselt werden könnte. Ich sah nach und fand dabei einige Muskelfäden, welche ungefähr dieselbe Lage haben wie die Nerven. Damit glaubte ich das Rätsel gelöst zu haben. Ein jeder, der es z. B. an mit Boraxkarmin oder Hämatoxylin und Eosin gefärbten Schnitten versucht hat, einen schlanken Nerv von einem schlanken Muskelfaden zu unterscheiden, weiß, daß die Übereinstimmung oft täuschend ist (BENGSSON hat [1897] solche Färbungsmethoden angewendet, siehe S. 4). Ich glaubte deshalb (und dieser Auffassung bin ich noch heute), daß BENGSSON diese Verwechslung begangen habe (eine Verwechslung, welche ich, ehe ich die Eisenhämatoxylinmethode für diese Zwecke benutzte, auch gemacht habe).

nicht alle Imaginalorgane mit Peripodalmembran zu bleibenden Extremitäten werden. Z. B. die Imaginalorgane der Flügel und der Facettenaugen besitzen Peripodalmembran, sind aber deshalb noch keine Extremitäten. Da es also nicht allein aus dem Bau der Imaginalorgane hervorgeht, ob sie zu Extremitäten werden oder nicht, so ist es ganz klar, daß die Imaginalorgane nichts Entscheidendes über die Natur der Teile, von welchen sie ausgehen, aussagen können. Ich halte darum noch immer daran fest, daß die postembryonale Entwicklung über die Extremitätennatur des Ecto- und Endolabiums gar nichts Bestimmtes aussagen kann und daß BENGTTSSON sich eines Circulus in demonstrando schuldig macht, wenn er mit Hilfe der Imaginalscheiben die Extremitätennatur des Ecto- und Endolabiums beweisen will. Die Extremitätennatur der fraglichen Imaginalscheiben muß ebensowohl wie die des Ecto- und Endolabiums erst erwiesen werden.

Was nun endlich die letzte von BENGTTSSON verwendete Methode, die Extremitätennatur des Endolabiums zu beweisen, angeht, nämlich den Vergleich mit andern Formen, so sprach ich mich über diese im Jahre 1904 folgendermaßen aus: »Er mag nämlich den Bau des Endolabiums mit dem jeder andern Art vergleichen, es wird doch ebenso fruchtlos sein, denn bei keiner Art ist vorher die Extremitätennatur des Endolabium bewiesen.« Dies könnte ein wenig deutlicher ausgedrückt sein, ich hätte anstatt »ist vorher« »war vorher« schreiben sollen. Von dem Standpunkt aus, welchen BENGTTSSON im Jahre 1897 einnahm, war, wie er auch in seinem Aufsatz von 1905 praktisch zugibt, die Extremitätennatur des mit einem Endolabium vielleicht homologen Gebildes nicht beweisbar. Denn erst im Jahre 1900 erschien FOLSOMS Arbeit, welche die Extremitätennatur der Superlinguae wahrscheinlich machte¹.

¹ BENGTTSSON scheint zu meinen, daß der von WEISMANN erwähnte »Lippenrand der Kopfwülste« die Anlage des Endolabiums der *Chironomus*-Larve sei, und um dies wahrscheinlicher zu machen, zitiert er WEISMANN folgendermaßen: »man könnte versucht sein, ihn (d. h. den Doppelwulst des Lippenrandes) für die Anlage der Unterlippe zu halten«. WEISMANN vollendet aber nach einer Parenthese die Meinung: »die weitere Entwicklung lehrt aber, daß er vom zweiten Maxillenpaar überwachsen und in die Tiefe gedrängt wird und so für die Bildung der äußeren Mundteile jede Bedeutung verliert«. Aus WEISMANN'S Arbeit geht hervor, daß die Wülste des Lippenrandes sich sehr viel später bilden als die Anlagen der übrigen Kopfextremitäten. Das Verhalten scheint anzudeuten, daß diese Wülste kaum mit den übrigen Extremitätenanhängen gleichwertig sein können. Nach BENGTTSSON soll das Endolabium aus zwei Extremitätenanlagen hervorgegangen sein, welche zwischen den Mandibeln und den Maxillen gelegen sind. Und doch sollte es entstehen wie die Doppelwulst des Lippenrandes der Kopfwülste. Diese (vgl. WEISMANN'S Fig. 27, Taf. IX) Doppel-

In seiner kunstfertig geschriebenen Erwiderung vergißt BENGTSOON, daß ich mich im Jahre 1904 nur über seinen Standpunkt vom Jahre 1897 und nicht über den vom Jahre 1905 aussprechen konnte.

Die FOLSOMSche Abhandlung schiebt unsere Frage wenigstens scheinbar auf einen andern Plan, der heute günstiger für die BENGTSOONSche Auffassung erscheint. Es bleibt nur noch BENGTSOONS Aufgabe, die Homologie des Endolabiums und der Paraglossen zu begründen und die veränderte Lage der Superlingualnerven (Endolabialnerven) bei *Phalacrocera* zu erklären. Bei *Amurida* gehen die Nerven offenbar direkt aus dem Ganglion zu den Superlinguae und schieben sich nicht zuerst zwischen die Oesophagealcommissuren, was sie bei der *Phalacro-cera*-Larve tun sollen. Übrigens steht noch immer die Tatsache fest, daß bei der *Chironomus*-Larve derjenige Nerv, welcher sich zu dem Endolabium begibt, der dritte ist und nicht wie nach dem FOLSOMSchen und BENGTSOONSchen Schema der zweite. Oder haben hier vielleicht die Maxillar- und »Endolabial«-Ganglien ihren Platz gewechselt? — Da die in dieser Arbeit studierte *Mycetophila*-Larve nicht dazu Anlaß gibt, mich auf die übrigen von BENGTSOON berührten Fragen direkt einzulassen, begnüge ich mich für heute mit dem Gesagten, indem ich hoffe, daß es ersichtlich wird, daß die Endolabialfrage durchaus nicht so im Klaren liegt, und daß ich Grund habe, an denjenigen Meinungen festzuhalten, die in meinem im Jahre 1904 leider ohne Korrektur gedruckten Aufsätze stehen. Ich hoffe, bald wieder auf diese Fragen zurückkommen zu können und werde dann den übrigen Divergenzpunkten zwischen meiner Auffassung und derjenigen BENGTSOONS größere Aufmerksamkeit widmen¹.

wulst sollte sich somit teils am Lippenrande, teils zwischen den Mandibeln einerseits und den Maxillen andererseits entwickeln. — Ich habe dies angeführt um zu zeigen, daß ein Einräumen von einem, von dem Lippenrand der Kopfwülste gebildeten Endolabium in Widerspruch steht mit derjenigen Ordnungsfolge der Kopfmetamere, welche BENGTSOON (1897) annimmt. Bei den Termiten geht aus dem Lippenrand der Kopfwülste ein Teil der Zunge hervor!

¹ Ich möchte jedoch hier erwähnen, daß ich betreffs der Lage des Gehirnganglions bei der *Phalacrocera*-Larve immer noch der Meinung bin, welche ich 1904 darlegte, nämlich, daß dieses an der Grenze zwischen Kopfkapsel und Thorax gelegen ist. Gegen diese Auffassung hob BENGTSOON hervor, daß in der Abbildung auf der Seite 346, Zool. Anz. Bd. XXVII, das obere Schlundganglion deutlich innerhalb der Kopfkapsel liegt. Dies sei ja ein offener Widerspruch, glaubt BENGTSOON! So ist es aber nicht. In dem abgebildeten Sagittalschnitt ist der verengte Medialteil des Schlundganglions getroffen, und dieser Medialteil liegt offenbar in der Kopfkapsel. Aber die lateralen hinteren Ausbreitungen des Ganglions kommen viel mehr nach hinten, so daß die Lagebezeichnung »an der Grenze zwischen Kopf und Prothorax« zutrifft. Ich lege aber kein

Sinnesorgane.

Sinnesorgane findet man in den Punktaugen, an der Spitze der Antennen und an den Maxillen. An den Körperseiten kommen außerdem einzelne gabelige Borsten vor, welche als Sinnesborsten gedeutet werden können.

Die Augen liegen auf einer kleinen Prominenz an den oberen Seiten des Kopfes. An der Spitze dieser Prominenz ist das Chitin des Integuments stark verdünnt und unterhalb dieser dünnen Stelle liegt eine kugelförmige Chitinlinse, die Linse des Punktauges (Taf. III, Fig. 40). Unterhalb der Linse liegt ein aus großen, proximal pigmentierten Zellen zusammengesetzter nervöser Becher, in dessen Grund der Sehnerv endet.

Die Antennen sind, wie schon gesagt, reduziert auf ihr Basalglied (?). Ein Schnitt durch die Antennenspitze lehrt: 1) Die Cuticula an der Antennenspitze ist verdünnt, durchsichtig, während sie an den übrigen Teilen der Antennen, dick und schwarz gefärbt, undurchsichtig ist (Taf. III, Fig. 39). 2) Unterhalb der verdünnten Spitzencuticula liegt eine große Masse Sinnesepithelien, welche mit dem Antennennerv zusammenhängen. Dieses Sinnesorgan ist wahrscheinlich ein Gehörorgan, welches wohl mit dem seitlich an dem Basalteil der *Chironomus*-Antenne gelegenen homolog ist.

An der Spitze der Maxillarpalpe finden sich einige grobe Sinnesborsten, welche mit einem großen N. maxillaris in Verbindung stehen.

Die Atmungsorgane (Taf. III, Fig. 42, Taf. IV, Fig. 43).

Wie schon hervorgehoben, habe ich den Bau der Atmungsorgane nur unvollständig studieren können. Die Stigmen der erwachsenen Larve sind acht Paar. Von diesen Paaren ist das erste, das prothoracale, am besten entwickelt mit großen Stigmenknöpfen. Die sieben Abdominalstigmen sind viel kleiner, mit kleinen dunklen Stigmenknöpfen versehen.

Besonders interessant verhalten sich die kleineren Larven bezüglich des Baues der Stigmen. Die Prothoracalstigmen sind hier groß, gut entwickelt, aber die Abdominalstigmen sind sehr klein und der ganze Stigmenapparat ist ganz unentwickelt und befindet sich noch in der Genese.

Der anatomische Bau der funktionierenden Stigmen ist ziemlich verwickelt. Unter stetigem Hinweis auf die Taf. III, Fig. 43 werde ich Gewicht auf die relative Lage der »Gehirnganglien«, da sie offenbar bei verschiedenen Arten unabhängig ihre Lage verändern können.

es versuchen, ein Prothoracalstigma der Larve *A* zu beschreiben. An dem konischen bis halbkugeligem schwarzen Stigmaknopf bemerkt man schon an Flächenpräparaten ein kleines Loch. An einem Längsschnitt kann man die Lippen dieser Öffnung studieren. Sie sind sehr scharf und lassen nur in der Mitte die kleine Öffnung frei. Innerhalb dieser Außenlippen gibt es noch eine andre Lippenbildung, welche den kuppelförmigen Vorhof ausfüllt. N.B. wenn die Innenlippen ausgestülpt sind. Diese innere Öffnung führt in eine ziemlich lange in die Tracheenendblase (Filzkammer) hineinhängende dünnwandige Chitinröhre, welche an der Tracheenblasenwand mittelst zahlreicher Chitinfäden befestigt ist. Diese Röhre endigt bald ganz offen mit einem sehr dünnen, ein wenig geschwärtzten Chitiringe. Von da an, wo diese Chitinfäden an der Tracheenwand aufhören, beginnen die Tracheen Ctenidien zu tragen. Die Matrixzellen des Stigmaapparates sind verschieden gelagert bei ausgestrecktem und bei eingezogenem Stigma. Ich habe diese Lageveränderung auf Fig. 43 angedeutet, indem ich einander entsprechende Punkte an der Matrix und an den Chitinteilen mit * und ** bezeichnet habe. Ich weise auf diese Figur hin! Aus der Figur geht hervor, daß es zwischen den Matrixzellen und der Chitinlage große Hohlräume gibt. Da ich hier an der Stigmenwurzel keine Muskeln befestigt finde, so frage ich mich, ob nicht das Ausstrecken und Einziehen des Stigma im Einpressen von Flüssigkeit in und Austreiben derselben aus diesen großen Zwischenräumen bestehen kann.

Die Abdominalstigmen (Taf. III, Fig. 42) derselben Larve *A* sind viel einfacher gebaut. Der Stigmenknopf ist ganz unansehnlich durch einen dunklen, ein wenig erhabenen Punkt angedeutet. Von der Mitte des Knopfes senkt sich eine enge Röhre direkt ein. Diese Röhre entbehrt Spiralfäden und steht deshalb auch nicht offen. Die ganze Stigmenöffnung erinnert nur an die Mündung einer tubulären Drüse. Ob diese Spirakeln in diesem Stadium als Respirationsorgan funktionieren können, scheint sehr fraglich zu sein.

Bei älteren Larven sind sowohl die Thoracal-, wie auch die Abdominalstigmen von dem gleichen ausgebildeten Typus.

Aus diesem Verhalten geht hervor, daß die Prothoracalstigmen zuerst funktionieren und daß die Abdominalstigmen erst später in Wirksamkeit treten.

Wahrscheinlich verhalten sich die Tracheen der jungen Larven anders als die der älteren. Von den Stigmen senken sich bei den jungen Larven die Tracheenröhren in den Körper hinein. Sie verteilen sich zwischen den inneren Organen, ohne miteinander zu anastomosieren.

Wie die Tracheen der älteren Larven sich verhalten, ist mir nicht bekannt. Bei der Imago aber gibt es zwei längsverlaufende Tracheenstämme, von welchen kurze Zweige zu den Stigmen abgehen.

Nach WINNERTZ (l. c. S. 640) stehen die Stigmen der *Mycetophiliden*-larven mit zwei längsverlaufenden Tracheenstämmen in Verbindung, welche vom ersten bis letzten Stigma reichen.

Es ist kaum wahrscheinlich, daß diese Angabe aus der Untersuchung einer ganz jungen Larve stammt, am wahrscheinlichsten ist es, daß eine gut ausgewachsene Larve als Präparationsobjekt benutzt worden ist.

Es scheint deshalb sehr wahrscheinlich zu sein, daß auch meine *Mycetophila*-Larven, als ausgewachsene, ein zusammenhängendes Tracheensystem haben. Besonders ist dies wahrscheinlich, da die Imagines ein solches Tracheensystem besitzen.

Die holopneustische *Mycetophila*-Larve beginnt als propneustisch, wird dann peripneustisch ohne Längsstämme und endet als peripneustisch mit Längsstämmen.

Vergleichen wir das Tracheensystem der jungen *Mycetophila*-Larve mit demjenigen einer *Machilis*, so finden wir große Übereinstimmung. Das Thoracalstigma mit Tracheen ist hier stark entwickelt, ganz wie bei der *Mycetophila*-Larve und die Abdominalstigmen nebst Tracheen sind bedeutend weniger entwickelt. Vielleicht haben wir in dem Jugendtracheensystem der *Mycetophila*-Larve alte, ursprüngliche Verhältnisse, welche in der Larvalentwicklung verwischt werden.

Imaginalorgane.

Imaginalorgane des Kopfes.

Die antennalen Imaginalorgane (Taf. III, Fig. 41 A) sind gut entwickelt. Sie bestehen aus zwei langen, geraden, handschuhfingerförmigen Organen, welche vor dem oberen Schlundganglion gelegen sind. Sie sind von einer »peripodalen Hülle« umgeben.

Die Imaginalorgane der Facettenaugen hängen mit den Imaginalorganen der Antennen zusammen. Sie besitzen eine Peripodalmembran, welche jedoch ein wenig von dem gewöhnlichen Typus abweicht. Die »Peripodalmembran« der Imaginalorgane der Facettenaugen steht mit derjenigen der Antennen in Zusammenhang.

Die Zwischenplatte der dorsalen Imaginalorgane ist wenig gut entwickelt. Sie besteht aus einer nach unten offenen Medialfalte, welche verdickte Wände und Boden besitzt. Vgl. die KARAWAIEWSchen Bilder (1898).

Die Imaginalorgane der Maxillen (Taf. II, Fig. 27, 28 *im. max.*) sind paarig und hängen mit der Maxillarbasis zusammen. Sie besitzen deutliche Peripodalhöhlen.

Die Imaginalorgane des Labiums (Taf. II, Fig. 28 *im. lab.*) sind wenigstens bei älteren Larven einheitlich und liegen über dem Ausführ gange der Glandula labii. Dieses Imaginalorgan besitzt eine Peripodalmembran, welche für die beiden Hälften desselben gemeinschaftlich ist.

Andre Imaginalorgane im Kopfe fehlen.

Imaginalorgane des Thorax.

Der Prothorax besitzt ein paar Imaginalorgane des ersten definitiven Beinpaares. Meso- und Metathorax besitzen Anlagen zu Flügeln und Beinen.

Abdominale Imaginalorgane.

Es gibt bei *Mycetophila* zweierlei Klassen von abdominalen Imaginalorganen. Von diesen entbehren die sieben ersten Paare »peripodale Membranen« (Taf. IV, Fig. 44). Sie kommen auch bei der Imago nicht zur Entwicklung, obschon sie bei der Larve angelegt werden. Sie stellen großzellige Knöpfe an der Seite der Fußsohle der Larve dar. Von den übrigen Imaginalorganen besitzen zwei Paar, welche sich zu den Gonapophysen entwickeln, »peripodale Höhlen«, während das dritte Paar solche entbehrt. Dieses dritte Paar wird zu einem Paar ungegliederter Stummeln an der Ventralseite der Abdominalspitze.

Circulationsorgane.

Über den feineren Bau des Herzens dieser Larve kann ich keine genauere Angaben machen. Übrigens scheint mir das Herz mit seinen Strukturen schon sehr gut bei Dipterenlarven studiert zu sein. Ich erinnere hier an die Arbeiten von WAGNER (1835), VERLOREN (1847), LEYDIG (1851), WEISMANN (1864, 1866), GRABER (1873), DOGIEL (1877), JAWOROWSKI (1879), VIALLANES (1882), THOMPSON LOWNE (1890—1895), PANTEL (1898), VANDOLLECK (1899) u. a., welche alle das Herz bei verschiedenen Dipterenlarven studiert haben. So ist also kaum zu verwundern, wenn ich keine eigentlich neuen Angaben für die *Mycetophila*-Larve habe sammeln können. Ich kann mich deshalb kurz fassen.

Das Dorsalgefäß (Taf. II, Fig. 18 *Dg*) verläuft in seiner größten Erstreckung dicht unter der dorsalen Hypodermis schicht. Nur vorn senkt es sich nach unten, um sich zu den Schlundganglien zu begeben. Hier drängt sich das Gefäß zwischen den Oesophagus und das obere Schlund-

ganglion hinein. Die untere Lamelle desselben legt sich dem Oesophagus an, die obere Lamelle befestigt sich entweder am oberen Schlundganglion oder geht zwischen die Schlundkommissuren und befestigt sich in irgendeiner Weise an den sich ausbildenden Imaginalkopf. Ich bin nicht ganz sicher über diesen letzten Punkt. Ehe noch das Gefäß das obere Schlundganglion erreicht, besitzt es eine an der hinteren Wand desselben gelegene Verdickung, welche jedoch keinen wahren »Ring« (»anneaux« PANTEL) bildet, sondern nur einen Halbring (*R*). Von der vorderen Gefäßwand in derselben Höhe wie der Halbring geht ein feiner Faden aus, welcher das Dorsalgefäß an den Hinterrand des Kopfes, oder wenn eine Imaginalanlage an demselben vorhanden ist, an den Hinterrand des werdenden Imaginalkopfes befestigt (Taf. II, Fig. 18). Dieser Faden entspricht offenbar PANTELS »gouttière sus-oesophagienne«. PANTEL (1898) sagt aber, daß seine »gouttière sus-oesophagienne« an dem »processus aliforme« des Pharynx befestigt sei. Wie ich schon früher (1904) in einer kurzen Mitteilung über die Reduktion des Kopfes der Dipterenlarven habe zeigen können, ist das bei der *Musca*-Larve vorhandene, mit »processi aliformes« homologe Gebilde ganz einfach ein Teil des reduzierten Kopfes. Das Pharyngealskelet der *Thrixion*-Larve und auch der *Platycephala*-Larve (VANDOLLECK) ist somit der reduzierte Kopf der fraglichen Larven. Der scheinbare Widerspruch wird durch diesen Nachweis somit vertilgt.

An dem Halbring zeigen sich an den Seiten noch einige andre Gebilde, 1) die zwei Gangl. sympathica postcerebrales, 2) die zwei »Vasalknäuel«¹, welche später beschrieben werden und 3) die »Perivasalzellen«, welche aus den »Vasalknäueln« entstehen.

Nach PANTEL (1898) soll die dorsale Herzwand sich somit dorsal vom oberen Schlundganglion aus erstrecken (PLANCHE IV Fig. 68), und das Dorsalgefäß auch im ganzen oberhalb des Gehirns liegen. Dies steht gänzlich in Widerspruch zu VANDOLLECKS (1899) Angaben für die *Platycephala*-Larve, wo das Dorsalgefäß sich zwischen Oesophagus und Gehirn einschiebt, um sich nach vorn bis in das »Cephalopharyngealskelet« (Kopf) zu erstrecken. VANDOLLECK sah sogar in dem sog. »Pharynxskelet« (Kopf) einen propulsatorischen Apparat. Auch stimmen PANTELS Resultate wenig mit meinen eignen von der *Chironomus*-Larve (1904) überein, wo das Herz sich wie bei *Platycephala* verhält, aber sehr deutlich vorn am Kopf als ein großer Trichter endigt. Es ist anzunehmen, daß die *Thrixion*-Larve sich aberrant verhält.

¹ Vielleicht = Janets »corpora incerta I«.

PANTELS Fig. 35 und 36 stehen auch miteinander nicht in vollem Einklang; dies kann jedoch daraus erklärt werden, daß der in Fig. 35 abgebildete Schnitt wahrscheinlich von einer älteren Larve, der in Fig. 68 aber von einer jüngeren herrührt¹.

Die Leucocyten.

Über die Bildungsweise der Blutkörperchen schreiben KORSCHULT und HEIDER in ihrem Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte (S. 835): »Die Blutkörperchen werden von KOROTNEFF (1885) auf Zellen der somatischen Mesodermschicht zurückgeführt, welche den Zusammenhang mit den übrigen Partien des Mesoderms aufgeben und in die Leibeshöhle geraten. Nach eignen Untersuchungen sind wir geneigt, dieser Angabe zuzustimmen. Dagegen haben andre Autoren (DOHRN [1876] und neuerdings noch WILL [1888]) die Blutkörperchen auf Dotterzellen zurückgeführt. Ja, AYERS (1884) nimmt für die Bildung derselben sogar die durch Auflösung der Rückenplatte frei gewordenen Zellen in Anspruch. Es sei hier darauf hingewiesen, daß neuerdings C. SCHÄFFER (1889) gewisse mit dem Fettkörper zusammenhängende Zellkomplexe bei Raupen als Blutbildungsherde angesprochen hat.« Aus diesem Zitate geht hervor, daß die Meinungen über die Blutbildung 1891 noch sehr geteilt waren. GRABER (1891) hebt dies auch hervor, indem er sagt (S. 213): »Was dann die genetische Beziehung zwischen den Elementen des vielgestaltigen Önocytengewebes zu denen des eigentlichen Fettkörpers und zu den Blutkörperchen anlangt, worüber bisher, soweit ich orientiert bin, gar nichts Sicheres bekannt ist, so bin ich in der Lage, hier über ein Paar, wie ich glaube, nicht unwillkommene und unwichtige eigne Beobachtungen mitteilen zu können.« Bezüglich der Blutkörperchen beschränken sich seine Beobachtungen darauf, daß er gefunden hat, daß die Blutkörperchen bei *Mantis* dieselbe weingelbe Farbe haben wie die Önocyten.

Diejenigen Zellen, welche WIELOWIEJSKI (1886) als »kleinere Önocyten« bezeichnete und welche auch bei der *Mycetophila*-Larve vorhanden sind, sind besser, glaube ich, als jugendliche Leucocyten zu bezeichnen. Bei der *Mycetophila*-Larve sind diese »kleineren Önocyten« wahre Blutkörperchen und kommen als solche auch hier im Herzen dieser Larve vor. Die GRABERSche Beobachtung, daß die

¹ Aus der Lage der Gehirnganglien kann man auf das relat. Alter der Larve schließen.

Blutkörperchen von *Mantis* die für Öocyten charakteristische Färbung haben, stützt auch diese Annahme.

Die bestimmtesten Angaben über die Leucocyten gibt BERLESE (1900). Er faßt sie als mesodermale Gebilde auf. Sie existieren bei der neugeborenen Larve in kleinerer oder größerer Menge. Diese vermehren und vergrößern sich während des Larvenlebens durch mitotische Teilungen und organisieren sich zu speziellen Elementen, welche jedoch keine Pericardialzellen sind.

Bei der Larve von *Mycetophila* werden Blutkörperchen in allen Larvenstadien gebildet. Sie entstehen aus gewissen Teilen der dorso-lateralen Hypodermissschicht der Abdominalsegmente. Hier findet man, daß die Hypodermiszellenkerne an einer Stelle plötzlich ganz klein und rund werden (Taf. IV, Fig. 45). Die Kerne der Hypodermiszellen messen gewöhnlich 18—20 μ im Durchmesser. An diesen Bildungsstätten für Blutkörperchen aber messen sie nur 4—5 μ . An solchen Stellen stehen die Kerne auch sehr dicht zusammen. Die Struktur dieser runden Kerne ist wie folgt: Die färbbaren Teile des Kernes beschränken sich auf einige Körnchen und einen nucleolusartigen Chromatinkörper. Dieser Körper besteht, wie man bei günstigen Gelegenheiten deutlich wahrnehmen kann, aus den zusammengeballten Chromosomen. Solche Kerne umgeben sich mit einer plasmatischen Hülle und lösen sich aus dem Zusammenhange mit der Hypodermis los. Sie sind anfangs deutlich spindelförmig oder dreieckig, wie die Figur veranschaulicht. Einige Zellen besitzen zwei bis drei Kerne, andre hängen in kleineren Zellenreihen zusammen, ohne jedoch in ihrer Struktur irgendwelche Abweichung aufzuweisen. Diese aus der Hypodermis entstandenen Zellen sind Leucocyten. Dies lehrt ein einfacher Vergleich mit den im Herzen gelegenen Leucocyten.

Diese Leucocyten, deren Entwicklung wir oben betrachtet haben, spielen, wie unten dargelegt werden soll, eine große Rolle als Mutterzellen aller übrigen freien Blutgewebearten.

Diese Leucocyten sind nur als ganz junge und neugeborene Zellen einander ganz gleich. Sie messen dann ungefähr 8—10 μ . Sehr bald nach ihrer Loslösung aus dem Zusammenhange mit der Hypodermis verändern sich einige in verschiedener Richtung. Dies kann nichts anders bedeuten, als daß sie bald in ihre verschiedenen Funktionen treten.

Die ganz junge Zelle ist spindelförmig mit central gelegenem Kern. Der Zelleib ist deutlich fadenförmig strukturiert. Das Eintreten in den funktionellen Zustand wird durch einen Zuwachs des Zelleibes

bekundet; die Zelle vergrößert sich, aber der Kern behält immer dieselbe Größe bei. Die Struktur des Zelleibes wird weniger deutlich fadenförmig und erscheint als mehr dichtkörnig.

Sehr wahrscheinlich ist, daß die Leucocyten schon von Anfang an amöboide Bewegungen ausführen, wenigstens deuten ihre unbestimmten Konturen auf solche Bewegungen hin. Die ausgeprägte Spindelform der jungen Zelle wird sehr bald verwischt und die Zellen nehmen, wie es scheint, alle möglichen Formen an. Dies deutet auf amöboide Bewegungen hin. Folgen wir der Entwicklung der Leucocyten noch weiter, so werden wir bald davon überzeugt, daß sie sogar lebhaftere Bewegungen ausführen können, da der Zelleib die deutlichsten Pseudopodien ausstreckt.

In einigen Präparaten habe ich Leucocyten gefunden, deren Zelleib mit kleinen runden Körnchen prall gefüllt war (Taf. IV, Fig. 47 a), ohne daß die Dimensionen der Zellen besonders groß waren (12μ — 9μ). Eine solche Zelle ist in Fig. 47 a abgebildet worden. Solche Zellen verändern sich während der Entwicklung, indem der Kern nach der einen Seite des Zellkörpers verschoben wird. Hier vergrößert sich der Kern unbedeutend (von $4,5 \mu$ bis 6μ). Der chromatische Nucleolus wird beträchtlich größer, und der Kern wird von einem dünnen, an Eisenhämatoxylinpräparaten dunkel gefärbten dünnen Plasmahof umgeben. Dann platzt die Zellenmembran und die Körnchen verbreiten sich in die Leibeshöhle (Taf. IV, Fig. 47 b). Aus dem Kern mit Plasmaschicht geht eine neue Leucocyte hervor, welche anfangs das Aussehen der Fig. 47 c hat. Die Körnchen verbreiten sich, wie gesagt, in der Leibeshöhle und da findet man sie an den Härchen der unten zu beschreibenden jungen Myzocyten festgesaugt oder geklebt.

Die »Körnchenkugeln« (Taf. IV, Fig. 46 a, b).

KOWALEWSKY (1887) hat versucht zu zeigen, daß die »Phagocyten« (= meine Leucocyten) der *Musciden*-Puppe durch Verschlingen der larvalen Gewebe sich zu »Körnchenkugeln« umwandeln. Obschon ich bei der *Mycetophila*-Larve keine Andeutungen zu solchen sarcophagen Neigungen bei den Leucocyten habe finden können, habe ich doch konstatieren können, daß die Leucocyten während der Histolyse sich zu solchen »Körnchenzellen« umwandeln.

Am Beginn des Wachstums der Leucocyten verändert sich die Zellstruktur zu einer dichten, körnigen. Der Zelleib wächst (von 8 bis 10μ an Länge und 4μ an Breite) zu und erreicht eine Größe von unge-

fähr 12—15 μ im Durchschnitt. Der Kern verhält sich ganz passiv und wächst nur ganz unbedeutend zu.

Es entstehen nun bald Vacuolen, welche wahrscheinlich von blassen Körnchen oder Tropfen gefüllt sind (Taf. IV, Fig. 46 b). Diese vergrößern sich bedeutend. Der kugelige Zelleib mißt nun 17 μ im Durchmesser und besitzt sehr deutliche Pseudopodien. Der Kern hat sich nur sehr wenig vergrößert (bis 6 μ), aber hat im übrigen seine Struktur beibehalten. Es gibt auch solche »Körnchenkugeln«, welche zwei Kerne enthalten. Diese sind aus zweikernigen Leucocyten entstanden.

Die ausgebildeten »Körnchenkugeln« habe ich nur bei zwei Individuen gefunden, und diese beiden Individuen zeichneten sich dadurch aus, daß ihre Leibeshöhle von großen Mengen von kleinen Körnchen gefüllt war. Bei der Larve C stammten diese Körnchen mit Sicherheit von einer der Speicheldrüsen, welche beim Ergreifen des Tieres mit der Pincette eröffnet wurde. Die Larve lebte hiernach wenigstens ein paar Stunden. Ich bringe das Auftreten der Körnchenkugeln in Zusammenhang mit diesem Unglücksfall und glaube, daß die Körnchenkugeln da ausgebildet waren, um diese Körnchen zu absorbieren. Die Leibeshöhle der Larve H enthält bedeutend kleinere Körnchenmengen und dementsprechend auch eine kleinere Anzahl von »Körnchenkugeln«.

Die Önocyten.

Über die Bildung der »Önocyten« [WIELOWIEJSKI (1886)] gibt es in der Literatur mehrere Angaben. Sie gehen da unter verschiedenen Bezeichnungen.

TICHOMIROW (1882) beschrieb einen zwischen den Stigmen und dem Nervensystem gelegenen »drüsenartigen Körper«, den auch KOROTNEFF (1884) gesehen und abgebildet hat. PEKARSKI (1889) hat die »peritrachealen Zellen« beschrieben.¹ Verson und Bisson (1891, 1) berichten über die »hypostigmatischen« (und »epigastrischen« 1891, 2) Zellen. GRABER (1891) zeigt, daß die Önocyten bei *Stenobothrus* ectodermale Bildungen, welche von der Larvalhypodermis ihren Ursprung nehmen, sind. Er führt die Bezeichnung »parastigmatisches Önocytengewebe« ein. WHEELER (1892) nimmt auch an, daß die Önocyten ectodermalen Ursprungs sind. KARAWAIEW (1898) spricht von »großen

¹ Er weist darauf hin, daß diese Zellen mit den Drüsenzellen KARAWAIEWS und dem »Drüsenkörper« TICHOMIROWS, und mit den Önocyten WIELOWIEJSKIS identisch sind.

Phagocyten« und »Drüsenzellen«. Er spricht auch von »Subhypodermalzellen«, welche Mesodermalzellen seien, die nach der Hypodermis hin gewandert seien.

KOSCHEVNIKOV (1900) beschreibt »Larval- und Imaginalöocyten« bei der Honigbiene und VERNON (1900) weist darauf hin, daß die »Larvalöocyten« mit seinen vorher beschriebenen »Cellule glandulari ipostigmatiche« und die »Imaginalöocyten« mit den »cellule epigastriche« (= meine freie Öocyten) identisch sind. BERLESE (1900) betrachtet die »großen Phagocyten« KARAWAIEWS als Öocyten und spricht ihnen ihre phagocytären Eigenschaften ab. Er erkennt auch die ectodermale Herkunft der Öocyten an. Was die »Subhypodermalzellen« KARAWAIEWS betrifft, so hält KOSCHEVNIKOV (l. c.) diese Zellen für ausgewanderte Hypodermalzellen.

Die Öocyten sind somit in der Literatur unter den verschiedensten Bezeichnungen vertreten. Die meisten Verfasser, welche die Frage über die Entstehungsweise der Öocyten behandelt haben, stimmen darin überein, daß sie ectodermaler Herkunft sind.

Die Eigenschaften der Öocyten faßt BERLESE (1900)¹ folgendermaßen zusammen:

»1) Sono di origine ectodermale e si originano in vicinanza degli stigmi.

2) Possono essere confinati al loro luogo di origine per tutta la esistenza dell' insetto (Lepidotteri, Tentredinei, qualche Coleottero ecc.); oppure confinati temporamente (nella gioventu della larva), liberi di poi.

3) Speciali modificazioni può assumere il nucleo nelle varie fasi larvali e ninfali, ed ancora il citoplasma (*Lepidotteri*, VERNON — *Tentredinei*, BERLESE); oppure mantenersi sempre invariati eccetto che nelle dimensioni (Coleotteri, molti Imenotteri, Ditteri ecc.).

4) Sono cellule ghiandolari con ufficio urinario (Formiche, BERLESE — Ape, KOSCHEVNIKOV).

5) Non prendano nessuna parte nella distruzione dei tessuti larvali.«

Meine eignen Untersuchungen an *Mycetophila* haben Resultate gegeben, welche gut mit der Auffassung BERLESES übereinstimmen.

Die Öocyten der *Mycetophila*-Larve sind von zwei verschiedenen Formen: teils die segmentalen Öocyten, teils die freiliegenden. Die

¹ Die ausführlichen Arbeiten BERLESES kenne ich nicht, denn sie fehlen den hiesigen Bibliotheken gänzlich.

segmentalen Öncyten stimmen in Lage und übrigen Eigenschaften gut mit den Öncyten von *Chironomus*, über welche WIELOWIEJSKI (1886) S. 514 schreibt: »Auf jeder Seite je eines Abdominalsegmentes finden wir eine aus fünf auffallend großen Zellen bestehende Gruppe, deren vier ganz nahe aneinander — gewöhnlich ein Viereck bildend — liegen, die fünfte um einige Zelldurchmesser vor denselben einsam gelegen ist.« Diese fünfte Zelle ist jedoch wahrscheinlich (BENGTSSON [1899]) kein Öncytelement, sondern eine Hautdrüse. Im übrigen paßt diese Darstellung auch gut für die *Mycetophila*-Larve. Die Zellen liegen jedoch oft zu Reihen vereint und können auch mehr als vier sein (Taf. IV, Fig. 54, 59).

Die frei in der Leibeshöhle liegenden Öncyten haben in dem von WIELOWIEJSKI erwähnten Blutgewebeelementen keine Gegenstücke. Sie sind an einem gewissen Körperteil nicht gebunden. Man findet sie bei einigen Larven hier und da in der Leibeshöhle unregelmäßig verteilt. Die freiliegenden Öncyten sind immer größer als die segmentalen und besitzen einen mehr unregelmäßigen Kern (Taf. IV, Fig. 52, 53).

Ich gehe nun zu den Einzelheiten im Bau und Entwicklung der Öncyten über.

Die segmentalen Öncyten der *Mycetophila*-Larve besitzen sehr verschiedene Dimensionen bei verschieden alten Larven. Bei der jüngsten Larve, welche ich untersucht habe, war der Zelleib der ausgebildeten Öncyten 15μ im Durchmesser und der Kern 9μ . Bei den größten Larven waren die Öncyten außerordentlich groß. Der Zelleib eines Öncyten der Larve *H* mißt z. B. 70μ und der Durchmesser des Kerns war 24μ (Taf. IV, Fig. 51). Zwischen diesen zwei Grenzwerten gibt es alle Übergänge, so daß damit belegt ist, daß die Öncyten während des ganzen Larvenlebens wachsen. Die Struktur der Öncyten von verschiedener Größe ist nicht sehr verschieden. Die jungen Zellen (der Larve *A*) (Taf. IV, Fig. 49) zeichnen sich durch nur wenige Körncheneinschlüsse aus, welche in dem ziemlich dichten Plasma gelegen sind. Der Kern ist bei diesen Zellen ziemlich regelmäßig abgerundet. Die färbbaren Teile des Kernes sind teils in feinsten Körnchen, teils in einem abgerundeten Chromatinnucleolus verteilt. Der Nucleolus nimmt eine mehr oder weniger excentrische Lage im Kern ein. Indessen findet man Kerne, wo zwei chromatische Nucleolen vorhanden sind und wo die Körnchen größer geworden sind. Bei der Larve *F* (Taf. IV, Fig. 50) sind die Öncyten schon viel größer (48μ im Durchmesser mit einem 23μ messenden Kern). Hier kann man die radiäre Streifung des Ectoplasmas und die radiäre Lagerung der Körnchen, welche WIELOWIEJSKI (1886) beschrie-

ben hat, gut wahrnehmen. Hier und da im Zelleibe gibt es kleinere dunklere, unbestimmt konturierte Punkte, welche für mit Eisenhämatoxylin gefärbte Öncyten charakteristisch sind. Der Kern ist sehr groß geworden und das Chromatin ist in Fäden verteilt, welche das für Dipterenlarven charakteristische Aussehen aufweisen. Die größten von mir gefundenen festsitzenden Öncyten wurden bei der Larve *H* angetroffen. Die Zellen haben hier einen Durchmesser von 70μ und die Kerne 24μ (Taf. IV, Fig. 51). Die Körnchen des Zelleibes liegen dicht aneinandergedrückt. Das Chromatin ist fadenförmig angeordnet mit den für Dipterenlarven charakteristischen Fäden.

Die frei in der Leibeshöhle flottierenden »imaginalen« Öncyten sind den segmentalen sehr ähnlich, sind jedoch größer (Taf. IV, Fig. 52, 53)¹. Sie messen, bei der einzigen Larve, welche solche hat (*G*), bis 185μ im Durchmesser und besitzen Kerne, welche bis 120μ lang sind. Die Struktur des Zelleibes weicht in keinerlei Beziehungen von dem Zelleib der segmentalen Öncyten ab. Die für die segmentalen Öncyten nach Eisenhämatoxylinbehandlung der Präparate charakteristischen dunklen Körnchen sind auch bei den freien Öncyten vorhanden. Nur die Kerne weichen von denjenigen der segmentalen Öncyten ab, indem sie besonders in den größeren Zellen sehr excentrisch gelagert sind. Auch ist der Kern unregelmäßig, gewöhnlich ein wenig schalenförmig, gegen die Zellperipherie gedrückt. Das Chromatin ist in Brocken und Körnchen verteilt.

Die Übereinstimmung im Bau der beiden Öncytenarten macht es sehr wahrscheinlich, daß die freischwimmenden Öncyten nur freigewordene segmentale sind. Diese Vermutung wird zur Gewißheit gesteigert, wenn man bedenkt, daß die freien Öncyten nur da vorhanden sind, wo die segmentalen schon eine ansehnliche Größe (von 53 bis 60μ) erreicht haben und wo sie somit bezüglich der Größe direkt in die freien (welche von 70 — 185μ messen) übergehen können. Wenn die freien Öncyten einen andern Ursprung hätten, wäre zu erwarten, daß in jüngeren Larven Jugendstadien vorkämen, welche nicht mit den segmentalen identisch wären. Solche Jugendstadien kommen jedoch nicht vor.

Was die Aufgabe der Öncyten betrifft, so stimme ich BERLESE bei, daß die Öncyten Excretionszellen sind, welche wahrscheinlich die Excretionsprodukte aus der Blutflüssigkeit nehmen. Die freien

¹ Die Vergrößerung, bei welcher die Abbildungen IV, 52, 53 gezeichnet sind, ist nur 143 mal, während die übrigen Öncyten bei 1160maliger Vergrößerung gezeichnet sind!

Önocyten kommen oft im Dorsalgefäß vor, was wohl auf eine solche Verrichtung deutet.

Ich habe keine Andeutungen dafür gefunden, daß die Önocyten an der Zerstörung der larvalen Gewebe teilnehmen. Ich glaube deshalb mit BERLESE gegen KARAWAIEW (1898), daß sie keine phagocytären Eigenschaften besitzen.

So kommen wir nun schließlich zu der Frage über die Entstehungsweise der önocyitären Elemente bei der *Mycetophila*-Larve. Die meisten Forscher stimmen darin überein, daß die Önocyten ectodermaler Herkunft sind. Ich teile diese Meinung vollständig, will aber über die jüngsten Stadien der Entwicklung einige Bemerkungen machen.

Beim Studieren meiner Präparate bin ich davon überzeugt worden, daß die jungen Önocyten aus den jüngsten Leucocyten hervorgehen. (Die Leucocyten stammen nach meiner oben gegebenen Darstellung entschieden von dem Ectoderm).

Die jüngsten Leucocyten sind spindelförmig (Myocyten, BERLESE?) solange sie wenigstens in Kontakt mit der Hypodermis liegen. Sobald sie sich aber losgelöst haben, können sie entweder ihre Spindelform behalten oder der Zelleib wächst an. Das Cytoplasma, das bei den Leucocyten an Eisenhämatoxylinpräparaten dunkelkörnig war, färbt sich heller, nur mit zerstreuten dunkleren Körnchen und man kann schon kleine Tröpfchen als Einschlüsse wahrnehmen. Auf der Taf. IV, Fig. 48 *a, b* sind zwei solcher jungen »Önocyten« abgebildet worden. Der Kern wächst beinahe in denselben Proportionen wie der Zelleib, jedoch vergrößert sich der Kern anfangs nur langsam.

Die Önocyten der *Mycetophila*-Larve entstehen somit aus Leucocyten, welche heranwachsen und ihre Funktion verändern, um zu Excretionszellen zu werden.

Die »Myzocyten«¹ (Taf. IV, Fig. 56—63).

Beim Studieren der Blutgewebe der *Mycetophila*-Larve habe ich mich davon überzeugen können, daß es eine neue Art von Wanderzellen im Körper dieser Larve gibt. Ich habe diese, die schönsten Elemente der Blutgewebe, ihrer wahrscheinlichen Funktion entsprechend »Myzocyten« genannt.

In der Literatur habe ich keine Angaben über solche Zellen finden können². Diese Zellen weisen große Übereinstimmung mit den Fett-

¹ Von *μύζειν* = saugen.

² Vielleicht enthält BERLESES Arbeit Angaben über solchen Zellen. Diese

zellen auf und es ist wohl möglich, daß sie mit einigen der wandernden Fettzellen, welche bei der Nymphose der Dipterenlarven auftreten, identisch sind. Von den Fettzellen unterscheiden sie sich leicht durch das Fehlen von Fettropfen.

Von allen übrigen Blutgewebs-elementen der *Mycetophila*-Larve unterscheiden sie sich, beinahe auf allen Entwicklungsstadien hindurch, durch das Vorhandensein eines Saumes von feinen »Härchen«, welche die ganze Zellenoberfläche überkleiden. Diese Härchen sind wahrscheinlich feine plasmatische Ausläufer, welche die Zellenmembran mittelst feinsten Porenkanäle durchsetzen. An günstigen Präparaten treten diese Poren punktförmig hervor. Die Härchen sind wechselnd hoch von $1,5 \mu$ bis 3μ .

Die Größe der Zellen variiert sehr bedeutend, auch bei Zellen, welche ihre volle Entwicklung erreicht haben. Bei demselben Tier können diese Zellen von 42 — 78μ im Durchmesser messen, und der Kern wächst von 14 — 24μ . Die Zellen sind gewöhnlich ein wenig flachgedrückt mit einem central gelegenen rundlichen Kern.

Die Kernkonturen sind uneben, mit großen Einkerbungen und Einschnitten. Die Kernkonturen sind schwer zu sehen, indem der Kern von stark sich färbendem plasmatischen Netzwerk öfters umgeben ist. Die färbbare Substanz des Kernes ist teils in großen, gewöhnlich unregelmäßig geformten chromatischen Klumpen, teils in körnchen- und fadenförmigen Strukturen angeordnet (Taf. IV, Fig. 62, 83). Der Kern ist von einem verschieden grobwabigen, bei Eisenhämatoxylinfärbung intensiv schwarz sich färbenden Wabensystem umgeben (Taf. IV, Fig. 61—63). Bei kleineren Zellen liegt dies Wabensystem central, bei größeren flachgedrückten Zellen verbindet sich das Wabenwerk mit der oberen und unteren Zellenoberfläche, so daß ein Wabencylinder entsteht, der, den Zellkern enthaltend, sich zwischen die beiden Großflächen der Zelle spannt (Taf. IV, Fig. 63). Die Zellteile, welche außerhalb der Waben gelegen sind, sind so stark vacuolisiert, daß an Schnitten nur fadenförmige plasmatische Ausläufer aussagen, wo früher der Zelleib vorhanden war. An Präparaten scheint es somit, als wäre die Gitterkapsel durch Fäden an der Zellmembran aufgehängt. — Die Vacuolen enthalten gewöhnlich feine, flockige, körnige, fadenförmige, gut färbbare Niederschläge¹. Die Gitterkapsel erinnert sehr an die später beschriebene Gitterkapsel der echten Fettzellen (Taf. V, Fig. 66).

Arbeit war mir aber nicht zugänglich! Doch sind in seiner Zusammenfassung (1900) solche Zellen nicht erwähnt.

¹ Die Körnchen sind wohl kleine Kugeln.

Die Aufgabe dieser eigenartigen Elemente ist nicht ganz klar. So viel steht jedoch fest, daß sie keine phagocytären Eigenschaften besitzen. Tatsache ist, daß sie nur da zwischen den übrigen Zellenarten eindringen und in Kontakt stehen, wo eine Resorption vor sich geht. Im Kopf der Larve *G*, wo Zerstörung der Larvalmuskulatur vorgeht, haben sich zahlreiche Myzocyten eingebürgert. Sie schmiegen sich dabei dicht an die Sarcoplasmaschicht der Muskelzellen, so daß die Zellen mit ihrem Härchenbesatz gegen die Sarcoplasmazellen stoßen. Alle Unebenheiten der Sarcoplasmazellen werden von korrespondierenden Unebenheiten an den Myzocyten verkehrt kopiert, so daß, wenn eine Konkavität an der Sarcoplasmazelle vorhanden ist, die Myzocyte eine Konvexität in die Konkavität hineinschiebt. Dies Verhältnis scheint anzudeuten, daß die Myzocyte, welche das aktive Element darstellt, sich bestrebt, mit ihren Härchen in enge Berührung mit der Sarcoplasmazelle zu kommen. Auch an andern Orten, z. B. da, wo das postcerebrale Fettgewebe bei der Larve *E* sich in Alterdegeneration befindet, sind Myzocyten vorhanden und liegen in engem Kontakt mit diesem Gewebe. — Die Zellen machen somit den Eindruck, als wäre ihre Aufgabe, aus den zu zerstörenden Gewebeelementen schon gelöste Teile einzusaugen und aufzuspeichern.

Das Studieren der Entwicklung dieser Zellen führt uns wieder zu den Leucocyten zurück. Die Myzocyten sind ectodermaler Herkunft und sind zugleich umgebildete Leucocyten. Wir werden versuchen, die Entwicklung dieser Zellen zu folgen.

Die jüngsten Stadien der Myzocyten kommen bei der Larve *F* vor, wo sie jedoch nur in unbedeutender Anzahl vorhanden sind. Übrigens lassen alle solche Zellen sich nicht als solche unzweideutig einreihen. Denn die Härchen, welche die entscheidenden Merkmale dieser Zellen sind, collabieren leicht und öfters miteinander so, daß man nur nach einiger Übung eine solche Zelle von einer Leucocyte unterscheiden kann¹. Diese jüngsten Myzocyten wären nicht von den jungen, abgerundeten Leucocyten zu unterscheiden, wenn nicht der Härchensaum da wäre (Taf. IV, Fig. 56). Diese jungen kugelrunden Myzocyten liegen öfters zusammen mit echten Leucocyten und dann kann man sich von ihrer Zusammengehörigkeit unmittelbar überzeugen. Die Größe der Zellen beträgt 7 μ im Durchmesser mit einem Kerndurchmesser von 5 μ . Die Härchen messen von 1—1,5 μ in der Höhe. Der Zelleib ist stark

¹ Wahrscheinlich sind die Härchen beweglich (»Pseudopodien«) und verschmelzen leicht miteinander.

färbbar, fadenförmig strukturiert. Der Kern ist central mit einem in feinen Fädchen aufgehängten Chromatinnucleolus.

Diese jüngsten Zellen wachsen beträchtlich an. Bei einer Größe von 18μ im Durchschnitt mißt der Kern 10μ . In dem fadenförmigen Plasma treten kleinere helle Vacuolen auf (Taf. IV, Fig. 57). Der Kern besitzt nun unebene Konturen und in dem sehr vergrößerten Nucleolus treten die Vacuolen auf. Der Nucleolus ist noch mit radiierenden Fädchen an der Kernperipherie aufgehängt. Die Härchen verhalten sich wie bei der ganz jungen Zelle bezüglich ihrer Länge, sie scheinen jedoch ein wenig verändert zu sein, indem sie bei den älteren Zellen nie collabiert sind.

Bei einem Durchmesser von 34μ ist der Kern zu 17μ angewachsen. Das Plasma dieser wachsenden Zelle ist stets fadenförmig strukturiert mit Vacuolen, besonders in der nächsten Umgebung des Kerns (Taf. IV, Fig. 58). Die Vacuolen besitzen oft Wände, in welchen Körnchen auftreten. Der Kern ist mehr unregelmäßig geformt, mit Einkerbungen. Der Nucleolus ist gewaltig herangewachsen und beginnt zu zerfallen. Gleichzeitig treten dunkeltingierbare Körnchen zwischen und an den Lininfädchen auf.

Bei fortgesetztem Zuwachs vergrößert sich sowohl die Zelle wie ihr Kern. Bei einer Zelle von 40μ Länge und 24μ Breite ist der Kern 20μ lang und 18μ breit. Im Plasma treten die Vacuolen zusammen und bilden größere Hohlräume (Taf. IV, Fig. 59). Die Zellstruktur ist entschieden körnig geworden. Der Kern ist unregelmäßig. Der Nucleolus ist teilweise zerfallen und im Kern sind flockenartig angesammelte chromatische Teile aufgetreten.

Ein späteres Stadium in der Entwicklung der Resorptionszellen stellt die Taf. IV Fig. 60 abgebildete Zelle dar. Sie mißt 58μ in der Länge und 48μ in der Breite mit einem Kern von 30μ Länge und 17μ Breite. Die Vacuolen sind so stark entwickelt, daß sie die Zellsubstanz ganz verdrängt haben. Diese ist auf die zwischen den Vacuolen gelegenen, dünnen, körnchenreichen Lamellen beschränkt. In der nächsten Umgebung der Kerne sind diese Schichten ein wenig dicker und die Vacuolen sind hier kleiner. Dieser dichtere Teil des körnigen Zellkörpers ist die erste Andeutung der Kernkapsel der älteren Zellen. An der Zelle, welche in der Fig. 60 abgebildet ist, sind die Vacuolen an den beiden Schmalenden der Zelle gelegen. Wahrscheinlich wird sich aus dieser Zelle eine der flachen Zellen mit cylindrischer Kernkapsel (Taf. IV, Fig. 63) ausbilden. Der Kernkapselcylinder wird sich dann in die Länge der Zelle erstrecken oder die Zelle wird später ihre Form

verändern. Die größeren Vacuolen enthalten hier körnchen- und fadenförmige Niederschläge.

Die Bildung der fertigen Myzocyte aus der zuletzt beschriebenen Zelle ist allzu leicht zu verstehen, ohne daß ich es beschreibe. Ein Blick auf die Fig. 60—63 wird genügen, um über diese letzten unwesentlichen Veränderungen ins Klare zu kommen.

Der Fettkörper.

Bei den Larven von *Chironomus*, *Corethra* und *Culex* hat WIELOWIEJSKI zwei verschiedene Fettkörperarten gefunden, eine »peripherische« und eine »innere«.

Bei *Chironomus* sind im Larvenstadium folgende zwei Formen dieser Gewebe vertreten:

1) Peripherische Fettkörperschicht. »Auf der Peripherie der Leibeshöhle, zum Teil sogar außerhalb der (bez. seitlichen) Muskelstränge, bemerken wir einen dünnen, durch mannigfaltige, meist sehr bedeutende Lücken durchbohrten Lappen, der von der Fläche gesehen bisweilen sogar die Form eines ziemlich weitmaschigen, hier und da etwas zerrissenen Netzes darbietet. Er besteht aus deutlich begrenzten, kleinen, einkernigen Zellen, die ein feingranuliertes Plasma besitzen, in welchem der Regel nach kleine, meist gelbe Fetttropfen und ganz feine, vieleckige feste Körnchen eingebettet sind. . . . In Säuren und in Alkohol scheinen dieselben mehr oder weniger löslich zu sein.« (WIELOWIEJSKI, l. c. S. 513—514.)

2) Der »innere Fettkörperstrang«, macht sich »innerhalb der Leibeshöhle, dicht in der Nähe des Darmkanales« und »auf beiden Seiten desselben« als »ein langer, cylindrischer, durch das ganze Abdomen bis zu den ersten Thoracalsegmenten fast ununterbrochen verlaufender Gewebstrang« bemerkbar (WIELOWIEJSKI, l. c. S. 514). Die Zellen sind »so ungemein stark mit großen, hellen, meist farblosen Fetttropfen gefüllt, daß ihre Grenzen gar nicht und ihre Kerne nur mit großer Schwierigkeit zu entdecken sind.« Selten kann jedoch dieser Strang eine andre Beschaffenheit aufzeigen, indem die Zellen keine Fetttropfen enthalten, sich jedoch nicht in schlechtem Ernährungszustand befinden.

Bei *Corethra plumicornis* gibt es nach WIELOWIEJSKI einen »äußeren Fettkörperlappen«, der nie durchlöchert ist und der niemals Fetttropfen, sondern nur eiweißartige Reservestoffe enthält.

Eigentliche »innere Fettkörperlappen« fehlen der *Corethra*-Larve,

wenn man nicht gewisse große Fettzellen des Vorderkörpers mit einem solchen homologisiert.

Bei *Culex pipiens* ist nach derselben Quelle das Fettgewebe dem von *Corethra* sehr ähnlich beschaffen.

Bei *Tipula* vermischen wir einen äußeren Fettkörperlappen.

Nach diesen Zitaten verhält sich der Fettkörper bei verschiedenen Dipterenlarven verschieden. Auch ergibt sich, daß das Homologisieren der verschiedenen Fettkörperlappen bei verschiedenen Larven wohl nicht auf fester Basis ruht. Schon aus der Tatsache, daß der innere Fettkörperstrang der *Chironomus*-Larve verschiedene Einschlüsse enthalten kann, folgt, daß es sehr schwierig sein muß, auf Grund der Beschaffenheit der Zellenprodukte diesen »Fettkörperstrang« zu klassifizieren und somit auch zu homologisieren. Sich nur von der ähnlichen Lage in der Leibeshöhle bei der Homologisierung leiten zu lassen, scheint mir noch gewagter und unsicherer zu sein. Nur dann kann man morphologisch, glaube ich, eine Homologisierung der Fettkörperlappen versuchen, wenn sowohl der feinere Bau der Zellen, die Zelleneinschlüsse und die Lage der Lappen übereinstimmend sind.

Befunde an der *Mycetophila*-Larve.

Der »Fettkörper« der *Mycetophila*-Larve ist gut ausgebildet. Ich kann vier gut verschiedene, in verschiedenen Körperteilen gelegene Fettkörper unterscheiden.

1) Die »inneren Fettkörperlappen«, welche wahrscheinlich den »inneren Fettkörperlappen« WIELOWIEJSKIS entsprechen. Diese Lappen bestehen außer aus zahlreichen unregelmäßig verteilten kleineren Fettinseln hauptsächlich aus zwei Paar großen Fettkörpern. Von diesen liegt das eine Paar dorsal in der Leibeshöhle an den beiden Seiten und unterhalb des Dorsalgefäßes. Diese Körper sind langgestreckt dünn, bandförmig. Von der Mitte derselben streckt sich ein kurzer Zipfel nach hinten und seitwärts aus. Das ventrale Paar der Fettkörper bildet zwei ziemlich breite Fettpartien, welche an den beiden Seiten des Bauchmarkes gelegen sind. Die Fettzellen wechseln an Größe beträchtlich ab, teils sind sie relativ klein, wie besonders bei jungen Larven, wo sie wenig an Größe variieren, teils sind sie sehr groß, wie bei älteren Larven, wo jedoch auch kleine Zellen vorhanden sind¹.

¹ Bei einem jungen Tier messen die Zellen 12μ im Durchmesser und der Kern 6μ . Bei einem alten variieren die Zellen zwischen 21μ und 55μ und der Kern zwischen 8μ und 16μ .

Die Fettzellen zeigen je nachdem sie von Fetttropfen gefüllt oder leer sind, verschiedene Ansichten. Die kleinen, von Fett strotzend gefüllten Zellen besitzen oft kleine Kerne, welche von einer durch Eisenhämatoxylin stark färbbaren Hülle umgeben sind (Taf. V, Fig. 68). Von dieser Hülle ab gehen Fädchen aus, welche sich vom Kern bis an die Zellenmembran herstrecken. Diese Fädchen machen oft den Eindruck, als wären sie in Wirklichkeit Kanälchen. Die von Eisenhämatoxylin stark färbbare Partie gehört gewiß dem plasmatischen Teil der Zelle an und ist als eine Plasmaschicht anzusehen, welche den Kern umgibt. Die plasmatischen Waben dieser kleineren (bzw. jüngeren) Fettzellen sind wenig stark färbbar und enthalten in den Waben wie gewöhnlich die Fetttropfen. Je nachdem die Zellen älter und ihres Inhaltes frei werden, werden diejenigen Waben, welche in der nächsten Umgebung des Kernes gelegen sind, immer dickwandiger und färben sich bei Eisenhämatoxylinfärbung intensiv schwarz (Taf. V, Fig. 66).

Über die Bildungsweise der Fettzellen geben meine Untersuchungen keine entscheidende Haltepunkte. Nur die jüngsten Fettzellen zeigen gewisse Übereinstimmungen im Bau der Kerne mit den Leucocyten. Die Kerne sind ebenso groß wie die der Leucocyten und besitzen denselben chromatischen Nucleolus. Der Zelleib ist wabig strukturiert mit Fetttropfen in den Waben. Der Kern ist von einer dünnen körnigen Plasmaschicht umgeben. Diese jungen Fettzellen vermehren sich auf mitotischem Wege, wie aus Taf. V, Fig. 67 hervorgeht.

Wenn ich auch nicht direkt behaupten kann, daß die wahren Fettzellen aus umgewandelten Leucocyten entstanden sind, so gibt es doch in dem Kernbau der Fettzellen Anknüpfungspunkte an den Kernbau der Leucocyten. BERLESE (1900) ist, wie aus seiner Zusammenfassung hervorgeht, auch der Ansicht, daß die Fettzellen aus Leucocyten entstehen. Ich teile diese seine Auffassung völlig, muß aber hervorheben, daß, da die Leucocyten bei der *Mycetophila*-Larve ectodermale Bildungen sind, so sind auch die Fettzellen ectodermal¹.

2) Der subvasale Fettkörper (Pericardialzellen).

Unterhalb des Dorsalgefäßes erstrecken sich zwei Reihen von eigentümlichen Fettgewebs-elementen, welche sich an der ventralen

¹ Diese Auffassung gilt natürlich nur für die definitiven Fettzellen, welche die embryonalen ersetzen. Die embryonalen Fettzellen, wie die embryonalen Leucocyten usw. sind wahrscheinlich mesodermale Bildungen.

Gefäßwand anheften. Die Zellen dieser Gewebestränge sind nicht besonders groß. Ihr Kern ist kugelförmig, mit einer nucleolusartigen Chromatinansammlung in dem körnigen Inhalt. Im Zellkörper in der nächsten Umgebung des Kernes liegt gewöhnlich eine Menge von feinsten bei Eisenhämatoxylinfärbung intensiv schwarz sich färbenden Partikelchen (Taf. V, Fig. 69). Der Zellkörper zeichnet sich durch große verzweigte Hohlräume aus, welche oft einen körnigen Inhalt aufweisen. Peripherisch von diesen Höhlen liegt ein lockeres, körnchenreiches Plasma, das bei Eisenhämatoxylin-Kongorot-Färbung sich gelblich färbt. Die Körnchen stehen hier gewöhnlich in mehr oder minder zur Oberfläche senkrechten Reihen. Es ist schwierig, den feineren Bau dieser kleinen Zellen genau zu studieren. So viel ergibt sich jedoch aus einer genauen Untersuchung, nämlich: 1) daß die Zellen keine Fetttropfen, sondern nur Körnchenconcremente enthalten, 2) daß der Zellleib sich bei Färbung mit Eisenhämatoxylin-Kongorot gelblich färbt und 3) daß die Zelle peripherisch sich durch streifige Struktur auszeichnet.

Bezüglich der Entwicklung des subvasalen Fettkörpers kann ich mitteilen, daß diese Fettkörperzellen in der Tat nichts anderes sind als Leucocyten, welche sich an der Gefäßwand festgesetzt und hier zu Fettzellen des obigen Typus entwickelt haben. Entweder befestigen sich die Leucocyten jede für sich oder in kleineren Gruppen. Bei der Vergrößerung des Zelleibes vergrößert sich im Beginn der Kern nur unbedeutend und verändert die Kernstruktur gar nicht, sondern die Kerne behalten anfangs das für die Leucocyten charakteristische Aussehen. Fig. 69 zeigt die jungen Pericardialzellen, nachdem sie anzuschwellen begonnen haben (junge Larve). Bei den älteren Larven vergrößern sich diese Zellen noch mehr (Taf. V, Fig. 70) und die peripherische streifige Struktur wird immer deutlicher. Der Kern wächst ein wenig und verändert seine Struktur, indem das Chromatin nunmehr in Brocken (oder Bänder) verteilt wird.

3) Der suboesophageale Fettkörper (Taf. V, Fig. 71 a, b).

Von der *Chironomus*-Larve beschrieb ich (1904) einen eigentümlichen Körper, den ich mit den Corpora allata anderer Insekten homologisierte. Diese Körper der *Chironomus*-Larve »sind zwei breit ellipsoidische Körper, welche, dem Darmtractus ziemlich dicht anliegend, ein wenig hinter dem Schlundringe ungefähr mitten zwischen dem Ganglion oesophagii und ventriculare liegen. Die Corpora allata sind ganz unabhängig

vom Schlundnervensystem. Hingegen steht jedes Corpus allatum mit einem Trachealzweig in Verbindung. . . .«

Das obige Zitat gibt die Gründe an, warum ich diese Gebilde der *Chironomus*-Larve als Corpora allata auffaßte. Dazu kam auch, daß die Corpora allata der Insekten sehr wechselnd beschrieben sind und auch wahrscheinlich sehr verschiedenes Aussehen annehmen können, ebenso, daß diese Gebilde bei Dipterenlarven als Ganglien (MIALL und HAMMOND 1892) beschrieben worden waren.

Bei der *Mycetophila*-Larve gibt es mehrere solcher Körper¹, welche mit Tracheen gar nichts zu tun haben, aber welche dasselbe Aussehen wie bei der *Chironomus*-Larve haben. Diese Zellen bei der *Mycetophila*-Larve bilden den suboesophagealen Fettkörper, der genau dieselbe histologische Zusammensetzung aufweist wie der subvasale, nur daß die Zellen des ersten verhältnismäßig frei in der Körperhöhle liegen. Sie flottieren nämlich frei, nur an feinsten Fädchen aufgehängt. Die Zellen sind keine wahren Fettzellen, sondern scheinen anstatt dessen eine Art Drüsenzellen zu sein. Es bilden sich Secrete in den Hohlräumen der Zellen ganz wie in einer Drüse, aber wie diese Secrete weggeführt werden, das ist nicht festgestellt worden. Bei der *Chironomus*-Larve, bei der die fraglichen Zellen ganz übereinstimmend gebaut sind, sind sie mit Tracheen verbunden, und da kann man vielleicht die Prozesse, wenn auch nicht verstehen, so jedoch ahnen.

Die detaillierte Übereinstimmung im Baue der suboesophagealen Fettkörper mit dem subvasalen beweist wohl, daß sie desselben Ursprungs sind. Da der subvasale aus festgehefteten Leucocyten entstanden ist, so liegt die Annahme wohl nicht fern, daß der suboesophageale auch Leucocytenursprungs ist. Direkt habe ich ihre Genese nicht studieren können.

4) Der postcerebrale Fettkörper.

Es gibt bei der *Mycetophila*-Larve hinter dem Gehirn große Lappen von einem eigentümlichen Fettgewebe, welche ich den »postcerebralen Fettkörper« nenne, obschon er keine Fetttropfen enthält. Er erinnert nämlich in dem histologischen Aufbau sehr an den »inneren Fettkörperlappen«, um die Einführung eines neuen Namens zu rechtfertigen.

Die Zellen sind ungleich groß und variieren an Größe wie die der inneren Fettkörperlappen. Der Kern ist genau so gebaut, wie

¹ Wenn das Homologisieren wirklich richtig ist.

derjenige der echten Fettzellen. Der Zelleib ist in oft sehr große Waben eingeteilt, welche immer größer sind, als diejenigen der echten Fettzellen. In diesem Wabennetz befinden sich die Zellprodukte, welche hier von feinkörnigen Ballen, die sich bei Hämatoxylinfärbung ziemlich dunkel färben, dargestellt sind (Taf. V, Fig. 79). Ganz wie in den echten Fettzellen, wird eine Kernkapsel aus großen Waben öfters ausgebildet.

Nach Entleerung oder Digerieren der Concretionen wird das Wabenwerk der Zellen zerstört, so daß große leere oder flüssigkeitserfüllte Hohlräume entstehen. Der Kern wird nach der einen Seite der Zelle verdrängt, wird abgeplattet und degeneriert. Wahrscheinlich wird dieses Fettgewebe bei der Leucocytose immer mehr zerstört und löst sich vielleicht gänzlich auf. Ich werde später diese Frage kurz berühren, und dieser Gewebeart und ihren Ursprungszellen im Vasalknäuel und in den Perivasalzellen einen eignen Abschnitt widmen.

Das Vasalknäuel, die perivasalen Zellen und das postcerebrale Fettgewebe (Taf. V, Fig. 73—79).

An jeder Seite des vordersten Abschnittes des Dorsalgefäßes liegen unmittelbar lateral von den beiden Ganglia postcerebralia sympathica zwei kleinere oder größere Zellenhaufen (Taf. V, Fig. 73 *WK*). Die Hauptmasse dieser Zellenhaufen besteht aus Zellen, welche ich als Perivasalzellen (*pwz*) bezeichne. In der Mitte jeder Zellmasse bemerkt man einen runden Knäuel, den Vasalknäuel, der aus mehreren dicht gedrängten spindelförmigen Zellen besteht. Dieser Knäuel hängt mit der Gefäßwand zusammen, ohne jedoch ein Teil derselben zu sein.

Von diesem Knäuel spalten sich Zellen ab, die miteinander zusammenhängen und peripherisch Zellenreihen bilden. Diese Zellen sind die Perivasalzellen. In den äußeren Teilen der centralen Zellenknäuel teilen sich die Zellen lebhaft, was aus dem Vorhandensein von Teilungsstadien hervorgeht. (Taf. V, Fig. 74).

Bei der jungen Larve *B* (siehe die Tabelle!) fehlen die perivasalen Zellen gänzlich. Der Vasalknäuel hingegen ist verhältnismäßig groß (27μ im Durchschnitt) und seine Kerne sind zahlreich. Bei der ebenfalls jungen Larve *A* hingegen sind perivasale Zellen vorhanden, wenn auch nur wenige. Hier ist aber der Vasalknäuel beträchtlich verkleinert worden und besitzt nur wenige Kerne. Aus diesem Verhalten scheint hervorzugehen, daß die Larve *B* jünger ist als die *A*-Larve. Ebenso wird daraus der schon durch den Nachweis der Teilungsfiguren im

Vasalknäuel dargelegte Zusammenhang zwischen Vasalknäuel und perivasalen Zellen noch gestützt¹.

Die Zellen des Vasalknäuels behalten offenbar ungefähr dieselben Dimensionen ihrer Kerne bei, die Larve sei jung oder alt. Hingegen ändert der Knäuel seine Größe und die Zahl der Zellen ab. Diese Abänderungen beruhen auf dem Grad von Tätigkeit, worin die Zellen sich befinden. Bei der Larve *C*, wo die Neubildung von Perivasalzellen sehr rege ist, ist der Vasalknäuel sehr groß (40 μ), während z. B. bei der Larve *G*, wo der Knäuel mehrere Perivasalzellen abgeschnürt hat, der Knäuel kleiner ist (31 μ). — Dies deutet an, daß der Vasalknäuel während der Vermehrungsperioden an Größe zunimmt, um, sobald die Vermehrung aufhört, wieder abzunehmen (diese letzte Schlußfolgerung geht aus dem Verhalten der Larven *A* und *B* hervor, siehe oben).

Die Tätigkeit des Vasalknäuel ist periodisch, denn in allen Larvenstadien gibt es Zustände, wo das Vasalknäuel ruht und andre, wo es in Wirksamkeit ist.

Die perivasalen Zellen sind nicht in allen Larvenperioden einander gleich. Besonders in der Größe der Zellen tritt die Verschiedenheit gut hervor. Die ganz jungen Zellen (Taf. IV, Fig. 64) sind langgestreckt, bis 17 μ lang und 5 μ breit, ältere Zellen aber sind mehr abgerundet und messen bei verschiedenen Larvenstadien von 8—22 μ in Breite (Taf. IV, Fig. 65, Taf. V, Fig. 72). Die Breite der Zellen wechselt somit von 5—22 μ . Diese Veränderungen beruhen hauptsächlich darauf, daß die Elemente verschieden alt und demgemäß gewachsen sind. Die allerjüngsten Perivasalzellen sind, entsprechend der Größe ihrer Mutterzellen (die Zellen des Vasalknäuels), untereinander ungefähr gleich groß auch bei verschiedenen alten Larven.

Der Kern der Perivasalzellen variiert an Größe entsprechend den großen Variationen der Zellen. Die Kerne der kleinsten Zellen, die etwas langgestreckt sind, sind auch ein wenig langgestreckt, aber nicht länger als 6 μ . Die Größenschwankungen der Kerne liegen zwischen diesem Maß (6 μ) und 14 μ , wenigstens bei denjenigen Tieren, welche ich untersucht habe.

Das Aussehen der Kerne verändert sich nur wenig. Bei den jüngsten Zellen liegen die nach der letzten mitotischen Teilung bleibenden Chromosomen noch frei in dem Kern da. Wird die Zelle aber älter, vereinen

¹ An dem Vasalknäuel schmiegt sich ein großer Tracheenzweig, und an diesem heften sich einige der Perivasalzellen fest, so daß sie den Eindruck machen, als wären sie Derivate der Tracheenmatrix, was nicht der Fall ist.

sich die Chromosomen und bilden einen Faden, welcher aus abwechselnd helleren und dunkleren Brocken besteht. An Präparaten sind diese Fadenschlingen gewöhnlich in Bruchstücke zerfallen. Dies beruht wohl auf den Wirkungen der Fixiermittel. Bei der *Chironomus*-Larve z. B., welche ja das klassische Objekt für Herstellung des Kernfadens ist, erhält man nur selten diesen Faden unbeschädigt in den Präparaten.

Der Zelleib der Perivasalzellen ist immer körnchenreich. Es entstehen in den größeren Perivasalzellen oft Vacuolen. So ist es z. B. der Fall bei der Larve *G* und noch mehr bei der Larve *C*, wo der ganze Zelleib durch das Vorhandensein von zahlreichen Vacuolen netzförmig strukturiert erscheint.

Mit den Perivasalzellen eng verbunden ist das postcerebrale Fettgewebe. Ehe ich aber auf den Zusammenhang zwischen den Postcerebralzellen und den Perivasalzellen eingehe, will ich über diejenigen Formen berichten, welche diese Postcerebralzellen bei verschiedenen Zuständen annehmen können.

Die Größe der Postcerebralzellen schwankt zwischen 20 und 50 μ und die Größe ihrer Kerne zwischen 6 und 13 μ .

Bei den Larven *A*, *B* und *D* mißt der Kern 6 μ und der Zelleib bzw. 20—23—29 μ . Der Kern dieser Zellen liegt peripherisch in der Zelle gegen die Wand derselben gedrückt. Der Zelleib ist gewöhnlich von einer großen hellen Vacuole eingenommen, die offenbar nur eine Flüssigkeit enthält. Der Zelleib ist somit auf einen randständigen körnigen Teil beschränkt. Ich nenne solche Postcerebralzellen »leer« (siehe die Tabelle). Außer diesen »leeren« Zellen gibt es bei der *E*-Larve auch Zellen mit mehr centralem Kern, mit körnigem Zelleib und mehreren ziemlich großen Vacuolen. Von diesen Zellen gibt es alle Übergänge zu den »leeren« Zellen, welche bei dieser Larve in Mehrzahl vorhanden sind.

Bei den Larven *C*, *G*, *F* und *H* sind die Postcerebralzellen bedeutend größer. Sie messen zwischen 30 und 50 μ und ihre Kerne variieren zwischen 10 und 13 μ . Die Kerne sind somit von einer ziemlich übereinstimmenden Größe, während die Zellen beträchtlich variieren.

Die Larve *F* besitzt Postcerebralzellen (Größe der Zelle 30 μ , des Kernes 12 μ), welche beinahe »leer« sind, ganz wie die Postcerebralzellen der Larven *A*, *B* und *E*. Der Kern ist somit an der Zellenperipherie gelagert. Bei den Larven *C*, *G* und *H* (Taf. V, Fig. 79) ist der Kern der fraglichen Zellen mehr central gelegen. Der körnige Zelleib ist stark vacuolisiert und die Vacuolen enthalten körnige Secretballen. Bei vorhandenen kleineren Zellen sind die Vacuolen wenig groß. In den größeren Zellen aber sind die Vacuolen größer. Eine Ausnahme

von dieser Regel machen die Zellen der Larve *H*. Sie sind nämlich größer (40—50 μ) als die Zellen der Larven *C* (35 μ) und *G* (bis 40 μ), besitzen aber kleinere Secretballen und dementsprechend kleinere Vacuolen.

Die »leeren« Zellen sind degeneriert. Die Larve *E*, bei der man die verschiedenen Formen der kleinsten Postcerebralzellen studieren kann, lehrt, daß die »leeren« Zellen aus vacuolisierten Zellen mit Körnchenplasma entstanden sind.

Wir können somit die »leeren« Postcerebralzellen von Zellen mit mehr centralem Kern und körnigem, vacuolisiertem Plasma herleiten.

Je jünger und kleiner eine solche vacuolisierte Zelle ist, um so kleiner sind die Vacuolen. Die Vacuolen enthalten um so kleinere Körnchenballen, je jünger die Zellen sind. Bei den jüngsten Postcerebralzellen fehlen die Körnchenballen vollständig in den Vacuolen. Solche Zellen gibt es bei der Larve *E*.

Bei der *G*-Larve gibt es sehr viele Vacuolen, welche je mit einem kleinen Concrementhaufen ausgerüstet sind. Diese Zellen sind somit auch ziemlich junge Zellen. Es ist aber offenbar, daß diese Postcerebralzellen einem andern Entwicklungszyklus angehören als diejenigen der Larve *E*, denn obschon sie bei der *G*-Larve sich in denselben funktionellen Bedingungen wie bei der *E*-Larve befinden, sind sie hier 35—40 μ groß, während sie bei der *E*-Larve 20 μ messen, also ungefähr doppelt so groß sind.

Die Postcerebralzellen der Larve *C* besitzen große Vacuolen und in diesen große Haufen von Körnchen. In den größten Vacuolen aber verschwindet der Inhalt gänzlich und diese Vacuolen werden »leer«. Bald vereinen sich mehrere solcher Vacuolen und so entstehen die »leeren« Zellen der Larve *F*.

Die Postcerebralzellen der *G*-Larve sind verhältnismäßig jung. Die Vacuolen sind ziemlich klein und enthalten nur kleinere Körnchenballen, aber keine »leeren« Vacuolen. Dasselbe ist der Fall mit der *H*-Larve, wo die Zellen sich in demselben Entwicklungsstadium befinden, wie bei der *G*-Larve. Bei der *H*-Larve aber messen die Zellen 40—50 μ , bei der *G*-Larve 35—40 μ . Diese Zellen können somit kaum zu demselben Entwicklungszyklus gestellt werden, sondern gehören einem neuen zu.

Bei den näher untersuchten acht Larven gibt es somit drei verschiedene Generationen von Postcerebralzellen, welche beim Wachstum der Larve einander ablösen, indem die vorhergehenden zerstört werden und Platz für die nachfolgenden machen müssen.

Wie diese Zerstörung vorgeht, ist mir nicht ganz klar geworden. An einigen Präparaten bemerkte ich aber, daß die »leeren«, d. h. die Zellen, deren Körnchenkugeln digeriert worden sind, oft in Kontakt mit andern Blutgewebeelementen stehen. Diese Elemente sind das suboesophageale Fettgewebe und die Myzocyten, wenn solche vorhanden sind. Diese beiden Blutgewebeelemente sind während des Wachstums der Larve stetig in Zuwachs begriffen, wenigstens gilt dies ganz sicher von den Suboesophagealzellen. Die Myzocyten aber wachsen durch Aufspeicherung immer zu, ohne jedoch mit dem Wachstum der Larve gleichen Schritt zu halten. Solche Blutgewebeelemente, welche offenbar Säfte aus der Körperhöhle oder aus andern Gewebearten aufsaugen, stehen also mit Vorliebe in Kontakt mit den »leeren« Zellen der Postcerebralgewebe. Es scheint mir deshalb nicht unwahrscheinlich, daß diese Gewebearten das Zerstören der »leeren« Postcerebralzellen bewirken.

Wenn eine Generation der Postcerebralzellen, z. B. die erste, zerstört wird, muß eine neue entstehen. Von wo entstehen nun diese Postcerebralzellen? Ein Vergleich zwischen den Larven *E* und *C* wird uns hierfür lehrreich. Die Larve *E* besitzt außer den »leeren« Postcerebralzellen auch junge vacuolisierte Zellen. Vergleichen wir diese jungen Zellen der *E*-Larve mit den größten Perivasalzellen der Larve *C*, so sehen wir, daß diese Zellen miteinander ganz übereinstimmen. Es ist hierdurch nachgewiesen, daß die Perivasalzellen und die Postcerebralzellen auf einem gewissen Entwicklungsstadium ganz übereinstimmen. Bei derselben Larve *C* kann man auch an den da vorhandenen Perivasalzellen und Postcerebralzellen unverkennbare Übereinstimmungen wahrnehmen, obschon die Postcerebralzellen beinahe alle mit großen, körnchenführenden Vacuolen versehen sind. Die Kernstrukturen sind dieselben und die Größe der Kerne ist übereinstimmend (variiert sowohl bei Perivasal- wie Postcerebralzellen ein wenig). Der Zelleib der Perivasalzellen zeigt kleinere Vacuolen, welche von einem Körnchenplasma umgeben sind. Diese Plasma-körnchen besitzen im Präparate genau dieselbe Färbung wie die Körnchen der Postcerebralzellen. Die Postcerebralzellen besitzen gewöhnlich in den Vacuolen Körnchenballen, aber kleinere neugebildete Vacuolen entbehren noch der Körnchenkugeln. Die Übereinstimmung der beiden Zellenarten ist somit eine sehr große und die Perivasalzellen erweisen sich rein histologisch als junge Postcerebralzellen.

Als eine andre Übereinstimmung will ich noch hervorheben, daß

die Postcerebralzellen in Reihen und Lappen angeordnet sind, ganz wie die Perivasalzellen. Aber sind nun die Perivasalzellen in hinreichender Zahl vorhanden, um das mächtige Postcerebralgewebe zu bilden? Ein Blick auf Taf. V, Fig. 73, wo die Perivasalzellen mit *pvz* bezeichnet sind, beseitigt diese Einwendung. Bei denjenigen Larven (*H*), wo die Postcerebralzellen ganz jung sind, gibt es außerdem nur eine kleinere Gruppe von Perivasalzellen, was ja andeuten muß, daß die meisten am Aufbau des neuen Postcerebralgewebes teilgenommen haben.

Ich halte es somit für festgestellt, daß die Perivasalzellen periodisch in Postcerebralzellen übergehen.

Zusammenfassung über die Blutgewebe der Mycetophilalarve.

Aus der obigen Darstellung geht hervor, daß die Blutgewebe der *Mycetophila*-Larve aus zwei wahrscheinlich verschiedenen Gewebeelementen hervorgehen. Diese Elemente sind die ectodermalen Leucocyten und die (wahrscheinlich mesodermalen) Gefäßknäuelzellen.

Von Leucocyten entstehen:

- 1) die Körnchenkugeln,
- 2) die Önocyten, sowohl segmentale wie freie,
- 3) die Myzocyten,
- 4) die gewöhnlichen Fettgewebe,
- 5) die subvasalen Fettgewebe (Pericardialzellen) und
- 6) die suboesophagealen Fettgewebe.

Von dem Vasalknäuel entstehen:

die postcerebralen Fettgewebe.

Keine dieser Elemente weisen eigentliche phagocytäre Eigenschaften auf, nicht einmal die Körnchenkugeln.

In der beigelegten Tabelle sind einige Maße der Blutgewebeelemente mitgeteilt.

Bemerkungen über die Zerstörung der larvalen Muskeln während der Nymphase.

Ich bemerke gleich von Anfang, daß meine Studien über die Zerstörung der larvalen Muskeln, wegen Fehlen von geeignetem Material, nur unvollständig sind. Es sind jedoch einige Resultate gewonnen, welche ich der Diskussion nicht entziehen will. Ich fasse hier meine Beobachtungen kurz zusammen:

F e t t

pericardial

Größ
der
Zelle

μ
11

17

9

10

1

19

2

Leucocyten und von Leucocyten ableitbare Blutgeweheelemente

Vasalknäuel und davon ableithare Blutgeweheelemente

N. V. N.	Migratorische Blutgewehearten															Fettgewehearten										Vasalknäuel und davon ableithare Blutgeweheelemente												
	Leucocyten			"Körnchen-kugeln"			Öocyten segmentale			Öocyten freie			"Myzocyten"			Gewöhnliche Fettgewebe			"Pericardialzellen"				Suboesophagealzellen			"Vasalknäuel"			Perivascularzellen			Postcerebralgewebe						
	Größe der Zelle	Größe des Kernes	Bemerkungen	Größe der Zelle	Größe des Kernes	Bemerkungen	Größe der Zelle	Größe des Kernes	Bemerkungen	Größe der Zelle	Größe des Kernes	Bemerkungen	Größe der Zellen	Größe des Kernes	Bemerkungen	Zahl der Zellen	Größe der Zellen	Größe der Kerne	Bemerkungen	Zahl der Zellen	Größe der Zellen	Größe der Kerne	Bemerkungen	Zahl der Zellen	Größe des Knäuels	Größe der Kerne	Zahl der Zellen	Größe der Zellen	Größe der Kerne	Bemerkungen	Zahl der Zellen	Größe der Zellen	Größe der Kerne	Bemerkungen				
A	10	5	Chromatin-nucleolus mit freien Chromosomen	Fehlen	Fehlen		20	10	Mit Kugelschlüssen	Fehlen	Fehlen		Fehlen	Fehlen		relativ gering	23	7,5	Chromatin-nucleolus (Chromos. rel. frei)	gering	11	5	Chromatin-nucleolus kugelförmig	zieml. zahlreich	24	7	Mit Chromatin-nucleolus Hohlräume im Plasma	zahlreich	27	4	Fehlen	Fehlen	Fehlen		zieml. gering	23	6	Zellen leer
B	8	5	"	"	"		15	9	"	"	"	"	"	"		"	12	6	Chromatin-nucleolus kugelförmig	normal	17	5	Mit intracellulären Höhlen	"	32	17	"	wenige	15	4	gering	5-(17)	6	—	"	20	6	Stark vacuolisiert — leer
C	15	5	Mit Chromatin-nucleolus	"	"		—	—	—	"	"		"	"		zieml. gering	28	8	Kern mit Bandknäuel	"	9	6-7	"	—	—	—	—	zahlreich	31	4	"	8-(14)	6	Chromatin in Bandknäuel	"	34	10	Leer
D	9	5	"	"	"		16-31	5-14	"	"	"		27-35	11-18	Vacuolisiert. Kern schwach lobiert	zieml. zahlr.	21	8	"	"	16	6	"	"	35	11	"	"	31	4	"	5-(11)	6	"	zahlreich	29	6	Leer oder körnig vacuolisiert
E	9	5	"	"	"		48	23	"	"	"		8	5	Chromatin-nucleolus	zahlreich	41	13	"	"	18	7	"	"	20-35	12	"	"	32	4	zieml. zahlr.	11-(24)	7-8	"	"	30	12	Beinahe leer
F	9	5	"	"	"		53	22	"	70-183	41-120	Mit Kugelschlüssen	10-78	5-24	Große Vacuolen, Kern mit unbestimmtem Umriß	"	32-43	8-13	"	"	19-38	9	"	"	35	10	Chromatin in Bandknäuelform	"	31	4	zahlreich	16-(22)	10	Zellen schwach vacuolisiert	"	35-40	10	Vacuolen mit Körnchen-konkrementen
G	11	5	"	15	5-6	Mit Chromatin-nucleolus	52	23	"	Fehlen	Fehlen		Fehlen	Fehlen		"	55	8-12	"	"	23	8	"	"	65	14	"	"	40	4	sehr zahlr.	22	14	Zellen mit Vacuolen	"	35	11	"
H	9	5	"	15	5	"	60-70	24	"	"	"		40	14	"	sehr zahlr.	53	16	"	—	—	—	—	"	36	10	"	wenig zahlr.	28	4	wenig zahlr.	21	13	Chromatin in Bandknäuel	"	40-50	13	"

1) »Körnchenkugeln« sind im ersten Beginn der Nymphose nicht vorhanden. Es ist somit ausgeschlossen, daß die »Körnchenkugeln« den Zerfall der Muskeln in Sarcolyten verursachen (gegen KO WALEWSKY, QEES und PEREZ). Ich habe überhaupt nie gesehen, daß die Blutgewebeelemente feste Bestandteile in sich aufnehmen, sie nehmen wahrscheinlich nur gelöste Stoffe auf.

2) Die Muskelzellen degenerieren von selbst. In dem Sarcoplasma entstehen Vacuolen, welche (eiweißartige) Stoffe enthalten. Siehe Taf. II, Fig. 19 *Se*! Die Kerne umgeben sich mit einem Plasmahof (Taf. II, Fig. 19 *Sz*), welcher ziemlich groß und von dem übrigen Sarcoplasma der Zelle gut abgegrenzt ist. Beim Zerfall der Zelle wird der Muskelkern mit seinem Plasmahof frei und stellt ein neues Blutgewebeelement dar (Taf. V, Fig. 80 *Sz*). Die übrigen Teile der Muskelzelle gehen zugrunde, indem sie sich zu Ballen oder Klumpen anhäufen (Taf. V, Fig. 80 *zSz*, *zM*), welche durch Kontaktwirkung der Leucocyten und Myzocyten sowie der abgerundeten neuen Sarcoplasmazellen allmählich wegschmelzen. Die Fibrillen behalten lange ihre intensive Färbbarkeit mit Eisenhämatoxylin bei, aber allmählich verschwindet auch diese spurlos. Oft sind die Trümmer der Muskeln von einer außerordentlich dünnen, ausgeschiedenen, nicht cellulären Membran umgeben. Innerhalb dieser Hülle liegen runde, verschiedenartig färbbare Ballen zusammen. In dem ganzen Gebilde kann man keinen Kern entdecken. Diese Kugelgruppen (Taf. V, Fig. 81) erinnern sehr an die von ENRIQUES (1902) pl. V Fig. 13 abgebildeten Phagocyten! In meiner Taf. V, Fig. 81 habe ich eine solche Gruppe abgebildet, die von einem jungen Myzocyten angesaugt ist.

3) Überall, wo Zerstörung von Muskelgewebe stattfindet, treten folgende Elemente auf: 1) Leucocyten, 2) Myzocyten und 3) die abgerundeten Sarcoplasmazellen. — Alle diese Elemente nehmen wahrscheinlich die durch Auflösung der Muskeln entstandenen Stoffe auf. Diese Elemente sind oft sehr schwer voneinander zu unterscheiden. Nur die Myzocyten können wegen des Härchensaumes nicht mit den beiden andern verwechselt werden. Die Leucocyten sind kleinkernig und die Sarcoplasmazellen sind mehr oder weniger großkernig. Die Leucocyten enthalten oft Vacuolen und in solchen Vacuolen kann man einen gleichartigen Inhalt wie den Inhalt der Sarcoplasma vacuolen wiederfinden.

Wahrscheinlich sind die Sarcoplasmazellen die Mutterzellen zu gewissen imaginalen Fettzellen (vgl. BERLESE 1900!).

4) Von den übrigen Blutgewebearten scheinen nur die Suboesophagealzellen beim Zerstören von alten Geweben irgendwelche Rolle

zu spielen. In den Lappen von degenerierenden Postcerebralzellen findet man oft die Suboesophagealzellen eingetreten. Sie liegen hier im Kontakt mit den Postcerebralzellen und es scheint, als wären sie damit beschäftigt, irgendwelche Säfte aus diesen Zellen aufzunehmen. Auch Myzocyten beteiligen sich an dieser Arbeit.

Anhang.

Beschreibung der Imago.

Mycetophila ancyliformans n. sp.

Kopf mit einem deutlichen Punktauge an jeder Seite ganz nahe an den Facettaugen. Beine deutliche Springbeine mit großen Hüften und verdickten Schenkeln. Flügel verhältnismäßig kurz, mit typischer *Mycetophila*-Aderung. Ventrale Hinterleibsplatten in einer Rinne versenkt, indem die dorsalen über die Körperseiten geschlagen sind. So entsteht an jeder Seite eine taschenförmige Falte, an deren Boden die Stigmen liegen.

Rostgelb mit hellerem Kopf. Augen schwarz. Antennenglieder von dem dritten ab mit gegen die Antennenspitze hin zunehmendem braunen Apicalteil. Spitzenglied ganz braun. Thorax, die zwei ersten, sowie die hintere Hälfte der drei folgenden Hinterleibsegmente oben braun. Die Seiten und die Unterseite des Thorax, sowie die Unterseite des Hinterleibes hell rostgelb. Flügel mit braunen Rippen, zwischen diesen schwach bräunlich, rauchfarbig. Die Querader ist von einem deutlichen braunen Fleck umgeben. Beine hell rostgelblich, nur die Kniegelenke der Hinterbeine und die Sporen sowie die größeren Borsten aller Beine bräunlich. L. 4 mm.

Stockholm, im Februar 1907.

Verzeichnis der wichtigeren Literatur.

- J. ANGLAS, (1898). Sur l'histolyse et l'histogénèse du tube digestif des Hyménoptères, pendant la métamorphose; in: C. R. Soc. Biol. Paris. (10) Tome V. p. 1167—1170.
- (1899, 1). Sur l'histolyse et l'histogénèse des muscles des Hyménoptères pendant la métamorphose; in: C. R. Soc. Biol. Paris (11). Tome I. p. 931—933.
- (1899, 2). Sur l'histogénèse des muscles imaginaires des Hyménoptères, *ibid.* p. 947—949.

- J. ANGLAS, (1899). Sur l'histolyse et l'histogénèse des muscles des Hyménoptères, pendant la métamorphose in: Bull. Soc. Ent. Fr. 1899. p. 348—350. (Vorläufige Mitteilung.)
- (1900). Note préliminaire sur les métamorphoses internes de la Guêpe et de l'Abeille. — La lycocytose; in: C. R. Soc. Biol. Paris. Tome LII. p. p. 94—96.
- Sur la signification des termes »phagocytose « et »lycocytose «. Ibid. p. 219—221.
- Nouvelles observations sur les métamorphoses internes. In: Arch. Anat. Micr. Paris. Tome V. p. 78—121. Fig. T. 4.
- (1901, 1). Observations sur les métamorphoses internes de la Guêpe et de l'Abeille; in: Bull. Sc. France Belg. Tome XXXIV. p. 363—473. 8. Fig. T. 19—32.
- (1901, 2). Quelques remarques sur les métamorphoses internes des Hyménoptères; in: Bull. Soc. Ent. France. p. 104—107.
- (1901, 3). Quelques caractères essentiels de l'histolyse pendant la métamorphose. Ibid. p. 301—304.
- H. AYERS (1884). On the development of *Oecanthus niveus* and its parasite *Teles.* Mem. Boston. Soc. Nat. Hist. Vol. III.
- S. BENGSSON (1897). Studier öfver insektlarver. I. Till kännedomen om larven af *Phalacrocerca replicata* (Lin.). Lunds Univ. Årsskrift. Bd. XXXIII. 118 S. und 4 Tafeln. 4^o.
- (1899). Über sog. Herzkörper bei Insektenlarven. Bihang. till K. Svenska Vet.-Akad. Handl. Bd. XXV. p. 3—23. 2 Taf.
- (1905). Zur Morphologie des Insektenkopfes. Zool. Anz. Bd. XXIX. p. 457—476.
- ANT. BERLESE, (1899). Osservazioni sui fenomeni che avvengono durante la ninfosi degli Insetti metabolici. Parte Ia. Tessuto adiposo (trofociti). Riv. Pat. Veget. Firenze Anno 8. No. I. 155 p. 42 Fig. T. 1—6.
- (1900, 1). Intorno alle modificazioni di alcuni tessuti durante la ninfosi della *Calliphora erythrocephala*; in: Bull. Soc. Ent. Ital. Anno 32. p. 253—288. 7 Fig.
- (1900, 2). Considerazioni sulla fagocitosi negli Insetti metabolici; in: Zool. Anz. XXIII. Bd. p. 441—449.
- (1902). Sulla ninfosi delle Mosche. Anat. Anz. XXI. Bd. p. 681—685.
- F. BRAUER, (1883). Die Zweiflügler des Kaiserlichen Museums zu Wien. III. Systematische Studien auf Grundlage der Dipterenlarven usw. Denkschrift der Kais. Akad. d. Wissensch. Wien. Math.-naturw. Klasse. Bd. XLVII. p. 1—99. 4^o.
- L. BRUNTZ, (1903, 1). Sur l'existence d'organes phagocytaires chez les Phalangides. Note prélim. C. R. Soc. Biol. Paris. Tome LV. p. 1688—1689.
- (1903, 2). Sur la présence de reins labiaux et d'un organe phagocyttaire chez les Diplopedes; in: C. R. Acad. Sc. Paris. T. 136. p. 57—59.
- (1905, 3). Excrétion et phagocytose chez les Onychophores. Ibid. p. 1148—1150.
- (1904). Sur l'existence de trois sortes de cellules phagocytaires chez les Amphipodes normaux; in: C. R. Soc. Biol. Paris. Tome LVII. p. 145—147; ; auch in C. R. Acad. Sc. Paris. Tome CXXXIX. p. 368—370. Jahresber. 1904. Art. p. 38.

- M. CAULLERY et F. MESNIL (1900). Sur le rôle des phagocytes dans la dégénérescence des muscles chez les Crustacés; in: C. R. Soc. Biol. Paris. Tome LII. p. 9—10.
- C. DAWYDOFF, (1904, 1). Note sur les organes phagocytaires de quelques Gryllons tropicales (Communication préliminaire); in: Zool. Anz. XXVII. Bd. p. 589—593. 3 Fig.
- (1904, 2). L'appareil phagocytaire d'un Locustide de Java (*Cleandrus graniger* Serv.). Ibid. p. 707—710. 2 Fig.
- (1904, 3). Die phagocytären Organe der Insekten und deren morphologische Bedeutung; in: Biol. Centralbl. XXIV. Bd. p. 431—440. 7 Fig.
- CH. DE BRUYNE, (1899). Rectification; in: Zool. Anz. XXII. Bd. S. 9—10.
- J. C. H. DE MELJERE, (1901, 1). Über die Metamorphose von *Callomyia amoena* Meij.; in: Tijd. Ent. 43. Deel, p. 223—231. T. 13.
- (1901, 2). Über eine neue Cecidomyide mit eigentümlicher Larve (*Coccopsis* n. g., *marginata* n. sp.). Ibid. 44. Deel. p. 1—12. T. 1.
- J. DOGIEL, (1877). Anatomie und Physiologie des Herzens der Larve von *Corethra plumicornis*; Mem. de l'Acad. Imp. des sc. de St. Petersburg. VII. Sér. XXIV.
- A. DOHRN, (1876). Notizen zur Kenntnis der Insektenentwicklung. Diese Zeitschrift. Bd. XXVI.
- LEON DUFOUR, (1839, 1). Révision et monographie du genre *Ceroplatus*. Ann. d. Sc. nat. II. Sér. Tome XI. p. 193.
- (1839, 2). Mémoires sur les métamorphoses de plusieurs Larves fongivores appartenant à des Diptères. ibid. II. Sér. Tome XII. p. 5.
- PAOLO ENRIQUES, (1901). Sulla ninfosi nelle Mosche: etc. Anat. Anz. XX. Bd. S. 207—219. T. V.
- (1902). Sulla ninfosi nelle Mosche. Anat. Anz. XXI. Bd. S. 364—367.
- J. W. FOLSOM, (1900). The development of the mouth parts of *Anurida maritima* Guer. Bull. Mus. Comp. zoöl. Harvard Coll. Vol. XXXVI.
- VICTOR FRANZ, (1904). Über die Struktur des Herzens und die Entstehung von Blutzellen bei Spinnen; in: Zool. Anz. XXVII. Bd. p. 192—204. 10 Fig.
- A. GIARD, (1900). Sur le déterminisme de la métamorphose; in: C. R. Soc. Biol. Paris. Tome LII. p. 131—134.
- V. GRABER, (1873). Über den propulsatorischen Apparat der Insekten; Arch. f. mikr. Anat. Bd. XIV.
- (1891). Über die embryonale Anlage des Blut- und Fettgewebes der Insekten; Biol. Centralblatt. Bd. XI.
- B. HALLER, (1904). Über den allgemeinen Bauplan des Tracheatensyncerebrums; in: Arch. f. Micr. Anat. LXV. Bd. p. 181—279. 18 Fig. T. XII—XVII.
- E. HECHT, (1899). Notes biologiques et histologiques sur la larve d'un Diptère (*Microdon mutabilis* L.); in: Arch.-Z. Expér. (3) Tome VII. p. 363—382. T. XI.
- F. HENNEGUY, (1900). Le corps adipeux des Muscides pendant l'histolyse; in: C. R. Acad. Sc. Paris. Tome CXXXI. p. 908—910.
- (1897). Note sur l'existence de Calcosphérites dans le corps graisseux de larves de Diptères; in: Arch. Anat. Micr. Paris. Tome I. p. 120—128.

- N. HOLMGREN, (1902, 1). Über das Verhalten des Chitins und Epithels zu den unterliegenden Gewebearten bei Insekten. *Anat. Anz.* Bd. XX. S. 480.
- (1902, 2). Über die morphologische Bedeutung des Chitins bei den Insekten. *Anat. Anz.* Bd. XXI. S. 373.
- (1904, 1). Zur Morphologie des Insektenkopfes. I. Zum metameren Aufbau des Kopfes der Chironomuslarve. *Diese Zeitschr.* Bd. LXXVI. S. 439.
- (1904, 2). Zur Morphologie des Insektenkopfes. II. Einiges über die Reduktion des Kopfes der Dipterenlarven. *Zool. Anz.* Bd. XXVII. S. 343.
- CH. JANET, (1899). *Essai sur la constitution morphologique de la tête de l'insecte.* 74 p. 2 Fig. 7. Taf. Paris. Carré & Naud.
- (1902). *Anatomie du gaster de la Myrmica rubra.* Paris. 68 p. 19 Fig. 8 Taf.
- JAWOROWSKI, (1879). Über die Entwicklung des Rückengefäßes und speziell der Muskulatur bei Chironomus und andern Insekten. *Sitzber. der Akad. der Wiss.* Bd. LXXX.
- W. KARAWALEW, (1897). Vorläufige Mitteilung über die innere Metamorphose bei Ameisen. *Zool. Anz.* XX. Bd. p. 415—422.
- (1899). Über Anatomie und Metamorphose des Darmkanals der Larve von *Anobium paniceum*; in: *Biol. Centralbl.* XIX. Bd. S. 122—130, 161—171, 196—202. 19 Fig.
- (1898). Die nachembryonale Entwicklung von *Lasius flavus*; in: *Diese Zeitschrift.* LXIV. Bd. p. 385—478. 15 Fig. T. IX—XII.
- V. L. KELLOGG, (1901, 1). Phagocytosis in the postembryonic development of the Diptera; in: *Amer. Natural.* Vol. XXXV. p. 363—368. 2 Fig.
- (1901, 2). Studies for Students: I. The Anatomy of the Larva of the Giant Crane-Fly (*Holorusia rubiginosa*); in: *Psyche.* Vol. IX. p. 207—213. 2 Fig. — *Ibid.*: p. 246—250. 2 Fig.
- A. KOROTNEFF, (1885). Die Embryologie der *Gryllotalpa*. *Diese Zeitschrift.* Bd. XLI.
- G. A. KOSCHEVNIKOV, (1900). Über den Fettkörper und die Önozyten der Honigbiene (*Apis mellifica* L.); in: *Zool. Anz.* XXIII. Bd. p. 337—353.
- A. KOWALEVSKY, (1886). Zum Verhalten der Rückengefäßes usw. der Musciden während der Metamorphose. *Biol. Centralbl.* Bd. VI.
- (1887). Beiträge zur Kenntnis der nachembryonalen Entwicklung der Musciden. *Diese Zeitschr.* Bd. XLV.
- (1892). Sur les organes excréteurs chez les arthropodes terrestres. *Congrès International de Zoologie. Deuxième Session, à Moscou.* Moscou.
- FR. LEYDIG, (1851). Anatomisches und Histologisches über die Larve von *Corethra plumicornis*. *Diese Zeitschr.* Bd. II.
- B. TOMPSON LOWNE, (1892—95). *Anatomy and physiology of the Blow-Fly (Calliphora erythrocephala)*; London. 2. Edition.
- ANDR. MARTYNOW, Über einige eigentümliche Drüsen bei den Trichopterenlarven. *Zool. Anz.* XXIV. Bd. p. 449—455. 5 Fig.
- S. METALNIKOFF, (1902). Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Mückenlarve.; in: *Bull. Acad. Sc. Pétersbourg* (5) Tome XVII. p. 49—58. 2 Taf.
- L. C. MIALL und A. R. HAMMOND, (1892). The development of the head of the imago of *Chironomus*. *Trans. Linn. Soc. of London Sec.* Vol. V. *Zool. London.*

- L. C. MIALL und A. R. HAMMOND, (1900). The Structure and Life-History of the Harlequin Fly (*Chironomus*) Oxford. p. 1—196.
- FR. MEINERT, (1886). De eucephale Myggelarver. Danske Vidensk. Selsk. Skrift. R. 6. Naturvetensk. og Mathem. Afd. Bd. III. Kjöbenhavn.
- W. NÖTZEL, (1898). Zur Kenntniss der Histolyse; in: Arch. Path. Anat. CLI. Bd. S. 7—22.
- J. PANTEL, (1898). Le Thrixion Halidayanum Rond. La Cellule. Tome XV. p. 1—290. 6 Taf.
- J. PEKARSKI, (1889). Über die Peritrachealzellen der Insekten. Abh. der Novorossyskischen Gesellsch. der Naturforscher. Bd. XIV. Lief. I. Odessa.
- CH. PÉREZ, (1900). Sur l'histolyse musculaire chez les Insectes. C. R. Soc. Biol. Paris. Tome LII. p. 7—8.
- (1901, 1). Sur quelques points de la métamorphose des Fourmis. Bull. Soc. Ent. France. p. 22—25.
- (1901, 2). Histolyse des tubes de Malpighi et des glandes séricigènes chez la Fourmi rousse. *ibid.* p. 307—310.
- (3) Sur les öncytes de la Fourmi rousse. *ibid.* p. 351—353.
- (4) Sur quelques phénomènes de la nymphose chez la Fourmi rousse. C. R. Soc. Biol. Paris. Tome LIII. p. 1046—1049.
- (1904, 1). Sur les sphères granules dans la métamorphose des Muscides. C. R. Soc. Biol. Paris. Tome LVI. p. 781—783.
- (1904, 2). Digestion intra-cellulaire des sarcolytes dans l'histolyse nymphal des Muscides. *ibid.* p. 992—994. (Gegen Berlese.)
- C. SCHÄFFER, (1889). Beiträge zur Histologie der Insekten. SPENGLERS zool. Jahrb. Abt. f. Anat. Bd. III.
- R. H. STAMM, (1904). Om musklernes befaestelse til det ydre skelet hos *Ledydyrene*. Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skriftes. 7. Række. Naturvid. og Math. Afd. I. 2.
- L. TERRE, (1899). Contribution à l'étude de l'histolyse et de l'histogénèse du tissu musculaire chez l'Abeille; in: C. R. Soc. Biol. Paris. (11) Tome I. p. 896—898.
- (1900, 1). Sur l'histolyse musculaire des Hyménoptères; in: C. R. Soc. Biol. Paris. Tome LII. p. 91—93.
- (1900, 2). Métamorphose et phagocytose. *ibid.* p. 158—159.
- (1900, 3). Sur l'histolyse du corps adipeux chez l'Abeille. *ibid.* p. 160—162.
- (1899). Contribution à l'étude de l'histolyse et de l'histogénèse du tissu musculaire chez l'Abeille.; in: Bull. Soc. Ent. France. p. 351—352.
- (1900, 4). Sur l'histolyse musculaire des Hyménoptères. *ibid.* 1900. p. 23—25.
- (1900, 5). Contribution à l'étude de l'histolyse du corps adipeux chez l'Abeille; in: Bull. Soc. Ent. France. p. 62—66.
- A. TICHOMIROW, (1882). Die Entwicklungsgeschichte des Seidenspinners (*Bombyx mori* L.) im Ei. Nachr. d. K. Ges. d. Freunde d. Naturwiss. Anthropol. und Ethnogr. Bd. 32. Lief. 4. Moskau.
- R. WAGNER, (1835). Über Blutkörperchen bei Regenwürmern, Blutegeln u. Dipteren-Larven; MÜLLERS Archiv. p. 311.
- BRUNO WAHL, (1900). Über die Entwicklung der hypodermalen Imaginalscheiben im Thorax und Abdomen der Larve von *Eristalis Latr.*; in: Diese Zeitschr. LXX. Bd. p. 181—201. 4 Fig. T. IX.

- BRUNO WAHL, (1899). Über das Tracheensystem und die Imaginalscheiben der Larve von *Eristalis tenax* L.; in: Arb. Z. Inst. Wien. XII. Bd., p. 48—98. 2 Fig. T. IV—VIII.
- B. VANDOLLECK, (1899). Zur Anatomie der cycloraphen Dipterenlarven. Abh. d. königl. Anthropol.-Ethnograph. Museum zu Dresden. Bd. VIII. Festschrift für A. B. MEYER.
- C. VANEY, (1900). Contribution à l'étude des phénomènes de métamorphose chez les Diptères; in: C. R. Acad. Sc. Paris. Tome CXXXI. p. 758—761.
- A. WEISMANN, (1863). Die Entwicklung der Dipteren im Ei. Diese Zeitschr. Bd. XIII.
- (1864). Die Entwicklung der Dipteren. Leipzig.
- (1866). Die Metamorphose der *Corethra plumicornis*. Diese Zeitschrift. Bd. XVI.
- K. W. VERHOEFF, (1904). Über vergl. Morphologie des Kopfes niederer Insekten. Nova Acta Leop. Carol. Akad. d. Naturf. Bd. LXXXIV.
- VERLOREN, (1847). Mémoire en réponse à la question suivante: Eclairer par des observations nouvelles le phénomène de la circulation chez les insectes. Mem. cour. de l'Acad. Bruxelles, Vol. XIX.
- E. VERNON, (1892). Note sur une série de nouveaux organes excréteurs découverts dans le *Bombyx mori*. Arch. ital. de biol. Bd. XVIII.
- (1900). Beitrag zur Öncytenliteratur. Zool. Anz. Bd. XXIII.
- W. M. WHEELER, (1892). Concerning the »Blood-tissue« of the Insecta. Psyche. Vol. VI. No. 190, 191 und 193.
- H. VIALLANES, (1883). Recherches sur l'histologie des insectes et sur les phénomènes histologiques qui accompagnent le développement post-embryonnaire de ces animaux. Paris.
- H. R. WIELOWIEJSKI, (1886). Über das Blutgewebe der Insekten. Diese Zeitschrift. Bd. XLIII.
- VIGNON, (1901). Recherches de cytologie général sur les épithéliums. Arch. de zool. expér. 1901. 3, 4.
- L. WILL, (1888). Entwicklungsgeschichte der viviparen Aphiden. Zool. Jahrb. Abt. f. Anat. Bd. III.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Fig. 1. Ausgewachsene Larve von *Mycetophila ancyliformans*, mit ihrer von Excrementen hergestellten Schale. Vergr. 11 mal.

Fig. 2. Kopf der jungen Larve von oben. Man bemerke: die Antennenstummeln (*AS*), die Punktaugen (*Pa*), den Clypeus (*Cl.*), den Hinterrand der Pleuralplatten, die oberen Gehirnganglien (*o.S.G.*), welche in Verschiebung aus dem Kopf begriffen sind, und die Ausschiebermuskeln (*A.m.*). Vergr. 143 mal.

Fig. 3. Kopf derselben Larve von unten. Epipharynx = *Ep.*, Mandibeln = *Md*, Maxillen = *Mx*, Maxillarplatte = *MxP.*, Tentorium = *T.* Vergr. 143 mal.

Fig. 4. Kopf derselben von der Seite. Bezeichnungen wie oben. Vergr. 143 mal.

Fig. 5. Linke Maxille (*Mx*) einer ausgewachsenen Larve mit Abductorsehne (*M.abd.mx.*), mit Maxillarplatte (*MxP.*). Vergr. 143 mal.

Fig. 6. Linke Mandibel (*Md*) mit Adductor und Abductorsehne (*M. add.* und *M.abd.md.*), Lacinia (*Lac.*) derselben den hellgefärbten Kaurand bildend. Vergr. 143 mal.

Fig. 7. Analpapillen der ausgewachsenen Larve. Vergr. 143 mal.

Fig. 8. Borsten von der Oberseite des Körpers. Vergr. 143 mal.

Fig. 9. Querschnitt durch die Mandibeln, um die Lacinia (*Lc*) zu demonstrieren. Lacinia-gelenk = *Lc.G.* Vergr. 580 mal.

Fig. 10. Die Mandibeln der *Chironomus*-Larve, um die verschiedene Stellung der Mandibeln in eingezogenem und ausgestrecktem Zustande zu zeigen. Vergr. 70 mal.

Fig. 11. Cocons von *Mycetophila* an einem Bambusblatt befestigt.

Fig. 12. Labialdrüse der ausgewachsenen Larve. Hohlraum in der Chitinlage = *H.ch.*, Drüsenzelle = *Dz.*, Mündung derselben = *M.Dz.*, Vergr. 580 mal.

Fig. 13. Aus einem Längsschnitt der Fußsohle. Querwülste derselben = *Qw.*, Stachelbildungen = *Stb.*, Rinne der Querwülste = *RQ.* Vergr. 143 mal.

Fig. 14. Stachel von der Körpercuticula. Vergr. 1160 mal.

Fig. 15. Körpercuticula mit Matrixzelle. Vergr. 1160 mal.

Fig. 16. Segmentaldrüse. Drüsenzelle = *Dz.*, Alveolarzelle = *Az.* Vergr. 1160 mal.

Fig. 17. Medialer Längsschnitt durch die ganze Larve. Vergr. 54 mal. *Bk*, Blutkörperchen; *B.s.*, Bauchstrang; *D.g.*, Dorsalgefäß; *F*, Fettkörper; *F.Oe.*, freie Oenocyte; *H.D.*, Hinterdarm; *M*, Mundöffnung; *M.D.*, Mitteldarm; *o.S.G.*, oberes Schlundganglion; *Pc.F.*, Postcerebrales Fettgewebe; *P.I.*, Parasitische Fliegenlarve; *Qw*, Querwulst der Fußsohle; *Spd*, Speicheldrüse; *n.S.G.*, unteres Schlundganglion.

Tafel II.

Fig. 18. Medialer Längsschnitt durch das Vorderende derselben Larve wie in Fig. 17. Bezeichnungen wie für diese Figur. Vergr. 143 mal. Außerdem: *G.f.*, Ganglion frontale; *L.D.*, Labraldrüsen; *l.n.*, Labralnerve; *Md*, Mandibel; *Mx*, Maxille; *Mz*, Myzocyt; *m.d.p.*, Musculus dilatator pharyngis; *m.r.l.m.*, musculus retractor labri medialis; *m.r.t.b.s.*, musculus retractor tubae buccalis superior; *R.*, »Ring« des Dorsalgefäßes.; *T.*, Tentorium; *T.m.*, Tentorialmuskel (= m. retr. tubae buccalis inferior).

Fig. 19. Muskelinsertion an der Kopfwand. Vergr. 1160 mal. *Hyp*, Hypodermis; *Se*, Sarcoplasmaeinschlüsse; *Sz*, abgerundete Sarcoplasmazelle.

Fig. 20. STAMMS Stützfaden an der Scheide von *Sarcophaga carnaria*. Vergr. 1160 mal. *Cut*, Cuticula; *D.Sch.*, »dunkle Scheibe« (STAMM); *Ep*; Epithelzelle; *Ep.I.*, Epithelinsertion der Muskelfädchen; *Q.M.*, Quergeschnittene Muskelzelle. *Q.st.*, Querstreifung der Stützfäden (*St.F.*).

Fig. 21. Direkte Insertion an der Scheide von *Sarcophaga carnaria* (verneint von STAMM). *Mz*, Muskelzweigchen; *Hr*, Hohlraum zwischen den Matrixzellen und der Cuticula; *Tr*, Trachee. Vergr. 1160 mal.

Fig. 22—28. Querschnitte durch den Kopf einer ausgewachsenen Larve.

Vergr. 143 mal. *Ep*, Epipharynx; *g.fr. (g.f.)*, gangl. frontale; *Hyp.*, Hypopharynx; *im.lab.*, Imaginalscheibe der Unterlippe; *im.max. (mx)*, Imaginalscheibe der Maxillen; *Lab*, Unterlippe; *M*, Mundöffnung; *Md*, Mandibel; *Mx*, Maxille; *m.abd.mand. (md)*, musculus abductor mandibulae; *m.abd.max. (mx)*, musculus abductor maxillae; *m.add.mand. (md)*, musculus adductor mandibulae; *m.add.max. (mx)*, musculus adductor maxillae; *m.d.p*, Musculus dilatator pharyngis; *m.e.h.*, Musculus endolabii-hypopharyngis; *m.r.l.m*, Musculus retractor labri mediales; *m.r.t.b.s*, Musculus retractor tubae buccalis superior; *m.r.t.b.i*, Musculus retractor tubae buccalis inferior; *maxf* (Fig. 28, *maxp*), Maxillarfortsatz; *maxp*, Maxillarplatte; *n.ant.opt. (n.A.O.)*, die Antennen- und Sehnerven, welche nahe zusammen verlaufen; *n.l.f*, Labrofrontalnerv; *n.mand. (md)*, Mandibelnerv; *n.mx*, Maxillarnerv; *n.rec*, Nervus recurrens; *Spd*, Speicheldrüse.

Tafel III.

Fig. 29. Darmtractus und Speicheldrüsen. Vergr. 40 mal. *A*, After; *d.F*, dorsale Fettkörperlappen; *HD*, Hinterdarm; *K*, Kopf; *M.D*, Mitteldarm; *o.SG*, oberes Schlundganglion; *Spd*, Speicheldrüse; *S.Spd*, Spitze einer Speicheldrüse; *u.SG*, unteres Schlundganglion; *v.F*, ventrale Fettkörperlappen.

Fig. 30. Proventricularregion des Darmtractus. Vergr. 35 mal. *M.D*, Mitteldarm; *M.D.D*, Mitteldarmdrüse; *Oe*, Oesophagus; *P.V*, Proventriculus.

Fig. 31. Querschnitte des Proventriculus a) im oberen Teil, b) mehr nach unten. Vergr. 143 mal. *i.B*, Inneres Proventricularblatt; *M.oe*, Muskellage des Oesophagus; *M.r*, Muskelradius zwischen den glashellen Zellen; *Oe*, Oesophagus; *ä.B*, äußeres Proventricularblatt.

Fig. 32. Schnitt mehr nach hinten. Vergr. 143 mal. *MDD*, Mitteldarmdrüse; *Oe*, Oesophagus; *M.r*, Muskelradius. Die glashellen Zellen sind rückgebildet.

Fig. 33. Längsschnitt durch den Proventriculus. Vergr. 143 mal. (Vgl. mit den Querschnitten Fig. 31 und 32!) *Oe*, Oesophagus; *P.M*, peritrophische Membran; *S.i.B*, Stacheln des inneren Proventricularblattes.

Fig. 34. Glashelle Zelle aus dem inneren Proventricularblatt. Vergr. 1160 mal. *Cut*, Cuticula der Zelle; *S.S*, Stachelsaum; *F.K*, Fädchenkegel.

Fig. 35. Zwei Zellen aus dem Drüsenteil des Mitteldarmes. Die große Zelle mit Secretöhle gebildet, mit inwendigen stäbchensaumartigen Gebilden. Die kleine Zelle reich vacuolisiert. Vergr. 1160 mal.

Fig. 36. Zelle aus dem Mittelteil des Mitteldarmes. Vergr. 1160mal. *k*, Kern derselben; *Mz*, Längsmuskelfädchen (quergeschnitten).

Fig. 37. Schlundganglien mit Nervenwurzeln einer jungen Larve (vgl. Fig. 2). Vergr. 143 mal. *g.symp*, ganglion sympaticum postcerebralis; *n.ant*, Antennennerve; *n.lab*, Labialnerve; *n.lf*, Labro-frontalnerv; *a.md*, Mandibelnerv; *n.mx*, Maxillennerv; *n.opt*, Sehnerv; *n.probl.*, nervus problematicus; *T*, Tentorium.

Fig. 38. Ganglion symp. postcereb. im Längsschnitt, um die Faserstruktur derselben zu zeigen. Vergr. 1160 mal.

Fig. 39. »Gehörorgan« an der Antennenspitze im Durchschnitt. Vergr. 1160 mal.

Fig. 40. Punktauge durchgeschnitten. Vergr. 580 mal.

Fig. 41. Imaginalorgane der Facettaugen (*im.fa.*) und Antennen. Vergr. 143 mal. *n.ant.*, Antennennerve; *n.opt.*, Sehnerve.

Fig. 42. Hinterleibstigma einer jungen Larve. Vergr. 1160 mal.

Tafel IV.

Fig. 43. Vorderstigma derselben Larve wie in Fig. 42. Vergr. 1160 mal. (Über die Bezeichnungen siehe den Text.)

Fig. 44. Abdominale Imaginalscheibe. Vergr. 780 mal.

Fig. 45. Bildungsstelle der Leucocyten und Oenocyten. Vergr. 1160 mal.

Fig. 46. a) Junge Körnchenkugel. b) Ausgebildete Körnchenkugel. Vergr. 1160 mal.

Fig. 47. a und b. Degeneration und Regeneration von Leucocyten. c. Regenerierte Leucocyten. Vergr. 1160 mal.

Fig. 48. a und b. Jüngste Oenocyten. Vergr. 1160 mal.

Fig. 49. Oenocyten der Larve A. Vergr. 1160 mal.

Fig. 50. Oenocyte der Larve F. Vergr. 1160 mal.

Fig. 51. Oenocyte der Larve H. Vergr. 1160 mal.

Fig. 52 u. 53. Freie Önocyten 52 vom Dorsalgefäß. 53 von der sek. Körperhöhle. Vergr. 143 mal.

Fig. 54 u. 55. Von einem Ganzpräparat. 54. Oenocytentetrade. 55. An einem Tracheenzweig befestigte Leucocyten.

Fig. 56—63. stellen Myzocyten in verschiedenen Entwicklungsstadien vor. Vergr. 1160 mal.

Fig. 64. Perivasalzellen der Larve A. Vergr. 1160 mal.

Fig. 65. Perivasalzellen der Larve F. Vergr. 1160 mal.

Tafel V.

Fig. 66. Gewöhnliche Fettzellen der Larve G. Vergr. 1160 mal.

Fig. 67. Gewöhnliche Fettzellen der Larve A. Vergr. 1160 mal.

Fig. 68. Gefüllte Fettzelle der Larve G. Vergr. 1160 mal.

Fig. 69. Querschnitt des Dorsalgefäßes mit Pericardialzellen der Larve A. Vergr. 1160 mal.

Fig. 70. Umriß einer suboesophagealen Zelle der Larve A. Vergr. 1160 mal.

Fig. 71. a) Umriß einer Pericardialzelle der Larve G. b) Suboesophageal- zelle der Larve G. Vergr. 1160 mal.

Fig. 72. Vasalknäuel nebst einigen Perivasalzellen der Larve H. Vergr. 1160 mal.

Fig. 73. Querschnitt durch den Vasalknäuel um die Lage desselben im Verhältnis zu den übrigen Organen zu zeigen. (Larve C.) Vergr. 143 mal. *Im*, Imaginalscheiben; *Oe*, Oesophagus; *o.Schg*, oberes Schlundganglion; *Pc.F*, postcerebrale Fettgewebe; *pwz*, Perivasalzellen; *Spd*, Speicheldrüsen; *u.SG*, unteres Schlundganglion; *v.Ki*, ventrales Körperintegument; *w.K*, Vasalknäuel.

Fig. 74. Vasalknäuel an der Gefäßwand mit umgebenden Perivasalzellen der Larve F. Vergr. 1160 mal.

Fig. 75. Perivasalzellen der Larve C. Vergr. 1160 mal.

Fig. 76. Postcerebralzelle (leere) der Larve F. Vergr. 1160 mal.

Fig. 77. Postcerebralzellen der Larve C. Vergr. 1160 mal.

Fig. 78. Postcerebralzellen der Larve A. Vergr. 1160 mal.

Fig. 79. Postcerebralzellen der Larve H. Vergr. 1160 mal.

Fig. 80. Zerfallende Muskelteile mit Leucocyten und abgerundete Muskel-sarcoplasmazellen. Vergr. 1160 mal. *lc*, Leucocyte; *Sz*, Sarcoplasmazelle; *z.M*, zerfallende Muskelsubstanz; *z.Sz*, zerfallende Sarcoplasmazelle.

Fig. 81. Kugelkonglomerat von zerfallener Muskelsubstanz, von einem Myzocyten wahrscheinlich angesaugt. Vergr. 1160 mal.

Die Metamorphose von *Mytilicola intestinalis* Steuer.

Von

Otto Pesta

(Innsbruck).

(Aus dem zoologischen Institute der K. K. Universität Innsbruck.)

Mit Tafel VI.

Die vorliegenden Untersuchungen beziehen sich auf die Veränderungen, welche der parasitäre Copepode *Mytilicola intestinalis* Steuer vom Ausschlüpfen aus dem Ei bis zur Ausbildung seiner definitiven Körpergestalt durchzumachen hat. Die geschlechtsreife Form wurde bereits im Jahre 1905 von A. STEUER selbst beschrieben (in Arb. zool. Inst. Wien. *Mytilicola intestinalis* n. gen. n. spec. XV. Bd.). Die innere Anatomie der Entwicklungsstadien konnte einstweilen nur insoweit berücksichtigt werden, als es die Beobachtung am lebenden Tiere oder Totopräparat zuließ; ich habe die betreffenden Befunde immer am Schlusse jedes Kapitels angefügt.

Vorerst sei mir jedoch gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. KARL HEIDER für das mir stets entgegengebrachte Wohlwollen, sowie für die unterstützenden Mitteilungen bei der Arbeit aufrichtig zu danken. Ebenso möchte ich dem Herrn Prof. KARL V. DALLA-TORRE für die gütige Gewährung der Einsichtnahme in seine Privatbibliothek meinen besten Dank an dieser Stelle zum Ausdruck bringen. Ferner bin ich zu großem Danke dem Herrn Privatdozenten und Assistenten Dr. ADOLF STEUER verpflichtet, der mir mit vielen Ratschlägen und Literaturangaben an die Hand ging und die Besorgung des Materials in freundlichster Weise übernahm.

Material und Untersuchungsmethoden.

Das untersuchte Material stammte aus dem Triestiner Golf. Auf jeweiligen Wunsch erhielt ich von der k. k. zoolog. Station 20—30 Stück von *Mytilus galloprovincialis*, die sofort ins Aquarium gegeben wurden,

in welchem sie sich bei guter Durchlüftung lange halten. Bei der Prüfung auf den Gehalt von *Mytilicola* wird zunächst der hintere, dann der vordere Schließmuskel mit einem Skalpell durchgeschnitten und die beiden Schalenhälften auseinander geklappt. In vielen Fällen sieht man bereits ohne weiteren Eingriff den Darm stellenweise rot gefärbt, was auf Anwesenheit eines Parasiten hindeutet. Wenn ich auch im allgemeinen nicht sagen kann, daß gewisse Partien von *Mytilicola* besonders bevorzugt würden, so springt das Auftreten des Parasiten im Mittel- und Dünndarm der Muschel mehr in die Augen, weil die beiden ihrem größeren Teile nach nicht von der Leber umgeben werden. Bekanntlich macht der Darm von *Mytilus* eine Doppelschleife (TH. LIST, Die Mytiliden: Fauna und Flora des Golfes von Neapel. 27. Monogr. 1902). Um die Parasiten aus dem Darme zu erhalten, empfiehlt es sich, ihn mit der Leber aus der Muschel heraus zu schneiden und auf eine größere flache Glasschale mit Seewasser zu legen. Während die freiliegenden Darmteile leicht mit einer Schere aufgeschnitten werden können, fordert die Leberregion sorgfältiges Zerzupfen. Für meine Zwecke galt es vor allem, Weibchen mit Eiersäcken aufzufinden, welche Aufgabe durch die Größe der Tiere (6—10 mm) leicht gelöst wird. Schwieriger ist das Aufsuchen der jüngeren Formen, welche zudem, daß sie sehr klein sind, noch des roten Farbstoffes entbehren, den die ausgewachsenen Tiere besitzen, und die daher sehr leicht übersehen werden. Dazu ist ziemliche Übung des Auges notwendig.

Den Weibchen wurden die Eiersäcke abgeschnitten, in kleinere Glasaquarien gegeben und diese zugedeckt. Die Entwicklung von Bakterien ist nur schwer zu verhindern und zum Gedeihen der Kulturen ist peinliche Reinlichkeit notwendig. So bewährte es sich z. B. nicht, älteres Seewasser aus dem Institute zu verwenden.

Je nach dem Reifezustande der Eiersäcke kommen mehr oder minder rasch die ersten Larven an die Oberfläche, welche sich zufolge ihres positiven Heliotropismus an der dem Fenster zugekehrten Glasseite ansammeln. Spätere Entwicklungsstadien verlieren den Heliotropismus und müssen dann einzeln aus dem Gefäß mit einer Pipette gefangen werden.

Wie A. STEUER bereits in seiner eingangs citierten Publikation anführt, bietet die beste Untersuchungsmethode das Beobachten am lebenden Tiere. In Präparaten hebt sich erstens das Chitin sehr schlecht vom umgebenden Kanadabalsam bzw. Nelkenöl ab und fürs zweite treten trotz sorgfältigster Behandlung stets Schrumpfung ein, welche falsche Bilder verursachen. Dies gilt natürlich insbesondere für die

äußere Morphologie; für das Studium der inneren Anatomie werden gut gefärbte Schnittserien neben Totopräparaten unumgänglich notwendig sein. Bei der Herstellung der letzteren verfuhr ich folgendermaßen:

Die betreffenden Tiere (Entwicklungsstadien) wurden in eine Uhrschale mit wenig Seewasser gegeben, mit erwärmtem Sublimat übergossen — für die kleinen Entwicklungsstadien genügt ein Verweilen von 5 Minuten vollkommen — und hierauf mittels einer Pipette in 50%igen Alkohol überführt. Um das Sublimat möglichst gründlich zu entfernen, setzte ich 2%ige Jodlösung zu. Hatten die Tiere eine gleichmäßig gelbe Farbe angenommen, so wurden sie in 70%igen Alkohol gegeben. Gute Färbungen erzielte ich, wenn ich eine filtrierte, sehr verdünnte Hämatoxylinlösung mit 70%igem Alkohol herstellte. Nach 2—3 Stunden waren die Tiere dunkelblau und konnten mit Salzsäure-Alkohol beliebig differenziert werden. Dann folgten die weiteren Alkoholstufen und zur Vermeidung von größeren Schrumpfungen die Senkmethode mit Nelkenöl. Von erfreulichem Erfolge war es dabei, 4 Schichten herzustellen: Unterste Schicht reines Nelkenöl, zweite Schicht aus drei Teilen Nelkenöl und ein Teil Alkohol absolutus, dritte Schicht aus einem Teil Nelkenöl und drei Teilen Alkohol absolutus, oberste Schicht aus Alkohol absolutus allein. Der Einschluß wurde in Canadabalsam vorgenommen, nachdem zuvor das Nelkenöl mit Fließpapier gut entfernt worden war. Es möge auch die Behandlung älterer, bereits parasitischer Stadien mit Kalilauge nicht unerwähnt bleiben, welche Methode zur Feststellung von Segmentgrenzen und Borsten gute Dienste zu leisten vermag, vorausgesetzt, daß man die Präparate nicht zu stark und zu lange der Lauge aussetzt. Ihr Hauptnachteil besteht darin, daß sie nur von verhältnismäßig kurzer Dauer sind, sich auch nicht etwa durch Zusatz von Glycerin halten lassen.

Die Tiere wurden auf die stets befolgte und schon ausgeführte Weise getötet, dem Jodalkohol ausgesetzt, hernach einige Zeit in 50%igem Alkohol belassen, um sie dann in Wasser überzuführen. Von hier gab ich sie in die Kalilauge; je nach dem gewünschten Durchsichtigkeitsgrad konnte ich sie hierauf in einem Tropfen Wasser auf dem Objektträger unter das Mikroskop bringen.

1. Stadium.

(Taf. VI, Fig. 1, 2 und 3.)

In ovaler Gestalt und in einer Größe von etwa 0,25 mm schlüpft die Larve aus dem Ei. *Mytilicola* steht also in bezug auf die Größe des ersten Stadiums in der Reihe der Copepoden ziemlich hoch; am

nächsten kommt ihr *Chondracanthus gibbosus* mit 0,2 mm. Der Körper zerfällt in den Kopfabschnitt und in einen sich gegen das Hinterende verzüngenden Komplex von fünf Segmenten, der auf der Dorsalseite gegen den ersteren stufenförmig abgesetzt ist. Man vergleiche dazu vornehmlich die Seitenansicht der Larve (Fig. 3). Diese läßt zunächst die drei typischen Extremitätenpaare, erste, zweite Antennen und die Mandibeln erkennen, die sämtlich dem ventralen Rand des Kopfes entspringen und die Mundöffnung im Halbkreis umstellen.

Mit Ausnahme einer Einschnürung an ihrer Ursprungsstelle, dem Sitze des Gelenkes, zeigt die ungegliederte, einästige erste Antenne einen Verlauf von annähernd gleichmäßiger Breite. Eine kurze und eine lange, mit Fiedern versehene Borste bilden den Abschluß ihres distalen Endes, während sich ungefähr in der Mitte der Ventralseite noch eine Borste vorfindet, die einer kleinen Erhebung aufsitzt. Als stark lichtbrechende Stellen sind drei Chitinverdickungen zu beobachten, welche der Extremität die nötige Versteifung geben.

Die zweite Antenne teilt sich in einen viergliedrigen Außenast und einen zweigliedrigen Innenast; ersterer trägt fünf, letzterer zwei befiederte Ruderborsten. Ihre Verteilung und Lage ist am besten aus der Abbildung ersichtlich (Taf. VI, Fig. 2). Der bei den meisten Copepoden-Nauplien an der Basis dieser Extremität auftretende Kauhaken fehlt hier. Eine gleiche Ausnahme macht in dieser Hinsicht *Lernaeascus* (Philichthyden).

Ganz analog erscheint die Mandibel gebaut; der einzige Unterschied gegenüber der zweiten Antenne besteht in der Dreigliedrigkeit des Außenastes und in der dementsprechend auf vier reduzierten Borstenzahl (Taf. VI, Fig. 1, 3 *Md*).

Dem Kopfabschnitte gehören außer den erwähnten Gliedmaßen noch zwei Auftreibungen unter der Haut an, deren Deutung nicht nur durch das mangelnde Vergleichsmaterial an andern Arten erschwert wird, sondern auch dadurch, daß gerade die Dichelestiinen in der Ausbildung der Mundwerkzeuge große Variabilität aufweisen. Die erste Erhebung stellt eine längliche, knapp hinter der Mandibel gelegene Warze mit einer Borste dar, welche über das erste Thoracalfußpaar eingeschlagen ist, somit noch unter der Haut liegt. Die zweite ist bedeutend größer, plattenförmig und zerfällt durch eine sehr seichte Einschnürung in zwei Teile (Taf. VI, Fig. 2 *Mx*, *Mxp*¹). Das weitere Schicksal im Laufe der Metamorphose scheint mir jedoch dafür zu sprechen, daß wir in der vorderen, kleineren Anlage die erste Maxille, in der darauffolgenden die zweite Maxille (= I. Maxillipeden) vor uns haben.

C. CLAUS gibt in seiner Arbeit »Zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Copepoden« eine Abbildung des Nauplius von *Cyclops insignis*, die mit auffallender Ähnlichkeit die Verhältnisse von *Mytilicola* wiedergibt. Er läßt jedoch aus dem beborsteten Anhang das erste Thoracalfußpaar entstehen. Dem stufenförmigen Abschluß des Kopfes auf der Dorsalseite entspricht ventral eine bogenförmige Falte, deren nach vorn zugekehrter Rand eine chitinöse Verdickung bildet (Fig. 2 *ch*).

Nun schließt sich ein Körperabschnitt von fünf Segmenten an. Die zwei ersten sind mit der Anlage der später sich zu mächtigen Ruderbeinen entwickelnden Thoracalfußpaare ausgestattet, welche auch schon die Borsten der Außen- und Innenäste erkennen lassen.

Mit Berücksichtigung der von C. CLAUS eingeführten Nomenklatur kann nach dem Gesagten die Larve nicht mehr als Nauplius bezeichnet werden. In *Mytilicola* haben wir, wie in vielen andern Copepoden (*Chondracanthus*, Lernaeopoden) eine Form vor uns, welche durch die parasitische Lebensweise eine bedeutende Abkürzung ihrer Metamorphose erfahren hat; dies drückt sich zuerst darin aus, daß die Differenzierung des ersten Stadiums schon eine sehr weitgehende ist. Die dem Ei entschlüpfende Larve wird daher als Metanauplius angesprochen werden müssen (vgl. KORSCHULT und HEIDER, Lehrbuch der Entwickl. S. 428). Hier sei auf eine Stelle im eben citierten Werk aufmerksam gemacht (S. 429, Abs. 2), wo es zur Charakteristik der Dichelestiinen unter anderem heißt: »... Die dem Ei entschlüpfenden Jungen sind echte Nauplien.« Damit würde unsre Form in Widerspruch treten.

Die zwei weiteren Körpersegmente sind anhangslos. Das fünfte Segment wird durch die Anlage der Afterspalte in zwei Hälften gespalten, von denen jede eine etwas nach aufwärts gekrümmte Endborste trägt. Über dasselbe setzt sich das Chitin fort, indem es auf diese Weise einen kappenförmigen Abschluß des Körpers bildet (Taf. VI, Fig. 1 *ch*).

Mytilicola ist nicht nur im ersten, sondern auch in den weiteren Entwicklungsstadien durch eine Oberlippe ausgezeichnet, welche von der typischen Gestalt vollkommen abweicht. Während sie sonst meist als ansehnliche Klappe die Mundöffnung überragt, zeigt eine Profilansicht des Metanauplius von *Mytilicola* nichts Derartiges (Taf. VI, Fig. 3). Die drei freien Extremitätenpaare umstellen allerdings eine Vorwölbung des Körpers, die man als Oberlippe bezeichnen kann; die Mundöffnung wird jedoch von ihr nicht überdeckt. Ein kleiner, gegenüber liegender Wulst kann als Unterlippe aufgefaßt werden. Vom Mund geht der englumige Vorderdarm im Bogen zum Mitteldarm; dieser ist im Leben braun gefärbt und reichlich mit Dotter erfüllt. In ziemlicher

Breite durchzieht er fast den ganzen Körper; vom ungefähr zweiten Drittel des Kopfes beginnend, reicht er sich verjüngend bis in das vierte Segment. An seinem Ende erscheint er unregelmäßig ausgezackt (Fig. 1 u. 3 *md*).

Der Enddarm stellt eine Einstülpung des Furcalsegmentes dar, ist aber mit dem Mitteldarm noch nicht in Verbindung getreten (Fig. 1 *as*). Übrigens wäre eine Entleerung von Darminhalt schon deshalb unmöglich, weil der über die Analöffnung sich erhebende Chitinkegel keine Öffnung aufweist.

Die beiden Seiten des Mitteldarmes sind an ihrem Vorderrande durch stete Anwesenheit von vier bis fünf Ölkugeln gekennzeichnet, wovon eine etwas größer ist als die übrigen. Die Bedeutung derselben vermag ich nicht anzugeben. Sie werden in späteren Stadien immer kleiner und verschwinden endlich ganz. C. CLAUS sagt vom nämlichen Verhalten bei *Cyclops*, daß sie ihrer Entstehung nach vielleicht mit den Fetttropfen im Innern des Darmes identisch seien, möglicherweise aber als Zersetzungsprodukte betrachtet werden können. Auf der Oberlippe fällt eine paarige Drüse besonders auf (Taf. VI, Fig. 2 *obd*). Obwohl im Bau der von GROBBEN bei *Cetochilus sept.* (= *Calanus finmarchicus*) beschriebenen Antennendrüse (Arb. zool. Institut Wien. III. Bd.) noch am ehesten ähnlich, muß eine Deutung als solche infolge ihrer äußerst oberflächlichen Lage in Frage gestellt werden. Vitalfärbungen mit Neutralrot und Indigokarmin gelangen nicht.

Andre Hautdrüsen dürften auf beiden Körperseiten symmetrisch gelegene, gewundene Kanäle darstellen, die in ein granuliertes Bläschen enden. Ein ebensolcher Kanal zieht median unter dem Auge bis zum Anfang des Mitteldarmes hin. Ferner setzen sich am Ende desselben zwei Bläschen an, die mit einem gebogenen Ausführungsgang in der Nähe der Endborsten jederseits endigen (Taf. VI, Fig. 1 u. 3 *ds*). Ob wir es hier mit larvalen Excretionsorganen zu tun haben, kann ich nicht entscheiden. Ich verweise gleichzeitig auf die von A. STEUER erwähnten Drüsen im Bindegewebe der erwachsenen Tiere. Was die Muskulatur betrifft, so ziehen vom dorsalen, hinteren Ende des Kopfabschnittes, der durch seinen buckelförmigen Absatz eine gute Ansatzstelle bietet, quergestreifte Muskelzüge nach unten zu den Antennen und der Mandibel (Taf. VI, Fig. 1 u. 3 *m*). Vom Nervensystem kann hinter dem Auge eine granuliert Masse, das Gehirn, bemerkt werden; vorn liegt das aus drei Augenbechern zusammengesetzte, intensiv rot gefärbte Stirnauge, an dem ich bei günstigen Objekten bläuliche Kristallkörper jederseits vorgelagert sah.

Eine beginnende Gliederung im Innern der ersten Antenne, die Anlage neuer Borsten und ein Hervorsprossen des fünften Segmentes weisen auf die bevorstehende erste Häutung hin.

II. Stadium.

(Taf. VI, Fig. 4, 5.)

Der Gesamthabitus dieses Stadiums ist gegenüber dem vorhin beschriebenen ein gestreckterer. Diese Streckung ist keineswegs auf eine Vermehrung der Zahl der Segmente zurückzuführen, sondern durch eine Zunahme der Länge derselben in der Medianrichtung einerseits und durch das Längenwachstum des Furcalsegmentes andererseits hervorgerufen. Während auf diese Weise eine Vergrößerung des Körpers eingetreten ist, haben die drei freien Extremitätenpaare ihr gleiches Volumen behalten, so daß ein Kleinerwerden der letzteren vorgetäuscht wird.

Die ersten Antennen sind äußerlich unvollständig zweigeteilt, wenn auch ihr plasmatischer Inhalt oft schon eine Teilung in vier Abschnitte aufweist, die erst im nächsten Stadium vollständig durchgeführt ist (s. Fig. 5). Am Ende sind zwei neue Borsten hinzugekommen. Die lange Fiederborste ist bei der überwiegenden Mehrzahl der Formen noch vorhanden und ich möchte das Fehlen derselben, welches mir in einigen Fällen untergekommen ist, auf eine abnorm verfrühte Abstoßung zurückführen. Dies bekräftigte ein Exemplar, bei welchem die linke Antenne die Endborste nicht mehr aufwies, indes sie an der rechten noch vorhanden war.

An den zweiten Antennen kann man am Endgliede des Innenastes neben den Fiederborsten einen scharf gebogenen, kurzen Haken bemerken, der die Bestimmung dieser Extremität zum wichtigsten Klammerorgan der ausgebildeten Form kennzeichnet (Fig. 4 A^2 , h).

Die Mandibel weist keine Veränderung auf, wenn von ihrem Aussehen vor der Häutung abgesehen wird. Je nach dem Alter des Stadiums erscheint dieselbe mehr oder weniger vom plasmatischen Inhalte befreit. Vorwiegend trifft dies beim Innenast zu, von dem schließlich nur mehr die chitinen Umriss stehen bleiben (Fig. 5 Md , Ja). Das etappenweise Zurückweichen des lebenden Bestandteiles des Innenastes geht dem nämlichen Vorgange im Außenaste weit voraus; man darf vielleicht daraus schließen, daß die spätere, mit zwei Stiletten versehene Mandibel aus dem Außenast ihren Ursprung nimmt.

Die griffelförmige erste Maxille ist nun frei geworden und steht mit ihrer Borste vom Körper dicht unter der Mandibel ab (Fig. 4 Mx). Der

erste Maxilliped liegt noch als undifferenzierter Wulst unter der Haut. Das nämliche gilt von den beiden Thoracalfußpaaren, die an ihren Ruderplatten mächtige Borsten erkennen lassen und ihre Äste deutlich vom Basalglied abgegrenzt haben (Fig. 4 u. 5 *tf*¹, *tf*²).

Das Furcalsegment hat bedeutend an Länge zugenommen. Jede seiner Hälften besitzt nunmehr fünf Borsten. Der Chitinkegel hat sich sehr verflacht und ist von der Afterspalte durchzogen (Fig. 5 *fu*). Die Oberlippendrüse ist zwar vorhanden, trägt aber oft die Spuren des beginnenden Zerfalles. Dieses Verhalten würde dafür sprechen, daß wir es hier doch mit der Antennendrüse zu tun haben (Fig. 5 *abd*). Deutlich erhalten sind die andern, bei der Besprechung des ersten Stadiums erwähnten Hautdrüsen (Fig. 4 u. 5 *ds*).

Vom Darmkanal sei bemerkt, daß sich Mittel- und Enddarm verbunden haben.

III. Stadium.

(Taf. VI, Fig. 6 und 7.)

Nach dem Durchlauf der zwei eben besprochenen Stadien tritt *Mytilicola* in das Cyclopidstadium (= Copepoditstadium). Diese Häutung verändert das Tier am durchgreifendsten. Ganz abgesehen davon, daß die Larve fast um das doppelte gewachsen ist — Größe etwa 0,4 mm — sind es hauptsächlich die Umbildungen der drei primären Extremitäten und das Freiwerden der Thoraxbeine, welche mit einem Schlage das frühere Bild vollkommen verändern; bei freilebenden Copepoden schalten sich hier mehrere überleitende Häutungen ein. Der unvermittelte Übergang charakterisiert am besten die parasitische Form. Am Kopfabschnitte braucht sich für später nicht mehr viel zu ändern; in der Ausbildung der Mundwerkzeuge zeigt sich *Mytilicola* für seinen Wirt schon gerüstet. Da in diesem Stadium die Einwanderung in die Miesmuschel erfolgt, sind zum Aufsuchen derselben die mächtigen Ruderfüße erforderlich, welche der Larve gegenüber den schwächlichen Schwimmversuchen des Metanauplius den zum guten Vorwärtskommen im Wasser nötigen Widerstand gewähren. Gleichzeitig verlieren diese Stadien ihren Heliotropismus, ebenfalls im Zusammenhang mit dem eben erwähnten Zweck.

Schon die Dorsalansicht zeigt, daß das erste Körpersegment mit dem Kopfe in innige Beziehung getreten ist (Fig. 6); nur eine schwache Chitinleiste trennt beide. Dem gegenüber sind die vier weiteren Segmente scharf voneinander gesondert. Überhaupt hat von nun an der segmentierte Körperabschnitt im allgemeinen eine progressive Meta-

morphose vor sich, während der Cephalothorax annähernd definitive Gestalt besitzt.

Die ersten Antennen haben ihre endgültige Viergliedrigkeit erreicht. Von Borsten entfallen auf das erste Glied drei, auf das zweite zwei, auf das dritte zwei und auf das Endglied vier (Fig. 7 *A*¹).

Als zweite Antennen treten uns die aus drei Teilen sich zusammensetzenden Klammerorgane entgegen (Fig. 7 *A*²). Auf einem abgerundet dreieckigen Basale sitzt ein durch Chitinstäbe gestütztes, nach auswärts gerichtetes Glied, dem sich der eigentliche Haken anschließt.

Die Mandibeln erscheinen noch weiterer Umbildung bedürftig; wohl ist zwar schon der definitive Chitinring vorhanden, in dessen Mitte die kleine, runde Platte mit den zwei Stiletten sitzt. Allein neben den letzteren hängen noch zwei restliche Borsten (Fig. 7 *Md*). Will man die Mandibel in das Körperinnere verfolgen, so sucht man vergeblich nach den am ausgebildeten Tiere vorhandenen abdominalwärts gerichteten Chitinstäben. Vielmehr setzt sich die stiletbesetzte Platte nach der Körperseite hin fort, wo sie meist unter dem Haken der zweiten Antenne unregelmäßig ausgezackt endet. Die beiden Mandibeln begrenzen nach innen zu teilweise eine fünfeckige Oberlippe, deren freier Rand etwas gewellt ist (Fig. 7 *Ol*). Genau über der Mundöffnung liegen als zwei zugespitzte Taster die Enden einer ebenfalls flach an den Körper angedrückten Platte, des ersten Maxillipeden (Fig. 7 *Mxp*¹). Die im *Metanauplius* vorhandene erste Maxille ist in diesem Stadium bereits spurlos verschwunden. Es bestätigt dies die Vermutung A. STEUERS, daß die erste Maxille dem ausgebildeten Tier fehlt. Der erste Maxilliped ist ferner durch eine Reihe von kräftigen Chitinhärchen ausgezeichnet. Der Oberlippe gegenüber, durch die Taster des ersten Maxillipeden von ihr getrennt, befindet sich eine kleine, im Umriß beiläufig einem Kreissector gleiche Unterlippe (Fig. 7 *Ul*).

Ein in der äußeren Gestaltung zum Ausdruck kommender Geschlechtsunterschied fehlt anscheinend vor der Einwanderung vollkommen. Vom zweiten Maxillipeden konnte ich auch keine Anlage unter der Haut bemerken.

Zwischen der Insertion des ersten Ruderfußpaares und dem ersten Maxillipeden ist eine ungefähr der Breite des Darmes entsprechende Körperwölbung entstanden, welche mit einer stärkeren Chitinleiste abschließt, zu beiden Seiten in geschwungener Linie bis zur Platte des ersten Maxillipeden reicht (Fig. 7 *ch*); an ihrer Oberfläche treten gleichmäßig verteilte Chitinverdickungen hervor.

Der Bau der zwei Ruderfußpaare ist von großer Übereinstimmung. Die dorsoventral schwach abgeflachten Basalglieder lenken sich durch eine Ausbuchtung an die knopfförmigen Enden eines medianen Chitinbogens ein, der die erste Anlage des in parasitierenden Stadien hochentwickelten »ZENKERSchen Bauchwirbels« vorstellt (Fig. 7, tf^1 , b u. ch). Außen- und Innenäste haben die Gestalt flacher Ruder und sind an ihren Verbindungsstellen mit dem Basale stark eingeschnürt (Aa , Ja). Ihr Rand ist mit kurzen und langen, befiederten Borsten fächerartig besetzt, so daß eine möglichst große Widerstandsfläche gewonnen wird. Und zwar nehmen die kurzen Dornen den Außenrand jeder Ruderplatte ein; dann folgt eine Borste mittlerer Länge, welche gleichsam den Übergang zu den eigentlichen Ruderborsten bildet, die sämtlich mit feinen Härchen ausgestattet sind und an Länge den Ast ungefähr um seine Hälfte übertreffen. Die letzte von ihnen setzt die Linie des Innenrandes der Ruderplatte, welche keine Bewehrung zeigt, fast ohne Unterbrechung fort. Zahl und Verteilung auf den Ästen sind aus folgender Tabelle zu entnehmen (s. auch Fig. 7):

tf_1 :	Dornen:	Fiederborsten:
Aa :	4	4
Ja :	4	5
tf_2 :		
Aa :	3	4
Ja :	4	5

Für die Außenäste gewinnt der erste, dem Basalgliede zunächst sitzende Dorn eine größere Bedeutung, weil von dieser Stelle in den ersten parasitischen Stadien die Teilung der Platte in zwei Glieder ausgeht.

Das dritte freie Segment springt mit seinem Hinterrande über das nächste etwas vor und ist dort jederseits in einen ventral gerichteten Zipfel ausgezogen, der eine etwas stärkere Borste trägt (Fig. 6 tf^3). Da es mir nicht gelungen ist, den Verlauf der Häutung nach der Einwanderung direkt anschließend zu verfolgen, so bleibt es nur eine Vermutung, wenn ich es als drittes Thoracalsegment und das darauffolgende anhangslose als das vierte bezeichne. Eine gewisse Berechtigung dafür gibt jedoch die Tatsache, daß die Abdominalsegmente mit Ausnahme des letzten überhaupt erst als die spätesten ausgebildet werden.

Der letzte Körperabschnitt wird beim Schwimmen nicht nur als Steuer, sondern auch als Bewegungsorgan benutzt und steht daher den übrigen in seiner Entwicklung nicht nach; die Furcalplatten enden

in drei breite Dornen, von denen der innerste als der größte einen gewundenen Verlauf hat. Neben ihm inseriert sich auf der Dorsalseite als vierter Anhang eine schmale Borste, wahrscheinlich die primäre Furcalborste des Metanauplius (Fig. 6 *fu*).

Die Verfolgung des inneren Baues wird im Cyclopidstadium durch die vorgeschrittene Differenzierung der Gewebe sehr erschwert. Zu beiden Seiten des Darmes, der sich im Leben in steter Auf- und Abwärtsbewegung befindet, fallen außer den Längsmuskeln zwei ihm eng anliegende, gelblich gefärbte Bänder auf, die als die Hauptblutgefäßstämme zu deuten sein werden (Fig. 6 *bg*). Das Gehirn ist massiger geworden und durch Einkerbungen in Abschnitte geteilt (Fig. 6 *g*). Von der Oberlippendrüse sind an manchen Objekten noch Reste zu beobachten; ebenso leuchtet der Drüsenkanal unter dem Gehirn deutlich durch und setzt sich unter dem Auge gegen das Vorderende des Kopfes hin fort (Fig. 6 *ds*). Die am Metanauplius auftretenden Drüenschläuche zu beiden Seiten des Cephalothorax dürften durch das Bindegewebe verdeckt sein, wenn sie noch vorhanden sind. Die Drüsen am Mitteldarmende fehlen.

Parasitische Stadien.

(Taf. VI, Fig. 8—12.)

Mit dem Cyclopidstadium hat die Metamorphose der freilebenden Larve ihr Ende erreicht. In Kulturen habe ich wenigstens niemals weitere Umformungen nachweisen können; sie gingen nach einiger Zeit ein. Auch A. STEUER gibt in seiner vorläufigen Mitteilung (Zoolog. Anz. XXV. Bd.) an, daß nun die Einwanderung erfolgen dürfte. Ich versuchte daher, durch Einführung von Miesmuscheln und kleineren abgeschnittenen Darmstückchen in die Aquarien die anschließenden Stadien zu erhalten. Leider hatte ich nicht das Glück, das gewünschte Resultat damit zu erzielen. Es blieb nur noch der Weg offen, die Muscheln selbst auf ihren Parasitengehalt sorgfältig zu untersuchen, um auf diese Weise vielleicht zu den fehlenden Formen zu kommen. Anfangs wollten sich trotz Durchmusterung eines stattlichen Materials keine kleineren Tiere sehen lassen; erst nach langem Suchen gelang es mir endlich, mehrere Stadien von etwa 0,6—0,7 mm ausfindig zu machen. Da die Größe der ausgebildeten Formen für Männchen 3,5, für Weibchen 8 mm im Durchschnitt beträgt, so war ich nicht wenig erstaunt, konstatieren zu müssen, daß jene kleinen Tiere in der Ausbildung der äußeren Körpergestalt den ausgewachsenen sehr ähnlich waren. Ich kann zu ihrer näheren Beschreibung nicht übergehen, ohne der Vermutung

Ausdruck gegeben zu haben, daß beim raschen Entwicklungsgang dieses Schmarotzerkrebses der gänzliche Ausfall des vermeintlich fehlenden Zwischenstadiums möglich wäre. Man müßte damit die Annahme verbinden, daß die Rückbildung des ersten und zweiten Ruderfußpaares zu den stummelförmigen Bewegungsorganen mit der Ausbildung des dritten und vierten Beinpaares gleichzeitig erfolgt, ohne daß jedoch bei den letzteren der Bau eines Ruderfußes erst erreicht wird, sondern gleich die reducierte Beinform auftritt.

Der Körper der ersten parasitischen Jugendformen setzt sich aus dem Kopfabschnitte, vier deutlich gesonderten Segmenten des Thorax und aus einem Anhang zusammen, welcher noch keine Gliederung aufweist und mit der Furca endet (Fig. 8). Die Abdominalsegmente entwickeln sich also erst später. Den Rücken des Kopfes stützt ein Chitingerüst, wie es auf Taf. VI, Fig. 10 ersichtlich ist. Die Zeichnung, welche A. STEUER von dieser Bildung gibt, weicht von meiner etwas ab; es dürfte dies nur auf individueller Differenz beruhen. Zwischen der Insertion der beiden ersten Antennen bleibt ein Teil des vorderen Kopfrandes frei, an welchem zwei dünne, haarartige Borsten sitzen, die auch für andre Copepoden bekannt sind und als Sinnesorgane in Anspruch genommen werden (Taf. VI, Fig. 8 *sb*).

Die ersten Antennen selbst haben ihren definitiven Bau der Form nach erreicht. Von Borsten habe ich bei einem Kalilaugepräparat auf der Dorsalseite folgende Zahlen mit Sicherheit nachweisen können: 1. Glied eine, 2. Glied zwei, 3. Glied zwei und Endglied sieben (Fig. 10 *A*¹). Alle weiteren, am Kopfabschnitte befindlichen Gliedmaßen werden auch späterhin nicht mehr verändert. Es sind dies die zweiten Antennen, die Mandibeln und der erste Maxilliped. Des gleichen sind Ober- und Unterlippe schon vom Cyclopidstadium übernommen. Die Differenzierung des zweiten Maxillipeden findet erst bei etwas größeren Tieren (1—1,5 mm) statt. Hervorzuheben ist die Abschnürung des ersten Thoracalsegmentes vom Kopfe. Vergleicht man den Cephalothorax des Cyclopidstadiums mit demselben Komplex der parasitischen Jungen, so kann man sehen, daß der vorerst unvollkommen gegliederte Abschnitt nun in zwei zerfällt. Hand in Hand damit geht der Verlust jener chitinumrahmten Körperwölbung auf der Bauchseite, welche kein parasitisches Stadium mehr aufweist.

Die größte Umformung trifft die zwei ersten Thoraxbeinpaare. Die einfach gebauten Ruderfüße der Cyclopidform bilden nunmehr gemeinsam mit den medianen Chitinbildungen komplizierte Bewegungsorgane, welche sich im Detail schwer auf ihre frühere Gestalt zurück-

führen lassen. Man vergleiche die Abbildungen auf Taf. VI, Fig. 7 u. 9. Auf der ersten Figur verbindet die Basalglieder der Ruderfüße eine gebogene Chitinspange; dieselbe hat sich bei der parasitischen Form zu einer größeren Platte umgeformt, welche nach vorn durch einen medianen Zapfen, zu beiden Seiten durch nach hinten gerichtete Zipfel in der Körperwand verspreizt ist. An dem Chitinbogen der Cyclopidform lenken sich die Basalia der Ruderfüße ein; hier folgt zunächst eine selbständige Verdickung von der Gestalt eines Oberschenkelknochens. Daran erst schließt sich das eigentliche Basalglied, welches selbst wieder von Chitinverdickungen ringförmig umgriffen wird, so daß es als ganzes der Körperwand fest ansitzt (Taf. VI, Fig. 9 *ch*). Darauf erheben sich Außen- und Innenast, welche beide ihre langen Ruderborsten eingebüßt und eine Teilung in zwei Glieder erfahren haben. Dieselbe geht von einem Dorn aus, der schon im Cyclopidstadium als äußerster und erster Anhang besonders hervorgehoben wurde. Am distalen Ende des Außenastes sitzen vier kräftige Dornen, der mittlere als der längste. Am Rande des Innenastes zählte ich vier kurze Dornen, die am lebenden Objekt jedoch gar nicht wahrgenommen werden und auch nach der Behandlung mit Kalilauge sehr wenig vorspringen. Dieselben Differenzierungen gelten für das zweite Thoracalfußpaar. Gemäß dem Kleinerwerden der zwei folgenden Thoraxsegmente zeigen auch ihre zugehörigen Fußpaare (drittes und viertes) einen noch nicht vollkommen fertigen Bau, obschon im großen und ganzen bereits dieselbe Bildung erkannt zu werden vermag. Das vierte Fußpaar steht auf der primitivsten Stufe, indem hier selbst die Chitinverdickungen fehlen.

Anschließend an die Beschreibung jener Chitinverdickungen an der Ventralseite der Thoraxsegmente sei erwähnt, daß C. CLAUS schon im Jahre 1858 in seiner Arbeit »über die Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Copepoden« von den Gebilden berichtet, die ZENKER als »Bauchwirbel« bezeichnet hat. Beträchtliche Zeit später (1893) erschien (in den Arb. zool. Inst. Wien. X. Bd.) ein Aufsatz, in welchem CLAUS diesen Gegenstand besonders behandelt. Es würde mich zu weit führen, auf seine schwer verständlichen Auseinandersetzungen näher einzugehen, zudem mir eine Ansicht der beigegebenen Abbildungen Zeugnis gab, daß die Form der beschriebenen Bauchwirbel von denen bei *Mytilicola* ziemlich abweicht. Da ihre Topographie schon erläutert wurde, erübrigt es nur noch, etwas über ihre Funktion zu sagen. Nach CLAUS sollen die Zwischenplatten und Bauchwirbel die »gleichzeitige und gleichgerichtete Bewegung« der Ruderfüße bezwecken. Für

Mytilicola jedoch scheint mir die angegebene Funktion nicht zuzutreffen. Auf welche Weise hier eine »gleichgerichtete Bewegung« der Gliedmaßen zustandekommen soll, ist mir völlig unklar. Der Umstand, daß die betreffenden Bildungen am freilebenden Cyclopidstadium fast gänzlich unterdrückt sind, während sie beim Parasiten eine so große Ausbildung erfahren, führt vielmehr zur alten Annahme ZENKERS, daß ihnen hauptsächlich eine stützende Funktion zugeschrieben werden muß. Nicht nur, daß den Thoracalfüßen Widerhalt bei der Bewegung geboten wird, sondern es werden durch sie auch die Segmente selbst vor Schädigungen durch zu starken Druck geschützt. Das Aneinanderreihen mehrerer Chitinverdickungen mittels unverdickter Stellen der Haut wahrt dabei die nötige Elastizität.

Das fünfte Thoracalsegment ist vorläufig nur durch eine erste Auftreibung des übrigen einheitlichen Abdominalkomplexes repräsentiert; Kalilaugepräparate lassen auch das rudimentäre Fußpaar in Gestalt eines kleinen Höckers erkennen (Taf. VI, Fig. 9 *t*⁵). Den schwanzartigen Abdominalanhang schließt die Furca ab, welche die seitliche Körperlinie einstweilen noch in gerader Richtung fortsetzt und in der Mitte ein dreieckiges Chitinfeld einschließt, das von der Analspalte durchzogen wird (Fig. 8 *fu*). Jede Furcalplatte besitzt drei randständige, ventral inserierte Dornen und einen solchen auf der Rückenseite.

Die Zahl der Häutungen, welche die beschriebenen Stadien in fortlaufender Folge bis zur definitiven Größe durchzumachen haben, wird sich wohl kaum so ohne weiteres feststellen lassen. Berücksichtigen wir überhaupt nur die Entwicklung der äußeren Organe, so wird dieselbe schon bei einer Größe von etwa 2 mm abgeschlossen. Alle folgenden Häutungen werden deshalb allein die Bedeutung von Wachstumserscheinungen haben, ohne daß gleichzeitig irgendwelche Um- oder Neubildungen vor sich gehen.

Zur Vermeidung fortwährender Wiederholungen begnüge ich mich mit der Erörterung der ausgebildeten Thoraxbeinformen, der Entstehung des zweiten Maxillipeden und des Abdominalabschnittes. A. STEUER bildet in seiner mehrfach citierten Arbeit nur das erste Thoraxbeinpaar und zwar das eines Männchens ab. Es blieb also noch die Beantwortung zweier Fragen offen: 1) Sind die vier Beinpaare in ihrer Ausrüstung und Gestalt einander gleich oder nicht und 2) besteht in dieser Hinsicht ein Unterschied zwischen Männchen und Weibchen? Trotz der zeitlich getrennten Entstehung der vier Gliedmaßen wäre es immerhin möglich, daß zum Abschluß eine Beinform vorhanden wäre, die in jedem Segmente in gleicher Differenzierung auftritt. In Wirk-

lichkeit beschränken sich auch die Unterschiede fast ausschließlich auf die Bedornung der Äste; dieselben Unterschiede erhalten sich weiterhin für das vollkommen entwickelte Tier. Es ergab sich folgende Zusammenstellung:

Dornenzahl d. <i>Aa</i> :		Dornenzahl d. <i>Ja</i> :	
♂ <i>tf</i> ₁	1 + 3 + 1		4
<i>tf</i> ₂	1 + 2 + 1		7
<i>tf</i> ₃	1 + 2 + 1		5 + 1
<i>tf</i> ₄	1 + 3		3 + 1
<i>tf</i> ₅		2 (3)	
♀ <i>tf</i> ₁	1 + 3		gewellter Rand
<i>tf</i> ₂	1 + 2		»
<i>tf</i> ₃	1 + 2 + 1		»
<i>tf</i> ₄	1 + 2 + 3		4 + 1
<i>tf</i> ₅		3	

Bei den Häutungen tritt die Tendenz hervor, den im Cyclopidstadium rundlichen Ästen nach und nach einen immer schmälern Umriß zu geben; während ihre Längsachse annähernd gleich bleibt, wird die Querachse des Astes stark verkürzt. Daraus resultiert das stummelförmige Aussehen des bleibenden Spaltfußes. Den in vorstehender Tabelle verzeichneten Differenzen ist wohl keine größere Bedeutung zuzumessen, zumal hier individuelle Abweichungen sicher eine Rolle spielen.

Wichtiger erscheint der Unterschied der Beinform in bezug auf das Geschlecht. Beim Weibchen hat vor allem die Größenentwicklung der Beine mit der des Körpers nicht Schritt gehalten, so daß wir den Eindruck einer weitergehenden Reduktion derselben als beim Männchen gewinnen. Am auffallendsten ist jedoch das Fehlen der medianen Skeletteile der ZENKER'schen Bauchwirbel. Da ich anfänglich darauf nicht achtete, so habe ich ihr Verschwinden entwicklungsgeschichtlich nicht verfolgen können. Jedenfalls sind die dem geschlechtsreifen Weibchen abgehenden Zwischenplatten erst nachträglich wieder eingebüßt worden.

Völlig unverständlich ist mir die Ursache der späten Differenzierung des zweiten Maxillipeden; denn gerade die Mundwerkzeuge haben sich durch ihr frühes Auftreten und ihre vorauseilende Entwicklung ausgezeichnet. Ich will die Möglichkeit nicht ausschließen, etwas übersehen zu haben, obschon ich mir in diesem Punkte viel Mühe gegeben

habe. Die erste Anlage der Extremität kam mir bei Tieren in der Größe von 1,1 mm vor (Taf. VI, Fig. 11). Knapp hinter den Basalplatten der ersten Maxillipeden ist jederseits eine kleine Erhebung gelagert, die voneinander noch um mehr als die Ausdehnung der Unterlippe abstehen. Die Anlage besitzt an ihrem medianen Rand einen undeutlichen, nach aufwärts gebogenen Fortsatz, der in einige kurze Härchen endet. Die der Kopfgrenze zugekehrte Seite der Erhebung ist mit zwei vom Rande gegen die Mitte zu verlaufenden Falten versehen. Ich schließe hier gleich an, daß beim nämlichen Stadium die Spermatophorenklappe ebenfalls erst durch zwei seitliche Falten des ersten Abdominalsegmentes in Bildung begriffen ist. Die Zahl der Abdominalsegmente beträgt im ganzen vier.

Ungefähr 1,7 mm große Männchen haben den Fortsatz des Maxillipeden erkenntlich nach innen vorstehend (Fig. 11); seine terminalen Härchen sind nicht mehr vorzufinden. Nun sind alle fünf Abdominalsegmente angelegt.

Ist die Bildung aller Segmente des Abdomens und der Spermatophorenklappe vollständig, so hat auch der zweite Maxilliped seine Entwicklungshöhe erreicht. Nun berühren sich seine hakenförmigen Endglieder in der Mittellinie des Körpers. Die Tiere haben dann 1,8—2 mm Länge. Ich hätte noch die Verschmelzung der Abdominalsegmente beim Weibchen zu zwei langgestreckten Abschnitten hinzuzufügen. Ferner tritt in diesem Geschlecht ein Breitenwachstum der Thoraxsegmente ein; so daß der Körper durch den Kopf einen vorn sich verjüngenden Abschluß findet. Die Ausbildung der dorsalen Fortsätze habe ich nicht genauer untersucht; die kleinen parasitischen Stadien besitzen davon überhaupt noch nichts.

Rückblick.

Die Wechselbeziehungen zwischen Körperbau und Lebensweise werden dann besonders auffallend sein, wenn wir ein Tier vor uns haben, das in seinem Lebenscyclus möglichst extrem verschiedenen Ernährungsbedingungen unterworfen ist. Es läßt sich also wohl kaum einen größeren Gegensatz denken, wie ihn die Ausdrücke »pelagisches Leben« und »Endoparasitismus« umfassen. Ein Repräsentant einer Formenreihe, deren Zugehörige diesen Gegensatz bieten, wird daher immer wieder mit neuem Interesse untersucht werden, wenn auch seine Umformungen in ihren großen Zügen per analogiam schon bekannt sind. Nicht ohne Grund hat das Studium der Gruppe der Copepoden einen großen Anteil am Lebenswerk des Kriebserforschers CARL CLAUS. Trotzdem beweist

die Durchsicht der neueren Literatur, daß vornehmlich über die post-embryonale Entwicklung der Parasiten wenig gearbeitet wurde und noch ein großes Feld unausgenützt vorliegt. Vielleicht würden durch bessere Bearbeitung auch die bestehenden Schwächen des Systems allmählich beseitigt werden. Zum Schlusse möchte ich eine Arbeit A. GRAETERS (»Die Copepoden der Umgebung von Basel«) erwähnen, in welcher der Autor auf die GIESBRECHTSche Einteilung der Copepoden in *Gymnoplea* und *Podoplea* zu sprechen kommt. Er sagt: »... die anatomische Eigentümlichkeit, auf der die Einteilung aufgebaut ist, läßt sich nicht nur mit der entsprechenden Lebensweise in Zusammenhang bringen, sondern kann sogar nur durch diese allein erklärt werden. Die Schwimmart der pelagischen Tiere, das freie Schweben, ist, wie ich später ausführen werde, nur möglich bei einem langen Cephalothorax und einem im Verhältnis bedeutend kürzeren Abdomen. Dieses spezifische Verhältnis verliert sich jeweilen mit der Anpassung an eine neue Lebensweise, deshalb die Verkürzung des Cephalothorax zugunsten des Abdomens bei den littoralen schwimmenden Formen, den kriechenden Grundformen und den parasitären. Der Vorgang, der diese Verkürzung hervorruft, besteht in einer proximalen Wanderung des die beiden Körperteile trennenden Gelenkes, eine interessante Verschiebung, die in der Entwicklungsgeschichte nicht vereinzelt dasteht.«

Setzt man ganz allgemein einem ungegliederten Körperabschnitt (Cephalothorax bei GRAETER) einen gegliederten (Abdomen bei GRAETER) entgegen, so bietet *Mytilicola* in ihren Entwicklungsstadien eine gute Parallele zu den vorigen Auseinandersetzungen. Vom Körper der ersten zwei Stadien, die wie alle Nauplien ein pelagisches Leben führen, macht der Kopf ungefähr zwei Drittel der ganzen Körpergröße aus, während das übrige Drittel sich als segmentierter Anhang dem ersteren anschließt. Dieses Verhältnis entspricht der Lebensweise. Im Cyclopidstadium wird *Mytilicola* aus biologischen Gründen zu einer littoralen Form: es muß der Wirt aufgesucht werden. Demgemäß können wir beobachten, daß der segmentierte Körperabschnitt eine bedeutende Entwicklung erfahren hat und dem einheitlichen Kopfabschnitte an Gesamtlänge gleich wird; um dieses Verhältnis zu erreichen, hat sich das erste Thoraxsegment mit dem Kopfe, wenn auch nicht vollständig, verbunden.

Nach der Einwanderung zeigen die kleinen parasitischen Stadien eine schlängelnde Bewegung, welche sich mit der von AL. MRAZEK für die Harpacticiden beschriebenen gut vergleichen läßt und im assel-förmigen Körperbau ihre Begründung findet. Damit ist schon ange-

deutet, daß am Körper keine einheitlichen Komplexe im Gegensatz zu gegliederten mehr auftreten, sondern vielmehr ein Bild einer gleichmäßigen Segmentierung erscheint. Das erste Thoraxsegment hat sich vom Kopfe vollständig abgetrennt und »die proximale Wanderung des die beiden Körperteile trennenden Gelenkes« ist am weitesten vorgeschritten. Gemäß dem Aufenthalt im Darne der Miesmuschel hat *Mytilicola* durch die größtmögliche Körpersegmentierung die größte Beweglichkeit erreicht.

Betrachten wir nach diesen Gesichtspunkten die Bewegungsorgane, dann sehen wir, daß diese im Naupliusstadium auf die Kopfreion beschränkt, »links und rechts vom Kopfe gerade und horizontal ausgestreckt«, in ihrer Funktion den ersten Antennen des Diaptomus ungefähr entsprechen: Der Körper hängt scheinbar an ihnen in vertikaler Richtung und der reiche Borstenbesatz vermindert die Sinkgeschwindigkeit. Wie bei den meisten Planktonten mit selbständiger Bewegung die Lokomotion in vertikaler Richtung eine größere Rolle spielt als horizontales Schwimmen, so steigt auch der eben ausgeschlüpfte Nauplius unseres Parasiten, unterstützt durch positive Phototaxis, gegen die oberen Wasserschichten empor.

Die Streckung des Körpers, schon im zweiten Stadium angebahnt, führt im Cyclopidstadium zu einer weiteren Verlängerung der Körperlängsachse, die Ausbildung des breiten Cephalothorax zu einer dorsoventralen Abplattung des Körpers. Die Ausbildung der beborsteten Furcalplatten steht wohl auch hier wie bei Cyclops in Correlation zu den kurzen ersten Antennen, die sich von dem Balancier- und Schwimmapparat des Nauplius allein noch in derselben Funktion und in annähernd gleicher Form erhalten haben. Zur Locomotion dienen nun aber vorzüglich die beiden reich beborsteten, in der Körpermitte gelegenen Thoraxbeinpaare. Dies alles deutet darauf hin, daß der Körper jetzt nicht mehr vertikal, sondern horizontal im Wasser liegt und dementsprechend wird auch die horizontale Fortbewegung der größtenteils vertikalen der Nauplien gegenüber in den Vordergrund treten. An Stelle phototaktischer dürften nun chemotaktische Reize für die Richtung der Bewegung bestimmend sein und die Tiere aus dem freien Wasser der Küstenregion und damit ihren künftigen Wirten zuführen.

Beim Übergang vom Freileben zum Parasitismus werden die Schwimmbeine zu Kriechbeinen umgebildet, indem ihre nun unnütze und sogar schädliche Borstenbekleidung rudimentär wird oder sich in einen Dornenbesatz umwandelt, der vielleicht ein festes Eingreifen auf weicher Unterlage ermöglichen soll. Auch die Basalglieder der Thorax-

beine treten in innigere Verbindung mit dem Körper, die Furca wird mitsamt ihren Borsten rudimentär. Die geringe Körpergröße, kombiniert mit der reichen Segmentierung, erlaubt diesen »harpacticiden-ähnlichen Stadien« sich leicht durch die Massen des Darminhaltes ihrer Wirte hindurchzuschlängeln.

Doch ist diese Locomotionsart noch nicht die definitive. Wenn nämlich mit dem weiteren Wachstum der Parasit das Darmlumen nahezu ausfüllt, tritt eine Reduction der Segmentzahl ein, namentlich wird im Hinterleib die Gliederung undeutlich; aus dem Krebs wird ein langgestreckter, wurmähnlicher Sack, der sich nun durch abwechselnde Streckung und Contraction einzelner Körperabschnitte im Darmrohr weiterschiebt. Zu dieser definitiven Fortbewegung dienen aber jetzt im Verein mit den inzwischen am Thorax vorgewachsenen Dorsalzapfen die Beine als Spreizen, die sich rhythmisch an die Darmwand zu stemmen haben.

Es wäre aussichtsreich, die komplizierte Metamorphose der parasitischen Copepoden unter Zugrundelegung der hier mitgeteilten Gesichtspunkte biologisch zu erklären. Bei einem solchen Versuche würde es sich vielleicht ergeben, daß speziell das Cyclopidstadium in die Metamorphose eingeschaltet erscheint, um den Übergang von der Bewegungsform der Nauplien zu der des definitiven Tieres zu vermitteln.

Innsbruck, im Februar 1907.

Literaturverzeichnis.

- 1858 CARL CLAUS, Zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Copepoden. Archiv f. Naturg. XXIV. Jahrg. I. Bd.
- 1858 — Über den Bau und die Entwicklung parasitischer Crustaceen. Kassel, Fischer.
- 1863 — Die freilebenden Copepoden. Leipzig, W. Engelmann.
- 1892 — Über die sogenannten Bauchwirbel am integumentalen Skelet der Copepoden und die medianen Zwischenplatten der Ruderfußpaare. In: Arb. zool. Inst. Wien, X. Bd.
- 1866—1879 A. GERSTÄCKER, Arthropoden, in: BRONN, Klassen und Ordnungen des Tierreiches. V. Bd. I. Abt. Crustaceen.
- 1903 A. GRAETER, Die Copepoden der Umgebung von Basel. Revue suisse de Zoologie. Tom. XI.
- 1880 C. GROBBEN, Die Antennendrüse der Crustaceen. In: Arb. zool. Inst. Wien, III. Bd.
- 1880 — Die Entwicklungsgeschichte von *Cetochilus septentrionalis*. In: Arb. zool. Inst. Wien, III. Bd.

- 1879 CARL HEIDER, Die Gattung *Lernanthropus*. In: Arb. zool. Institut Wien, II. Bd.
- 1902—1903 KORSCHULT und HEIDER, Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Tiere. Jena, Fischer.
- 1902 TH. LIST, Die Mytiliden. Fauna und Flora des Golfes von Neapel. 27. Monographie.
- 1894 MRAZEK, A. Beitrag zur Kenntnis der Harpacticidenfauna des Süßwassers. In: Zool. Jahrb. Abt. f. System. VII. Bd.
- 1902 ADOLF STEUER, *Mytilicola intestinalis* n. gen. n. spec. aus dem Darne von *Mytilus galloprovincialis* Lam. Vorl. Mitt. in: Zool. Anzeiger. XXV. Bd.
- 1905 — *Mytilicola intestinalis* n. gen. n. spec. In: Arb. Zool. Inst. Wien, XV. Bd.
- 1877 FR. VEJDOVSKÝ, Untersuchungen über die Anatomie und Metamorphose von *Tracheliastes polycolpus* Nordm. In: Diese Zeitschrift, XXIX. Bd.

Erklärung der Abbildungen.

Buchstabenerklärung:

<i>A</i> ₁ , 1. Antenne;	<i>d</i> , Darm;
<i>A</i> ₂ , 2. Antenne;	<i>ds</i> , Drüsenschläuche;
<i>Aa</i> , Außenast;	<i>ed</i> , Enddarm;
<i>Ja</i> , Innenast;	<i>fu</i> , Furca;
<i>Md</i> , Mandibel;	<i>g</i> , Gehirn;
<i>Mx</i> , 1. Maxille;	<i>h</i> , Haken der 2. Antenne;
<i>Mxp</i> ₁ , 1. Maxilliped;	<i>m</i> , Muskel;
<i>Mxp</i> ₂ , 2. Maxilliped;	<i>md</i> , Mitteldarm;
<i>Ol</i> , Oberlippe;	<i>mu</i> , Mund;
<i>Ta</i> , Taster-Endglied des <i>Mxp</i> ₁ ;	<i>o</i> , Auge;
<i>Ul</i> , Unterlippe;	<i>obd</i> , Oberlippendrüse (Antennendrüse?);
<i>as</i> , Afterspalte;	<i>oe</i> , Oesophagus;
<i>b</i> , Basalglied;	<i>sb</i> , Sinnesborsten;
<i>bg</i> , Blutgefäß;	<i>tf</i> ₁ — <i>tf</i> ₅ , 1.—5. Thoraxfußpaar.
<i>ch</i> , Chitin;	

Tafel VI.

Fig. 1. Erstes Metanaupliusstadium von der Rückenseite gesehen. Vergr. 255 : 1. Leitz: Oc. 1, Obj. 6.

Fig. 2. Dasselbe von der Ventralseite.

Fig. 3. Dasselbe in Seitenansicht. (Es sind nur die Extremitäten der linken Körperhälfte eingezeichnet.)

Fig. 4. Zweites Metanaupliusstadium von der Ventralseite gesehen. Vergr. 255 : 1. Leitz: Oc. 1, Obj. 6.

Fig. 5. Dasselbe vor der Häutung.

Fig. 6. Cyclopidstadium von der Rückenseite gesehen. Vergr. 255 : 1. Leitz: Oc. 1, Obj. 6.

Fig. 7. Dasselbe von der Ventralseite.

Fig. 8. Parasitisches Stadium von etwa 0,6 mm Länge. Vergr. 120 : 1. Leitz: Oc. 1, Obj. 3.

Fig. 9. Thoraxbeinpaare desselben. Kalilaugepräparat. Leitz: Oc. 4, Obj. 6.

Fig. 10. Kopf desselben von der Rückenseite. Kalilaugepräparat. Leitz: Oc. 1, Obj. 6.

Fig. 11. Entwicklung des zweiten Maxillipeden. (Die beigesetzten Zahlen bedeuten die Länge des zugehörigen Stadiums.) Leitz: Oc. 2, Obj. 6.

Fig. 12. Kopf des Weibchens (2 mm) von der Ventralseite. Leitz: Oc. 1, Obj. 6.

Beiträge zur Kenntnis der Apterygoten.

I. Über die excretorischen und phagocytären Organe von *Ctenolepisma lineata* F.

Von

Jur. Philiptschenko.

(Aus dem zootomischen Institut der Universität zu St. Petersburg.)

Mit Tafel VII.

Seit jener Zeit, wo KOWALEVSKY seine Methode für die Untersuchung der excretorischen und phagocytären Organe vermittels physiologischer Injektionen veröffentlicht hat, ist eine ganze Reihe von Arbeiten erschienen, welche diese Gebilde bei den Insekten zum Gegenstand haben, allein bei weitem nicht alle Ordnungen der letzteren sind in dieser Hinsicht genügend eingehend untersucht worden. So haben z. B. die Orthopteren von Anfang an die Aufmerksamkeit der Autoren auf sich gelenkt, während über die ihnen nahestehende Gruppe der niedersten Insekten — die Apterygota —, welche in dieser Beziehung ganz besonderes Interesse verdienen, bis in die letzte Zeit keine einzige diesbezügliche Arbeit veröffentlicht worden ist.

Erst vor kurzem hat BRUNTZ in seiner ausführlichen Arbeit über die Excretionsorgane aller Arthropoden (1) einiges über die Ergebnisse seiner Untersuchungen an *Machilis* und *Lepisma* mitgeteilt. Phagocytäre Organe sind bei diesen Formen nach der Beschreibung von BRUNTZ nicht vorhanden. Ammoniakalischer Karmin wird bei ihnen in speziellen »néphrocytes épars« ausgeschieden, welche in dem Fettkörper nahe dem Herzen angeordnet sind; außerdem finden sich in dem Kopfe von *Machilis* Drüsen, welche gleichzeitig ammoniakalischen und Indigokarmin ausscheiden.

Im allgemeinen sind die Beschreibungen dieses Autors, namentlich in bezug auf die Nephrocyten, sehr kurz gehalten und nicht von Abbildungen begleitet, so daß ein Studium der Thysanuren in dieser Rich-

tung auch nach dem Erscheinen der Arbeit von BRUNTZ manches Interesse bietet.

Im verflossenen Sommer habe ich während eines Aufenthaltes in der Krim eine große Anzahl Individuen von *Machilis maritima* Leach. und einer Lepismatide erbeutet, welch' letztere ich als *Ctenolepisma lineata* Fb. bestimmt habe. Die Injektion dieser äußerst zarten Insekten bereitet nicht geringe Schwierigkeiten, und ich bin daher meinem Freunde, Herrn S. J. METALNIKOFF, welcher diese Arbeit für mich ausführte, zu ganz besonderem Danke verpflichtet. Das injizierte Material wurde in Sublimat mit Essigsäure fixiert, nach Indigokarmin dagegen in absolutem Alkohol; außerdem habe ich für das Studium des Fettkörpers die gleiche Konservierungsmethode mit Osmiumsäure (nach kochendem Wasser) angewendet, wie ich sie auch bei meinen Untersuchungen an den Collembola (17) verwendet hatte.

Die Ausscheidung der in die Leibeshöhle eingeführten Substanzen — ammoniakalischer Karmin und Tusche — erfolgt bei den Thysanuren bedeutend langsamer als bei andern Insekten, und zwar erst 40 und mehr Stunden nach erfolgter Injektion. Infolge dieses Verhaltens habe ich bei *Machilis* gar keine Resultate zu verzeichnen gehabt, indem alle injizierten Exemplare vor dieser Zeit fixiert worden waren.

Die Injektion von *Ctenolepisma* gelang dagegen gut, und ich werde daher in nachstehendem nur die sehr interessanten Resultate mitteilen, welche ich bei dieser Form erzielt habe.

Ctenolepisma besitzt Excretionsorgane von dreierlei Art: die Harnzellen des Fettkörpers, Malpighische Gefäße und Pericardialzellen, sowie noch ein eigenartiges phagocytäres Organ — das Pericardialseptum. In dieser Beziehung steht unser Insekt denjenigen Orthopteren sehr nahe, welche mit einem ständigen phagocytären Organ versehen sind, allein zwischen *Ctenolepisma* und diesen letzteren Formen besteht eine ganze Reihe tiefgehender Unterschiede.

Der Fettkörper.

In älteren Arbeiten über die Anatomie der Lepismatiden finden wir fast gar keine Hinweise auf den Bau des Fettkörpers bei diesen Insekten. Es ist nur zu erwähnen, daß NASSONOW (16) in diesem Organ bisweilen ebensolche Concremente gefunden hat, wie sie SOMMER für *Macrotoma plumbea* beschrieb.

Auf Schnitten durch gut konservierte Exemplare von *Ctenolepisma lineata* kann man sehr gut sehen, daß ihr Fettkörper aus einzelnen Zellen

besteht, zwischen welchen deutlich ausgesprochene Grenzen zu bemerken sind (Fig. 1); nur bei schlechter Fixierung verschwinden die Grenzen der Zellen, und diese letzteren verschmelzen dann zu einer gemeinsamen Masse, welche ihrem Aussehen nach einem Syncytium ähnlich sieht. Die Zellen des Fettkörpers besitzen meist eine unregelmäßige polygonale Gestalt, ihr Protoplasma hat das Aussehen eines zarten Netzes, und in jeder Zelle befindet sich ein ziemlich großer Kern.

Stellenweise bemerkt man in dem Fettkörper Bindegewebsstränge, welche denselben in verschiedenen Richtungen durchziehen (Fig. 1 *bg*) und mit der bindegewebigen Auskleidung verschiedener Organe in Verbindung setzen. Besonders deutlich sind diese Bildungen im Abdomen von jungen Individuen zu bemerken, wo die Geschlechtsorgane noch nicht zur Entwicklung gelangt sind und der Fettkörper den ganzen Raum um den Darmkanal herum einnimmt. Einen Hinweis auf diese Stränge kann man schon in der Arbeit von NASSONOW (16) finden, wo der Umstand erwähnt ist, daß das dorsale Diaphragma mit Hilfe ebensolcher Stränge mit der bindegewebigen Hülle des Darmes in Verbindung steht (siehe auch die Fig. 8 u. 14 in der Arbeit dieses Autors).

Was nun die Bedeutung solcher bindegewebiger Verbindungen betrifft, so glaube ich dieselben in folgender Weise erklären zu können. Bei *Lepisma*, wie auch bei vielen andern Insekten, besteht der Fettkörper aus einzelnen Läppchen. Ein jeder solcher kleine Lappen ist von einer zarten bindegewebigen Hülle umgeben, welche man als die Tunica propria des Fettkörpers bezeichnen kann: alle diese Hüllen stehen miteinander, wie auch mit ebensolchen bindegewebigen Hüllen anderer Organe in Verbindung. Auf Schnitten durch das ganze Insekt verschmelzen viele Lappen des Fettkörpers, namentlich da, wo dieser letztere sehr stark entwickelt ist, so eng miteinander zu einer gemeinsamen Masse, daß ihre Hüllen den Eindruck selbständiger Stränge hervorrufen, welche den Fettkörper in verschiedenen Richtungen durchziehen.

Untersucht man den Fettkörper nur an Exemplaren, welche nach den üblichen Methoden, so z. B. mit Sublimat und Essigsäure, fixiert wurden, so wird man zwischen seinen Zellen, wie aus der Fig. 1 zu ersehen ist, gar keinen Unterschied bemerken können: alle diese Zellen sehen sich außerordentlich ähnlich. Allein dieses Bild verändert sich in schroffer Weise, sobald spezielle Fixierungsmethoden, wie Osmiumsäure oder absoluter Alkohol, zur Anwendung gelangen.

Bei der Anwendung von Osmiumsäure erweist sich die Mehrzahl der Zellen als mit in Körnchen reduzierten Osmium dicht angefüllt: augenscheinlich enthielten dieselben Fett, welches bei der gewöhnlichen

Behandlung durch den Alkohol ausgezogen worden wäre. Allein zwischen diesen Zellen fällt eine geringere Zahl von andern Zellen in die Augen, in welchen gar keine Osmiumkörner zu sehen sind und welche daher während des Lebens des Tieres augenscheinlich kein Fett, sondern andre Einschlüsse enthalten haben. Welcher Art diese Einschlüsse waren, läßt sich mit Leichtigkeit an Lepismen feststellen, die mit absolutem Alkohol fixiert worden sind. Auf Schnitten durch solche Exemplare (Fig. 2) liegen mitten unter den Fettzellen (*fz*) des Fettkörpers einzelne Zellen (*hz*) zerstreut, welche mit runden Concretionen von deutlich ausgesprochenem konzentrisch geschichtetem Bau dicht angefüllt sind.

Die Untersuchung im polarisierten Lichte gibt uns die Überzeugung, daß wir es hier mit Sphärokristallen zu tun haben, indem diese Gebilde bei Drehung des Analysators nicht verlöschen und dabei an Stelle einer jeden Concretion ein deutliches schwarzes Kreuz erscheint.

Genau die gleichen Concretionen erfüllen die Harnzellen andrer Insekten, und zwar der Orthopteren, wo sie von CUÉNOT (3) gefunden wurden, und der Collembolen, bei welchen ich dieselben kürzlich beschrieben habe (17). Offenbar sind wir berechtigt, auch die entsprechenden Zellen von *Ctenolepisma lineata* als Harnzellen anzusprechen.

Es sind demnach auch hier, wie in den beiden andern nahestehenden Insektenordnungen, zwei verschiedene Funktionen des Fettkörpers eine jede an eine bestimmte Art von Zellen gebunden: die Fettzellen dienen als Ort für die Ablagerung von Reservestoffen, die Harnzellen als Ort für die Ablagerung der Zerfallsprodukte im Organismus. Ich muß hier bemerken, daß ich in den Fettzellen von *Ctenolepisma* ausschließlich Fett gefunden habe: die eosinophilen Körner, welche die entsprechenden Zellen der Collembolen erfüllen, fehlen hier gänzlich.

Sowohl bei den Collembolen wie auch bei den Orthopteren bestehen die Concretionen in den Harnzellen aus einem alkalischen Salze der Harnsäure; bei *Ctenolepisma* ist ihre Zusammensetzung höchstwahrscheinlich die gleiche. Zugunsten dieser Annahme spricht nicht nur die Ähnlichkeit ihrer äußeren Gestalt, sondern auch die durchaus gleiche Löslichkeit dieser Gebilde sowohl in Säuren, als auch in Wasser. Es ist mir jedoch nicht gelungen, bei *Ctenolepisma lineata* die für Harnsäure so charakteristische Murexidreaktion zu erhalten. Dieser Umstand läßt sich wahrscheinlich dadurch erklären, daß das Chitin bei dieser Form von irgendeiner Substanz durchsetzt ist, welche von der Einwirkung starker Salpetersäure unter energischer Gasausscheidung zerlegt wird. Dieser Effekt wird ganz unabhängig davon erlangt, ob wir dazu

ein Tier mit Concretionen im Fettkörper verwenden, oder ein solches, welches gar keine solchen Concretionen enthält. Dieses ist wahrscheinlich der Grund, warum die Murexidreaktion, trotz aller meiner Bemühungen, dieselbe hervorzurufen, durchaus nicht gelingen wollte.

Ich wage es nicht, mich mit Bestimmtheit über die Zusammensetzung jener Substanz auszusprechen, von welcher das Chitin der von mir untersuchten Lepismatide durchdrungen ist; jedenfalls ist es kein kohlensaures Salz, da die Ausscheidung von Gasbläschen nur unter der Einwirkung starker Salpeter- und Schwefelsäure vor sich geht, während schwächere Säuren (Salzsäure, Essigsäure) einen derartigen Effekt nicht hervorrufen.

Vergleicht man den Fettkörper von *Ctenolepisma lineata* mit den entsprechenden Organen derjenigen Formen, bei welchen ebenfalls eine Arbeitsteilung zwischen Harnzellen und Fettzellen stattfindet, so wird man nicht umhin können, zu finden, daß derselbe viel mehr Ähnlichkeit mit dem Fettkörper der Orthopteren besitzt, als mit demjenigen der Collembolen. Das Fehlen eines auffallenden Unterschieds in bezug auf die Gestalt zwischen den Harnzellen und den Fettzellen charakterisiert gerade den Fettkörper einiger Orthopteren, z. B. denjenigen der Küchenschabe, während bei den Collembolen ein solcher Unterschied immer in die Augen fällt. Selbst bei denjenigen Formen dieser Ordnung, bei welchen die Fettzellen in der Jugend noch nicht zu einem Fettsyncytium zusammentreten, und die Grenzen zwischen ihnen erhalten bleiben (wie z. B. bei *Sminthurus*), unterscheiden sie sich von den zerstreut zwischen ihnen liegenden Harnzellen.

Die Malpighischen Gefäße und die Pericardialzellen.

Die Harnzellen des Fettkörpers scheiden keinerlei in die Leibeshöhle injizierte Substanzen aus; die Malpighischen Gefäße und die Pericardialzellen sind im Gegenteil durch ihr Verhalten solchen Substanzen gegenüber charakterisiert: die ersteren scheiden Indigokarmin, die letzteren ammoniakalischen Karmin aus.

Was den Bau der Malpighischen Gefäße betrifft, so liegen hierüber schon in älteren Arbeiten über die Anatomie von *Lepisma* Angaben vor, weshalb ich hier nicht auf diesen Gegenstand eingehen werde. Die Ausscheidung von Indigokarmin durch diese Gefäße bietet nichts Besonderes im Vergleich mit dem, was wir bei andern Insekten sehen: dieser Farbstoff häuft sich hier, wie dies auch sonst der Fall ist, nicht in den Zellen des Gefäßes, sondern in dessen Lumen an, und zwar in

Gestalt einzelner dichter Klumpen, worauf er ziemlich rasch nach außen entfernt wird.

Wir haben schon erwähnt, daß ammoniakalischer Karmin und Tusche bei *Ctenolepisma* verhältnismäßig langsam ausgeschieden werden, und zwar nicht früher als 40 Stunden nach erfolgter Injektion; Indigokarmin hingegen gerät auch bei dieser Form ebenso rasch in die Malpighischen Gefäße, wie dies bei andern Insekten der Fall ist. Ich fand ihn daselbst bereits $1\frac{1}{2}$ —2 Stunden nach erfolgter Injektion. In den Kopfdrüsen von *Ctenolepisma* wird, im Gegensatz zu den Angaben von BRUNTZ über *Machilis* (2), weder Indigokarmin noch ammoniakalischer Karmin ausgeschieden.

Was die Pericardialzellen von *Ctenolepisma* betrifft, so ist selbst das Vorhandensein solcher Elemente bei den niedersten Insekten bisher noch von niemandem signalisiert worden, weshalb diese Bildungen ausführlicher besprochen werden sollen.

Pericardialzellen finden sich bei *Ctenolepisma* in den zwei hinteren thoracalen (dem Meso- und Metathorax) und in acht abdominalen Segmenten. Ein jedes Segment ist mit einem Paare solcher Gebilde versehen, welche unter der dorsalen Hypodermis zu beiden Seiten des Herzens im hinteren Abschnitt des Segments angeordnet liegen; diese Anordnung wird besonders deutlich sichtbar, wenn man Sagittalschnitte mit Querschnitten vergleicht (Fig. 3 u. 6 *pkz*).

Eine jede Pericardialzelle besitzt demnach eine ziemlich beträchtliche Größe, namentlich in sagittaler Richtung und erscheint meistens vielkernig (Fig. 3, 5, 6): streng genommen müßte man hier nicht von Pericardialzellen, sondern von Pericardialsyncytien reden. Diese Eigentümlichkeit charakterisiert übrigens auch die Pericardialzellen der übrigen Insekten, da dieselben meistens nicht weniger als je zwei Kerne enthalten. Bisweilen kann man in dem Pericardialraum zarte bindegewebige Stränge bemerken, welche vom Herzen zu dem Integument verlaufen; an diesen Strängen nun liegen die Pericardialzellen (Fig. 5 *bg*).

Außer den eben beschriebenen streng genommen segmentalen Organen finden sich in den thoracalen Segmenten ferner noch zwei kompakte Anhäufungen von Pericardialzellen, welche jeder Spur einer metameren Anordnung entbehren. Sie liegen hier (Fig. 4 *pkz*) als eine kompakte Schicht zu beiden Seiten des Herzens längs dem Pericardialseptum: eine jede dieser Anhäufungen beginnt im mittleren Abschnitt des Mesothorax und zieht sich ununterbrochen bis zum hinteren Ende des Metathorax hin.

Eine jede Anhäufung wird durch eine ganze Reihe von Pericardial-

zellen gebildet, allein auch hier besteht die allgemeine Regel, daß eine jede Zelle mindestens zwei bis drei Kerne besitzt: einkernige Zellen werden verhältnismäßig selten angetroffen.

Im allgemeinen unterscheidet sich die Anordnung der Pericardialzellen bei *Ctenolepisma* beträchtlich von der Anordnung dieser Zellen bei andern Insekten, und zwar ist der Umstand besonders eigenartig, daß ein jedes der Abdominalsegmente im ganzen nur ein Paar dieser Gebilde besitzt. Allerdings sind z. B. bei der Mückenlarve die Pericardialzellen ebenfalls segmental angeordnet, allein in jedem Segment sind deren nicht ein, sondern vier Paare vorhanden: die Verhältnisse, wie wir sie bei unsrer Lepismatide sehen, stehen dagegen bis jetzt einzig in ihrer Art da.

Auf vielen Präparaten ist das Protoplasma der Pericardialzellen mit ebensolchen gelblich-braunen Körnchen angefüllt, wie sie bei allen Insekten so charakteristisch für diese Zellen erscheinen (Fig. 4 u. 5). Die Zusammensetzung dieser Körner bleibt einstweilen noch unbekannt; ich habe es gar nicht einmal versucht, dieselbe bei *Ctenolepisma* festzustellen, da diese Form sich am allerwenigsten für solche Untersuchungen eignet. Ich kann hier nur angeben, daß diese Körner keine Kristalle sind, wohl aber vollständig isotrope Körper.

Der ammoniakalische Karmin wird in dem Protoplasma der Pericardialzellen von *Ctenolepisma*, ebenso wie dies bei den andern Insekten der Fall ist, in Gestalt von kleinen Körnchen abgelagert (Fig. 6 *pkz*); diese Ablagerung tritt, wie bereits oben bemerkt worden ist, erst gegen Ende des zweiten Tages nach der Einführung des Karmins in die Leibeshöhle ein.

Die von mir gegebene Beschreibung der Pericardialzellen von *Ctenolepisma* stimmt in keiner Weise mit dem überein, was BRUNTZ (1) für *Lepisma saccharina* mitgeteilt hat; wie wir oben gesehen haben, hat dieser Autor bei jener Form statt typischer Pericardialzellen besondere néphrocytes épars in den das Herz umgebenden Bezirken des Fettkörpers gefunden.

Man könnte vermuten, daß *Lepisma saccharina* sich durch wesentliche Eigentümlichkeiten von der durch mich untersuchten *Ctenolepisma lineata* unterscheidet; allein dieser Annahme wird durch die Fig. 13 in der bereits zitierten Arbeit von NASSONOW (16) widersprochen, wo neben dem Herzen zwei Pericardialzellen deutlich abgebildet sind.

Andererseits habe ich bei *Lepisma aurea* Duf., einer *L. saccharina* ziemlich nahestehenden Art, dieselben Pericardialzellen gesehen, wie bei *Ctenolepisma lineata*. Ich muß noch hinzufügen, daß die topo-

graphische Beschreibung des Fettkörpers der Thysanuren, welche BRUNTZ seiner Beschreibung ihrer Nephrocyten vorausschickt, sich durchaus nur auf *Machilis* bezieht, und nichts mit den Verhältnissen gemein hat, welche ich bei *Lepisma aurea* und bei *Ctenolepisma lineata* beobachtet habe.

Alles dieses veranlaßt mich zu der Annahme, daß alle Angaben von BRUNTZ über die Nephrocyten der Thysanuren vielleicht nur für *Machilis* zutreffend sind und ganz willkürlich von diesem Autor auch auf *Lepisma* ausgedehnt wurden. Das Mißlingen der Injektion bei *Machilis* hat mich leider der Möglichkeit beraubt, die Richtigkeit meiner oben dargelegten Annahme zu prüfen.

Das Pericardialseptum.

Das Pericardialseptum oder das dorsale Diaphragma trennt die Pericardialhöhle, in welcher das Herz und die Pericardialzellen enthalten sind, von den übrigen Abschnitten der Leibeshöhle. Dieses Septum ist bereits im Metathorax gut ausgebildet und endet, gleich dem Herzen, im Anfang des neunten Abdominalsegments.

Bei den höheren Insekten (den Pterygota) besteht das Diaphragma nach den Angaben von GRABER (6) aus zwei Teilen: es wird einerseits durch die flügel förmigen Muskeln, andererseits durch die »Flügelmuskelsehne oder das bindegewebige Septum« gebildet, welche diese Muskeln der rechten und der linken Seite miteinander verbindet. Es ist HEYMONS (9) gelungen, den Nachweis dafür zu geben, daß das gesamte Pericardialseptum sich aus den dorsolateralen Abschnitten der somatischen Ursegmentwände entwickelt, wobei es anfänglich das Aussehen eines dünnen epithelialen Blattes hat. Erst späterhin bilden sich aus den lateralen Abschnitten dieses Plättchens die Flügelmuskeln, während sein unverändert gebliebener mittlerer Abschnitt sich in jene Flügelmuskelsehne verwandelt, von welcher bei GRABER die Rede ist.

In einigen Arbeiten wird unter der Bezeichnung eines Pericardialseptums nicht das gesamte Diaphragma verstanden, sondern nur dessen mittlerer epithelialer Teil, allein bei einer solchen Auffassung entfernen wir uns zu weit von der allgemein angenommenen Terminologie, wie sie noch von GRABER aufgestellt wurde. Es ist daher viel passender für diesen Abschnitt des Diaphragmas den kürzlich von HEYMONS (10) vorgeschlagenen neuen Namen einer Pericardialmembran anzunehmen. Man wird demnach sagen können, daß das Pericardialseptum oder Diaphragma bei den Pterygoten aus den Flügelmuskeln und der Pericardialmembran zusammengesetzt ist.

Was die Thysanuren betrifft, so hat bereits GRASSI in seiner »Anatomia comparata dei Tisanuri« (7) auf das Fehlen der Flügelmuskeln bei diesen Insekten hingewiesen. In der Tat sehen wir bei *Ctenolepisma*, daß das gesamte Diaphragma, wie dies bei den Embryonen der höheren Insekten der Fall ist, durch ein zartes einschichtiges Plättchen dargestellt wird (Fig. 4 u. 5 *pks*). Die Grenzen der dieses Plättchen zusammensetzenden Zellen sind für gewöhnlich nicht zu sehen, allein dies beruht zweifelsohne auf der Schwierigkeit, ein so zartes und dünnes Objekt in befriedigender Weise zu konservieren. Das Pericardialseptum wird hier demnach nur durch die Pericardialmembran gebildet, so daß diese beiden Bezeichnungen bei *Ctenolepisma* gleichbedeutend sind.

Dieses Pericardialseptum ist nun das Organ, welches bei unsrer Lepismatide die Rolle des phagocytären Organs übernimmt. Führt man ammoniakalischen Karmin in die Leibeshöhle ein, so wird noch vor dessen Ausscheidung durch die Pericardialzellen ein Teil der Körnchen von den Leucocyten aufgenommen, während der übrige Teil in die Zellen des Septums gerät (Fig. 5 *l. u. pks*). Hierauf wird der Karmin allmählich auch in dem Protoplasma der Pericardialzellen abgelagert, allein diejenigen Körnchen, welche in das Pericardialseptum geraten sind, verbleiben auf immer in demselben.

Injiziert man gleichzeitig ammoniakalischen Karmin und Tusche, so erfolgt die Ausscheidung in folgender Reihenfolge. Zuerst wird ein kleiner Teil der Karminkörner von den Zellen des Pericardialseptums aufgenommen, worauf der beträchtlich größere Teil derselben in den pericardialen Zellen abgelagert wird. Die Tusche befindet sich während dieser ganzen Zeit in der Leibeshöhle, wobei die Anhäufungen derselben meist von Leucocyten umgeben sind. Nicht selten werden hierbei Bilder jener angeblichen phagocytären Organe vorgetäuscht, von welchen bei mehreren Autoren die Rede ist.

Sofort nach der Ausscheidung des ammoniakalischen Karmins durch die Pericardialzellen beginnt die Absorption der Tusche durch das Pericardialseptum, dessen Zellen schon zuvor einen kleinen Teil der Karminkörnchen aufgenommen haben. Nach und nach häuft sich die ganze Tusche (wenn natürlich ein nicht zu großes Quantum davon injiziert worden ist) in dem Pericardialseptum an (Fig. 6 *pks*). Es kann dabei keinem Zweifel unterliegen, daß die Tusche in den Zellen des Septums selbst abgelagert wird, nicht aber an letzterem äußerlich anklebt oder von Leucocyten, welche an den Körnchen haften bleiben, nach dem Septum verbracht wird. Leucocyten finden sich in der Nähe des Septums für gewöhnlich nur in ziemlich geringer Anzahl, und das Septum

selbst spielt zweifellos die Rolle eines typischen phagocytären Organs. Für diese letzteren ist nicht nur das Ergreifen von Tuschekörnern, sondern auch die Aufnahme einer kleinen Quantität ammoniakalischen Karmins außerordentlich charakteristisch, während der größte Teil des Karmins sich in den wahren Excretionsorganen ansammelt.

Es gibt demnach, entgegen den Angaben von BRUNTZ (1), einen Vertreter der Ordnung der Thysanura, welcher sich im Besitz eines ebenso eigenartigen phagocytären Organs befindet, wie auch seine Pericardialzellen eigenartig sind.

Ein Beitrag zur Morphologie der phagocytären Organe bei den Arthropoden.

Die Pericardialzellen von *Ctenolepisma* unterscheiden sich durch ihre Zahl und Anordnung in vielen Beziehungen von den Pericardialzellen der höheren Insekten, doch fördern sie unsre Kenntnis dieser Organe in keiner Weise.

Ein viel größeres Interesse bietet in dieser Hinsicht das phagocytäre Organ von *Ctenolepisma*, welches neues Licht über die morphologische Bedeutung der ihm analogen Bildungen bei den Insekten und einigen andern Arthropoden verbreitet.

Unter den Insekten waren phagocytäre Organe bis jetzt nur bei Vertretern der Dermaptera und Orthoptera s. lat. beschrieben worden, und bei den letzteren sind sie ständig nur in den Gruppen der Gryllodea und Acridiodea angetroffen worden. Bei den meisten Locustodea und den Larven von *Aeschna* scheinen diese Organe, entgegen den Angaben von METALNIKOFF (15), als beständige Gebilde zu fehlen; nur bei der tropischen Locustodee *Cleandrus graniger* wurden von DAWYDOFF (4) typische phagocytäre Organe gefunden, welche denselben Bau aufweisen, wie bei den Gryllodea. Derselbe Autor (5) hebt deren Fehlen bei den meisten Mantodea hervor, wovon nur eine Art, *Rhombodera* sp. eine Ausnahme macht.

Die phagocytären Organe der Acridiodea und Gryllodea sind nach zwei vollständig verschiedenen Typen gebaut: bei ersteren haben sie das Aussehen zweier durchgehender Zellplättchen, welche sich über dem Pericardialseptum zu beiden Seiten des Herzens in dem Abdomen hinziehen. Erst kürzlich bemühte sich SUSSLÖFF (20) den Nachweis zu führen, daß die phagocytären Organe in dieser Gruppe ebenso zufällige Bildungen darstellen, wie es bei den meisten Locustodea der Fall ist, allein dies entspricht wohl kaum der Wirklichkeit, und zwar um so mehr, als alle Autoren, welche sich mit dieser Frage beschäftigt haben, in der

Beschreibung des phagocytären Apparats der Acridiodes übereinstimmen (KOWALEVSKY [11], CUÉNOT [3], DAWYDOFF [5]).

Bei den Gryllodea und bei *Cleandrus* sind diese Organe nach einem andern Typus gebaut: sie besitzen hier die Gestalt von Säcken, welche metamer in den ersten Abdominalsegmenten paarweise zu beiden Seiten des Herzens angeordnet sind. Die Zahl dieser Gebilde schwankt bei den verschiedenen Arten zwischen zwei und vier; in ihre Höhlung münden die cardiocölomialen Öffnungen des Herzens ein, welche DAWYDOFF in seinen Arbeiten unrichtigerweise als Ostien bezeichnet hat.

Die Untersuchungen des letztgenannten Autors (5) haben gezeigt, daß diese Gebilde ungeachtet des Unterschiedes in ihrem Baue, sowohl bei den Acridiodes als auch bei den Gryllodeen in ganz übereinstimmender Weise gebildet werden. In beiden Gruppen entwickeln sie sich erst nach dem Ausschlüpfen des Insekts aus dem Ei, und zwar in Gestalt lokaler Anschwellungen oder Verdickungen des Pericardialseptums. Späterhin lösen sie sich von dem Septum ab, und bei den Gryllodea bildet sich in ihrem Innern eine Höhlung, worauf sie sich mit den Wandungen des Herzens verbinden. Es versteht sich von selbst, daß an der Bildung der phagocytären Organe, wie dies aus den Zeichnungen von DAWYDOFF auch deutlich zu ersehen ist, nur der mittlere Teil des Septums — die Pericardialmembran — beteiligt ist.

Diese Beobachtung ist, im Zusammenhang mit den bei *Ctenolepisma* erhaltenen Ergebnissen, von größter Wichtigkeit für das Verständnis der morphologischen Bedeutung der phagocytären Organe bei den Insekten überhaupt.

Entwickeln sich die phagocytären Organe der Orthopteren aus dem Pericardialseptum, während bei *Ctenolepisma lineata*, dem Vertreter einer noch niedriger organisierten Insektengruppe, das Pericardialseptum selbst als ein solches Organ funktioniert, so muß letzterer Fall offenbar als das allerursprünglichste Verhalten angesehen werden. Man wird vermuten können, daß bei den Vorfahren der Gryllodea und Acridiodes das Pericardialseptum ebenfalls als phagocytäres Organ funktionierte, und daß diese Funktion erst später auf spezielle, in Gestalt von lokalen Anschwellungen oder Verdickungen dieses Septums auftretende Gebilde übergegangen ist. Allein was stellt das Pericardialseptum der Insekten überhaupt vor? Wir haben bereits erwähnt, daß dasselbe sich nach den Untersuchungen von HEYMONS (9) aus den dorsolateralen Abschnitten der somatischen Ursegmentwände entwickelt. Bei den Pterygota verwandelt sich ein Teil desselben späterhin in die Flügelmuskeln, während der andre Teil in Gestalt der zarten Peri-

cardialmembran unverändert bleibt. Bei den Thysanura entspricht das gesamte Septum dieser letzteren Membran, indem hier keine Flügel-muskeln zur Entwicklung gelangen.

Offenbar wird man dieses Septum bei den Thysanura und die Pericardialmembran bei den höheren Insekten als einen unverändert gebliebenen Bezirk des peritonealen Epithels des Embryos ansehen müssen.

Es ist natürlich nichts Wunderbares in dem Umstand zu erblicken, daß ein derartiger Cölothelbezirk bei den niederen Insekten als phagocytäres Organ funktioniert, und bei einigen Orthoptera speziellen phagocytären Organen den Ursprung gibt.

Es ist von Interesse, daß G. SCHNEIDER (18) dem Peritonealepithel einiger Oligochaeta (*Euaxes*, *Archienchytraeus*, *Dendrobaena* und vielleicht auch *Allolobophora*) phagocytäre Eigenschaften zuschreibt. Nach den Untersuchungen desselben Autors (19) übernehmen bei den Vertretern der Polychaeta *Travisia* und *Arenicola* Derivate des Cölothels — die chloragogenen Zellen — die Rolle von phagocytären Organen.

Es ist sehr wohl möglich, daß die phagocytäre Funktion auch bei den Vorfahren der Insekten nicht auf den einen Bezirk des Peritonealepithels, nämlich das Pericardialseptum beschränkt war, sondern sich auch auf dessen andre Abschnitte erstreckte, wie dies gegenwärtig noch bei den von G. SCHNEIDER untersuchten Oligochaeten der Fall ist. Eine gewisse Bestätigung dieser Annahme wird uns durch die phagocytären Organe von *Iulus* und andern Diplopoden geboten, ebenso von den lymphoiden Drüsen des Skorpions.

In einer seiner Arbeiten beschreibt KOWALEVSKY (13), wie bei *Iulus* ammoniakalischer Karmin und Eisen von den Wandungen des Sinus ausgeschieden werden, welcher das Nervensystem umgibt. »Les parois de ce sinus«, sagt der Autor, »... se composent d'assez grandes cellules d'un caractère épithélial« (S. 611). In diesen Zellen nun, welche ein einschichtiges Epithelblättchen bilden, werden die in die Leibeshöhle injizierten Substanzen abgelagert.

Allein KOWALEVSKY hat keine Injektionen mit Tusche ausgeführt, so daß man auf Grund seiner Untersuchungen nicht entscheiden kann, ob die Wandungen des perineuralen Sinus auch in der Tat phagocytäre Organe repräsentieren und nicht nur einfach excretorische Organe. Ich muß bemerken, daß diese Frage nachträglich in dem Laboratorium von KOWALEVSKY gelöst worden ist, indem nach dem Erscheinen der betreffenden Arbeit einer seiner Schüler, A. W. SCHWEYER, sich davon überzeugen konnte, wie die Wandungen des Sinus auch Tusche ausgeschieden; diese Beobachtung ist jedoch unveröffentlicht geblieben.

Kürzlich wurden die phagocytären Organe der Diplopoda von neuem durch BRUNTZ (1) beschrieben, allein seine Beschreibung differiert einigermaßen von derjenigen KOWALEVSKYS, weshalb ich dieselbe in extenso anführen will.

»Par dessus le système nerveux . . . on remarque une lame de tissu conjonctif: septum sus-nervien La face inférieure du septum est tapissée par de petites cellules, qui capturent l'encre de Chine injectée dans le coelome. L'ensemble de ces cellules constitue un organe phagocytaire puissant . . .« (S. 316).

Nach der Beschreibung von BRUNTZ ist das phagocytäre Organ demnach nicht durch das einschichtige Perineuralseptum, sondern durch spezielle, unterhalb desselben liegende Zellen repräsentiert. Übrigens bemerkt der Autor auf der nächsten Seite, daß »les cellules phagocytaires . . . sont répandues, comme je l'ai déjà dit, au milieu des fibres du septum«. Wie dem nun auch sein mag, so werden die phagocytären Zellen hier doch immer als spezielle Gebilde beschrieben, welche von dem perineuralen Septum verschieden sind.

Ich habe die Möglichkeit gehabt, die Phagocytose bei derselben *Iulus*-Art zu untersuchen, über welche auch KOWALEVSKY gearbeitet hat, und konnte mich davon überzeugen, daß die Beschreibung dieses Autors durchaus dem Tatbestand entspricht. Um das Nervensystem herum befindet sich ein perineurales Septum, welches aus einer Schicht von Epithelzellen besteht, wie dies auf den Fig. 15, 17 u. a. m. der Arbeit von KOWALEVSKY ausgezeichnet zur Darstellung gebracht ist; in dem von diesem Septum gebildeten Sinus sieht man einzelne Leucocyten. Im allgemeinen erinnert das Perineuralseptum von *Iulus* an das Pericardialseptum von *Ctenolepisma*, doch zeichnen sich seine Zellen durch bedeutendere Größe aus.

Die Tusche wird von den Zellen des Septums selbst aufgenommen, und spezielle, unter demselben liegende Zellen, von welchen bei BRUNTZ die Rede ist, sind gar nicht vorhanden, will man nicht die innerhalb des Sinus herumschwimmenden Leucocyten dafür ansehen. Wir finden demnach bei den Diplopoden genau dieselben Verhältnisse wie bei *Ctenolepisma*, jedoch nicht in dem oberen Abschnitt des Körpers, in der Nähe des Herzens, sondern unten, in der Nähe des Nervensystems: in dem einen Falle übernimmt die Rolle eines phagocytären Organs das Pericardialseptum, im andern Falle — das Perineuralseptum.

Wie bei den Insekten repräsentiert das Pericardialseptum auch bei *Iulus* einen Überrest des embryonalen Peritonealepithels. In der Arbeit von HEATHCOTE über die Embryonalentwicklung von *Iulus terrestris* (8)

ist auf der Fig. 34 deutlich zu sehen, wie dasselbe bei dem Embryo in das somatische Blatt des Mesoderms übergeht. Gerade auf dieses Gebilde beziehen sich auch die folgenden Worte des genannten Autors: »The median part of the somatic mesoderm lies above the nerve-cord, between it and the gut; from thence it passes downwards to the body-wall« (S. 461).

Bei *Scorpio europaeus* beschrieb KOWALEVSKY (14) zwei Organe, welche Bakterien, Tusche und überhaupt feste Bestandteile in sich aufnehmen: eine unpaare, sich im Abdomen über dem Nervensystem hinziehende »glande lymphatique« und zu beiden Seiten von dieser je eine »glande lymphoide«. Die morphologische Bedeutung der ersteren ist mir unverständlich, da in der Arbeit von KOWALEVSKY ein Hinweis darauf enthalten ist, daß diese Drüse bei dem Embryo durch das Verschmelzen einzelner Zellen entsteht; das zweite phagocytäre Organ hingegen kann man mit den phagocytären Organen bei den Orthopteren, *Ctenolepisma* und den Diplopoda in eine Gruppe zusammenfassen.

In der Tat gehen die Wandungen der lymphoiden Drüsen nach der Beschreibung von KOWALEVSKY direkt in das Diaphragma über, so daß »ces glandes sont donc à proprement parler des prolongements ou des poches du diaphragme« und »les lumières des glandes lymphoïdes . . . ne sont que les prolongements de la cavité du corps ou coelome thoracique« (S. 7). Nach der Ansicht von KOWALEVSKY sind diese Drüsen vollkommen analog den Septaldrüsen der Anneliden, welche ganz ebensolche Auswüchse oder Taschen des Peritoneums darstellen.

Es ist hier zu bemerken, daß G. SCHNEIDER (18), welcher die phagocytären Eigenschaften des Peritonealepitheliums der von ihm untersuchten Oligochaeten beschrieben hat, eine solche bei den Arten der Gattung *Perichaeta* nicht konstatiert hat, indem diese Arten typische, als phagocytäres Organ funktionierende Septaldrüsen besitzen.

Wir sind demnach dazu berechtigt, die phagocytären Organe bei den ebenerwähnten Gruppen der Arthropoda als einander durchaus homolog zu betrachten: es sind dies entweder Überreste des embryonalen Peritonealepithels (Diplopoda, *Ctenolepisma*) oder dessen Modifikationen (*Scorpio*, Gryllodea, Acridiodea). Offenbar haben wir es hier mit einer phagocytären Eigenschaft des Peritoneums zu tun, welche sich nur in einzelnen Bezirken desselben erhalten hat, allein ehemals dem gesamten Peritoneum eigentümlich war, wie dies auch heute noch bei vielen Oligochaeten der Fall ist.

Wenn sich die Beobachtungen von KOWALEVSKY über die Entwicklung der unpaaren Lymphdrüse bei *Scorpio* und *Androctonus* in

ihrem ganzen Umfang bestätigen sollten, so wird man diese Gebilde als etwas von den in vorstehendem besprochenen Organen durchaus Verschiedenes betrachten müssen.

Es ist schwer zu sagen, ob mit den peritonealen phagocytären Organen auch die ihnen entsprechenden Gebilde bei *Forficula* als zu einer gemeinsamen Gruppe gehörig betrachtet werden können, oder ob diese letzteren als Gebilde sui generis angesehen werden müssen.

Bei dieser Form wird nach den Befunden von KOWALEVSKY (12) und CUÉNOT (3) die Tusche durch zwei Zellplättchen oder -bänder aufgenommen, welche sich längs den Seiten des Herzens parallel dem Pericardialseptum innerhalb der Pericardialhöhle hinziehen.

Möglicherweise entstehen dieselben, gleich den Organen der Gryllodea und Acridiodea, aus dem Pericardialseptum, vielleicht haben wir es hier aber auch mit den Überresten eines speziellen embryonalen Organs zu tun, welches von HEYMONS (9) bei der genannten Form unter dem Namen eines »paracardialen Zellenstranges« beschrieben worden ist. Es erscheint unmöglich, diese Frage ohne vorhergehende direkte Beobachtungen zu entscheiden, es muß jedoch bemerkt werden, daß auch der paracardiale Zellenstrang ein colomiales Gebilde ist und aus den somatischen Abschnitten der primären Segmente entsteht.

Allein wir haben noch nicht alle phagocytären Organe der Arthropoda erwähnt, indem bei vielen Formen einzellige Lymphdrüsen beschrieben worden sind, welche inmitten des Fettkörpers zerstreut liegen und gierig Tusche und Bakterien verschlingen. Dies ist bei *Scolopendra*, bei sehr vielen Arachnoidea und bei verschiedenen Crustacea der Fall.

Es ist bei unsern gegenwärtigen Kenntnissen sehr schwer, sich über die morphologische Bedeutung dieser Gebilde auszusprechen, indem gar keine Angaben über ihre embryonale Entwicklung vorliegen und man anderseits vermuten kann, daß unter dem Namen solcher Drüsen in gewissen Fällen einfach Leucocyten beschrieben wurden, welche Tusche oder Bakterien in sich aufgenommen hatten. Es liegt übrigens vorderhand kein genügender Grund vor, eine solche Vermutung auf alle derartige Fälle auszudehnen. Es ist durchaus nicht unmöglich, daß vielleicht in der Zukunft der Nachweis dafür gelingen wird, daß auch die einzelligen phagocytären Drüsen gewisser Arthropoden ebenfalls Derivate des Peritoneums darstellen, wie dies gegenwärtig für die sog. Nephrocyten (Pericardialzellen der Insekten, saure Zellen der übrigen Arthropoden) mehr oder weniger konstatiert worden ist.

Einstweilen wird man als festgestellt annehmen können, daß mit

Ausnahme der Lymphdrüsen der Skorpione und vielleicht auch des phagocytären Organs von *Forficula*, alle übrigen vielzelligen phagocytären Gebilde der Arthropoden als einander homologe Organe angesehen werden müssen: wir haben es hier entweder mit einzelnen Bezirken des Peritonealepithels oder mit Derivaten solcher Bezirke zu tun, in welchen sich die phagocytäre Eigenschaft erhalten hat, welche bei den Vorfahren der Arthropoden dem gesamten Peritoneum zukam.

Nachtrag.

Erst nachdem die vorstehende Arbeit bereits druckfertig vorlag, lernte ich die neue, soeben erschienene Arbeit von BRUNTZ über die Phagocytose der Diplopoda kennen (La phagocytose chez les Diplo-podes. Arch. Zool. Exp. [4.] V. No. 4. 1906).

BRUNTZ gibt in dieser Arbeit eine ausführliche Beschreibung der phagocytären Organe von *Glomeris marginata*, *Iulus sabulosus* und *Polydesmus complanatus*. Für uns sind die beiden erstgenannten Formen von Interesse, indem *Polydesmus* sich durch wesentliche Eigentümlichkeiten von denselben unterscheidet. — Der Autor behauptet wie früher, daß bei diesen Formen »le septum susnervien était essentiellement constitué par des fibrilles conjonctives recouvertes dans leur partie inférieure par des cellules fixes dont l'ensemble forme l'organe phagocytaire« (p. 496). Was diese letzteren Zellen betrifft, so sind dieselben »groupées de telle sorte que sur une coupe transversale elles se montrent plus ou moins serrées les unes contre les autres, disposées sur un rang« (p. 499).

Ich kann mich jedoch nicht mit einer solchen Auslegung der Bilder einverstanden erklären, wie sie auf den Schnitten durch diese Myriapoden zu sehen sind.

Betrachten wir die schönen Zeichnungen, welche der Arbeit von BRUNTZ beigegeben sind, so sehen wir auf Fig. 8, daß die fibres cellulaires, von welchen dieser Autor spricht, einfach die einzelnen Nephrocyten, welche bei *Glomeris* das Perineuralseptum bedecken, untereinander verbinden. Für dieses letztere halte ich jedoch nur diejenigen Zellen, welche Tusche aufnehmen; besonders deutlich ist dies auf den Fig. 7 und 9 der Arbeit von BRUNTZ zu sehen, welche ganz identisch sind mit den Zeichnungen von KOWALEVSKY (13) und denjenigen Bildern, welche ich selbst bei *Iulus* gesehen habe. Was jedoch die Anwesenheit von Bindegewebsfibrillen zwischen den Nephrocyten betrifft,

so ist dies eine überaus häufige Erscheinung, welche man stets beobachten kann, so z. B. in der Pericardialhöhle der Insekten.

St. Petersburg, im März 1907.

Literatur.

1. BRUNTZ, Contribution à l'Étude de l'Excrétion chez les Arthropodes. Arch. Biol. 20. 1904.
2. — Les reins labiaux des Thysanoures. Arch. Zool. Exp. (4) II. 1904.
3. CUÉNOT, Études physiologiques sur les Orthoptères. Arch. Biol. 14. 1896.
4. DAWYDOFF, L'appareil phagocytaire d'un Locustide de Java. Zool. Anz. XXVII. 1904.
5. — Die phagocytären Organe der Insekten und deren morphologische Bedeutung. Biol. Centrbl. XXIV. 1904.
6. GRABER, Über den propulsatorischen Apparat der Insekten. Arch. f. mikr. Anat. IX. 1873.
7. GRASSI, Anatomia comparata dei Tisanuri. Atti d. R. Acc. d. Lincei. (4) IV. 1887.
8. HEATHCOTE, The Early Development of Iulus terrestris. Quart. Journ. of Micr. Sc. (2) XXVI. 1886.
9. HEYMONS, Die Embryonalentwicklung von Dermapteren und Orthopteren. Jena 1895.
10. — Die Entwicklungsgeschichte der Scolopender. Zoologica. 33. 1901.
11. KOWALEVSKY, Études expérimentales sur les glandes lymphatiques des Invertébrés. Mélanges biologiques. XIII. 1894.
12. — Études sur le système lymphatique des Insectes et des Myriapodes. (Russisch.) Bull. Ac. Sc. St. Pétersb. (5) II. 1895.
13. — Études des glandes lymphatiques de quelques Myriapodes. Arch. Zool. Exp. (3) III. 1895.
14. — Une nouvelle glande lymphatique chez le Scorpion d'Europe. Mém. d. l'Acad. Sc. St. Pétersb. (VIII.) V. 1897.
15. METALNIKOFF, Sur les organes excréteurs de quelques insectes. (Russisch.) Bull. Ac. Sc. St. Pétersb. (5) IV. 1896.
16. NASSONOW, Zur Morphologie der niederen Insekten. (Russisch.) Bull. Soc. Imp. Am. Sc. Nat. etc. de Moscou. LII. 1887.
17. PHILIPTSCHENKO, Anatomische Studien über Collembola. Diese Zeitschrift. LXXXV. 1906.
18. G. SCHNEIDER, Über phagocytäre Organe und Chloragogenzellen der Oligochaeten. Diese Zeitschrift LXI. 1896.
19. — Über Phagocytose und Excretion bei den Anneliden. Diese Zeitschrift LXVI. 1899.
20. SUSSLOFF, Über die Phagocytose, die Excretionsorgane und das Herz einiger Insekten (Pterygota). (Russisch.) Trav. Soc. Imp. Natur. St. Pétersb. XXXV. 1906. (Refer. von E. Schultz. Zool. Zentralbl. XIII. 1906.)

Erklärung der Abbildungen.

Allgemeine Bezeichnungen:

<i>bg</i> , bindegewebige Stränge;	<i>kh</i> , Körperhaut;
<i>fk</i> , Fettkörper;	<i>l</i> , Leucocyten;
<i>fz</i> , Fettzellen;	<i>pks</i> , Pericardialseptum;
<i>h</i> , Herz;	<i>pkz</i> , Pericardialzellen.
<i>hz</i> , Harnzellen mit Concretionen;	

Tafel VII.

Fig. 1. Schnitt durch den Fettkörper eines mit Sublimat und Essigsäure fixierten Exemplars. (140 : 1.)

Fig. 2. Schnitt durch den Fettkörper eines mit absolutem Alkohol fixierten Exemplars. (210 : 1.)

Fig. 3. Pericardialzellen auf Sagittalschnitten durch zwei Abdominalsegmente. (45 : 1.)

Fig. 4. Supraseptale Pericardialzellen im Metathorax; in ihrem Plasma sind gelblichbraune Körner zu sehen. (140 : 1.)

Fig. 5. Aufnahme von ammoniakalischem Karmin durch das Pericardialseptum (*pks*) und Leucocyten (*l*); die Pericardialzellen (*pkz*) enthalten noch keine Excretionen von Karmin, in ihrem Plasma sind gelblichbraune Körner zu sehen. (300 : 1.)

Fig. 6. Ausscheidung von ammoniakalischem Karmin in den Pericardialzellen (*pkz*); in dem Pericardialseptum (*pks*) Ablagerung von Tusche. (210 : 1.)

Über die Spermatophoren der Schmetterlinge.

Von

Wilhelm Petersen

(Reval).

Mit Tafel VIII und 2 Figuren im Text.

Bei meinen morphologischen Untersuchungen an den Generationsorganen der Schmetterlinge bin ich auf anatomische Tatsachen gestoßen, die bisher nur wenig oder gar keine Beachtung gefunden haben und die in mehrfacher Beziehung unser Interesse beanspruchen dürfen. So finden sich z. B. über die Spermatophoren der Schmetterlinge in der Literatur nur sehr spärliche Angaben: nur HAGEN (1) und STITZ (2) haben sie, soweit mir bekannt, bei einigen Kleinschmetterlingen gefunden. Obwohl ich nun erst einige hundert Arten daraufhin habe untersuchen können, glaube ich doch schon einige allgemeine Schlüsse ziehen zu dürfen und stehe nicht an, meine Befunde zu veröffentlichen, obgleich ich für einzelne Punkte noch nicht eine befriedigende Erklärung habe finden können.

Zum besseren Verständnis des folgenden gebe ich zuerst beifolgend ein Schema der weiblichen Generationsorgane der Schmetterlinge (und zwar von einer Art mit doppelter Geschlechtsöffnung) und will mit Hilfe desselben die Vorgänge der Befruchtung zu schildern versuchen (s. umstehend Textfig. 1).

Durch das Ostium bursae (*ob*) gelangt das Sperma zuerst in einer Spermatophore (*Sp*), die von einer besonderen Hülle umgeben ist und außer den Spermien noch das Secret der accessorischen Drüsen des Männchens (3, S. 45) enthält, in den Sack der Bursa copulatrix (*bc*). An der Kapsel der Spermatophore lassen sich in der Regel zwei Teile deutlich unterscheiden: erstens der Körper (*Corpus*), welcher als Reservoir für Sperma und Drüsensecret dient, und zweitens ein mehr oder weniger ausgebildeter Ausführungsgang, den ich Hals oder Collum

nenne. Dieser Halsteil der Spermatophore reicht normalerweise bis zu der Stelle, wo sich vom Ductus bursae, dem Stiel der Bursa, der Ductus seminalis (*ds*) abzweigt, um die Verbindung zum Oviductus communis (*oc*) herzustellen. Gegenüber der Einmündungsstelle des Ductus seminalis in den Oviduct, meist ein wenig distal gerückt, mündet der fast immer spiralförmig gewundene Ausführungsgang, Canalis spiralis (*c.sp*), des Receptaculum seminis (*r.s*) in den Oviduct. Noch weiter distal mündet in den Oviduct der Ausführungsgang der Glandulae sebaceae (*gl.seb*),

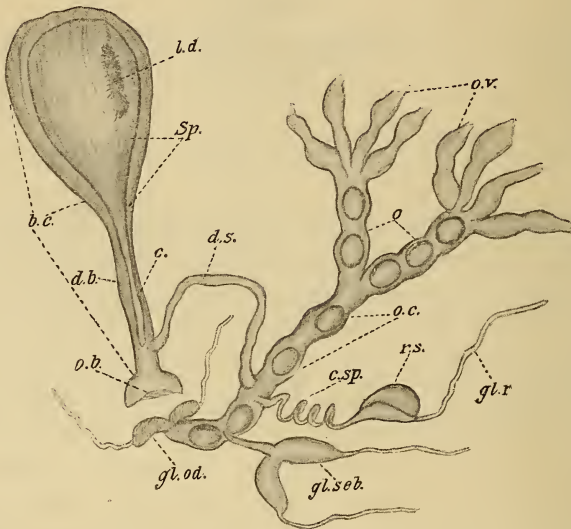


Fig. 1.

Schema der weiblichen Generationsorgane bei den Schmetterlingen (vom Typus mit doppelter Geschlechtsöffnung). Buchstabenerklärung s. S. 129.

welche aller Wahrscheinlichkeit nach den Klebstoff zum Anheften der Eier liefern. Für diese Funktion spricht der Umstand, daß ich diese Drüsen bei solchen Arten nicht fand, die ihre Eier nicht ankleben (3, S. 62). Ganz am Ende des Eileiters findet sich schließlich ein Paar von Drüsen, die wohl als Duftdrüsen zu deuten sind, die Glandulae odoriferae (*od*).

Nach der Copulation, oft erst mehrere Stunden nach derselben, wird nun durch einen Druck der muskulösen Wand des Bursa-Sackes, vielleicht auch zum Teil durch die Wirkung der Bauchmuskulatur, die Wand der Spermatophorenkapsel, die stellenweise ungemein dünn ist, eingedrückt und durch diesen Druck das Sperma in den Ductus seminalis und von dort quer durch den Oviductus communis in das Re-

ceptaculum seminis befördert, wobei wohl peristaltische Bewegungen dieser Kanäle mitwirken. Im Receptaculum seminis erhalten sich die Spermatozoen dank dem Secret der Anhangsdrüse (*gl.r*) desselben lange Zeit hindurch lebend, bei einigen Arten zuweilen monatelang. Der eigentliche Befruchtungsakt erfolgt bei der Eiablage erst im Oviductus communis in dem Moment, wo die Eier die Einmündungsstelle des Canalis spiralis passieren, und zwar noch bevor sie die Einmündungsstelle der Kittdrüsen (*gl.seb*) erreichen, denn hier werden sie von einer Leimschicht umgeben, welche die Micropyle verstopft. Der Oviduct hat oft an dieser kritischen Stelle eine blasige Erweiterung, das Vestibulum. Bei einigen Arten, deren Ductus seminalis in seinem Mündungsteil ebenfalls erweitert ist, findet sich bisweilen auch, von Spermatozoen umschwärmt, ein Ei in dieser blasigen Erweiterung, doch scheint dies ein seltener Ausnahmefall zu sein, denn ich beobachtete ein solches Verhalten nur einmal bei *Pempelia adornatella* (einer Phycidee), und STITZ berichtet von einem solchen Fall bei *Hydrocampa* (2, S. 424). Welche Rolle die oft sehr stark ausgebildete, zuweilen gestielte Erweiterung des Ductus seminalis, die Bulla seminalis, die zuweilen die Form einer Pseudo-Bursa annimmt, spielt, ist noch nicht genügend aufgeklärt. Am wahrscheinlichsten ist es, daß sie (vielleicht abwechselnd aufsaugend und treibend), die Beförderung des Spermas in das Receptaculum unterstützt, wo der Druck auf die Spermatophoren nicht ausreicht. Jedenfalls kann der Druck vonseiten der Bursa nicht immer ausreichen, das Sperma bis in das Receptaculum seminis zu treiben, denn der Ductus seminalis ist bisweilen von exorbitanter Länge; so fand ich ihn z. B. bei *Acidalia aversata* L., einem Spanner, etwa 38mal länger als den Durchmesser der Bursa. Wenn STITZ (2, S. 424) angibt, daß der Bulla seminalis, wie ich sie genannt habe (5), der innere Chitinbelag fehlt, so ist dies sicher ein Irrtum, denn ich habe die Chitinauskleidung stets beobachten können; dieselbe nimmt sogar bei einigen tropischen Tagfaltern sehr merkwürdige Bildungen an, über welche ich an anderer Stelle berichten werde.

Was nun die Chitinauskleidung des Bursa-Sackes betrifft, so ist diese in ihrer primären Form eine einfache feine Membran, sekundär aber treten an derselben Chitinbildungen mannigfacher Art auf: feine, mit der Spitze in das Lumen der Bursa gerichtete Zähnchen oder Zähne, die sich an einzelnen Stellen stärker häufen und dann besondere Zahnplatten bilden, welche den Namen der Laminae dentatae (*ld*) erhalten haben. Auf der sekundär am weitesten vorgeschrittenen Stufe ist bisweilen fast die ganze innere Bursa-Wand mit stärkeren Chitinstacheln

besetzt, wie z. B. in der Gattung *Tephroclystia* (*Eupithecia*). Eine umfangreiche Untersuchung hat mich gelehrt, daß die Form der Lamina dentata, bzw. der innere Zahnbelag des Bursa-Sackes ein vortreffliches Kriterium für spezifische Unterscheidungen abgibt, wenngleich dieses Merkmal, als ein jüngst erworbenes, hier und da noch kleinen individuellen Schwankungen unterworfen ist. Die physiologische Bedeutung der Lamina wurde von HAGEN vermutungsweise darin gesehen, daß diese Zahnplatte zum Aufreißen der Spermatophoren diene, und auch STITZ (2, S. 424) meint, dies scheine, nach einzelnen Präparaten zu urteilen, der Fall zu sein, wo die Spermatophore an der entsprechenden Stelle verletzt war. Ich habe mich schon vor STITZ der HAGENSchen Deutung gegenüber sehr skeptisch verhalten und weiß nicht, warum einer meiner Referenten meiner Arbeit auch mir diese Deutung zugeschoben hat. Es liegt klar zutage, daß ein solches Aufreißen der Spermatophoren im Bursa-Sacke durchaus zweckwidrig und sinnlos erscheinen muß, wenn in der Ausbildung des Spermatophoren-Halses eine besondere Einrichtung getroffen ist, welche den Inhalt der Spermatophore durch bloßen Druck auf dieselbe mit Sicherheit in den Ductus seminalis treibt. Ich kann die funktionelle Bedeutung der Lamina dentata oder des innern Zahnbelages der Bursa nur darin sehen, daß mit Hilfe derselben das glatte Corpus der Spermatophore besser gehalten wird; eine Ruptur der Wand desselben würde die Funktion des Spermatophoren-Halses vollkommen illusorisch machen.

Was nun die Zahl der Spermatophoren betrifft, welche sich in einer Bursa befinden können, so zeigt die Beobachtung, daß dieselbe sehr variiert: bald sehen wir nur eine einzige Spermatophore den Bursa-Sack ausfüllen, bald beobachten wir bei derselben Art eine größere Anzahl — neun ist das Maximum, das ich gefunden habe — dicht aneinander gelagert in derselben liegen, und es scheint uns geradezu unbegreiflich, wie dieselben, ihre eigenartige Form bewahrend, in dem engen Raum Platz finden konnten. Noch wunderbarer aber muß es erscheinen, daß dieselben dabei so gelagert sind, daß der Ausführungsgang derselben stets zweckentsprechend zum Anfang des Ductus seminalis gerichtet ist, besonders in den Fällen, wo, wie z. B. bei *Agrotis segetum* L. (Fig. 1), die Bursa in einen langen, engen, schneckenartig gewundenen Anhang ausläuft, von dessen Ende erst der Ductus seminalis sich abzweigt, oder bei der nahe verwandten *Agrotis corticea* Hb. (Fig. 2). Wenn man beim Herauspräparieren der Spermatophoren sieht, mit welcher Mühe sich das Collum derselben aus dem gewundenen Gange des Bursa-Anhanges herausziehen läßt, so fragt es sich, wie dieselben

überhaupt bei der Copulation in diese Lage gebracht werden konnten. Ist ein einfacher Bursa-Sack prall mit Spermatophoren gefüllt, so springen dieselben beim Aufschneiden des Sackes plötzlich aus demselben heraus, und man fragt erstaunt, durch welche treibende Kraft dieselben, so eng aneinander gelagert, in die Höhlung der Bursa hineingepreßt wurden. An eine Elastizität der die Bursa auskleidenden Chitinwand dürfen wir hier nicht denken, denn die Chitinwände sind nicht dehnbar, wohl aber werden wir annehmen dürfen, daß die oft zahlreichen Falten des ungefüllten Bursa-Sackes beim Hereindringen der Spermatophoren sich glatt legen und dadurch zu einer Erweiterung des innern Hohlraums der Bursa beitragen können; immerhin aber bleibt der Druck, den die Wände der prall gefüllten Bursa auf den Inhalt derselben ausüben, ein beträchtlicher.

Bei Arten, deren Spermatophoren annähernd die Form der Bursa haben, z. B. bei *Pieris napi* und *rapae* findet man die geleerten Patronen derselben, oft sechs bis sieben nebeneinander zusammengepreßt liegend, leeren Eisbeuteln in der Verpackung vergleichbar. Bei einem Exemplar von *Lygris populata* Bkh. fand ich eine leere Spermatophoren-Kapsel vollständig aus ihrer normalen Lage in den Fundus der Bursa gedrängt, während eine zweite sich in gewöhnlicher Lage befand, mit der Öffnung des Collum dem Anfang des Ductus seminalis anliegend. Dies läßt darauf schließen, daß die Verdrängung der ersten leeren Patrone durch eine zweite, spätere Copulation erfolgt ist. Ein ähnliches Verhalten konnte ich auch noch in einigen andern Fällen beobachten.

Betreffs der Form der Spermatophoren ließ sich aus der ganzen Reihe der bisherigen Beobachtungen der Schluß ziehen, daß jede Schmetterlingsart ihre besondere Form von Spermatophoren besitzt. Bei sehr nahe verwandten Arten konnte ich durch eine genaue vergleichende Untersuchung bald größere, bald kleinere konstante Unterschiede feststellen, und wenn sich dies auch fernerhin bestätigen sollte, woran ich nach den bisherigen Erfahrungen gar nicht zweifle, so kann diese Tatsache als eine Bestätigung dafür dienen, daß die Artdifferenzierung gerade im Bau der Generationsorgane ihren präzisesten Ausdruck findet. Das Material, das ich in bezug auf diese Frage bisher gesammelt habe, ist ein umfangreiches und kann wohl zur Stütze der von mir vertretenen Ansicht (4) dienen, daß die Artdifferenzierung — wenigstens in einer großen Zahl von Fällen — mit Mutationen des Sexualapparates ihren Anfang nimmt. Es ist erstaunlich, in wie vielen, zum Teil sicherlich indifferenten, d. h. funktionell für die Erhaltung der Art unwesentlichen Merkmalen des Sexualapparates

sich bei nahe verwandten Arten spezifische Unterschiede finden. Je sorgfältiger wir alle einzelnen Stücke des Generationsapparates vergleichend prüfen, um so mehr solcher konstanter Unterscheidungsmerkmale lassen sich an demselben finden, unvergleichlich mehr, als an irgend einem andern Organsystem. Noch kürzlich hat M. DRAUDT in seiner vortrefflichen Arbeit über die Eupithecieen-Eier (5) den Beweis geführt, daß sogar die Skulptur der Eischale bei mikroskopischer Betrachtung (170facher Vergrößerung) deutliche spezifische Unterschiede aufweist, die es ermöglichen, die einzelnen Arten nach diesen Merkmalen zu unterscheiden! Die große Mannigfaltigkeit der Spermato-phoren-Formen ist wiederum ein Beweis dafür, daß die Merkmale der Generationsorgane uns die zuverlässigste Handhabe bieten, zweifel-hafte Formen auf ihre Artberechtigung zu prüfen, und dies ist für eine Theorie der Artentstehung eine Tatsache von weittragender Bedeutung. Die Verschiedenheit in einzelnen Teilen des Sexualappa-rates bei nahe verwandten Arten erscheint dort gerade von ganz be-sonderer Bedeutung, wo diese Arten, auf denselben Fluggebieten vor-kommend, im übrigen morphologisch und biologisch nur unbedeutend voneinander abweichen, so daß die natürliche Zuchtwahl zur Erklärung der spezifischen Verschiedenheit dieser Organe nicht herangezogen werden kann. —

Da nun die Spermato-phorenbildung schon im Ductus ejaculatorius des ♂ ihren Anfang nimmt, muß die Frage aufgeworfen werden, ob im Laufe der phyletischen Entwicklung die Form der Bursa von der Form der Spermato-phoren beeinflusst worden ist, oder ob umgekehrt diese sich den Raum- und Formverhältnissen der Bursa angepaßt haben. Nach der häufig beobachteten Regel der männlichen Präponderanz in der phyletischen Entwicklung könnte man geneigt sein anzunehmen, daß auch hier der Anstoß zu neuer Formbildung auf Kosten des männlichen Geschlechts zu setzen sei; doch läßt sich dagegen ein schwer-wiegendes Argument ins Feld führen. Es läßt sich nämlich zeigen, daß an den Spermato-phorenkapseln vieler Arten rudimentäre Teile vorkommen, deren Vorhandensein als Rudimente nur durch Anpassung an sekundäre Veränderungen der Bursa erklärt werden können. Da mir diese Frage auch nach einer andern Seite von besonderer Bedeutung zu sein scheint, so muß ich etwas ausführlicher auf dieselbe eingehen.

In einer früheren Arbeit (3) habe ich durch vergleichende Unter-suchung des Nervensystems, des Verdauungstractus nebst Mundteilen und der männlichen und weiblichen Generationsorgane, mit Hinzu-ziehung der ontogenetischen Befunde an letzteren Organen, den Nach-

weis zu erbringen versucht, daß diejenigen Arten als die primitivsten zu betrachten seien, deren Weibchen nur eine Geschlechtsöffnung besitzen, während wiederum bei den Weibchen mit gesonderter Bursa-Öffnung der Ductus seminalis, der Verbindungskanal zwischen Bursa und Oviductus communis auf primitiver Stufe sich vom Mündungsgebiet der Bursa abzweigt, dann im Laufe der phyletischen Entwicklung allmählich mit seiner Abgangsstelle am Ductus bursae in die Höhe gerückt ist und schließlich auf der Stufe stärkster sekundärer Umbildung vom Bursa-Sack selbst sich abzweigt. Dieses Verhalten kann durch beifolgendes Schema erläutert werden:

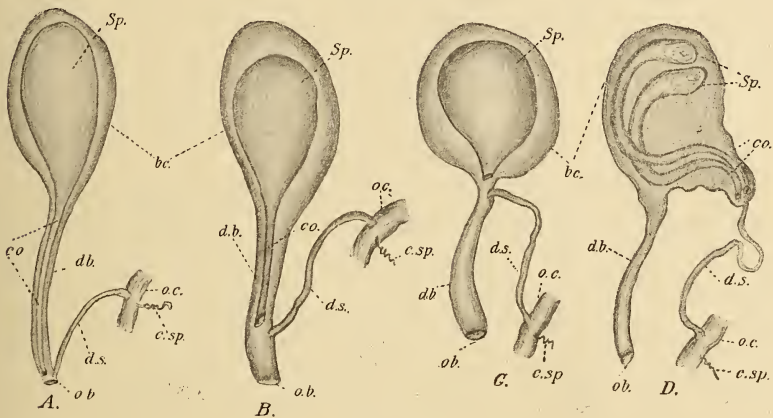


Fig. 2.

Schema. Bursa mit abgehendem Ductus seminalis. Im Bursa-Sack liegen bei A, B und C je eine Spermatophore, bei D zwei derselben. Das Collum der Spermatophore ist dem Abgang des Ductus seminalis angepaßt. Buchstabenerklärung s. S. 129.

Bei A geht der Ductus seminalis (*ds*) von der Mündung der Bursa (*ob*) zum Oviduct (*oc*) hinüber, und zwar finden wir dies nur bei Gattungen und Familien, die auch nach andern Merkmalen, ganz besonders aber nach den noch paarig getrennten Hoden, unzweifelhaft einen primitiven Charakter zeigen. B und C zeigen das allmähliche Hinaufrücken der Abgangsstelle des Ductus seminalis am Bursa-Hals (*db*), endlich gehören dem durch D wiedergegebenen Typus ausnahmslos Arten an, welche nach allen Merkmalen, das Geäder nicht ausgenommen, den sekundär am meisten abgeänderten, phyletisch jüngsten Formen zuzurechnen sind.

Wie wir schon gesehen haben, sind die Spermatophorenkapseln im allgemeinen so gebaut, daß das Collum derselben weit genug ausgezogen ist, um die Abgangsstelle des Ductus seminalis zu erreichen,

da auf diese Weise eine sichere Überführung des Sperma in diesen Kanal und weiter in das Receptaculum seminis ermöglicht wird. Bei Arten mit langem Bursahals findet sich deshalb auch ein langes Halsstück der Spermatophorenkapsel, wie z. B. bei *Lycaena*, wo dasselbe bis an das Ostium bursae reicht, weil hier erst der Ductus seminalis sich abzweigt.

Nun fand ich bei Arten, bei denen der Ductus seminalis vom mittlern oder obern Teil des Bursahalses oder vom untern Teil des Bursasackes abgeht, gleichwohl das Collum der Spermatophore noch fast von der Länge des ganzen Bursahalses, die Öffnung aber, entsprechend der Abgangsstelle des Ductus seminalis, weiter nach oben gerückt, so daß das untere Stück des Collum nur noch als Rinne oder Halbrinne vorhanden ist. Dieses nunmehr funktionslose Stück des Collum ist also als Rudiment des früher längeren, röhrenförmigen Collum zu betrachten, ein interessanter Rest einer phyletisch älteren Bildung.

Um einige Beispiele anzuführen, so finden wir bei *Augiades comma* L., einer Hesperide, wie Fig. 3 A zeigt, das Collum der Spermatophore nur im obern Teil bis *o* als vollständig geschlossenes Rohr, genau entsprechend der Abgangsstelle des Ductus seminalis (Fig. 3 B, wo die Bursa in etwas collabiertem Zustande bei derselben Vergrößerung wiedergegeben ist), das Endstück des Collum aber (Fig. 3 A *ru*) als rudimentäres Organ, als Rest des früheren röhrenförmigen Collum, der durch Anpassung an den nach oben gerückten Anfang des Ductus seminalis funktionslos geworden ist, sich aber noch zum Teil erhalten hat.

Noch schärfer ausgeprägt fand ich dieses Verhalten bei *Satyrus semele* L., bei welcher Art der Ductus seminalis vom untern Teil des Bursa-Sackes selbst abgeht. Hier wird der ganze Bursahals von dem rudimentären Collum der Spermatophore durchzogen, und dieses ganze Stück (*ru* in Fig. 4A) ist ein richtiges Rudiment, das seine ursprüngliche funktionelle Bedeutung vollständig verloren hat, denn das Sperma tritt an der nun oben gelegenen Öffnung (Fig. 4 A *o*) in den Ductus seminalis über.

Dies rudimentäre Stück des Spermatophorenhalses, für dessen Erhaltung oder Entstehung aus irgendwelchen funktionellen Gründen sich gar keine Erklärung finden läßt, zeigt uns in unzweideutiger Weise:

1) daß es sich hier um eine Neuanpassung der Spermatophorenform an neue Formverhältnisse der Bursa, bzw. des Ductus seminalis handelt, und daß somit hier das weibliche Geschlecht in der Formveränderung vorausgegangen ist;

2) dient es als mächtige Stütze für die Bedeutung des Ductus seminalis in phylogenetischen Untersuchungen und bestätigt die auf Grundlage andern Materials früher gewonnenen Resultate (vgl. obiges Schema Textfig. 2). Denn dieses Rudiment kann nur entstanden sein, wenn die Abgangsstelle des Ductus seminalis von der Bursa im Laufe der phyletischen Entwicklung vom Ostium bursae allmählich am Bursa-Hals bis zum Bursa-Sack in die Höhe gerückt ist.

Wir werden somit von zwei näher verwandten Formen — etwa Gattungen aus derselben Familie —, bei denen das eine Mal der Ductus seminalis vom untern Teil des Ductus bursae abgeht, das andre Mal vom obern Teil des Bursa-Halses oder von der Bursa selbst, diese letztere Form für die phylogenetisch jüngere, also später entstandene, zu halten haben. Auf diese, wie mir scheint, einwandfreie Schlußfolgerung hin, habe ich bereits die Bildung der Bursa und des Ductus seminalis bei einer großen Zahl von Schmetterlingen (unter andern fast alle paläarktischen Rhopaloceren-Genera und eine große Zahl tropischer Formen) untersucht und in diesem Organ ein vortreffliches Kriterium für die phyletischen Beziehungen der Gattungen und Familien gefunden. Die Befunde stehen im allgemeinen in bester Harmonie mit den Resultaten, die wir aus der Betrachtung der Gesamtheit aller andern Organsysteme als gesichert betrachten dürfen und können daher dort als entscheidend anzusehen sein, wo uns die übrigen Merkmale, wie z. B. das Geäder, im Zweifel lassen, oder wo dieselben ganz versagen. Die Formverschiedenheit der Bursa nebst Ductus seminalis ist eine staunenerregende, und die Differenzierung viel stärker ausgeprägt, als z. B. in den Merkmalen des Geäders; für praktische Zwecke ist aber noch der Umstand von hervorragender Bedeutung, daß diese Organe auch an Macerationspräparaten untersucht werden können, und daß damit endlich auch die tropischen Formen einer eingehenden Untersuchung auf ihre anatomischen Merkmale unterzogen werden können.

Eine Sicherstellung des phylogenetischen Alters bestimmter Gattungen und Familien hat aber nicht nur ein allgemeines Interesse vom Standpunkt der Systematik aus, sondern liefert uns auch für die Beurteilung einzelner brennender zoogeographischer Fragen ein wertvolles Material. In einer schon zum Druck vorbereiteten Arbeit will ich es versuchen, einige dieser Fragen in dieser Beleuchtung vorzuführen.

Kehren wir nun zur Betrachtung der Spermatophoren zurück.

Wenn wir die Funktion des Spermatophoren-Halses, nämlich die Überführung des Spermas in den Ductus seminalis im Auge behalten, so ließe sich rein theoretisch, außer einem Rudimentärwerden des

Collum auch noch erwarten, daß bei phylogenetisch jüngern, d. h. neuern Arten, bei denen die Abgangsstelle des Ductus seminalis an der Bursa stark in die Höhe gerückt ist, erstens das Collum der Spermatophore durch Neuanpassung ganz atrophiert, oder zweitens, daß das Collum in seiner ganzen Ausdehnung als Kanal bestehen bleibt, sich aber so herumbiegt, daß die Ausmündungsstelle an den Anfang des Ductus seminalis zu liegen kommt.

Der erste Fall, der vollständige Schwund des rudimentären Collums, führt zur typischen Form der Spermatophore mit kurzem Collum, und wenn der Bursa-Hals ein kurzer ist, so geht die Überführung des Spermas in den Ductus seminalis leicht vonstatten. Von ganz besonderem Interesse sind hier diejenigen Formen, bei denen wie z. B. bei *Tortrix* (*Cacoecia*) *rosana* L. Fig. 5 der Bursa-Hals unmäßig verlängert, der Ductus seminalis vom untern Teil desselben, nahe der Mündung, abgeht, die Spermatophore aber gleichwohl vom Collum kaum eine Spur besitzt. Hier wird die sichere Überführung des Spermas durch den langen Ductus bursae hindurch dadurch erreicht, daß die Wandung desselben durch eine starke rinnenförmige Chitinspange der Länge nach durchzogen wird, wodurch der enge Kanal stets offen erhalten und nicht etwa durch Schleifenbildung verstopft wird. Es ist hier also der chitinisierte Bursa-Hals funktionell an die Stelle des Collum der Spermatophore getreten.

Der zweite Fall, die Umbiegung des Collum, war eine notwendige theoretische Forderung, denn es ließe sich sonst nur schwer erklären, warum bei den zahlreichen Arten, bei denen der Ductus seminalis vom Bursa-Sack selbst abgeht, fast immer das Collum der Spermatophore eine ungewöhnliche Länge besitzt. Als Beispiel nehme ich hier die Bursa von *Agrotis augur* F., einer sekundär weit vorgeschrittenen Nocuiden-Form (Fig. 6). In der Bursa liegen zwei Spermatophoren mit langem Collum, ihre Mündung wie stets dem Anfang des Ductus seminalis zugewendet. Diese Spermatophorenform mit langem, gewundenem Collum kann nun nicht gut von einer Form hergeleitet werden, bei der das Collum schon atrophiert war, sondern sie kann nur das Endglied einer Entwicklungsreihe sein, in welcher das Collum, ohne zu atrophieren, allmählich der Dislokation des Ductus seminalis folgend, der Abgangsstelle desselben bis in den Bursa-Sack gefolgt ist.

Nach längerem Suchen nach solchen Übergangsstadien war ich so glücklich, eine Bestätigung meiner theoretischen Voraussetzung bei einem Spanner, *Ortholitha limitata*, zu finden. Fig. 7, die Bursa von *O. limitata* nebst freigelegter Spermatophore, illustriert die Verhältnisse

so klar, daß sie kaum einer nähern Erklärung bedürfen. Hier hat sich das wohlerhaltene Collum der Spermatophore (*c*) so weit aus dem Ductus bursae in den Bursa-Sack zurückgezogen, daß die Mündungsstelle desselben (*o*), hart an der Grenze vom Bursa-Sack und Ductus, dem Abgang des Ductus seminalis entsprechend, zu liegen kommt.

Die Wand der Spermatophorenkapsel besteht, wie oben erwähnt, aus einer chitinartigen Substanz, die sich selbst beim Kochen in Kalilauge nicht auflöst; an der fertigen Patrone ist dieselbe glatt, glänzend und mit Ausnahme einzelner Stellen von beträchtlicher Härte. Da die Bildung der Spermatophore aber schon im engen Ductus ejaculatorius vor sich geht und hierauf erst noch den oft sehr engen Ductus bursae zu passieren hat (vgl. Fig. 5), so kann die endgültige Erstarrung und Fixierung erst im Lumen der Bursa vor sich gehen. Welche Kräfte hier als treibende auftreten, ist noch rätselhaft, wenn man bedenkt, um wievielmal der Querdurchmesser des Spermatophorenkörpers oft den Durchmesser des meist stark chitinierten dünnen Penisrohres und des engen Ductus bursae übertrifft. Die Kapsel wird ähnlich wie beim Glasgebläse die flüssige Glasmasse durch einen Druck von innen aufgetrieben, und es scheint hier in erster Linie das in die Höhlung der Kapsel hineingetriebene Drüsensecret und Sperma mitzuwirken, doch mag die Auftreibung auch zum Teil durch Luft geschehen, denn ich habe häufig in den Kapseln Luft gefunden.

Zuweilen findet man, daß die Männchen kurz vor dem Absterben eine fertig gebildete Spermatophore abstoßen, die dann, an der Luft erhärtend, sich in nichts von den Spermatophoren unterscheidet, die man in der Bursa eines befruchteten Weibchens der betreffenden Art antrifft. In Fig. 8 ist bei etwa 10maliger Vergrößerung eine solche aus dem Penisrohr schon zum größten Teil hervorgetretene Spermatophore von *Ch. elpenor* abgebildet, die in ihrer Form vollständig mit den typischen Spermatophoren dieser Art übereinstimmt. Bemerkenswert ist, daß sogar die Knickung des Collum (bei *k* der Fig. 8) schon genau in der Form vorgebildet ist, die sie später, in der Bursa liegend, hat.

Am proximalen Teil des Bursa-Sackes findet sich bisweilen ein meist gestielter sackartiger Anhang, dessen Innenwand ebenfalls von einer dünnen Chitinschicht bekleidet ist. Dieser Anhang (4, S. 62, Fig. 26—28) scheint aus einer Abschnürung des Bursa-Sackes hervorgegangen zu sein und findet sich bei den Schmetterlingen in verschiedenen Abteilungen des Systems, die durchaus nicht in nähern Verwandtschaftsverhältnissen zueinander stehen. Durchaus charakteristisch scheint dieser Anhang für die Familie der Pieriden (Weißlinge) zu sein, wo er bei allen bisher

von mir untersuchten Formen nachzuweisen war, doch fand ich ihn auch unter den Danaiden bei *Ideopsis vitrea* Blanch. (aus Celebes), bei Neotropiden, Hesperiden (*Pamphila* und *Aeromachus*), Pyraliden (*Scoparia*) und unter den Geometriden, was ganz besonders interessant ist, vereinzelt in der Gattung *Tephroclystia* (*Eupithecia*), z. B. bei *Tephralliaria* Stgr. Auf diese bemerkenswerte Convergenz-Erscheinung werde ich an anderer Stelle näher eingehen. Hier handelt es sich nur um die Funktion dieses Bursa-Anhanges, und diese ist einstweilen noch in Dunkel gehüllt. Spermatophoren habe ich nie in demselben finden können, wohl aber häufig ein Drüsensecret, körnig oder zu einer kompakten Masse zusammengeballt, oft, wie z. B. bei Hesperiden, lebhaft gelb oder rot gefärbt. Ein ähnliches Secret findet sich bisweilen auch im Bursa-Sack, außerhalb der Spermatophorenkapseln, und hier mitunter mit haarartigen Chitingebilden gemischt.

Zum Schluß gebe ich nach meinen Notizen den Befund wieder, den ich bei einem Weibchen von *Pieris rapae* konstatierte, und der einiges Licht auf den ganzen hier behandelten Vorgang wirft. Am 3. August fand ich nachmittags ein ganz frisches Pärchen von *Pieris rapae* in copula. Es blieb noch einige Stunden später im Glase in copula und trennte sich gegen abend freiwillig. Die Untersuchung ergab am folgenden Tage 1 Uhr mittags folgendes: Der knopfförmige Bursa-Anhang war mit einem fast kugeligen Ballen eines käsigen Secrets gefüllt, in dem sich keine Spermatozoen fanden. Die Bursa selbst enthielt eine große normale Spermatophore mit starrer Wandung, das Collum derselben bis an die Mündung des Ductus seminalis gehend; das Innere dieser Spermatophore ebenfalls mit einer zähe zusammenhängenden Secretmasse gefüllt, die auch bei Behandlung mit Soda-lösung keine Spermatozoen erkennen ließ. Das Receptaculum seminis, dessen daranhängende bläschenartige Erweiterung leer war, enthielt Tausende von feinen Spermafäden. Dieselben waren also inzwischen schon aus dem sie einbettenden Drüsensecret der Spermatophore in das Receptaculum hinübergewandert. In dem Ductus seminalis, der bei 350facher Vergrößerung in seiner Wand einen Besatz von zahlreichen Chitinzähnen zeigt, fand ich keine Spermatozoen mehr.

Reval, im Februar 1907.

Literaturverzeichnis.

1. HAGEN, Über ein eigentümliches Organ in der Begattungstasche zweier Tineiden. Zool. Anz. 1882. (Diese Arbeit kenne ich leider nur aus Referaten.)
2. H. STITZ, Der Genitalapparat der Mikrolepidopteren. Zool. Jahrbücher XIV. Bd. ~~4.~~^{5.} Heft 1901.
3. W. PETERSEN, Beiträge zur Morphologie der Lepidopteren. Mém. Acad. St. Pétersbourg. V, 9. Petersburg 1900.
4. — Die Morphologie der Generationsorgane der Schmetterlinge und ihre Bedeutung für die Artbildung. Mém. Acad. St. Pétersbourg. XVI, 8. Pétersbourg 1904.
5. — Zur Morphogenese der doppelten Bursa copulatrix bei Schmetterlingen. Allgem. Zeitschr. f. Entomol. Bd. VI. Nr. 21 (1901).
6. M. DRAUDT, Zur Kenntnis der Eupitheciën-Eier. Iris 1905.

Erklärung der Abbildungen.

Allgemein gültige Bezeichnungen:

<i>b.c.</i> , Bursa copulatrix;	<i>ov.</i> , Ovarialröhren;
<i>d.b.</i> , Ductus bursae;	<i>rs.</i> , Receptaculum seminis;
<i>o.b.</i> , Ostium bursae;	<i>c.s.</i> , Canalis spiralis;
<i>l.d.</i> , Lamina dentata;	<i>gl.r.</i> , Glandula receptaculi;
<i>d.s.</i> , Ductus seminalis;	<i>gl.seb.</i> , Glandulae sebaceae;
<i>bl.s.</i> , Bulla seminalis (Fig. 7);	<i>gl.od.</i> , Glandulae odoriferae;
<i>O.</i> , Oviducte;	<i>Sp.</i> , Spermatophore;
<i>o.c.</i> , Oviductus communis;	<i>c.</i> , Collum, Hals derselben.

Tafel VIII.

Fig. 1. Bursa mit einer Spermatophore in situ von *Agrotis segetum* L.

Fig. 2. Bursa mit Spermatophore von *Agrotis corticea* F. Die Bursa ist etwas auseinandergezogen.

Fig. 3. *Agriades comma* L. A. Spermatophore mit rudimentärem Collum (*ru*); Öffnung des Collum bei *o* entsprechend der nach oben gerückten Abgangsstelle des Ductus seminalis (*d.s*) in Fig. B, Bursa-Sack (*bc*) in Fig. B in etwas collabiertem Zustande. Ductus bursae (*d.b*) stark verhornt, ebenso das etwas unsymmetrische Ostium bursae (*ob*). Dorsalansicht.

Fig. 4. *Satyrus semele* L. A. Spermatophore mit ganz nach oben gerückter Öffnung (*o*) und rudimentärem Collum (*ru*). B. Bursa mit Ductus seminalis, der vom Bursa-Sack selbst abgeht. Die Spermatophore liegt so im Bursa-Sack, daß die Öffnung *o* sich bei *a* anlegt und das rudimentäre Stück des Collum (*ru*) in dem in der Figur in Falten liegenden Ductus bursae (*db*) liegt. Dorsalansicht.

Fig. 5. *Tortrix (Cacoecia) rosana* L. Bursa mit starker, gegabelter Lamina dentata (*l.d*) und lang gewundenem Ductus bursae (*d.b*), der in seiner Wandung eine Chitininne hat; die im Bursa-Sack liegende Spermatophore (*Sp*) mit vollständig reduziertem Collum.

Fig. 6. *Agrotis augur* F. Bursa mit zwei Spermatophoren in situ. Ductus seminalis (*d.s*) am Anfang mit starker, blasiger Erweiterung, vom Bursa-Sack selbst abgehend.

Fig. 7. *Ortholitha limitata* Sc. A. Sekundär stark verhornte Bursa, Ductus seminalis an der Grenze zwischen Ductus bursae und Bursa-Gang abgehend. B. Spermatophore mit zurückgebogenem Collum (*c*), dessen Öffnung *o* in situ an den Anfang des Ductus seminalis (Fig. A. *a*) zu liegen kommt. Dorsalansicht.

Fig. 8. *Chaerocampa elpenor* L. ♂. Eine eben aus dem Penisrohr herausgetretene, mit dem Collum noch in demselben steckende Spermatophore. Die linke Hälfte der letzten Abdominalsegmente ist weggeschnitten. *U*, Uncus, *Sc*, Scaphium, rechte Hälfte; *D*, Darm; *V*, Valva (rechte); *Sa*, Saccus; *p*, Penis; *Rw*, Randwulst desselben; *d. ej.* Ductus ejaculatorius, der in seiner Fortsetzung das ganze Penisrohr durchzieht; *Sp*, Spermatophore; *K* Knickung des Collum, schon vor dem Austritt der Spermatophore in der später charakteristischen Form vorgebildet. Macerationspräparat. 10fache Vergr.

Die Zeichnungen sind (mit Ausnahme der schematischen) nach Macerationspräparaten mit der Zeichenkamera gezeichnet. Fig. 1, 2, 6, 8 bei etwa 10facher, Fig. 3, 4, 5, 7 bei etwa 20facher Vergrößerung. Die ursprüngliche Größe der Zeichnungen ist auf der Tafel auf $\frac{2}{3}$ reduziert.

Zur Kenntnis der *Phylloxera vastatrix* Pl.

Von

Hch. Stauffacher,

Frauenfeld (Schweiz).

Mit Tafel IX und 5 Figuren im Text.

In einer Arbeit¹ »Zur Anatomie und Histologie der *Phylloxera vastatrix* Pl.« stellt der Verfasser, J. KRASSILSTSCHIK, folgende Behauptung auf: »Die kolossalen Verheerungen, welche die Reblaus dem europäischen Weinbau seit dem Anfang der 60er Jahre ununterbrochen verursacht, haben die Aufmerksamkeit der Entomologen auf dieses Insekt schon seit langem gelenkt und ist in Wirklichkeit die verwickelte Naturgeschichte desselben man kann sagen jetzt beinahe vollkommen erschöpft.« — Wenn dieses stolze Wort, das unsrer Wissenschaft zugleich ein sehr schmeichelhaftes Zeugnis ausstellt, auf eines der gemeinsten einheimischen Insekten, etwa auf den Maikäfer, hätte Anwendung finden sollen, könnte man KRASSILSTSCHIK unter einigen Vorbehalten vielleicht beistimmen. Tatsächlich trifft die Behauptung bei keinem Kerfen, am allerwenigsten aber bei einem Repräsentanten aus der Familie der Phylloxerinen zu, wo die Verhältnisse besonders kompliziert und reich an »Ausnahmen« sind.

Daß über *Phylloxera vastatrix* Pl. schon sehr viel geschrieben worden ist, wird gewiß niemand in Abrede stellen; daß aber diese umfangreiche Literatur die verwickelten biologischen Verhältnisse »beinahe vollkommen« erschöpfen soll, wird sofort jeder bezweifeln, der Gelegenheit hat, sich dieses Insektenleben aus der Nähe zu besehen. Dem genauen Beobachter wird sich sogar sehr bald die Überzeugung aufdrängen, daß unsre Kenntnisse über die Reblaus in den wichtigsten Punkten kaum über die aller primitivsten Anfänge hinaus gediehen

¹ In: Horae societatis entomologicae Rossicae 1893, Bd. XXVII.

sind, und daß reiche wissenschaftliche Ausbeute demjenigen zuteil werden müßte, der sich mit Muße der Erforschung der *Phylloxera vastatrix* widmen könnte. An konserviertem Material allein aber wird man hier so wenig wie in andern biologischen Problemen alle die Fragen lösen, für die wir uns interessieren, und in vielen Fällen können nur Experimente und systematisch durchgeführte Versuche endgültige, entscheidende Aufklärung bringen. — In dieses Stadium würde übrigens die Reblausforschung längst schon eingetreten sein, wenn es sich bei einem Großteil derjenigen, die sich um die *Phylloxera* kümmerten, mehr um Förderung der reinen Wissenschaft und weniger um die Befriedigung der allermateriellsten Interessen gehandelt hätte. Diesem alchimistischen Treiben machte bekanntlich der Staat hier und anderwärts schließlich ein Ende; der ehrlichen Forschung dagegen wird er den Weg nicht weiter versperren wollen.

Die im folgenden beschriebenen Beobachtungen und Erfahrungen machte ich in den Jahren 1905 und 1906 in einem Teil des *Phylloxera*-Herdes am Immenberg; ganz besonders interessant waren die Aufschlüsse, die mir der Sommer 1906 in dem Abschnitt Kalthäusern-Weingarten brachte, weil hier im Jahre 1905 die stockweisen Untersuchungen aus Mangel an geübten Arbeitern sistiert werden mußten¹.

Alle Zeichnungen dieser Arbeit sind mit der größten Sorgfalt unter Zuhilfenahme des ABBESchen Apparates, und zwar — wenn immer möglich — nach lebenden Exemplaren entworfen worden. Um eine Vergleichung zu erleichtern, wählte ich, wo der statische Apparat nicht in Betracht fiel, dieselbe (25fache) Vergrößerung. Wo zur genauen Nachweisung der Eier und zum Studium der Statolithen fixiert werden mußte, benutzte ich wiederum mit Vorteil APÁTHYS Lösung. Flüssigkeiten, die keinen Alkohol enthielten, benetzen schwer und lieferten mir nicht befriedigende Präparate. Von färbenden Agenzien hat mir besonders Hämatoxylin gute Dienste geleistet.

A. Nymphenstadium.

Unter den zahllosen Nymphen, die mir bis jetzt zu Gesicht gekommen, unterscheide ich drei verschiedene Formen, die in den Fig. 1—6 (Taf. IX) abgebildet sind. Sehr häufig ist nur eine dieser Nymphenformen; ein Vertreter derselben ist in Fig. 1 (Taf. IX) dargestellt und schon oft genau beschrieben worden; wir wollen ihn den *a*-Typus nennen. In den Fig. 2 u. 3 (Taf. IX) sind zwei Individuen einer andern Form

¹ S. Bericht des I. thurg. Reb.-Experten pro 1905/06 an das Departement der innern und volkswirtschaftlichen Angelegenheiten des Kts. Thurgau.

abgebildet, die wir als *b*-Typus bezeichnen; er zählt viel weniger Geschöpfe als der *a*-Typus. Ein genauer Vergleich dieser Formen *a* und *b* ergibt folgende Unterschiede:

Während Fig. 1 mehr walzlich, also in der Mitte nicht besonders verbreitert ist, ist die *b*-Form (Fig. 2 u. 3) eher spindelförmig; in der Mitte am breitesten, verjüngt sie sich nach hinten und vorn ziemlich stark. — Fig. 1 trägt breite, dunkle Flügeltaschen, die dem Leibe eng anliegen, während die Flügelscheiden der Fig. 2 u. 3 hell und kegelförmig¹ sind und vom Körper abspreizen. Zeigt Fig. 1 deutliche und zahlreiche Rückenwarzen, so fehlt dieses Merkmal bei den Individuen der Fig. 2 u. 3 fast ganz, und während die Nymphe in Fig. 1 eine orange Färbung zeigt, ist die Farbe der selteneren Form hellgelb, oft mit einem Stich ins Grünliche (Fig. 2).

Während sich ferner der Mesothorax in Fig. 1 als helles Ringel ganz deutlich von den andern Segmenten abhebt, ist dies bei der Form *b* nicht der Fall, und endlich scheinen die Augen der beiden Formen verschieden zu sein: Während nämlich in Fig. 1 neben den sich allmählich vermehrenden roten Punkten des zusammengesetzten Auges auch regelmäßig die drei Punktaugen der Wurzellaus beobachtet werden können, finde ich sie bei den Nymphen der Fig. 2 u. 3 nicht: Fig. 2a² zeigt die Augen des Individuums der Fig. 2, Fig. 3a diejenigen des Tieres in Fig. 3.

Ich glaube indes nicht, daß Rückenwarzen und Färbung der Flügeltaschen konstante Unterscheidungsmerkmale zwischen den Formen *a* und *b* sind: In Fig. 4 (Taf. IX) ist z. B. eine Nymphe gezeichnet, die offenbar dem *b*-Typus angehört und dennoch dunkle Flügelscheiden und deutliche Rückenwarzen trägt³, während die Form *a* unmittelbar nach der Häutung sowohl der Rückenwarzen, wie der dunklen Färbung der Flügelscheiden entbehrt; Fig. 5 (Taf. IX) — auf die wir noch zurückkommen werden — zeigt uns die Form *a* in diesem Stadium.

In der Literatur über *Phylloxera*, die mir bekannt ist, scheint dieser *b*-Typus bisher weder beschrieben noch abgebildet worden zu sein; denn die Autoren PLANCHON, LICHTENSTEIN, BOLLE, RITTER und

¹ Von der Oberseite des Tieres aus gesehen.

² Möglicherweise repräsentieren die drei vordersten hellroten Punkte der Fig. 2a die Punktaugen der Wurzellaus.

³ Dieses Individuum zeigt auch ganz deutlich jederseits die drei Punktaugen der Wurzellaus, so daß ich wohl annehmen darf, diese Organe werden auch bei den andern Nymphen des *b*-Typus allmählich sich anlegen oder deutlicher werden.

MORITZ machen — neben Gestalt und Farbe — besonders auf die verschiedene Größe der von ihnen beobachteten zwei Nymphenformen aufmerksam. Die Nymphen des *b*-Typus sind aber durchaus nicht etwa kleiner als diejenigen des *a*-Typus — Fig. 4 kann mit den meisten ausgewachsenen Vertretern der Form *a* getrost konkurrieren —, dagegen sind sie relativ schmal und schlank, während die von den oben genannten Forschern beschriebene seltenere Form »bei weitem kleiner« und »breitoval gestaltet« ist und »eine der ausgewachsenen Wurzellaus sehr ähnliche Körperform besitzt« (MORITZ, Rebenschädlinge, 1891, S. 6).

Die in Fig. 12 auf Taf. II des Werkes von RITTER und RÜBSAAMEN (»Die Reblaus«, 1900, Berlin, Friedländer) dargestellte Nymphe ist übrigens, meiner Überzeugung nach, gar keine besondere Form, sondern nur ein jüngeres Stadium der Fig. 13 derselben Tafel und gehört mit dieser meinem *a*-Typus an, dessen Individuen — wie diejenigen der Form *b* — je nach ihrem Alter sehr verschieden groß sind. Die kleinste bis jetzt von mir beobachtete Nymphe des *a*-Typus ist in Fig. 7 (Taf. IX) dargestellt. Sie mißt bloß 0,66 mm, während das größte Individuum dieser Sorte (Fig. 8, Taf. IX), das ich auffinden konnte, über 2 mm lang war. Daneben sind mir alle möglichen Zwischenstadien, welche diese Extreme verbinden, bekannt, während ich nicht in Erfahrung bringen durfte, wie viele Häutungen diesen Wachstumsprozeß begleiten¹.

Fig. 6 (Taf. IX) bildet den dritten Nymphentypus — wir wollen ihn mit *c* bezeichnen — ab, und diese Form stimmt nun, wie ich sehe, ganz gut mit der selteneren Nymphe überein, die MORITZ und RITTER beschrieben haben: Sie ist kurz, breitoval, gelblichgrün, ohne deutlich abgesetzten Mesothorax und mit ziemlich hellen Flügelscheiden versehen; dagegen zeigt sie — wenigstens in den mir zur Verfügung stehenden Exemplaren — deutliche Rückenwarzen, ein Merkmal, das — wie oben betont — nicht entscheidend sein kann.

Das Schicksal der »normalen« Nymphenform *a* (Fig. 1) ist mir bekannt, während ich über die Metamorphose der andern zwei Typen (*b* und *c*) nur Vermutungen hege. Wir werden weiter hinten auf diesen Punkt näher eingehen; am einfachsten und sichersten ließe sich diese Frage natürlich durch einige Versuche erledigen, die man mit lebenden Nymphen der Formen *b* und *c* anstellen würde.

Verschiedene Eier der Wurzellaus, aus denen die beschriebenen drei Nymphenformen entstanden sein könnten, habe ich bis zur Stunde

¹ CORNU läßt die fliegende Reblaus erst in der fünften Häutung entstehen, während DREYFUS u. a. bloß vier Häutungen annehmen.

nicht konstatiert; dagegen ist es mir gelungen, die direkten Vorfahren der beiden Typen *a* und *b* aufzufinden. Sie sind dargestellt in den Fig. 2 u. 5 auf Taf. IX. Fig. 5 zeigt eine *Phylloxera* im Zustand der Häutung, und zwar entschlüpfte der Inhalt unter meinen Augen der wesenlosen Hülle. Diese ist oben aufgebrochen und zeigt nicht eine Spur von Flügelscheiden, während die auskriechende Nymphe — ohne Zweifel ein Jugendstadium der normalen Form *a* — sehr deutliche Flügeltaschen aufweist. Diese Nymphe ist hellgelb, ganz hyalin und vorläufig noch ohne Rückenwarzen, die sich voraussichtlich erst später, mit der Festigung der neuen Chitinhülle ausbilden.

Ähnlich ist der Fall in Fig. 2, wo eine *b*-Form der Nymphe ihrer Hülle entschlüpft. Das Austreten des Tieres konnte ich hier zwar nicht direkt verfolgen, wie im vorhergehenden Fall; aber der innige Kontakt, der jetzt noch zwischen der *Phylloxera* und ihrer abgestreiften Chitinhaut besteht und der durch den vielen Wechsel der konservierenden Flüssigkeiten nicht gelöst wurde, beweist mir, daß sie zusammengehören. Die leere Hülle — ebenfalls am Kopfende aufgebrochen — entbehrt wiederum jeder Spur von Flügelansätzen, während diese beim ausgeschlüpften Tier mit Leichtigkeit konstatiert werden konnten.

Beide Nymphenformen entwickeln sich also nicht direkt aus den Eiern der Wurzelläuse, sondern aus ungeflügelten, den Wurzelläusen ähnlichen Vorstadien. Von jenen, den gewöhnlichen (jungen) Wurzelschmarötzern, unterscheiden sich diese nur in den Fühlern, die bei den Vorstufen der Geflügelten bedeutend länger sind, wie bei der Wurzellaus.

Wiederholt traf ich unter den Nymphen Individuen mit jener Verstärkung des Mesothorax, die unter dem Namen Brustharnisch bekannt ist (Fig. 9, Taf. IX), und die normal nur den Geflügelten zukommt. Eine ähnliche Beobachtung machte früher schon der Entomologe DREYFUS bei *Phylloxera rutila* (s. DREYFUS, L., Über Phylloxerinen, 1889, S. 40, Anmerkung 65).

Hervorheben möchte ich noch, daß ich in dem eingangs erwähnten Gebiete Nymphen nicht nur auf frischen, sondern auch auf faulenden und ganz faulen Nodositäten und am alten Holze antraf. Zahlreicher als an ganz frischen Nodositäten waren sie auf solchen Anschwellungen zu treffen, deren Wurzelfaser im Begriffe war abzusterben, deren Verbindungsbrücke mit dem Stock also einzugehen drohte. Solche Nodositäten waren nicht mehr hell- oder grünlichgelb, sondern hochgelb, beinahe orange, und der Eingeweihte wird daher beim Graben schon an der Färbung der Wurzel erkennen, ob er gute Ausbeute an Nymphen

zu gewärtigen habe oder nicht. — Ich bin überzeugt, daß der drohende Unterbruch in der Kommunikation zwischen Stock und Nodosität die Reifung der Nymphen beschleunigt, daß also diese beiden Erscheinungen im Verhältnis von Ursache und Wirkung zueinander stehen. Nahrungsmangel kann hier kaum eine Rolle spielen; denn die Nodositäten sind schon über und über mit erwachsenen Nymphen bedeckt, während sie selbst noch saftreich sind. Dagegen bereiten sich die Schmarotzer — gewarnt durch das Versiegen des Nahrungszuflusses — auf den Auszug vor, bevor, möchte man versucht sein zu sagen, der Ariadne-Faden reißt; denn meine Beobachtungen zwingen mich, anzunehmen, daß der natürliche Weg des Schmarotzers nur über die Pflanze geht, und daß sich die unterirdischen Generationen kaum mehr zurechtfinden dürften, nachdem sie ihren Wirt einmal verloren haben. Ich finde in dieser Idee auch eine Erklärung 1) für die Erscheinung, daß sämtliche Nymphen auf jenen goldgelben Anschwellungen in der Entwicklung fast ausnahmslos sehr weit vorgeschritten sind und 2) für das Vorhandensein unglaublicher Massen von Nymphen auf dem alten Holz. Bleistiftdicke Wurzeln waren oft auf viele Zentimeter Länge dicht bedeckt mit diesen Stadien, und selbst auf den »Brücken« eingelegter Reben, also auf kleinfingerdicken Partien, fand ich sie in ungeheurer Zahl: Es wäre mir im letzten Sommer ein leichtes gewesen, in einem Herd von 143 Stöcken, der im Sommer 1904 noch nicht existierte, Hunderttausende von Nymphen zu fangen. Auf dem alten Holz sind wohl die wenigsten dieser geflügelten Schmarotzer entstanden; hierher sind sie vielmehr von den Nodositäten ausgewandert, um am Wurzelhals die Freiheit zu gewinnen. Tatsächlich befanden sich auch die Nymphen auf den vorhin genannten »Brücken« in Wanderung; denn ausnahmslos kehrten die Scharen ihre Köpfe dem oberirdischen Teil der Pflanze zu und stauten sich am Wurzelhals. Auffallend erinnerte das Bild an eine Herde Schafe, die durch eine enge Gasse gepfercht wird. Daß die Tiere auch auf der Wanderung immer noch Nahrung zu sich nehmen, bewies mir der Umstand, daß die meisten ihren Stachel tief in das Gewebe der Wurzel eingesenkt hatten und nur mit Mühe losgelöst werden konnten. Diese Beobachtung, die ich höchst sorgfältig prüfte, stützt wiederum meine Überzeugung, daß die Nymphe, bevor sie flügge wird, ihren Wirt nicht losläßt, nicht loslassen darf, wenn sie nicht Gefahr laufen will, zugrunde zu gehen. Ich halte daher mit DREYFUS (l. c. S. 68) Wanderungen von Wurzelläusen oder Nymphen, losgelöst von der Wirtspflanze, in oder auf dem Boden für höchst unwahrscheinlich.

B. Geflügeltes Stadium.

In den Jahren 1905 und 1906 wurden von mir beinahe 1200 lebende, oberirdische, geflügelte Tiere untersucht. Die kleinste geflügelte Reblaus, die ich bis jetzt fing, mißt 0,66 mm (Fig. 21, Taf. IX), die größte (Fig. 8, Taf. IX) dagegen über 2 mm. Im ganzen kamen mir bis jetzt über 1500 geflügelte Phylloxeren zu Gesicht. Eine genaue Vergleichung der Individuen dieses Stadiums läßt wiederum — wie bei den Nymphen — ganz deutlich drei verschiedene Formen unterscheiden, die wir vorläufig, der Einfachheit halber, mit α , β und γ bezeichnen wollen.

Die α -Form ist weitaus die häufigste; von 660 im Sommer 1906 gefangenen geflügelten Rebläusen gehörten weit über 600 diesem Typus an. Individuen dieser Form sind dargestellt in den Fig. 11, 12, 13, 14 und 15 auf Taf. IX. — Sie gehen, wie ich wiederholt direkt zu beobachten Gelegenheit hatte, aus der »normalen«, d. h. häufigen, Nymphe der in Fig. 1 (Taf. IX) dargestellten α -Form hervor.

Die Tiere dieses α -Typus sind unzweifelhaft ungeschlechtlich sich fortpflanzende Weibchen. Die Eier dieser Form, die mir im mikroskopischen Gesichtsfeld zu Tausenden begegneten, ja, nicht selten unter meinen Augen abgelegt wurden (Fig. 14, Taf. IX), durfte ich zwar nicht zur Entwicklung bringen, aber ich verglich sie im lebenden sowohl wie im konservierten Zustand mit den Eiern der gewöhnlichen Wurzelläuse und konnte Übereinstimmung bis in die Details konstatieren. Fig. 16 *a* (Taf. IX) zeigt ein von der geflügelten α -Form, Fig. 16 *b* ein von der gewöhnlichen Wurzellause abgelegtes Ei. Die Individuen dieses α -Typus sind auffallenderweise immer mit Eiern befrachtet, so oft man ihrer auch habhaft wird, und sollten sie eben erst aus der Nymphenhaut ausgebrochen sein (Fig. 10, Taf. IX). In den weitaus meisten Fällen traf ich vier, in einigen (Fig. 15, Taf. IX) auch fünf Eier pro Exemplar an. Ob die drei Eier, die in Fig. 14 mit den Flügeln des Tieres verklebt sind, diesem selbst entstammen, kann ich nicht sagen; sie konnten auch der Zeichnung erst beigelegt werden, nachdem das Präparat längere Zeit in konservierenden Flüssigkeiten gelegen hatte.

Charakteristisch für die α -Form scheint mir auch die Eile und Bereitwilligkeit zu sein, mit der sie ihre Eier deponiert. Nach meinen Beobachtungen entledigen sich die Individuen dieses Typus ihrer Eier nicht selten wenige Stunden nach dem Ausschlüpfen aus der Nymphenhaut, und zwar legen sie dieselben sogar auf die Glaswand irgend eines Reagenzröhrchens ab, in das man vorübergehend die Tiere gesteckt hat.

Aus dem oben Mitgeteilten würde sich ergeben, daß die Fortpflanzung der geflügelten Reblaus — wenigstens in unsern Breiten — zum größten Teil parthenogenetisch erfolgt, und dieses Verhalten der *Phylloxera vastatrix* Pl. erinnert an die verwandte einheimische *Chermes abietis* Klt., bei der es nach DREYFUS »keinem Zweifel unterliegt, daß die streng parthenogenetische Fortpflanzung der II. Parallelreihe bedeutend überwiegen muß« (DREYFUS, Über Phylloxerinen, 1889, S. 85, Anmerk. 117). — Ob die rein parthenogenetische Fortpflanzung bei den oberirdischen Generationen eine lang andauernde ist oder nicht, kann ich mit Bestimmtheit noch nicht sagen. Wahrscheinlicher ist das erstere; denn die Geschlechtstiere sind nach meinen Beobachtungen bei uns so wenig zahlreich, daß ein Großteil der Nachkommen jener α -Form sich wieder ungeschlechtlich fortpflanzen müßte, selbst wenn sich bald geschlechtlich differenzierte Stadien in den Entwicklungsgang einschieben würden. Möglicherweise bildet sich hierbei sogar eine ausschließlich parthenogenetische Generation heraus, wie dies CHOLODKOVSKY für die Exsules von *Chermes strobilobius* Klt. oder die hellgelb gefärbten geflügelten Formen von *Ch. abietis* Klt. annimmt¹. Die letzteren legen ihre Eier übrigens ebenso bereitwillig in leere Holzschachteln oder Glasdosen ab², wie die α -Form der Reblaus.

Auf diese α -Form der oberirdischen Reblaus-Generationen sind weitaus die meisten der auf natürliche Weise im Rebberg entstandenen Infektionen zurückzuführen. Die großen, immer mit Eiern gefüllten, also im Abdomen beschwerten Tiere dieses Typus werden zwar aktiv kaum nennenswerte Strecken durchfliegen und auch durch mäßig bewegte Luft nicht allzu weit verschleppt werden. Um so mehr machen sie sich in der Umgebung der Urherde bemerkbar, und ich bin überzeugt, daß wir mit der sog. Sicherheitszone die Nachkommen der geflügelten α -Form und nicht die vermeintlich unter- und oberirdisch gewanderten Wurzelläuse treffen.

Ganz besonders glücklich läßt sich nunmehr auch ein Widerspruch lösen, in dem früher zwei wichtige Beobachtungen zueinander standen: Die ausnahmslos, in jedem Rebberg höchst auffällige Tätigkeit der geflügelten Schmarotzer und die Seltenheit der »Wintereier«. Das Winterei, das durch die Befruchtung des wahren, ungeflügelten Reblausweibchens entsteht, ist ja ohne Zweifel recht schwer aufzufinden; das kann aber unmöglich die Ursache sein, daß dieses Objekt nur in Frank-

¹ N. A. CHOLODKOVSKY, Über den Lebenscyclus der *Chermes*-Arten und die damit verbundenen allgemeinen Fragen. Biol. Centralbl. 1900, Bd. XX.

² Nach CHOLODKOVSKY.

reich (durch BALBIANI) und in Istrien (durch BOLLE), also in südlichen Ländern, gesehen werden konnte, während es in nördlicheren Gegenden, bei uns und in Deutschland, bis jetzt erfolglos gesucht wurde. Würden sich die geflügelten Individuen hier ausnahmslos oder doch nur zum größten Teil geschlechtlich fortpflanzen, so müßte das Resultat dieses Aktes, das befruchtete Ei, sehr viel häufiger sein und oft erbeutet werden. Denn die geflügelten Rebläuse sind auch in unsern Breiten jedes Jahr in unglaublichen Mengen vorhanden. Ich schließe das nicht allein aus der immensen Zahl von Nymphen, die ich jeden Herbst im Rebberg konstatiere; auch die 1500 flüggen Insekten, die ich in relativ kurzer Zeit gesammelt, hätten wir für den Beweis nicht nötig: Im infizierten Rebberg findet der gute Beobachter mit leichter Mühe auf Schritt und Tritt Dokumente, die auf die Anwesenheit von Schwärmen geflügelter Tiere hinweisen. In den Jahresberichten des I. thurg. Rebschau-Experten wurde immer und immer wieder auf diesen wichtigen Punkt aufmerksam gemacht, und ich will jenen Rapporten vorläufig nur ein Beispiel entnehmen (Bericht 1905/06, S. 11). Der Urherd der großen, im Sommer 1905 entdeckten Infektion am Sonnenberg lag an der westlichen Grenze des Rebgebietes. Die stockweisen Untersuchungen haben nun gezeigt, daß sich von hier aus mitten durch den gewaltigen zusammenhängenden Rebenkomplex hindurch ein mehrere Meter breiter infizierter Streifen zieht, und zwar Hunderte von Metern weit in west-östlicher Richtung, also in der Richtung des herrschenden Windes, ein Streifen, der den Rebberg direkt entzwei schneidet. Die Ränder der Infektionszone sind so scharf geradlinig, wie wenn man sie mit einem riesigen Lineal vorgezeichnet hätte, und fast auf die Rebe genau beginnt in den verschiedenen aufeinander folgenden Parzellen die Krankheit in der Höhe jener Linie. Weiter ostwärts aber reicht ein Streifen des die Höhen krönenden Waldes tief in den Rebberg hinunter, der sich jenseits dieses Unterbruches wieder in seiner ganzen ursprünglichen Breite fortsetzt. Die Infektion zieht sich lückenlos bis an diesen Streifen Wald fort und bricht dann plötzlich ab; die ostwärts von dem schmalen Waldstreifen folgenden Reben sind reb-lausfrei.

Derartigen höchst charakteristischen Lokalitäten begegnet man, wie gesagt, im phylloxerierten Rebberg in mehr oder weniger ausgedehntem Maße außerordentlich häufig, und es ist mir unerfindlich, wie man solche Erscheinungen anders als durch den Anflug geflügelter Massen erklären könnte. Hierbei kommt aber nur die α -Form der oberirdischen Generationen in Betracht; denn nur sie kann die Individuen

in genügender Zahl zur Verfügung stellen. Und dadurch wird sie unzweifelhaft auch entfernten Reblagen gefährlich. Denn wenn die großen und relativ schweren Individuen auch schlechte Flieger sind, wäre ihre Übertragung durch heftige Stürme in weit abgelegene Gebiete doch denkbar, wobei vereinzelt Tiere schließlich ihr Ziel erreichen können, nachdem unzählige Versuche gescheitert sind und darüber zahllose Genossen ihren Tod gefunden haben.

Es fällt recht schwer, die von mir beobachteten geflügelten Formen mit den bis jetzt in der Reblaus-Literatur vorhandenen Zeichnungen zu vergleichen; denn letztere sind selten mit der zu einer genauen Vergleichung nötigen Präzision ausgeführt. Ich habe mich daher in dieser Beziehung vornehmlich an das schöne Werk von RITTER und RÜBSAAMEN (»Die Reblaus und ihre Lebensweise«) gehalten. In erster Linie muß ich bedauern, daß die Autoren die angewendeten Vergrößerungen nicht angeben, was besonders da am Platz gewesen wäre, wo einzelne Tiere oder Organe speziell zur Darstellung kamen. Aber auch die Form der in Fig. 1 auf Taf. III gezeichneten *Phylloxera* fordert zur Kritik heraus. — In dem die Tafeln begleitenden Text heißt es S. 10: »Ebenso sind zwei verschiedene geflügelte Formen bekannt; während die eine derselben die Gestalt der Fig. 1 auf Taf. III hat, ist die andre unterhalb der Flügel deutlich eingeschnürt«, und S. 14: »Zuweilen ist der Hinterbrusttring der geflügelten Rebläuse etwas enger, als die übrigen, so daß das Tier wie eingeschnürt aussieht. Auf Taf. III, Fig. 1 ist eine geflügelte Reblaus dargestellt, bei der diese Einschnürung nicht vorhanden ist.«

Ich habe unter den bis jetzt von mir untersuchten Tieren nicht ein einziges Mal eine Form erblickt, die der Fig. 1 (Taf. III) des Tafelwerkes von RITTER und RÜBSAAMEN entsprochen hätte. Sämtliche Individuen zeigten zum mindesten eine Einschnürung des Metathorax, selbst die γ -Formen, deren Körper im mittleren Brusttringel seine größte Breite erreicht. Eine Körperform, wie sie die genannten Autoren der geflügelten Reblaus geben, habe ich nur bei den Nymphen beobachtet; man vergleiche hierzu ganz besonders meine Fig. 9, Taf. IX.

Es ist aus dem Text des RITTERSchen Werkes nicht ersichtlich, ob die geflügelte *Phylloxera* der Taf. III und XVII nach lebendem Material gezeichnet worden ist; denn im Vorwort heißt es nur: »Der größere Teil der Figuren wurde nach der Natur gezeichnet.« Ich glaube indes nicht, daß die Fig. 1 auf Taf. III (Fig. 18 auf Taf. XVII ist wohl dasselbe Tier) nach frischem Material entworfen worden ist; denn auch

die drei Einzelaugen sind unrichtig placiert, nicht nur in Fig. 1, sondern auch in der vergrößerten Darstellung des Kopfes in Fig. 3, Taf. I¹. Wahrscheinlich liegt den Darstellungen RÜBSAAMENS ein nicht besonders gut konserviertes Präparat zugrunde, bei dem verschiedene Details rekonstruiert werden mußten.

Bei den Individuen des α -Typus ist das Ringel des Prothorax, wie aus den Fig. 11—15 auf Taf. IX ersichtlich, bedeutend entwickelt und breiter als die folgenden Abschnitte des Thorax. Besonders stark verjüngt ist der Körper in der Region des Metathorax, während er sich in den ersten Abdominalsegmenten wieder auffallend verbreitert. In diesem Abschnitt erreicht der Körper seine größte Breite, und bis zu einem gewissen Grade erinnern die Konturen dieser Formen an die Wespentaille. — Der »Brustharnisch« des Mesothorax ist relativ sehr hell gefärbt, jedenfalls weit weniger dunkel als bei der γ -Form, also nicht stark chitiniert, und die Ansatzstellen der Flügel sind dementsprechend nicht kräftig. Das Abdomen läuft nach hinten spitz zu, zeigt aber bei den verschiedenen Individuen oft verschiedene Zeichnungen, gelegentlich (Fig. 13) sehr schöne sechseckige Felderung. Auch der vordere Körperabschnitt (Kopf und Prothorax) ist in dieser Beziehung Variationen unterworfen (Fig. 12). — Statolithen fehlen.

Die Individuen des α -Typus sind sehr verschieden groß; ich habe Tiere von etwa 1 mm neben solchen beobachtet, die mehr als 2 mm maßen. Durchschnittlich möchte die Länge beinahe 1 $\frac{1}{2}$ mm betragen.

Eine zweite geflügelte Form der *Phylloxera vastatrix* Pl. wird repräsentiert durch die in den Fig. 17, 18 und 19 (Taf. IX) abgebildeten Insekten; wir bezeichnen sie vorläufig als β -Typus. Die Individuen dieses Typus sind im allgemeinen eher noch länger als diejenigen der α -Form, jedenfalls bedeutend schlanker. Relativ besonders schmal und lang ist der dritte Körperabschnitt, das Abdomen, das aber hier nicht spitz ausläuft, wie bei der α -Form, sondern in der in den Fig. 17 u. 18 genauer gezeichneten Weise.

Auch die Fortpflanzungsprodukte des β -Typus sind verschieden von denjenigen der α -Form. Während wir hier (bei der α -Form) meistens vier Eier antreffen, finde ich im Körper des β -Typus nie mehr als zwei Eier, und man hat das Gefühl, es hätten im Abdomen eines solchen Geschöpfes überhaupt nicht mehr Eier Platz. Denn die Eier der β -Form sind erheblich größer als diejenigen der α -Form. Letztere messer durchschnittlich etwa 0,35 mm in der Länge und 0,18 mm in der Breite.

¹ Übrigens auch in den Zeichnungen Fig. 12 u. 13 auf Taf. II.

während diejenigen des β -Typus bis 0,45 mm lang und 0,23 mm breit werden (Fig. 18 u. 19, Taf. IX). Diese sind ferner nicht birnförmig, wie die Eier der α -Formen, sondern elliptisch bis cylindrisch, im konservierten Zustand viel dunkler und groß sechseckig gefeldert, während die aufgehellten Eier des α -Typus diese Zeichnung in viel kleinerem Maßstabe zeigen (Fig. 15, Taf. IX).

Diese Eier der β -Form gleichen auffallend dem in Fig. 7 auf Taf. III des Werkes von RITTER und RÜBSAAMEN abgebildeten Ei¹. Letzteres ist zwar größer, aber wohl nur infolge stärkerer Vergrößerung; denn auch nach MORITZ (Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamt Bd. XII, S. 661—685) messen diese Eier etwa 0,4 mm in der Länge und etwa 0,2 mm in der Breite. Ohne Zweifel liegen in den Fig. 17, 18 und 19 geschlechtlich differenzierte Formen der oberirdischen, geflügelten Reblaus vor, und zwar solche, deren Eier die Geschlechtsweibchen erzeugen. Definitiv wird diese Frage allerdings erst durch das Experiment entschieden werden können.

Die Individuen des β -Typus scheinen sich nach meinen Beobachtungen etwas später einzustellen, als diejenigen des α -Typus²; sicher sind sie viel weniger zahlreich wie diese. Man könnte allerdings einwenden, daß ich von den Phylloxeren, die im Rebborg geflügelt wurden, nur einen ganz kleinen Teil erbeutet hätte. Das trifft unzweifelhaft zu; aber wenn die β -Form häufiger wäre, müßten unter den 1500 geflügelten Tieren, die ich bis jetzt untersucht, sicher mehr Individuen des β -Typus vorkommen, wie dies tatsächlich der Fall war.

Woraus diese β -Form entsteht, kann ich gegenwärtig noch nicht mit Bestimmtheit sagen; auch dieser Punkt wird durch Versuche seine Erledigung finden müssen. Ich hege jedoch berechtigten Verdacht, die Form *b* der Nymphe (Fig. 2 u. 3) entwickle sich zu dieser geflügelten Form; denn gerade so, wie jene der Zahl nach zurücktritt unter den Nymphen, so tritt diese quantitativ zurück unter den Geflügelten. Auch die äußerst schlanke Gestalt der Nymphe *b* scheint mir gut zu derjenigen der geflügelten β -Form zu passen.

Die Rebläuse der β -Form besitzen — wie alle geflügelten Tiere die Punktaugen der gewöhnlichen Wurzellaus; Statolithen dagegen fehlen dem β -Typus gerade so wie der α -Form.

Es existiert nun aber noch eine dritte Form der geflügelten Reblaus, die bereits früher zur Abbildung kam (diese Zeitschrift Bd. LXXXII,

¹ Aus dem sich nach MORITZ das Geschlechtsweibchen entwickeln soll.

² Individuen des α -Typus findet man in großer Zahl bis zum Schluß der Vegetationsperiode.

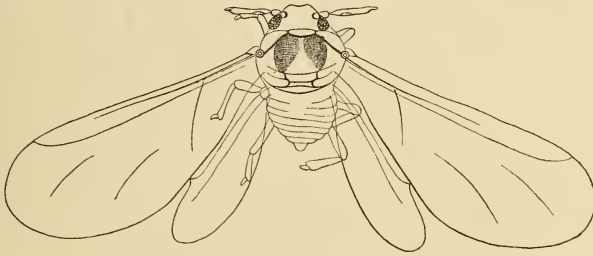
Taf. XXII, Fig. 1); wir wollen sie γ -Form nennen. Die Individuen dieses Typus sind auffallend klein. Das kleinste Insekt dieser Sorte,



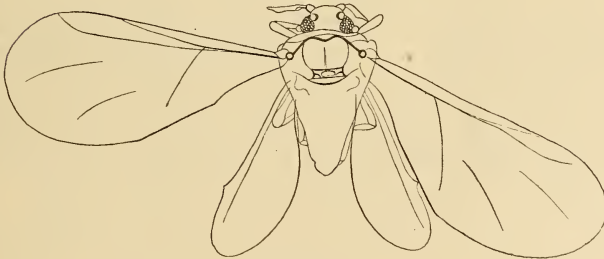
Textfig. 1.



Textfig. 4.



Textfig. 2.



Textfig. 3.

Textfig. 1, 2, 3 und 4. γ -Formen der geflügelten *Phylloxera vastatrix* Pl.¹ 25fach.
ΑΡΑΪΗΣ Λόση. Kanadabalsam.

das ich bis jetzt erbeuten konnte, mißt sogar nur 0,66 mm in der Länge (Fig. 21, Taf. IX), ist also nicht einmal $\frac{1}{3}$ so lang als das Riesen-

¹ Da in den Fig. 20—23 γ -Formen der geflügelten *Ph. vastatrix* Pl. genau gezeichnet sind, wurden die Textfig. 1—4 nicht vervollständigt.

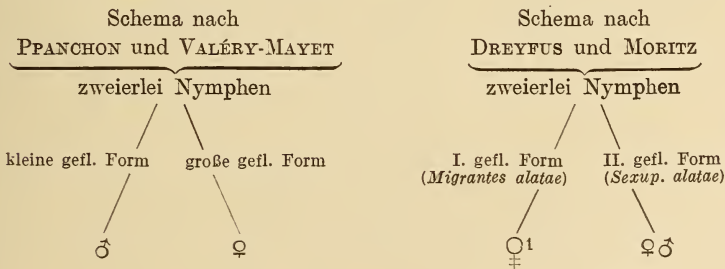
geschöpf der Fig. 8 auf Taf. IX. Weitere Individuen dieses γ -Typus sind dargestellt durch die Fig. 20 u. 23 der Taf. IX, ebenso in den Textfig. 1, 2, 3 und 4. — Sie treten, soviel ich bis jetzt in Erfahrung bringen konnte, am spätesten von allen bis jetzt beschriebenen Formen auf. Von den hier gezeichneten Tieren fing ich z. B. eines am 27., eines am 28., eines am 29. und eines am 31. Oktober, eines am 1. November und das letzte am 2. November 1906. Ab und zu tritt die Form, wie ich beobachtete, auch schon früher auf, im allgemeinen aber dürfte sie zu den Spätlingen gehören.

Die Vermutung liegt nahe, es möchte sich hier einfach um eine Zwergform des α - oder β -Typus handeln, die ja auch tatsächlich in ihrer Größe stark variieren. Bei genauem Studium der γ -Form wird diese Ansicht unhaltbar. Zunächst ist darauf aufmerksam zu machen, daß die Flügel dieser Geschöpfe gegenüber denjenigen ihrer relativ riesigen Verwandten entweder gar nicht, oder dann jedenfalls nicht annähernd in dem Verhältnis verkürzt sind, wie der übrige Körper. Dagegen ist der Prothorax auffallend verkürzt, und demzufolge sind die Flügel stark gegen den Kopf hin verschoben. Im zweiten Brustsegment erreicht der Körper seine größte Breite, während er sich bei den Individuen des α - und β -Typus in dieser Region bereits zu verschmälern beginnt, und der »Brustharnisch« der γ -Form weist auf kräftiger chitinisierter Mesothorax hin, wie bei den andern Geflügelten. Während ich ferner bei den andern Formen regelmäßig Eier antraf, habe ich in den Tieren des γ -Typus — einen Fall ausgenommen — nie Fortpflanzungsprodukte entdecken können. Endlich, und das scheint mir besonders schwer zu wiegen, kommen bei diesen Zwergformen regelmäßig Gleichgewichtsorgane vor. — Das regelmäßige Fehlen dieses Apparates einerseits und das konstante Vorkommen desselben andererseits brachte mir überhaupt erst die Überzeugung bei, daß wir unter den geflügelten Individuen von *Phylloxera vastatrix* Pl. verschiedene Formen zu unterscheiden haben (s. diese Zeitschrift Bd. LXXXII, S. 384).

Ob die γ -Form der Reblaus aus der kurzen Nymphe *c* (Fig. 6, Taf. IX) entsteht, kann ich vorderhand nicht sagen; es ist dies aber jedenfalls wahrscheinlich. Auch über die biologische Rolle, welche diese Generation spielt, bin ich noch nicht mit Sicherheit aufgeklärt. Parthenogenetische Weibchen sind diese Geschöpfe sicher nicht, eher haben wir es auch hier mit geschlechtlich differenzierten Tieren, und zwar mit denjenigen Formen zu tun, aus deren Eiern die Geschlechtsmännchen hervorgehen. — In einer Abhandlung über *Phylloxera vastatrix* (s. diese Zeitschrift Bd. LXXXII, Taf. XXII, Fig. 4) wurde ein

Insekt abgebildet, das beide Arten von Eiern enthält, große, aus denen die Geschlechtsweibchen, und kleine, aus denen die Männchen entstehen sollen. Auch BALBIANI glaubte, daß beiderlei Eier von demselben Individuum gelegt werden. Ich habe mich aber inzwischen davon überzeugen können, daß dieser Fall nicht Regel, sondern seltene Ausnahme ist, was übrigens schon frühere Beobachter betonten.

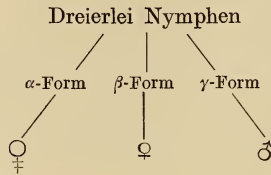
Bis jetzt wurden nur zwei geflügelte Formen der Reblaus angenommen, eine große und eine kleine (J. E. PLANCHON und LICHTENSTEIN, 1871). PLANCHON hielt die größere Form für die Erzeugerin der wahren Reblausweibchen, die kleinere dagegen für die Erzeugerin der wahren Reblausmännchen. Auch nach VALÉRY-MAYET werden die kleineren Eier, welche die Männchen liefern, von der kleinen Form, die größeren Eier aber, aus denen die Weibchen entstehen, von der größeren Form der geflügelten Tiere erzeugt. DREYFUS dagegen unterschied die zwei Arten geflügelter Phylloxerinen als *Migrantes alatae* und *Sexuparae alatae* und versteht unter *Migrantes* oder *Migrantes alatae* diejenigen geflügelten Generationen, deren Eier nicht die zweigeschlechtige Generation entwickeln, sondern nur der örtlichen Verbreitung dienen (Über Phylloxerinen 1889, S. 24). Auch MORITZ vermutet (Rebenschädlinge, 1891, S. 11), »daß die *Phylloxera vastatrix* möglicherweise zwei geflügelte Formen besitzt, deren erste geschlechtlich nicht differenzierte Tiere erzeugt, während die zweite die Männchen und Weibchen hervorbringt«. Also:



Nach meinen eignen Erfahrungen muß die Generation, die nach DREYFUS und MORITZ Männchen und Weibchen erzeugt, geteilt werden, wie dies PLANCHON und VALÉRY-MAYET taten, während den letzteren Autoren die parthenogenetische Fortpflanzung der *Phylloxera vastatrix* unbekannt blieb, die DREYFUS und MORITZ mit Recht annehmen. Mit andern Worten: Die Schemata der genannten Forscher ergänzen sich

¹ ♀ Zeichen für parthenogenetische Generationen.

genau zu unserm Schema, das wir oben von der Entwicklung der geflügelten Reblaus entwarfen:



MORITZ scheint mit parthenogenetischen Generationen bei *Phylloxera vastatrix* erst gerechnet zu haben, nachdem ihm die Entwicklungsgeschichte von *Tetraneura ulmi* L. bekannt geworden war. Später weist er diese Annahme für die Reblaus wenigstens zurück, »trotzdem auch er geneigt war, die dem ersten Maximum (der Geflügelten) angehörenden Formen als *Migrantes alatae* anzusehen. Die geflügelten Formen sind die Mütter der Geschlechtstiere « (Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamt Bd. XII, 1897, S. 661 ff.). Damit stellt sich MORITZ wieder auf den älteren Standpunkt PLANCHONS.

Es ist nicht ausgeschlossen, daß das Schema PLANCHONS für südliche Gegenden zutrifft oder doch wenigstens den vorherrschenden Entwicklungsgang der Geflügelten repräsentiert; für nördliche Gegenden aber, die Schweiz und Deutschland z. B., verliert es seine Geltung, weil hier die parthenogenetischen Generationen überwiegen und die geschlechtliche Fortpflanzung stark zurückgedrängt wird. Der Annahme einer rein geschlechtlichen Fortpflanzung der Reblaus in südlicheren Ländern widerspricht indes, meiner Meinung nach, die Schätzung von DUMAS, daß die Seuche in Frankreich seinerzeit jedes Jahr um 20 bis 25 km vorgedrungen sei (BLANKENHORN und RÖSLER, Annalen der Önologie, Bd. V, S. 518). Diese relativ großen Distanzen konnten nur durch die mit den Winden und Stürmen segelnden oberirdischen Generationen bewältigt werden; ohne parthenogenetische Weibchen aber scheint mir ein Fortschreiten der Krankheit in solchen Riesenschritten sehr schwer verständlich zu sein. Eine einzelne geflügelte Reblaus kann nur dann eine Infektion erzeugen, wenn sie sich ungeschlechtlich fortpflanzen vermag, während von den geschlechtlich differenzierten mindestens ein Paar auf einmal an dasselbe Ziel gelangen müßte, ein Individuum, das Männchen, und eines, das Weibchen erzeugt.

Selbst dann, wenn die getrenntgeschlechtigen Stadien bloß in der nächsten Umgebung des Urherdes ausgestreut würden, müßten Vorichtsmaßregeln getroffen werden, damit sich die männlichen und

weiblichen Tiere finden, gerade so, wie die Sporen der Equisetaceen dafür Sorge tragen, daß ihre diöcischen Vorkeime in möglichster Nähe beieinander keimen. Da aber die β -Generation der geflügelten Reblaus zweifellos sehr schwerfällig und den Winden völlig preisgegeben ist, so erwarten wir wenigstens bei den andern geschlechtlich differenzierten Einrichtungen, welche ihre Locomotion vom Zufall loslösen und dafür absichtlich und zweckdienlich machen. Und ich glaube, daß die γ -Generation ihre Organisation in der Tat in dieser Richtung vervollständigt hat: der Körper dieser Formen ist sehr klein und gedrungen, der Thorax kräftig und das Abdomen durch Eier nicht beschwert, so daß aktiver Ortswechsel bei diesen Geschöpfen jedenfalls eine bedeutendere Rolle spielt, wie bei allen andern oberirdischen Formen. Ziehen wir endlich noch in Betracht, daß gerade diese γ -Generation ein Präzisionsinstrument mit sich herumträgt, das Gleichgewichtsstörungen genau registriert, so dürfen wir derart ausgestatteten Individuen die Fähigkeit wohl zutrauen, ein nicht gar zu fernes Ziel erfolgreich verfolgen zu können. Der Besitz des statischen Organs spricht, meiner Ansicht nach, mehr wie alles andre, für eine gewisse Flugkraft dieser Geschöpfe; denn was sollte die Meldung nützen, daß der Körper auf seiner Fahrt durch die Lüfte aus dem Gleichgewicht geraten sei, wenn es dem Tier nicht möglich ist, sich wieder aufzurichten? Und das könnte im vorliegenden Fall doch nur vermittels der Flügel geschehen.

Gegen elementare Ereignisse hingegen, die einen Transport der Rebläuse auf 25 km garantieren, richtet auch die zielstrebige Organisation einer γ -Generation nichts mehr aus, und nur ein großer Zufall könnte unter solchen Bedingungen die zwei Geschlechter zusammenführen. In den meisten Fällen wird durch solche Luftfahrten eine ungeheure Streuung eintreten, ja ein Großteil der Entführten zugrunde gehen. Nur da, wo parthenogenetische Generationen vorhanden sind, ist ein regelmäßiger jährlicher Fortschritt der Seuche, wie ihn DUMAS meldet, möglich; nur mit Hilfe dieser α -Form können wir die unglaublichen Sprünge erklären, welche die Reblaus-Invasion überall verzeichnet, und diesem ungeschlechtlichen *Phylloxera*-Weibchen fallen, wie wir im Kt. Thurgau speziell zu beobachten Gelegenheit hatten, schließlich die verstecktesten Parzellen zum Opfer, Rebgelände, die von den andern Reblausformen nie infiziert worden wären.

Noch eine andre Äußerung zwingt mich anzunehmen, daß auch in südlichen Ländern parthenogenetische Generationen der *Phylloxera vastatrix* vorkommen. VALÉRY-MAYET gibt nämlich die Zahl der Eier pro Individuum auf zwei bis acht an, bemerkt jedoch, daß meistens deren

nur zwei vorkommen. Das Abdomen einer geflügelten Reblaus hätte aber für acht große Eier, aus denen Weibchen hervorgehen, unmöglich Platz, und es ist daher sehr wahrscheinlich, daß diese an Fortpflanzungsprodukten so reichen Individuen mit unsrer α -Form übereinstimmen, während diejenigen mit zwei Eiern ganz wohl unsrer β -Generation angehören könnten.

In der oben zitierten Arbeit von MORITZ (Arbeiten aus dem Kais. Ges.-Amt Bd. XII) vertritt der Verfasser die Ansicht, daß die geflügelte *Phylloxera*, bevor sie überhaupt entwicklungsfähige Eier ablegen könne, zwei Triebe, den zur Wanderung und den zur Ernährung befriedigt haben müsse. Daß sich die geflügelten Individuen ernähren müssen, ist wohl ohne weiteres zuzugeben; dagegen trifft die Behauptung, daß auch ein Trieb zur Emigration befriedigt sein müsse, bevor reife Geschlechtsprodukte abgelegt werden können, für die α -Form sicher nicht zu; auch auf die β -Generation kann sie schwerlich Anwendung finden. Dagegen wird möglicherweise die γ -Form erst reif, nachdem sie ihren »Trieb zur Wanderung befriedigt«, d. h. den Aufenthalt der β -Laus ausgekundschaftet hat oder wenigstens auf der Suche danach gewesen ist.

Auf die Statolithen wurde wieder eifrig gefahndet. Da es mir in der vorliegenden Untersuchung hauptsächlich darum zu tun war, zu erfahren, ob der Apparat bei sämtlichen Geflügelten vorhanden sei oder nicht, wurde das Organ nicht mehr isoliert, sondern am Tier selbst studiert, und zwar sowohl an tingierten wie an ungefärbten Präparaten. Unter Umständen gelingt es nämlich — wie Fig. 25 und 25a, Taf. IX beweist — das Insekt zu färben, ohne dem Studium der Statocyste dadurch Eintrag zu tun. Wie oben bereits betont, fehlt das Gleichgewichtsorgan den α - und β -Generationen und findet sich nur bei der γ -Form¹.

Am sichersten findet man den Apparat am Tier, indem man der charakteristischen M-förmigen Kurve auf dem Mesothorax nachgeht. Die Schenkel des M laufen nämlich jederseits genau auf die Statocyste aus; der Apparat liegt jedoch, wie schon früher (diese Zeitschrift Bd. LXXXII, S. 385) mitgeteilt wurde, etwas tiefer als die Basis der Vorderflügel, so daß diese das Organ decken, falls sie sich zur Ruhelage schließen. Um das Instrument gut sehen zu können, ist es daher nötig, die Flügel des Insekts zu spreizen.

Sehr schöne Präparate erhielt ich durch Färbung mit Hämatoxylin.

¹ Ähnliche Verhältnisse würden sich wahrscheinlich auch bei der einheimischen Gattung *Chermes* konstatieren lassen.

Die Fig. 25 und 25a, Taf. IX zeigen einen solchen Fall. Das Tier schlüpft aus der Nymphenhaut aus (Fig. 25), und der sehr zierlich zusammengefältelte rechte Vorderflügel ist eben aus der Flügeltasche gezogen worden. Ganz klar sieht man (Fig. 25a) den Nerv in großem Bogen über den Statolithen hinweggehen und in seinem ganzen Verlauf Nervenfasern in die bereits bekannten »Narben« versenken. Auf der Höhe des Steinchens zerfasert er sich, und es konnten von hier an — da ein Drehen des Objektes ausgeschlossen war — nur die Narben des rechten oberen Octanten sicher verfolgt werden. Wir sehen, daß die Verteilung, die hier der Nerv erfährt, vollständig übereinstimmt mit den bis jetzt über dieses Thema veröffentlichten Figuren (Zeitschr. f. Entomologie Bd. VIII, Heft 4, Taf. I, diese Zeitschrift Bd. LXXXII, Taf. XXII). Mit wünschbarer Deutlichkeit sieht man auch die sehr dünnen Nervenfasern in der Narbe zu einem blauschwarzen Knöpfchen anschwellen; über weitere Details dieser Nervenendigungen werden wir weiter hinten noch einiges hören. — Der Statolith ist hier nicht gelblich, wie das sonst in den nicht tingierten Präparaten der Fall war, sondern rein weiß, was wohl auf die Wirkung des Farbstoffes zurückgeführt werden muß. Der Hintergrund der Statocyste konnte nicht untersucht werden, weil er zu dunkel war; es ist mir daher noch nicht möglich, definitive Auskunft über das Ganglion zu geben, das in der ersten Abhandlung über dieses Organ (Zeitschr. f. Entomologie Bd. VIII, Heft 4, Taf. I) mit g_3 bezeichnet wurde.

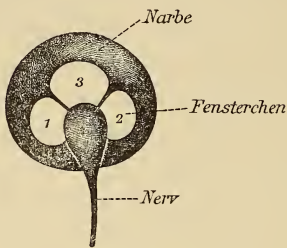
Sehr deutlich sieht man das statische Organ ferner an der *Phylloxera* der Fig. 23, Taf. IX. Die Partie der linken Körperseite, welche die Statocyste birgt, ist in Fig. 26, Taf. IX in 420facher Vergrößerung abgebildet. Ich habe in dieser Zeichnung von jedem Detail im Organ abgesehen und nur den Statolithen, der als kuglrunder Körper in der Höhle liegt, dargestellt, wobei ich es mir angelegen sein ließ, den Glanz dieses Körperchens nachzuahmen. — In Fig. 27, Taf. IX ist dieses Objekt in 1000facher Vergrößerung wiedergegeben. Der Statolith ist deutlich gelb. Der Glanz der dem Insektenleib abgewendeten Hälfte des Steinchens läßt zwar auf dieser Seite die Nervenendigungen nicht verfolgen; dagegen ist dies in geradezu wunderbarer Weise der Fall auf der dem Tiere zugekehrten und durch dessen Schatten im Glanz etwas gemilderten Hälfte. Eine der Spangen, an denen der Statolith bei *Phylloxera vastatrix* aufgehängt ist, kann man deutlich sehen (*sp*).

Die Fig. 28, Taf. IX zeigt einen Statolithen des in Fig. 20 abgebildeten Tieres, und zwar von der linken Seite des Insekts, während in Fig. 29, Taf. IX in 500facher Vergrößerung der Statolith der rechten

Körperseite der in der Textfig. 3 dargestellten Reblaus gezeichnet ist. Das teilweise durch die Flügelbasis bedeckte Organ läßt nur diejenigen Einzelheiten erkennen, die in der Figur enthalten sind.

In Fig. 30, Taf. IX endlich sehen wir den Statolithen — und zwar ebenfalls von der rechten Seite — des Tieres, das in der Textfig. 4 abgebildet ist. In wunderbarem Glanz präsentiert sich das Steinchen in der dunkeln Höhle der Statocyste; deutlich verfolgbar sind indes nur die in der Zeichnung notierten Details.

An Hand der Textfig. 5 wollen wir noch einmal auf die zierlichen Endapparate der Nervenfasern in den »Narben« zu sprechen kommen.



Textfig. 5.

Nervenende in einer »Narbe«. Sehr stark vergrößert.

Die Nervenfaser verdickt sich bei ihrem Eintritt in die »Narbe« knopfförmig, wie dies schon einigemal betont wurde: Zeitschrift f. Entomologie Bd. VIII, Heft 4, Taf. I, Fig. 5 u. 6, ibid. Bd. IX, Textfig. 3, 5 u. 6 a, diese Zeitschr. Bd. LXXXII, Taf. XXII, Fig. 7. Doch ist die Verdickung schärfer als dies in der Textfig. 3 usw. der Abhandlung über *Chermes* (Zeitschr. f. Entomologie Bd. IX) abgebildet wurde; der Nerv verdickt sich

nicht allmählich, sondern ziemlich plötzlich bei seinem Eintritt in die Narbe. Auch bei dem Statolithen von *Chermes* ist dies der Fall, wovon ich mich durch hundertmalige Prüfung der besten Präparate überzeugen konnte. — Das knopfförmig verdickte Ende des Nervs wird nun bloß von drei, nicht von vier Kreissektoren oder »Fensterchen« umstellt — auch bei *Chermes*—; denn das Nervenende bedeckt kein Fensterchen, wie ich das früher glaubte annehmen zu müssen, und daher ist die Fig. 7 auf Taf. I in Bd. VIII der Zeitschr. f. Entomologie in dieser Beziehung richtiger als die Textfig. 3, 5 und 6 a der *Chermes*-Abhandlung. Ob die paarigen Fensterchen 1 und 2 der Textfig. 5 voneinander ebenso scharf getrennt sind, wie von dem unpaaren Fenster 3 kann ich nicht sagen; es glückte mir in keinem Falle, so tief unter das verdickte Nervenende zu sehen.

Frauenfeld (Schweiz), im März 1907.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel IX.

1. Nymphen.

Fig. 1. *a*-Form der Nymphe von *Phylloxera vastatrix* Pl. Nach lebendem Objekt. 25/1.

Fig. 2. *b*-Form der Nymphe, aus der Hülle geschlüpft. Nach lebendem Objekt. 25/1.

Fig. 2*a*. Auge zu Fig. 2. 90/1.

Fig. 3. *b*-Form der Nymphe. Nach lebendem Objekt. 25/1.

Fig. 3*a*. Augen der Fig. 3.

Fig. 4. *b*-Form der Nymphe. Nach lebendem Objekt. 25/1.

Fig. 5. *a*-Form der Nymphe, aus der Hülle geschlüpft. Nach lebendem Objekt. 25/1.

Fig. 6. *c*-Form der Nymphe. Nach lebendem Objekt. 25/1.

Fig. 6*a*. Auge zu Fig. 6.

Fig. 7. Sehr kleines Exemplar der *a*-Nymphe. Nach lebendem Objekt. 25/1.

Fig. 7*a*. Auge der Fig. 7.

Fig. 8. *a*-Form der geflügelten *Phylloxera vast.* Pl., aus der Nymphenhülle schlüpfend. Nach lebendem Objekt. 25/1.

Fig. 9. *a*-Form der Nymphe mit Brustharnisch. Rückenansicht. Nach lebendem Objekt. 25/1.

Fig. 10. *a*-Form der geflügelten *Phylloxera vastatrix* Pl., mit vier Eiern, aus der Nymphenhaut schlüpfend. ΑΡΆΘΥ. Kanadabalsam. 25/1.

2. Geflügelte.

Fig. 11, 12, 13 und 14. Vier Individuen der *a*-Form der geflügelten *Phylloxera vastatrix* Pl. Nach lebenden Objekten. 25/1. — Fig. 13. Abdomen mit zierlicher sechseckiger Felderung, kriechend. — Fig. 14. Eier legend.

Fig. 15. *a*-Form der geflügelten *Phylloxera vastatrix* Pl. mit fünf Eiern. ΑΡΆΘΥ. Alkohol und Xylol. 25/1.

Fig. 16*a*. Ei der *a*-Form der geflügelten *Phylloxera vastatrix* Pl. Nach lebendem Objekt. 50/1.

Fig. 16*b*. Ei einer gewöhnlichen Wurzellaus. Nach lebendem Objekt. 50/1.

Fig. 17. *β*-Form der geflügelten *Phylloxera vastatrix* Pl. Nach lebendem Objekt. 25/1.

Fig. 18. *β*-Form der geflügelten *Phylloxera vastatrix* Pl. mit zwei Eiern. Von den Mundwerkzeugen sind nur die Kieferborsten gezeichnet. Bauchseite. ΑΡΆΘΥ. Alkohol und Xylol. 25/1.

Fig. 19. *β*-Form der geflügelten *Phylloxera vastatrix* Pl. mit zwei Eiern. Nur die Eier sind fertig gezeichnet. Bauchseite. ΑΡΆΘΥ. Alkohol und Xylol. 25/1.

Fig. 20, 21 und 23. Drei Individuen der *γ*-Form der geflügelte *Phylloxera vastatrix* Pl. mit Statolithen. — Fig. 20. *st*, Statocyste. ΑΡΆΘΥ. Kanada-

balsam. 25/1. — Fig. 21. Nach lebendem Objekt. *st*, Statocyste. 25/1. — Fig. 23. *st*, Statocyste. ΑΡΆΘΗ. Xylol. 25/1.

Fig. 25. Vorderteil einer aus der Nymphenhaut schlüpfenden γ -Form der geflügelten *Phylloxera vastatrix* Pl. Unterseite. Mundwerkzeuge, Vorderflügel der linken und Hinterflügel der rechten Seite sind weggelassen. Statocyste und Statolith sind auf der rechten Seite sichtbar. ΑΡΆΘΗ. Hämatoxylin. Kanadabalsam. 50/1.

Fig. 25 a. Rechte Seite des Mesothorax der Fig. 25 mit Statocyste *st* und Statolith *sl*. Rückenansicht. 420/1.

Fig. 26. Linke Seite des Mesothorax der Fig. 23 von oben. Statocyste *st*, Statolith *sl*, Läppchen des linken Vorderflügels. ΑΡΆΘΗ. Kanadabalsam. 420/1.

Fig. 27. Statocyste *st* und Statolith *sl* der Fig. 26. *n*, Nerv; *sp*, Spange. 1000/1.

Fig. 28. Statocyste *st* und Statolith *sl* der linken Seite von Fig. 20 von oben. Etwa 280/1.

Fig. 29. Statocyste *st* und Statolith *sl* der rechten Seite der Textfig. 3. Von oben. *n*, Nerv. ΑΡΆΘΗ. Kanadabalsam. 500/1.

Fig. 30. Statocyste *st* und Statolith *sl* der rechten Seite der Textfig. 4. Von oben. *n*, Nerv, *sp*, Spange. ΑΡΆΘΗ. Kanadabalsam. 500/1.

86

Zeitschrift

für

WISSENSCHAFTLICHE ZOOLOGIE

begründet

von

Carl Theodor v. Siebold und Albert v. Kölliker

herausgegeben von

Ernst Ehlers

Professor a. d. Universität zu Göttingen

Achtundachtzigster Band

Zweites Heft

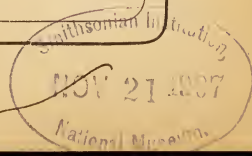
Mit 11 Tafeln und 12 Figuren im Text

LEIPZIG

Verlag von Wilhelm Engelmann

1907

Ausgegeben den 29. Oktober 1907



Inhalt

	Seite
M. Nowikoff, Über die Rückensinnesorgane der Placophoren nebst einigen Bemerkungen über die Schale derselben. (Mit Taf. X, XI und 4 Fig. im Text).	153
Miguel Fernandez, Zur Histologie der Tentakel und des Rhinophors des Nautilus pompilius. (Mit Taf. XII u. XIII).	187
Otto Lorleberg, Untersuchungen über den feineren Bau des Nervensystems der Ascidien. (Mit Taf. XIV u. XV).	212
C. Weygandt, Beiträge zur Kenntnis der Spermatogenese bei Plagiostoma Girardi. (Mit Taf. XVI u. 8 Fig. im Text.)	249
Alexander Schepotieff, Die Echinoderiden. (Mit Taf. XVII—XX.) . .	291

Mitteilung.

Beiträge für die Zeitschrift bitten wir an Herrn Prof. Ehlers in Göttingen einzusenden. Im Interesse einer raschen und sicheren Veröffentlichung liegt es, daß die Manuskripte völlig **druckfertig** eingeliefert werden, da mit nachträglichen Einschreibungen und ausgedehnten Abänderungen während der Korrektur Zeitverlust und sonstige Unzuträglichkeiten verbunden sind. Bei der Disponierung der Zeichnungen ist darauf zu achten, daß der Raum des in der Zeitschrift üblichen Tafelformates nicht überschritten wird. Für Textfiguren bestimmte Zeichnungen sind auf **besonderen** Blättern beizulegen.

Die Verlagsbuchhandlung
Wilhelm Engelmann.

Der Herausgeber
Ernst Ehlers.

Die Herren Mitarbeiter der »Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie« erhalten von ihren Abhandlungen und Aufsätzen 40 Sonderabdrucke unberechnet. Weitere Exemplare werden auf Wunsch gegen Erstattung der Herstellungskosten geliefert **unter der Voraussetzung, daß sie nicht für den Handel bestimmt sind.**

:: VERLAG VON WILHELM ENGELMANN IN LEIPZIG ::

Im Druck befindet sich:

Archhelenis und Archinotis

Gesammelte Beiträge
zur Geschichte der neotropischen Region

von

Hermann von Jhering

Mit einer Figur im Text und einer Karte

8. Geheftet etwa M 6.—

Über die Rückensinnesorgane der Placophoren nebst einigen Bemerkungen über die Schale derselben.

Von

Dr. M. Nowikoff.

(Aus dem Zoologischen Institut Heidelberg.)

Mit Tafel X, XI und 4 Figuren im Text.

Wie bekannt, sind die Schalen einiger tropischen Chitonen mit eigenartigen Augen versehen. Diese, von MOSELEY im Jahre 1885 entdeckten Organe wurden seitdem nur wenig untersucht, weshalb ich auf Anregung von Prof. BÜTSCHLI eine nochmalige Prüfung ihres Baues für zweckmäßig hielt. Im Laufe meiner Untersuchung gelang es mir, einige interessante Verhältnisse im Bau der sog. Faserstränge, welche die Augen mit der Epidermis verbinden, festzustellen, was mich zum Studium anderer Sinnesorgane der Placophorenschale, der sog. Aestheten, veranlaßte. Dabei mußte ich auch die Beziehungen, welche zwischen den Aesthetenkappen und der Schalensubstanz existieren, berücksichtigen.

Die Resultate meiner Untersuchung habe ich in drei Abschnitten behandelt. In dem ersten bespreche ich die Schalenaugen, im zweiten die Aestheten; der dritte Abschnitt behandelt den Bau und die Innerierung der Faserstränge.

Als Material konnte ich zunächst einige Placophorenexemplare aus der Sammlung des hiesigen Zoologischen Instituts verwenden, die mir vom Herrn Prof. O. BÜTSCHLI freundlichst zur Untersuchung überlassen wurden. Hierfür und ebenso für seine liebenswürdige Unterstützung während der Arbeit bin ich Herrn BÜTSCHLI zu bestem Danke verpflichtet. Das weitere Material verdanke ich durch Vermittlung von Prof. BÜTSCHLI Herrn Dr. J. THIELE, der mir einige tropische Chitonen überließ, sowie Herrn Dr. O. SCHRÖDER, von dem ich zwei gut konservierte Exemplare des *Chiton olivaceus* aus Rovigno erhielt.

Im ganzen benutzte ich bei meinen Untersuchungen folgende Arten der Familie der Chitonidae (nach PLATES System, 01):

Subfam. Toniciinae:

- Tonicia chiloensis* (Sow.),
Tonicia (Lucilina) suzensis (Rv.),
Tonicia swainsoni (Sow.),
Acanthopleura spinigera (Sow.),
Acanthopleura spinosa (Brug.),
Acanthopleura (Liolophura) japonica (Lischke).

Subfam. Liolophurinae:

- Enoplochiton niger* (Barnes),
Schizochiton incisus (Sow.).

Subfam. Chitoninae:

- Chiton* sp. von Neapel,
Chiton olivaceus (Spengler).

Die Konservierungsart der meisten von mir untersuchten Placophoren war mir nicht bekannt. Die beiden Exemplare von *Chiton olivaceus* waren in GIESONscher Flüssigkeit konserviert. Zum Entkalken der Schale gebrauchte ich mit bestem Erfolge 1%ige Lösung von Salpetersäure im 70%igen Alkohol. In dieser Flüssigkeit ließ ich meine Objekte mehrere Tage (bis zu 8). Eine sehr deutliche Differenzierung der verschiedenartigen Zellen, und auch zwischen Bindegewebs- und Nervenfasern erzielte ich durch Färbung der Schnitte nach der MALLORYSchen Methode (EHRlich-WEIGERT, Encyclopädie der Mikroskop. Technik Bd. I, S. 43). Ein bedeutender Nachteil dieser Methode besteht nur darin, daß die Zellkerne dabei manchmal undeutlich werden. Neben dunkler gefärbten trifft man oft auch ganz helle, gelb gefärbte Kerne, was die Untersuchung wesentlich erschwert. Diesen Nachteil habe ich dadurch zu beseitigen versucht, daß ich meine Objekte vor dem Einbetten mit Boraxkarmin behandelte und nachher die Farbe mit angesäuertem Alkohol längere Zeit extrahierte. Bei Anwendung der MALLORYSchen Dreifachfärbung auf solche, mit Boraxkarmin vorgefärbte Schnitte erhielt ich die Zellkerne gleichmäßig dunkelrot tingiert. Zum Studium feinerer histologischer Details wurden die Objekte entweder mit Eisenhämatoxylin oder mit Osmiumsäure behandelt.

I. Die Schalenaugen.

PLATE (01, S. 503) unterscheidet zwei Formen der Schalenaugen: extrapigmentäre und intrapigmentäre. Die erstere Form charakterisiert die Vertreter der Subfamilie Toniciinae und Liolophurinae. Jedes Auge steht hier an der Stelle eines Megalaestheten und ist von Microaestheten umgeben. Die von THIELE (90) entdeckten sog. intra-

pigmentären Augen wurden bis jetzt nur bei *Chiton cumingsi*, *subfuscus* und *rubicundus*, außerdem bei *Callochiton laevis* und *puniceus* beobachtet. Letztere Augen liegen im Innern eines Megalaestheten; jedes Auge ersetzt also nicht ein ganzes Megalaesthet, sondern nur einen Teil eines solchen. Ich habe nur die ersterwähnten, höher entwickelten oder extrapigmentären Schalenaugen untersucht.

Die Verteilung der Augen auf der Oberfläche der Schale hat PLATE (01, S. 504) bei verschiedenen Chitonformen sehr genau beschrieben und sogar in Zusammenhang mit der systematischen Stellung der betreffenden Formen zu bringen versucht. Er unterscheidet nämlich: 1) Diejenigen Schalen, deren Augen auf jedem Seitenfelde einer Platte in einer Reihe längs der Diagonallinie angeordnet sind (*Schizochiton incisus*), 2) solche Schalen, deren Augen einen mehrreihigen Streifen längs der Diagonallinie bilden (die meisten Tonicien und *Enoplochiton niger*) und 3) diejenigen Schalen, bei welchen dieser Streifen doppelt ist (*Acanthopleura*-Arten). Es muß jedoch bemerkt werden, daß die eben angeführten Angaben sich nur auf die sechs mittleren Schalenplatten beziehen. Die hintere, besonders aber die vordere Platte sind viel reichlicher mit Augen versehen.

Unter den extrapigmentären Augen unterscheidet PLATE solche ohne und solche mit Glaskörper. Die letzteren kommen, seiner Ansicht nach, nur bei *Sch. incisus* vor. Diese Einteilung trifft, wie wir später sehen werden, jedoch nicht zu, da sämtliche extrapigmentäre Augen einen Glaskörper besitzen. Ich finde auch, daß die Augen von *Sch. incisus* etwas abweichend von den übrigen Schalenaugen gebaut sind, doch ist dieser Unterschied rein quantitativer Natur. Deswegen will ich im folgenden die Augen aller von mir untersuchten Chitonen gemeinsam betrachten.

Der Entdecker der Schalenaugen, MOSELEY (85), hat schon ihre wichtigsten Bestandteile ziemlich richtig beschrieben. Er fand zunächst, daß das Auge, welches in einer birnförmigen Aushöhlung des Tegmentums liegt, dorsal von einer kalkigen Cornea bedeckt wird. Diese soll »continuous all round its margin with the superficial calcareous layer of the tegmentum« sein (S. 47). Unter der Cornea befindet sich eine vollkommen durchsichtige, homogene Linse, und weiter im Innern der birnförmigen Höhle liegt eine konkave Retinaschicht, die aus einer Reihe kerntragender Stäbchen (»rods«) besteht. Diese Stäbchen entsprechen jedenfalls dem, was wir heute als Sehzellen bezeichnen. Zwischen der Linse und der Retina beschreibt MOSELEY (S. 48) einen Hohlraum, welcher wahrscheinlich dem von mir gefundenen Glaskörper

entspricht. Das Augenpigment liegt, nach MOSELEYS Beobachtungen, nicht in besonderen Zellen, sondern in einer chitinartigen Membran, welche den birnförmigen Hohlraum des Tegmentums umgrenzt und auf diese Weise eine Augenkapsel bildet.

Der einzige Forscher, welcher nach MOSELEY die extrapigmentären Placophorenaugen untersucht hat, ist PLATE (97—01). Er beschreibt im Auge die schon oben aufgezählten Bestandteile, mit dem Unterschied jedoch, daß er in sämtlichen Augen, abgesehen von denen des *Sch. incisus*, die Retinazellen bis zu der Linse verfolgen zu können glaubt. Dabei führt er den, auch von ihm zuweilen zwischen der Linse und der Retina beobachteten, spaltförmigen Raum auf Schrumpfung zurück. Ferner findet PLATE (97, S. 194), abweichend von MOSELEY, daß das Augenpigment von besonderen Pigmentzellen gebildet und der organischen Grundsubstanz der Schale einverleibt wird. Eine Folge davon ist, daß die Pigmentzone in das eigentliche Tegmentum »ganz allmählich übergeht«. Der letztere Umstand ist auch auf meinen Präparaten ganz deutlich zu erkennen (Fig. 1, 2 P).

Der Schalenhohlraum, welcher das Auge enthält und den PLATE als Augenbulbus bezeichnet, wurde, wie erwähnt, von MOSELEY als birnförmig beschrieben. PLATE macht jedoch auf seine Asymmetrie aufmerksam. Diese kommt dadurch zustande, daß der sog. Faserstrang, welcher das Auge mit der Epidermis verbindet und mit Nerven versorgt, mehr oder weniger seitlich zum Augenbulbus tritt. Die Form des Bulbus ist jedoch, wie aus meinen Fig. 1, 2 und 7 folgt, bei verschiedenen Species ziemlich verschieden.

Die sog. Cornea (Fig. 1, 2, 7 C) besteht nach MOSELEY und PLATE aus der obersten Schicht der kalkigen Schale »der außen wie gewöhnlich das Periostracum aufliegt« (PLATE, 97, S. 194). Von den vier Lagen, aus welchen das Tegmentum der Schale nach PLATE (01, S. 380) besteht, können wir in der Cornea die drei obersten, nämlich Periostracum (*Postr*), Suprategmentum (*St*) und Tegmentum (*T*) unterscheiden. Das Periostracum ist jedoch meistens an der Schale der älteren Tiere abgerieben, und die kalkige Cornea erscheint manchmal in Form einer sehr dünnen Lamelle (Fig. 7 C).

Die Linse.

Die Gestalt der Linse ist bei den von mir untersuchten Chitonon ziemlich verschieden. Im Auge von *A. spinigera* (Fig. 1 L) erscheint sie bikonvex. Bei einigen andern Arten ist jedoch ihre der Retina zu-

gekehrte Seite viel stärker gewölbt als die äußere (Fig. 2 L). Diese äußere Seite erscheint bei *Sch. incisus* sogar ganz eben (Fig. 7 L).

Die Angaben der früheren Autoren stimmen darin überein, daß die Linse eine wasserklare, vollständig strukturlose Bildung sei. Ich habe auch mehrere Schnitte durch entkalkte Schalen beobachtet, wo man an Stelle der Linse nur einen, wie es scheint, völlig leeren Raum erblickt (Fig. 7, 11 L). Ein ganz andres Bild fand ich jedoch auf Schnitten durch das Auge von *A. japonica* (Fig. 2 L). Schon bei schwacher Vergrößerung bemerkt man hier eine konzentrische Schichtung der Linse, welche auch auf Schliffen durch die nicht entkalkte Schale (Fig. 14) deutlich hervortritt. Diese Schichtung erinnert lebhaft an die Struktur der Stärkekörner. Die Ähnlichkeit wird dadurch noch größer, daß man neben den gewöhnlichen Linsen (Fig. 2), wo die konzentrischen Schichten um ein einziges Centrum angeordnet sind, auch Linsen mit doppeltem Centrum findet (Fig. 14). Hier sieht man zwei dicht nebeneinander liegende Centra und denen entsprechend zwei ineinander übergehende Systeme konzentrischer Schichten. Eine solche Doppellinse weicht auch in ihrer äußeren Gestalt von den gewöhnlichen (Fig. 2 L) ab. Ihre äußere, der Cornea anliegende Seite erscheint nämlich am stärksten gewölbt.

Bei der Untersuchung der unentkalkten Linsen im polarisierten Lichte war ein dunkles Kreuz, wie es die Sphärokristalle charakterisiert, nicht wahrzunehmen. Die Linse erwies sich dabei stark doppelbrechend.

Die Betrachtung der unentkalkten Linsen mit stärkeren Vergrößerungen ließ keine weitere Struktur entdecken. Das beruht jedoch jedenfalls darauf, daß meine Schliffe zu dick waren. Ich war nicht imstande einen ganz dünnen Schliff anzufertigen, weil das Tegmentum beim Schleifen leicht zerbricht. Die Schnitte durch die entkalkten Linsen von *A. japonica* zeigten jedoch bei Anwendung stärkerer Vergrößerungen das auf Fig. 2 L wiedergegebene Bild. Man sieht hier, daß die Räume zwischen den dunklen Linsenschichten von ganz feinen, radiär angeordneten Bälkchen durchsetzt sind. An Stellen, wo die radiären Linien mit den konzentrischen in Berührung treten, bemerke ich überall dunkel gefärbte Punkte. Die Anwesenheit solcher Knotenpunkte berechtigt die Möglichkeit, den Bau dieser Linsen als einen wabigen oder alveolären aufzufassen und mit den Strukturen zu vergleichen, welche BÜTSCHLI (98) im verkalkten Krebspanzer oder bei zahlreichen Sphärokristallen nachgewiesen hat. Die von mir in der Linse beobachteten Netzmaschen sind etwa $1\ \mu$ breit und $2\text{--}3\ \mu$ lang.

Ihrer Größe nach entsprechen sie also auch einigermaßen den gewöhnlichen Waben, deren Durchmesser nach BÜTSCHLI meistens etwa $1\ \mu$ beträgt.

Ich konnte diese deutliche Struktur nur in den Linsen von *A. japonica* wahrnehmen. Das steht wahrscheinlich mit dem Reichtum dieser Linsen an organischer Substanz in Zusammenhang. Auf Schnitten durch die entkalkten Linsen anderer Chitonen finde ich oft mehr oder weniger erhebliche Reste einer schwach färbbaren Substanz, die gewöhnlich den Linsengrenzen anliegen und die, wenn sie nicht zu stark zusammengeschrumpft sind, eine konzentrisch verlaufende Schichtung zeigen (Fig. 1 *L*). Dieser Umstand berechtigt zu der Annahme, daß in den Linsen der Schalenaugen überall eine Struktur existiert, welche der von *A. japonica* entspricht. Wegen der geringen Menge organischer Substanz jedoch, welche außerdem beim Entkalken stark zusammenschrumpft, verschwindet diese Struktur auf decalcinierten Schnitten teilweise oder vollständig.

Dazu möchte ich ferner bemerken, daß eine ähnliche Struktur auch in den Stacheln einiger Chitonen mit großer Deutlichkeit hervortritt. Diese Struktur wurde schon von BLUMRICH bei *Chitonellus* als »helle, dunkel umsäumte parallele Querstreifen in unregelmäßigen Abständen voneinander und eine hindurchgehende sehr zarte Längsstreifung« beschrieben (91, S. 443). Ich habe diese Struktur am deutlichsten in riesigen Stacheln von *A. spinosa* beobachtet, wo sie aber bedeutend gröber als in der Linse ist. Meine Messungen zeigen, daß die Länge der Netzmaschen hier im Durchschnitt $4\text{--}8\ \mu$, ihre Breite $2\text{--}3\ \mu$ erreicht.

Eine weitere Analogie zwischen den Stacheln und der Linse besteht in der Bildungsweise beider Organe. Hinsichtlich der Entwicklung der Hartgebilde des Mantels bestätigt PLATE die Resultate von BLUMRICH, »nach denen zwei Hauptmodi zu unterscheiden sind, je nachdem eine ‚Bildungszelle‘ allein, bzw. in erster Linie, den Stachel liefert oder viele gleichartige Zellen denselben ausscheiden« (PLATE, 01, S. 372). Die Bildung der Linse geschieht nach dem ersteren Modus, wie es aus der Betrachtung meiner Fig. 11 und 12 folgt. Wenn man diese Figuren mit den Abbildungen der jungen Borsten (PLATE, 99, Taf. X, Fig. 300 *d*¹ und BLUMRICH, 91, Taf. XXVII, Fig. 31—34) vergleicht, so tritt die Ähnlichkeit der Entstehungsweise der beiden Organe deutlich hervor. In einem sehr frühen Stadium der Augenentwicklung (Fig. 11), wo die Linse (*L*) noch ganz klein ist, wird ihre proximale Hälfte von dem kelchförmig ausgebreiteten Ende einer sog. »Bildungszelle« (*lz*) um-

geben. Diese Zelle ist durch ihre bedeutendere Breite und ihren größeren Kern von den übrigen Zellen unterschieden. Neben der Bildungszelle und in enger Berührung mit derselben, befinden sich einige benachbarte Zellen. Diese ganze Zellgruppe ist von den umgebenden Zellen durch Spalträume mehr oder weniger deutlich abge sondert. Ich kann nicht mit Sicherheit sagen, ob auch die Nebenzellen bei der Ausscheidung der Linse irgendwelche Rolle spielen.

Ein etwas späteres Stadium der Augenentwicklung ist auf Fig. 12 dargestellt. Hier hat die Linse (*L*) schon ihre charakteristische flach bikonvexe Form angenommen; ihre innere Hälfte bleibt jedoch mit der ausgebreiteten Partie der Bildungszelle (*lz*) in Verbindung. Die Bildungszelle ist durch dunkler färbbares Plasma ausgezeichnet. Ihr großer Kern erscheint auf diesem Stadium viel blasser und homogener als die übrigen Zellkerne; seine Chromatinkörnchen sind schwierig zu unterscheiden. Die den Bildungszellen anliegenden Nebenzellen sind auch in diesem Stadium noch vorhanden.

Was das weitere Schicksal der Bildungszelle angeht, so möchte ich vermuten, daß sie, nachdem die Linse vollendet ist, zugrunde geht. Darauf deutet schon das blässere Aussehen ihres Kernes auf dem späteren Stadium hin. Im Glaskörper des ausgebildeten Auges fand ich oft einen rundlichen homogenen Körper (Fig. 1 *bzn*), dessen Tinktionsfähigkeit an die eines Zellkernes erinnert, was ihn von den umgebenden Glaskörperfasern deutlich hervorhebt. Diesen Körper halte ich für einen Rest der zugrunde gegangenen Bildungszelle oder Bildungszellgruppe der Linse.

Man könnte vielleicht die doppelte Natur der auf Fig. 14 abgebildeten Linse dadurch erklären, daß bei ihrer Entwicklung zwei Bildungszellen bzw. zwei Bildungszellgruppen nebeneinander wirkten.

Die Retina.

Die Linse wird dorsalwärts und manchmal auch seitlich vom Tegmentum, ventral vom Glaskörper begrenzt. Zwischen diesen beiden bleibt aber peripher eine schmale Zone der Linse, welche mit den periphersten Zellen der Retina in Berührung tritt. Die Retina besitzt bei einigen Chitonen, wie z. B. bei *A. spinigera* (Fig. 1) und *A. japonica* (Fig. 2), die Form einer hohlen Halbkugel, bei andern jedoch (*Sch. incisus* Fig. 7) hat sie die Gestalt eines tieferen Sackes.

Sowohl MOSELEY (85, S. 48) als auch PLATE (97, S. 195) haben in der Retina der Schalenaugen nur eine Art von Zellen gefunden, die nach PLATE an ihrem proximalen Ende »in eine zarte, sehr schwer

nachweisbare Faser übergehen«. Diese, auch von mir beobachteten Zellen möchte ich als Sehzellen bezeichnen (Fig. 1, 2, 7 rz). Sie sind gewöhnlich mehr oder weniger in die Länge gezogen und gehen proximalwärts in je eine Nervenfasern über (Fig. 1, 2 Nf). Besonders lang sind diese Zellen in der beutelförmigen Retina von *Sch. incisus* (Fig. 6, 7 rz). Die Gestalt der Zellen kann in einem und demselben Auge ziemlich stark differieren. Man trifft mannigfaltige Übergänge zwischen rundlich-quadratischen und birnförmigen Zellen. Auf Querschnitten erscheinen die Zellen polygonal oder rundlich-polygonal (Fig. 3, 5, 8 rz). Charakteristisch sind für diese Zellen ihre distalen, stets gewölbten Enden. Die Wölbung ist bei einigen Species, z. B. bei *Sch. incisus* (Fig. 6, 7) sehr stark, bei andern (*A. spinigera* Fig. 1) weniger deutlich ausgesprochen. Auf diese Eigentümlichkeit werde ich bei der Besprechung der sog. Zwischenzellen etwas näher eingehen.

Das Protoplasma der Sehzellen färbt sich gewöhnlich sehr schwach. Der Zellkern übertrifft an Größe die Kerne des umgebenden Gewebes, ist meistens rund, selten etwas oval und enthält, ebenso wie die übrigen, zum Auge gehörigen Kerne, mehrere Chromatinkörnchen, dagegen keinen deutlichen Nucleolus. In den Sehzellen von *A. spinigera* und *A. japonica* (Fig. 1, 2) liegt distalwärts vom Kerne je ein runder Körper (*bk*), der manchmal einen größeren Teil der Zelle erfüllt. Daß dieser Körper eine selbständige Bildung und nicht etwa ein bei der Fixierung entstandenes Protoplasma-coagulat ist, ergibt die Betrachtung der Querschnitte durch die Retina von *A. spinosa* (Fig. 5 *bk*). Hier liegen diese Binnenkörper seitlich von den Zellkernen, welche dadurch ganz an die Peripherie der Zelle gedrängt werden und eine abgeplattete, manchmal sogar nierenförmige Gestalt annehmen. Neben runden Binnenkörpern trifft man hier auch ovale, zweiteilige und anders gestaltete. Vom umgebenden Plasma sind sie ziemlich scharf abgegrenzt. Es ist sehr schwer, in den Binnenkörpern irgendwelche Struktur nachzuweisen. Nur selten konnte ich in ihnen eine undeutliche Punktierung beobachten. Bei Anwendung der MALLORYSchen Dreifachfärbung erscheinen sie rötlich und treten dabei deutlich aus dem äußerst blaß tingierten Plasma hervor. In den Sehzellen von *Sch. incisus* (Fig. 6, 7, 8 rz) sind diese Gebilde entweder sehr schwach oder gar nicht angedeutet.

Ähnliche Binnenkörper der Sehzellen wurden in der Literatur schon mehrfach beschrieben. RAY LANKESTER und BOURNE (83, S. 185, 193) haben beim Skorpion solche sphärische Gebilde gefunden, die vom umgebenden Protoplasma durch stärkere Färbbarkeit zu unterscheiden waren. Die genannten Autoren vergleichen diese Organe, welche sie

»Phaosphären« nennen, mit Rhabdomen, schreiben ihnen also eine lichtpercipierende Funktion zu. Ähnliche Körper von homogenem Aussehen hat GÖPPER (92) in den Sehzellen der Salpenaugen beobachtet. In jeder Sehzelle liegen hier eine oder zwei solche Phaosphären. Zu derselben Kategorie möchte ich die von mir in Chitonenaugen gefundenen Binnenkörper rechnen, welche auch dunkler als das umgebende Plasma aussehen. Auf Fig. 5 sieht man, daß diese Körper auch zweiteilig sein können. Bei meiner Untersuchung des Medianauges der Ostracoden habe ich in den Sehzellen ebenfalls ähnliche Binnenkörper gesehen. Hier fand ich in jeder Sehzelle entweder eine größere »Phaosphäre« oder mehrere kleine. Zu derselben Gruppe von Gebilden gehört, meiner Ansicht nach, der von HESSE (01, S. 350) bei *Eucalanus elongatus* beschriebene, »bandförmige, geschlängelte Binnenkörper von homogener Substanz, der sich vom Zellplasma scharf abhebt und für Farbstoffe mehr empfänglich ist als dieses«. Eine gewisse Ähnlichkeit mit den Binnenkörpern der Sehzellen von Ostracoden zeigen weiter die von mir in *Limnadia*-Augen gefundenen Einschlüsse dichterem Plasmas.

Wenn die aufgezählten Körper manchmal in ihrer Form und Größe stark voneinander abweichen, so kann man doch zwischen ihnen alle möglichen Übergangsstufen nachweisen. Wegen ihrer im Vergleich mit dem umgebenden Plasma stärkeren Färbbarkeit möchte ich der ganzen Gruppe von Gebilden den Namen »stark färbbare Binnenkörper der Sehzellen« verleihen.

Eine andre Gruppe bilden die schwach färbbaren Binnenkörper der Sehzellen, welche in den Augen von Naideen und Lumbriciden von HESSE (96 und 02) als Phaosomen beschrieben wurden. Auch MERTON (05) hat in den langen Sehzellen von *Nautilus* ähnliche Gebilde gefunden, die jedoch nicht homogen, wie die Phaosomen der obengenannten Würmer waren, sondern eine netzig-wabige Struktur zeigten. Eine ähnliche Struktur hat übrigens auch schon PURCELL in den Phaosphären von Arachnoideen beschrieben.

Von einigen Autoren wurde die Meinung geäußert, daß die Binnenkörper im Dienste einer unmittelbaren Lichtwahrnehmung stehen sollen. Demgemäß unterscheidet auch HESSE (02, S. 598) »in bezug auf die Beschaffenheit der lichtrecipierenden Elementarteile zweierlei Sehzellen: einmal solche mit freien Neurofibrillenenden . . . und zweitens solche mit Phaosomen«. Hinsichtlich der Sehfunktion der sog. Phaosphären der Skorpione und anderer Arachnoideen wurden schon von PURCELL und HESSE Zweifel erhoben, da PURCELL dieselben Gebilde sowohl in Leberzellen als auch in Hypodermiszellen der Arachnoideen gefunden

hatte. Ich habe auch in einigen Epidermiszellen von *Chiton olivaceus* (Fig. 21 *bk*) neben den Kernen ovale, homogene Binnenkörper beobachtet, die den Phaosphären sehr ähnlich sahen. Infolgedessen glaube auch ich, daß die stark färbbaren Binnenkörper keine spezifischen Bestandteile der Sehzellen sind und bei der Lichtreception keine Rolle spielen. Das unregelmäßige Auftreten dieser Gebilde sowohl, welche nach PURCELL nicht in allen Retinazellen vorhanden sind, als ihre mannigfaltige Gestalt und wechselnde Zahl in den Zellen einer und derselben Retina, sind Tatsachen, welche meine eben ausgesprochene Meinung unterstützen. Als Ausscheidungsprodukte des Protoplasmas entstanden, könnten diese Binnenkörper in einigen Fällen vielleicht einen dioptrischen Apparat, eine Art intracellulärer Linse darstellen, welche Vermutung mit ihrem stärkeren Brechungsexponenten übereinstimmte.

In bezug auf die schwach färbbaren Binnenkörper der Sehzellen (Phaosomen) möchte ich hervorheben, daß bis jetzt keine Beweise für die Wahrscheinlichkeit ihrer lichtrezipierenden Funktion existieren. Das betrifft besonders die Phaosomen von *Nautilus*, welche tief in der Retina, in den proximalen Partien der langen Sehzellen liegen. Oberhalb dieser Phaosomen werden die Sehzellen auf eine gewisse Strecke pigmentiert, so daß die Lichtstrahlen kaum zu ihnen gelangen können.

Im Gegensatz zu den Angaben der früheren Forscher konnte ich in der Retina der Schalenaugen eine zweite Zellenart nachweisen, die ich als Zwischenzellen bezeichne. Das Vorhandensein dieser Zellen ist bei vielen Chitonon ziemlich schwer festzustellen, sowohl auf den Längsschnitten (Fig. 1, 2 *zz*), wo sie meist als dünne Fasern zwischen den Sehzellen verlaufen, als auch auf Querschnitten (Fig. 3, 5 *zz*) durch die mittlere Region der Retina, wo sie manchmal als verdickte Grenzen der Sehzellen erscheinen. Diese Schwierigkeit beruht hauptsächlich auf der Gestalt der Zwischenzellen, die nur an beiden Enden erweitert, in der Mitte dagegen ganz dünn sind. Ihre basale, kernführende Erweiterung liegt zwischen den proximalen Enden der Sehzellen und steht mit den Zellen, die den freien Raum des Augenbulbus erfüllen (*fz*), in Zusammenhang. Der obere, distale Teil jeder Zwischenzelle verbreitet sich zwischen den abgerundeten Enden der Sehzellen. Diese Ausbreitungen sind manchmal so bedeutend, daß sie eine pilzhut- oder schirmartige Form annehmen und die Enden benachbarter Sehzellen bedecken (Fig. 2). Neben Zwischenzellen mit ganz dünnen, fadenartigen mittleren Teilen habe ich gelegentlich auch (sowohl bei *A. spinigera*, als *A. japonica*, Fig. 2) einige solche beobachtet, die ziemlich dick waren. In diesem Falle rückt der Zellkern manchmal distalwärts in die mittlere

Partie der Zelle hinein, was auf Fig. 2 in der Mitte der Retina zu sehen ist. Die distalen, über den Sehzellen ausgebreiteten Enden der Zwischenzellen tragen eine Menge langer, bis an die Linse reichender, feiner Fasern, welche den Glaskörper bilden.

In den Augen von *Sch. incisus* traten die Zwischenzellen deutlicher hervor als bei den früher genannten Species. Durch ihre intensivere Färbbarkeit unterscheiden sie sich scharf von den Sehzellen. Auf Längsschnitten durch die Retina (Fig. 6, 7 *zz*) beobachtet man nicht selten, daß die Kerne dieser Zellen zwischen den mittleren Regionen der Sehzellen liegen; dann sind die Kerne, entsprechend der Gestalt der Zwischenzellen, in die Länge ausgezogen. Sehr schön sind hier auch die verbreiterten distalen Enden der Zwischenzellen zu verfolgen, welche in die Fasern des Glaskörpers übergehen. Die erweiterten Basalenden der Zellen stehen durch besondere Fortsätze mit den später zu besprechenden Füllzellen (*fz*) in Zusammenhang. Die Querschnitte der Retina von *Sch. incisus* sind gleichfalls zum Studium der Zwischenzellen recht geeignet. Auf Fig. 8, welche einen schrägen Querschnitt durch die distale Hälfte der Retina und einen Teil des Glaskörpers darstellt, ist unten etwa die mittlere, kerntragende Region der Sehzellen getroffen. Die Zwischenzellen (*zz*) sind hier ganz schmal, aber deutlich von den blaß gefärbten Sehzellen (*rz*) zu unterscheiden. Distalwärts, also näher zu dem Glaskörper, werden die Durchschnitte der Zwischenzellen immer breiter. Ganz oben endlich treffen wir an Stelle der ausgebreiteten Zellenenden punktförmige Querschnitte durch die Fasern des Glaskörpers (*gk*).

Der Glaskörper.

Zum Studium des fasrigen Glaskörpers sind die nach MALLORY gefärbten Präparate besonders geeignet. Die Fasern, deren Zusammenhang mit den Zwischenzellen schon oben geschildert wurde, erhalten dabei eine intensiv violette Färbung (Fig. 1, 2, 7 *gk*), welche sie von den blassen Sehzellen scharf abhebt. Der Glaskörper füllt gewöhnlich den ganzen Raum zwischen der Retina und Linse aus. Die Spalten, welche auf einigen meiner Präparate (Fig. 2) hervortreten und den Glaskörper von der Retina trennen, dürfen wohl sicher auf Schrumpfung zurückgeführt werden. Man bemerkt fast immer, daß die Partie des Glaskörpers, welche unmittelbar den Sehzellen aufliegt, viel schwächer gefärbt ist (Fig. 1, 4). Diese Erscheinung weist meiner Ansicht nach darauf hin, daß der Glaskörper ausschließlich von den Zwischenzellen erzeugt wird. Ganz sicher möchte ich dies jedoch nicht behaupten,

da es mir zuweilen schien, daß die Sehzellen, soweit sie von den erweiterten Enden der Zwischenzellen nicht bedeckt sind, einige wenige Fortsätze in den Glaskörper entsenden. Ich beobachtete im Glaskörper öfters auch dunklere, parallel den Fasern ziehende Linien. Es sind dies wohl Fortsetzungen der Grenzen der faserbildenden Zwischenzellen. Eben diese Linien haben vermutlich bei PLATE die Ansicht hervorgerufen, daß die Sehzellen bis zur Linse reichen.

Die Unterscheidung der extrapigmentären Schalenaugen in solche mit und ohne Glaskörper kann, wie ich schon oben zeigte, nicht aufrecht erhalten werden. Man kann jedoch die Augen nach der Größe ihres Glaskörpers unterscheiden. Dieser Unterschied entspricht, wie aus der Tabelle I hervorgeht, auch der systematischen Stellung der betreffenden Placophoren. Die Tabelle gibt außer den Glaskörperdimensionen auch die der Linsen und der ganzen Augen.

Tabelle I.

	Glaskörper		Breite der Linse μ	Breite des Bulbus ohne Pigmentschicht μ
	Breite μ	Höhe μ		
<i>Acanthopleura japonica</i>	22	15	37—50	68—80
<i>Acanthopleura spinigera</i>	30	20	37	75
<i>Acanthopleura spinosa</i>	28	20	40—50	75
<i>Tonicia swainsoni</i>	25	25	37	65
<i>Tonicia suzensis</i>	20	25	25—35	41
<i>Enoplochiton niger</i>	24	31	22	68
<i>Schizochiton incisus</i>	16—40	48	32—47	90—100

In diese Tabelle sind die sämtlichen mit extrapigmentären Augen versehenen Gattungen (mit Ausnahme von *Onitochiton*) aufgenommen. Den niedrigsten und breitesten Glaskörper finden wir bei Vertretern der Gattung *Acanthopleura* aus der Subfamilie Toniciinae. Gewöhnlich verhält sich die Höhe dieser Glaskörper zu ihrer Breite wie 2 : 3. Man trifft aber auch viel breitere Glaskörper, wie es z. B. auf Fig. 1 dargestellt ist. Die Fasern des Glaskörpers verlaufen hier, wie gut getroffene Schnitte (Fig. 1 *gk*) zeigen, radiär zur Linsenoberfläche. Deswegen erscheinen Querschnitte dieser Glaskörper (Fig. 4) fein punktiert.

Ganz andre Verhältnisse der Dimensionen zeigt der Glaskörper in der Subfamilie Liolophurinae. Sowohl *Enoplochiton niger*, als auch *Schizochiton incisus* besitzen eine tief beutelförmige Retina, weshalb

ihr Glaskörper sehr hoch ist. Die Augen meiner *E. niger* waren schlecht erhalten; den Glaskörper von *Sch. incisus* konnte ich dagegen ziemlich genau studieren. Seine Gestalt läßt sich am besten aus Querschnitten erkennen (Fig. 6 *gk*). Er stellt nämlich ein mehr oder weniger regelmäßig dreiteiliges Gebilde dar, welches gewissen Rhabdomen (z. B. denen der Skorpione) ähnelt. Manchmal habe ich in seiner Mitte auch eine Art Centralkanal bemerkt. Die Fasern sind in diesem Glaskörper nicht gegen die Linse gerichtet, wie es bei der Gattung *Acanthopleura* der Fall war, vielmehr stehen sie senkrecht auf der Fläche der Retina und da diese ein auf dem Querschnitt wie ein etwa kleeblattförmig ausgebuchteter dreiteiliger Beutel erscheint, so stoßen die Glaskörperfasern der sich gegenüberstehenden Wände des Beutels direkt aufeinander und bilden eine entsprechende kleeblattförmige Figur, die in ihrer Gesamtheit, wie gesagt, eine gewisse Ähnlichkeit mit einem dreiteiligen Rhabdom darbietet.

Diese Ähnlichkeit ist jedoch nur eine äußerliche. An der Bildung eines solchen Rhabdoms nehmen nur drei Zellen teil, während jede Seite des betreffenden Glaskörpers von einer großen Menge Zellen gebildet wird. Ein zweiter und hauptsächlichster Unterschied besteht darin, daß das Rhabdom von Sehzellen, der fragliche Glaskörper aber ausschließlich oder doch ganz vorwiegend von Zwischenzellen hervorgebracht wird.

Auf Längsschnitten durch das Auge von *Sch. incisus* kann man zweierlei Bilder des Glaskörpers antreffen. Einmal kann der Schnitt eine der drei Abteilungen des Glaskörpers längs durchschneiden; dabei kommt das auf Fig. 7 dargestellte Bild zustande. Der Glaskörper erscheint hier sehr schmal und besteht aus zwei Reihen gegeneinander ziehender Fasern. Andernfalls kann der Schnitt zwei der drei Glaskörperblätter tangential durchschneiden; in diesem Falle erhält man das Bild eines viel breiteren Glaskörpers, dessen Fasern quergetroffen sind und der daher aus einer »hellen, sehr feinkörnigen Masse« zu bestehen scheint. Einen solchen Glaskörper hat PLATE in seiner Textfig. G (97, S. 226) abgebildet.

Die Vertreter der Gattung *Tonicia* nehmen in bezug auf die Dimensionen ihres Glaskörpers eine mittlere Stellung zwischen *Acanthopleura* und *Liolophurinen* ein (siehe Tab. I). *T. swainsoni* besitzt einen ebenso hohen wie breiten Glaskörper; der von *T. suezensis* dagegen erfüllt einen tieferen Retinasack und ist daher dem Glaskörper von *Sch. incisus* ähnlich. Er ist aber nicht dreiteilig wie bei der letzteren Art, seine Fasern sind jedoch auch nicht radiär zur Linse gerichtet, wie

es bei *Acanthopleura* der Fall war. Sie verlaufen vielmehr (auf Querschnitten durch das Auge) in zwei Lagen gegeneinander.

Die Elemente des Auges von *T. swainsoni* waren leider zu schlecht erhalten, als daß ich etwas über die Anordnung der Glaskörperfasern ermitteln konnte.

Die Entstehung der oben geschilderten komplizierteren Glaskörper läßt sich wohl durch eine Vergrößerung der Retinaoberfläche erklären. Hierdurch wird zuerst der Retinabecher tiefer, wie wir es bei *T. suezensis* beobachten. Eine noch weitere Vergrößerung der Oberfläche wird wegen des Raummangels im Augensbulbus zur Bildung der drei Einfaltungen der Retinawand führen, welche ihrerseits die dreigeteilte Form des Glaskörpers bedingen.

Hinsichtlich der Zusammensetzung des Glaskörpers aus feinen Fasern, die von den Zwischenzellen erzeugt werden, möchte ich bemerken, daß ähnliche Tatsachen auch bei andern Tierabteilungen beobachtet wurden. Ich will hier z. B. an die Angabe von HESSE (99, S. 451) erinnern. Dieser Autor hat nämlich im Auge von *Nereis cultrifera* beobachtet, daß von jeder Zwischenzelle (Secretzelle) »ein Faden entspringt, der sich mit der Substanz des lichtbrechenden Körpers vereinigt«. Auch die Fasern des Glaskörpers von Wirbeltieren stammen von Zwischenzellen der Retina — den sog. MÜLLERSchen Stützfäsern.

Die Füllzellen.

Unter diesem Namen fasse ich diejenigen Zellen zusammen, welche den von den seither geschilderten Elementen freien Raum des Augensbulbus erfüllen (Fig. 1, 2, 6, 7 *fz*). Auch die Pigment- und die Microaesthetenzellen sollen zu dieser Kategorie von Elementen gerechnet werden. Alle diese Zellen sind reichlich verzweigt und ihre Ausläufer miteinander verbunden. Das von ihnen gebildete Gewebe hat also große Ähnlichkeit mit netzigem Bindegewebe, wogegen es sicher ist, daß seine Zellen epithelialer Natur sind.

Um dies näher zu begründen, will ich hier mit wenigen Worten die Entwicklungsgeschichte des Schalenauges, soweit ich sie verfolgen konnte, schildern. In seinem ersten Entwicklungsstadium besteht das Auge, wie zuerst PLATE (97, S. 197) festgestellt hat, aus einer Gruppe von Epidermiszellen, die in der Epidermis der sog. aesthetenbildenden Kante (d. h. längs des seitlichen Randes des Tegmentums) eine halbkugelförmige Erhebung bildet (Fig. 11). Auf diesem Stadium unterscheidet man in der Augenanlage nur die schon oben geschilderte Bildungszelle der Linse (*lz*), sowie einige Pigmentzellen (*pz*), die mit ihren

verbreiterten Distalenden dem Tegmentum dicht anliegen und die Substanz des letzteren mit Pigment versorgen. Merkwürdig ist dabei, daß die Zellen selbst gewöhnlich vollständig pigmentfrei sind. Das Pigment wird also wahrscheinlich nur an ihrer Oberfläche gebildet. Die Pigmentkörnchen sind in Reihen angeordnet, welche zur ausscheidenden Oberfläche der Zellen senkrecht stehen. Eine solche Anordnung der Pigmentkörnchen kann man oft auch an ausgebildeten Augen beobachten (Fig. 1 *P*). In der Masse dieser Pigmentkörnchen (besonders deutlich bei *Sch. incisus*, Fig. 6, 7 *P*) lassen sich die Fortsetzungen der Pigmentzellgrenzen in Form von hellen Linien zuweilen noch deutlich erkennen. Ich vermute, daß die von PLATE (97, S. 227) beschriebenen Löcher im Pigmentbecher eben diesen Zellbezirken entsprechen.

Ein späteres Entwicklungsstadium des Auges, welches ich auf Fig. 12 abgebildet habe, unterscheidet sich vom vorigen dadurch, daß sich hier unter der Linse eine besondere Gruppe von Zellen differenziert hat; es ist wahrscheinlich die Anlage der zukünftigen Retina.

Im weiteren Verlaufe der Entwicklung werden von der das Auge umgebenden Epidermis immer neue Tegmentumschichten abgelagert, so daß dadurch der Augenbulbus von der aesthetenbildenden Kante in das randliche Tegmentum verlagert und emporgehoben wird. Dabei bleibt er jedoch mit der Epidermis durch einen Kanal in Verbindung, in welchem der sog. Faserstrang verläuft. Bei der Erhebung über und der Entfernung der Pigmentzellen von der Epidermiskante folgen ihnen auch einige andre Epithelzellen, welche sich einerseits mit den ersteren, anderseits untereinander, sowie mit den in der Epidermisfläche gebliebenen Zellen durch Ausläufer in Verbindung erhalten. In der Epidermis der Placophoren bemerkt man sehr oft spaltförmige Interzellarräume, die in der Nähe des Abgangs der Faserstränge größer werden und von zarten Ausläufern der Epithelzellen durchsetzt sind (Fig. 9 *Ep*). Derartige bindegewebsähnliche Netze von Epithelzellen ziehen sich auch in die Faserstränge hinein und erfüllen den freien Raum sowohl im Augenbulbus, als auch in dem zu ihm führenden Kanal.

Weiter unten werde ich etwas näher auf den Bau der Faserstränge eingehen, nachdem ich die andern Endorgane dieser Stränge, die Aestheten, besprochen habe.

II. Die Aestheten.

Im Gegensatz zu den bei Placophoren nur selten vorkommenden Augen muß man die Aestheten als beständige Organe der Chitonenschalen bezeichnen. Es wird gewöhnlich angenommen, daß die Aestheten

eine ausschließliche Eigentümlichkeit der Placophorenschale darstellen und einen typischen Unterschied zwischen dieser und den Schalen der übrigen Mollusken bilden. Eine solche Annahme scheint mir jedoch nicht richtig zu sein, denn vor kurzem hat SCHRÖDER (97) auch bei einer Lamellibranchiate (*Calyculina lacustris*) ähnliche Kanäle beobachtet, welche die ganze Dicke der Schale durchsetzen und von welchen jeder einen Fortsatz der Mantelepithelzelle enthält.

Die Aestheten wurden viel früher als die Schalenaugen entdeckt. Schon MIDDENDORFF (49) hat in den Chitonenschalen Kanäle beschrieben, »qui traversent toute l'épaisseur de la valve et se remplissent d'une masse poreuse, d'apparence crayeuse«. MARSHALL (69) beobachtete ovale Anschwellungen dieser Kanäle in der Nähe der Schalenoberfläche. Eine gute Abbildung der Aestheten soll nach MOSELEYS Angabe in VAN BEMMELENS »Proefschrift« (82) sich befinden, welche Arbeit mir leider unzugänglich blieb. Eine eingehendere Beschreibung dieser Organe enthält MOSELEYS Arbeit (85). Er schuf den Namen Megalaesthet für die von MARSHALL entdeckte Anschwellung des Schalenkanals, welche an der Schalenoberfläche durch eine besondere Kappe abgeschlossen wird. Von dieser Anschwellung entspringen allseitig zahlreiche feinere Kanälchen — MOSELEYS Micraestheten —, die gleichfalls bis zur Schalenoberfläche aufsteigen und hier von ähnlichen Kappen abgeschlossen werden. Diese beiden sog. Aesthetenformen (Megalaesthet und Micraesthet) hält MOSELEY für Tastorgane, um so mehr, als, wie bekannt, den Chitonen andre Tastorgane in Form von Tentakeln fehlen.

In neuerer Zeit wurden die Aestheten sehr eingehend von BLUMRICH (91) und PLATE (97—01) untersucht. Nach BLUMRICH besteht der Inhalt der Aestheten aus drei Arten von Zellen: 1) großen Drüsenzellen mit basalständigem, abgeplattetem Kern; 2) schmalen, fadenartigen Zellen, die zwischen den ersteren verlaufen, und 3) Micraesthetenzellen, deren Kern an den Abzweigungsstellen der Micraesthetenkanäle gelegen ist. Die Drüsenzellen reichen bis zu der chitinigen Scheitelkappe, welche, von der Seite betrachtet, eine konzentrische Schichtung zeigt, was schon MOSELEY beobachtet hat. Die Chitinkappen der Micraestheten nennt BLUMRICH Nebenkappen und findet in ihnen keine Struktur.

PLATE bestätigte das Vorhandensein der drei von BLUMRICH beschriebenen Zellarten, meint aber, daß sie alle von einer und derselben Natur seien. Er findet, daß »die Drüsenzellen hinter dem Kern sich in einen dünnen Faden ausziehen, der in eine Faser des Faserstranges übergeht« (97, S. 188). Diese Zellen, bemerkt er weiter: »scheinen eine

doppelte Funktion zu haben, nämlich sensibel zu sein und außerdem die Scheitelkappe in demselben Maße zu regenerieren, wie sie an ihrer über das Schalenniveau etwas vorspringenden Oberfläche durch die Wasserbewegung abgerieben wird« (01, S. 498). Die Fadenzellen betrachtet PLATE als Ersatzelemente für die Drüsenzellen. Die Micraestheten besitzen nach ihm auch einen in den Faserstrang ziehenden Faden, sind also den Drüsenzellen homolog.

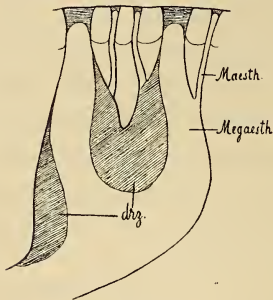
Auf Grund meiner Untersuchungen muß ich ebenfalls schließen, daß alle Aesthetenzellen, ebenso wie die Schalenaugenzellen insofern als homologe Bildungen aufgefaßt werden können, als sie sämtlich von Epidermiszellen herkommen. Ihrer Funktion nach zërfallen sie jedoch in Sinnes- und Füllzellen.

Am auffallendsten sind ohne Zweifel die Drüsenzellen. Die verschiedene Beschaffenheit des Secrets innerhalb einer und derselben dieser Zellen habe ich auch, wie schon BLUMRICH und PLATE, beobachtet. Dieses Secret besitzt manchmal eine gleichmäßig körnige Struktur, manchmal zerfällt dagegen der ganze Inhalt einer Drüsenzelle in einige größere homogen aussehende Klumpen. Auch gegenüber Farbstoffen verhalten sich die Drüsenzellen, oft sogar Teile einer und derselben Zelle verschieden. So sieht man zuweilen, daß einige Drüsenzellen nach Behandlung mit MALLORYSchen Farben blau, die andern rot geworden sind. Diese bigamen Drüsenzellen sind nicht bei sämtlichen Chitonen nachzuweisen. Sie fehlen z. B. bei den von mir untersuchten Exemplaren von *T. chiloensis*, *A. japonica* und *A. spinosa*.

In keinem Megalaesthet dagegen vermißte ich erstens einige vereinzelte oder gruppenweise angeordnete, schmale, oft spindelförmige Zellen (Fig. 15, 17 sz), zweitens Zellnetze (fz), welche den oben beschriebenen Füllzellen des Schalenauges vollkommen ähnlich sind. Die ersteren Zellen, die den Fadenzellen von PLATE entsprechen, sind recht gut in denjenigen Aestheten zu beobachten, denen die stark angeschwollenen Drüsenzellen fehlen, wie es bei *A. spinosa* (Fig. 15) der Fall ist, oder wo letztere (z. B. *Sch. incisus*, Fig. 17) in geringerer Zahl vorhanden sind und nicht den ganzen Raum des Aestheten ausfüllen, sondern nur der Wand anliegen. Die spindelförmigen Zellen lassen sich hier von ihrer Umgebung durch stärkere Färbbarkeit scharf unterscheiden. Gegen die Schalenoberfläche verlängern sie sich in dünne Fortsätze, welche in Form eines Stranges beinahe bis zur Scheitelkappe reichen. An seinem Distalende, in einem geringen Abstände von der Kappe, schwillt manchmal der Strang kolbenförmig an. Von solchem Endkölbchen entspringen einige kurze radiär angeordnete Fädchen (Fig. 15).

Ähnliche Zellgruppen mit distalwärts ziehenden Strängen und Endkölbchen habe ich auch in einigen drüsenreichen Megalaestheten (z. B. bei *T. suzensis*) beobachtet, wo sie zwischen den Drüsenzellen gelegen sind. Die proximalen Enden der Zellen gehen in fadenförmige Fortsätze über, deren Verbindung mit den Nerven des Faserstranges (*Fs*) auf manchen Präparaten (Fig. 15) sehr klar hervortritt. Die aufgezählten Eigenschaften erlauben mit großer Sicherheit, diese Zellen als Sinneszellen aufzufassen.

Was dagegen die Drüsenzellen angeht, so bezweifle ich ihre sensitive Natur, und zwar aus folgenden Gründen. Obgleich ich ihren faserartigen proximalen Fortsatz bei vielen Formen (*Ch. olivaceus*, *Chiton sp.*, *T. suzensis*) beobachtet habe, konnte ich doch nie eine Verbindung dieses Fortsatzes mit den Nervenfasern feststellen. Die Fortsätze sind bei einigen Chitononen mehr, bei andern weniger deutlich ausgesprochen; bei *Sch. incisus* endlich (Fig. 17) fehlen sie vollständig.



Textfig. 1.

Längsschnitt durch ein doppeltes Aesthet von *Schizochiton incisus*. *Megaesth*, Megalaesthet; *Maesth*, Micraesthet; *drz*, Drüsenzellen.

Bei letzterer Art trifft man auch nicht selten Bilder, wo eine und dieselbe Drüsenzelle (*drz*) sich in zwei nebeneinander gelegene Megalaestheten erstreckt, wie es auf der beigegebenen Textfig. 1 schematisch dargestellt ist. In den drüsenlosen Megalaestheten beobachtete ich, daß der distale Strang der Sinneszellen gewöhnlich von Zellen mit wenig tingierbarem Protoplasma umgeben ist, welche, wie die Drüsenzellen, dicht der Scheitelkappe anliegen, nach unten aber mit Füllzellen in Zusammenhang treten. Dieser Umstand legt mir den Gedanken nahe, daß die Drüsenzellen nichts anderes, als durch intensive Secretion stark angeschwollene Füllzellen sind. Ihr Secret dient vermutlich vor allem zum Aufbau der Scheitelkappen, möglicherweise auch der Nebenkappen.

Die Füllzellen liegen entweder an der kalkigen Wand des Aestheten oder im freien Hohlraum desselben. Sie sind alle durch Ausläufer untereinander verbunden, genau so wie in den Schalenaugen.

In jedem Micraesthet (Fig. 2, 7, 15, 17 *Mic*) finde ich, in Übereinstimmung mit den früheren Forschern, nur eine einzige Zelle, deren Protoplasma bis zur Nebenkappe reicht. Der Zellkern befindet sich meistens an der Basis des Micraesthetenkanals, manchmal aber auch

in dem Kanal selbst. Die am Ursprung des Kanals liegende Partie der Zelle ist gewöhnlich etwas erweitert und geht proximalwärts in einen Fortsatz über. Irgendwelche Verbindung dieses Fortsatzes mit dem Nervenstrang konnte ich nie feststellen, dagegen sah ich oft, sowohl in Aestheten als auch in Augen, daß dieser Fortsatz mit Ausläufern der Füllzellen verschmolz, ganz ähnlich den Fortsätzen der wandständigen Füllzellen (Fig. 7, 15, 17 *mz*). Wenn wir weiterhin berücksichtigen, daß auch die Tinktionsfähigkeit der Micraesthetenzellen der der Füllzellen vollkommen entspricht, so dürfen wir, wie ich glaube, mit Bestimmtheit die Identität dieser beiden Zellarten behaupten.

Schon MOSELEY (85, S. 55) hat auf die Homologie der Schalenaugen und der Megalaestheten hingewiesen. Diese Homologie wurde seitdem auch von andern Autoren anerkannt. Wie aus meiner Beschreibung hervorgeht, bestehen die beiden genannten Organe aus Sinnes- und Füllzellen, die alle vom Epithel stammen. Die Sinneszellen eines Auges (Sehzellen) sind viel zahlreicher als die eines Aestheten. Die sämtlichen Füllzellen jedes Organs stehen miteinander durch anastomosierende Ausläufer im Zusammenhang. Wir unterscheiden neben den gewöhnlichen Füllzellen noch folgende Modifikationen derselben; in dem Auge: Zwischen-, Pigment- und Micraesthetenzellen; in dem Aesthet: Drüsen- und Micraesthetenzellen. Eine so weitgehende Ähnlichkeit der Zellelemente der Schalenaugen und Aestheten liefert, meiner Ansicht nach, eine weitere Bestätigung der Homologie der genannten Organe.

Dagegen vermag ich mich PLATES Ansicht (01, S. 503), daß die Linse eine modifizierte Scheitelkappe sei, nicht anzuschließen. Dem widerspricht erstens die verschiedene Lage beider Gebilde: die Linse liegt unter einer Schicht der Kalkschale, die Scheitelkappe ganz oberflächlich im Zusammenhang mit dem Periostracum; zweitens spricht dagegen auch die Verschiedenheit ihrer chemischen Zusammensetzung und ihrer Struktur. Vielleicht könnte man sowohl die Linse, als auch die Scheitelkappe phylogenetisch von einer und derselben Bildung, nämlich von den Mantelstacheln ableiten. In diesem Falle kann aber die Linse nur dem kalkigen Teil des Stachels entsprechen, dem sie sowohl morphologisch als auch entwicklungsgeschichtlich ähnlich ist. Die Scheitelkappe dagegen kann mit derselben Sicherheit dem basalen Stachelteile, dem sog. Chitinbecher des Stachels, homologisiert werden.

Meine Beurteilung der Megalaestheten und Micraestheten weicht daher von der der früheren Forscher insofern ab, als ich nur die ersteren für Sinnesorgane halte.

Über die wahrscheinliche Funktion der Aestheten habe ich in der Literatur folgende Angaben gefunden. Im Gegensatz zu der schon früher erwähnten Ansicht MOSELEYS und BLUMRICHS über die Aestheten als eine Art Tastorgane, hat THIELE vermutet, daß die Aestheten, wie auch die Hypodermisfortsätze der Solenogastren »eine allgemeine Wahrnehmung von Wasserbewegungen vermitteln mögen« (02, S. 309). PLATE hat eine sehr wahrscheinliche Hypothese über die Schalenaugen aufgestellt, deren Funktion nach ihm darin bestehen soll, »die Tiere von solchen Regionen fern zu halten, in denen das Wasser durch Sand oder andre Schmutzteilchen verunreinigt ist« (01, S. 506). Dabei gedenkt er aber nur kurz der Bedeutung der Aestheten. »Das Niederfallen von Sandkörnchen auf die Schale«, sagt er, »wird durch die stets in großer Zahl vorhandenen Aestheten wahrgenommen« (ebenda).

Alle genannten Autoren sind also damit einverstanden, daß die Aestheten, und zwar sowohl Megalaestheten als Micraestheten, Hautsinnesorgane seien. Bei dieser Auffassung bleibt aber die Tatsache sehr schwer verständlich, daß die Micraesthetenkappen bei gewissen Chitonen ganz dicht nebeneinander stehen, ja sogar untereinander verschmelzen (siehe z. B. die Fig. 10 von BLUMRICHS, 91, oder meine Fig. 10). Wenn wir bedenken, daß beim Menschen die kleinste, durch die Hautsinnesorgane wahrnehmbare Distanz an besonders empfindlichen Körperregionen, z. B. am Kleinfingerballen und Handteller 0,1 mm, an Rücken schon 4—6 mm beträgt (TIGERSTEDT, 02, Bd. II, S. 95), so muß es uns sehr erstaunlich erscheinen, daß ähnliche Sinnesorgane an der kalkigen Chitonenschale viel dichter angeordnet sind (siehe Tabelle II). Nachdem ich aber den Mangel nervöser Elemente in den Micraestheten sehr wahrscheinlich gemacht habe, kann ich die sensorischen Funktionen der Haut nur den Megalaestheten zuschreiben, deren Abstand voneinander, wie es aus meiner Tabelle II ersichtlich ist, mit den oben angeführten Distanzen zwischen den Hautsinnesorganen des Menschen in keinem großen Gegensatz steht.

Eine weitere Funktion der Megalaestheten, ebenso wie die ausschließliche Funktion der Micraestheten, dürfte, wie es aus weiter unten folgenden Erörterungen wohl sicher hervorgeht, bestehen: erstens in der Bildung des sog. Periostracums, des die jüngeren Schalen bedeckenden Häutchens, zweitens in dem Schutz der kalkigen Schalen durch die Kappen gegen Algen und andre kalkauflösende Mikroorganismen.

Bei der Schilderung der mikroskopischen Struktur der Chitonenschale erwähnt schon MARSHALL (69, S. 333), daß das Tegmentum äußerlich von der Epidermis bedeckt werde. Diese Epidermis hat

VAN BEMMELEN (82) als ein dünnes, zwischen den Chitinkappen der Aestheten ausgespanntes Häutchen beschrieben, und ihr den Namen *Periostracum* verliehen. Einer interessanten Angabe über das *Periostracum* von *Callochiton laevis* begegnen wir bei PLATE (99, S. 170). Das *Periostracum* oder die *Cuticula* der Schale, wie PLATE es manchmal auch bezeichnet, wird hier ungewöhnlich dick. Die den Nebenkappen entsprechenden Teile der *Micraestheten* »stellen solide Zapfen einer Substanz dar, welche von der *Cuticula* kaum zu unterscheiden und jedenfalls nicht scharf in Form einer Kappe von ihr abgesetzt ist«.

Das *Periostracum*, welches bei den meisten Chitonon nur in Form eines dünnen Häutchens auftritt, wird durch äußere mechanische Einriffe (Wasserbewegung, Sand, Schlamm usw.) sehr rasch abgerieben. Die blauen Linien, welche auf Fig. 1 und 2 über dem Auge verlaufen, stellen kein *Periostracum*, sondern einen an der Oberfläche der Schale später gebildeten Niederschlag dar. Überall aber, wo ich an der Schale ein wirkliches *Periostracum* erhalten fand, sehe ich (Fig. 15 *Postr*), daß es in die Substanz der Scheitel- und Nebenkappen ohne irgend eine scharfe Grenze übergeht. Besonders deutlich tritt dieses Verhalten bei einem kleinen, von mir auf Querschnitten untersuchten Exemplar von *Ch. olivaceus*¹ (Fig. 10, 16) hervor, wo das *Periostracum* und die Aesthetenkappen der oben angeführten Beschreibung dieser Gebilde von *Callochiton laevis* entsprechen. Bei diesem Objekte (*Ch. olivaceus*) bin ich imstande gewesen auch den Bildungsprozeß der Aesthetenkappen und des *Periostracums* zu verfolgen.

Die *Megalaestheten* und *Micraestheten* entstehen hier, wie auch bei den übrigen Chitonon, als Auswüchse der sog. aesthetenbildenden Kante der Epidermis (Fig. 10 *Aebk*) in gleichmäßigen Abständen voneinander. Der seitliche Rand der Schalen, welcher die jüngeren Aestheten enthält, wird von einem Vorsprung der Mantelcuticula (*Cut*) überdeckt. Zur Erzeugung dieses Cuticularvorsprungs existiert neben der aesthetenbildenden Epidermiskante eine besondere drüsenartige Einsenkung der Epidermis, welche auf Fig. 10 dargestellt ist. Man bemerkt hier, daß die Cuticularmasse, welche aus dieser Einsenkung hervortritt und sich über den Schalenrand ausbreitet, einen faserigen Bau besitzt. Dicht an der unteren Seite dieser *Cuticula* liegen die distalen Enden von Aestheten (*Meg*, *Mic*). Aus Fig. 16 ist auch der feinere Bau dieser *Micraestheten* ersichtlich. Schon das jüngste *Micraesthet* (*Mic*¹), das rechte der Figur, läßt in seinem distalen, das sog. *Suprategmentum*

¹ Ich habe leider die Länge des Tieres nicht gemessen. Seine Breite auf Querschnitten beträgt 5 mm.

(St) durchsetzenden Teile drei verschiedene Regionen unterscheiden. Basal findet sich das auf meinen Präparaten körnig aussehende, schwach färbare Protoplasma der Micraesthetenzelle. Darüber liegt eine scheibenförmige, dunkler gefärbte Schicht, welche vermutlich aus verdichtetem Plasma besteht. Diese Scheibe ist feinfaserig, wobei die Fasern in der Längsrichtung des Micraestheten verlaufen. Von der Scheibe entspringt ein Büschel von Fasern, welches sich nach oben fächerförmig ausbreitet und mit seinem verbreiterten Ende an die Cuticula (*Cut*) stößt. Die Fasern scheinen miteinander verklebt zu sein; an ihren Abgangsstellen von der Scheibe sieht man stets dunkel färbare Punkte, die möglicherweise den Basalkörperchen der Flimmerepithelien entsprechen. Je älter das Micraesthet wird, je weiter es sich also von der aesthetenbildenden Kante entfernt, um so breiter wird die Ausbreitzungszone seines büschelförmigen Endstückes, so daß schließlich (Fig. 16 *Mic*⁴, *Mic*⁵) zwei solche Nachbarstücke miteinander in Verbindung treten. Gleichzeitig bemerken wir auch Veränderung in der Tinktionsfähigkeit dieser wohl der Nebenkappe entsprechenden Partie des Micraestheten. Zuerst (*Mic*²) bemerkt man, daß die Fasern nur an ihren, der Cuticula anliegenden Enden dunkel gefärbt werden. Der nächste Micraesthet (*Mic*³) zeigt schon eine größere dunkel gefärbte Partie des Endstückes. Endlich bilden alle zusammengewachsenen Endstücke (Kappen) der Micraestheten ein dickes, dunkel gefärbtes, längsstreifiges Periostracum (Fig. 10, 16 *Postr*). Im Umkreis der Scheitelkappen der Megalaestheten (Fig. 10 *Meg*) wird dies Periostracum dünner und bildet hier eine ringförmige Einsenkung.

Bei dem zweiten, größeren (2 cm langen) Exemplar von *Ch. olivaceus* fand ich kein so dickes Periostracum mehr. Dementsprechend waren dort auch die Aesthetenkappen nicht verwachsen, obgleich sie sehr dicht nebeneinander lagen. Es ist wahrscheinlich, daß nur die jüngeren Tiere, deren Schale noch verhältnismäßig fein ist, ein dickes Periostracum besitzen.

Obgleich ich bei den übrigen Chitonon die Bildung des Periostracums nicht verfolgen konnte, erlauben doch die obenerwähnten unmittelbaren Übergänge der Substanz der Chitinkappen in die des Periostracums mit Sicherheit zu behaupten, daß die Substanz des letzteren überall von Aestheten geliefert wird. Die von verschiedenen Autoren (MARSHALL, 69, S. 336; MOSELEY, 85, S. 55; BLUMRICH, 91, S. 416; PLATE, 97, S. 190 u. 216) beobachtete regelmäßige Anordnung der Aesthetenkappen an der Oberfläche der Schale stimmt mit meiner Auffassung vollständig überein.

Die Möglichkeit, das Periostracum als eine Fortsetzung der Mantelcuticula zu deuten, ist, abgesehen von den oben angeführten Gründen, auch deshalb unannehmbar, weil erstens zwischen diesen beiden Bildungen immer eine deutliche Grenze besteht, und zweitens, weil bei Anwendung einer Mehrfachfärbung (wie z. B. der MALLORYSchen Methode) das Periostracum stets eine andre Farbe als die Cuticula zeigt (Fig. 10).

Das Periostracum kann seine Aufgabe, die Schale gegen kalkauflösende Organismen zu schützen, nicht lange erfüllen, weil es meist, wie ich schon oben erwähnte, frühzeitig abgerieben wird. Zu dieser Zeit hat jedoch die Schale schon eine bedeutende Dicke erreicht, so daß die Angriffe der Parasiten sie nicht mehr sehr gefährden. Außerdem persistieren die schalenschützenden Aesthetenkappen gewöhnlich das ganze Leben hindurch an der Schale, weil sie von unten durch die Tätigkeit der Zellen stets nachwachsen. Obgleich die Aestheten das abgeriebene Periostracum nicht mehr regenerieren können, bilden sie doch durch ihre Kappen, falls diese dicht nebeneinander angeordnet sind, einen wesentlichen Schutz für die Schale gegen die kalkauflösende Tätigkeit der Mikroorganismen. In dieser Hinsicht sind aber die Schalen verschiedener Chitonen nicht gleich günstig gebaut, wie man aus der beigegebenen Tabelle II erschen kann. In ihr habe ich erstens die Resultate meiner Messungen der Entfernungen zwischen den Kappen der Megalaestheten und Micraestheten, zweitens meine Beobachtungen über den Zustand der Schale sämtlicher, von mir untersuchten Chitonen eingetragen. Selbstverständlich können diese Zahlen nur als ungefährer Durchschnitt gelten, obgleich ich in den meisten Fällen die Messungen, welche in der Flächenbetrachtung der Schalen ausgeführt wurden, durch solche auf Schnitten kontrolliert habe.

Tabelle II.

	Abstand der Scheitelkappen voneinander μ	Abstand der Nebenkappen voneinander μ	Zahl der Micraestheten	Erhaltungszustand der Schalenoberfläche
<i>Acanthopleura japonica</i>	50—120	} 40—300	} gering	} beschädigt
<i>Acanthopleura spinigera</i>	100—240			
<i>Acanthopleura spinosa</i>	300			
<i>Tonicia chiloensis</i>	30—300	6—25	} groß	} wenig beschädigt
<i>Tonicia swainsoni</i>	30—100	3—5		
<i>Tonicia zuezensis</i>	25—50	1,5		
<i>Enoplochiton niger</i>	30—300	6—25	} groß	} unbeschädigt
<i>Schizochiton incisus</i>	75—150	10—20		
<i>Chiton</i> sp.	40	3—5		
<i>Chiton olivaceus</i>	75—300	0—15		

Die Zwischenräume zwischen den Scheitelkappen, welche in der ersten Rubrik der Tabelle angegeben sind, zeigen keine besonders auffallenden Differenzen bei verschiedenen Chitonarten. Die Zahl der Megalaestheten steht in keiner Beziehung zu dem in der vierten Rubrik verzeichneten Erhaltungszustande der Schale. Beim Vergleichen der drei letzteren Rubriken der Tabelle tritt jedoch die Abhängigkeit des Erhaltungszustandes der Schale von der Menge der in ihr vorhandenen Microaestheten hervor. Nach der Zahl der Microaestheten können wir alle in der Tabelle angeführten Chitonen in zwei Gruppen zerlegen. Die erste Gruppe umfaßt die Vertreter der Gattung *Acanthopleura*, deren Schale nur wenig Microaestheten besitzt. Die Nebenkappen sind an der Schalenoberfläche durch große unregelmäßige Zwischenräume voneinander getrennt. Der schlechte Erhaltungszustand der Schalenoberfläche von *Acanthopleuren*, welche gewöhnlich von zahlreichen Diatomeen und andern Algen angegriffen und manchmal sogar bis in die tieferen Schichten zerstört ist, steht wohl in Zusammenhang mit der geringen Zahl der Nebenkappen an ihrer Oberfläche. Ich habe auf Fig. 13 eine beschädigte Stelle der Schale von *A. spinigera* abgebildet. Die einzelligen Algen (*A*) sind hier in die Substanz der Schale und sogar in das Auge eingedrungen. Das letztere ist dadurch vollständig zerstört. Weniger tief ist der Zerstörungsprozeß in der Umgebung des auf Fig. 1 abgebildeten Auges gegangen. Die Fig. 2 zeigt eine Partie der gewöhnlich beschädigten Schale von *A. japonica*, die jedoch hier noch ganz gut erhalten war. Die Bedingung hierfür bildeten wohl zahlreiche, das Auge umgebende Microaesthetenkappen. Ebenso sehen wir auf Fig. 15 ein unangegriffenes Stück der Schale von *A. spinosa*. In diesem Falle ist die Schale durch das noch erhaltene Periostracum vor den zahlreichen an ihrer Oberfläche angesammelten Algen geschützt.

Die Abhängigkeit des besseren Erhaltungszustandes der Schale von ihrem Reichtum an Microaestheten tritt in der zweiten Gruppe der von mir untersuchten Chitonen sehr klar hervor. Bei den Gattungen *Tonicia*, *Chiton*, *Enoplochiton* und *Schizochiton* (siehe Tabelle II) fand ich eine viel größere Zahl von Microaestheten als bei *Acanthopleura*. Die Zwischenräume zwischen Nebenkappen sind hier meistens nur einige μ groß; bei dem kleinen *Ch. olivaceus* fehlen diese Zwischenräume ganz; dementsprechend sind auch die Schalen dieser Chitonen entweder ganz unbeschädigt, oder im Vergleich mit den *Acanthopleura*-Schalen sehr wenig angegriffen. Eine Ausnahme bildet davon nur *T. chiloensis*, deren Augen sehr oft von Mikroorganismen erfüllt werden. Diese Ausnahme ist jedoch nur eine scheinbare. Ich beobachtete

nämlich in den meisten Zerstörungsfällen, daß die Algen hier nicht seitlich, wie bei *A. spinigera* (Fig. 13), in das Auge eindringen, sondern von oben, nachdem sie die Linse zerstört haben. Ich möchte also annehmen, daß die Linse, welche gewöhnlich sehr widerstandsfähig ist, bei *T. chiloensis* aus einer leichter angreifbaren Substanz besteht und daher ein Eindringen der Algen in die Schale ermöglicht.

Hinsichtlich der Schutzfunktion der Microaestheten ist vielleicht die Tatsache nicht ohne Interesse, daß sie oft um die Sinnesorgane der Schale, also um die Megalaestheten und Augen, besonders dicht angehäuft sind.

Eine wichtige Frage, die ich jedoch unentschieden lassen muß, ist es, ob die Aestheten nur mit Hilfe ihrer gegen Säuren widerstandsfähigen Kappen, oder vielleicht auch durch Versorgung der sie umgebenden Kalkmasse mit irgendeiner, die Mikroorganismen abschreckenden Substanz die Schale schützen.

III. Die Faserstränge.

Unter dem von BLUMRICH (91) eingeführten Namen Faserstränge versteht man das Gewebe, welches in den Kanälen der Chitonenschale sich befindet und die Aestheten bzw. die Augen mit den weichen Körperpartien des Tieres verbindet. Dieses Gewebe besitzt einen längsfaserigen Charakter, obgleich es aus verschiedenen Elementen besteht, wie wir auseinandersetzen werden.

Die Struktur der Faserstränge haben schon die früheren Forscher eingehend studiert. MOSELEY (85, S. 43) meint, daß sie Nervenfasern enthalten, was auch von BLUMRICH (91, S. 422) bestätigt wird. Die Faserstränge, sagt BLUMRICH: »bestehen aus einem Bündel heller Fasern und spärlichem, granuliertem Plasma. Hin und wieder enthalten sie Zellkerne, von denen ich ausdrücklich hervorheben muß, daß sie nicht im Innern derselben gelegen sind, sondern stets der Wandung angepreßt liegen, welche das Faserbündel umhüllt«. Im Gegensatz hierzu findet PLATE (97, S. 190) »keine Kerne in der Membran selbst, welche die Fasern umhüllt«. Die Fasern bestehen nach ihm »aus hellem, homogenem Protoplasma, dem in wechselndem Maße Körnchen eingelagert sind; in den breiten Strängen ist der Körnerreichtum weit bedeutender als in den schmalen. Von Strecke zu Strecke schwillt die Faser spindelförmig an und trägt hier einen länglichen, granulierten Kern. Zuweilen liegen in derselben Faser zwei Kerne nicht weit voneinander; hieraus und aus der im Verhältnis zur Zahl der Fasern sehr

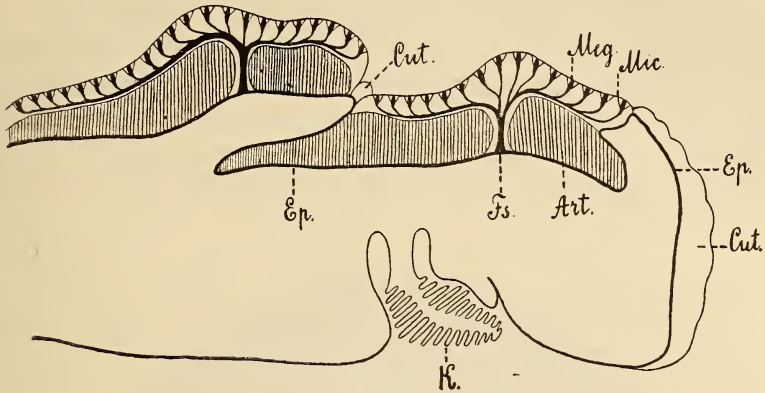
großen Zahl von Kernen folgt, daß die Fasern vielkernig sind, daß sie also Zellenstränge darstellen« (PLATE, 97, S. 189).

Ich halte es für das Richtige, den Bau der Faserstränge auf gut geführten, dünnen und intensiv gefärbten Querschnitten zu untersuchen. Beim Studium eines solchen Schnittes (Fig. 18) unterscheiden wir ohne Schwierigkeit zweierlei Elemente des Stranges. In seinem Innern verläuft ein Nervenstrang (*Nf*), welcher die Fortsetzung der aus den Sehzellen des Auges oder der Sinneszellen der Megalaestheten entspringenden Fasern bildet. Im übrigen wird der Faserstrang von Zellen (*z*) gebildet, wie wir sie schon früher als Füllzellen in den Augen wie den Megalaestheten gefunden haben. Einige dieser Zellen bilden BLUMRICHS kernhaltige Wand, liegen also der Kalkmasse des Tegmentums dicht an, wie wir es ebenso in den Aestheten und Augen beobachteten; die übrigen Zellen verlaufen im Innern des Faserstranges neben den Nervenfasern. Die Nervenfasern bilden aber nicht immer einen kompakten Strang, wie es auf Fig. 18 und 21 dargestellt ist, denn in dickeren Fasersträngen sind sie nicht selten auf mehrere Bündel verteilt (Fig. 19), zwischen welchen sich Füllzellen einschieben. Alle Füllzellen sind mit protoplasmatischen Ausläufern versehen, welche in verschiedenen Richtungen ziehen und untereinander anastomosieren (Fig. 18, 19 *z*). Diese Anastomosen, welche »vielfach ein reticuläres Aussehen erhalten«, hat auch PLATE (97, S. 190) beobachtet; er hielt sie jedoch für geronnene Blutmasse. Die von PLATE beschriebenen Anschwellungen der Nervenfasern entsprechen, meiner Ansicht nach, den Füllzellen. Die von ihm hervorgehobene Vielkernigkeit der Faserstränge wird durch die große Zahl der Füllzellen erklärt. Ich habe zuweilen auch Kerne gesehen, die dicht an den Nervenfasern lagen (Fig. 19), doch ist schwer zu entscheiden, ob diese Kerne den Fasern oder den Füllzellen angehören.

Auf Längsschnitten durch die Faserstränge beobachtet man dieselben Verhältnisse (Fig. 19, 21, 23 *Fs*) doch sind hier die Fortsätze der Füllzellen und die Nervenfasern sehr schwer voneinander zu unterscheiden. Dieser Umstand hat wahrscheinlich PLATE zu Identifizierung der beiderlei Elemente des Faserstranges geführt.

Die Faserstränge verlaufen, wie gesagt, zwischen Aestheten und Augen einerseits und Epidermis anderseits. Durch Vergleichen der Quer- und Längsschnitte war ich imstande, eine ganz regelmäßige Anordnung der Faserstränge in den Schalenplatten festzustellen. Die nebenstehende Textfig. 2 zeigt einen Sagittalschnitt durch die zwei hinteren Schalenplatten von *Ch. olivaceus*. Hier bemerkt man, wie

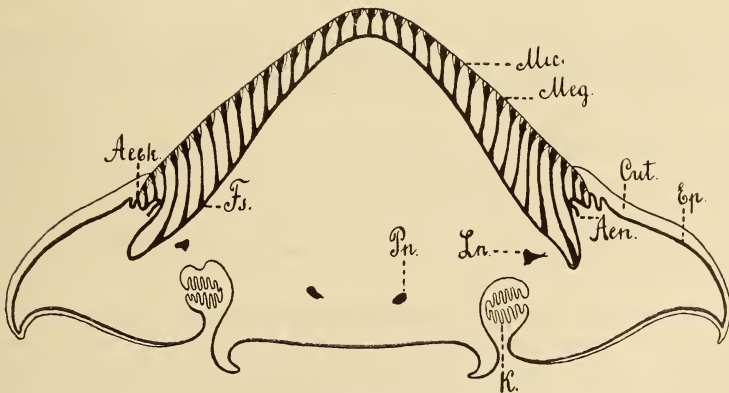
das Articulamentum (*Art*) jeder Platte etwa in seiner Mitte von einem mächtigen Faserstrang (*Fs*) durchbrochen wird. Dieser Strang entspringt von der Epidermis (*Ep*) und verzweigt sich bei seinem Austritt



Textfig. 2.

Sagittalschnitt durch die zwei hinteren Körperteile von *Chiton olivaceus*. *Art*, Articulamentum; *Cut*, Cuticula; *Ep*, Epidermis; *Fs*, Faserstrang; *K*, Kieme; *Meg*, Megalaesthet; *Mic*, Microaesthet.

aus dem Articulamentum baumartig im Tegmentum. Einige kleinere Zweige ziehen direkt zur Oberfläche des Tegmentums und gehen hier

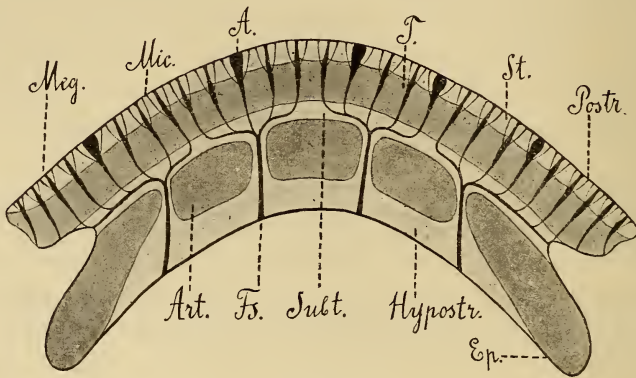


Textfig. 3.

Querschnitt durch *Chiton olivaceus*. *Aebk*, aesthetenbildende Kante; *Aen*, Aesthetennerv; *Ln*, lateraler Nervenstrang; *Pn*, pedaler Nervenstrang. Übrige Bezeichnungen wie in Textfig. 2.

in Aestheten (*Meg*, *Mic*) über. Die zwei Hauptzweige des Stranges dagegen verlaufen horizontal, der eine nach vorn, der andre nach hinten. Sie liegen zwischen Tegmentum und Articulamentum in der Schalen-

lage, welche von PLATE (01) als Subtegumentum bezeichnet wird. Von diesen beiden Hauptzweigen erheben sich in regelmäßigen Abständen voneinander die feinen, zu den Aestheten ziehenden Stränge. Auf Querschnitten durch diejenige Region der Schalenplatten, wo die dicken Faserstränge vom Epithel entspringen (Textfig. 3), findet man, daß diese Stränge (*Fs*) in sehr großer Zahl vorhanden und nur durch kleine regelmäßige Zwischenräume voneinander getrennt sind; sie durchziehen verzweigt die ganze Dicke der Schalenplatte bis zu den Aestheten (*Meg*, *Mic*). Die jugendlichen Faserstränge stehen, nachdem sie aus der aesthetenbildenden Kante (*Aebk*) hervorgewachsen sind, eine Zeit



Textfig. 4.

Querschnitt durch die Schale von *Tonicia suezensis*. *A*, Schalenaug; *Art*, Articulamentum; *Ep*, Epidermis; *Fs*, Faserstrang; *Hypostr*, Hypostracum; *Meg*, Megalaesthet; *Mic*, Microaesthet; *Postr*, Periostracum; *St*, Suprattegumentum; *Subt*, Subtegumentum; *T*, Tegmentum.

lang mit der seitlichen Epidermispattie in Verbindung. Mit dem Breitenwachstum der Schalenplatte jedoch, welche durch eine beiderseitige Auflagerung neuer Kalkschichten (Fig. 24) vor sich geht¹, wird die seitliche Epidermispattie allmählich nach unten verschoben, so daß

¹ Die dunklen Grenzlinien der Anwachszone verlaufen auf Fig. 24 vollständig ununterbrochen durch Tegmentum (*T*), Subtegumentum (*Subt*) und Articulamentum (*Art*). In andern Fällen (Fig. 10) ist der Unterschied zwischen den zwei Hauptlagen der Schale deutlicher ausgeprägt, indem die Anwachszone des Articulamentums (*Art*) nur horizontal verlaufen. Es scheint jedoch auch hier am Rande der Schale ein allmählicher Übergang zwischen Tegmentum (*T*) und Articulamentum stattzufinden. Dieser Umstand beweist eine einheitliche Entstehung der verschiedenen Lagen der kalkigen Chitonenschale und spricht gegen die Annahme einiger Autoren (VAN BEMMELN, 83, S. 364, BLUMRICH, 91, S. 457, PLATE, 01, S. 388), nach welchen das Tegmentum und Articulamentum verschiedenen Ursprungs sein sollen.

die älteren Faserstränge ganz vertikal aufsteigen. Das Articulamentum ist zwischen diesen dicht nebeneinander angeordneten Strängen gar nicht zu sehen; in jeder Schalenplatte ist es also in einen vorderen und einen hinteren Abschnitt zerlegt (Textfig. 2).

Bei einigen andern Placophoren, z. B. *T. suzensis* (Textfig. 4), erfolgt die Verzweigung der Faserstränge (*Fs*) nicht nur in längsgerichteten Ebenen, wie bei *Ch. olivaceus*, sondern auch in der Querrichtung der Schale. In diesem Falle stehen die unverzweigten Stämme der Faserstränge, welche auf Querschnitten durch *T. suzensis* in der Vierzahl vorhanden sind (Textfig. 4 *Fs*), ziemlich weit voneinander; infolgedessen ist hier das Articulamentum (*Art*) nicht in zwei Abschnitte geteilt wie bei *Ch. olivaceus*, sondern nur durchlöchert.

Eine Durchlöcherung des Articulamentums durch die Faserstränge konnte ich bei sämtlichen von mir untersuchten Chitonen konstatieren. Eine Einteilung der Placophorenschalen in solche, bei denen nur das Tegmentum, und solche, bei denen auch das Articulamentum von Fasersträngen durchsetzt wird (THIELE, 02, S. 289), ist also, wenigstens für die von mir untersuchten Chitonen, nicht durchführbar.

Die Innervierung der Faserstränge hat zuerst BLUMRICH (91, S. 428) beobachtet. Dieser Autor sah auf Querschnitten durch *Ch. siculus*, daß sich ein Nervenstrang von dem Palliovisceralstrang (Lateralmark) abzweigte und »seitlich bis unter die Schale in die Region einer Naht heranreichte, wo einige der starken Faserstränge das Articulamentum durchsetzen«. Nach PLATE (01, S. 499) werden die Aestheten und die Augen vom oberen Rückennerven des Lateralmarkes innerviert, welcher bei *Ischnochiton imitator* »an einem Punkte die Basalmembran durchbricht, dann zwischen den unteren Enden der Epithelzellen, intercellular, sich ausbreitet und so an viele Faserstränge seine Ausläufer abgeben kann«.

Ähnliche Verhältnisse konnte ich auch bei mehreren Chitonenarten beobachten. Bei *Ch. olivaceus* (Textfig. 3 *Aen*) tritt der Aesthethennerv ein wenig median von der aesthethenbildenden Kante in die Epidermis ein, und zwar auf der Grenze zwischen Articulamentum und Tegmentum, wo die Epidermis etwas ausgebuchtet ist. Sowohl auf Quer- als auch auf Längsschnitten durch *Ch. olivaceus* sah ich nirgendwo anders Aesthethennerven in das Epithel eintreten. Ein Nervenstrang versorgt hier also die Aestheten je einer ganzen Hälfte der Schalenplatte.

Auch bei *A. japonica* habe ich den Nerveneintritt nur seitlich an den Schalenplatten, unmittelbar unter der aesthethenbildenden Kante beobachtet (Fig. 9 *Ns*). Hier sind aber die Nerven viel mächtiger als

bei *Ch. olivaceus* und treten in mehreren Strängen zur Epidermis. Dieser Umstand steht anscheinend mit dem Vorhandensein der Schalenaugen in Zusammenhang. Bei Anwendung der MALLORYschen Färbung werden die Nerven rötlich und lassen sich ohne Schwierigkeit zwischen den tiefblauen Bindegewebsfasern (*Bg*) auffinden. Der wellige Verlauf ihrer Fasern, sowie ihr blässer Aussehen läßt sie auch von Muskelfasern (*M*) leicht unterscheiden. Zwischen den Fasern eines Nervenstranges finde ich oft spindelförmige Ansammlungen körnigen Plasmas mit Zellkernen (Fig. 9, 23 *Ns*). Ob solche Ansammlungen den Füllzellen der Faserstränge entsprechen, oder in einer näheren Beziehung zu den Nervenfasern stehen, konnte ich nicht entscheiden. Für bemerkenswert halte ich jedoch die Tatsache, daß dies Plasma in seiner Tinktionsfähigkeit den Epithelelementen ähnlich ist, daß es auf den nach MALLORY behandelten Schnitten also rötlich erscheint (Fig. 9).

Bei einigen andern Chitonenarten, z. B. *T. suezensis*, dringen die Aesthetennerven an mehreren Stellen unter dem Articulamentum in die Epidermis ein. An einer solchen Stelle (Fig. 23) verzweigt sich ein mächtiger Nervenstrang (*Ns*) unmittelbar unter der Epidermis und scheidet in dieselbe mehrere Zweige, welche nach allen Richtungen zwischen den basalen Teilen der Epithelzellen verlaufen (*Nf*). An der linken Seite der Figur sieht man wie ein Teil der Nervenfasern zu einem Faserstrange emporsteigt.

Nachdem ein Nervenstrang in die Epidermis eingetreten ist, verläuft er in dieser intercellular, wie auch PLATE angab. Das ist jedoch nicht immer der Fall. Die ganz feinen Nervenfasern verlaufen, wie ich es an der Epidermis von *Ch. olivaceus* beobachten konnte, intracellular. Fig. 20 stellt einen Flächenschnitt durch eine Partie dieser Epidermis dar. Die länglich-polygonalen Zellen sind hier in kettenartigen Reihen angeordnet (*Ep*). Zahlreiche feine Zellverbindungen durchsetzen die spaltförmigen Intercellularräume. Das auf Querschnitten durch die Epidermis (Fig. 21, 22) fein vertikal-faserige Protoplasma erscheint auf dem Flächenbild der Zellen dunkel-körnig. Der abgeplattete oder nierenförmige Kern liegt gewöhnlich am Rande der Zellen. Durch die Achse solcher Zellketten ziehen blasse Fasern, die von Zelle zu Zelle ununterbrochen verlaufen (*Nf*). Es sind Aesthetennerven, welche sich hier zweifellos als Differenzierungsprodukte des Protoplasmas der Epithelzellen erweisen. Auf Querschnitten durch solche Nerven (Fig. 22 *Nf*) beobachtet man den Nervenstrang in Form eines hellen Kreischens inmitten des Plasmas der Epidermiszellen. Manchmal ist er mehr gegen die Zellbasis verschoben (Fig. 22 oben).

Ähnliche Bilder beschrieb DOHRN in seiner Arbeit über die Histogenese der Nervenfasern bei Wirbeltieren, indem er die Entstehung der Nervenfasern aus »kettenartig aneinander gereihten Ectodermzellen« (91, S. 281) nachzuweisen suchte.

Soweit ich es nach meinen Präparaten beurteilen kann, muß der Prozeß der Nervenfaserbildung aus Epidermiszellen bei Chiton wahrscheinlich in folgender Weise vor sich gehen. Zuerst differenziert sich in den kettenartig einandergereihten Epidermiszellen ein ganz feiner Strang, wie es auf Fig. 22 (*Nf*) unten zu sehen ist. Dieser Strang wird allmählich dicker durch weitere Differenzierung des ihn umgebenden Plasmas. Endlich verwandelt sich das ganze Protoplasma einer oder vielleicht auch mehrerer nebeneinander liegender Zellenreihen in Fasern, und auf diese Weise kommt es zur Bildung großer intercellular verlaufender Nervenstränge (Fig. 19 *Nf*). Vielleicht sind die mit Nervenfasern in näherer Beziehung stehenden Zellkerne (Fig. 19), deren ich oben bei der Beschreibung der Faserstränge gedachte, nichts anderes, als Reste der nervenbildenden Zellen.

Heidelberg, im März 1907.

Verzeichnis der zitierten Literatur.

83. J. F. VAN BEMMELEN, Zur Anatomie der Chitonen. *Zoolog. Anz.* Jahrg. 6. S. 340—4, 361—5.
91. J. BLUMRICH, Das Integument der Chitonen. Diese Zeitschrift Bd. LIII.
98. O. BÜTSCHLI, Untersuchungen über Strukturen. Leipzig.
91. A. DOHRN, Studien zur Urgeschichte des Wirbeltierkörpers. 17. Nervenfasern und Ganglienzelle. Histogenetische Untersuchungen. Mitteilungen a. d. zoolog. Station zu Neapel. Bd. X.
92. E. GÖPPERT, Untersuchungen über das Sehorgan der Salpen. *Morphol. Jahrbuch.* Bd. XIX.
96. R. HESSE, Untersuchungen über die Organe der Lichtempfindung bei niederen Tieren. I. Die Organe der Lichtempfindung bei den Lumbriciden. Diese Zeitschrift Bd. LXI.
99. — Desgl. V. Die Augen der polychäten Anneliden. Ebenda Bd. LXV.
01. — Desgl. VII. Von den Arthropoden-Augen. Ebenda Bd. LXX.
02. — Desgl. VIII. Weitere Tatsachen. Allgemeines. Ebenda Bd. LXXII.
69. W. MARSHALL, Note sur l'histoire naturelle des Chitons. *Arch. Néerlandaises* IV.
05. H. MERTON, Über die Retina von Nautilus und einigen dibranchiaten Cephalopoden. Diese Zeitschrift Bd. LXXIX.^f

49. A. TH. MIDDENDORFF, Beiträge zu einer Malacozoologia Rossica. I. Beschreibung und Anatomie ganz neuer, oder für Rußland neuer Chitonien. Mémoires de l'Acad. de S. Pétersbourg. Série 6. Tome VI.
85. H. N. MOSELEY, On the presence of eyes in the shell of certain Chitonidae and on the structure of these organs. Quart. Journ. Microsc. Sc. Vol. XXV.
05. M. NOWIKOFF, Über die Augen und die Frontalorgane der Branchiopoden. Diese Zeitschrift Bd. LXXIX.
97. L. H. PLATE, Die Anatomie und Phylogenie der Chitonien. Teil A. Zoolog. Jahrbücher. Supplem. IV.
99. — Desgl. Teil B. Ebenda. Supplem. IV.
01. — Desgl. Teil C. Ebenda. Supplem. V.
94. FR. PURCELL, Über den Bau der Phalangiden-Augen. Diese Zeitschrift Bd. LVIII.
83. E. RAY LANKESTER and A. G. BOURNE, The Minute Structure of the Lateral and Central Eyes of Limulus and Scorpio. Quart. Journ. Microsc. Sc. V. XXIII.
07. O. SCHRÖDER, Beiträge zur Histologie des Mantels von Calyculina lacustris. Zoolog. Anz. Bd. XXXI.
90. J. THIELE, Über Sinnesorgane der Seitenlinie und das Nervensystem von Mollusken. Diese Zeitschrift Bd. XLIX.
93. — Beiträge zur Kenntnis der Mollusken. II. Über die Molluskenschale. Ebenda Bd. LV.
02. — Die systematische Stellung der Solenogastren und die Phylogenie der Mollusken. Ebenda Bd. LXXII.
02. R. TIGERSTEDT, Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Leipzig.

Erklärung der Abbildungen.

Gemeinsame Bezeichnungen:

<i>A</i> , Algen;	<i>M</i> , Muskel;
<i>Aebk</i> , aesthetenbildende Kante;	<i>Meg</i> , Megalaesthet;
<i>Art</i> , Articulamentum;	<i>Mic</i> , Micraesthet;
<i>Bg</i> , Bindegewebe;	<i>mz</i> , Micraesthetenzelle;
<i>bk</i> , Binnenkörper (Phaosphäre);	<i>Nf</i> , Nervenfasern;
<i>Bl</i> , Blutlacune;	<i>Ns</i> , Nervenstrang;
<i>C</i> , Cornea;	<i>P</i> , Pigment;
<i>Cut</i> , Cuticula;	<i>Postr</i> , Periostacum;
<i>drz</i> , Drüsenzelle;	<i>pz</i> , Pigmentzelle;
<i>Ep</i> , Epidermis;	<i>rz</i> , Sehzelle;
<i>Fs</i> , Faserstrang;	<i>St</i> , Suprategmentum;
<i>fz</i> , Füllzellen;	<i>Subt</i> , Subtegmentum;
<i>gk</i> , Glaskörper;	<i>sz</i> , Sinneszellen;
<i>Hyp</i> , Hypostacum;	<i>T</i> , Tegmentum;
<i>L</i> , Linse;	<i>zz</i> , Zwischenzellen.
<i>lz</i> , linsenbildende Zelle;	

Tafel X.

Auf Fig. 1—10 sind die nach MALLORY behandelten Präparate in naturgetreuen Farben wiedergegeben.

Fig. 1. *Acanthopleura spinigera*. Längsschnitt durch ein Schalenauge. Obj. 2 mm, Oc. 4 (ZEISS). Vergr. 500. *bzn*, Rest der linsenbildenden Zellen.

Fig. 2. *Acanthopleura japonica*. Längsschnitt durch ein Schalenauge. Obj. 2 mm, Oc. 4. Vergr. 500.

Fig. 3. *Acanthopleura japonica*. Querschnitt durch die Retina des Schalenauges. Obj. 2 mm, Oc. 4. Vergr. 500.

Fig. 4. *Acanthopleura japonica*. Querschnitt durch den Glaskörper des Schalenauges. Obj. 2 mm, Oc. 4, Vergr. 500.

Fig. 5. *Acanthopleura spinosa*. Querschnitt durch die Retina des Schalenauges. Obj. 2 mm, Oc. 4. Vergr. 500.

Fig. 6. *Schizochiton incisus*. Querschnitt durch ein Schalenauge. Obj. 2 mm, Oc. 4. Vergr. 500.

Fig. 7. *Schizochiton incisus*. Längsschnitt durch ein Schalenauge. Obj. 2 mm, Oc. 4. Vergr. 500.

Fig. 8. *Schizochiton incisus*. Schräger Querschnitt durch die Retina und den Glaskörper des Schalenauges. Obj. 2 mm, Oc. 8. Vergr. 1000.

Fig. 9. *Acanthopleura japonica*. Schräger Sagittalschnitt durch einen Teil des Tieres. (Die Richtung des Schnittes ist auf Fig. 10 durch den Pfeil *a* angegeben.) Obj. DD, Oc. 1. Vergr. 175.

Fig. 10. *Chiton olivaceus*. Querschnitt durch einen Teil der Schale. Obj. C, Oc. 1. Vergr. 100.

Tafel XI.

Fig. 11. *Tonicia suezensis*. Längsschnitt durch ein junges (erstes Stadium) Schalenauge. (Aus einem Querschnitte durch das Tier.) Obj. 2 mm, Oc. 8. Vergr. 1000.

Fig. 12. *Tonicia suezensis*. Dasselbe wie Fig. 11 (zweites Stadium). Obj. 2 mm, Oc. 8. Vergr. 1000.

Fig. 13. *Acanthopleura spinigera*. Längsschnitt durch ein Schalenauge. Sowohl das Auge als auch die Schale sind durch Mikroorganismen angegriffen. Obj. 2 mm, Oc. 4. Vergr. 500.

Fig. 14. *Acanthopleura japonica*. Linse eines Schalenauges. Aus einem Sagittalschliffe durch die Schale. Obj. 4 mm, Oc. 12. Vergr. 750.

Fig. 15. *Acanthopleura spinosa*. Längsschnitt durch ein Aesthet. Obj. 2 mm, Oc. 4. Vergr. 500.

Fig. 16. *Chiton olivaceus*. Längsschnitt durch die fünf der aesthetenbildenden Kante nächstliegenden Microaestheten. (Aus einem Querschnitte durch das Tier.) Obj. 2 mm, Oc. 4. Vergr. 500.

Fig. 17. *Schizochiton incisus*. Längsschnitt durch ein Aesthet. Obj. 2 mm, Oc. 4. Vergr. 500.

Fig. 18. *Schizochiton incisus*. Querschnitt durch einen Faserstrang. Obj. 2 mm, Oc. 4. Vergr. 500.

Fig. 19. *Chiton olivaceus*. Längsschnitt durch die basale Partie eines Faserstranges. (Aus einem Sagittalschnitte durch das Tier.) Obj. 2 mm, Oc. 4. Vergr. 500.

Fig. 20. *Chiton olivaceus*. Flächenschnitt durch das unter der Schale gelegene Epithel. (Aus einem Querschnitte durch das Tier.) Obj. 2 mm, Oc. 4. Vergr. 500.

Fig. 21. *Chiton olivaceus*. Längsschnitt durch die basale Partie eines Faserstranges. (Aus einem Querschnitte durch das Tier.) Obj. 2 mm, Oc. 4. Vergr. 500.

Fig. 22. *Chiton olivaceus*. Längsschnitt durch einige, unter der Schale liegende Epithelzellen. (Aus einem Querschnitt durch das Tier.) Obj. 2 mm, Oc. 4. Vergr. 500.

Fig. 23. *Tonicia suzensis*. Eintrittsstelle eines Aesthetennerven in die Epidermis. (Aus einem Querschnitt durch das Tier.) Obj. 2 mm, Oc. 4. Vergr. 500.

Fig. 24. *Tonicia chiloensis*. Querschnitt durch einen Rand der Schale. Obj. A, Oc. 1. Vergr. 41.

Zur Histologie der Tentakel und des Rhinophors des *Nautilus pompilius*.

Von

Miguel Fernandez

(La Plata).

(Aus dem zoologischen Institut der Universität Heidelberg.)

Mit Tafel XII und XIII.

Wohl die älteste Darstellung der feineren Anatomie des *Nautilus*-Tentakels stammt von OWEN (1843), der an Hand eines schwach vergrößerten Querschnittes besonders die eigenartige Anordnung der Längsmuskulatur darstellte und deren Wirkungsweise in bezug auf den ventralen Nerv näher erläuterte.

Seitdem wurde die mikroskopische Anatomie dieser Organe kaum gefördert, bis 1896 VAYSSIÈRE eine viel eingehendere Darstellung derselben gab. Er beschrieb zunächst die äußere Form der gewöhnlichen Tentakel, der Augententakel und des sog. Rhinophors (*tentacule olfactif*) und schilderte dann den feineren Bau der Scheide und des Cirrus der gewöhnlichen Tentakel. Die Scheide besteht hauptsächlich aus Bindegewebe, das durch vielfache Muskelstränge in allen Richtungen durchzogen wird und gegen das äußere Epithel durch eine deutlichere, gegen das innere durch eine sehr schwache Basalmembran abgegrenzt wird. Das Cylinderepithel ist auf der äußeren Seite der Scheide höher, auf der inneren niedriger. Der Cirrus besitzt in der Achse einen dicken Nervenstrang, dessen centrale Zellen schwach färbbar sind, während die Granulationen der äußeren leicht Karmin aufnehmen. Auf einzelnen Querschnitten gehen von ihm feine Nervenfasern ab. Um den Nerv liegt eine Ansammlung von Muskel- oder Bindegewebsfasern, von der radiäre Strahlen gegen die Oberfläche ziehen und dabei große Räume abgrenzen, in denen mächtige Längsmuskulatur verlaufen. Auf der inneren Seite kommen ein kleineres inneres und ein größeres äußeres Gefäß vor, welche VAYSSIÈRE als Arterie, bzw.

Vene deutet. Das gewöhnliche Cirrusepithel geht auf der inneren Seite in ein sehr hohes Epithel über, welches einer bindegewebigen Fibrillenmasse aufsitzt und in das Nervenfasern eintreten, wie er in seiner Figur angibt. Er hält es für ein Sinnes-, höchstwahrscheinlich Tastepithel.

L. E. GRIFFIN (1898 und 1900) machte in einer vorläufigen Mitteilung und später in seiner *Nautilus*-Monographie sehr genaue Angaben über die gröbere und die mikroskopische Struktur der hier behandelten Organe. Den Inhalt dieser vorzüglichen Untersuchungen in Kürze mitzuteilen ist unmöglich. Da die vorliegende Arbeit nur Ergänzungen zu seinen mikroskopischen Befunden bringt, so werde ich auf seine Angaben im Text eingehend Bezug nehmen.

WILLEY hatte bereits im Jahre 1897 in zwei Mitteilungen die Tentakel des *Nautilus* behandelt und kam in seiner Monographie (1902) auf dieselben zurück. Ganz besonders wertvoll sind seine Beobachtungen am lebenden Tier. Wenn die Tentakel sich mit ihrer Unterseite irgendwo befestigt haben, können sie sich zu außerordentlicher Länge ausziehen, ja sie brechen eher ab, als daß sie sich loslösen. Der äußere Teil der Ringwülste (»suctorial ridges«) ist frisch blaßbläulich (»neutral«), während die übrigen Flächen der Tentakel tiefbraun pigmentiert sind. Die Ringwülste sind mit einem hohen, sehr dichten Epithel bekleidet, das plötzlich in das gewöhnliche Epithel der Rinnen übergeht.

Am Augententakel sind die Ringwülste zu Lamellen geworden. WILLEY fand an frischem Material, daß die Lamellen und die dazwischenliegenden Rinnen mit Cilien bekleidet sind, und auf seiner Figur (Q.J.M.S. 1897 und Monograph. Pl. LXXIX, Fig. 14) erkennt man, daß dies für die äußeren Ränder der Lamellen nicht gilt. Am Lebenden sind die Augententakel im Gegensatz zu den gewöhnlichen einfarbig weiß, und nur in den Ringgruben und an den Rändern der Lamellen ist eine Spur braunen Pigments bemerkbar. Die Augententakel sind so empfindlich, daß die geringste Berührung ihr Zurückziehen veranlaßt.

Der von VALENCIENNES entdeckte Rhinophor besteht nach WILLEY aus einem kleinen, papillenförmigen Tentakel, der unter dem Auge liegt, und an dessen Basis sich eine geräumige Grube öffnet, deren Boden tiefe Falten bildet und mit Wimperepithel ausgekleidet ist. Die Grube nennt er »Olfactory Labyrinth« und hält den Rhinophor und das Auge von *Nautilus* dem Tentakel und dem Auge der *Haliotis* und anderer Schnecken für homolog.

Die vorliegenden Untersuchungen wurden an einem mir freundlichst von Herrn Prof. BÜTSCHLI zur Verfügung gestellten, etwa halberwachsenen *Nautilus pompilius* gewonnen, dessen zwar unbekannte Konser-

vierung sich für die gewöhnlichen mikroskopischen Arbeiten als genügend erwies. Leider waren die in Frage kommenden Teile ziemlich verletzt; insbesondere war nur noch der eine Rhinophor vorhanden und die einzige Geruchsgrube nicht ganz intakt. Es wurden sowohl Schnitt- als Macerationspräparate hergestellt und außer mit den gewöhnlichen Hämatoxylinfarbstoffen mit Mucikarmin und besonders mit Eisenhämatoxylin, sowie mit Dahlia (nach SCHUBERG, 1903) gefärbt. Für die Goldchloridmethode erwies sich das Material nicht geeignet; auch Boraxkarmin färbte nur diffus. Die Niederschrift der Ergebnisse wurde durch verschiedene Umstände leider stark verzögert; auch stand mir bei derselben der größte Teil der Literatur nicht mehr zur Verfügung, was die ungenügenden bibliographischen Angaben entschuldigen möge.

1. Hafttentakel (gewöhnliche Tentakel).

Die Hafttentakel (»digital tentacles«) sind lange, dreiseitig pyramidale Körper, die in eine Hautfalte, sog. Scheide, einziehbar sind, und in ganzer Ausdehnung mehr oder weniger geringelt erscheinen. Die Ringfurchen schneiden besonders tief auf der Seite ein, die dem Munde zugekehrt ist. Auf Querschnitten (Fig. 1) erscheint der Tentakel als ein gleichschenkliges Dreieck mit abgerundeten Ecken, dessen Schenkel etwas kürzer sind als die Basis. Die Basis ist dem Mund zugekehrt, die Dreiecksspitze von ihm abgewandt. Auf den dem Munde abgewandten beiden Tentakelflächen ist zuweilen, jedoch nicht immer, jederseits eine Rinne kenntlich (Fig. 1 *), die längs dem Tentakel herabzieht. Diese Rinnen sind also nicht identisch mit jener, die nach GRIFFIN auf der inneren Tentakelfläche, ebenfalls nicht regelmäßig, vorkommt.

Auf dem Längsschnitt (Fig. 2) bemerkt man, daß die Ringfurchen gegen die Tentakelbasis immer enger aufeinander folgen und gleichzeitig auf der inneren Seite tiefer einschneiden, so daß die Wülste hier schließlich in eigentliche Lamellen übergehen (noch viel dünner als in Fig. 2 dargestellt). Dies Verhalten gilt nur so weit basalwärts, als die Tentakel normalerweise aus den Scheiden hervorgestreckt werden, denn weiter basalwärts werden die Furchen, wie GRIFFIN schon angegeben hat, und wie man sich an jedem Tentakel überzeugen kann, wieder undeutlich und die Lamellen niederer, bis sie endlich ganz verschwinden, wobei der Tentakel im Querschnitt rundlich wird.

Die Tentakel bestehen aus einem äußeren Epithel (Fig. 1, 2 *ep*), einem axialen Nervenstrang (*nc*) und dem dazwischenliegenden Gewebe, einer zellenarmen Bindesubstanz, in das namentlich Längsmuskelfasern

in der bereits von OWEN (1843) skizzierten, typischen Anordnung eingelagert sind.

1) Epithel: Das Epithel, welches die beiden äußeren Flächen des Tentakels bedeckt, ist ein hohes Cylinderepithel. Seine Zellen sind ziemlich schlank (Fig. 4) und sitzen dem darunter liegenden Bindegewebe meist mittels einer Art Stiel auf, der sich mit Eisenhämatoxylin tiefschwarz, mit gewöhnlichen Hämatoxylinen dagegen nicht färbt. Allem Anscheine nach ist dieser Stiel nur eine sehr starke Verschränkung des basalen Teils der Zelle. Die Kerne sind etwa doppelt so lang als breit mit mehreren Kernkörperchen. Ein scharf abgegrenzter Bezirk am basalen Kernende nimmt oft eine dunkle bis schwarze Färbung an, so daß es scheint, als handele es sich um einen besonderen, in oder hart am Kern liegenden Körper. Dieses Verhalten der Kerne konnte auch bei andern Epithelzellen von *Nautilus* festgestellt werden (vgl. Fig. 10 b). Im übrigen sind die Zellen hell; nur fand ich an einigen Epithelpartien bei Hämatoxylin-Eosinfärbung in dem distal vom Kern liegenden Teil eine gelbe, stark lichtbrechende Körnelung, deren Bedeutung unklar ist. Vielleicht bedingt diese die von WILLEY am Lebenden beobachtete bräunliche Färbung. Über den freien Enden der Zellen liegt eine sie umschließende und bedeckende Schicht (Fig. 4 *cut*), die zwischen jene hineinreicht und sich mit Hämatoxylin stark färbt. Sie zeigt eine schwache Schichtung und macht durchaus den Eindruck einer Cuticula.

Zwischen den geschilderten Zellen finden sich Drüsenzellen, die je nach dem Secretionsstadium bald schlank sind, und dann nur wenig von den gewöhnlichen Zellen abweichen, bald hingegen große aufgeblähte Gebilde darstellen (Fig. 4 *Z.dr*). Ihr Kern liegt stets basal; nimmt das Secret zu, so wird er zusammengedrückt und erscheint als schwarzer, stabförmiger oder polygonaler Körper. Die gefüllte Drüsenzelle zeigt bei gewöhnlicher Behandlung ein helles Plasma, das auf dem Schnitt ein Netzwerk bildet und mit Mucikarmin sich leuchtend rot färbt. Diese Reaktion deutet also auf den schleimigen Charakter des Inhaltes der Drüsenzellen hin. Das entleerte Secret bedeckt als mehr oder weniger körnig-schaumige Masse die Cuticula, die über den Drüsenzellen selbst fehlt (Fig. 4 *).

Das Epithel der obenerwähnten Ringwülste, bzw. Lamellen der inneren Tentakelfläche (s. Fig. 2) besitzt auf der vorderen, bzw. distalen Fläche der Lamellen oder Wülste den geschilderten Charakter des gewöhnlichen Epithels, wogegen es auf der hinteren oder proximalen Fläche und an dem freien Rand der Wülste in ein sehr eigenartiges, hohes Epithel übergeht.

In nahe der Spitze gelegenen Partien des Tentakels lassen sich an den hier sehr breiten, abgeplatteten Querwülsten jedes Tentakelsegmentes je zwei Teile unterscheiden (Fig. 3), ein vorderer, mit gewöhnlichem Epithel bedeckter (*w.bi*¹) und ein hinterer Teil (*w.ep*¹), der wie eine tiefere Treppenstufe an dem viel höheren Vorderteil sich ansetzt und der allein mit dem hohen spezialisierten Epithel bekleidet ist. In letzteren Teil treten von innen zahlreiche Radiärmuskeln ein, während der vordere Teil nur von homogenem Bindegewebe gebildet wird. In der basaleren Region der Tentakel ist dagegen der ganze Ringwulst von Muskelsträngen durchzogen, welche jedoch auch hier fast ausschließlich zu dem hochdifferenzierten Epithel ziehen, indem sie der vorderen Fläche des Wulstes parallel verlaufen (Fig. 2).

Das erwähnte besondere Epithel bereitet wegen der Feinheit und der dichten Zusammenlagerung seiner Elemente der Untersuchung große Schwierigkeiten, doch kann man, am besten auf Längsschnitten, zweierlei Zellen unterscheiden (Fig. 5):

1) Außerordentlich schlanke Zellen (*zk*) mit ziemlich basal gelegenen, langgestrecktem Kern, die sich nur an der Basis stark verschmälern, sonst aber überall gleichbreit sind, und deren lange, distal vom Kern gelegene Partie ganz von Körnern erfüllt ist. Sehr wenige Körner genügen, um den Querschnitt der Zelle auszufüllen (man trifft auf einem solchen meist ein bis drei Körner), so daß sie auf Längsschnitten durch das Epithel als Längsreihen erscheinen. Auf dem ungefärbten Schnitt fallen die Körner durch starkes Lichtbrechungsvermögen und einen schwach gelblichen Ton auf; von den angewandten Färbemitteln färbte sie Safranin und besonders Eisenhämatoxylin außerordentlich intensiv und scharf; ihre Gestalt erschien dann immer etwas eckig. Die Körner finden sich auch außerhalb der Zellen auf deren freier Oberfläche, wo sie über ihnen kleine Haufen bilden. In diesen Körnern haben wir also das Secret der Zellen vor uns, und die Zellen sind Drüsenzellen. Es ist wohl möglich, daß die »pale neutral tint«, die nach WILLEY die Tentakelrinnen im Leben besitzen, durch diese Körner hervorgerufen sein kann.

2) Zellen, die mit langen, feinen Stielen dem Bindegewebe aufsitzen (Fig. 5 *z.z*). Die Stiele erscheinen bei Eisenhämatoxylinfärbung als geschlängelte, tiefschwarze Linien, die sich an der Basis meist mit einer kleinen Platte verankern, oder auch dadurch, daß sie in zahlreiche auseinanderweichende Fäden aufspießen. Distal reichen diese Fäden weit in die Körnerregion der andern Zellen hinein und erscheinen auf Querschnitten durch das Epithel als Punkte oder kurze Striche zwischen

den Ecken der runden Durchschnitte der Körnerzellen. Auf den Stiel folgt der ebenfalls noch lange und schmale Zellkörper, der zum größten Teil von dem sehr langgestreckten Kern eingenommen wird. Über dem Kern setzt sich der Zellkörper noch eine kurze Strecke als schlecht färbbare, schmale Plasmamasse fort. In keinem Falle fand ich an der Oberfläche dieser Zellen vortretende haar- oder borstenähnliche Gebilde, weshalb ich sie auch nicht für Sinneszellen halten möchte.

Der Übergang des gewöhnlichen Epithels in das spezialisierte vollzieht sich an der Basis der Lamellen und an ihrem äußeren Rande außerordentlich plötzlich, so daß das hohe Epithel dort das andere weit überdeckt (Fig. 2 u. 3), indes an den abgerundeten, basalen Längskanten der Tentakel (Fig. 1) der Übergang sehr allmählich stattfindet. Es gelingt an solchen Stellen sehr oft, zu sehen, wie die Kerne des gewöhnlichen Epithels sich allmählich in zwei verschiedene Höhenzonen ordnen und wie in den Zellen, die zur unteren Kernzone gehören, ganz allmählich die charakteristischen Sekretkörner auftreten. Die Bilder an diesen Übergangsstellen erwecken durchaus den Eindruck, daß die beiden Zellarten des hohen Epithels tatsächlich verschieden und nicht nur Funktionsphasen einer einzigen Zellart sind. GRIFFIN (1900) beschreibt die Körnerzellen vollkommen richtig und gibt eine Abbildung des Epithels bei Boraxkarmin-Bleu-de-Lyonfärbung. Es ist wohl dem wesentlich diffuseren Charakter dieser Färbung zuzuschreiben, daß er die beiden Zellarten nicht auseinanderhält.

Auf OWEN geht die Ansicht zurück, daß das Festhalten der *Nautilus*-Tentakel an ihrer Unterlage eine Saugnapfwirkung sei. Weiter ausgeführt wurde dieser Gedanke von GRIFFIN und von WILLEY, der beobachtete, daß der *Nautilus* sich mit seinen Tentakeln selbst an durchaus glatten Flächen anklammern kann. Es scheint mir, daß die Fähigkeit des Festhaftens allein nicht genügt, um von einer Saugnapfwirkung zu sprechen, speziell um anzunehmen, daß die Rinnen als Saugrinnen funktionieren. Höchstens könnte das Einstrahlen von besonders angeordneten, mächtigen Radiärmuskeln (transversalen Muskeln, GRIFFIN) in die Wülste dafür sprechen. Auf diese Anordnung der Muskulatur, die von GRIFFIN zuerst genau beschrieben wurde, stützt er denn auch hauptsächlich seine Annahme von der Saugnapfwirkung der Rinnen und gibt vor allem in seiner ersten Mitteilung an, wie er sich deren Mechanismus denkt. Die übrige Anordnung der Muskulatur ist indessen nicht derart, daß ohne weiteres einzusehen wäre, wie der Rand der Wülste wasserdicht schließen und ein Zustandekommen eines luftverdünnten Raumes erlauben könne. Das hochdifferenzierte Drüsen-

epithel scheint mir auch nicht für eine Saugwirkung zu sprechen; Saugnäpfe pflegen meist mit einem platten, oft mit einer Cuticula versehenen Epithel bedeckt zu sein. Ich glaube daher nicht nur mit GRIFFIN, daß das Secret der hochdifferenzierten Drüsenzellen in irgend-einer Beziehung zum Festhaften stehe, sondern geradezu, daß eine Klebwirkung stattfinde durch jenes gekörnte Secret, das mir seinem Aussehen nach eine Substanz von festerer Konsistenz zu sein scheint. Es würde sich also um einen Vorgang handeln, der durchaus dem Kleben gewisser Muscheln am Gestein vermöge des Byssus vergleichbar wäre. Bei der systematischen Stellung des *Nautilus* läge natürlich die Frage nahe, ob diese Art des Anhaftens nicht als primitiv anzusehen sei; obgleich bei vielen Lamellibranchiern und Gastropoden sich besondere Klebapparate im Fuße finden, läßt sich diese Frage doch kaum beantworten.

Daß neben der Klebwirkung auch noch das Tasten in hohem Grade als Funktion der Tentakelcirren in Betracht käme, scheint mir nach den histologischen Befunden nicht sehr wahrscheinlich, insbesondere da WILLEY angibt, daß man die Tentakel berühren könne, ohne daß sie zurückgezogen werden. Dies Verhalten wäre für hochempfindliche Organe doch wohl recht ungewöhnlich.

Unter dem Epithel beginnt das Bindegewebe, in das alle übrigen Organe eingebettet sind. Es besteht hauptsächlich aus einer sich intensiv färbenden Grundsubstanz von mehr oder weniger hyaliner Beschaffenheit, in der bei starker Vergrößerung ein feines, faseriges Netzwerk sichtbar wird (Fig. 4). Nur selten finden sich in ihr vereinzelt Bindegewebszellen, die in einem wohl durch Schrumpfung ihres Plasmas entstandenen Hohlraum liegen und von denen Fortsätze ausgehen. Meist sind nur einzelne dunkle, kleine, in die Länge gestreckte Kerne sichtbar, um die ein Zellkörper nicht erkennbar ist (Fig. 4, 5, 6 *bi.k*). Unter dem Epithel grenzt sich das Bindegewebe durch eine sehr feine, sich etwas dunkler färbende Grenzmembran ab und bildet, besonders wenn die Muskeln nicht dicht an die Oberfläche reichen, Wülste und Zacken (Fig. 4), die auf den Schnitten als spießförmige Gebilde tief zwischen die Epithelzellen eingreifen. Wahrscheinlich sind es diese Gebilde, welche VAYSSIÈRE auf seiner Figur darstellte und als ins Epithel einstrahlende Nervenbündel bezeichnet.

2) Muskulatur: Die eigenartige Anordnung der Muskulatur wurde bereits von OWEN im großen angegeben und später von VAYSSIÈRE genauer beschrieben; jedoch erst GRIFFIN schilderte sie in

befriedigender Weise. Die folgende Darstellung ist denn auch im wesentlichen eine Wiederholung seiner Befunde.

Den Hauptteil der Muskulatur bildet die innere Längsmuskelschicht (Fig. 1 *mil*, *mal*, 2 *ml*). Sie besteht aus Muskelbündeln, die den Tentakel in seiner ganzen Länge durchziehen und durch bindegewebige, gegen die Tentakelachse konvergierende Radiärsepten getrennt werden. Es bilden also auf dem Querschnitt die Septen Radien, und die Gruppen der Muskelfaserdurchschnitte nehmen die zwischen ihnen liegenden Sektoren ein. Als Achse des Tentakels betrachten wir dabei eine Linie, die ziemlich genau mit der äußeren Mittellinie des centralen Nervs zusammenfällt. In bezug auf diese Achse erscheint diejenige des Nervs exzentrisch gegen die orale Tentakelfläche verschoben. Innerhalb der einzelnen Längsmuskelnbündel werden durch weitere bindegewebige Zwischenzüge mehr oder weniger deutlich zusammengehörende kleinere Muskelfasergruppen umschrieben (Fig. 1 u. 6).

In den bindegewebigen Radiärsepten selbst verlaufen Radiärmuskelfasern (*transverse muscle-fibres*, GRIFFIN), die vergleichsweise spärlich vorhanden sind. Die Längsmuskelnbündel reichen nie bis an den Nerv heran, während die Radiärmuskelfasern gerade in diesem axialen Teil des Tentakels, der sonst keine Muskeln aufweist und nur aus Bindegewebe mit eingelagerten Gefäßen besteht, sehr häufig sind (Fig. 1 *mt*). Sie legen sich hier als tangentielle Fasern um den Nerven, derart, daß sie gewissermaßen eine muskulöse Scheide um ihn bilden. Schon GRIFFIN hat darauf hingewiesen, daß die Hülle des Nerven tatsächlich aus Muskel- und nicht aus Bindegewebelementen besteht; auch ich kann nur wiederholen, daß die Struktur dieser Faser, sowie ihr Verhalten gegenüber differenzierenden Färbungen, wie Pikrinsäure-, Säurefuchsin, Dahlia und andres, gar keinen Zweifel an ihrer muskulösen Natur aufkommen läßt. Das einzige Besondere dieser Radiärfasern, das ich bei andern Muskelfasern nicht beobachten konnte, ist, daß sie wenigstens auf den Strecken einen eigenartig gewundenen Verlauf zeigen, wo sie noch nicht zwischen die Längsmuskeln eingetreten sind (vielleicht Kontraktionserscheinungen). Die meisten Radiärmuskeln kreuzen sich hart über der äußeren Mittellinie des centralen Nervs (Fig. 1).

Schon OWEN und neuerdings WILLEY beschäftigte die Frage, weshalb bei Streckung des Tentakels keine Quetschung des Nervs hervorgerufen werde. Jener machte auf die Ähnlichkeit der Anordnung der Muskulatur mit der im Elefantenrüssel, dieser mit der in der Eichel der Enteropneusten aufmerksam. GRIFFIN glaubt, daß die Quetschung

dadurch vermieden werde, daß die Radiärfasern nicht gerade verlaufen, sondern in hyperbolischen Kurven von 90° Öffnungswinkel, deren Scheitel die Peripherie des Nervs berühre und dadurch die muskulöse Scheide bilde. Soweit meine Beobachtungen reichen, scheinen die Fasern in einzelnen Fällen zwar einen nur schwach hyperbolischen Verlauf einzuhalten, doch ist dies durchaus nicht das allgemein gültige Verhalten.

Die Radiärmuskeln in den Septen teilen sich gegen die Oberfläche hin, meist etwas innerhalb der inneren Ringmuskellage (siehe unten), gabelig, und zwischen den Gabeln finden sich kleinere, nicht soweit axial reichende Längsmuskelbündel (Fig. 1). Hart unter dem Epithel werden die Radiärfasern durch bogenförmig von einem zum andern Septum ziehende Fasern verbunden. Diese gehören einer dünnen, den Tentakel oberflächlich umziehenden Ringmuskellage an (Fig. 1 *m.a.r.*). Unter ihr findet sich eine geringe, durch die Septen ebenfalls in Bündel geteilte äußere Längsmuskelschicht (*m.a.l.*), unter der nun ein oberflächliches Nervengeflecht folgt, das ich als äußere Nervenschicht bezeichnen will (*n.a.*). Da unter dieser Schicht das Bindegewebe meist etwas lockerer ist und Gefäße enthält, so erscheint diese Bindegewebszone auf Schnitten als heller Streif. Zwischen der äußeren Nervenschicht und der Hauptlängsmuskulatur findet sich eine weitere (innere) Ringmuskelschicht (*mir* = oblique muscles, GRIFFIN) von bedeutenderer Dicke als die äußere, durch welche sowohl als durch die Nervenschicht die radiären Septalmuskeln durchtreten.

Die eben beschriebene Anordnung gilt nur für die nach außen und seitlich vom Nervenstrang gelegenen Partien des Tentakels. Auf der inneren Seite erscheinen insbesondere die Längsmuskelfasern nicht mehr in sectorialen Gruppen angeordnet, es finden sich vielmehr dichtgedrängte, meist kleinere Längsmuskelbündel, die durch unregelmäßige Bindegewebssepten getrennt werden und zwischen denen kurze, aber mächtige radiäre Muskeln ziehen, die anscheinend die Störung in der Anordnung verursachen. Die Radiärmuskeln strahlen hier nicht mehr geradlinig vom Centrum aus, sondern stehen vielmehr auf der inneren Tentakelfläche senkrecht, wobei sie sich weit in die Ringwülste hinein fortsetzen. Diese »transversalen« Radiärmuskelbündel fasn dabei eigenartig auf (Fig. 1), so daß GRIFFIN von ihnen treffend sagt, sie seien angeordnet »like the straws of a broom to the handle«. Die saugnapfartige Wirkung der Querwülste, die er annimmt, würde hauptsächlich durch die besondere Anordnung dieser Muskulatur hervorgerufen (s. o.).

In der mittleren Tentakelregion laufen diese Muskeln in den Wülsten

deren Distalfläche ziemlich parallel und inserieren an der proximalen, mit dem Klebepithel versehenen; in der vorderen Region des Tentakels ziehen sie nur zu dem mit umgewandeltem Epithel versehenen Teil des Wulstes. In beiden Fällen würde ihre Kontraktion jedenfalls ein Losreißen des Klebepithels von der Unterlage bewirken.

Unter der Oralfläche des Tentakels sind ferner sowohl die äußeren Muskelschichten als auch die äußere Nervenschicht nicht mehr als solche zu erkennen. Eine weitere Unregelmäßigkeit in der Muskelanordnung wird ferner dadurch bewirkt, daß stets ein Teil der Muskulatur zur Bildung der contractilen Wand des inneren Hauptblutgefäßes verwandt wird, ein anderer wenigstens streckenweise das äußere Hauptgefäß begrenzt.

Die Muskelfasern selbst sind spindelförmig, mit central gelegenem Sarcoplasma und contractiler Rinde, an der an günstigen Stellen die Zusammensetzung aus feineren Längselementen zu erkennen ist. Wenn diese sich schraubig um das Plasma winden, kann eine Art »spiraliger Querstreifung« entstehen. Die Muskelkerne sind langgestreckt, dünn und füllen fast den ganzen Querschnitt der sarcoplasmatischen Substanz aus. Diese Muskelfasern reihen sich also durchaus den von BALLOWITZ (1892) für Cephalopoden beschriebenen an.

3) Nervensystem. Das Nervensystem wird durch einen die ganze Länge des Tentakels durchziehenden Axialnerv gebildet, der etwa in ein Drittel der Höhe des Tentakels vor dessen Oberfläche liegt. Der Querschnitt des Nerven ist rund bis elliptisch, und er ist in den Ebenen der äußeren Ringfurchen des Tentakels ebenfalls ringsherum tief eingeschnürt. Er besteht aus einer axialen Masse, die sich hauptsächlich aus längsverlaufenden Fasern zusammensetzt und in welcher nur sehr wenig Nervenzellen vorkommen, wogegen sich um diese eine mehr oder weniger mächtige Nervenzellschicht legt. Die Zellen liegen seitlich und oral zwischen den abgehenden Nerven am dichtesten und zwar, da die Nerven ziemlich in der Mitte eines jeden Tentakelsegmentes entspringen, den einkerbenden Bindegewebssepten angeschmiegt. Sie können hier geradezu mächtige, ins Innere des Nervenstranges eindringende Knollen bilden. Dagegen finden sich in und um die äußere und innere Mantellinie des Nerven wenige oder gar keine Nervenzellen.

Der Nerv wird umgeben vom Bindegewebe, in dem sehr zahlreiche tangential angeordnete Muskelfasern die erwähnte Muskelscheide bilden. Diese Muskeln liegen dem Nerv sehr dicht auf, ja es kommt vor, daß sich einzelne zwischen ihn und eine Nervenzellgruppe drängen und diese vom Hauptnerv teilweise trennen. Das Bindegewebe durchzieht

in Form feiner Membranen den Nerv und zerlegt ihn dadurch in eine Anzahl feinerer Stränge (Fig. 1). In den Membranen kommen eine Menge kleiner Zellen vor, mit kleinem, dunkelgefärbtem Kern. Sie unterscheiden sich hierdurch sofort von den großen Nervenzellen, die mit blasigen, hellen Kernen ausgestattet sind und nur einen Nucleolus führen. Trotzdem GRIFFIN nicht besonders darauf aufmerksam macht, sind in seinem Querschnitt (Fig. 71) die beiden Zellarten sofort auseinander zu halten.

In dem mittleren und distalen Abschnitt der Tentakel, das heißt soweit die Wülste auf der Oralseite mächtig entwickelt und mit Haftepithel versehen sind, zweigt sich segmental, d. h. zwischen je zwei aufeinander folgenden Ringfurchen, jederseits symmetrisch ein Paar dicker Nerven ab, um deren Ursprung die Nervenzellen besonders dicht liegen. Jeder Nerv verzweigt sich meist sofort in einen inneren, der Mittellinie genäherten und einen äußeren. Der innere versorgt anscheinend ausschließlich die inneren Ringwülste, gegen die er, sich mehrfach gabelig verzweigend, direkt ausstrahlt; wieviel von ihm zur Versorgung der Muskulatur und wieviel zur Versorgung des Klebepithels verwandt wird, konnte nicht bestimmt werden. Der äußere Ast sendet ebenfalls mehrere Zweige in die Wülste hinein, doch zieht sein Hauptteil ziemlich weit seitlich zwischen den Muskelgruppen durch und geht in die bereits oben erwähnte, äußere Nervenschicht (*n.o* Fig. 1, 2) über, die von ihm gebildet wird. Sie stellt eine Lage von Nervenfasern dar, die nicht nach Art eines Nervs in einem festen Verbande zusammengehalten werden, sondern ein loses Geflecht bilden, in und unter dem das Bindegewebe einen lockereren Charakter besitzt, als sonst im Tentakel und viel Gefäßlücken usw. enthält. Die Schicht fehlt unter der inneren Fläche des Tentakels, sie bildet sich erst da heraus, wo der äußere Ast dorsal umbiegt. Dort ist sie auch am mächtigsten und nimmt gegen die äußere Tentakelkante konstant ab. Auch die Längsmuskeln, wenigstens die der dorsalen Sektoren, scheinen von Nerven aus dieser Schicht versorgt zu werden. Direkt in die radiären Bindegewebssepten eintretende, vom Centralnerv abzweigende Faserbündel finden sich wohl ab und zu, sind aber so außerordentlich spärlich entwickelt, daß man sich nicht vorstellen kann, daß sie die mächtige Längsmuskulatur versorgen sollten. — In allen größeren Nervenbündeln finden sich zerstreute Nervenzellen.

Im Gegensatz zu dem geschilderten Verhalten fand ich das von GRIFFIN erwähnte nur in den basalen Regionen des Tentakels, in denen das Klebepithel sich noch nicht so mächtig ausgebildet hat. Der

Verlauf der Radiärnerven ist hier regelmäßiger, indem es anscheinend nicht zur Bildung der beiden mächtigen, oralen Segmentalbündel kommt, sondern in alle Radiärsepten, ähnlich wie beim Augententakel, Nerven einzutreten scheinen. Dies Verhalten ist wohl das ursprünglichere, aus dem sich das ersterwähnte hervorgebildet hat; durch die Notwendigkeit einer mächtigen Innervation des Klebepithels und der dazugehörigen Teile.

4) Gefäßsystem: VAYSSIÈRE und GRIFFIN beschreiben im Tentakel zwei Hauptgefäße, die ersterer als Brachialarterie bzw. -Vene bezeichnet, die oralwärts vom Nerv liegen und von denen stets das oralere (Fig. 1 *gb. a*), also VAYSSIÈRES Vene, das größere ist. Letzteres Gefäß erscheint meist mit Blutgerinnsel gefüllt und auf große Strecken direkt vom Bindegewebe umgeben, ohne daß die Muskulatur sich darum zu einer besonderen Wand ordnete; doch können einzelne Muskelfasern es streckenweise umziehen. In seiner Wandregion können Zellen vorkommen, bzw. Kerne, die jenen des Bindegewebes durchaus ähnlich sehen. Das kleinere Gefäß (Fig. 1 *gl. i*) liegt auf dem Querschnitt in der Mittellinie des Axialnervs dicht an und wird von dem oraleren durch eine bald mächtigere, bald geringere Menge von Längsmuskulatur geschieden. Es ist von einer deutlichen Ringmuskulatur umgeben, deren Fasern nicht von den gewöhnlichen Muskelfasern abweichen und zwischen die das Bindegewebe eindringt. Diese Muskulatur scheint sich durch die Konservierung stark kontrahiert zu haben, daher das kleine Lumen. Die Bindegewebszellen, welche sich an seiner Peripherie stellenweise finden, liegen wohl auch deshalb häufig dicht gedrängt.

Außerdem finden sich oral-seitlich und nach außen vom Nerv oft Gefäßdurchschnitte, die nach Art des ventralen Hauptgefäßes nur Lückenräume im Bindegewebe, mit oder ohne einzelne, der Grenzwand aufliegende Zellen sind. Sie bilden um den Nerv geradezu ein Gefäßnetz, von dem aus selbst in die Bindegewebssepten im Innern des Nervs noch vereinzelt Lücken vordringen können. Dies Verhalten ist jedoch beim Augententakel viel auffälliger.

In den radiären Septen zwischen der Muskulatur liegen zahlreiche Radiärgefäße, die segmental angeordnet sind, d. h. die in den äußerlich durch die Ringfurchen bestimmten Ebenen liegen. Von ihnen laufen weitere Zweige zwischen die Muskelbündel. Ebenso kommt unter und in der äußeren Nervenschicht ein ausgebildetes Gefäßlückensystem vor. Gefäßlücken finden sich eigentlich überall im Bindegewebe, und je nach dem Schnitt trifft man an ihrer Umgrenzung Zellen oder nicht. Die Gefäße, die unter den äußeren Kanten der inneren Fläche liegen, zeigen

eine besondere Tendenz ihr Lumen stellenweise sehr stark zu erweitern, so daß große, mit coaguliertem Blut erfüllte Räume entstehen. Ein gleiches Verhalten zeigt auch das innere Längsgefäß dadurch, daß es gegen die Tentakelenden zu regelmäßig unter dem Abschnitte der Ringwülste, der nicht mit umgewandeltem Epithel bedeckt ist, mächtige Erweiterungen bildet (Fig. 3).

2. Augententakel.

Über die Lage der beiden Augententakel in bezug auf das Auge gibt eine Abbildung in WILLEYS erster Arbeit (1897, 1) besonders Auskunft, während ihre Form und der allgemeine Bau von WILLEY wie von GRIFFIN genügend besprochen wird. Sie sind kleiner als die gewöhnlichen Tentakel und nach WILLEY bei dem lebenden Tiere von milchweißer Farbe, während die gewöhnlichen Tentakel bräunlich, ihre Saugrinnen »pale neutral« gefärbt sind. Die Augententakel haben beinahe die Form eines langgestreckten, schwach elliptischen Kegels, nicht die einer dreiseitigen Pyramide wie die Hafttentakel, auch ist ihre Lamellierung viel stärker entwickelt.

Man denke sich den Tentakel als zwei ineinander geschobene Kegel, die längs einer Mittellinie ihrer Mäntel zusammenfallen; der Spitzwinkel des inneren Kegels sei etwa zwei Drittel des äußeren. Man schneide nun, senkrecht zu seiner Achse, den äußeren Kegel durch Ebenenpaare, die voneinander etwa um die doppelte Breite der Zwischenräume zwischen zwei Paaren entfernt sind; der innere Kegel entspräche dann dem Tentakelstamm, während die einerseits durch die Ebenen eines Paares, andererseits durch die Kegelmäntel begrenzten Scheiben den Tentakellamellen vergleichbar sind. Auf Querschnitten durch den Tentakel wird man eine Lamelle kaum je in ganzer Ausdehnung treffen, sondern gleichzeitig mehrere, weil die Lamellen niemals ganz eben und senkrecht zu dem Stamm liegen.

Die Lamellen sind Falten der Tentakeloberfläche, gebildet von dem Epithel, zwischen das eine Schicht der Tentakelgrundsubstanz tritt. Sie sind in ihrer ganzen Ausdehnung gleichmäßig dick und außen von einem abgeschrägten Rand scharf begrenzt, derart, daß ihre proximale Fläche weniger vorsteht als die distale (Fig. 8 l). Dieser Rand bildet mit dem vergleichsweise erwähnten Kegelmantel einen Winkel. An den Lamellen, die der Spitze am nächsten liegen, ist der Rand kaum erkennbar. An ihrer Basis gehen die Lamellen plötzlich, und ohne sich zu erweitern, in den Tentakelstamm über (Fig. 8).

Die Grundsubstanz der Lamelle bildet ein Bindegewebe von gleicher

Struktur wie das der Hafttentakel, in welches, und zwar im ganzen Umfang der Lamelle, Nerven eintreten, nachdem sie den Tentakelstamm als Radiärnerven zwischen den Längsmuskelbündeln durchsetzt haben. Diese Nerven sind beim Eintritt in die Lamellen noch so stark, daß ihr Querschnitt dieselbe Dicke besitzt, wie die Lamellengrundsubstanz, und daher das Bindegewebe stark zurückdrängt. Die Nerven verlaufen zunächst radiär, um sich dann peripher in der Lamelle zu verzweigen. An welche Art von Epithelzellen sie vor allem herantreten, konnte nicht sicher festgestellt werden. Außer ihnen finden sich zahlreiche Blutgefäße, wogegen Muskeln in den Lamellen vollkommen fehlen. Das Bindegewebe bildet unter dem Epithel eine dicke Basalmembran, auf die GRIFFIN bereits nachdrücklich hinwies, und die bei Chromsäure-Hämatoxylinbehandlung besonders deutlich hervortritt. Die Grundsubstanz nimmt höchstens ein Fünftel bis ein Sechstel der Lamellendicke ein (Fig. 8).

Das Epithel ist ein hohes Cylinderepithel, das auf der proximalen Fläche der Lamelle durchweg etwas niedriger ist als auf der distalen (the cells of the bottoms of the grooves are taller than those upon the outer portions. GRIFFIN). Man kann in ihm hauptsächlich zwei Zellarten unterscheiden:

1) Zellen mit tiefliegendem Zellkörper (Fig. 9 *z.c* und Fig. 10 *a*), deren Kern nahe der Basis liegt. Sie sind fein granuliert; ihr Kern ist ziemlich groß und oval, mit deutlichem dünnfaserigen Kerngerüst. Sie gehen gegen die äußere Oberfläche in einen dünnen Hals über, der durch die in dieser Höhe vorhandenen Zellkörper der zweiten Art bedingt wird, und tragen an der Oberfläche mittels deutlicher Basalkörperchen eingepflanzte Cilien. Die Gestalt und Richtung der Cilien war auf allen Präparaten höchst charakteristisch. Von der Oberfläche weg verliefen sie stets eine Strecke weit in der Richtung der Zellachse, bildeten darauf ein scharfes Knie, um dann der Zelloberfläche parallel gegen den äußeren Lamellenrand hin zu verlaufen. Die letzteren Teile der Cilien bilden daher gewissermaßen eine förmliche Schicht über den beiden Flächen der Lamellen (Fig. 9).

Recht selten finden sich Drüsenzellen (goblet mucus cells, GRIFFIN), die viel größer sind als die erstere Zellart (*z.dr*) mit ebenfalls basalem, aber durch die Secretansammlung zusammengedrücktem, dunklem Kern und einem ziemlich hellen, vacuolären Inhalt. In ihrer Lage stimmen sie mit den Zellen 1 überein.

2) Alternierend mit den Zellen zweiter Art liegen andre, die mit einem dünnen Stiel der Basalmembran aufsitzen (Fig. 9 *z.h* und Fig. 10 *b*).

Dieser Stiel inseriert mittels einer Verbreiterung oder indem er aufspließt an der Membran; er geht zwischen den Zellkörpern 1 hindurch. Auf Querschnitten durch das Epithel bemerkt man, daß die Stiele ziemlich regelmäßig an den Ecken aufsteigen, wo mehrere der ersten Zellen zusammenstoßen. Die Zellen erweitern sich peripher zu einem birnförmig gestalteten Körper; ihr Kern ist in die Länge gezogen und zeigt häufig basal den schon beschriebenen »haubenartigen« Wulst (Fig. 10 b). Diese Zellen tragen keine Cilien, sondern werden an der Oberfläche von einer ziemlich dicken, gewölbten Cuticula überzogen. Da die Cilienzellen nur eine verhältnismäßig kleinere, freie Oberfläche darbieten, bilden die cilienfreien Zellen die Hauptbegrenzung der Lamellen.

Die eben geschilderte Zusammensetzung des Epithels gilt nur für die beiden Flächen der Lamelle, und zwar für die kleinere (proximale) bis zu deren Rande, für die größere nur so weit als die Projektion der kleineren auf sie sie decken würde. Auf dem übrigen, äußersten Rande der größeren Fläche, sowie auf der dritten, schiefen, äußeren Begrenzungsfläche der Lamelle fehlen die Cilien, und die Oberfläche besteht hier ausschließlich aus der Cuticularbildung (s. Fig. 9). Da WILLEY in einer Figur den äußeren Rand der Lamelle ebenfalls cilienlos zeichnet und bemerkt: »The upper and lower surfaces of the lamellae and the basis of the grooves are covered with vibratile cilia«, so ist dies Fehlen der Cilien am Rande wohl durchaus normal. Es zeigt sich nun, daß die Zellen 1 zwar auch hier noch vorhanden sind, jedoch daß ihre Hälse außerordentlich fein geworden sind und wahrscheinlich die Oberfläche nicht mehr erreichen. Die gestielten Zellen sind dagegen viel breiter geworden und tragen je eine mächtige cuticulare Haube (Fig. 9 und Fig. 10 c). Die Cuticula setzt sich anscheinend auch auf die Seitenwand der Zellen fort und bildet dort zahlreiche dicke Querrippen, die auf Längsschnitten der Zellen als Zähne erscheinen, durch welche diese Zellen untereinander verbunden sind.

Der centrale Nerv liegt der von den Lamellen eingenommenen Seite näher als der gegenüberliegenden (Fig. 7). Der Strang ist (GRIFFIN) viel mächtiger als der der Hafttentakel; sein Durchmesser beträgt mindestens die Hälfte des Tentakeldurchmessers. Die Größe wird wohl durch die viel ausgedehntere, modifizierte Epithelfläche bedingt, die bei dem Augententakel zu versorgen ist.

Auch hier wird der Nerv durch Bindegewebssepten, in die einzelne Radiärmuskeln treten können, in den Ebenen zwischen den Lamellen, also »segmental« eingeschnürt; jede Auftreibung entspricht also einer Tentakellamelle (Fig. 8). Der Länge nach wird der Nerv durch eine

große Anzahl Bindegewebssepten in verschieden starke, unvollständig abgegrenzte Unterstränge zerlegt. In diesen Septen, die beträchtliche Dicke erreichen können, kommen oft Gefäßlücken vor, an deren Peripherie unter Umständen sogar Bindegewebszellen liegen; wie denn Bindegewebszellen in den Septen im allgemeinen häufig sind. Insbesondere wird durch die Septen eine obere Abteilung von dem Nerven getrennt, die in der mittleren Tentakelregion etwa ein Drittel seines Volumens umfassen mag, und deren Abgrenzung auch durch eine äußere Kerbe am Nerven deutlich sichtbar ist. Der dorsale Teilstrang ist durch feinere, ebenfalls noch Bindegewebszellen enthaltende Septen, ungefähr nach Art des Hafttentakelnerven weiter zerlegt (Fig. 7 *n.d.*). Die einzelnen Teilstränge der unteren Abteilung sind meist, wohl wegen ihrer geringen Dicke, ungeteilt, nur in den größten bemerkt man ab und zu feine Bindegewebssepten (Fig. 7 *n.t.*). Die Nervenzellen liegen immer peripher um die Teilstränge; insbesondere ist der obere in seiner ganzen äußeren Oberfläche von solchen umgeben, auch an der Grenze zwischen ihm und dem unteren Hauptabschnitt dringen Nervenzellen weit central ein. Die Nervenzellen liegen ferner hauptsächlich an den Quersepten, während an der Stelle der größten Auftreibungen die Radiärnerven abgehen. Letztere treten zwischen den einzelnen, sekundären Bündeln des Axialnerven nach außen (Fig. 7), verhalten sich also nach Art der abgehenden Nerven im basalen Teile des Hafttentakels. Der Mächtigkeit der sekundären Stränge entsprechend, sind jene Nerven die dicksten, die an der Basis des oberen Teilstranges austreten. Ebenso wenig wie direkt aus einem der unteren Teilstränge, entspringen Nervenbündel aus dem großen oberen Strang; nur einmal sah ich etwas seitlich von der dorsalen Mittellinie ein feines Nervenbündel von ihm abgehen. Es macht überhaupt den Eindruck, als würde die Abgrenzung der Unterstränge durch die austretenden Nerven unmittelbar bedingt. Daß oben ein solch großer, ungeteilter Strang besteht, und daß sich auf dessen Peripherie die meisten Nervenzellen ansammeln, halte ich für eine Folge des Verschwindens der Lamellen auf der oberen Seite des Tentakels.

An jenem Tentakel, der seine äußerste Spitze anscheinend noch besaß, war der Nerv an dieser Spitze noch außerordentlich ansehnlich im Vergleich zum Tentakelquerschnitt. Dabei war die Abgrenzung des dorsalen Teilstranges, wenn auch noch kenntlich, doch nicht mehr so deutlich, wie in der mittleren Region des Tentakels. Dies stimmt also nicht ganz mit GRIFFINS Beobachtung überein, daß der Nerv an der Spitze den Charakter desjenigen der gewöhnlichen Tentakel annehme. GRIFFIN fand weiter, daß an der Basis des Tentakels der Nerv

dieselbe Größe besitze wie beim Hafttentakel und vermutet, daß im weiteren Verlauf nur der obere Teilstrang des Augententakelnervs dem ganzen Nerven des gewöhnlichen Tentakels entspreche, während die ventralen Stränge, die er als »a kind of accessory nerve« bezeichnet, aus dem Nerven ausgetretene, ihn aber eine Strecke weit begleitende Bündel darstellen. Soweit aus meinem spärlichen Material Schlüsse gezogen werden dürfen, halte ich meine oben dargelegte Auffassung für wahrscheinlicher.

Die aus dem Axialnerv austretenden Zweige umziehen den unteren Abschnitt des Nervs noch eine Strecke weit, so daß unter Umständen ein wahrer Mantel von Fasern um ihn verläuft. Sie treten dann in die radiären Bindegewebssepten und verzweigen sich schließlich in den Lamellen. Jede Lamelle wird also im wesentlichen von so viel Nerven versorgt, als sie radiäre Bindegewebssepten umfaßt, nur durch die sehr weit oben gelegenen Septen, über denen die Dicke der Lamellen ohnedies sehr unbedeutend ist, gehen meist keine Nerven.

Von Blutgefäßen fand ich ein großes Längsgefäß (Fig. 7 *gal*), das dem unteren des Hafttentakels entspricht, und das zwar nicht von Muskulatur umgeben, aber deutlich durch Bindegewebe abgegrenzt ist.

Das innere Längsgefäß (*gil*) besitzt entsprechend dem des Hafttentakels eine bedeutende Muskelschicht und ist meist stark kontrahiert. Es liegt nicht mehr in der Mittelebene, sondern ist stark seitlich verschoben.

Mit Muskulatur versehene Gefäße sind überhaupt selten; eines fand ich in einem Radiärseptum, ein anderes als kleines oberes Längsgefäß nahe der Spitze in der Mittelebene, während es auf den mehr basal geführten Schnitten fehlte. Ob die Muskelschicht die Gefäße in ihrer ganzen Länge umgab, ließ sich nicht feststellen.

Gefäße ohne Muskelschicht fanden sich auch in den Radiärsepten und zwischen den Muskelbündeln. Auch der Nerv wird von Gefäßlücken umgeben, die oft in die Bindegewebssepten innerhalb desselben eindringen. Gegen die Tentakelspitze zu wird dies besonders auffällig.

Griffin fand auf Längsschnitten, daß das Bindegewebe in den Interlamellarebenen gleichsam unterbrochen erschien, obwohl der Nerv wie auch die Längsmuskeln durchgingen. Ich fand die auf solche Weise entstehenden hellen Linien auf fast allen Längsschnitten durch den Augententakel (Fig. 8 *). Auch beim gewöhnlichen Tentakel kann man ähnliches sehen, wenn auch viel undeutlicher. Es handelt sich nicht um eine eigentliche Kontinuitätstrennung des Bindegewebes, sondern darum, daß dieses in den Querebenen einen lockeren, maschigen Cha-

rakter annimmt, während es sonst ziemlich homogen erscheint. Da die Augententakel sehr leicht abbrechen, glaubt GRIFFIN, daß diese Stellen das Abbrechen erleichtern sollten. Den Nutzen einer solchen Einrichtung kann er um so weniger verstehen, als WILLEY angibt, daß die Tentakel bei Berührung außerordentlich schnell in ihre Scheiden zurückgezogen werden. Mir scheint, diese Ebenen dienen nicht dem von GRIFFIN vermuteten Zweck, sondern sollen vielmehr eine rasche Bewegung fördern, da das Bindegewebe an Stellen geringerer Dichtigkeit einer Torsion oder Beugung auch geringeren Widerstand leistet. Das leichte Abbrechen der Tentakel, auch am lebenden Tier, ist wohl eher eine Nebenerscheinung.

Ob der Bau der Tentakelscheiden, der Haft- und Augententakel, abgesehen von ihrer geringeren Dicke bei letzteren, derselbe ist, soll hier nicht berichtet werden. VAYSSIÈRE, wie neuerdings WILLEY und GRIFFIN, gehen darauf ausreichend ein.

3. Rhinophor und Flimmergrube

Der Rhinophor ist eine dem Auge dicht anliegende, abgeplattete, dreieckige Falte, deren Basis größer ist als ihre Höhe. An der dem Auge abgewandten Seite findet sich (meine Angaben beziehen sich auf einen einzigen Rhinophor) ein wulstiger Höcker, halb so hoch als das ganze Organ. Ein auf letzterem liegender Schlitz führt in die Flimmergrube (»Geruchsgrube«). Nach GRIFFIN besitzt diese 10—12 mm Tiefe; auf ihrem Grunde erheben sich mächtige Falten und Wälle, weshalb sie WILLEY als »olfactory labyrinth« bezeichnete. Über ihre Form finden sich bei GRIFFIN genauere Angaben, doch konnte ich entgegen seiner Darstellung und Figur keine Fortsetzung der Grube in den Rhinophor feststellen (Fig. 11).

Wie schon aus den Angaben der früheren Autoren hervorgeht, ist der Rhinophor kein auf einen Tentakel beziehbares Gebilde. Er besteht nur aus Bindegewebe von komplizierterer Struktur als das der Tentakel und aus mächtigen Nervenmassen, die jene den Tentakeln typische Anordnung nicht besitzen; dagegen fehlt ihm jede Muskulatur. Die Flimmergrube ist in ebensolches Bindegewebe eingebettet und wird von Bündeln desselben Nerven umgeben, der in den Rhinophor eintritt. Muskelbündel finden sich erst in beträchtlicher Entfernung von der Grube und stehen scheinbar in keiner bestimmten Beziehung zu ihr. Die Ausbildung des Epithels auf dem Tentakel und in der Grube ist vollkommen verschieden.

Das Bindegewebe (Fig. 12 und 13) besteht aus einer dem Volumen nach stark zurücktretenden Grundsubstanz von ganz ähnlichem Aussehen wie in den Tentakeln. In ihr sind feinste Fasern sichtbar, die sich stärker färben und in Knotenpunkten zusammentreffend ein feines Netzwerk bilden. Laufen mehrere Fasern nebeneinander, so entstehen deutliche Stränge.

In die Grundsubstanz eingelagert sind verschiedenartige Zellen:

1) Eigentliche Bindegewebszellen (Fig. 12 *bi.k*).

Sie besitzen unter Umständen einen wohlentwickelten Zelleib, der zahlreiche Fortsätze entsendet, die sich später teilen. Charakteristisch ist ihr Kern: mittelgroß, mit ziemlich dicker Membran, einem Kernkörperchen und schwach entwickeltem Chromatinnetz. Er ist verhältnismäßig dunkel. Meist sieht man die Kerne nicht von einem deutlichen Plasmakörper umgeben, sondern letzterer ist so stark reduziert, daß nur einige Plasmafortsätze direkt vom Kern abzugehen scheinen, und dieser also allein in der Grundsubstanz oder in einer in ihr entstandenen Höhle liegt. (Schlechte Konservierung?) Diese Zellen scheinen derselben Art zu sein wie die Bindegewebszellen im Tentakel.

2) Bindegewebsfaserzellen (Fig. 12 u. 13 *bi.f*).

Sie sind bei Färbung mit Pikrinsäure-Säurefuchsin durch ihre rote Färbung leicht von den Muskelfasern unterscheidbar, auch andere Färbungen ergeben gute Differenzierung (Eisenhämatoxylin-Erythrosin färbt sie kaum, Dahlia hell gräulich, die Muskeln aber dunkelviolet). Sie bilden längere Röhren als die Muskeln, und es ist an ihnen ein sehr feiner, mit plasmatischer Substanz gefüllter Centralkanal und eine äußere fibrilläre Rinde erkennbar. Die Fibrillen stehen auch nicht wie bei den Muskeln in Gruppen, die durch das Plasma voneinander getrennt sind, sondern liegen dicht gedrängt. Tritt an einzelnen Stellen eine Lockerung der Fibrillen ein, so zeigt die Faser eine bedeutende Auftreibung. Auf dem meist kreisrunden Querschnitte dieser Fasern ist der centrale Plasmakanal stets sehr eng im Vergleich zur Rinde. Der Kern ist außerordentlich lang und schmal. Im Gegensatz zu den Muskelzellen verlaufen sie meist stark gewellt, bzw. korkzieherartig gewunden und kreuzen sich vielfach, ohne daß es zu in gleicher Richtung verlaufenden, größeren Ansammlungen käme. Diese Zellen bilden einen Hauptbestandteil im Bindegewebe des Rhinophors, in jenem das ihn umgibt wie in dem der Tentakelscheiden, wogegen sie dem Tentakelbindegewebe vollkommen fehlen. Ganz übereinstimmende Zellen

hat schon BROCK (1883) aus dem Bindegewebe der Heteropoden abgebildet.

3) Mastzellen (Plasmazellen, BROCK) (Fig. 12 z.m).

Diese Zellen sind bei gewöhnlicher Behandlung nicht gut unterscheidbar; auf frischen Dahliapräparaten (nach SCHUBERG, 1903) treten sie durch ihre dunkle Färbung sehr deutlich hervor und lassen sich bis in ihre feinsten Verästelungen verfolgen. In ihrem Centrum liegt ein ovaler Kern. Diesen umgibt ein ziemlich kleiner Zellkörper, der meist unmerklich in zwei breite Fortsätze übergeht, welche von Abstand zu Abstand typische, knotige Verdickungen zeigen. Die Fortsätze behalten ihre Dicke lange bei, da sie nur äußerst selten Seitenzweige abgeben; schließlich werden sie dünner und lösen sich durch dichotomische Teilung in feine Verästelungen auf. Die ganze Zelle zeigt (bei Dahliabehandlung) eine gleichmäßige, ziemlich grobe Granulierung, an welcher Beschaffenheit auch durch den Schnitt von ihren Zellen abgetrennte, einzeln im Plasma liegende Fortsätze leicht kenntlich sind.

Im Bindegewebe der Tentakel fand ich diese Zellen nicht. Anscheinend stimmen sie ganz mit den bei Wirbeltieren unter dem Namen Mastzellen (z. B. von SCHUBERG, bei Amphibien) beschriebenen Gebilden überein. Auch die BROCKschen Plasmazellen scheinen denselben Bau zu haben.

Nach außen bildet die Bindegewebsgrundsubstanz des Rhinophors eine anscheinend festere Verdichtungsmembran (Fig. 13), die nur eine geringe Faserung parallel zur Oberfläche aufweist. Im ungefärbten Zustande ist sie von gelblicher, bei Pikrinsäure-Säurefuchsinfärbung rosa, ähnlich den Fibrillen der Faserzellen. Sie ist sehr dick, fast zellenlos und wird stets von Kanälen (*bi.l*) durchzogen, die, untereinander verbunden, ein Netz bilden. Stellenweise sind die Kanäle so spärlich, daß die Membran als einheitlicher Saum erscheint, an andern Stellen so zahlreich, daß nur noch schmale Scheidewände aus Grundsubstanz zwischen ihnen übrig bleiben. In den Kanälen sieht man ab und zu Bindegewebskerne und Plasmateile von Zellen. Sehr oft ließ sich feststellen, daß die Kanäle sich an der Oberfläche unter dem Epithel öffnen; in solchen Fällen bemerkte man in den Kanälen Nervenbündel, die an das Epithel herantraten. Der weitere Verlauf der Nerven im Epithel war mangelnder Konservierung halber nicht erkennbar. Die Kanäle ließen sich oft noch sehr tief in das Bindegewebe hinein verfolgen, und an gewissen Stellen sah man sie in jene übergehen, die bei dieser Konservierung um größere Nervenbündel sich befanden. Die Kanäle

erschieden besonders deutlich auf alten Dahliapräparaten, in denen sich die Färbung diffus in der Grundsubstanz ausgebreitet hatte; ebenso auf Eisenhämatoxylin-Erythrosinpräparaten, bei denen sich auf den Wänden der Kanäle dunkle Körnchen ablageren können, wogegen die Grundsubstanz sich hellrosa färbt. Die erörterte Membran grenzt sich gegen die Oberfläche durch eine scharfe Linie bei Dahliapräparaten, bei andern durch einen dunklen Kontur ab und sendet stellenweise zackige Fortsätze zwischen die Epithelzellen. Unter dem Epithel der Flimmergrube fehlt sie durchweg (außer hart am Eingang), und das Bindegewebe besitzt hier nur eine dünne Linie als Grenzmembran (Fig. 14). Falls unter dieser nicht direkt Nervenstränge oder Blutlacunen liegen, bildet das Bindegewebe entweder ein lockeres, weitmaschiges Netzwerk, oder es beginnt darunter sofort die oben beschriebene, gewöhnliche Form desselben, deren Hauptbestandteil die sich vielfach durchkreuzenden Fasern sind.

Das Epithel des Rhinophors ist außerordentlich hoch und besteht aus hellen, cylindrischen, fast stabförmigen Zellen, die sich basal verschmälern und sogar in feine Fortsätze übergehen. Die Kerne, welche überall in den unteren zwei Dritteln der Zellen liegen, sind lang elliptisch, mit mehreren Kernkörperchen und tragen basal stets die schon erwähnte, dunkle, kappenförmige Masse. Cilien konnten an der Oberfläche nicht wahrgenommen werden; da aber die vorliegende Beschreibung nur nach einem sehr kleinen, übriggebliebenen Epithelstück entworfen wurde, das sich hart an der Spitze, auf der der Flimmergrube abgewandten Seite des Rhinophors noch fand, so ist dieser Befund unsicher. Das übrige Epithel fehlte.

Die zwischen den Epithelzellen liegenden Drüsenzellen sind ebenfalls cylindrisch, nur etwa doppelt so breit als diese, und ihr Zellkörper wird von einem mit Plasmafärbung sich dunkel färbenden, engmaschigen Netz gebildet.

Das Epithel der Flimmergrube (Fig. 14) schien gut konserviert. Es ist ein hohes Drüsenepithel, dessen Drüsenzellen (*z.dr*) nach Zahl wie Größe mächtig entwickelt sind. Sie bestehen aus einem äußeren Protoplasmabelag, in dessen unterem, breiteren Teil der Kern liegt, der sehr verschieden geformt sein kann, aber meist groß und blasig ist; ferner aus einem inneren, hellen, aus sehr großen, dünnwandigen Vacuolen aufgebauten Teile, der das Secret enthält. GRIFFINS Angabe, daß die Zellen der Geruchsgrube einen angeschwollenen, sphärischen, hellen Körper besitzen, während die Enden und die Basis sehr schmal seien, bezieht sich wahrscheinlich auf diese Zellen.

Das Secret der Zellen findet man auf der ganzen Oberfläche der Flimmergrube ausgebreitet; außerdem lag in der Mitte der Höhle ein Ballen einer coagulierten, fädig-körnigen Masse, die sich mit Plasmafarben stark färbte und viele Körper aufwies von kreisförmig-elliptischem Querschnitt und gleicher Größe wie die Kerne der Drüsenzellen. Wenschon sie keine Kernfarbstoffe annahmen, so war doch eine äußere, scharfe Membran und ein helleres Innere kenntlich; es sind wohl Kerne von Zellen, die bei der Secretion zugrunde gegangen sind.

Zwischen den Drüsenzellen finden sich andre (Fig. 14 *z.c.*), deren oberflächlicher, birnförmiger Zellkörper mittels eines langen, dünnen Stieles am Bindegewebe befestigt ist. Der Zelleib wendet seine breite, abgeplattete Seite gegen die Oberfläche. Dadurch bilden diese Zellen die Gesamtbegrenzung der Flimmergrube, in der die Enden der Drüsenzellen nur als Öffnungen erscheinen. Der Oberfläche dieser Zellen sind mittels deutlicher Basalkörnchen sehr lange Cilien eingepflanzt. Im Gegensatz zu den Cilien des Augtentakels, die sämtlich eine charakteristische Richtung und Knickung zeigten, konnte für diese Cilien nichts dergartiges festgestellt werden. Sie sind nicht umgebogen, verlaufen dagegen etwas geschlängelt. An Präparaten, auf denen die Zellen durch Klopfen isoliert worden waren, zeigte es sich, daß sie mittels Stacheln, bzw. Ringsäumen untereinander in Verbindung standen; auch ist auf ihrer Endfläche anscheinend eine dünne Kappe vorhanden. Ihr Kern ist hell, kleiner und mehr in die Länge gestreckt als bei den Drüsenzellen, und zeigte ab und zu die schon bei andern Zellen erwähnte, dunkle Bildung an der Basis. Die Zellkörper liegen, wie erwähnt, oberflächlich und den Drüsenzellen eng angeschmiegt; in einzelnen Fällen sah ich aber auch den Drüsenzellen weiter basal anliegende schmale Zellkörper und Kerne, die sich distal in einen dünnen Fortsatz verschmälerten, der oberflächlich anscheinend wieder in einen kleineren, birnförmigen Plasmakörper mit Cilien, aber ohne Kern überzugehen schien.

Ob den Flimmerzellen zugleich eine sensorische Bedeutung zukommt, ist nach diesen Untersuchungen nicht sicher; da aber unter dem Epithel große Nervenmassen verlaufen, und da die Drüsenzellen wohl kaum sensible Funktionen ausüben dürften, muß man füglich annehmen, daß die Cilienzellen sensibler Natur sind.

Schließlich ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor BÜTSCHLI, auf dessen Anregung und in dessen Laboratorium diese Arbeit im Wintersemester 1904/5 ausgeführt wurde, sowie Herrn Prof.

SCHUBERG auch an dieser Stelle für das Interesse, mit dem sie ihr Fortschreiten verfolgten und förderten, meinen aufrichtigen Dank auszusprechen.

La Plata, im Januar 1907.

Literaturverzeichnis.

1892. E. BALLOWITZ, Über den feineren Bau der Muskelsubstanzen. 1) Die Muskelfaser der Cephalopoden. Arch. mikr. Anat. Bd. XXXIX.
1883. J. BROCK, Untersuchungen über die interstitiellen Bindesubstanzen der Mollusken. Diese Zeitschr. Bd. XXXIX.
1898. L. E. GRIFFIN, Notes on the Tentacles of Nautilus pompilius. John Hopkin's Univ. Circulars. Vol. XVIII. No. 137. Baltimore.
1900. — The Anatomy of Nautilus pompilius. Memoirs of the National Academy of Science. Vol. VIII, 5th Mem. Washing.
1843. R. OWEN, On the Structure and Homologies of the Cephalic tentacles in the Pearly Nautilus. Ann. Mag. of Nat. Hist. Vol. XII. p. 305.
1903. A. SCHUBERG, Untersuchungen über Zellverbindungen. I. Teil. Diese Zeitschr. Bd. LXXIV.
1895. A. VAYSSIÈRE, Etude sur l'organisation du Nautilé. Annales sc. naturelles, Zoologie, sér. VIII, T. II.
1897. A. WILLEY, 1) The preocular and postocular tentacles and Osphradia of Nautilus. Q. Journ. Micr. Science, Vol. XL.
1897. — 2) The adhesive Tentacles of Nautilus with some notes on its Pericardium and Spermatophores. Q. Journ. Micr. Science, Vol. XL.
1902. — Contribut. to the nat. hist. of the pearly Nautilus. In: Zoological Results WILLEY. Part VI; Cambridge, Univ. Press. 1902.

Erklärung der Abbildungen.

Buchstabenerklärung:

- | | |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <i>bi.f</i> , Bindegewebsfaserzelle; | <i>bi.rs</i> , bindegeweb. Radiärseptum; |
| <i>bi.gr</i> , Bindegewebsgrundsubstanz; | <i>bi.v</i> , Verdichtungsmembran des Bindegewebes; |
| <i>bi.h</i> , hyalines Bindegewebe (ohne Faserzellen); | <i>cut</i> , Cuticularbildung; |
| <i>bi.k</i> , Bindegewebskern, bzw. -zelle; | <i>ep</i> , gewöhnliches Epithel; |
| <i>bi.l</i> , Lücke in der Verdichtungsmembran; | <i>ep.dr</i> , Drüsenepithel; |
| <i>bi.m</i> , Bindegewebs-Grenzmembran; | <i>ep.k</i> , Epithel mit Körner-(Kleb-)zellen; |
| <i>bi.p</i> , bindegewebige Mittelplatte; | <i>m</i> , Muskelfaser; |
| | <i>m.a.l</i> , äußere Längsmuskelschicht; |

<i>m.a.r.</i> , äußere Ringmuskelschicht;	<i>t.k.</i> , Tentakelkörper;
<i>m.f.</i> , Muskelfibrille;	<i>f.g.</i> , Flimmergrube;
<i>m.i.r.</i> , innere Ringmuskel;	<i>g.</i> , Gefäß;
<i>m.k.</i> , Muskelfaserkern;	<i>g.l.a.</i> , äußeres Längsgefäß;
<i>m.l.</i> , Längsmuskelbündel;	<i>g.l.i.</i> , inneres Längsgefäß;
<i>m.r.</i> , Muskelfasern in den radiären Septen;	<i>l.</i> , Lamellen des Augententakels;
<i>m.rt.</i> , Retractoren des Körnerepithels;	<i>w.b.</i> , bindegewebiger Wulst;
<i>m.t.</i> , tangential den Centralnerv umziehende Muskeln.	<i>w.ep.</i> , epithelialer Wulst;
<i>n¹</i> , <i>n²</i> usw., Nerven;	<i>z.c.</i> , Cilienzelle;
<i>n.a.</i> , äußere Nervenschicht;	<i>z.dr.</i> , Drüsenzelle;
<i>n.c.</i> , centraler Nerv;	<i>z.ep.</i> , gewöhnliche Epithelzelle;
<i>n.d.</i> , dorsaler Teilstrang desselben;	<i>z.h.</i> , Zelle mit cuticularer Haube;
<i>n.t.</i> , ventraler Teilstrang desselben;	<i>z.k.</i> , Klebzelle;
<i>n.z.</i> , Nervenzelle;	<i>z.k.k.</i> , deren Kerne;
<i>rhin.</i> , Rhinophor;	<i>.zst.</i> , Zellstiel;
	<i>z.z.</i> , Zwischenzelle.

Tafel XII und XIII.

Die Vergrößerungen 500 und 1000 beziehen sich auf die homogene apochr. Immersion 2 mm Ap. 1. 30. — Das Nervensystem auf allen Figuren blau.

Fig. 1. Hafttentakel: Querschnitt. Eisenhäm.-Orange 50 : 1.

Fig. 2. Hafttentakel: Längsschnitt, medial; Mitte des Tentakels. Eisenhäm.-Erythrosin. 50 : 1.

Fig. 3. Hafttentakel: Längsschnitt durch ventralen Wulst, Nähe der Spitze. 90 : 1.

Fig. 4. Hafttentakel: gewöhnliches Epithel. Eisenhäm.-Erythrosin (vorher Holzessig-Boraxkarmin). 1000 : 1.

Fig. 5. Hafttentakel: Körner(Kleb)epithel, Längsschnitt durch dasselbe. Eisenhäm.-Erythrosin. 500 : 1.

Fig. 6. Hafttentakel: Längsmuskelbündel, Querschnitt. (In den Muskelfasern dunkle contractile Substanz, hell. Sarcoplasma). 1000 : 1.

Fig. 7. Augententakel: Querschnitt, etwa Mitte; die inneren Teile gezeichnet; in den Septen im Innern des Nervenstranges Bindegewebe nicht besonders hervorgehoben. Eisenhäm.-Erythrosin. 60 : 1.

Fig. 8. Augententakel: Längsschnitt; bei * lockere, helle Stellen im Bindegewebe. Eisenhäm.-Erythrosin. 60 : 1.

Fig. 9. Augententakel: Äußerer Teil einer Lamelle; gleiche Schnittrichtung wie Fig. 8. Hämat.-Kaliummonochromat. 500 : 1.

Fig. 10. Augententakel: Isolierte Zellen aus dem Epithel der Lamellen: a) Cilienzelle; b) Zelle mit cuticularer Haube (Lamellenseite); c) Zelle mit cut. Haube (Lamellenrand). Maceriert mit verdünnter Salpetersäure in der Wärme; Hämatoxylin. 1000 : 1.

Fig. 11. Rhinophor: Etwas schematisierter Längsschnitt, Form des Rhinophors der Flimmergrube und die Nervenverteilung zeigend; bei * Öffnung der Flimmergrube. Etwa 14 : 1.

Fig. 12. Rhinophor: Bindegewebe des Rhinophors. Dahlia-Brechweinstein-Tannin. 1000 : 1.

Fig. 13. Rhinophor: »Verdichtungsmembran« des Bindegewebes unter dem Epithel des Rhinophors (letzteres abgefallen). In den Lücken Nerven an das Epithel herantretend. Eisenhäm.-Bordeauxrot. 400 : 1.

Fig. 14. Rhinophor: Flimmergrube; Epithel an dessen niedrigster Stelle. Eisenhäm.-Pikrinsäure. * 1000 : 1.

Untersuchungen über den feineren Bau des Nervensystems der Ascidien.

Von

Otto Lorleberg

(Hannover).

Mit Tafel XIV und XV.

Unsre Kenntnisse vom Nervensystem der Ascidien sind noch ziemlich jungen Datums, gelang es doch erst 1805 CUVIER und 1816 SAVIGNY, überhaupt das Vorhandensein eines Nervensystems bei einer Anzahl einfacher und zusammengesetzter Ascidien mit Bestimmtheit nachzuweisen. Spätere Untersuchungen haben allerdings gezeigt, daß diese beiden Forscher Gebilde, wie die Neuraldrüse und Flimmergrube, zum Nervensystem gerechnet haben, Gebilde, die wohl ihrer Lage nach, wie namentlich entwicklungsgeschichtlich, in engster Beziehung zum Nervensystem stehen, ihrer Funktion nach aber nicht mehr als diesem zugehörig betrachtet werden können.

Der histologische Bau des Nervensystems wurde von Ussow 1876 im wesentlichen richtig erkannt. Obwohl nun auch Forscher, wie SEELIGER, VAN BENEDEN, JULIN, METCALF u. a. die Befunde Ussows durch weitere wichtige Details ergänzt haben, harrt doch noch manche interessante Frage, was den feineren histologischen Bau anbetrifft, ihrer Lösung.

Auf Anregung des Herrn Prof. Dr. SEELIGER habe ich es unternommen, Untersuchungen in dieser Beziehung anzustellen. Es ist mir eine angenehme Pflicht, auch an dieser Stelle meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. SEELIGER, für das Interesse und die wohlwollende Unterstützung, welche er mir bei der Anfertigung dieser Arbeit stets angedeihen ließ, meinen tiefgefühlten Dank auszusprechen. Auch Herrn Prof. Dr. WILL bin ich für sein Interesse großen Dank schuldig.

Bei der Feinheit der darzustellenden Verhältnisse war ich auf große Schwierigkeiten in technischer Beziehung gefaßt, und kann ich

wohl sagen, daß ich mich hierin in keiner Weise getäuscht habe. Ich habe so ziemlich alle Methoden, die für die Darstellung nervöser Elemente in Betracht kommen, angewandt und möchte im folgenden Kapitel zunächst meine hierbei gemachten Erfahrungen mitteilen.

Technik.

Nach den hervorragenden Resultaten, die RETZIUS, v. LENHOSSÉK, SMIRNOW u. a. bei Untersuchungen des Nervensystems bei Evertibraten (Anneliden, Mollusken, Arthropoden) durch Anwendung der Chromsilbermethode GOLGIS erzielten, lag es nahe, diese Methode auch bei den Ascidien zu versuchen. Ich hatte in der Tat gehofft, durch die GOLGISCHE Methode die schönsten Resultate zu erzielen, muß aber gleich bemerken, daß meine Resultate leider nur negativer Natur waren. Allerdings kam die GOLGISCHE Methode nur bei der *Styelopsis grossularia* zur Anwendung, als der einzigsten Ascidie, die mir lebend in genügender Menge zur Verfügung stand, wie es die bekannte Launenhaftigkeit des GOLGISCHEN Verfahrens verlangt. Ich wandte folgendes Verfahren an:

Ich legte Stücke der *Styelopsis* mit dem Ganglion auf 5 Tage in eine Mischung von vier Teilen Kaliumbichromat (3,5%) + einen Teil Osmiumsäure (1%), bei einer konstanten Temperatur von 26°, trocknete die Stücke dann mit Fließpapier gut ab und übertrug sie in eine 0,75%ige Lösung von Höllenstein auf 8 Tage, nachdem sie vorher in einer gebrauchten Höllensteinlösung abespült waren, um einen zu reichlichen Niederschlag zu verhüten. Um tadellose Schnitte zu erzielen, versuchte ich es zunächst mit Celloidinschnitten, indem ich vor dem Einbetten in Celloidin nach dem von BLOCHMANN angegebenen Verfahren das Chromsilber in metallisches Silber umwandelte. Es gelang mir auch, bis zu 14 μ tadellose Schnitte zu bekommen, die in Dammarharz eingeschlossen wurden. Von einer Imprägnation war jedoch keine Spur zu sehen. Da ich vermutete, die Imprägnation durch die versuchte Umwandlung des Chromsilbers in metallisches Silber zerstört zu haben, versuchte ich es nunmehr mit Handschnitten zwischen Hollundermark. Die Objekte erwiesen sich jedoch als nicht besonders schnittfähig, selbst nach Einlegen in Alcoh. abs. auf 20 Minuten (ein längeres Verweilen in Alcoh. abs. soll der Imprägnation schädlich sein). Immerhin gelang es mir nach einiger Übung, genügend dünne Schnitte zu bekommen. Jedoch auch hier war von einer Imprägnation nichts zu sehen. Naturgemäß erachtete ich nun das Verweilen der Stücke auf 8 Tage im Silberbad als für eine Imprägnation nicht ausreichend und beließ die Stücke

bis zu 5 Wochen im Silberbad. Ich bekam denn auch manchmal stellenweise eine Imprägnation, die jedoch für meine Zwecke nicht ausreichend war. Stücke aber, die 5 Wochen im Silberbad gelegen hatten, waren vollständig maceriert. Nach den gemachten Erfahrungen scheint mir das Gewebe der Ascidien, oder wenigstens der *Styelopsis*, für die sonst so vorzügliche Imprägnation nach GOLGI nicht geeignet zu sein, da die Zartheit der Gewebe ein Verweilen im Silberbad bis zur ausreichenden Imprägnation nicht zuläßt, ohne vollständig zu macerieren.

Wohl oder übel mußte ich mich nach einem Ersatz für das GOLGISCHE Verfahren umsehen und versuchte es mit molybdänsaurem Hämatoxylin und MALLORYS phosphormolybdänsaurem Hämatoxylin nach den Angaben von KODIS, der seine Methode zur Färbung nervöser Elemente selbst als einen vollständigen Ersatz für das GOLGISCHE Imprägnationsverfahren bezeichnet. Hiermit habe ich nun zwar positive Resultate erzielt, muß aber bemerken, daß von einer spezifischen Färbung der nervösen Elemente vor den andern Geweben, wie sie KODIS in seinem Aufsatz: »Eine neue Methode zur Färbung des Nervensystems« (Archiv für mikrosk. Anatomie, Bd. LIX) und der beigegebenen Figur von der Kleinhirnrinde des Menschen angibt, bei meinen Präparaten keine Rede sein konnte. Ich erhielt gleichmäßig blau gefärbte Fasern und Gewebe und konnte daher auch nur dann eine Nervenfasern als solche mit Sicherheit feststellen, wenn ihr Zusammenhang mit dem Gehirn oder den peripheren Nerven nachzuweisen war. Die Präparate ergaben indessen Bilder, die an Klarheit nichts zu wünschen übrig ließen.

Ich legte nach den Angaben KODIS frische Objekte auf 48 Stunden in eine gesättigte Lösung von Quecksilbercyanid, darauf auf 48 Stunden in Formol (1 : 10), um sie dann in molybdänsaurem oder phosphormolybdänsaurem Hämatoxylin, in der Verdünnung 1 : 20 zu färben. Die weitere Vorbehandlung zum Schneiden geschah wie üblich.

Ebenso gute, wenn nicht bessere, Präparate erhielt ich, wenn ich in Formol konserviertes Material aus diesem, ohne vorher auszuwaschen, auf 5 Stunden in molybdänsaures Hämatoxylin, in der Verdünnung 1 : 5, brachte. Da das molybdänsaure Hämatoxylin sich sehr leicht auswäscht, tut man gut, wie MEYER in seiner Arbeit: »Über den feineren Bau des Nervensystems bei Asteriden« (diese Zeitschr. Bd. LXXXI) angibt, die Stücke aus dem Farbstoff gleich in 95%igen Alkohol zu bringen und diesen so oft zu wechseln, bis er rein bleibt.

Das molybdänsaure Hämatoxylin dringt sehr schwer in die Tiefe, und müssen die zu färbenden Stücke deshalb möglichst klein sein. Aus diesem Grunde befreite ich das Gehirn meiner Ascidien möglichst von

den umgebenden Geweben, da das Gehirn vor allen Dingen den Farbstoff schwer aufnimmt. Mit der Zeit gelang es mir jedoch, die richtige Zeitdauer und Konzentration der Färbung herauszubekommen, so daß die Präparate ziemlich gleichmäßig gefärbt waren. Auch die fertigen Präparate scheinen mit der Zeit noch etwas zu verblassen.

Große Schwierigkeit bereitet die Darstellung des Plasmas der Ganglienzellen bei den Ascidien, da dasselbe sehr schwer den Farbstoff annimmt. Die besten Resultate erzielte ich hier mit der Hämatoxylin-Orange G-Färbung, und zwar empfiehlt es sich, mit Orange G recht intensiv zu färben, so daß das Hämatoxylin fast ganz verdeckt wird. Mit Eosin, das ja auch ein spezifisches Plasmafärbemittel ist, hatte ich bei meinen Ascidien keinen Erfolg. Zu empfehlen ist auch die Doppelfärbung mit Methylenblau (1 : 100) und Orange G.

Gute Dienste leisteten mir ferner Osmium-Holzessig-Präparate. Bei Anfertigung derselben benutzte ich zunächst $\frac{1}{2}$ %ige Osmiumsäure. Es stellte sich jedoch bald heraus, daß dieselbe schwer zu den centralen Partien des Gehirns durchdringt, und gebe ich daher der 1%igen Osmiumsäure den Vorzug. Bei dem kleinen Gehirn der *Styelopsis grossularia* beließ ich das Objekt 8 Stunden in 1%iger Osmiumsäure und darauf $4\frac{1}{2}$ Stunden in unverdünntem Holzessig; bei dem größeren Gehirn der *Ascidia virginea* blieb es 10 Stunden in Osmiumsäure und 5 Stunden in Holzessig. Bevor diese Präparate durch die Alkohole geführt werden, sind sie gründlich auszuwaschen.

Viel und mit bestem Erfolge habe ich bei meinen Untersuchungen auch die Färbung mit HEIDENHAINSCHEM Eisenhämatoxylin angewandt: 10 μ dicke Schnitte von der in Sublimat konservierten *Styelopsis* stellte ich auf 10 Stunden in die Beize, eine $2\frac{1}{2}$ %ige wässrige Lösung von schwefelsaurem Eisenoxydammoniak. Nach Abspülen mit recht viel destilliertem Wasser kamen die Schnitte auf 48 Stunden in das Hämatoxylinbad, so daß sie vollständig schwarz wurden. HEIDENHAIN gibt hierfür eine Lösung an, bestehend aus:

- 1 g Hämatoxylin,
- 10 ccm Alkohol (95%igen habe ich verwandt),
- 90 ccm Aq. dest.

Diese Lösung muß erst 4 Wochen stehen und wird zum Gebrauch mit dem gleichen Quantum Aq. dest. verdünnt. HEIDENHAIN empfiehlt, die einmal benutzte Farbenquantität immer wieder, eventuell nach vorherigem Filtrieren, zu gebrauchen. Eine tadellose Färbung soll überhaupt erst bei mehrfach gebrauchten Lösungen eintreten.

Nach der Färbung wird der Objektträger in 1—2 l Leitungswasser abgespült und dann die Differenzierung in der 2 $\frac{1}{2}$ %igen Eisenlösung vorgenommen. Nach vollendeter Differenzierung, die schon nach 2—3 Minuten eintrat, wurden die Schnitte 10 Minuten in fließendem Wasser abgespült, nach dem Entwässern in Xylol aufgehellt und in Canadabalsam eingeschlossen.

Schließlich sei noch die Ameisensäure-Goldmethode nach APÁTHY angeführt. Es dürfte dabei von Interesse sein, daß ich für diese Methode nicht, wie im allgemeinen verlangt wird, frisches Material verwandte, sondern altes, in Formol (1 : 10) konserviertes, um mein lebendes Material zu schonen. Ich ging von der Erwägung aus, daß Formol bei längerem Stehen durch Aufnahme von Sauerstoff nach und nach in Ameisensäure übergeht. Dadurch werden aber für eine Goldimprägnation dieselben Vorbedingungen geschaffen, wie bei frischem Gewebe, das man auch, nach Konservierung in Sublimatalkohol, in 1%ige Ameisensäure bringt, um durch eine leichte Quellung das Gewebe für die Imprägnation geeigneter zu machen.

Ich brachte meine Stücke, bei denen das Gehirn möglichst freigelegt sein muß, aus dem Formol zunächst noch einmal auf $\frac{1}{2}$ Stunde in 1%ige Ameisensäure, darauf 1 Stunde in eine reichliche Menge von 1%igem Goldchlorid in eine Dunkelkammer. Aus dem Goldchlorid wurden die Stücke sodann, nach vorherigem Abspülen in 1%iger Ameisensäure, in eine große Quantität derselben Säure gelegt und hierin 24 Stunden dem diffusen Tageslicht ausgesetzt. Dann wurden die Objekte nach kurzem Abspülen in Aq. dest. in der gewöhnlichen Weise zum Schneiden in Paraffin vorbereitet und die Schnitte schließlich in Canadabalsam eingebettet, wo es sich zeigte, daß die Imprägnation vorzüglich gelungen war.

Im Interesse einer guten Konservierung und Färbung habe ich bei allen meinen Tieren die Dorsalseite entfernt, um das Ganglion den Flüssigkeiten besser zugänglich zu machen. Um hierbei allzu starke Kontraktionen zu vermeiden, wurden die Tiere zunächst betäubt. Ich setzte entweder dem Gefäß mit Ostseewasser, in welches ich die Tiere hineinlegte, nach und nach Chrom-Essigsäure (2 $\frac{1}{2}$ g Chromsäure und 1 g Essigsäure auf 1000 g Wasser) tropfenweise zu, so daß sie nach etwa 1 $\frac{1}{2}$ Tagen betäubt waren, oder aber ich wandte das von LACAZE-DUTHIERS und DELAGE vorgeschlagene Verfahren mit Chloralhydrat in einer Konzentration von 1 : 250 Seewasser an. In dieser Lösung kann man die Tiere mehrere Tage lassen, bis sie völlig gelähmt sind. Namentlich mit der letzteren Methode erreichte ich den beabsichtigten

Zweck, die Vermeidung von starken Kontraktionen beim Aufschneiden, und habe ihr schließlich vor der zuerst angeführten den Vorzug gegeben.

I. *Perophora Listeri*.

Ich beginne meine Ausführungen mit *Perophora*, einer kleinen, durchsichtigen, stockbildenden Ascidie, die zuerst 1834 von LISTER untersucht und von WIEGMANN »*Perophora Listeri*« genannt wurde. Da mir frische Tiere nicht zur Verfügung standen, mußte ich meine Untersuchungen an altem, in Sublimat und Osmiumsäure konserviertem Material vornehmen, das mir jedoch gute Präparate lieferte.

Das Nervensystem besteht bei *Perophora Listeri* aus dem Gehirnganglion, den von diesem ausgehenden Nervenstämmen und dem Ganglienzellstrang (Cordon ganglionnaire, JULIN), der nach VAN BENEDEN und JULIN¹ bei *Perophora* nicht mehr eine Fortsetzung des Flimmergrubenkanals sein, sondern direkt und ausschließlich aus dem Gehirn entspringen soll. Es liegen allerdings bei *Perophora* die Wurzeln des Ganglienzellstranges und des hinteren Dorsalnerven eng aneinander geschmiegt, so daß der Zellstrang eine ventrale Ganglienzellbekleidung für den Dorsalnerven bildet, wie sie VAN BENEDEN und JULIN, l. c., sowie auch MAURICE² bei *Molgula ampulloides* und *Fragaroides aurantiacum* beschrieben haben. Die ventrale Ganglienzellschicht ist jedoch nicht, wie der Nerv, eine Bildung des Gehirns, sondern aus dem primären Nervenrohr hervorgegangen. Nach kurzem gemeinsamen Verlauf trennen sich der Ganglienzellstrang und der hintere Dorsalnerv wieder.

Das Gehirnganglion liegt, wie bei allen Ascidien, innerhalb der primären Leibeshöhle in der Interoscularzone, d. h. zwischen den beiden Körperöffnungen, und zwar in der Medianebene auf der Dorsalseite des Tieres. Es stellt sich uns dar als ein cylindrischer, in der Mitte spindelförmig verdickter Strang, der auf dem Querschnitt ein annähernd rundes Bild ergibt (Fig. 1). Da der Rand des Ganglions zuweilen gelappt erscheint, ist es an diesen Stellen oft schwer, die Grenze zwischen Ganglion und der bei *Perophora* ventral von diesem gelegenen Neuraldrüse im Totalpräparat zu bestimmen. An der Außenseite ist das ganze Organ von einer feinen Membran umschlossen (Fig. 1). Eine an

¹ VAN BENEDEN et JULIN, Le système nerveux central des Ascidies adultes. Bull. Acad. roy. de Belgique, 3e série t. VIII, 1884.

² C. MAURICE, Études Monographiques d'une espèce d'Ascidie composée (*Fragaroides aurantiacum*). Liège 1888.

einem mittleren Längsschnitt vorgenommene Messung ergab für das Ganglion eine Länge von 110μ , eine Dicke von 50μ .

Der histologische Bau des Ganglions zeigt im wesentlichen den Charakter aller Ascidiengehirne, wie ihn Ussow bereits 1876 richtig beschrieben hat.

Es lassen sich zwei Schichten im Ganglion unterscheiden: eine centrale und eine periphere. Die centrale besteht aus Nervenfasern, die periphere aus Ganglienzellen (Fig. 1, 4).

Die centrale Schicht, die sog. Punktsubstanz, oder »weiße Substanz« (Substance blanche), wie JULIN sie nennt, zeigt auf Querschnitten ein granuliertes Aussehen (Fig. 1). Auf Längsschnitten jedoch sieht man, wie die Nervenfasern sich vielfach kreuzen und ein engmaschiges Reticulum bilden (Fig. 3, *fs*). Innerhalb der Maschen erblickt man ferner Körnchen als den Ausdruck der hier quergetroffenen Fasern (Fig. 3). An den Ursprungsstellen der Nervenstämmen beginnt der Verlauf der Fasern ein regelmäßiger zu werden, indem diese sich hier parallel nebeneinander legen. Ein Längsschnitt durch die Ursprungsstelle eines Nervenstammes läßt dies deutlich erkennen (Fig. 5 *vdn*; 3 *hdn*). Auch ganz vereinzelt Zellen finden sich in der Punktsubstanz, auf die ich später noch zu sprechen komme.

Die Ganglienzellen der peripheren Schicht zeigen eine ziemlich regellose Lagerung. Die Stärke der Schicht ist sehr verschieden. Am beträchtlichsten ist sie auf der Ventralseite, namentlich an den Stellen, wo das Ganglion mit dem Flimmergrubénkanal in Berührung tritt. Hier findet man oft drei bis vier Lagen übereinander, während auf der Dorsalseite meist nur eine einzige zu finden ist. Übergänge sind an den Seiten zu bemerken (Fig. 1).

Die Form der Ganglienzellen ist mannigfaltig. Die meisten sind allseitig abgerundet oder birnförmig, ohne erkennbare Fortsätze, doch meint SEELIGER³, daß solche im Leben wohl stets vorhanden seien, bei der Präparation jedoch leicht vom Zellkörper abgetrennt werden könnten. Runde und birnförmige Bilder wird man ja aber auch von den Ganglienzellen bekommen, sobald man sie quer oder schräg schneidet. Wo sich Zellen mit Fortsätzen finden, sind sie meist unipolar, höchst selten bipolar. Ich habe wenigstens bei erwachsenen Tieren bipolare Zellen nur ganz vereinzelt gefunden. Die Fortsätze sind stets centralwärts gerichtet.

³ BRONNS Klassen und Ordnungen des Tierreichs. III. Bd. Supplement Tunicata (Manteltiere).

Ich richtete mein Augenmerk auch auf eventuelle Fortsätze der Ganglienzellen, die, wie es VAN BENEDEN und JULIN, l. c., bei *Molgula ampulloides* beobachtet haben wollen, aus dem Ganglion heraustreten sollen, konnte jedoch nichts derartiges bei *Perophora* konstatieren.

Bemerkenswert sind die Größenverhältnisse der Ganglienzellen bei *Perophora*. Ich konnte nämlich den Größenunterschied der inneren Lage von der äußeren auch bei *Perophora* feststellen, wenn auch in geringem Maße ausgeprägt. Wie bei andern Ascidien, sind auch hier die Ganglienzellen der äußeren Schicht größer als die der inneren. Kleinste Zellen liegen, wie bereits erwähnt, auch vereinzelt mitten in der Punktsubstanz. Einige Zahlen mögen die Größenverhältnisse der Zellen genauer angeben: Ich fand für die Ganglienzellen der äußeren Schicht eine Durchschnittsgröße von $3,3 \mu$, für die der inneren Schicht eine Durchschnittsgröße von $2,5 \mu$, mithin einen Unterschied, der nicht sehr in die Augen springen kann. Der Unterschied gegenüber den kleinen Zellen inmitten der Punktsubstanz ist beträchtlicher, da schon die größten unter ihnen nur $1,4 \mu$ maßen.

Außer den oben erwähnten Zellen jedoch fand ich solche, die die Durchschnittsgröße der Ganglienzellen weit übertrafen und den Eindruck von Riesenzellen machten (Fig. 4, 2 rz). Diese Riesenzellen liegen stets an der Peripherie und stehen sehr oft im Kontakt mit der Membran, die das ganze Ganglion umhüllt. Letzteres habe ich bei den kleineren Zellen niemals beobachtet. Etwaige nach außen tretende Fortsätze konnte ich jedoch auch bei diesen großen Zellen nicht entdecken. Um die Riesenzellen herum und zwischen diese gleichsam eingeklemmt, liegen die kleineren Ganglienzellen. Kleinste Zellen, wie wir sie sonst nur in der Punktsubstanz zuweilen zu finden pflegen, waren in einzelnen Fällen eng an die großen angelehnt (Fig. 4). Häufig kann man auf den Schnitten beobachten, wie die Riesenzellen über das allgemeine Oberflächenniveau des Ganglions beträchtlich hinausragen, und wie die Membran in ihrer Umgebung abgehoben ist (Fig. 2 mbr). Ich war anfangs geneigt, das Abheben der Membran als Kunstprodukt aufzufassen. Da ich jedoch bei andern Präparaten dieselbe Erscheinung immer wieder fand, stehe ich nicht an, sie als etwas Normales zu betrachten. Hierdurch erklärt sich auch wohl der eingangs erwähnte lappige Rand des Ganglions, den man bei Totalbildern stellenweise beobachten kann, wo er die Grenze zwischen Ganglion und Drüse un- deutlich erscheinen läßt.

Die Verteilung der Riesenzellen auf das Ganglion ist keine gleichmäßige. Sie liegen vorzugsweise oberflächlich, auf der Dorsalseite, hier

aber auf der ganzen Länge des Ganglions. Auf der Ventralseite finden sie sich nur vereinzelt und dann auch nicht von genau der gleichen Größe wie dorsal (Fig. 2). Während ich auf der Dorsalseite Riesenzellen bis zu $13,3 \mu$ fand (Fig. 4), ergaben die größten ventral gelegenen Riesenzellen nur 8μ .

In Fig. 2 *a* und *b* z. B., in der ich ein Stück der Dorsal- und Ventralseite desselben Ganglions dargestellt habe, messen die beiden Riesenzellen an der Dorsalseite $8,7 \mu$, die größte ventral gelegene Riesenzelle dagegen nur 5μ . Es sei daran erinnert, daß die kleinste Ganglienzelle einen Durchmesser von $1,4 \mu$ ergab. Das ergibt von der größten Riesenzelle ($13,3 \mu$) eine Differenz von etwa 12μ , ein Unterschied, der sicherlich enorm zu nennen ist. In der Form stimmen die Riesenzellen im wesentlichen mit den übrigen Ganglienzellen überein.

Was den histologischen Bau der Riesenzellen anbetrifft, so erschien mir das Plasma derselben von vornherein weniger homogen als das der übrigen Ganglienzellen. Aber erst eine genauere Untersuchung mit einem ZEISSschen Apochromat-Ölsystem an den am besten konservierten meiner Riesenzellen konnte mich über den Grund aufklären. Mit genanntem System erblickte ich ein feines Fasernetz im Plasma, das entschieden den Eindruck eines Wabenwerks machte. Es wäre jedoch auch an die Möglichkeit von sich kreuzenden Leitungsbahnen zu denken, und möchte ich daher die Frage, welche Annahme von beiden die richtige ist, offen lassen, da ich sie nicht zu entscheiden vermochte. Bei den übrigen Zellen habe ich ähnliche Verhältnisse im Plasma nicht gefunden, ohne damit ein Fehlen derselben behaupten zu wollen.

Auch im Kern der Riesenzellen erblickte ich ein Fasernetz mit eingestreuten Chromatinkörnern und einem großen Nucleolus, das durchaus die Deutung eines Wabenwerks zuließ. Es würde ja die Annahme, daß wir es hier mit einem Wabenwerk zu tun haben, durchaus nicht der Wahrscheinlichkeit entbehren, haben doch manche Forscher in gewissen Fällen auch für Kerne bereits das Vorhandensein eines Wabenwerks nachgewiesen. Das steht jedenfalls außer Frage: das typische achromatische Gerüst der Kerne der kleineren Ganglienzellen, wie es mir besonders die mit HEIDENHAIN'schem Eisenhämatoxylin behandelten Schnitte zeigten, haben die Kerne der Riesenzellen nicht aufzuweisen, und möchte ich füglich hierin einen prinzipiellen Unterschied der Riesenzellen vor den kleineren Ganglienzellen erblicken. Ich habe in Fig. 10 versucht, die oben geschilderten Verhältnisse wiederzugeben.

Als den Riesenzellen eigentümlich ist ferner zu erwähnen, daß in vereinzelt Fällen das Protoplasma um den Kern herum eine dunklere

Färbung hatte und gröber granuliert war, wie das des übrigen Teils der Zelle, so daß der große Kern wie von einem dunklen Hof umgeben erschien (Fig. 4, 10). Auch ist bei den großen Zellen die Zellgrenze deutlicher nachweisbar, als bei den übrigen.

Die oberflächliche periphere Lage der Riesenzellen gegenüber den kleineren Zellen erweckt den Eindruck, als seien erstere erst sekundär in die Ganglienzellschicht eingedrungen. In der Tat will es mir zweifelhaft erscheinen, ob diese riesenhaften Zellen genetisch desselben Ursprungs sind, wie die übrigen kleineren Zellen. Ich möchte es vielmehr für möglich halten, daß wir es hier mit Zellen zu tun haben, die aus dem Mesoderm stammen, in das Ganglion einwanderten, um hier die Funktion als Stützzellen zu übernehmen. Ich möchte also diese Riesenzellen als Gliazellen betrachtet wissen. Daß sie an der Ventralseite weniger zahlreich auftreten, als dorsal, hat vielleicht seinen Grund darin, daß an der Ventralseite des Ganglions das Mesenchym nur spärlich zu finden ist, da ja hier die Neuraldrüse und der Flimmergrubenkanal sich an das Ganglion anlehnen. Einen Beweis für obige Hypothese zu erbringen, war mir bei *Perophora* noch nicht möglich.

Der histologische Bau der kleineren Ganglienzellen zeigt keine Besonderheiten. Sie enthalten einen großen, bläschenförmigen Kern mit deutlichem Nucleolus und meist auch deutlichem Lingerüst, innerhalb welchem Chromatinkörner liegen. Die Größe der Kerne ist im Verhältnis zur Größe der Zelle bedeutend zu nennen.

Die Durchschnittszellen von $4\ \mu$ haben einen Kern von etwa $3\ \mu$ aufzuweisen, während bei den kleinsten Zellen von $1,4\ \mu$ die Größe des Kernes $0,9\ \mu$ beträgt. Es zeigt sich also der Größenunterschied der inneren Zellen vor den peripheren auch im Kern, indem die größeren Zellen auch den größeren Kern haben. Bei den Riesenzellen ist das Verhältnis von Kern zur Zelle insofern ein anderes, als hier der Kern relativ klein zu nennen ist. So hatte z. B. eine Zelle von $13,3\ \mu$ einen Kern von $3,3\ \mu$, eine Zelle von $8,7\ \mu$ einen Kern von $4\ \mu$ usw.

Umgeben sind die Kerne der Ganglienzellen von einem schwer färbbaren, fein granulierten Plasmahof, der mehr oder minder deutlich begrenzt ist. Zuweilen sind im Plasma auch verschiedene accessorische Einschlüsse zu finden. Wie schon erwähnt, konnte ich irgend eine besondere Struktur des Plasmas bei diesen Zellen nicht feststellen.

Was die vom Gehirn ausgehenden Nervenstämme anbetrifft, so finden wir bei *Perophora Listeri* vorn und hinten nur je einen Stamm, den vorderen und hinteren Dorsalnerven, die sich jedoch beide bald nach ihrem Austritt aus dem Gehirn in zwei Äste gabeln. Da bei vielen

andern Monascidien (*Corella parallelogramma*, *Ciona intestinalis* u. a. m.) vorn und hinten je zwei Nervenstämme aus dem Gehirn entspringen, hat man das bei *Perophora* geschilderte Verhalten als eine Reduktion der Zahl der Nervenwurzeln gedeutet und betrachtet dasselbe als eine Modifikation des Verhaltens bei den oben angeführten Monascidien. Demnach würde, wie SEELIGER, l. c., sagt, der unpaare vordere und hintere Dorsalnerv nur die verschmolzenen Wurzeln von je zwei ursprünglich direkt aus dem Gehirn entspringenden Nerven darstellen.

Nach lateralen Nervenstämmen habe ich bei *Perophora Listeri* vergeblich gesucht. Auch bei vielen andern Monascidien hat man (VAN BENEDEN, JULIN, l. c.) solche ja nicht feststellen können. JULIN⁴ will allerdings bei *Phallusia mentula*, als der einzigen der von ihm untersuchten Arten, ein Paar lateraler Nerven gesehen haben, während Ussow bei derselben Art, sowie bei *Phallusia mammillata* einen unpaaren Nervenstamm fand.

Ebenso vergeblich war mein Suchen nach Ganglienzellen in den Nervenstämmen von *Perophora*. Jedoch will ich nicht verschweigen, daß ich in einigen wenigen Fällen in der Nähe der Wurzel kleine, zellartige Gebilde (Fig. 5 *rgz*) beobachten konnte, die ich doch als rudimentäre Ganglienzellen glaube ansprechen zu müssen.

Soweit ich die Nervenstämme auf meinen Schnitten verfolgen konnte, waren sie von einer deutlichen, membranartigen Hülle umgeben, was nach SEELIGER nur ausnahmsweise und nur bei den großen Hauptstämmen der Fall sein soll. Dieselbe soll nach SEELIGER, l. c., bindegewebiger Natur sein und aus einem äußerst feinen Plattenendothel bestehen. Auch einzelne abgeflachte Kerne hat SEELIGER in der Membran noch nachweisen können. Mir war es bei *Perophora* nicht möglich, diese Einzelheiten festzustellen.

Auch die Membran, die das ganze Ganglion umhüllt, ist scheinbar strukturlos, doch da auch diese, wie SEELIGER und ROULE⁵ für *Ciona* und andre größere Monascidien bereits nachgewiesen haben, wahrscheinlich mesodermalen Ursprungs ist, wird eine gewisse, wenn auch schwer nachweisbare Struktur immerhin vorhanden sein.

⁴ C. JULIN, Recherches sur l'organisation des Ascidies simples. Recherches sur l'hypophyse et quelques organes, qui s'y rattachent. Archives de Biologie. II. 1881.

⁵ L. ROULE, Recherches sur les Ascidies simples des côtes de Provence (Phallusiadées). Annales du Musée d'histoire naturelle de Marseille. Zoologie. 1884.

Da ich in einer meiner Schnittserien nebeneinander Längsschnitte vom definitiven Ganglion und solche vom Rumpfganglion eines im Muttertiere enthaltenen Embryos fand, bot sich mir die günstige Gelegenheit, einige vergleichende Betrachtungen anzustellen, und möchte ich dieselben hier kurz anfügen:

Das Rumpfganglion der jungen Ascidienlarve entsteht durch Zellproliferation aus der bei *Perophora* ventralen Wand des Medullarrohrs und hat bekanntlich nur transitorische Bedeutung, da es verschwindet, sobald die Larve sich festgesetzt und die rückschreitende Metamorphose begonnen hat.

Eine oberflächliche Betrachtung des Rumpfganglions, für das ich auf einem mittleren Längsschnitt eine Größe von 70μ Längs- und 35μ Querdurchmesser fand, zeigt schon, daß der Charakter desselben von dem des definitiven Ganglions durchaus verschieden ist (Fig. 6). Was zunächst in die Augen springt, ist die enorme Größe und variable Form der Ganglienzellen. Ich fand hier nebeneinander uni-, bi-, und multipolare Ganglienzellen. Die Zellen haben eine Durchschnittsgröße von $7-8 \mu$ (gegen 4μ beim definitiven Ganglion), mit einem Kern von $4-5 \mu$ (gegen 3μ beim definitiven Ganglion). Ja, selbst Zellen von 13μ , mit einem Kern von 6μ , fand ich, während die kleinsten Zellen die Größe von 4μ (gegen $1,4 \mu$ beim definitiven Ganglion) hatten, mit einem Kern von $2,5 \mu$. Ein Vergleich der Zahlen beim definitiven Ganglion und beim Rumpfganglion zeigt den gewaltigen Größenunterschied aufs deutlichste. Die Zahlen zeigen ferner, daß das Verhältnis zwischen Zellplasma und Zellkern ungefähr dasselbe ist, wie bei den von mir als »Riesenzellen« bezeichneten Zellen des definitiven Ganglions. Überhaupt erinnern die Ganglienzellen des Rumpfganglions, was Größe anbetrifft, an jene Riesenzellen, ohne jedoch jenen analog zu sein. Denn ihr ganzer Habitus, die Anordnung ihrer Fortsätze, die manchmal dendritisch verzweigt sind (Fig. 6 *gz*), läßt keinen Zweifel an ihrer Ganglienzellnatur aufkommen.

Bei der Größe dieser Zellen ist es erklärlich, daß das Rumpfganglion bedeutend weniger Ganglienzellen aufzuweisen hat, als das definitive Ganglion. Auch fand ich nirgends mehrere Schichten von Ganglienzellen übereinander, wie auch auf keinem meiner Schnitte innerhalb der Punktsubstanz Zellen zu sehen waren. Bei *Clavelina*-Larven dagegen hat SEELIGER, l. c., zahlreiche übereinander gelegene Ganglienzellen im Rumpfganglion gefunden, und auch in der Punktsubstanz liegen hier, wie aus seiner Zeichnung ersichtlich, winzig kleine Zellen.

In histologischer Beziehung unterscheiden sich die Zellen des Rumpfganglions in keiner Weise von denen des definitiven Ganglions.

Einen weiteren, auf den ersten Blick zu erkennenden Unterschied des Rumpfganglions vor dem definitiven Ganglion zeigt uns die Faser- oder Punktsubstanz. Während wir bei dem definitiven Ganglion ein dichtes, wirres Fasernetz fanden, ist das Gefüge der Nervenfasern beim Rumpfganglion sehr locker, wie ein Vergleich der Fig. 3 und 6 deutlich zeigt. Man gewinnt bei der Punktsubstanz des Rumpfganglions den Eindruck, als sei diese von dicht beieinander gelegenen Vacuolen erfüllt. Auch die besonderen, in der Längsrichtung des Ganglions verlaufenden Nervenfasern, wie sie SEELIGER, l. c., beim Rumpfganglion von *Clavelina*-Larven beobachtet hat, waren bei *Perophora* zu sehen (Fig. 6).

Ob das Rumpfganglion, wie das definitive Ganglion, von einer besonderen Hülle umgeben ist, vermochte ich nicht festzustellen, da das Ganglion von dem Peribranchial- bzw. Cloacalepithel eingerahmt wurde, das sich eng den Konturen des Ganglions anschmiegt.

II. *Styelopsis grossularia*.

Das Hauptinteresse dieser Arbeit konzentriert sich auf das Nervensystem der Monascidie »*Styelopsis grossularia* der Ostsee«, die, was die in der Ostsee lebende Form anbetrifft, zum erstenmal von RIEDLINGER, 1902⁶, einer eingehenden Untersuchung unterzogen wurde, bei der allerdings das Nervensystem ziemlich stiefmütterlich behandelt ist. In neuerer Zeit (1892) ist außerdem die an der französischen Küste vorkommende *Styelopsis grossularia* von CHARLES JULIN⁷ bearbeitet worden. Die geringen, sich nur auf äußere Verhältnisse erstreckenden Variationen zwischen beiden lassen im folgenden bei der von RIEDLINGER im allgemeinen und jetzt von mir speziell in bezug auf das Nervensystem untersuchten *Styelopsis* den Zusatz »der Ostsee«, gegenüber der von JULIN untersuchten *Styelopsis* der französischen Küste, als überflüssig erscheinen.

Die manchmal großen individuellen Variationen der *Styelopsis*

⁶ R. RIEDLINGER, Untersuchungen über den Bau von *Styelopsis grossularia* der Ostsee. Nova acta Ac. Caes. Leop.-Carol. Nat. Curios. Bd. LXXXI. No. 1. 1902.

⁷ C. JULIN, Les Ascidiées des côtes du Boulonnais. Recherches sur l'anatomie et l'embryogénie de *Styelopsis grossularia*. Bulletin scientifique de la France et de la Belgique. (Extrait du t. XXIV, 1892.)

grossularia haben LACAZE-DUTHIERS und DELAGE⁸ in ihrem 1889 erschienenen Werke veranlaßt, zwei Formen zu unterscheiden: eine solitäre (forme solitaire) und eine aggregierte (forme sociale).

Als Zwischenglied ist von diesen Autoren die junge soziale Form aufgestellt worden, die fast vollkommen identisch mit der alten solitären Form sein soll. JULIN, l. c. 7, hat eine derartige Scheidung nicht gemacht. RIEDLINGER, l. c., macht den Unterschied zwischen solitärer und sozialer Form nur in bezug auf die verschiedene Art der Festsetzung, ob einzeln oder zu dichten Massen angehäuft, ferner in bezug auf gewisse, ziemlich konstant auftretende Variationen in der äußeren Körpergestalt, gibt aber im übrigen keine gesonderte Beschreibung der beiden Formen, da die beiden keine scharf umgrenzten Varietäten darstellen. Was die verschiedene Körpergestalt anbelangt, so zeigt nämlich die soziale, in dichten Massen auf gemeinsamer Unterlage, gewöhnlich Laminarien, auftretende Form meist eine mehr oder weniger cylindrische Gestalt, während die Solitärform ein mehr dorsi-ventral abgeflachtes, ovales Aussehen hat. ALDER⁹ nimmt an, daß die soziale Form lediglich durch äußere Lebensbedingungen bedingt sei, während LACAZE-DUTHIERS und DELAGE, l. c., annehmen, daß diese nur zum Teil die Form bestimmen, und daß weiterhin bereits gewisse Verschiedenheiten der Eier vorhanden sein müßten, die die Entwicklung zur solitären oder sozialen Form bestimmen.

Ich bin geneigt, die verschiedene Form ebenfalls lediglich als Anpassung an äußere Räumlichkeiten aufzufassen. Letzteres dürfte schon daraus zur Genüge hervorgehen, daß bei den aggregiert auftretenden Formen etwas isoliert sitzende Tiere zum Teil dem solitären Typus sehr nahe stehen, wie es RIEDLINGER, l. c., bei seinen auf einem *Fusus* sitzenden Tieren beschreibt, und wie auch ich es bei meinen auf Laminarien angehäuft Tieren beobachten konnte.

Bei meinen Untersuchungen des Nervensystems der *Styelopsis grossularia* ist meist die soziale Form verwandt worden, die solitäre nur vereinzelt. Da mir keine Unterschiede aufgefallen sind, die nicht zu den, selbst bei ein und derselben Form stets auftretenden individuellen Variationen zu rechnen wären, glaube ich, dem Beispiele RIEDLINGERS

⁸ LACAZE-DUTHIERS et YVES DELAGE, Études anatomiques et zoologiques sur les Cynthiadées: I. La Glande pylorique; II. Les caractères anatomiques et la classification. Arch. de Zool. expérimentale et générale, 2e série, Vol. VII, 1889.

⁹ J. ALDER, Observations on the british Tunicata, with descriptions of several new species. Annals and Magazine of Natural History. T. XI. 3^d séries, 1863.

folgen zu dürfen, indem auch ich eine gesonderte Beschreibung des Nervensystems beider Formen unterlasse.

Das Nervensystem der *Styelopsis grossularia* besteht aus dem Gehirnganglion, den von diesem ausgehenden Nerven und dem Ganglienzellstrang. Im engsten Zusammenhang hiermit stehen die Neuraldrüse und die Flimmergrube mit dem Flimmergrubenkanal. Es wird sich daher, obwohl die letztgenannten Organe zwar entwicklungs-geschichtlich desselben Ursprungs, ihrer Funktion wegen aber nicht zum Nervensystem zu rechnen sind, nicht vermeiden lassen, daß diese Organe zum Teil gestreift werden.

Im folgenden möchte ich nun die einzelnen oben angegebenen Elemente des Nervensystems in morphologischer und histologischer Beziehung zum Gegenstand meiner Betrachtungen machen.

I. Gehirnganglion.

Das Gehirnganglion liegt auf der Dorsalseite des Tieres, in der Medianebene zwischen den beiden Körperöffnungen. Sein vorderes Ende reicht bis zur Mündung der Flimmergrube, ragt also noch in die Präbranchialzone hinein; während sein hinteres Ende fast bis gegen die Cloacaltentakel reicht. Das Ganglion repräsentiert so eine Länge von durchschnittlich 0,52 mm, bei einem größten Querdurchmesser von durchschnittlich 0,15 mm.

Dorsal wird das Gehirn von der Neuraldrüse begrenzt. Als ventrale Begrenzung gibt RIEDLINGER, l. c., das Kiemendarmepithel an, das dem Ganglion ziemlich dicht anliegen soll. Abgesehen davon, daß RIEDLINGERS Textfig. 2 in Widerspruch mit dieser Angabe steht, entspricht sie auch nur zum Teil den wahren Verhältnissen. Es beteiligen sich oft, wenn nicht meistens, außer dem Kiemendarmepithel, auch das Peribranchial- und Cloakenepithel an der ventralen Begrenzung des Ganglions. Bei den auch hier bestehenden individuellen Variationen lassen sich bestimmte Grenzen für die genannten Epithelien nicht angeben. Im allgemeinen kann man jedoch sagen, daß eine ventrale Begrenzung des Gehirns durch Kiemendarmepithel nur soweit statthat, als die Übergangsstellen des links und rechts vom Ganglion gelegenen äußeren Peribranchialepithels in das innere sich noch nicht zum vorderen Dorsalseptum zusammengelegt haben, was allerdings meist erst am hinteren Ende des Ganglions geschieht. Es wird also der größere Teil des Ganglions ventral tatsächlich von Kiemendarmepithel begrenzt, jedoch verschiebt sich die Grenze hierfür in manchen Fällen nicht unerheblich nach vorn. Am hinteren Teil des Gehirns, wo das Dorsal-

septum besteht, findet die Begrenzung auf eine kurze Strecke durch Peribranchialepithel statt, worauf dann nach Vereinigung des linken und rechten Peribranchialraumes zur Cloake, das Cloakenepithel, folgt.

Bis zu der Stelle, an der das Dorsalseptum beginnt, findet auch eine mehr oder weniger seitliche Begrenzung des Gehirns statt, je nachdem dasselbe mehr oder weniger weit vom Ectoderm entfernt liegt, durch die Partien des Peribranchialepithels, die sich weiter hinten zum Dorsalseptum zusammenlegen.

Morphologisch betrachtet, stellt sich uns das Ganglion bei *Styelopsis grossularia* als ein spindelförmiger Strang dar, der auf dem Querschnitt gewöhnlich ein elliptisches Bild ergibt (Fig. 11 g). Zuweilen ist in der Mitte der Dorsalseite eine leichte Einschnürung zu beobachten, die aber wohl kaum der von JULIN, l. c. (4), bei *Corella parallelogramma* angegebenen allseitigen Einschnürung (étranglement) in der Mitte des Ganglions homolog ist. Sie dürfte vielmehr als durch Kontraktion beim Abtöten des Tieres entstanden aufzufassen sein.

In histologischer Beziehung finden wir auch bei der *Styelopsis* die üblichen beiden Schichten: die periphere Ganglienzellschicht und die centrale Nervenfasersubstanz. Gegenüber dem Ganglion von *Pero-phora Listeri* zeichnet sich das der *Styelopsis grossularia* durch großen Zellenreichtum aus. Eine einzige Lage Zellen, wie wir sie bei *Pero-phora* auf der Dorsalseite meist antreffen, findet sich hier nur an vereinzelten Stellen. Die größte Mächtigkeit der Ganglienzellschicht tritt auch bei *Styelopsis* an der Berührungsstelle des Ganglions mit dem Flimmergrubenkanal bzw. Ausführungsgang der Neuraldrüse, also hier an der Dorsalseite, auf. Hier kann man bisweilen vier bis fünf Lagen unterscheiden, während an den übrigen Stellen zwei bis drei Lagen von Zellen auftreten. Spärlicher werden die Zellen gegen die Enden des Ganglions zu.

Der Größenunterschied der inneren Lage vor der äußeren ist kaum wahrzunehmen. Die Zellen erscheinen alle von einer Größe, und nur stellenweise läßt sich ein Größenunterschied durch genaue Messungen nachweisen, doch möchte ich erst später näher hierauf eingehen.

Bei der annähernd gleichen Größe der Ganglienzellen ergibt die Anordnung derselben zueinander ein ziemlich regelmäßiges Bild, so daß hier wohl an den meisten Stellen von einer Alternanz der Zellschichten gesprochen werden kann, wie es, nach der Zeichnung SEELIGERS in »BRONNS Klassen und Ordnungen des Tierreichs« (III. Bd. Tunicata) besonders typisch ein Querschnitt von *Botryllus violaceus* zeigt.

Die Form der Ganglienzellen ist die meist sich zeigende kreisrunde

bis ovale. Ganglienzellfortsätze waren bei *Styelopsis* seltener zu beobachten, als bei *Perophora*, doch dürfte hier das für *Perophora* Gesagte ebenfalls Geltung haben, daß nämlich im Leben meist solche Fortsätze vorhanden sein werden, und daß es bei der schweren Färbbarkeit des Protoplasmas nur schwierig ist, dieselben zur Ansicht zu bringen. Die besten Erfolge ergaben in dieser Beziehung immer noch die Osmium-Holzessig-Präparate. Wo Zellfortsätze vorhanden sind, hat die Ganglienzelle unipolaren Charakter. Bipolare Ganglienzellen habe ich bei *Styelopsis* niemals beobachtet, wie solche ja auch bei *Perophora* nur vereinzelt auftraten. Es scheint überhaupt, nach den Untersuchungen anderer Forscher zu urteilen, als wenn bei den meisten Ascidien die bipolaren Zellen nur vereinzelt auftreten und das Gros der Ganglienzellen immer unipolar ist. Dagegen zeigte mir ein Osmiumpräparat eine typische multipolare Ganglienzelle, die merkwürdigerweise ziemlich central gelegen war. Ich sage »merkwürdigerweise«, weil ihre Größe zu der anderer central gelegener Zellen in keinem Verhältnis steht. In Fig. 12 habe ich die Zelle abgebildet und werde später auf dieselbe zurückkommen.

Die Fortsätze der Ganglienzellen sind stets centralwärts gerichtet, wo sie sich zwischen den übrigen Fasern verlieren. Nur in einem Fall fand ich zwei unipolare Ganglienzellen, deren Fortsätze der Peripherie zu gerichtet waren. Es stellt dies einen Übergang dar zu den Fällen, wo die Zelle peripher liegt, und einen Fortsatz aus dem Ganglion heraustreten läßt, wie ich es in einem Fall bei meiner *Styelopsis* gefunden habe. VAN BENEDEN und JULIN, l. c., fanden bei *Molgula ampulloides* etwas ähnliches. Sie beobachteten bipolare Ganglienzellen, die den einen Fortsatz in die Fasersubstanz entsandten, den andern dagegen aus dem Ganglion heraustreten ließen, um damit die Neuraldrüse zu innervieren. In dem bei *Styelopsis* von mir beobachteten Fall lag die Zelle allerdings an der ventralen, also der Neuraldrüse gegenüberliegenden Seite. Auch war die Zelle unipolar. Der einzige vorhandene Fortsatz verließ das Ganglion, um sich dann gleich zu teilen. Leider ließen sich die Äste nicht weit genug verfolgen, um ihre Funktion feststellen zu können.

Einer eigentümlichen Erscheinung möchte ich an dieser Stelle Erwähnung tun, die bei den Fig. 13 und 14 auffällt. Ich fand manchmal einzelne Zellen (Fig. 13 und 14 mm) oder auch Zellgruppen (Fig. 14 mm), die durch ihre extrem periphere Lage eine plötzliche, warzenförmige Hervortreibung der Gehirnoberfläche bewirkten. Die Zellen zeichnen sich immer durch besondere Größe vor den übrigen Ganglienzellen aus.

Ich fand ja auch bei *Perophora* Erhebungen der Gehirnoberfläche, hervorgerufen durch einzelne besonders große Zellen. Die Erhebung ist hier jedoch mehr allmählich (vgl. Fig. 2) und daher nicht so in die Augen springend. Bei *Styelopsis* aber zeigt uns der Schnitt ganz plötzlich einen scharf abgesetzten Höcker, so daß man meinen könnte, die Zelle, oder die Zellen drängten mit Gewalt nach außen und müßten demnächst das Ganglion verlassen. Ich möchte diese Höcker mit »Mamelons« bezeichnen, analog den Vorsprüngen auf der Oberfläche der Neuraldrüse bei *Ciona intestinalis*, die Drüsenläppchen entsprechen und von ROULE, l. c., gleichfalls »Mamelons« genannt werden.

Bevor ich auf die histologischen Details der Ganglienzellen eingehe, mögen einige Zahlen ein Bild von den Größenverhältnissen der Zellen bei *Styelopsis* geben: Im Interesse einer genauen Messung wählte ich eine Stelle (Fig. 11), wo die Ganglienzellen weniger dicht und nur zwei Lagen übereinander lagen. Dort fand ich durchschnittlich für die peripher gelegenen Zellen eine Größe von 4μ . Die Zellen der nächsten Schicht hatten, soweit sie nicht auch 4μ maßen, eine Größe von $3,3 \mu$, mithin ein minimaler, ohne Messung kaum erkennbarer Unterschied. Für die vereinzelt in der Fasersubstanz sich findenden Zellen ergab sich durchschnittlich die Größe von $2,5 \mu$. Ein Vergleich dieser Zahlen mit den bei *Perophora* gegebenen ergibt, daß der Größenunterschied der äußeren Ganglienzellen von den inneren etwa der gleiche ist. Jedoch liegen bei *Styelopsis* die Durchschnittszahlen alle rund um 1μ höher, als bei *Perophora*. *Styelopsis* zeigt dieselben Durchschnittsmaße, wie sie SEELIGER, l. c., für *Botryllus* angibt, und wie auch ich sie bei dieser Species fand. Daneben fand ich jedoch bei *Botryllus* unter den Ganglienzellen solche von 6μ (Fig. 15 *gz*¹ und ²), die aber nicht, wie gewöhnlich die größeren Zellen, an der Peripherie des Gehirns, sondern mehr central lagen. Es ist dies insofern interessant, als SEELIGER für die größten Zellen bei *Botryllus* einen Durchmesser von 5μ fand, mithin auch, was Größe und Lage der Ganglienzellen anbetrifft, bemerkenswerte Variationen ein und derselben Species auftreten. Mein Exemplar von *Botryllus* scheint allerdings in dieser Beziehung ganz aus der Art geschlagen zu sein, wenn ich mich so ausdrücken darf, inwiefern, werde ich bei Besprechung der Fasersubstanz zu erläutern haben.

Daß auch *Styelopsis* Zellen aufzuweisen hat, die weit über das Durchschnittsmaß hinausgehen, zeigen die Fig. 12 und 16. Die in Fig. 12 abgebildete, bereits erwähnte, multipolare Ganglienzelle hat einen größten Durchmesser von 20μ ; die auffallende Zelle in Fig. 16 mißt bis zur Wurzel des langen Fortsatzes 10μ .

In histologischer Beziehung fiel mir bei den Ganglienzellen der *Styelopsis* der Reichtum des bläschenförmigen Kerns an Chromatinkörnern auf, so daß das achromatische Element fast ganz zurücktritt und man, im Gegensatz zu *Perophora*, ein Liningerüst nur selten beobachten kann. Bei diesem Reichtum an chromatischer Substanz ist es erklärlich, daß der Nucleolus sich nur selten deutlich abhebt, was eigentlich nur bei den Zellen der Fall ist, die sich durch besondere Größe auszeichnen.

Ein Vergleich der Größe des Kernes mit der der ganzen Zelle ergibt für *Styelopsis* dasselbe Verhältnis, wie wir es bereits bei *Perophora* fanden: die Zellen der äußeren Lage, für die wir eine Durchschnittsgröße von $4\ \mu$ fanden, haben einen Kern von $3,3\ \mu$; die Zellen der inneren Lage, von der Größe $3,3\ \mu$, haben einen Kern von $2,5\ \mu$. Die in der Fasersubstanz vereinzelt gelegenen Zellen von $2,5\ \mu$ haben einen Kern von $2\ \mu$. Dagegen hat die in Fig. 12 abgebildete große Zelle, bei einer Gesamtgröße von $20\ \mu$, einen Kern von $5\ \mu$, und die große Zelle in Fig. 16 einen $4\ \mu$ großen Kern, bei einer Gesamtgröße von $10\ \mu$. Man ersieht also aus den angegebenen Zahlen, daß auch im Gehirn der *Styelopsis grossularia* die Kerne der Zellen, wie diese selbst, von der Peripherie nach dem Centrum zu an Größe abnehmen. Ebenso haben, wie bei *Perophora*, die besonders großen Zellen einen relativ kleinen Kern aufzuweisen, Verhältnisse, wie ich sie ebenso noch bei *Botryllus* und *Virginea* fand und wie sie überhaupt bei allen Ascidien sich zu finden scheinen.

Der Kern ist meist nur spärlich von Protoplasma umgeben. Dasselbe ist fein granuliert, schwer färbbar und infolgedessen meist wenig deutlich begrenzt. Eine Ausnahme machen hier wiederum die besonders großen Zellen, deren Plasma gröber granuliert und, vielleicht infolgedessen, stets stärker gefärbt ist, so daß diese Zellen deutlich begrenzt sind. Die größeren Zellen haben auch verschiedentlich die schon bei *Perophora* erwähnten accessorischen Einschlüsse aufzuweisen (Fig. 12).

Besondere Erwähnung verdient die große Zelle in Fig. 16, da sie sich sowohl morphologisch, wie histologisch von den übrigen Zellen durchaus unterscheidet. Auffallend durch ihre gewaltige Größe, hat dieselbe einen Fortsatz aufzuweisen, der sich durch besondere Länge und Stärke auszeichnet. Dieser Fortsatz durchzieht, quer zur Längsrichtung des Ganglions verlaufend, fast die ganze Dicke desselben. Es erscheint mir dieser Verlauf besonders bemerkenswert. Denn, wo man auch immer bei den übrigen Zellen Fortsätze beobachtet, immer verlaufen dieselben, wenn auch centralwärts, so doch mehr oder weniger

schräg im Sinne der Hauptfaserrichtung im Ganglion, abgesehen davon, daß sie nicht annähernd die Länge haben, wie der Fortsatz dieser fraglichen Zelle.

In histologischer Beziehung zeigt uns die Zelle ein grob granuliertes Protoplasma, das sofort durch seine besonders intensive Färbung auffällt und die Zelle haarscharf begrenzt erscheinen läßt. Eine auffallende Struktur zeigt auch der bläschenförmige Kern. Während bei den übrigen Zellen die chromatische Substanz in einzelne Körnchen aufgelöst ist, die im ganzen Kern zerstreut liegen, sehen wir hier das Chromatin zu einem einzigen enormen Nucleolus vereinigt. Die Folge ist, daß dieser Kern durch besondere Helligkeit sofort auffällt.

Vergleicht man diese Zelle mit Zellen, wie ich sie zu mehreren in einem Ganglion der *Ascidia virginea* fand, von denen ich in Fig. 17 eine abgebildet habe, so läßt sich eine überraschende Ähnlichkeit nicht verkennen. Die Zellen bei *Ascidia virginea* zeichneten sich ebenso durch ihre enorme Größe und den eigentümlichen Verlauf der hier besonders kräftigen Fasern aus. Auch Protoplasma und Kern zeigten dieselben Eigentümlichkeiten, wie die bei *Styelopsis* beschriebene Zelle. Die Größenverhältnisse übertreffen natürlich bei den Zellen der *Ascidia virginea*, entsprechend dem größeren Gehirn dieser Species, bei weitem die der bei *Styelopsis* gefundenen Zelle.

Bei der *Styelopsis* sowohl, wie bei der *Ascidia virginea* fand ich an einer Stelle den Fortsatz einer der eben beschriebenen Zellen von einer Ganglienzelle überlagert, und habe ich die betreffende Stelle aus Fig. 17 bei stärkerer Vergrößerung in Fig. 18 wiedergegeben. Es erscheint mir dieser Umstand deshalb bemerkenswert, weil er gewisse Schlüsse auf die morphologische Beschaffenheit des Fortsatzes zuläßt: die Überlagerung des Fortsatzes durch die Zelle, im Verein mit dem Umstande, daß, bei 5μ dicken Schnitten, der vorhergehende Schnitt noch nichts von der Faser an der betreffenden Stelle zeigt, erlaubt den Schluß, daß wir es mit einer etwa rundlichen Faser zu tun haben, die in der Gegend der sie überlagernden Zelle eine Eindellung erfahren haben muß. Es liegt also keine septenähnliche, auf dem Querschnitt Spindel-form zeigende Faser vor, was bei der Mächtigkeit der Faser, namentlich bei *Ascidia virginea*, auch wohl hätte möglich sein können.

Der Charakter dieser Riesenzellen ist derartig verschieden von dem Gros der Zellen, was einem besonders bei *Ascidia virginea* vor Augen tritt, daß wir es unmöglich mit ein und derselben Art Zellen zu tun haben können, daß wir mithin unmöglich in diesen Riesenzellen Ganglienzellen erblicken können. Aus der besonderen Mächtigkeit und Länge

der Fortsätze dieser Zellen, aus deren Verlauf senkrecht zur Hauptfaserichtung, glaube ich schließen zu dürfen, daß diese Fasern nicht nervöser Natur sind, sondern lediglich als Stütze dienen. Diese Funktion scheinen sie mir gerade dadurch, daß sie das Ganglion in der angegebenen Weise quer durchziehen, in besonders günstigem Maße erfüllen zu können. Ich glaube füglich in den fraglichen Zellen Gliazellen erblicken zu müssen.

Wenden wir uns nunmehr der Betrachtung der Fasersubstanz zu, die die Hauptmasse des Gehirns ausmacht und das Centrum desselben ausfüllt: Die Fasersubstanz präsentiert sich uns auf einem Längsschnitt als ein dichtes Netzwerk sich kreuzender Nervenfasern. Auf dem Querschnitt erhielt ich bei den nach der KODISSCHEN Methode behandelten Objekten Bilder, die einfach als granuliert zu bezeichnen ich mich nicht entschließen kann. Es hat mir den Anschein, als wenn auch der Querschnitt nur teilweise die Fasern als Punkte, also rein quer getroffen, zeigt, daß vielmehr ebenso viele Fasern, wenn auch nur auf winzige Strecken, im Längsschnitt getroffen sind, so daß wir etwa ein Bild erhalten, wie es Fig. 16 zeigt. Es ist natürlich nicht möglich, wie es nur die Photographie vermöchte, ein getreues Bild zu geben. Man muß sich darauf beschränken, den Charakter der Struktur wiederzugeben, und dem glaube ich, in Fig. 16, nahe gekommen zu sein. Bei den andern Querschnitten habe ich schematisiert.

Das sich mir bietende Bild ließ mir den Ausdruck »Punktsubstanz« als für *Styelopsis grossularia* weniger angebracht erscheinen, da dieser eine falsche Vorstellung von dem Bau der Substanz erweckt. Ich habe deshalb mit Fleiß bei *Styelopsis* den Ausdruck »Punktsubstanz« vermieden und nur die ja auch gebräuchliche Bezeichnung »Nervenfaser-substanz« angewandt.

Der Faserverlauf im Gehirn der *Styelopsis* ist demnach ein äußerst wirrer. Selbst an den Wurzeln der großen, vom Gehirn ausgehenden Nerven, an denen bei *Perophora* die Nervenfasern sich annähernd parallel anordneten, bleibt bei *Styelopsis* der Faserverlauf noch ein ziemlich regelloser.

Die zelligen Elemente in der Fasersubstanz bei *Styelopsis* sind, wie schon mehrfach hervorgehoben wurde, nur spärlich vertreten. Meist sind die kleinen Zellen allseitig abgerundet, ohne erkennbare Fortsätze.

Ein außergewöhnliches Verhalten in bezug auf zellige Elemente innerhalb der Punktsubstanz fand ich bei einem *Botryllus*-Exemplar, auf dessen Abnormität bereits oben hingewiesen wurde. Ich fand hier

(Fig. 15), mitten in der Punktsubstanz gelegen, drei Zellen, die bei weitem größer waren, als die Zellen der Peripherie. Von links nach rechts fand ich für diese Zellen einen größten Durchmesser von 1) $8\ \mu$ (Kern $3\ \mu$), 2) $10\ \mu$ (Kern $3\ \mu$), 3) $6,6\ \mu$ (Kern $3\ \mu$). Die beiden ersten Zellen sind bipolar, die dritte allseitig abgerundet, ohne Fortsätze. Die erste, am weitesten links gelegene Zelle fiel dadurch auf, daß die Wurzeln der beiden Fortsätze heller gefärbt erschienen, als die Partien um den Kern herum (s. Fig. 15). Es scheint sich hier durch Schrumpfung das Protoplasma von den Wurzeln der Fortsätze zurückgezogen und um den Kern zusammengeballt zu haben.

Das Vorkommen dieser großen Zellen innerhalb der Punktsubstanz ist um so auffallender, als bisher bei sämtlichen Ascidien immer nur die kleinsten Elemente in der Punktsubstanz gefunden wurden. Ich faßte daher die Möglichkeit einer Täuschung ins Auge, indem ich annahm, daß diese Zellen, tatsächlich an der Peripherie gelegen, nur durch eine Faltung des Gehirns als in die Punktsubstanz verlagert erscheinen möchten. Eine genaue Untersuchung des Schnittes zeigte mir jedoch, daß eine Unterbrechung der Punktsubstanz, die in dem gedachten Falle hätte statthaben müssen, nicht zu sehen war, so daß also die bezeichneten drei Zellen in Wahrheit mitten in der Punktsubstanz des Gehirns gelegen sind.

Hiermit hätten wir die beiden Hauptbestandteile, die an der Bildung des Ascidiengehirns teilnehmen, erledigt. Wenn jedoch JULIN, l. c. 4, sagt: »qu'il n'existe pas de névroglie ou de tissu conjonctif quelconque entrant dans la composition de cet organe. Les seuls éléments dont il est formé sont des éléments nerveux: cellules ganglionnaires et fibrilles nerveuses«, so werde ich im folgenden Gelegenheit haben, nachzuweisen, daß JULINS Behauptungen in dieser Allgemeinheit ihrer Berechtigung entbehren, daß sie jedenfalls für *Stylopsis grossularia* nicht zutreffend sind.

In Fig. 19 erblickt man, mitten in der Fasersubstanz gelegen, zwei Gebilde (*m*), die an dieser Stelle auffällig erscheinen müssen. Unter Zuhilfenahme der vorhergehenden und nachfolgenden Schnitte konnte ich feststellen, daß diese beiden Stränge etwa in der Mitte der Dorsalseite des Ganglions in dasselbe eindringen, dieses schräg durchziehen, um am vorderen Ende des Gehirns an der rechten Seite oberflächlich zu enden. Das ganze Aussehen der Stränge und ihre intensive Färbung ließen sie mich von vornherein als Muskelstränge deuten. Da jedoch das Vorkommen solcher im Gehirn immerhin recht auffallend ist, suchte ich nach einem Beweis und fand ihn am vorderen Ende dieser Stränge, wo dieselben

im optischen Durchschnitt getroffen waren. Eine starke Vergrößerung ließ mich hier die einzelnen Muskelfibrillen erkennen (Fig. 20). Wie die Figur zeigt, sind die Muskelstränge von einer bindegewebigen Hülle umgeben, die sich in eine nach der Ventralseite des Ganglions gerichtete Scheide auszieht. Wenn somit die muskulöse Natur dieser Gebilde außer Frage steht, so fragt es sich, wie man sich ihr Auftreten im Ganglion erklären soll. Lagen diese Muskeln a priori an dieser Stelle und wurden bei der Entstehung des Gehirns von diesem umwachsen, oder sind sie erst nach vollendeter Entwicklung des Gehirns sekundär in dasselbe eingedrungen? Das letztere erscheint mir schon aus physikalischen Gründen als recht unwahrscheinlich. Ich möchte vielmehr glauben, wie es auch SEELIGER, l. c., für die in großen Nervenstämmen auftretenden Muskeln annimmt, daß das Gehirn während seiner Ausbildung solche Gruppen von Mesenchymzellen, die zu Muskelfasern zu werden bestimmt sind, allseitig umwächst, ohne daß dadurch die histologische Weiterbildung beider Gewebsformen gestört wird.

Als weitere, außer den nervösen Elementen, im Ganglion der *Styelopsis grossularia* vorkommende Gebilde sind Bindegewebsfasern zu nennen, die ich bei den mit HEIDENHAIN'SCHEM Eisenhämatoxylin behandelten Präparaten häufig beobachten konnte. Sie treten am häufigsten an den Enden des Ganglions auf, wo die Ganglienzellen spärlicher vertreten sind. Hier sieht man sie, namentlich von der Ventralseite des Gehirns aus, oft recht weit in das Ganglion hineinragen (Fig. 21). Von den Nervenfasern unterscheiden sie sich deutlich durch bedeutendere Dicke und intensivere Färbung, so daß eine Verwechslung mit diesen ausgeschlossen ist. Hierbei muß ich einer besonderen Art von Fasern Erwähnung tun, die mir bei denselben Präparaten auffielen. Ich beobachtete häufig im Gehirn mehr oder weniger lange, intensiv schwarz gefärbte Fasern, die durch ihren eigentümlichen geschlängelten Verlauf auffielen. In Fig. 22 und 23 habe ich eine derartige Faser wiedergegeben, die jedoch nicht, wie es die Figur zeigt, in einer Ebene verläuft, sondern nur bei hoher und tiefer Einstellung zu verfolgen ist. Während ich einerseits solche Fasern vollständig im Gehirn verlaufen sah, konnte ich andererseits an den Wurzeln der peripheren Nerven ebensolche Fasern von außen in die nervöse Substanz eindringen sehen, alle den eigentümlichen zickzackförmigen Verlauf zeigend. Es fragt sich nun, als was für Gebilde man diese Fasern ansprechen soll? Die Deutung als besonders starke Nervenfasern ist, meines Erachtens, wegen des eigentümlichen Verlaufs dieser Fasern, den man bei Nervenfasern nie beobachtet hat, nicht angängig. Lügen die Fasern nicht innerhalb der ner-

vösen Substanz, möchte ich sie wohl für elastische Fasern halten. Ich wage jedoch nicht, das Vorkommen elastischer Fasern im Ascidiengehirn anzunehmen, obwohl man dieselben Fasern auch vielfach in der Umgebung des Gehirns im Bindegewebe beobachten kann, wo deren Deutung als elastische Fasern wohl weniger auf Widerspruch stoßen würde. Dieses Auftreten der Fasern in der Umgebung des Gehirns zeigt uns jedoch, daß wir es ohne Frage mit Fasern bindegewebiger Natur zu tun haben, denn die Identität der im Gehirn beobachteten Fasern mit denen des umgebenden Bindegewebes ist bei der charakteristischen Eigenart derselben über jeden Zweifel erhaben. In manchen Fällen (Fig. 23) konnte ich auch innerhalb der nervösen Substanz diese Fasern in Verbindung mit einer typisch spindelförmigen Bindegewebszelle erblicken. Die Figur, die Wurzel der vorderen Dorsalnerven darstellend, zeigt uns ferner die Querschnitte von ebensolchen Bindegewebsfasern, die also senkrecht zu der eingezeichneten Faser den Nerven durchziehen. Ich möchte die Frage nach dem Spezialcharakter der fraglichen Fasern offen lassen und sie lediglich als besondere Art von Bindegewebsfasern bezeichnen.

Schließlich soll eine eigentümliche Erscheinung nicht unerwähnt bleiben, die ich öfter beobachten konnte. Ich fand nämlich bei Präparaten, die eine tadellose Konservierung verrieten, innerhalb der Faser-substanz ovale bis runde Vacuolen von 8—12 μ größtem Durchmesser (Fig. 24). Der Rand der Vacuolen zeigte sich stets scharf konturiert. Zuweilen war innerhalb der Vacuole eine Zelle zu sehen, die amöboiden Charakter zu haben schien (Fig. 24). Es liegt natürlich nahe, die Bildung der Vacuolen als Schrumpfungerscheinung aufzufassen, die in denselben beobachteten Zellen als Protoplasma anzusehen, das sich von der Zellwand zurückgezogen hat. Was jedoch diese Deutung nicht so ohne weiteres zuläßt, ist die scharf konturierte Wandung der Vacuole. Selbst wenn man diese Wandung als zurückgebliebene Zellwand ansehen will, hätte ich, abgesehen davon, daß die Zellwand nicht die hier zu beobachtende Dicke haben kann, bei einer Schrumpfung die Konturen der Vacuolen weniger glatt zu sehen erwartet. Es mag aus diesen Gründen bei der Erwähnung dieser Vacuolen sein Bewenden haben, ohne daß noch weitere Vermutungen daran angeknüpft werden sollen.

II. Ganglienzellstrang.

Der Ganglienzellstrang (*cordon ganglionnaire viscéral ou dorsal* VAN BENEDENS und JULINS, l. c.) stellt ein von vornherein medianes, unpaar angelegtes Organ dar und ist auf das bereits in den allerersten

Embryonalstadien vor dem definitiven Gehirn angelegte Rückenmarksröhr, das sich in den Larvenschwanz fortsetzt, zurückzuführen. Der eigentliche Ganglienzellstrang bildet sich jedoch nur aus dem hinteren Teil dieses primären Nervenrohrs, während aus dem vorderen Teil die Flimmergrube, der Flimmergrubenkanal und weiterhin auch das definitive Ganglion und die Neuraldrüse hervorgehen. Es bildet also der Ganglienzellstrang ursprünglich die direkte Fortsetzung des die Flimmergrube mit der Neuraldrüse verbindenden Kanals, ein Verhalten, wie es auch *Styelopsis grossularia* noch zeigt. Bestimmte Grenzen lassen sich jedoch für Flimmergrubenkanal und Ganglienzellstrang nicht festsetzen, weshalb ersterer ebenfalls in diesem Kapitel erledigt werden soll.

Das Verhältnis des Ganglienzellstrangs zum Flimmergrubenkanal, als Fortsetzung des letzteren, läßt sich bei *Styelopsis* auf einer Querschnittserie leicht feststellen, wie ja RIEDLINGER, l. c., auch gezeigt hat. JULIN, der den Ganglienzellstrang in seiner Arbeit über *Styelopsis grossularia* unter dem Namen »cordon cellulaire« beschreibt, findet dasselbe Verhalten, fügt aber hinzu: »Je me hâte d'ajouter cependant, qu'il est très difficile, chez notre espèce, en raison de la gracilité de ce cordon, d'affirmer, qu'il en est effectivement ainsi, surtout, si je m'en réfère à ce qui existe chez la Molgule, ou cet organe est beaucoup plus développé, et, par conséquent, plus facile à suivre sur des coupes en série. Pour le moment je laisserai donc ouverte cette question.«

Ich muß gestehen, daß nach meinen Präparaten, mochten sie gefärbt sein, wie sie wollten, von einer Zartheit (gracilité) des Zellstrangs bei *Styelopsis* nicht die Rede sein kann, vielmehr stimme ich RIEDLINGER vollkommen bei, der das Organ ebenfalls als einen stets deutlich nachweisbaren, durch besondere intensive Färbung auffallenden Strang hinstellt.

Der Verlauf des Stranges läßt sich auf Querschnittserien gut verfolgen. Man sieht, wie der aus der Flimmergrube hervorgehende Kanal in der medianen Dorsallinie des Ganglions weiter nach hinten verläuft, wie er dann, ziemlich am hinteren Ende des Gehirns, an der rechten Seite desselben herabläuft, um seitlich von ihm blind zu endigen. Flimmergrubenkanal und Zellstrang liegen, ohne bindegewebige Zwischenschicht, dem Ganglion dicht auf. Das Lumen des Kanals ist auf dem Querschnitt bald rund, bald schlitzförmig und nimmt gegen das hintere Ende des Ganglions allmählich ab, um schließlich ganz zu schwinden, so daß wir für eine kurze Strecke einen soliden Zellstrang erblicken.

In dem Lumen des Kanals sind, namentlich in der Nähe der Neuraldrüse, zuweilen Zellen zu beobachten. ROULE, l. c., will solche selbst

noch in der Flimmergrube gefunden haben, was SEELIGER, l. c., jedoch bei seinen Ascidien niemals beobachtet hat und auch mir bei der *Stylopsis* nicht aufgefallen ist. Diese im Kanallumen sich findenden Zellen entstammen zum größten Teil der epithelialen Wandung der Neuraldrüse und werden in das Lumen des Flimmergrubenkanals vorgeschoben. Wenn ich als Ursprungsort der Zellen nur teilweise die Neuraldrüse annehme, so geschieht dies auf Grund von Beobachtungen, die ich am Flimmergrubenkanal von *Botryllus* zu machen Gelegenheit hatte.

Ich habe in Fig. 25 zwei Partien des Flimmergrubenkanals von *Botryllus* wiedergegeben, von denen Teil *a* der Nähe der Flimmergrube entnommen ist, während *b* mehr dem hinteren Abschnitt des Kanals entstammt. In dem der Flimmergrube nahegelegenen Teil des Kanals erblicken wir ein typisch einschichtiges Epithel und das Kanallumen völlig frei von Zellen (die in der Fig. *a* im Kanallumen schwach sichtbaren Zellen stellen die in der Fläche getroffenen Zellen der in der Tiefe gelegenen Wand des Kanals dar). Je weiter man nach hinten kommt, je unregelmäßiger wird das Epithel des Kanals. In Fig. 25 *b* ist der einschichtige Charakter desselben nur schwer zu erkennen. Das Lumen des Kanals ist hier mit Zellen angefüllt. An diesen Stellen kann man nun bisweilen beobachten, wie einzelne Zellen aus dem Epithelverbande sich loslösen, um in das Kanallumen zu wandern. In Fig. 25 *b* ist über dem Pfropf aus Bindegewebszellen eine Zelle zu beobachten, die eben im Begriff ist, sich aus dem Epithelverband herauszuzwängen und schon zur Hälfte in das Kanallumen hineinragt. Auch im vorderen Teil des Flimmergrubenkanals konnte ich etwas derartiges beobachten und habe in Fig. 26 die Stelle bei starker Vergrößerung wiedergegeben. Hier sehen wir ebenfalls eine Zelle, die nur noch mit ihrer Spitze dem epithelialen Verbande angehört und im nächsten Augenblick wohl in das Kanallumen gefallen wäre. An dieser Zelle (*tz*) konnte ich ferner die Anordnung der Chromosome zu einer Äquatorialplatte beobachten, so daß also anzunehmen ist, daß diese Zelle sich bald nach Verlassen des Epithels geteilt haben würde.

Aus diesen Beobachtungen ist zu entnehmen, daß die Zellen oder Zellhaufen, die man bisweilen im Lumen des Flimmergrubenkanals antrifft, nicht lediglich aus der Neuraldrüse stammen, sondern auch zum Teil die eigne Wand des Kanals als Ursprungsort haben. Ersetzt scheinen diese Zellen hier zu werden durch das Einwandern von Bindegewebszellen aus dem Mesenchym in die Wand des Kanals. Ich glaube wenigstens das Eindringen des schon oben erwähnten Zellpfropfes aus Bindegewebszellen in die Wand des Kanals (Fig. 25) dahingehend

erklären zu müssen. Im übrigen ist das Kanallumen sehr variabel. Wie Längsschnitte zeigten, ist der Verlauf des Kanals nicht immer ein regelmäßig gerader, sondern hat zuweilen geringe Ausbuchtungen aufzuweisen.

Eine interessante Deformation an einer Stelle des Kanals fiel mir bei *Styelopsis* auf. Hier war in der Gegend, wo der Kanal die Biegung nach rechts macht, eine quer zur Längsrichtung des Kanals verlaufende Eindellung der Kanalwand zu beobachten, in welcher ein straff gespannter Muskel lag. Der Muskel, der sich im Leben dem Kanal anschmiegte, hatte offenbar beim Tode des Tieres durch starke Kontraktion die sich ihm als Hindernis in den Weg stellende Kanalwand eingedellt, woraus sich das oben geschilderte Bild ergab.

Weder bei JULIN, noch bei RIEDLINGER finde ich merkwürdigerweise ein Organ angegeben, welches mir bei den meisten meiner *Styelopsis*-Präparate auffiel, nämlich einen accessorischen Flimmergrubenkanal. Ganz konstant scheint derselbe jedoch nicht aufzutreten, da eines meiner Objekte denselben vermissen ließ. Es muß also auch *Styelopsis grossularia* zu jenen Ascidien gerechnet werden, bei denen eine mehr oder weniger umfangreiche Komplikation des Kanalsystems eintritt, wie bei *Phalusia mammillata* (USSOW, JULIN, HERDMANN), *Ascidia Marioni* (Roule) und *Ascidia atra* (METCALF). Überall findet sich bei diesen Formen ein langer median verlaufender Hauptkanal, der die Drüse mit der Hauptflimmergrube in Verbindung setzt. Daran setzen sich die accessorischen Kanälchen an, die meist mit einer accessorischen Flimmergrube abschließen. Andre endigen blind mit kolbenförmiger Erweiterung, was SEELIGER, l. c., als jugendliche Anlage noch nicht fertig gebildeter Flimmergruben auffaßt.

METCALF¹⁰ beschreibt für *Ascidia atra* 116 accessorische Flimmergrubenkanäle. Von dem Hauptkanal gehen nach METCALF Sekundärkanälchen aus, die wieder bis zu fünf Arme abgeben, so daß im ganzen 116 solcher Kanäle vorhanden sind, von denen ein jeder mit einer kleinen Flimmergrube sich in den Peribranchialraum öffnet.

Bei *Styelopsis* liegen die Verhältnisse wesentlich einfacher. Ich fand stets nur einen accessorischen Kanal, der an Mächtigkeit dem Hauptkanal gleichkommt und ebenso, wie dieser, sich durch besonders intensive Färbung auszeichnet, so daß auch sein Verlauf leicht zu verfolgen

¹⁰ MAYNARD M. METCALF, Notes on the morphology of the Tunicata. Zool. Jahrbücher, Abteilung für Anatomie und Ontogenie der Tiere. Bd. XIII. Heft 4. 1900.

ist. Dieser accessorische Kanal zweigt vom Hauptkanal an der rechten Seite des Ganglions am hinteren Ende, zuweilen erst an der Bifurcationsstelle der beiden hinteren Nerven ab. In Fig. 27, wo die Abzweigung noch vor Abgang der hinteren Nerven erfolgt, ist diese Stelle wiedergegeben. Aus dem schmalen, schlitzförmigen Teil (fk^1) geht der accessorische Flimmergrubenkanal hervor. Von da wendet er sich auf die Ventralseite des Ganglions mehr oder weniger weit nach vorn, um etwa in der Mitte des Ganglions blind zu endigen. (Die in Fig. 16 sichtbare Öffnung ist auf eine künstliche Zerreißung des Epithels zurückzuführen.) Fig. 11 und 16 zeigt uns den accessorischen Kanal auf der Ventralseite des Ganglions verlaufend, während der Hauptkanal (fk) auf der entgegengesetzten Seite zu sehen ist (Fig. 11).

Das Lumen dieses accessorischen Kanals ist sehr variabel. Während es an manchen Stellen rund ist, sieht man es an andern Stellen schlitzförmig, hervorgerufen durch eine dorsi-ventrale Abflachung. Im Gegensatz zum Hauptkanal fand ich das Lumen des accessorischen Kanals stets frei von zelligen Elementen.

Wie der Hauptkanal, liegt auch der accessorische Kanal dem Ganglion dicht an, ohne bindegewebige Zwischenschicht. Zuweilen ist er streckenweise gleichsam in das Ganglion eingebettet, so daß die Oberfläche des Kanals und die des Ganglions auf einer Höhe liegen und das Kiemendarmepithel über beide glatt hinwegzieht. Eine besonders innige Verbindung des accessorischen Flimmergrubenkanals mit dem Ganglion zeigt uns Fig. 16, wo die als Gliazelle bezeichnete große Zelle in die Wand des Kanals hineinragt und das Lumen desselben begrenzen hilft.

In histologischer Beziehung zeigt die Wand des accessorischen Kanals keine Besonderheiten. Sie besteht, wie die des Hauptkanals, aus einem durchaus einschichtigen Epithel, das bei beiden Kanälen die Eigentümlichkeit hat, sich besonders intensiv zu färben.

III. Die peripheren Nerven.

Die peripheren Nerven entstehen erst in der Postembryonalentwicklung vom definitiven Ganglion aus. Es entspringen aus dem Gehirn bei *Styelopsis* sowohl am vorderen, wie am hinteren Ende, je ein Paar Nerven, die vorderen und hinteren Dorsalnerven. Die vorderen, auch Buccalnerven genannt, von denen der rechte dicht an der Flimmergrube vorbeizieht, verzweigen sich in der Wand des Mundesiphos, während die hinteren, oder Cloacalnerven, zum Cloacalsiphos verlaufen. JULIN, l. c. 7, gibt außer diesen beiden Nervenpaaren noch einen unpaaren fünften Nervenstamm (cordon nerveux viscéral) an, der einen höchst

komplizierten Verlauf nehmen soll: Von der Mitte der Ventralseite des Gehirns entspringend, soll derselbe zunächst in das vordere Dorsalfaltenseptum (septum médio-dorsal antérieur) eindringen, von dort sich zum Kiemendarm wenden und an der Dorsalfalte entlang laufen bis zur Höhe des Afters. Dort angekommen, soll sich der Nerv in einen oberflächlichen oder Darmnerven und einen tiefen oder Branchialnerven teilen. Im größeren Teil seines Verlaufs soll dieser Nerv in unmittelbarer Verbindung mit dem Ganglienzellstrang stehen und von einem Längsmuskelbündel begleitet sein. Ich habe einen derartig verlaufenden unpaaren Nervenstamm nicht beobachten können, und auch RIEDLINGER, l. c., hat vergeblich nach demselben gesucht. Letzterer weist sehr richtig darauf hin, daß bei der unmittelbaren Verbindung, die der Nervenstamm mit dem Ganglienzellstrang eingehen soll, man hätte erwarten können, daß dieser viscerale Nerv einem um so mehr aufgefallen wäre, als der Ganglienzellstrang bei *Styelopsis*, wie auch ich bestätigen konnte, stets deutlich nachzuweisen ist.

Ein Paar anderer ventraler Nerven habe ich jedoch gefunden, die ich in Fig. 19 wiedergegeben habe. Sie entspringen beide an der Ventralfläche des Gehirns und lassen sich nur bis zum Kiemendarmepithel verfolgen, sind also nicht sehr lang. Während der weiter vorn gelegene einen ziemlich ansehnlichen Strang darstellt, ist der hintere sehr klein und setzt sich nur aus wenigen Fasern zusammen. Ob und in welcher Weise sie in engere Beziehung zum Kiemendarmepithel treten, werde ich im nächsten Kapitel zu besprechen haben.

In histologischer Beziehung zeichnen sich die peripheren Nerven bei *Styelopsis* durch äußerst wirren Faserverlauf aus. Von einem annähernd parallelen Verlauf der Fasern, wie bei *Perophora*, oder wie besonders schön bei *Ascidia virginea* zu sehen ist, bei der die Fasern der peripheren Nerven durchaus parallel verlaufende Wellenlinien darstellen, ist bei *Styelopsis* nichts zu beobachten. Erst in ziemlicher Entfernung vom Ganglion beginnt der Faserverlauf etwas regelmäßiger zu werden. Bei diesem unregelmäßigen Verlauf der Fasern ist es zu verstehen, daß bei *Styelopsis* der Querschnitt eines Nerven sich nicht wesentlich von einem Längsschnitt unterscheidet. Auch der Querschnitt ergibt ein netzförmiges Bild von sich kreuzenden Nervenfasern (Fig. 28; der obere Nerv, der in Fig. 29 bei starker Vergrößerung zu sehen ist, ist etwas schräg getroffen). In den Maschen liegen, namentlich in der Nähe der Wurzeln der Nervenstämme, kleine Ganglienzellen, die, je weiter sich der Nerv vom Gehirn entfernt, immer spärlicher werden. Sowohl in den hinteren, wie in den vorderen Dorsalnerven von *Styelopsis*

sind Muskeln zu beobachten, die mehr oder weniger vollständig von den nervösen Fasern eingeschlossen und gegen letztere durch eine bindegewebige Hülle (Fig. 30 *bh*) abgegrenzt sind. SEELIGER, l. c., fand dieselbe Erscheinung bereits an den großen hinteren Nervenstämmen mehrerer großer Monascidien, wie *Ciona*, *Cynthia*, *Phallusia* usw., und erklärt, wie bereits angedeutet, die Erscheinung dahin, daß die erst ziemlich spät sich endgültig differenzierenden Nervenstämmen solche Gruppen von Mesenchymzellen, aus denen Muskelfasern werden sollen, umwachsen, ohne daß dadurch die histologische Weiterbildung beider Gewebsformen gestört wird. SEELIGER knüpft hieran die Bemerkung, die Kontraktion eines allseitig vom Nervengewebe umschlossenen Muskels könne dem Tiere kaum von Nutzen sein, und hält er es daher auch nicht für unwahrscheinlich, daß vielleicht die meisten dieser »Nervenmuskeln«, wie er sie nennt, mit ihren äußersten Enden aus dem Nerven wieder heraustreten, um sich entweder andern Muskelzügen einzuordnen oder bestimmten Organen oder Geweben zu inserieren. SEELIGER hat jedoch bei seinen großen Monascidien ein derartiges Verhalten nicht beobachtet. Bei der *Styelopsis* konnte ich häufiger Muskeln beobachten, die mit einem Ende mehr oder weniger weit aus dem Nerven herausragten (Fig. 30, 31 *nm*). Meist waren bei *Styelopsis* die Nervenmuskeln ziemlich peripher gelegen, doch zeigen die Bilder auch solche Muskeln, die allseitig von nervösen Fasern umschlossen sind. Nach ROULES Angaben, l. c., über motorische Nervenendigungen an Muskeln würde eine derartige vollkommene Versenkung von Muskeln in die nervöse Substanz überall da vorkommen, wo Nerven an den Muskeln endigen, jedoch weist SEELIGER, l. c., darauf hin, daß diese Auffassung zweifellos auf einer falschen Deutung des die Muskeln umgebenden Bindegewebes als Nervensubstanz beruht.

Neben Muskeln konnte ich, an fremden Gebilden im Nerven, auch jene eigentümlich geschlängelten, intensiv gefärbten Bindegewebsfasern konstatieren, die wir bereits innerhalb der Fasersubstanz des Gehirns fanden. Im Nerven sah ich die Fasern teils in der Längsrichtung, teils aber auch quer zur Faserrichtung verlaufen (Fig. 23 *bf*).

Schließlich sei noch von den peripheren Nerven gesagt, daß sie in ihrem obersten Abschnitt immer noch von einer bindegewebigen Hülle umgeben sind, und möchte ich nunmehr zum Schlußkapitel meiner Arbeit übergehen, ein Kapitel, das wohl schon stets als Schmerzenskind bei allen Ascidienforschungen betrachtet wurde, zum Kapitel über

IV. Nervenendigungen.

Zunächst wandte ich meine Aufmerksamkeit der Innervierung der Flimmergrube zu. Wenn METCALF, l. c., für *Boltenia Bolteni* einen mächtigen, dem Gehirn entspringenden Nerven beschreibt, der sich in zwei Äste teilt, die den hinteren Teil der Flimmergrube umhüllen, und glaubt, in diesem Verhalten eine Innervierung der Flimmergrube erblicken zu dürfen, so könnte ich als Analogon das Verhalten des rechten vorderen Dorsalnerven bei *Styelopsis* anführen, der sich in der Höhe der Flimmergrube dieser dicht anschmiegt. Meines Erachtens aber kann erst dann von einer Innervierung der Flimmergrube gesprochen werden, wenn man Nervenfasern von dem Nerven in das Epithel der Flimmergrube eindringen sieht. Einen derartigen Zusammenhang hat aber weder METCALF bei *Boltenia* nachgewiesen, noch ist es mir gelungen, denselben bei *Styelopsis* zu beobachten. JULIN, l. c. 4, hält auf Grund seiner zahlreichen Untersuchungen, bei denen er niemals eine Nervenfasern an die Flimmergrube herantreten sah, eine Innervierung derselben für ausgeschlossen (jamais je n'ai vu la moindre fibrille nerveuse se rendant à cet organe). Wenn JULIN jedoch weiter bemerkt und darauf besonders großen Wert legt, daß das Epithel der Flimmergrube aus einer einzigen Art Zellen bestehe, denen die charakteristischen Merkmale von Geruchszellen fehlten, mithin auch das Herantreten von Nervenfasern gar nicht zu erwarten sei, so dürfte dies Argument doch wohl wenig stichhaltig sein, da selbst beim Fehlen von Sinneszellen doch freie Nervenendigungen im Epithel der Flimmergrube vorhanden sein könnten.

Eine Innervierung in diesem Sinne konnte ich beim Cloakenepithel der *Styelopsis* feststellen. Um zunächst über die Gegend der Innervationsstelle zu orientieren, habe ich in Fig. 28 ein Übersichtsbild gegeben, wo wir die beiden hinteren Dorsalnerven quer getroffen sehen. In Fig. 29 ist die Innervationsstelle bei starker Vergrößerung zu sehen. Die deutlich bis weit in den Nervenstamm zu verfolgende Faser teilt sich dicht vor dem Cloakenepithel in zwei feine Äste, die beide in das Epithel eindringen. Der an dem Blutsinus gelegene Ast liegt etwas tiefer als der andre, und ist daher erst bei tiefer Einstellung deutlich zu sehen. Leider ist das stark mit drüsigen Elementen durchsetzte Cloakenepithel schräg getroffen, so daß es mehrschichtig erscheint. Infolgedessen wurde auch das weitere Verhalten der Nervenfasern innerhalb des Epithels unklar. An der hochgelegenen Faser glaubte ich am Ende eine leichte Anschwellung zu beobachten, jedoch möchte ich nicht

mit Bestimmtheit behaupten, daß dies eine Nervenendigung bedeute. Es dürfte auch wohl ohnedem schon recht bemerkenswert sein, daß unzweifelhaft feine Nervenfasern vom Hauptstamme zur Innervierung des Cloakenepithels abgegeben werden.

Auf ähnliche Art und Weise fand ich das Kiemendarmepithel innerviert. Der größere der beiden in Fig. 19 dargestellten Nervenstämme an der Ventralseite des Ganglions (*vn*) gibt, am Kiemendarmepithel angekommen, einen Teil seiner Fasern an das Epithel ab, die sich deutlich in dasselbe hinein verfolgen lassen. Die übrigen Fasern verlaufen in dem zwischen der Wand des Blutsinus und dem Epithel gelegenen Mesenchym. Hier war nichts wahrzunehmen, was irgendwie an Nervenendigungen hätte erinnern können.

Ganz unzweifelhaft ist mir der Nachweis von motorischen Nervenendigungen an Muskeln gelungen. ROULE, l. c., beschreibt als Endigungen motorischer Nerven das Eindringen senkrecht zur Längsrichtung der Muskelbündel stehender Nervenäste zwischen die Muskelfibrillen, die die letzteren fast auf ihrer ganzen Länge einhüllen sollen (et l'on peu presque dire, que dans tous les faisceaux musculaires les fibres sont comme plongées au sein d'une gangue nerveuse). Es weist aber bereits SEELIGER, l. c., darauf hin, daß eine derartige vollkommene Versenkung der Muskelfasern in die nervöse Substanz hier nicht besteht und daß, wie schon oben erwähnt wurde, ROULE das die Muskeln umgebende Bindegewebe und die Nervensubstanz nicht hat scharf auseinander halten können. Wo aber, wie bei den großen Hauptstämmen, Muskelstränge tatsächlich vollkommen in die nervöse Substanz eingebettet erscheinen, ist dieses Verhalten, wie auch SEELIGER meint, durchaus nicht mit der peripheren Endigung motorischer Nerven zu identifizieren. Um von einer motorischen Nervenendigung sprechen zu können, muß eine Nervenfasern in besondere Beziehung zum Muskel treten. Wo dies nicht der Fall ist, wie in Fig. 32, in der die Fasern im Gegenteil den Muskelsträngen ausweichen, kann die einfache Umhüllung durch Nervenfasern nicht als Innervierung des Muskels angesehen werden.

Ich konnte nun bei meinen nach der KODISSCHEN Methode behandelten *Styelopsis*-Präparaten häufig beobachten, wie bei den mehr oder weniger im Nervenstamme eingebetteten Muskeln unter dem Gewirr von Nervenfasern eine gewöhnlich etwas intensiver gefärbte Faser direkt an einen Muskelstrang herantrat, um hier mit einer deutlichen, dunkel gefärbten Anschwellung zu endigen. Es ist wohl kein Zweifel, daß die Anschwellung einen nervösen Endapparat darstellt. In Fig. 30 z. B. sehen wir an das untere Ende des vollständig im Nerven eingebetteten

langen Muskels eine Nervenfasern herantreten, die sich mit einer knopfförmigen Anschwellung (*kne*) an den Muskel ansetzt. In Fig. 33 tritt an den kleinen, peripher gelegenen Muskel ebenfalls eine Faser heran, jedoch hat der Endapparat (*ne*) hier ein andres Aussehen. Er ist hier mehr petschaftförmig, ein Bild, das wir in Fig. 34 auch im Querschnitt sehen, während uns Fig. 33 die Seitenansicht darstellt. In Fig. 34, in der der linke Muskel etwas schräg, der rechte dagegen genau quer getroffen ist, ließ sich unterhalb des Endapparates außerdem eine Nodosität (*nd*) in der Nervenfasern beobachten.

Während bisher die Innervierung an sog. Nervenmuskeln stattfand, sehen wir in Fig. 31 einen vollständig außerhalb des Nervenstammes gelegenen Muskel auf dieselbe Art und Weise innerviert. Eine ziemlich starke Nervenfasern, die sich weit in den Nerven hinein verfolgen läßt, verläßt diesen, um sich mit einer Endplatte (*pne*) an den seitwärts gelegenen Muskel anzusetzen. Dieselben plattenförmigen Endapparate sehen wir in den Fig. 35 (*pne*) und 30 (*pne*) von der Fläche. Man sieht hier, auf dem Muskel gelegen und sich von diesem durch dunklere Färbung deutlich abhebend, einen Endapparat und, von diesem ausgehend, die Nervenfasern.

Bei der seitlichen Ansicht, Fig. 31, 33, 34, dieser motorischen Nervenendigungen sieht man gewöhnlich zwischen dem Endapparat und der Muskelsubstanz einen, wenn auch haarfeinen, helleren Streifen. Es scheint mir dies das Sarcolemma vorzustellen, dem der Endapparat aufliegt. Wegen seiner Feinheit ist dieses gewöhnlich nur zwischen den dunkel gefärbten Endapparaten und der Muskelsubstanz durch den Farbenkontrast zu konstatieren. An dem seitwärts vom Nerven gelegenen Muskel in Fig. 31 war es jedoch auch über den Endapparat hinaus eine Strecke weit zu verfolgen.

Wir fanden also, um noch einmal kurz zu rekapitulieren, drei Arten von motorischen Endapparaten: knopfförmige, petschaftförmige und plattenförmige.

Beim Verfolgen der Nervenfasern auf meinen Präparaten stieß ich öfter auf Bilder, die mich an ROULES Mitteilungen, l. c., über die Innervierung von Bindegewebszellen erinnerten. Ich sah auch zuweilen einzelne Nervenfasern an Bindegewebszellen herantreten, konnte jedoch weder einen Endapparat an der Zelle beobachten, noch ließ sich die Faser in die Zelle hinein verfolgen, so daß ich annehmen muß, daß die Faser der Zelle hier ausbiegt und daher auf dem Schnitt nicht weiter zu verfolgen ist. Auch von einer pinselförmigen Ausbreitung des endigenden Nervenästchens, wie ROULE es beschreibt, konnte ich nichts

beobachten, fand jedoch manchmal Bilder, die mir eine derartige Verästelung hätten vortäuschen können, indem von der Zelle ausgehende Bindegewebsfasern sich an die Nervenfasern ansetzten. Mir erscheint im übrigen a priori die Innervierung einer Bindegewebszelle als recht unwahrscheinlich, da meines Erachtens der Zweck einer solchen nicht recht einzusehen wäre.

Zum Schluß meiner Ausführungen möchte ich nicht unerwähnt lassen, daß ich mich auch intensiv mit dem Aufsuchen von Sinneszellen an den beiden Siphonen beschäftigte, deren Vorhandensein wohl nicht zu bezweifeln ist. Leider war auch mein Suchen vergeblich. Ich fand in einem Fall drei lange Fasern, die, aus dem Ectoderm kommend, fast den ganzen Cellulosemantel durchsetzten, und die ich ihrer Länge wegen glaubte als Nervenfasern ansprechen zu müssen. Es ließ sich aber weder am oberen Ende derselben eine Nervenendigung, noch im Ectoderm der Zusammenhang mit einer als Sinneszelle zu deutenden Zelle feststellen.

Es dürfte einer späteren Untersuchung mit einer Modifikation der GOLGischen Methode, die deren erfolgreiche Anwendung bei *Styelopsis* ermöglicht, oder mit Anwendung der jetzt üblichen bei großen Monascidien, vorbehalten sein, auch in diesem Punkte endlich Klarheit zu schaffen.

Rostock, im Februar 1907.

Erklärung der Abbildungen.

Buchstabenerklärung:

<i>bf</i> , Bindegewebsfaser;	<i>hdn</i> , hinterer Dorsalnerv;
<i>bh</i> , Bindegewebshülle;	<i>kde</i> , Kiemendarmepithel;
<i>blz</i> , Blutzelle;	<i>kle</i> , Cloakenepithel;
<i>bz</i> , Bindegewebszelle;	<i>knc</i> , knopfförmige Nervenendigung;
<i>cm</i> , Cellulosemantel;	<i>m</i> , Muskel;
<i>dg</i> , Ausführungsgang der Neuraldrüse;	<i>mbr</i> , Membran;
<i>dr</i> , Neuraldrüse;	<i>mm</i> , Mamelon;
<i>ect</i> , Ectoderm;	<i>mz</i> , Mesenchymzelle;
<i>fk</i> , Flimmergrubenkanal;	<i>M</i> , Mesenchym;
<i>fk₁</i> , accessorischer Flimmergrubenkanal;	<i>n</i> , Nerv;
<i>fs</i> , Fasersubstanz;	<i>nd</i> , Nodosität;
<i>g</i> , Ganglion;	<i>ne</i> , Nervenendigung;
<i>glz</i> , Gliazelle;	<i>nf</i> , Nervenfasern;
<i>gz</i> (<i>gz₁</i> , <i>gz₂</i>), Ganglienzelle;	<i>nm</i> , Nervenmuskel;

pne, plattenförmige Nervenendigung; *vdn*, vorderer Dorsalnerv;
pz, Pigmentzelle; *vn*, Ventralnerv;
rgz, rudimentäre Ganglienzelle; *z*, Zelle;
rz, Riesenzelle; *zv*, Zellen-Vacuole;
s, Blutsinus; *zx*, Zooxanthelle.
tz, in Teilung begriffene Zelle;

Tafel XIV und XV.

Figuren 1—10 beziehen sich auf *Perophora listeri*.

Fig. 1. Querschnitt durch das Gehirn, den Flimmergrubenkanal und die Neuraldrüse. SEIBERT, 1/18 Öl-Imm. Oc. 0. Hämatox. und Orange G.

Fig. 2. Längsschnitt durch das Gehirn. SEIBERT, 1/18 Öl-Imm. Oc. 2. Hämatox. und Orange G. — Fig. 2a Stück der Dorsalseite. An der Peripherie zwei Riesenzellen. Die Membran hat sich in ihrer Umgebung abgehoben. — Fig. 2b Stück der Ventralseite. An der Peripherie ebenfalls Riesenzellen.

Fig. 3. Längsschnitt durch das hintere Ende des Ganglions mit dem austretenden Nerven. SEIBERT, 1/18 Öl-Imm. Oc. 0. Hämatox. und Orange G.

Fig. 4. Querschnitt durch das Gehirn. SEIBERT, 1/18 Öl-Imm. Oc. 2. Hämatox. und Orange G. Dorsalwand mit peripher gelegenen Riesenzellen. Zwischen diese eingeklemmt und um dieselben herum die kleinen Zellen.

Fig. 5. Längsschnitt durch das vordere Ende des Ganglions mit dem austretenden Nerven. SEIBERT, 1/18 Öl-Imm. Oc. 0. Alaunkarmin. An der Wurzel des Nerven eine rudimentäre Ganglienzelle.

Fig. 6. Längsschnitt durch das Rumpfganglion. ZEISS. Apocr. Öl-Imm. Oc. 6. Hämatox. und Orange G.

Fig. 7, 8 und 9. Einzelne Ganglienzellen aus dem Rumpfganglion. SEIBERT, 1/18 Öl-Imm. Oc. 3. Hämatox. und Orange G.

Fig. 10. Riesenzelle aus dem definitiven Ganglion. ZEISS Apocr. Öl-Imm. Oc. 18. Kern und Plasma zeigen Wabenstruktur. Um den Kern ein dunkler Hof.

Figuren 11—35 beziehen sich, wo nicht anders angegeben, auf
Styelopsis grossularia.

Fig. 11. Querschnitt durch das Ganglion. SEIBERT, Wasser-Imm. Oc. 0. Hämatox. und Orange G. Auf der Dorsalseite der Hauptflimmergrubenkanal. Auf der der Ventralseite ein accessorischer Flimmergrubenkanal.

Fig. 12. Eine besonders große multipolare Ganglienzelle aus dem Gehirn mit accessorischen Einschlüssen. SEIBERT, 1/18 Öl-Imm. Oc. 0.

Fig. 13. Längsschnitt. Stück der Ventralwand des Gehirns. ZEISS, 1/18 Öl-Imm. Oc. 2. Goldimprägnation nach APÁTHY. An der Peripherie ein Mamelon, gebildet von einer einzelnen Zelle.

Fig. 14. Längsschnitt. Ventralseite des Gehirns. 1/18 Öl-Imm. Oc. 2. Goldimprägnation nach APÁTHY. An der Peripherie Mamelons, gebildet von einzelner Zelle, bzw. einem Zellhaufen.

Fig. 15. Querschnitt durch das Ganglion von *Botryllus violaceus*, ZEISS, 1/18 Öl-Imm. Oc. 2. In der Punktsubstanz liegen drei abnorm große Ganglienzellen.

Fig. 16. Stück aus einem Querschnitt des Gehirns. ZEISS, Apocr. Öl-Imm. Oc. 6. KODIS-Präparat. An der Ventralseite der accessorische Flimmergruben-

kanal. Von der dorsalen Wand desselben ausgehend, eine große Zelle mit langem Fortsatz.

Fig. 17. Riesenzelle mit langem Fortsatz aus dem Gehirn von *Ascidia virginea*. SEIBERT, Objektiv $51\frac{1}{2}$, Oc. 1, Osmium-Holzessigpräparat. Der Fortsatz der Zelle ist überlagert von einer Ganglienzelle.

Fig. 18. Die Faser der Zelle aus Fig. 17 mit der Ganglienzelle bei starker Vergrößerung. SEIBERT, $1/18$ Öl-Imm. Oc. 2.

Fig. 19. Medianschnitt durch das Gehirn. ZEISS, Apocr. Öl-Imm. Oc. 4. Eisenhämatoxylin nach HEIDENHAIN. An der Ventralseite gehen vom Gehirn zwei Nervenstämme aus. Mitten in der Fasersubstanz gelegen zwei längs getroffene Muskelfasern.

Fig. 20. Die in Fig. 19 erwähnten Muskeln, am Ende derselben, quer getroffen. ZEISS, Apocr. Öl-Imm. Oc. 12. Der Schnitt läßt die einzelnen Fibrillen der Muskeln erkennen.

Fig. 21. Medianschnitt. Ventralseite des Gehirns. ZEISS, Apocr. Öl-Imm. Oc. 6. HEIDENHAIN'SCHES Eisenhämatoxylin. Von der Peripherie aus dringen Bindegewebsfasern in das Innere des Gehirns.

Fig. 22. Medianschnitt. Ventralseite des Ganglions. ZEISS, Apocr. Öl-Imm. Oc. 6. HEIDENHAIN'SCHES Eisenhämatoxylin. Nahe der Peripherie verläuft im Gehirn eine merkwürdig geschlängelte Bindegewebsfaser.

Fig. 23. Längsschnitt durch die Wurzel der vorderen Dorsalnerven. ZEISS, Apocr. Öl-Imm. Oc. 4. HEIDENHAIN'SCHES Eisenhämatoxylin. Quer durch den Nerv verlaufend eine Bindegewebsfaser, in Verbindung mit einer Bindegewebszelle. Daneben ebensolche Fasern quer getroffen.

Fig. 24. Centrale Partie des median geschnittenen Gehirns. ZEISS, Apocr. Öl-Imm. Oc. 6. HEIDENHAIN'SCHES Eisenhämatoxylin. In der Mitte eine Vacuole mit einer Zelle.

Fig. 25. Längsschnitt durch den Flimmergrubenkanal von *Botryllus violaceus*. ZEISS, $1/18$ Öl-Imm. Oc. 2. Hämatoxylin und Orange G. — a) Vorderer Teil des Kanals; — b) Hinterer Teil des Kanals; in die Ventralwand dringt ein Bindegewebszellpfropf ein. Die Zelle z steht im Begriff, aus dem Epithelverband auszuscheiden.

Fig. 26. Stück aus der Ventralwand des vorderen Teils des Flimmergrubenkanals von *Botryllus violaceus*. ZEISS, $1/18$ Öl-Imm. Oc. 3. Hämatoxylin und Orange G. Die Zelle tz scheidet aus dem Epithelverband aus. Ihre chromatischen Elemente sind zu einer Äquatorialplatte angeordnet.

Fig. 27. Querschnitt durch das Gehirn. SEIBERT, Wasser-Imm. Oc. 0. Hämatoxylin und Orange G. Links die Abzweigungsstelle des accessorischen Flimmergrubenkanals von dem Hauptkanal.

Fig. 28. Querschnitt in der Gegend der beiden hinteren Dorsalnerven. ZEISS, Apocr. Linse 8, Oc. 4. KODIS-Präparate. Übersichtsbild zu Fig. 29.

Fig. 29. Schräger Schnitt durch den rechten hinteren Dorsalnerven und das Cloakenepithel. ZEISS, Apocr. Öl-Imm. Oc. 4. KODIS-Präparat. Aus dem Nerven tritt eine Faser aus, die sich in zwei Äste gabelt, um damit das Cloakenepithel zu innervieren.

Fig. 30. Längsschnitt durch die vorderen Dorsalnerven. ZEISS, Apocr. Öl-Imm. Oc. 6. KODIS-Präparat. Innervierung von Nervenmuskeln.

Fig. 31. Längsgetroffener vorderer Dorsalnerv. ZEISS, 1/18 Öl-Imm. Oc. 2. KODIS-Präparat. Innervierung eines außerhalb des Nerven gelegenen Muskels.

Fig. 32. Längsgetroffener vorderer Nerv mit Nervenmuskeln. ZEISS, Apocr. Öl-Imm. Oc. 4. KODIS-Präparat. Einzelne Nervenfasern schlängeln sich zwischen die Nervenmuskeln hindurch, ohne an diesen zu endigen.

Fig. 33. Längsgetroffener vorderer Nerv. ZEISS, Apocr. Öl-Imm. Oc. 6. KODIS-Präparat. An den peripher gelegenen Nervenmuskeln ein petschaftförmiger Endapparat.

Fig. 34. Querschnitt durch den rechten hinteren Dorsalnerven. ZEISS, Apocr. Öl-Imm. Oc. 8. KODIS-Präparat. Eine Nervenfaser endigt mit einem petschaftförmigen Endapparat an dem quer getroffenen Muskel. Unterhalb des Endapparates eine Nodosität.

Fig. 35. Längsgetroffener vorderer Nerv. ZEISS, Apocr. Öl-Imm. Oc. 4. KODIS-Präparat. Plattenförmige Nervenendigung an einem Nervenmuskel.

Beiträge zur Kenntnis der Spermatogenese bei *Plagiostoma Girardi*.

Von

C. Weygandt

aus Staffel, Kr. Limburg a. d. Lahn.

Mit Tafel XVI und 8 Figuren im Text.

Die vorliegende Arbeit wurde unternommen, um zu prüfen, inwieweit die von der typischen Form abweichenden Spermien der Turbellarien sich auf eine solche zurückführen lassen.

Da die Turbellarienspermien in systematischer Weise daraufhin bisher nicht untersucht wurden, erschien es lohnend, ein derartiges, womöglich vergleichendes Studium an verschiedenen, durch atypische Spermatozoen ausgezeichnete Turbellarien vorzunehmen und sie mit solchen zu vergleichen, welche typische Spermatozoen besitzen. Dabei lag es nahe, sich an die im Binnenlande vorkommenden Formen zu halten. Atypische Spermien kommen bei Rhabdocölen vor, also boten sich die hier erhaltbaren Formen: *Vortex*, *Mesostoma* usw. dar.

Von einer Untersuchung der heimischen rhabdocölen Turbellarienarten mußte ich jedoch nach längerer darauf verwandter Mühe Abstand nehmen, da ich die geschlechtsreifen Tiere nicht zur richtigen Zeit gesammelt oder auch nicht die richtigen Konservierungsmethoden angewandt hatte, so daß sich mein Material für die zu untersuchenden feineren Vorgänge der Ausbildung der Spermatozoen leider als nicht genügend erwies.

Zu großem Danke bin ich daher Herrn Dr. J. WILHELMI an der zoologischen Station zu Neapel verpflichtet, daß er mir außer andern Turbellarienarten auch *Plagiostoma Girardi* in großer Anzahl konservierte und mir dieses wertvolle Material freundlichst zur Verfügung stellte.

An dieser Turbellarienart, deren Spermatozoen schon früher von L. v. GRAFF und L. BÖHMIG näher beschrieben worden waren, setzte

ich nunmehr meine Untersuchungen fort, und die hier gegebene Darstellung bezieht sich ganz ausschließlich auf diese Art.

Bevor ich zu der Mitteilung meiner Resultate übergehe, seien die für die Morphologie und Genese der Turbellarienspermien in Betracht kommenden früheren Publikationen einer kurzen Besprechung unterzogen.

Nach den Untersuchungen von O. SCHMIDT wird als Grundform der Rhabdocölidenspermatozoen »ein Knöpfchen mit fadenförmigem Anhang« festgestellt.

MAX SCHULTZE kommt zu dem Resultat, daß die Spermatozoen stets fadenförmig gestaltet sind und eine bedeutende Länge besitzen. ULIANIN und JENSEN jedoch stellen durch ihre Untersuchungen fest, daß man es bei rhabdocölen Turbellarien keineswegs überall mit gleichartig gestalteten Samenfäden zu tun hat, sondern daß sie ganz verschiedene Formen aufweisen.

JENSEN untersuchte zwei Arten von *Convoluta* genauer: die Samenfäden dieser Tiere bestehen nach ihm aus einem kleinen, stabförmigen Kopfe und aus einem langen Schwanze, »in welchem zwei lange, parallele, in eine dünne Membran gehüllte Stränge liegen; anfangs sind diese Stränge gewöhnlich nur von je einer Reihe stark lichtbrechender Körner (Mitochondrien mit Mittelstück?) gebildet, später schmelzen aber die Körner zu homogenen Strängen zusammen; hinten schmilzt die lichtbrechende Substanz beider Stränge zusammen und bildet einen einzigen, sehr dünnen Strang, als welcher der Schwanz endigt« (RETZIUS).

Die Untersuchungen von ULIANIN und JENSEN, durch die ein großer Formenreichtum in der Gestalt der Turbellarienspermatozoen festgestellt wurde, veranlaßten dann vor allem LUDWIG v. GRAFF, gerade der Gestalt dieser Elemente seine besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Nach eingehenden Studien kommt er zu dem Resultat, »daß die Vielgestaltigkeit dieser Teile des Rhabdocölikörpers nur noch übertroffen wird von der des Copulationsorganes«. v. GRAFF teilt die Spermatozoenformen bei rhabdocölen Turbellarien in fünf Hauptgruppen und unterscheidet demnach: 1) einfach fadenförmige, 2) fadenförmige mit Kopf, 3) gesäumte, 4) mit Nebengeißeln versehene und 5) aberrante Formen verschiedener Art. Auf den feineren Bau der Samenfäden geht jedoch v. GRAFF in seiner »Monographie der rhabdocölen Turbellarien« nicht ein.

Diesen Punkt sucht vor allem BÖHMIG in seinen Untersuchungen über rhabdocöle Turbellarien zu klären, indem er speziell die Histogenese der Samenfäden untersuchte. In seiner Abhandlung, die von einigen Tafeln begleitet ist, beschäftigt sich BÖHMIG unter anderm auch mit der Spermatogenese bei *Plagiostoma Girardi*. Es ist dies dieselbe Turbellarienart, die auch mir jetzt als Untersuchungsobjekt diente, so daß ich später noch Gelegenheit haben werde, auf v. GRAFFs und BÖHMIGs Darstellung zurückzukommen, da ich in verschiedenen Punkten zu andern Resultaten gelangt bin.

Im Jahre 1893 erschien eine kurze Abhandlung von W. REPIACHOFF: »Zur Spermatologie der Turbellarien«. Es werden hier einige Entwicklungsstadien einer nicht näher bezeichneten Turbellarie beschrieben, doch handelt es sich hier um eine anscheinend recht abweichende Spermatozoenform, auf die näher einzugehen hier keine Veranlassung vorliegt.

Im Jahre 1904 erschien eine größere Arbeit von ALEX. LUTHER: »Die Eumesostominen«, in der unter anderm auch Mitteilungen über die Spermatogenese bei dieser rhabdocölen Turbellarienart gemacht werden. Die hier abgebildeten reifen Spermatozoen besitzen einen deutlichen Kopf mit sehr langem Schwanz. Auf einigen Entwicklungsstadien glaubt LUTHER auch Sphäre und Centrosoma gesehen zu haben, doch verliert er bei der weiteren Ausbildung der Samenfäden diese Gebilde wieder aus dem Auge. Zuerst sollen sich bei den Eumesostominen die Schwanzteile ausbilden, während der Kopf sehr lange keulenförmige Gestalt besitzt und fest im Cytoplasma steckt.

Aus diesem Jahre liegt dann wieder eine Arbeit von BÖHMIG über Tricladestudien vor. Bei den hier beschriebenen Entwicklungsstadien der Samenfäden werden Idiozoma und Centrosoma in jungen Zellen gefunden, bei reifen Spermatozoen jedoch sind sie nicht mehr abgebildet. Auch hier entwickelt sich erst der Schwanz, dann erst der Kopf, der im Cytoplasma festsitzt.

Ebenfalls aus diesem Jahre stammen die Untersuchungen von W. HASWELL über die Spermien von *Heterochaerus*. Er hat bei dieser acölen Turbellarie zwei Arten von Samenfäden gefunden. »Die größere, sog. Riesenform ist 0,35 mm lang und ungefähr acht oder zehnmal länger als die kleinere; es ist ein langes, cylindrisches Filament. Von diesem stellt der Schwanz, der sehr fein endigt, den größeren Teil des Filamentes dar; dieses Filament repräsentiert das Mittelstück. Entlang dem Mittelstück und dem Schwanz läuft ein sehr unbedeutend contractiler Spiralsaum; der Kopf wird von dem vordern Teile des Filamentes gebildet, welches in keiner Weise modifiziert ist; aber es ist von dem Mittelstück dadurch zu unterscheiden, daß es gewöhnlich in einem spitzen Winkel zu dem letzteren steht, und indem es sich von dem spiraligen Saum hervorhebt. Chromatinelemente konnten in keiner Weise durch verschiedene Farbstoffe sichtbar gemacht werden, es sei denn, daß zwei Reihen von kleinen Körnern, welche sich auf der Länge des Mittelstückes befinden, von dieser Art sein könnten.

Das kleine Spermatozoon hat ebenfalls keinen ausgeprägten Kopf, aber das vordere Ende ist etwas vergrößert und endigt in eine schrofie, beinahe quere Vorderseite. In einigem Abstand von diesem Stück ist das Spermatozoon bedeutend zusammengepreßt, und diese Zusammenpressung setzt sich fort bis nahe an das hinterste Ende, wo ein kurzer, nicht zusammengepreßter, filamentartiger Teil den Schwanz bildet. Wenn das Spermatozoon mit *Gentiana violett* gefärbt wird, so ist eine Reihe von Körnchen in der Achse des Mittelstückes sichtbar, welche sich im großen und ganzen gegen das hintere Ende hin vergrößern. Das kleinere Spermatozoon bewegt sich aktiv in schlängelnder Bewegung, während welcher es sich in spiraliger Drehung befindet. Die Bewegung wird unterbrochen, und in dem Augenblicke, wo sie aufhört, wird das Spermatozoon gewöhnlich gestreckt, mitunter jedoch nimmt es auch verschiedene ganz bestimmte Kurven an. Das Riesenspermatozoon bewegt sich gleitend, wenn mehrere zusammenliegen; aber es führt mitunter auch schlängelnde Bewegungen mit dem Schwanzteile aus, welche aber viel weniger lebhaft sind, als die des kleineren Spermatozoons.« Übrigens möchte ich dabei erwähnen, daß die kleinere Spermatozoonform von *Heterochaeros* fast genau so aussieht, wie das von REPIACHOFF beschriebene Spermatozoon einer acölen Turbellarie.

Ganz vor kurzem ist dann noch eine erwähnenswerte Arbeit von G. RETZIUS erschienen: »Die Spermien der Turbellarien«. Die Tafeln liefern höchst inter-

essante Abbildungen reifer Samenfäden, die einen sehr komplizierten Bau zu besitzen scheinen. Doch ist auf vergleichend-morphologischem Wege eine genügende Erklärung der einzelnen Teile bei flagellatenförmigen Spermatozoen kaum möglich. Im Hinblick hierauf sagte KOLTZOFF vor kurzem: »Beim Lesen der Arbeiten von BALLOWITZ und RETZIUS, welche sich in letzter Zeit besonders viel mit der Struktur der reifen Spermien der Wirbeltiere und Wirbellosen, und zwar mit Zuhilfenahme außerordentlich feiner histologischer Methoden, befaßt haben, kommen wir zu dem Schluß, daß die von ihnen beschriebenen, an und für sich großes Interesse fordernden Fakten einer allgemeinen, sie zu einem ganzen verbindenden Idee entbehren.« In der Tat läßt sich ein Verständnis des Baues und der einzelnen Bestandteile der Spermatozoen nur unter Zuhilfenahme der Spermatogenese gewinnen, die ich mich daher auch auf die Spermien verschiedener Turbellarien anzuwenden bemühte.

Material und Herstellung der Präparate.

Zuerst sammelte ich *Vortex*-Arten in größerer Menge und konservierte diese Turbellarienart mittels der für die feinere histologische Untersuchung bewährten Methoden. Bei den meisten dieser Tiere zeigte sich leider, daß die betreffenden Tiere entweder nicht im Besitz geeigneter Stadien der Spermatogenese oder aber nicht in gut konserviertem Zustand waren. Wie schon erwähnt, wurde das Material von *Plagiostoma* freundlicherweise von Herrn Dr. WILHELM in Neapel gesammelt.

Nach seinen Mitteilungen wurden die meisten Tiere mit warmem oder kaltem Sublimat (gesättigte Lösung in Seewasser) fixiert oder auch mit Pikrinschwefelsäure; gerade diese letztere Konservierungsmethode eignete sich für meine Untersuchungen am besten.

Zur Färbung benutzte ich fast ausschließlich Eisenhämatoxylin nach HEIDENHAIN, sowie noch Färbung mit Eosin. Die BENDASche Mitochondrienfärbung konnte ich leider nicht anwenden, da die Konservierung meines Materials diese Färbungsmethode nicht zuließ. Doch erzielte ich auch mit der HEIDENHAINschen Methode und Eosin-Nachbehandlung eine Färbung, bei der Mitochondrien und Centrosome, sowie die übrigen in Frage kommenden Bestandteile der Zelle mit Sicherheit zu erkennen und auseinander zu halten waren. Die Dicke der Schnitte betrug 3—5 μ .

Die Ausbildung des Spermatozoons.

I. Das reife Spermatozoon.

L. v. GRAFF beschreibt in seiner »Monographie der rhabdocölen Turbellarien« ziemlich eingehend die reifen Spermatozoen von *Plagiostoma Girardi*: Nach ihm lassen die gesäumten Samenfäden deutlich

eine starke Mittelrippe und breite, hyaline Säume erkennen. »Die Mittelrippe geht vorn in eine feine Geißel und hinten in einen dickeren und etwa zweimal so langen Schwanz aus.« Geißel und auch Schwanz werden von den Säumen umgeben. Aus den Abbildungen, die zu *Plagiostoma Girardi* gegeben sind, geht hervor, daß die Spermatozoen mit dem Schwanzteile in einer mit x bezeichneten homogenen Masse (Cytophor nach BÖHMIG) sitzen, während der vordere Teil sich frei bewegt (Tafel XVI, Fig. 14).

Noch eingehender hat BÖHMIG die Samenfäden von *Plagiostoma Girardi* untersucht, und zwar zum Teil in histogenetischer Beziehung; in verschiedenen Punkten kommt er zu andern Resultaten als v. GRAFF. Zwar entspricht nach BÖHMIGS Untersuchungen Fig. 1 auf Taf. XVI fast genau dem reifen Spermatozoon von *Plagiostoma Girardi*, wie es v. GRAFF abgebildet hat. Fig. 15 derselben Tafel soll »ein fast reifes Spermatozoon« darstellen, doch ist zwischen beiden Figuren meiner Meinung nach ein ziemlich großer Unterschied. Fig. 15 setzt sich nach BÖHMIGS Angaben folgendermaßen zusammen: Den Hauptteil bildet eine dunkle Masse, die früher Chromatin war, doch im Verlauf der einzelnen Stadien heller und homogen geworden ist. Auf diesem Chromatinteil sitzt ein kegelförmiges Gebilde, das aus der achromatischen Substanz des ursprünglichen Zellkernes hervorgegangen ist. Von einem Schwanz, der nach Angaben v. GRAFFS zweimal so lang als die Mittelrippe, das heißt als der Chromatinteil, sein soll, ist nur wenig zu sehen. Er läuft nach hinten spitz zu und hängt noch locker mit einem Gebilde zusammen, welches BÖHMIG Cytophor nennt, und dem er eine große Bedeutung beimißt. Der chromatische und achromatische Teil ist von einer hyalinen Plasmaschicht vollständig umgeben. In diesem einen Punkte gehen schon die Untersuchungen der beiden Turbellarienforscher auseinander; denn nach den Untersuchungen von L. v. GRAFF ist die »Geißel«, welche dem »achromatischen Teil« von BÖHMIG entspricht, nicht von der hyalinen Plasmaschicht umhüllt.

Wenn ich nun mit diesen Resultaten von L. v. GRAFF und BÖHMIG meine Untersuchungen vergleiche, die sich allerdings nur auf konserviertes Material beschränkten, da mir lebendes leider nicht zur Verfügung stand, so gelange ich zu folgendem Ergebnis: Die der Samenblase entnommenen reifen Spermatozoen (Fig. 41) besitzen ein deutlich ausgebildetes Spitzenstück, das an der Spitze eine knopfartige Verdickung trägt; diese Anschwellung ist durch einen deutlich ausgeprägten, aber sehr feinen Faden mit dem basalen Korn des Spitzenstückes verbunden. Bei der HEIDENHAINschen Färbungsmethode bleibt das

ganze Spitzenstück ziemlich hell und zeigt die Gestalt eines relativ lang gestreckten Kegels. Dieser kegelförmig zugespitzte Teil am vorderen Ende des Kopfes wurde auch von BÖHMIG festgestellt. Er hält diese Partie für achromatische Substanz, die während der Entwicklungsstadien aus dem anfangs becherförmigen Kern herausgedrängt wird und sich als ein Teil des Kopfstückes hier ansammelt. Während der vordere Teil dieses Kegels durch eine dunkel gefärbte Verdickung deutlich abgegrenzt ist, zeigt die hintere Partie eine hellere Färbung, die bogenförmig nach unten gewölbt ist, so daß bisweilen noch ganz deutlich eine Art Vacuole sichtbar ist, die bei andern Spermatozoen von der Sphäre herrühren soll. An der Basis des Spitzenstückes ist ebenfalls meist eine Verdickung erkennbar, die am vollständig reifen Samenfaden jedoch schwindet und sich kappenförmig über den vorderen Teil des Chromatinteiles verbreitet (Fig. 28—41). Bei den Spermatozoen anderer Tiere wurden diese Verdickungen als »Verdichtung der Sphärenwandung« angesehen, welche Deutung vielleicht auch hier am Platze sein dürfte. Das von mir beschriebene Spitzenstück hat dieselbe Lage, wie die von L. v. GRAFF gefundene »Geißel« bei *Plagiostoma Girardi* und auch wie der achromatische Kegel, den BÖHMIG beschreibt. Man wird wohl kaum zu weit gehen, wenn man die »Geißel« von L. v. GRAFF, den achromatischen Kegel von BÖHMIG und das Spitzenstück, wie ich es beschrieben habe, für identisch erklärt.

Wie oben erwähnt, sitzt nach meinen Untersuchungen das gesamte Spitzenstück zuckerhutförmig über dem Chromatinteil, und zwar speziell über dem einen Teile des in zwei Abschnitte zerfallenden Hauptteiles des Spermatozoons, Fig. 35—41. Die obere Partie des ursprünglichen Kernes, aus dem sich der Kopfteil des Samenfadens gebildet hat, ist tief dunkel gefärbt und endigt gegen das Spitzenstück mit einer Abrundung; auch zeigt dieser Kernteil hier eine Verschmälerung. Nach hinten dagegen verbreitert er sich eine kurze Strecke, um dann gleichfalls gegen das proximale Centrosoma allmählich sich zu verjüngen, Fig. 36. Der dunkle Kern geht in den zweiten Teil des Kopfstückes ohne scharfe Grenze über. Bisweilen kam es mir vor, als ob hier dicht aneinander liegende Spiralfäden zu erkennen seien; doch kann ich dies nicht mit Sicherheit behaupten. Meine Vermutung wird allerdings gestützt durch die Angaben von BÖHMIG und RETZIUS, die auch in dieser Partie eine Spiraldrehung des Chromatinteiles zu sehen glaubten. Diese dunkle Partie des Kopfteiles geht nach hinten allmählich in einen sich verjüngenden, helleren Chromatinteil über, der regelmäßig Spiraldrehungen erkennen läßt, die nicht etwa durch Auflagerung von Mito-

chondrien entstehen, wie dies von KOLTZOFF für Decapodenspermien beschrieben wurde, sondern während der Auflockerung des Chromatins sich bilden und aus Chromatin selbst bestehen müssen, wie aus den Entwicklungsstadien hervorgeht. Der gesamte Chromatinteil, aus dem das Kopfstück hervorgeht, endet mit dem proximalen Centrialkörper.

Genauer genommen beginnt mit diesem Gebilde ein neuer, wichtiger Abschnitt des Spermatozoons, das sog. Mittel- oder Verbindungsstück. Dieses setzt sich im allgemeinen zusammen aus dem proximalen und distalen Centrialkörper, die durch den intracellulären Faden miteinander verbunden werden. Auch bei den Spermatozoen von *Plagiostoma Girardi* ist ein proximaler Centrialkörper vorhanden, wie aus der Histogenese der Samenfäden klar hervorgeht; doch ist dieses proximale Gebilde beim reifen Spermatozoon nur undeutlich zu sehen¹, da es fast ganz mit dem Chromatinteil verschmolzen scheint, bzw. im hintersten Ende des Kopfstückes eingebettet liegt. Um so deutlicher hebt sich meist das distale Centrosoma ab, da zwischen beiden Gebilden ein verhältnismäßig großer und heller Raum liegt, in dem bisweilen der intracelluläre Faden zu sehen ist. Wie aus meinen Untersuchungen und Abbildungen hervorgeht, ergibt sich die Hauptmasse des ziemlich breiten Mittelstückes vor allem daraus, daß sich vom proximalen Centrialkörper her ein Teil des ursprünglichen Mitochondrien-Ringes nach hinten vordrängt. Das ganze Zwischenstück ist auf beiden Seiten von Mitochondrien umgeben, die sich häufig über die ganze Partie ausdehnen, so daß dann das Mittelstück auch fast dunkel erscheint und von dem Chromatinteil sich kaum mehr abhebt. Die beiden Centrialkörper sind bei *Plagiostoma Girardi* an Größe kaum voneinander verschieden, während bei den Spermatozoen anderer Tiere oft ein gewisser Größenunterschied zwischen beiden vorhanden ist.

An das distale Centrosoma setzt sich der ziemlich lange Schwanzfaden an. Dieser zerfällt nach meinen Untersuchungen in zwei Teile, die sich durch ihre Zusammensetzung deutlich voneinander unterscheiden. Der erste Schwanzabschnitt reicht vom distalen Centrosoma bis zum Ende der später noch näher zu beschreibenden »chromatischen Schicht«. Er ist überall deutlich zu sehen und wird dicht umlagert von Mitochondrienkörnern. Vielleicht wird dieser Teil auch ausschließlich von Mitochondrien gebildet, auf keinen Fall kann hier eigentliche

¹ Wenn ich von »reifem Spermatozoon« spreche, so verstehe ich darunter das älteste von mir vorgefundene Stadium, das ich mit Recht als solches glaube anzusprechen zu dürfen.

Cytoplasmasubstanz mitwirken, wie später aus der ganzen Spermiohistogenese hervorgehen wird.

Diesem Teile des Schwanzfadens sitzt nach außen ein neuer an, der völlig frei von Mitochondrien ist und nur sehr schwer zu sehen ist. Im Innern der Leibeshöhle, wo die Samenzellen oft regellos durcheinanderliegen und die älteren Entwicklungsstadien sich auf dem »Cytophor« angesammelt haben, gelang es mir nur ganz selten, längere Abschnitte dieses Schwanzfadens zu erblicken, sie waren eben auf den Schnitten nur ganz ausnahmsweise getroffen. Dies wäre meiner Meinung nach dann leicht möglich, wenn der äußere Schwanzteil fortwährend in schneller Bewegung sich befände, die nicht bloß in einer Ebene ausgeführt würde. Erst in der Samenblase fand ich diese verhältnismäßig langen Schwanzabschnitte häufiger, jedoch kann ich ihre Länge nicht genau angeben, da auch hier nur größere Stücke des Fadens deutlich noch mit dem zugehörigen Spermatozoon zusammenhängen, andre Teile wieder auf dem Schnitte nicht getroffen waren. In der Samenblase verlangsamt sich wahrscheinlich die Bewegung der äußeren Schwanzfäden bedeutend, vielleicht schon wegen der großen Menge der hier versammelten Spermatozoen, so daß es bei der Fixierung der Tiere häufiger gelingt, größere Abschnitte des äußeren Fadens in derselben Ebene mit dem zugehörigen Spermatozoon zu treffen. Aus welcher Substanz dieser Teil des Schwanzfadens gebildet wird, kann ich nicht mit Bestimmtheit sagen, da es wegen der Feinheit dieses Schwanzteiles kaum möglich erscheint, seine Entstehung zu verfolgen; doch wird man ihn mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit für cytoplasmatischen Ursprunges erklären dürfen.

Ein großer Teil des vermutlich reifen Spermatozoons wird von einer »chromatischen Schicht« (auf sie komme ich noch ausführlicher zu sprechen) locker umgeben, die ursprünglich aus Kernsubstanz bestand und genau die Färbung dieser Substanz zeigte, wenn die Schnitte nach der HEIDEHNAINschen Methode behandelt waren (Fig. 8). Im Laufe der einzelnen Entwicklungsstadien nimmt jedoch durch Vacuolenbildung usw. diese Hülle ein ganz homogenes Aussehen an. Sie reicht von dem mittleren, intensiv gefärbten Chromatinteil bis zum Ende des mit Mitochondrienkörnern besetzten Schwanzteiles. Zwischen der »chromatischen Schicht« und dem Chromatinteil ist dann beim ausgewachsenen Spermatozoon noch eine feine, hyaline Schicht zu erkennen, die wahrscheinlich die Verbindung zwischen beiden Substanzen lockern soll, damit bei dem Eindringen des Spermatozoons in das reife Ei nur der Chromatinteil des Samenfadens vordringt, die

andre Substanz jedoch als unbrauchbar zurückbleibt. Diese hyaline Schicht reicht nur vom Mittelstück bis zum dunkel gefärbten Chromatinteil, wo die Hülle nur ganz locker befestigt ist. Diese helle Partie fiel auch BÖHMIG bei seinen Tricladenstudien auf; er hält sie für eine Schrumpfungerscheinung, was nach meinen Untersuchungen jedoch nicht der Fall ist. Denn diese hyaline Schicht tritt bei der Ausbildung der Samenzellen erst ganz spät auf, nachdem in der den Kopfteil umgebenden Schicht Vacuolen sich gebildet haben, die in der Umgebung des Mittelstückes zusammenfließen und von hier aus nach vorn ganz langsam vordringen.

Schon aus dem Mitgeteilten geht hervor, daß sich die atypisch gestalteten Spermien von *Plagiostoma Girardi* auf typische Formen zurückführen lassen; denn nicht nur in den einzelnen Bildungsstufen, sondern auch beim reifen Spermium lassen sich Spitzenstück, Kopfstück, Mittelstück und Schwanzteile deutlich unterscheiden, wenn auch die einzelnen Teile bisweilen eine vom typischen Bau recht abweichende Gestaltung annehmen.

II. Die Histogenese der Spermatozoen.

1. Die Ausbildung des Kernes.

Meine Untersuchungen über die Histogenese der Samenfäden bei Turbellarien begann ich mit dem Studium der Teilung der Spermatoocyten 2. Ordnung, bzw. mit der genauen Untersuchung der Endphasen, um über den Ursprung aller in der Spermatide vorkommenden Zellbestandteile ein sicheres Urteil zu gewinnen.

Auffallenderweise fand ich Teilungsstadien verhältnismäßig selten, obwohl Spermatoocyten 2. Ordnung und Spermatoziden in großer Menge vorhanden waren. Es muß also wohl die Teilung sehr rasch ablaufen, welche Vermutung auch von vielen andern Autoren geäußert wird.

Bei der letzten Teilung der Samenzellen sind die Tochterkerne weit auseinander gerückt, wodurch die in der Telophase befindliche Zelle stark in die Länge gezogen erscheint. Jeder der beiden Kerne liegt dicht der Peripherie an und ist hier nur von einer dünnen Plasmahülle begrenzt (Fig. 1 u. 2). Diese Lage des Kernes wird im wesentlichen nicht mehr aufgegeben. Eine besonders differenzierte Kernmembran ist nicht wahrzunehmen, trotzdem ist das Kernplasma mit größter Schärfe gegen das Zellplasma abgegrenzt, wie vor allem HEIDENHAIN-Eosin-Präparate zeigen. Das Chromatin selbst bietet schon jetzt ein ziemlich regelmäßiges Aussehen. Wenn auch zuweilen noch einzelne Chromosome zu erkennen sind, so haben sich doch schon die meisten

an Größe übereinstimmenden Chromatinkörner ziemlich regelmäßig über das Kerninnere verteilt, und es hat sich ein Kerngerüst in Form eines regelmäßigen Netzwerkes herausgebildet (Fig. 2).

Zwischen den beiden Tochterkernen sind noch die Verbindungsfasern ausgespannt, die einen breiten, cylindrisch geformten Zug von Fasern darstellen, der in seinem Innern die Centralspindelfasern verbirgt. Polspindelfasern waren nicht zu bemerken. Die Centrakörper liegen dicht an der Peripherie der Zelle und sind von einem hellen, kaum sichtbaren Hofe umgeben, der später das Spitzenstück liefert. MEVES hatte für dieses Gebilde ursprünglich die Bezeichnung »Idiozoma« eingeführt; diesen Ausdruck gab er jedoch später zugunsten eines neuen wieder auf und nannte die Sphäre »Centrotheca«, welche Bezeichnung auch ich hier bei den Samenzellen der Turbellarien anwenden werde.

Nachdem die endgültige Teilung der Tochterzellen vollzogen ist, die schon auf Fig. 2 angedeutet ist, finden wir die Spermatide mit all' ihren typischen Zellbestandteilen: Protoplasma, Kern und Centrakörper nunmehr ausgebildet (Fig. 3). Die Centrotheca allein ist nicht sichtbar. Anscheinend macht jetzt die junge Spermatide ein Ruhestadium durch, ehe die ersten Umformungserscheinungen auftreten; denn im Vergleich zu späteren Entwicklungsstadien finde ich ganz junge Spermatisden in großer Menge in unmittelbarem Zusammenhang, die ganz die gleiche Entwicklungsstufe erreicht haben, was auf späteren Stadien kaum noch der Fall ist. Um die Darstellung der Spermiohistogenese übersichtlich zu machen, erscheint es nötig, die Histogenese nach den einzelnen Zellbestandteilen gesondert zu besprechen.

Der **Kern** der jungen Spermatide besitzt auf Schnitten vollkommen kreisrunde Gestalt und liegt an dem verbreiterten Pole der kegelförmigen Zelle, nur von einer dünnen Cytoplasmaschicht umgeben. Das Chromatin selbst ist zunächst noch ziemlich regelmäßig über den ganzen Kern in annähernd gleich großen Körnern verteilt (Fig. 3). Doch finde ich schon auf diesem Stadium im Kerninnern bisweilen größere Chromatinbrocken, die durch Vereinigung mehrerer Körner entstanden sein dürften. Die Körner selbst sind einem zierlichen Netzwerk eingefügt, die durch Fäden miteinander verbunden sind, wodurch der ganze Kern ein einheitliches Aussehen erhält.

Im weiteren Verlauf der Entwicklung treten nunmehr im Innern des Kernes Vacuolen auf, deren Anzahl und Größe zunächst gering ist (Fig. 4). Wohl wird an den betreffenden Stellen des Kernes jede andre Substanz verdrängt, doch umgibt das Achromatin und Chromatin noch von allen Seiten die Vacuolen, wie Schnitte durch den Kern sehr deut-

lich erkennen lassen. Die Vacuolen nehmen nunmehr bedeutend an Größe zu und treten zum Teil miteinander in Verbindung, wie dies Fig. 5 und 6 zeigen. Dieser Prozeß schreitet immer weiter fort, so daß schließlich auf Fig. 7 das Kerninnere eine einzige große Vacuole darstellt, während die eigentliche Kernsubstanz nach der Peripherie des Kernes gedrängt erscheint. Es ist wohl anzunehmen, daß die Vacuole ausschließlich aus Kernsaft besteht. Denn schon beim ersten Auftreten der Vacuolen werden Chromatin und Achromatin von den betreffenden Stellen weggedrängt und lagern sich, wenn die Größe der Vacuolen bedeutend zugenommen hat, in Form eines Ringes an der Peripherie des Kernes. Zunächst liegt das Chromatin in dem verhältnismäßig breiten Ringe in Körnchen fein verteilt (Fig. 8). Bald kann man jedoch in diesem Ringe größere Chromatinklumpchen konstatieren, die durch Zusammenlagerung von mehreren Chromatinkörnern entstanden sein dürften. Dieses Verschmelzen von Chromatin zu einer größeren Masse schreitet immer weiter fort, so daß schließlich auf Fig. 10 an der Peripherie des Zellkernes eine einzige Schicht von größeren Chromatinklumpchen lagert. Dasselbe Entwicklungsstadium hat auch BÖHMIG bei *Plagiostoma Girardi* gefunden (Taf. XV, Fig. 10), doch ist ihm infolge Benutzung schwacher Vergrößerungen ein schwach gefärbter Ring nicht aufgefallen, der zwischen den Chromatinkörnern und der Vacuole gelegen ist, und der nach meinen Untersuchungen beim Aufbau des Spermiums eine wichtige Rolle spielt. Auf ihn komme ich an einer andern Stelle noch ausführlicher zu sprechen.

Eine ähnliche Anhäufung von Chromatin am Kernrand, bzw. der Kernmembran wurde auch von andern Autoren, so von MEVES für die Spermatozoen des Meerschweinchens, von NUSSBAUM für die von *Helix lutescens*, von BÖSENBERG bei Arachnoiden und endlich von DEPDOLLA bei *Lumbricus terrestris* beobachtet. Auch BÖHMIG hat bei *Plagiostoma Girardi* diesen Vorgang beschrieben, doch konnte ich auf meinen Präparaten niemals finden, »daß die kleinen peripher gelegenen Körner und Schleifen des Chromatins verschmelzen«. Diese periphere Lage der Chromatinkörner stellt übrigens nur einen vorübergehenden Zustand dar, denn sie wird im Laufe der nächsten Entwicklungsstadien zugunsten einer centralen Chromatinansammlung allmählich wieder aufgegeben. Die am Rande liegenden dicken Chromatinklumpchen lösen sich jetzt in feinere Körnchen auf, die wieder ins Kerninnere wandern, um hier zu größeren Klumpen zu verschmelzen (Fig. 11—14). Die Chromatinklumpen legen sich zunächst nur ganz locker aneinander, so daß zwischen den einzelnen Kügelchen noch deutlich Zwischenräume zu bemerken

sind, in denen eine hellere Substanz eingelagert erscheint (Fig. 17—20). Dann aber setzt eine stärkere Verschmelzung und Verdichtung der Chromatinmassen ein. Die vorher locker nebeneinander liegenden Chromatinklümpchen rücken jetzt immer näher zusammen (Fig. 21). Schließlich sind alle Intervalle zwischen den Körnchen geschwunden, so daß der Kern eine einheitliche, dunkle Masse darstellt (Fig. 22—24). Ganz ähnliche Vorgänge wurden auch sonst bei der Spermatogenese, z. B. von DEPDOLLA bei *Lumbricus terrestris* beobachtet. Auch FLEMMING und MEVES beschrieben das Zusammenrücken der chromatischen Teile ins Kerninnere, wodurch der Kernsaft, vielleicht auch das Achromatin nach außen gedrängt werden.

Um das dunkel gefärbte Chromatin herum lagert nach diesen Vorgängen eine helle Substanz. Sie besteht eben aus Achromatin oder Kernsaft, der infolge der Verdichtung des Chromatins aus dem Kerninnern herausgepreßt wurde (Fig. 22—25). Querschnitte durch diese Stadien zeigen, was den Kern angeht, eine dunkle Masse, in der von einer zweiten Substanz nichts wahrzunehmen ist.

In seiner letzten Arbeit, die über Tricladenstudien handelt, kommt BÖHMIG auch auf diese helle Partie in der Umgebung des Kernes zu sprechen. Er hält diesen hellen Hof für eine »Schrumpfungerscheinung«. Nach meinen Untersuchungen halte ich dies jedoch für ausgeschlossen. Bei der ersten Beobachtung könnte man ja geneigt sein, diese eigentümliche Erscheinung auf ungenügende Konservierung der Samenzellen zurückzuführen. Doch durch folgende Erwägung kommt man bald zu dem Schlusse, daß diese Annahme nicht berechtigt erscheint: Einmal schon wäre es höchst merkwürdig, wenn ein und dieselbe Konservierungsflüssigkeit fast alle Stadien ausgezeichnet fixierte, selbst die reifen Spermatozoen, nur dieses eine unzureichend; außerdem verschwindet ja auch nach einer bestimmten Zeit, wie wir noch sehen werden, dieser helle Hof wieder vollständig. Vor allem aber muß es uns stutzig machen, daß zwei verschiedene Konservierungsflüssigkeiten (Sublimat und Pikrin-Schwefelsäure) unter sonst gleichen Voraussetzungen nur auf diesen wenigen Stadien dieselben ungenügenden Resultate liefern sollten. Außerdem wurden im Laufe der letzten Jahre von den verschiedensten Autoren ähnliche Beobachtungen gemacht, welche eine derartige Erscheinung für das Auftreten einer äußeren Kernsaftvacuole halten. So fand MEVES bei den Samenzellen von *Salamandra* diese helle Schicht; er hält sie für Kernsaft, der durch die oben erwähnte Verdichtung des Chromatins aus dem Kerninnern herausgepreßt wird. FLEMMING läßt die Frage unentschieden, ob es sich hier nur um Kernsaft oder auch

um achromatische Substanz handelt. F. HERMANN teilt in seinen »Beiträgen zur Kenntnis der Spermatogenese« mit, daß er bei der Untersuchung von Selachierspermatiden zu der Ansicht gelangt sei, durch Verdichtung des Chromatins trete Kernsaft aus, der an der Peripherie des Kernes eine Art Vacuole bilde. CALKINS und DEPDOLLA endlich finden bei *Lumbricus* ganz ähnliche Verhältnisse.

Weitgehende Umformungserscheinungen treffen auf den nächsten Entwicklungsstadien auch die Gestalt des Kernes. Aus der Kugelform ging er in die eines kurzen, plumpen Kegels über, der an seiner Basis eine bedeutende Breite aufweist, während er nach oben spitz zulief (Fig. 22). Diese Form wird insofern jetzt geändert, als sich der Kern in der Richtung seiner Längsachse bedeutend in die Länge streckt, während zugleich der Querdurchmesser, vor allem am unteren Pole, bedeutend an Breite abnimmt (Fig. 23 u. f.). Während dieser Vorgänge erlangt der Kern eine außerordentlich starke Färbbarkeit. Um die Differenzierungen in seinem Innern zu erkennen, müssen die nach der HEIDENHAINschen Methode gefärbten Schnitte sehr stark ausgezogen werden, und wenn auf den Schnitten alle Zellen entfärbt sind, hatten die Kerne auf diesen Stadien ihre dunkle Farbe nicht verloren. Im Kerninnern wie am Rande des Chromatinkegels fand sich überall die gleiche dunkle Substanz vor.

Auf den nun folgenden Entwicklungsstadien treten in der äußeren Gestalt des spindelförmigen Kopfteles nur unbedeutende Veränderungen auf. Außer einer geringen Größenzunahme fand ich keine wesentlichen Veränderungen (Fig. 23—33). Im Innern des Kernes beginnt nunmehr eine Auflockerung des Chromatins. Dieser Prozeß nimmt damit seinen Anfang, daß vom unteren Pole her langsam eine Aufhellung der chromatischen Substanz stattfindet, während zu gleicher Zeit der Kernsaft allmählich ins Kerninnere eindringt. Daß die Auflockerung des Chromatins in kleine Brocken vor allem durch das Eindringen des Kernsaftes hervorgerufen wird, glaube ich mit Recht daraus schließen zu dürfen, daß einmal die helle Schicht, welche auf den bisherigen Entwicklungsstadien außerhalb des Chromatinteiles lag, nicht plötzlich verschwindet, sondern nur langsam abnimmt, daß ferner die Aufhellung im Kerninnern mit der Abnahme des Kernsaftes Hand in Hand geht (Fig. 25—32). Während dieser Vorgänge sammelt sich das Chromatin allmählich in Klümpchen an der Peripherie des spindelförmigen Kernes an, so daß also der Kernsaft ins Kerninnere zu liegen kommt und dadurch mantelartig von der chromatischen Substanz umschlossen wird (Fig. 33—41).

Als mir dieser Auflockerungsprozeß des Chromatins zum erstenmal auffiel, glaubte ich, es handle sich vielleicht um schlecht konservierte Stadien oder gar um degenerierende Samenzellen. Doch bei der Betrachtung der weiteren Entwicklungsstadien zeigten sich überall genau dieselben Verhältnisse, so daß ich schließlich nach einer andern Erklärung suchen mußte. Hierbei kamen mir Mitteilungen verschiedener Forscher zu Hilfe, die bei dem Studium andrer Spermatozoenarten ganz ähnliche Beobachtungen gemacht hatten: So wird von MEVES mitgeteilt, daß bei den Spermatiden von *Salamandra* eine Vermischung von Kernsaft und Zellsubstanz eintrete. CALKINS findet bei *Lumbricus* auch Zellen mit aufgelockerten Kernen. Bei Arachnoiden findet BÖSENBERG ähnliche Verhältnisse: »Das Chromatin liegt nunmehr in feineren Körnchen im Kerne verteilt, sammelt sich aber der Hauptsache nach an der Peripherie an. Die meisten Familien der Spinnen zeigen übrigens in diesen Stadien Spermatidenkerne, deren ziemlich homogen gewordenes Chromatin nicht mehr den ganzen Kern innerhalb der Kernmembran erfüllt, sondern zwischen sich und der Kernmembran einen hellen unfärbbaren Raum läßt, der wahrscheinlich eine periphere Ansammlung von Caryoplasma darstellt.« Nach eingehenden Untersuchungen über *Lumbricus terrestris* kommt auch DEPDOLLA zu dem Resultate, daß »das bis dahin fest zusammengeballte Chromatin anfängt, lockerer zu werden. Seine tief dunkle Färbung nimmt etwas ab, und man erkennt, selbst bei stärkerer Tinktion der Schnitte, daß das Chromatin in einzelne, kleine Teilstückchen zerfällt, zwischen welchen sehr feine Zwischenräume sichtbar sind«. Er findet ferner, daß das vorher im Innern des Kernes zu einem glatten Stabe vereinigte Chromatin an die Innenseite der Kernmembran gewandert ist, so daß der Kernsaft nunmehr innerhalb liegt und von der färbbaren Substanz in Form einer festen Hülle umschlossen wird. Ganz ähnliche Vorgänge, wie sie von DEPDOLLA beschrieben wurden, spielen sich nach meinen Untersuchungen auch bei *Plagiostoma Girardi* ab. Obwohl auf ein ganz andersartiges Objekt, nämlich die Spermien der Decapoden bezüglich, möchte ich doch auch die Befunde von KOLTZOFF zum Vergleich heranziehen. In seiner kürzlich erschienenen Arbeit sagt er: »Das Chromatin sammelt sich, wie dies besonders an den nach BIONDI-HEIDENHAIN gefärbten Präparaten hervortritt, allmählich unmittelbar an der Oberfläche, wobei es hier häufig ein körniges Aussehen gewinnt, oder sich zu einer ununterbrochenen Rindenschicht umgestaltet.« Auch nach KOLTZOFF dringt die hellere Substanz ins Kerninnere ein, während sich das Chromatin an der Oberfläche ansammelt und in Form eines Mantels schließlich

den Kernsaft umschließt. Ähnliche Angaben aus der Spermatogenese anderer Formen ließen sich auch sonst noch namhaft machen.

Wirft man nun die Frage auf, warum eine Auflockerung der chromatischen Substanz stattfindet, weshalb die Chromatinkörner aus dem Centrum herausrücken und am Rande sich ansammeln, um in Form einer Hülle den Kernsaft zu umlagern, so finde ich die von DEPDOLLA gegebene Erklärung für diesen Vorgang bei *Lumbricus terrestris* sehr einleuchtend: »Das Längenwachstum des Kernes erfolgt von jetzt ab nur noch unter erheblicher Abnahme des Querdurchmessers, und die centrifugale Wanderung des Chromatins dient dazu, dieses Längenwachstum und die Verschmälerung des Kernes zu erleichtern«.

Wir hatten die Spermatide auf den Stadien verlassen, auf denen eine immer weiter fortschreitende Chromatinauflockerung stattfindet, womit zugleich eine Auflockerung des ganzen Kernes verbunden ist (Fig. 32). Nachdem dieser Prozeß beendet ist, beginnt ein neues Wachstum des ganzen Kernes auf Kosten des Querdurchmessers, während zugleich am Rande des Kernes deutlich erkennbar kleine Chromatinkörnchen sich ablagern (Fig. 33 u. f.). Nunmehr sondert sich das ganze Kopfstück in zwei Teile, die infolge ihres verschiedenen Färbungsvermögens unschwer auseinander zu halten sind. Der vordere Abschnitt zeigt eine tief dunkle Farbe und ist gegen das Spitzenstück abgerundet. Nach hinten geht er allmählich in den helleren Kopfabschnitt über, der sich nach dem unteren Pole hin langsam verjüngt (Fig. 34—41). Diese beiden Kopfabschnitte bleiben bis zum Zustand des reifen Spermatozoons erhalten; sie machen nur noch unwesentliche Veränderungen durch, indem der Querdurchmesser des vorderen Abschnittes bis zu einem bestimmten Punkte zunimmt, um dann gegen den andern Pol hin langsam in das proximale Centrosoma auszulaufen. An stark entfärbten Präparaten treten nunmehr im unteren Kopfabschnitt Spiralwindungen auf. Die Spiraldrehungen können nach meinen Befunden nur Bildungen des aufgelockerten Chromatins darstellen; denn während der ganzen Entwicklungsstadien sind im Kern selbst oder auch in seiner Umgebung keine ähnlich gefärbten Körner zu beobachten. Auch Mitochondrien können, wie wir noch sehen werden, bei der Bildung der Windungen nicht in Betracht kommen. Außerdem treten die einzelnen Schleifen mit den am Rande liegenden Chromatinklumpen in Verbindung, so daß sie gleichsam eine Brücke zwischen den sich gegenüberliegenden Brocken bilden. Zwischen diesen Spiralwindungen leuchtet im Kerninnern die hellere Substanz durch, die um so deutlicher sichtbar wird, je weiter der Abstand zweier Win-

dungen voneinander ist. Die Zahl der Drehungen schwankt bei *Plagiostoma Girardi* zwischen fünf und neun.

Eine Spiraldrehung des ganzen Kopfes oder auch nur eines Teiles ist im Laufe der letzten Jahre von den verschiedensten Forschern beobachtet und beschrieben worden. »Die spindelförmige Gestalt des Spermatozookopfes kann unschwer eine Wandlung erfahren, und zwar dadurch, daß der mehr oder weniger langgestreckte Kopf eine spiralgige Drehung annimmt, von welcher man es für wahrscheinlich halten darf, daß sie das Eindringen in das Ooplasma durch bohrende Bewegung begünstigt. Derartig spiralgig gedrehte Spermatozooköpfe finden sich bei den Selachiern, Amphibien, Vögeln, aber auch bei den wirbellosen Tieren, z. B. bei Gastropoden (*Paludina*, KORSCHULT und HEIDER, S. 400).« Auch bei den Decapodenspermien fand KOLTZOFF diese Spiraldrehung: »Hier hat der Kopf die Gestalt eines langen dreikantigen, der Längsachse nach leicht schraubenförmig gewundenen Prismas. Längs den Kanten des Prismas laufen drei longitudinale Fasern. Zwischen ihnen ist ein Spiralfaden ausgespannt, dessen Windungen in transversalen Ebenen liegen.« Auch BÖHMIG beobachtete bei *Plagiostoma Girardi* die Spiralinwindungen des Chromatins, worauf ich besonderes Gewicht legen möchte.

Es ist im Tierreich bisher ziemlich häufig beobachtet worden, daß von ganz nahe verwandten Arten die einen Spermatozoen eine Spiralinwindung des Kopfes zeigen, während sie andern wieder fehlt. Dasselbe gilt auch nach den bisherigen Untersuchungen für die Spermien der Turbellarien. Trotz der großen Zahl von Turbellarienspermien, die nach den Angaben von L. v. GRAFF die verschiedenartigsten Formen zeigen, sind nur ganz wenige Arten durch Spiraldrehung des Kernteiles ausgezeichnet. Auch RETZIUS hat in seiner vor kurzem erschienenen Arbeit »Die Spermien der Turbellarien« bei einigen nicht näher bezeichneten marinen Formen Spermien mit Spiraldrehung gefunden.

2. Entstehung der chromatischen Schicht.

Im Anschluß an die eben beschriebene Umbildung des Kernes muß ich nunmehr eines Gebildes Erwähnung tun, das nach meinen Untersuchungen dem ursprünglichen Kerne seine Entstehung verdankt. Es ist dies eine »chromatische Schicht«, wie ich sie nennen möchte, die einen großen Teil des Achsenfadens umgibt. In keiner der bisher erschienenen spermatogenetischen Abhandlungen konnte ich jedoch ein Analogon dazu finden.

L. BÖHMIG hat in seinen »Untersuchungen über rhabdocöle Turbellarien« dieser Schicht auch einige Zeilen gewidmet, die jedoch mit

dem von mir an *Plagiostoma Girardi* Beobachteten nicht zusammen stimmen. Bei dieser Schicht unterscheidet er zwei Arten, »einen hellen Hof nicht färbbaren Plasmas, welcher sich deutlich von dem übrigen, feinkörnigen Plasma unterscheiden läßt«. Zunächst möchte ich auf den »hellen Hof nicht färbbaren Plasmas« etwas näher eingehen. Um die Entstehung dieser Schicht richtig zu verstehen, muß man wissen, daß sie sich in jungen Entwicklungsstadien ganz anders darstellt als beim ausgewachsenen Samenfaden. Bei den Fig. 21—25, die ziemlich genau den von BÖHMIG angeführten Stadien entsprechen, rührt der helle Hof um den Chromatinteil von dem Kernsaft her, der durch den festen Zusammenschluß der chromatischen Substanz aus dem Kern herausgepreßt wurde. Diese helle Schicht verschwindet jedoch bald wieder, wenn die Chromatinauflockerung im Kerninnern vor sich geht. Von einem dauernden Vorhandensein dieser hellen Schicht kann also nach meinen Untersuchungen nicht die Rede sein.

Am ausgewachsenen Spermatozoon tritt dann von neuem in der Umgebung des Chromatinteils eine helle Zone auf. Dieser helle Hof verdankt jedoch einem ganz andern Vorgange seine allmähliche Entstehung. Hat nämlich die den Achsenfaden umgebende »chromatische Schicht« ein bestimmtes Stadium erreicht, so treten zunächst in ihrem Innern, vor allem in der Nähe des Randes, vacuolenähnliche Gebilde auf (Fig. 37). Nach meinen Beobachtungen fließen die Vacuolen dann zusammen und bilden um den Kern eine schmale, helle Zone (Fig. 38 bis 41).

Somit geht dieser helle Hof aus einem Teile der »chromatischen Schicht« hervor, ist also nicht identisch mit der auf jungen Stadien den Kern umgebenden hellen Zone (Fig. 22—25).

Weiter schreibt BÖHMIG: »Während dieser Zeit grenzt sich um diese Plasmahülle eine zweite ab, welche aus einem feinkörnigen und tingierbaren Plasma besteht, das sich nur wenig von dem Reste des Plasmaleibes der Spermotide unterscheidet.«

Anfangs nahm auch ich ohne weiteres an, daß die den Kernteil umgebende Schicht aus Protoplasma bestehe, zumal dies aus ähnlichen Verhältnissen bei den Spermien anderer Tiere erschlossen werden kann. Als ich jedoch gut differenzierte Präparate, vor allem solche, die mit HEIDENHAIN-Eosin gefärbt waren, zu meinen Untersuchungen benutzte, stellte sich heraus, daß diese »Plasmahülle« eine ganz andre Färbung auf allen Stadien besaß als das Cytoplasma und sich an Färbung kaum unterschied von der Kernsubstanz junger Spermotiden. Da sonst gerade HEIDENHAIN-Eosin-Präparate eine scharfe Trennung von Chromatin

und Cytoplasma zeigen, glaube ich schon aus diesem äußeren Grunde zu der Annahme berechtigt zu sein, die Identität dieser Hülle mit dem übrigen Cytoplasma zum mindesten anzuzweifeln.

Ferner kommt hier in Betracht, daß schon auf verhältnismäßig jungen Stadien eine Loslösung des meisten Cytoplasmas beginnt, der schließlich eine Abstoßung dieser Substanz folgt, wie dies schon VEJDOVSKÝ beschrieben hat. Diese Abstoßung des Cytoplasmas, die auf dem Stadium der Fig. 31 erfolgt, würde doch sicherlich nicht stattfinden, wenn es bei dem Aufbau der »chromatischen Schicht« direkt beteiligt wäre, die vom Stadium der Fig. 31 bis zur Ausbildung des reifen Spermiums noch stark zunimmt.

Schon von diesen beiden Gesichtspunkten aus halte ich es für ausgeschlossen, daß bei dem Aufbau der den Chromatinteil umgebenden Schicht eine größere Menge Cytoplasma mitwirkt. Es kann also bei der Entwicklung dieser Partie wohl nur eine Substanz in Frage kommen, die aus dem Kerne ihren Ursprung nimmt, mag sie nun direkt aus Chromatin bestehen oder aus einer Substanz, die erst durch eine neue Differenzierung der Kernsubstanz entstanden ist.

Verfolgt man nach diesen Erörterungen die allmähliche Entwicklung der »chromatischen Schicht«, so dürfte die an sich etwas gewagte Annahme an Wahrscheinlichkeit bedeutend gewinnen. Die erste Andeutung der zu beschreibenden Schicht finden wir auf Fig. 8. Rings an der Peripherie des Kernes liegen deutlich sichtbar die Chromatinkörner und bilden so eine scharfe Grenze gegen das Cytoplasma. Zum ersten Male tritt jetzt innerhalb des Kernes ein feiner Ring auf, in dem zunächst die Chromatinkörner ziemlich gleichmäßig überall fein verteilt liegen. Wenn man annimmt, daß die im Kerninnern liegende Vacuole ausschließlich aus Kernsaft besteht, so kann dieser Ring nur noch aus den beiden andern Bestandteilen des Kernes, nämlich aus Chromatin und Achromatin bestehen. Nach meinen Beobachtungen muß ich es für zweifellos halten, daß der Ring aus Kernsubstanz besteht und nicht dem Cytoplasma angehört, wie man bei Kenntnis der späteren Stadien vielleicht anzunehmen geneigt sein dürfte. Zunächst ist allerdings wegen der Feinheit des Ringes noch kein stark ausgeprägter Unterschied zwischen der Färbung dieser Schicht und der des Cytoplasmas vorhanden, zumal da über den ganzen Ring fein verteilt das Chromatin liegt. Hat sich dieses dann in stärkeren Körnern an der Peripherie des Zellkernes angesammelt, so tritt dieser Unterschied auch äußerlich in der Färbung deutlich hervor. Der Ring zeigt ungefähr die Farbe des Chromatins; jedenfalls ist er ganz anders gefärbt, als das ihn um-

gebende Cytoplasma. Anfänglich besitzt er überall die gleiche Breite, doch schon auf Fig. 10 bleibt der vordere Teil des Ringes in der Entwicklung etwas zurück, während an den Seiten und vor allem am unteren Pole ein schnelleres Wachstum des Ringes vor sich geht. Dadurch nimmt der ursprüngliche Ring allmählich die Gestalt eines sichelförmigen Gebildes an, zumal wenn auf Fig. 19 das Chromatin den rudimentären Teil des früheren Ringes durchbricht. Die sichelförmige Schicht nimmt auf den nun folgenden Stadien immer mehr an Mächtigkeit zu, während zwischen ihr und dem Kopfteil zunächst der Kernsaft sich ansammelt (Fig. 20—25). Ist dieser dann infolge Auflockerung der chromatischen Substanz in ihr Inneres eingedrungen, so legt sich der innere Rand der »chromatischen Schicht« dem Kernteil dicht an (Fig. 26 u. 27). Auf den nun folgenden Stadien streckt sich die Schicht immer mehr in die Länge, und zwar in demselben Verhältnisse, wie der Chromatinteil. Die vorher am unteren Pole kreisrunde Gestalt geht bei der Längsstreckung immer mehr verloren, bis schließlich am reifen Samenfaden die »chromatische Schicht« spitz zuläuft (Fig. 29—41).

Schon von Fig. 19 an konnte ich auf der Oberfläche der Schicht ein zierliches Netzwerk feststellen, welches bis Fig. 36 an Deutlichkeit immer mehr zunimmt. Nunmehr treten zunächst am Rande vacuolenähnliche Gebilde auf; diese dringen auf den dann folgenden Stadien immer mehr ins Innere der Schicht ein, um schließlich um den Kernteil den schon vorher beschriebenen hellen Hof zu bilden. Zugleich nehmen die netzförmigen Strukturen an Deutlichkeit ab (Fig. 37—40). Der reife Samenfaden schließlich stellt, was diese »chromatische Schicht« anbelangt, ein homogenes, helles Gebilde dar, welches keinerlei feinere Strukturen mehr erkennen läßt.

Wenn man nunmehr die der Samenblase entnommenen Spermatozoen betrachtet, so hat die »chromatische Schicht« allerdings große Ähnlichkeit mit einer Cytoplasmahülle. So kam es wohl auch, daß v. GRAFF und BÖHMIG eine Cytoplasmanschicht vor sich zu haben glaubten.

Auf Grund meiner zum großen Teil sehr gut differenzierten Präparate konnte ich zu keinem andern Resultate kommen, als daß die erste Anlage der »chromatischen Schicht« innerhalb des Zellkernes entsteht. Ich bin mir der Tragweite dieser meiner Behauptung wohl bewußt, kann jedoch auf Grund meiner Untersuchungen nichts andres aussagen. Als Konsequenz würde sich daraus die allerdings höchst auffällige Tatsache ergeben, daß die Spermien hier größtenteils dem Kerne ihren Ursprung verdanken, würde doch sogar das Mittelstück und ein Teil des

Schwanzfadens ganz ungewohnterweise in eine dem Kern entstammende Schicht zu liegen kommen. Inwiefern dieses tatsächlich der Fall wäre oder doch Cytoplasmateile, die jene Schicht etwa durchdringen, eine Rolle spielen, muß ich hierbei unerörtert lassen. Obwohl ich mir bewußt bin, daß diese letzteren Angaben mit andern in der Spermatogenese der Tiere beobachteten Tatsachen recht wenig zusammen stimmen, vermag ich sie doch nicht anders darzustellen, da mich die immer wieder von neuem vorgenommene Prüfung dieses Punktes zu keinem andern Resultate führte.

3. Entstehung des Mittelstückes.

Trotz mancherlei über die Spermien der Turbellarien angestellten Untersuchungen ist es meines Wissens nur einem Beobachter geglückt, in diesen Samenzellen Gebilde nachzuweisen, die den Centrosomen gleichzusetzen sind. ALEX. LUTHER hat auf einigen Spermatidenstadien bei *Eumesostomina* Centralkörper gefunden, jedoch auf späteren Entwicklungsstufen der Samenzellen konnte er sie nicht mehr nachweisen, vor allem nicht bei den ausgewachsenen Spermatozoen. Was nun den Aufbau des Mittelstückes bei *Plagiostoma Girardi* angeht, so kann ich auf Grund meiner Befunde mitteilen, daß es mir geglückt ist, von der Spermatide bis zum reifen Samenfaden auf allen Stadien die Centralkörper zu verfolgen.

Der Centralkörper liegt während der letzten Teilung der Spermatoocyten dicht an der Peripherie des Zellgebildes in unmittelbarer Nähe des Kernes, als ein schwarzes Korn deutlich sichtbar. Geht die Teilung ihrem Ende entgegen, so verschwindet der Centralkörper samt der Centrotheca. Mir wenigstens ist es niemals gelungen, auf Stadien, die der Fig. 2 entsprechen, ein dem Centrosoma ähnliches Gebilde zu beobachten, auch wenn ich dies auf das peinlichste mit den stärksten und besten Systemen versuchte. Bei *Mesostoma lingua* jedoch konnte LUTHER auf gleichen Entwicklungsstadien »sehr schön die Sphäre an einem Pole mit zwei, am andern mit einem Centrosoma beobachten«.

In meinen Untersuchungen besteht zu meinem Bedauern eine kleine Lücke, die ich leider nicht ausfüllen konnte, da sich auf keinem meiner Präparate ein Zwischenstadium vorfand. Wie die Fig. 3 zeigt, finde ich das Centrosoma am spitzen Pole der keilförmigen Samenzelle, während man es vielmehr an dem breiten Ende vermuten sollte. Wie schon gesagt, vermag ich diesen Widerspruch nicht zu lösen. Daran, daß es sich tatsächlich um das Centrosoma handelt, kann ich nicht zweifeln. Hat es diesen Weg um den Kern zurückgelegt, so mußte

dies offenbar sehr rasch geschehen sein, da die äußere Gestalt der jungen Spermatide im Vergleich zum vorhergehenden Stadium sich anscheinend nur wenig geändert hat.

Auf ganz jungen Spermatiden liegt das Centrosoma in unmittelbarer Nähe des hinteren Poles der kegelförmigen Zelle, rings von Cytoplasmasubstanz umgeben, wie Fig. 3 zeigt. In dieser Lage verbleibt es allem Anschein nach längere Zeit, wobei seine Größe etwas zunimmt. Während dieser Zeit macht der Kern die schon früher mitgeteilten Umwandlungen durch (Fig. 4—15). Rings um das feine Gebilde sind Körnchen angehäuft, zunächst regellos, wie es scheint, dann aber zu einem deutlich sichtbaren Ringe geordnet. Hat dann auf Fig. 15 das Centrosoma einen ansehnlichen Durchmesser erreicht, so tritt es nunmehr als Doppelcentrosoma auf. Wegen der bedeutenden Kleinheit der von mir untersuchten Samenzellen, speziell wegen der geringen Größe der beiden Centrosome, konnte ich nicht entscheiden, ob eine Teilung des einen Centralkörpers stattgefunden hatte, wie bei andern Objekten verschiedentlich behauptet wurde. Auch die Ansicht wird bekanntlich vertreten, daß es sich nicht immer um eine Neuteilung handle, sondern bisweilen nur um ein Auseinanderrücken der vorher fest zusammenliegenden Centrosome. Wie dem auch sein mag, nach meinen Beobachtungen muß auch dieser Prozeß schnell vor sich gehen; denn auch hier waren keine Zwischenstadien aufzufinden. Schon beim ersten Auftreten des Doppelcentrosomas auf Fig. 16 haben sich die beiden Gebilde verhältnismäßig weit voneinander entfernt. Ein intracellulärer Faden, der das proximale Centrosoma mit dem distalen verbindet, ist deutlich wahrnehmbar. An Größe sind beide Körner einander vollständig gleich. Anfangs liegt die erste Anlage des Mittelstückes, die doch durch die beiden Centrosome und deren Verbindungsfaden dargestellt wird, in der Medianlinie der kegelförmigen Zelle. Hier bleiben die Centrosome längere Zeit liegen, bis sie einen ganz bestimmten Abstand voneinander erreicht haben.

Unter Aufrechterhaltung dieses einmal gewonnenen Abstandes wandert nunmehr das Mittelstück gegen den Kern hin. Von der Anlage eines Schwanzfadens, wie er in der Spermatogenese anderer Tiere beschrieben wurde, ist nichts wahrzunehmen. Während dieser Wanderung nach dem Kerne verläßt auffallenderweise das Mittelstück die Medianlinie, in der es auf Fig. 15 und 16 lag, und nähert sich mehr von der Seite her zunächst der »chromatischen Schicht« (Fig. 18).

Eine ähnliche Abweichung des Mittelstückes von der Medianlinie wurde auch bei einigen Entwicklungsstadien von *Amphiuma* beobachtet.

Fast macht es den Eindruck, als ob vom Chromatinteil eine starke Anziehungskraft auf die beiden Centrosome ausgeübt würde. Denn nunmehr dringt zunächst das proximale Centrosoma in die »chromatische Schicht« ein, während zugleich das distale immer mehr von der Medianlinie abweicht, so daß schließlich das ganze Mittelstück von der Seite her sich dem Kern nähert (Fig. 18—20). Diese schiefe Lage des Mittelstückes wird so lange beibehalten, bis auch das ganze distale Centrosoma in die »chromatische Schicht« eingedrungen ist. Ist dann das proximale Korn mit dem Kernteil in Verbindung getreten, so wird die schräge Stellung des Mittelstückes allmählich wieder aufgegeben, bis schließlich das ganze Mittelstück wieder in der Medianlinie der Zelle liegt, von der »chromatischen Schicht« vollständig umgeben (Fig. 21 u. flg.).

Welche Bedeutung diese Annäherung in schräger Richtung gegen den Kernteil hat, ist schwer zu sagen. Vielleicht hängt es damit zusammen, daß schon auf den betreffenden Stadien unmittelbar hinter der »chromatischen Schicht« die noch später zu besprechenden Degenerationserscheinungen im Protoplasma auftreten. Diese Ablösung des meisten Cytoplasmas beginnt zuerst im mittleren Teile in nächster Nähe der Schicht, und so wäre es leicht möglich, daß aus diesem Grunde eine Verschiebung des zukünftigen Mittelstückes stattfände. Nachdem nunmehr das Mittelstück innerhalb der »chromatischen Schicht« liegt, ist es äußerst schwer zu erkennen, da es kaum stärker gefärbt ist, als die es ringsumgebende sichelförmige Schicht. Auf etwas intensiv gefärbten Schnitten entzog es sich vollständig meiner Beobachtung. Auf sehr stark entfärbten Präparaten dagegen ist es ganz deutlich wahrzunehmen, da nunmehr die »chromatische Schicht« heller ist, während die Centrosome ihre dunkle Färbung nicht verloren haben.

Da das proximale Centrosoma in enge Berührung mit dem Kopfteile getreten ist — oft hatte ich den Eindruck, als ob das Korn in einer Vertiefung des Chromatinteils läge, wie dies auch für andre Tiere, z. B. für *Salamandra*, *Triton* und *Amphiuma* seinerzeit beschrieben wurde —, so kommt es bisweilen vor, daß gerade dieses Korn sehr schwer aufzufinden ist, da es sich von seiner Umgebung an Farbe nicht unterscheidet. Dies ist vor allem der Fall auf den Entwicklungsstadien, die durch die Fig. 23—25 wiedergegeben werden, auf denen der Kernteil regelmäßig intensiv schwarz gefärbt ist. Beginnt jedoch die Auflockerung des Chromatins, so kommt auch das proximale Centrosoma dank seiner stärkeren Färbbarkeit wieder zum Vorschein und ist auf allen nun folgenden Stadien als dunkles Korn deutlich sichtbar. In einiger Entfernung von ihm liegt das distale Centrosoma, eine Verbindung zwischen

beiden stellt der intracelluläre Faden dar. Nachdem nunmehr das Mittelstück seine endgültige Lage erreicht hat, die es auch noch am reifen Samenfaden zeigt, muß ich die weitere Beschreibung seiner Ausbildung abbrechen, da von dem zuletzt beschriebenen Stadium an (Fig. 25) nur noch unwesentliche Formveränderungen stattfinden, die sämtlich auf den Mitochondrienkörper zurückzuführen sind. Da ich auf dieses Gebilde später noch näher eingehen muß, kann man sich erst dann ein klares Bild vom ganzen Aufbau des Verbindungsstückes machen, wenn die endgültige Lage des früheren Mitochondrienkörpers in all' seinen Phasen dargestellt ist.

So viel aber kann man schon jetzt sagen, daß das Mittelstück der Spermien von *Plagiostoma Girardi*, soweit dabei die Centrosomen in Betracht kommen, verhältnismäßig einfach gebaut ist. Weder das proximale noch das distale Centrosoma machen größere Veränderungen durch, wie dies bei der Spermatogenese so vieler anderer Tiere der Fall ist. Ich erinnere nur an die Umgestaltung des distalen Centrosomas bei *Cavia*, *Helix* und vor allem bei den Spermien der Decapoden, die nach den neusten Untersuchungen von KOLTZOFF an kompliziertem Aufbau kaum ihresgleichen finden dürften, wie sich dies aus der eigenartigen Gestaltung dieser Spermien und der speziellen Verwendung dieser Teile erklärt.

4. Umwandlung der Mitochondrien.

Erst durch die BENDASche Färbungsmethode ist es gelungen, mit völliger Sicherheit durch den Grad der Färbbarkeit in den Samenzellen die einzelnen Gebilde streng voneinander zu unterscheiden, die früher für gleichartige Substanzen gehalten oder überhaupt übersehen wurden. Dies gilt vor allem auch für die Mitochondrien, die in morphologischer Beziehung dadurch gekennzeichnet sind, daß sie meist aus Körnchen zusammengesetzte fadenartige Gebilde darstellen.

Obwohl der Mitochondrienkörper, der meist als »Neben kern« bezeichnet wird, in der Spermatogenese eine weite Verbreitung zeigt und sowohl bei den Samenzellen der Wirbellosen als auch der Wirbeltiere gefunden wurde, ist man sich bis jetzt doch noch nicht völlig darüber klar, wie er eigentlich entsteht. Für das von mir untersuchte Objekt wird sich die Frage schwer klären lassen, da schon seine geringe Größe diese Untersuchung sehr erschwert. Außerdem zeigte es sich leider, daß sich mein Material für die Anwendung der BENDASchen Färbungsmethode nicht eignete, und daher konnte ich nicht auf allen Stadien der Spermatogenese die Mitochondrien feststellen, sondern erst von den

Stadien an, auf denen sie sich einigermaßen konzentriert haben und einen eigentlichen Mitochondrienkörper zu bilden beginnen.

Daß es sich aber auch bei den von mir untersuchten Samenzellen von *Plagiostoma Girardi* um Gebilde handelt, die den Mitochondrien homolog sein müssen, dürfte wohl kaum zweifelhaft sein, wenn man folgende zwei Punkte berücksichtigt: 1) treten auch hier, wie dies in sonst beschriebenen Fällen der Spermiohistogenese der Fall ist, die Körner in einem gewissen Entwicklungsstadium zur Bildung eines Mitochondrienkörpers zusammen, der lange Zeit hindurch eine selbständige Existenz führt; 2) beteiligt er sich zuletzt an dem Aufbau des Mittelstückes, indem er eine sekundäre Verbindung mit den Centrosomen eingeht.

Bei der letzten Teilung der Spermatocyten 2. Ordnung, deren Telophasen durch die Fig. 1 und 2 für *Plagiostoma Girardi* wiedergegeben werden, ist nach der HEIDENHAINschen Hämatoxylinfärbung von Mitochondrien noch nichts zu bemerken. Wahrscheinlich liegen sie noch überall im Cytoplasma zerstreut und fallen wegen ihrer Kleinheit nicht weiter auf.

Ist jedoch die letzte Teilung der Samenzellen vollzogen, so finden wir schon auf den jüngsten Spermatiden (Fig. 3) um den noch schwach entwickelten Centrankörper zunächst eine ganz feine Ansammlung von Körnern. Von einer regelmäßigen Anordnung in Form einer bestimmten Figur ist noch nichts wahrzunehmen. Auf Fig. 15 dagegen kann man schon mit Recht von einem Mitochondrienkörper reden, da nunmehr die Körner einmal deutlicher entwickelt sind als vorher und dann auch um das Centrosoma einen Ring bilden. Ringbildungen des Mitochondrienkörpers sind bei der Spermatogenese anderer Tiere schon wiederholt beobachtet worden.

Auf diesen Stadien besitzt der Mitochondrienring noch einen verhältnismäßig großen Durchmesser, die einzelnen Körper scheinen locker nebeneinander zu liegen. Ob der Ring außer dem Centrosoma auch die Centrotheca umschließt, wie dies verschiedentlich beobachtet wurde, muß ich unentschieden lassen, da ich auf diesen Entwicklungsstadien mit Sicherheit ein solches Gebilde nicht feststellen konnte. Möglich, ja sogar wahrscheinlich ist es ja, daß die Centrotheca ganz dicht dem Centrosoma anliegt, wodurch sie sich leicht unsrer Beobachtung entziehen kann. Hat jedoch die Umwandlung des Centrankörpers in ein Doppelcentrosoma stattgefunden, so verläßt der Mitochondrienring seine bisherige Lage. Er legt sich dem distalen Centrosoma an, wobei zugleich eine schwache Abflachung an beiden Polen bisweilen beobachtet werden

kann, so daß der bisherige, kreisrunde Ring nunmehr die Gestalt einer Ellipse erhält. Ähnliche Verhältnisse hat auch MÈVES bei den Spermatischen von *Paludina vivipara* gefunden: Zunächst liegen die Mitochondrien, die er Granulationen des Cytoplasmas nennt, zerstreut über die ganze Zelle, dann ordnen sie sich in Form von Ringen an, die schließlich mantelförmig das Mittelstück umgeben. Nach den Untersuchungen von OTTE wurden auch bei der Spermatogenese von *Locusta viridissima* die gleichen Verhältnisse beobachtet.

Auf den nun folgenden Stadien bleibt der Mitochondrienkörper längere Zeit hindurch in engster Berührung mit dem distalen Centrosoma. Allem Anscheine nach macht er ohne wesentliche Veränderungen die ganzen Wanderungen des Mittelstückes gegen den Kern hin mit, wie die Fig. 17—20 zeigen. In der äußeren Gestalt tritt während dieser Vorgänge allerdings eine kleine Veränderung ein, die jedoch wohl kaum von großer Bedeutung sein dürfte: Die in der Ellipse noch locker nebeneinander liegenden Mitochondrienkörner schließen sich während der Lageveränderungen des Mittelstückes enger zusammen. Dabei nimmt der ganze Mitochondrienkörper wieder die Gestalt eines Ringes an, dessen Durchmesser jedoch viel kleiner ist, als beim ersten geschlossenen Auftreten auf Fig. 5. Deutlich sind an dem nunmehrigen Mitochondrienring die ihn bildenden Körnchen zu unterscheiden, doch hat das ganze Gebilde nunmehr an Helligkeit etwas verloren, was wohl auf den festeren Zusammenschluß der Körner zurückgeführt werden dürfte.

Während auf allen bisherigen Entwicklungsstadien der Mitochondrienkörper in engem Zusammenhange mit dem distalen Centrosoma sich befand, wird diese Verbindung nunmehr gelöst, sobald das proximale Centrosoma mit dem Kernteil in Berührung getreten ist und das ganze Mittelstück sich wieder in der Medianlinie der Zelle angeordnet hat (Fig. 21). Ein kleiner Teil der Mitochondrienkörner ist an dem Aufbau des Schwanzfadens beteiligt, der innerhalb der »chromatischen Schicht« liegt. Auf ihn komme ich noch später zu sprechen. Der weitaus größte Teil der Mitochondrien beginnt als ringförmiges Gebilde vom distalen Centrosoma aus eine Lageveränderung, die auf Fig. 22 beginnt. Er wandert längs des Mittelstückes am intracellulären Faden entlang zunächst zum proximalen Centrosoma. Dieser ganze Prozeß muß verhältnismäßig lange Zeit in Anspruch nehmen, da es mir gelang, mehrere Zwischenstadien aufzufinden, welche die Wanderung des Mitochondrienringes darstellen (Fig. 22—26).

Nachdem auf Fig. 27 das proximale Centrosoma erreicht ist, beginnt ein eigenartiger Prozeß. Zunächst nimmt das Innere des Mito-

chondrienringes eine hellere Färbung als vorher an (Fig. 27—29). Nunmehr lagert sich der Mitochondrienkörper, der bisher nur auf der einen Seite des Mittelstückes lag, über das proximale Centrosoma, ungefähr so, daß auf beiden Seiten des Verbindungsstückes gleiche Teile des Mitochondrienkörpers liegen (Fig. 30).

Schnell streckt sich alsdann das bisher ringförmige Gebilde in die Länge und umfließt dabei auch das distale Centrosoma. Daß dieser Umfließungsprozeß schnell vor sich geht, glaube ich mit Recht aus folgenden zwei Punkten schließen zu dürfen: Einmal fand ich auf keinem meiner Präparate ein Stadium, welches den Mitochondrienkörper auf einer Zwischenstufe darstellte, wo er also das distale Centrosoma noch nicht umflossen hatte. Zweitens fand ich häufig Samenzellen, die den Fig. 31 und 32 entsprechen: Innerhalb des Mittelstückes ist der obere Teil stark erhellt, während der dem distalen Centrosoma benachbarte innere Abschnitt seine frühere dunkle Färbung noch beibehalten hatte. Die Fig. 33—41 dagegen zeigen das ganze Innere des Mittelstückes gleichmäßig erhellt.

Infolge dieser Umwandlungen besitzt nunmehr auf Längsschnitten das Mittelstück die Gestalt einer Ellipse, in deren Innerem deutlich sichtbar der intracelluläre Faden die Verbindung zwischen proximalem und distalem Centrosoma herstellt, während der ursprüngliche Mitochondrienring jetzt mantelartig das Mittelstück umgibt. Diese Gestalt des Mittelstückes bleibt auf allen nun folgenden Stadien erhalten und ist auch beim reifen Samenfadon noch vorhanden.

Da es sich bei den Spermatozoen von *Plagiostoma Girardi* um ziemlich kleine Gebilde handelt, konnte ich leider nicht feststellen, ob der Mitochondrienmantel noch feinere Struktur besitzt. »Komplizierter erscheint der Bau des Mittelstückes dann, wenn es eine Querstreifung erkennen läßt, welche jedenfalls wie die ähnlichen Erscheinungen an Kopf und Geißel auf eine spirale Drehung zurückzuführen ist. Diese Bildung kommt bekanntlich auch bei einer Anzahl anderer Tiere vor, z. B. bei den Selachiern, Reptilien, Vögeln und Säugetieren« (KORSCHOLT, S. 420). Sehr schöne spirale Windungen am Mittelstück zeigen auch die Spermatozoen einiger Wirbellosen, vor allem die Gastropoden und Decapoden.

Schon MEVES hatte seinerzeit bei der Spermatogenese von *Paludina* beobachtet, daß bei der Bildung des Mittelstückes Mitochondrienkörner in Form eines Mantels den centrosomatischen Teil umlagerten. Im Laufe der letzten Jahre wurden an andern Objekten häufig die gleichen Resultate erzielt, und meist gelangte man zu der Ansicht, daß

»durch Verdichtung und besonders durch Zusammenlagerung der im Cytoplasma sehr zahlreich enthaltenen Granulationen der Mantel des Mittelstückes zustande kommt« (KORSCHULT, S. 515).

Auch meine Beobachtungen an *Plagiostoma Girardi* haben eine Mantelbildung durch den Mitochondrienkörper festgestellt, so daß auch hier beim Aufbau des Mittelstückes das Cytoplasma beteiligt ist, wenn auch nur durch die ihm entstammenden Mitochondrien.

5. Die Bildung des Schwanzfadens.

An die Betrachtung des Mittelstückes schließt sich naturgemäß die des Schwanzfadens an, da er in den meisten Fällen einmal in enger Beziehung zum Verbindungsstück, speziell zum distalen Centrosoma steht, weil er ferner auch häufig aus ähnlichen Substanzen gebildet wird wie das Mittelstück.

Bei kleinen Objekten, die einen gleichmäßig gebauten Achsenfaden besitzen, ist es häufig sehr schwer oder überhaupt nicht festzustellen, ob der Schwanzfaden aus dem distalen Centrosoma herauswächst, somit aus dieser Substanz sich bildet, oder ob bei seiner Entstehung auch Teile des Cytoplasmas mitwirken. Handelt es sich jedoch um einen sehr langen Achsenfaden, so ist es wohl kaum zu bezweifeln und von vornherein sehr wahrscheinlich, daß direkt oder indirekt auch Cytoplasma zu seinem Aufbau herangezogen wird.

Während die spermatogenetischen Untersuchungen bei einer Anzahl von Tieren gezeigt haben, daß die erste Anlage des Schwanzfadens schon recht früh auftritt, ist bei *Plagiostoma Girardi* erst auf relativ späten Entwicklungsstadien mit Sicherheit ein Achsenfaden nachzuweisen. Möglich wäre es ja immerhin, daß die Centrankörper auf ihrer Wanderung gegen den Kern hin einen sehr feinen Faden ausbildeten, der gleichsam den vom Mittelstück durch das Cytoplasma zurückgelegten Weg andeuten würde. Ich halte es jedoch für ausgeschlossen, daß auch bei den Samenzellen der von mir untersuchten Turbellarie ein analoger Fall in Betracht kommen könnte, da ich niemals auch nur eine Spur von einem solchen Gebilde trotz der angewandten, stärksten Vergrößerungen finden konnte, vor allem aber, weil schon auf verhältnismäßig jungen Stadien eine Loslösung der größeren Menge des Cytoplasmas beginnt, der schließlich die Abstoßung dieser Substanz folgt. Möglicherweise kommt wegen des letzteren Vorganges der Achsenfaden nicht so früh zur Ausbildung.

Nachdem das Mittelstück mit dem am distalen Centrosoma liegenden Mitochondrienring auf dem Stadium, das der Fig. 21 entspricht,

vollständig in die »chromatische Schicht« eingedrungen ist, kann ich zum ersten Male die Anlage eines Schwanzfadens mit Sicherheit konstatieren. Eng verbunden mit dem distalen Centrosoma und dem Mitochondrienkörper tritt nunmehr auf Fig. 22 ein kurzer, aber deutlich sichtbarer Schwanzfaden hervor. Zwar ist der Achsenfaden wahrscheinlich wegen seiner Feinheit selbst nicht zu erkennen, doch wird er von dunkel gefärbten Körnchen dicht umhüllt. Wie ich es schon oben bei der Ausbildung des Mittelstückes dargestellt hatte, ist im Laufe der letzten Jahre häufig beobachtet worden, daß das ganze Verbindungsstück oder Teile von ihm von Körnchen mantelförmig umgeben werden, die meist als Mitochondrien gedeutet wurden. Spärlicher dagegen sind die mitgeteilten Beobachtungen, daß auch größere oder kleinere Partien des Achsenfadens von Körnchen dicht umlagert werden. So fand C. TÖNNIGES, daß ein Teil des Schwanzfadens bei *Lithobius forficatus* auch von Mitochondrienkörnern mantelartig umhüllt wird, zu dem gleichen Resultate kam auch F. SCHÄFER bei den Samenzellen von *Dytiscus*.

Wohl lagern in nächster Nähe der »chromatischen Schicht« bald einzeln, bald zu größeren Komplexen vereint Körnchen, die jedoch nach meiner Ansicht nicht identisch sein können mit den Körnern, welche die erste Anlage des Schwanzfadens darstellen. Denn einmal zeigen sie eine intensivere Färbung als die Körnchen des Schwanzfadens und der Mitochondrienring, dann aber sind sie auch in andern Teilen des Cytoplasmas sehr zahlreich vorhanden und auch im abgestoßenen Cytoplasma zu größeren Klumpen vereinigt. Es fiel mir auf, daß bei Entwicklungsstadien, die den Fig. 17 und 18 entsprechen, auf denen nach früheren Mitteilungen die Wanderung der Chromatinkörner wieder ins Innere stattfindet, am unteren Pole des Ringes Ansammlungen dunkel gefärbter Körner zu beobachten sind. Diese liegen zunächst noch innerhalb der Kerngrenze, rücken dann aber aus dem Kerne heraus (Fig. 18) und lagern sich in größeren Komplexen an die verschiedensten Stellen des Cytoplasmas. Um den Eindruck der Bilder nicht zu verwischen, habe ich diese Ansammlungen im Cytoplasma von Fig. 19 an nur schwach angedeutet, während sie auf den vorhergehenden Stadien, solange sie noch innerhalb des Kernes lagen, wie das übrige Chromatin dunkel angegeben wurden. Ähnliche Anhäufungen dunkel gefärbter Körner wurden im Cytoplasma schon häufig beobachtet und dann als »chromatoide Körper« bezeichnet. Allem Anscheine nach handelt es sich auch in den Samenzellen der Turbellarien um die gleichen Gebilde.

Wie TÖNNIGES und SCHÄFER möchte daher auch ich annehmen, daß ein Teil des Achsenfadens ebenso wie das Mittelstück von Mitochondrienkörnern umgeben wird. In dieser Annahme werde ich außerdem noch durch das gleiche Färbungsvermögen dieser Körner mit dem Mitochondrienring bestärkt.

Auf den nun folgenden Stadien nimmt der Schwanzfaden nur langsam an Länge zu. In demselben Verhältnis, in dem die »chromatische Schicht« sich in die Länge streckt, nimmt auch dieser Schwanzfaden an Größe zu. Immer aber kann man seine Umlagerung aus den schon oben erwähnten Körnchen erkennen (Fig. 22—41). Daß diese miteinander durch einen feinen Achsenfaden verbunden sind, ist zwar mit Bestimmtheit anzunehmen, aber auf keinem Entwicklungsstadium zu beobachten, da die den Schwanz mitbildenden Körnchen sich dicht aneinanderreihen.

Im Gegensatz zu diesem Schwanzfaden, der innerhalb der »chromatischen Schicht« liegt und regelmäßig von einzelnen Körnchen umlagert wird, steht ein Gebilde, das äußerst schwer und nur unter besonders günstigen Bedingungen zu sehen ist. Am reifen Spermatozoon, wie es sich in der Samenblase findet, konnte ich außerhalb der »chromatischen Schicht« regelmäßig einen sehr feinen, äußeren Schwanzfaden beobachten, dessen ganze Länge ich jedoch nicht angeben kann. Da mir lebendes Material oder Strichpräparate leider nicht zur Verfügung standen, konnte ich nur auf Schnitten durch die Vesicula seminalis diese Partien erhalten, die dann aber nur Bruchteile des äußeren Schwanzfadens darstellten. Lange Zeit hindurch nahm ich an, daß dieser äußere Schwanzteil sehr spät, vielleicht sogar erst in der Samenblase, sich entwickelt, da ich auf jüngeren Stadien niemals eine Anlage von ihm konstatieren konnte.

Erst nach längerer Untersuchung ist es mir dann gelungen, auch auf einigen Entwicklungsstadien, niemals aber auf allen, einen außerhalb der »chromatischen Schicht« liegenden Schwanzteil zu beobachten. Hat nämlich im Stadium der Fig. 31 die endgültige Abstoßung des meisten Cytoplasmas stattgefunden, so bleibt am unteren Rande der »chromatischen Schicht« ein kleiner Rest Cytoplasma haften. In diesem entsteht nun ein äußerst feiner, äußerer Schwanzfaden, der zunächst sehr klein ist und eine Verlängerung des in der »chromatischen Schicht« liegenden Schwanzfadens darstellt. Auf einigen älteren Stadien fand ich dann, daß der von Cytoplasma umgebene, äußere Schwanzfaden bedeutend an Länge zunimmt, während zugleich mit dem Wachsen dieses Schwanzabschnittes der Cytoplasmarest sich bedeutend in die

Länge streckt, so daß er auf fast reifen Samenfäden nur noch eine dünne Plasmaschicht um den feineren Schwanzfaden bildet. Ob diese Cytoplasmaschicht auch am reifen Spermatozoon, wie wir es in der Samenblase antreffen, noch vorhanden ist, kann ich mit Sicherheit nicht angeben; dennoch dürfte es sehr wahrscheinlich sein, daß sie auch beim ausgewachsenen Samenfaden erhalten bleibt.

Wie kommt es nun, daß die Auffindung des äußeren Schwanzfadens mit so großen Schwierigkeiten verbunden ist? Nachdem im Stadium der Fig. 31 der größte Teil der Cytoplasmassubstanz von der Samenzelle endgültig sich abgetrennt hat, sammeln sich die noch mit einem Cytoplasmarest versehenen Zellen auf den abgestoßenen Cytoplasmaballen an und lagern nunmehr auf der Oberfläche dieser Substanz. Dieser Prozeß geht sehr wahrscheinlich ziemlich schnell, auf jeden Fall aber regelmäßig vor sich; denn ich fand auf allen meinen Präparaten nur verschwindend wenig Entwicklungsstadien, die nach Abstoßung des Cytoplasmas frei im Hoden lagerten, ohne mit dem Cytoplasmaballen in Verbindung getreten zu sein. Aber gerade bei diesen letzteren Samenzellen ist am unteren Abschnitte der »chromatischen Schicht« ein Cytoplasmarest mit Schwanzfaden zu finden. Alle Entwicklungsstadien aber, die auf der Oberfläche der abgestoßenen Cytoplasmamasse liegen, lassen niemals diesen Cytoplasmarest erkennen, und doch muß er vorhanden sein. Die Erklärung dafür ist leicht zu geben. Da der Cytoplasmarest der Samenzellen und das abgestoßene Cytoplasma, auf dessen Oberfläche sich die noch nicht reifen Stadien sammeln, aus der gleichen Substanz bestehen, ist eine Grenze zwischen beiden sehr schwer zu ziehen. So kommt es auch, daß der innerhalb des Cytoplasmarestes der Samenzellen liegende, äußere Schwanzfaden nicht weiter auffällt, sobald die betreffenden Zellen, was, wie gesagt, die Regel ist, auf der Oberfläche der abgestoßenen Cytoplasmamasse lagern.

Zwar ist es mir nicht gelungen, auf allen Entwicklungsstadien, die auf das in Fig. 31 dargestellte Stadium folgen, den äußeren, feinen Schwanzfaden zu beobachten, aber dennoch glaube ich berechtigt zu sein, das Vorhandensein dieses Schwanzabschnittes auch auf den Stadien annehmen zu dürfen, auf welchen ich ihn infolge seiner ungünstigen Lage mit Sicherheit nicht konstatieren konnte. Um jedoch den Zeichnungen nicht das Aussehen einer schematischen Darstellung zu geben, habe ich darauf verzichtet, den äußeren Schwanzfaden auch auf die Entwicklungsstadien einzutragen, auf denen ich ihn aus den mitgeteilten Gründen mit Sicherheit nicht habe feststellen können.

6. Die Entstehung des Spitzenstückes.

Bekanntlich ist das Spitzenstück bisweilen nur als ganz feines, unscheinbares Gebilde vorhanden oder aber fehlt es auch gänzlich. In einer Reihe von Fällen gelang es, das Spitzenstück auf das Idiozoma zurückzuführen. Dies betraf Spermatozoen von größeren Dimensionen, wie die vieler Wirbeltiere. Handelt es sich jedoch um besonders kleine Samenzellen, so liegen die Verhältnisse weit schwieriger. Die spermatogenetischen Untersuchungen an verschiedenen Wirbellosen haben im Laufe der letzten Jahre gezeigt, daß sehr häufig erst auf späteren Entwicklungsstadien ein Gebilde zu beobachten ist, das schließlich das Spitzenstück liefert; deshalb wurde es auch in analoger Weise als Sphäre bezeichnet.

Auch mir ist es nicht gelungen, auf jungen Spermatischenstadien mit Sicherheit die Sphäre oder »Centrotheca«, wie ich sie nennen will, ohne Unterbrechung festzustellen. Im allgemeinen liegen ja zunächst Centrotheca und Centrosoma eng aneinander, was auch noch auf älteren Stadien bisweilen beobachtet wurde. »Da sie aber später, ihrem verschiedenen Schicksal entsprechend, die beiden entgegengesetzten Pole des Kernes einzunehmen haben, so muß eine starke Lageverschiebung stattfinden, und zwar wird dieselbe (besonders von MEVES) so aufgefaßt, daß die Sphäre um die Hälfte des Kernes herumrückt« (KORSCHULT).

Bei der letzten Zellteilung, deren Telophase durch die Fig. 1 wiedergegeben wird, bildet die Centrotheca um den Centrankörper einen deutlich sichtbaren, wenn auch kleinen, hellen Hof. Auch auf den durch die Fig. 20 und 21 dargestellten Entwicklungsstadien, auf denen das proximale Centrosoma schon mit dem Chromatinteil des Kernes in Berührung getreten ist, konnte ich öfters um das proximale Centrosoma einen hellen Hof konstatieren. Auf allen Zwischenstadien dagegen fehlt nach meinen Beobachtungen für die Existenz einer Centrotheca jeder sichere Anhaltspunkt.

Erst von Fig. 24 an kann ich mit Sicherheit ein Gebilde erkennen, welches ich dafür halten möchte. Es liegt nunmehr zwischen dem Kernteil und der »chromatischen Schicht«. Auf diesen Stadien zeigt bei *Plagiostoma Girardi* die Centrotheca die Gestalt eines länglich-runden Gebildes, an dessen beiden Polen zwei Verdickungen erkennbar sind. Solche Verdickungen an der Basis und Spitze der Sphäre wurden auch bei den Entwicklungsstadien von *Mus decumanus* und *Lumbricus terrestris* beschrieben und auf eine »Verdichtung der Sphärensubstanz«

an diesen Stellen zurückgeführt. Auch für *Cavia* wurde von MEVES festgestellt, daß die ursprüngliche Kugelform der Sphäre infolge Anlegens an den Kern die Gestalt eines Halbmondes annimmt, um sich dann auf späteren Stadien eventuell noch mehr in die Länge zu ziehen.

Auf den nun folgenden Stadien finde ich die Centrotheca an verschiedenen Teilen des Kernes liegend; sie sucht eben die Spitze des Kopfteiles zu gewinnen (Fig. 25—27). Bei den spermatogenetischen Untersuchungen anderer Tiere wurde häufig festgestellt, daß die Sphäre schon auf verhältnismäßig jungen Stadien ihr endgültiges Ziel erreicht und dann bisweilen noch höchst komplizierte Umwandlungen durchmacht. Bei *Plagiostoma Girardi* dagegen beginnt die Wanderung der Centrotheca nach dem vorderen Kopfteile relativ spät, auch scheint sie langsam sich zu vollziehen, da die eben beschriebenen Stadien nicht selten zu finden sind.

Hat dann auf Fig. 28 die Centrotheca ihre endgültige Lage erreicht, so gehen, wie es scheint, die weiteren Veränderungen schnell vor sich. Wie die feinsten Umwandlungen im Innern des nunmehrigen Spitzenstückes vor sich gehen, ist wegen der Kleinheit des ganzen Gebildes schwer zu sagen. Zwischen den beiden Polen der länglich-runden Centrotheca entsteht nunmehr ein äußerst feiner Verbindungsfaden, während das Innere wie vorher eine Vacuole darstellt (Fig. 29). Wie der Verbindungsfaden selbst entsteht, konnte ich wegen der Feinheit des ganzen Gebildes nicht verfolgen.

Ähnliche Verhältnisse stellte BALLOWITZ für die Spermien von *Copris lunaris* fest: Hier entsteht im Spitzenstück ein Stift, der sich in die Hauptmasse des Spermatozoonkopfes fortsetzt.

Eine knopfartige Verdickung am freien Ende des Spitzenstückes kommt bekanntlich auch bei den Amphibien bisweilen vor, während bei den Spermatozoen verschiedener Vögel das ganze Spitzenstück nur als eine kugelige Verdickung erscheint.

Auf den nun folgenden Stadien streckt sich dann die länglichrunde Centrotheca noch mehr in die Länge, vor allem an ihrem freien Ende, so daß schließlich die Form eines vorn spitz zulaufenden Gebildes zustande kommt. Der dem Kopfteil benachbarte Abschnitt dagegen hat sich ziemlich stark verbreitert und sitzt dann am fertig ausgebildeten Spitzenstück wie eine Kappe auf dem oberen Teil des abgerundeten, dunklen Chromatinteils. Wohl wird das ganze Spitzenstück während dieser Vorgänge etwas dunkler, immer aber konnte ich in seinem Innern bei Betrachtung mit sehr starken Vergrößerungen eine Art Vacuole feststellen, ebenso bleiben an der Spitze und Basis die Verdickungen

bestehen, die ihrerseits wieder durch den feinen »Stift« miteinander verbunden sind (Fig. 30—41).

Es ist allerdings schwer verständlich, wie die Centrotheca ihr endgültiges Ziel mit Sicherheit erreicht, da der spindelförmige Kern auf meinen Präparaten völlig nackt erscheint. Wahrscheinlich liegt jedoch um den oberen Teil des Kopfstückes eine sehr feine Cytoplasmaschicht, innerhalb deren die Centrotheca nach der Spitze des Kopfstückes wandert. »Schon aus theoretischen Gründen muß es als wahrscheinlich angesehen werden, daß der größtenteils aus dem Zellkern hervorgegangene Spermatozoenkopf noch von einer, wenn auch nur sehr dünnen Protoplasmaschicht umgeben sein muß« (KORSCHOLT).

Anhang.

Es lag ursprünglich im Plane meiner Untersuchungen, außer der Spermiohistogenese noch die Herkunft und Bedeutung des Cytophors bei Turbellarien einer genaueren Prüfung zu unterziehen. Wohl war dieses Gebilde schon von zwei Turbellarienforschern untersucht worden, doch haben sich die damals gewonnenen Resultate infolge meiner Nachprüfung keineswegs als ganz lückenlos und unanfechtbar erwiesen.

Nach den Untersuchungen von JENSEN, der sich mit der Entwicklung der Samenfäden von *Plagiostoma vittatum* befaßte, besteht die sehr langgestreckte, keilförmige Samenzelle dieser Turbellarie aus einem äußeren kernhaltigen und einem innern, central gelegenen Teile, welcher letzterer mit dem Cytophor bildet. Der Cytophor selbst kann nach JENSENS Mitteilungen auf zweierlei Art entstehen: Entweder findet eine Verschmelzung aller inneren Partien untereinander mit der centralen Cytoplasmaansammlung statt zu einem einzigen Gebilde, dem Cytophor, oder aber diese Verschmelzung unterbleibt, die inneren Partien behalten also ihre ursprüngliche Form bei; ihnen legt JENSEN dann die Bezeichnung »portions cytophorales« bei.

Wann jedoch die eigentümliche Cytophorbildung stattfindet, ob auf jungen oder erst älteren Entwicklungsstadien, darüber läßt uns JENSEN im unklaren.

Außer JENSEN ist noch BÖHMIG in seinen »Untersuchungen über rhabdocöle Turbellarien« der Cytophorentwicklung näher getreten. Auf Grund seiner Beobachtungen ist BÖHMIG zu dem Resultate gelangt, »daß die Samenzellen in einzelnen Fällen sich nicht völlig trennen, sondern durch eine centrale Plasmamasse zusammengehalten werden«. Diese centrale Plasmamasse nimmt immer mehr an Umfang zu, je weiter die Teilungen fortschreiten. Der Cytophor kommt also nach

BÖHMIG dadurch zustande, daß bei der Teilung der Zellen Protoplasma übrig bleibt, welches nach dem Innern des Zellhaufens wandert und hier einen Cytophor bildet.

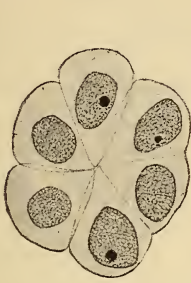
An sich ließe sich gegen die Behauptung BÖHMIGs nichts einwenden, daß die centrale Plasmamasse, der Cytophor, durch unvollständige Zellteilung zustande komme; denn ähnliche Verhältnisse wurden schon häufiger beobachtet (*Lumbricus*, *Branchiobdella*, *Sagitta*). Auf Grund meiner Untersuchungen bin ich jedoch zu dem Resultat gekommen, daß bei den Samenzellen von *Plagiostoma* von einem Cytophor, wenigstens in dem Sinne, wie die Bezeichnung bisher gebraucht wurde, nicht die Rede sein kann.

Bei *Plagiostoma Girardi*, welche Turbellarie auch BÖHMIG als Untersuchungsobjekt diente, sind die gleichartigen Samenzellen zu Bündeln vereinigt, wie schon L. v. GRAFF und auch BÖHMIG festgestellt haben, so daß wir Spermatogonien-, Spermatocyten- und Spermatidenkomplexe unterscheiden können, die Zellen sind zu sog. »Spermatogemmen« vereinigt. Für die erste Anlage des Cytophors kämen demgemäß vor allem Spermatogemmen in Betracht, die sich aus möglichst jungen Samenzellen zusammensetzen, deren Zahl also noch verhältnismäßig gering ist.

Bei dem Herstellen der Präparate kommt es nun sehr selten vor, daß die Schnitte in einer Ebene mit der Spermatogemme liegen. Da die Spermatogemme selbst einen relativ großen Durchmesser besitzt, können natürlich nicht alle Zellen auf dem Schnitte getroffen werden. Sind jedoch mehrere in einer Ebene liegende Samenzellen durch den geführten Schnitt der Länge nach getroffen, so zeigt es sich, daß diese in der Mitte der Spermatogemme einander berühren, ohne daß hier eine centrale Plasmamasse, ein Cytophor, vorhanden ist (Textfig. I—IV). Es muß also eine vollständige Teilung der Tochterzellen stattgefunden haben, wie dies ja meistens der Fall ist, nur mit dem kleinen Unterschiede, daß nicht jeder Zusammenhang zwischen den gleichartigen Samenzellen gelöst wird, sondern daß sie zu Zellbündeln vereinigt bleiben. Ein Idealschnitt durch solch' eine Spermatogemme würde also das Bild einer kreisförmigen Scheibe liefern, in der die lang gestreckten, keilförmigen Samenzellen sämtlich im Kreismittelpunkt einander berührten, also Kreissektoren darstellen würden.

Nun kommt es aber sehr häufig vor, daß auf einem durch solch' eine Spermatogemme geführten Schnitte an verschiedenen Stellen des Zellkomplexes Cytoplasmamassen zu finden sind, vornehmlich in der Richtung, in welcher wir den Mittelpunkt des ganzen Zellbündels zu

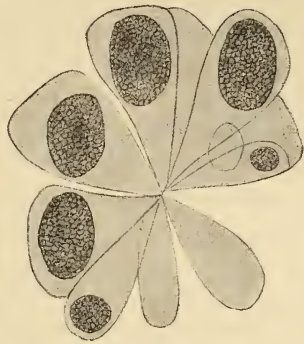
suchen haben (Textfig. III und IV). Diese Cytoplasmamassen wurden von BÖHMIG mit dem Namen »Cytophor« belegt. Nach seinen Darstellungen hat es den Anschein, als ob dieses Cytoplasma eine einheit-



Textfig. I.



Textfig. II.



Textfig. III.



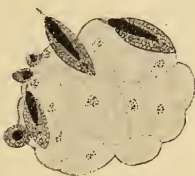
Textfig. IV.



Textfig. V.



Textfig. VI.



Textfig. VII.



Textfig. VIII.

Darstellung der scheinbaren Ausbildung eines Cytophors (I—IV), sowie der Entstehung protoplasmatischer Nährballen (V—VIII).

liche Masse darstelle. Dies ist jedoch nach meinen Wahrnehmungen nicht der Fall.

Woher stammen nun diese Cytoplasmaansammlungen? Nach dem vorher Mitgeteilten ist eine Erklärung dafür unschwer zu geben. Wird ein Schnitt durch eine Spermatogemme geführt, so werden nur einige

Samenzellen dieses Bündels in ihrer Medianebene getroffen, während die in andern Ebenen liegenden Samenzellen desselben Bündels durch den geführten Schnitt überhaupt unberührt bleiben oder nur teilweise getroffen werden (Textfig. II—IV). Da jedoch sämtliche zu einer Spermatogemme vereinigten Samenzellen im Centrum zusammenstoßen, so finden wir auf Schnitten vor allem in dieser Richtung Cytoplasmateile, die also Abschnitte von Samenzellen darstellen, die in einer andern Ebene liegen als die Zellen, welche durch den geführten Schnitt der Länge nach getroffen wurden. So kommt es auch, daß auf jungen Spermatogemmen, die sich aus verhältnismäßig wenig Spermatogonien zusammensetzen, in der Richtung des Centrums »der Cytophor anfänglich schwach entwickelt ist«, wie BÖHMIG sagt. Schreitet jedoch die Teilung der Zellen immer weiter fort, wodurch zugleich die Zahl der zu einer Spermatogemme vereinigten Samenzellen bedeutend zunimmt, so kommt es nur höchst selten noch vor, daß durch einen Schnitt nur Zellen getroffen werden, die in einer Ebene mit dem geführten Schnitte liegen. Meist werden infolge der Kleinheit der Samenelemente und der Größe des Zellbündels auch Teile von Zellen getroffen, die in ganz andern Ebenen liegen. So nimmt denn auch vor allem die »centrale Plasmamasse« bedeutend an Umfang zu.

Ist das Material gut konserviert gewesen, so bildet die in der Richtung des Centrums gelegene »Cytophormasse« kein einheitliches Gebilde, sondern setzt sich aus größeren und kleineren, scharf voneinander getrennten Abschnitten zusammen, je nachdem der durch die Spermatogemme geführte Schnitt die in andern Ebenen liegenden Samenzellen getroffen hat (Textfig. III u. IV). Wie schon gesagt, liegen jedoch diese Plasmamassen nicht nur in der Mitte der Spermatogemme, obwohl sie hier naturgemäß sehr häufig zu finden sind, sondern auch an der Peripherie und andern Teilen der Schnitte. Gerade dieser letztere Umstand spricht dafür, daß die Cytoplasmamassen in der hier vertretenen Weise aufzufassen sind.

Die gleichen Verhältnisse finden wir auch noch auf Spermatogemmen, die sich aus jungen Spermatiden zusammensetzen. Je größer jedoch die Zahl der zu einem Bündel vereinigten Samenzellen geworden ist, um so dichter gedrängt liegen die Zellen. Auch hier wäre es theoretisch nicht ausgeschlossen, daß man auf einem Schnitt, der nur die in einer Ebene liegenden Spermatiden trafe, an keiner Stelle größere oder kleinere Cytoplasmamassen fände. In Wirklichkeit kommt dies jedoch nicht vor, wohl aber fand ich nicht selten auf Schnitten durch solche Spermatogemmen, daß zwei oder mehrere Samenzellen

im Centrum einander berührten, ohne daß zwischen diesen Zellen auch nur die geringste Plasmaansammlung zu beobachten wäre.

In Anbetracht all dieser Umstände muß ich das Vorhandensein eines eigentlichen Cytophors bestreiten. Wohl finden wir auf Schnitten an den verschiedensten Stellen des Zellkomplexes Cytoplasmateile; aber diese gehören zu Samenzellen, die dem gleichen Zellbündel angehören, deren Kernteil jedoch in einer ganz andern Ebene als der geführte Schnitt liegt; daher wurden nur die nach der Mitte des Zellbündels gehenden langgestreckten Cytoplasmateile durch den Schnitt getroffen.

Anders jedoch gestalten sich die Verhältnisse, sobald die Spermatiden eine bestimmte Entwicklungsstufe erreicht haben: Schon bei verhältnismäßig jungen Spermatiden beginnt eine Loslösung des Cytoplasmas, der dann auf Fig. 30 die endgültige Abstoßung des größten Teiles dieser Substanz folgt. Nur ein kleiner Cytoplasmarest bleibt am unteren Teile der »chromatischen Schicht« erhalten; in ihm entwickelt sich der schon vorher erwähnte äußere Schwanzfaden, der wegen seiner Feinheit nur selten sichtbar ist.

Die allmähliche Loslösung und Abschnürung des Cytoplasmas wird von BÖHMIG bei *Plagiostoma* nicht beschrieben. Wohl fand BÖHMIG, daß eine ganz auffallende Größenzunahme des »Cytophors« eintrat, »wenn die Umwandlung der Spermatiden zu Samenfäden sich vollzieht«. Die wahre Ursache davon ist in der Abstoßung des Cytoplasmas zu suchen.

VEJDOVSKÝ dagegen schreibt von der Spermatogenese der Turbellarien: »Ganz gewiß aber beteiligt sich das gesamte Cytoplasma einer Spermatide nicht an der Bildung eines Samenfadens, da die Überreste der Spermatiden in dem Hohlraume der Hoden sehr zahlreich vorhanden sind und als plasmatische, kernlose Kugeln mit feinkörniger Substanz erscheinen.«

Die eingehenden spermatogenetischen Untersuchungen der letzten Jahre zeigen, daß das Abwerfen oder Abstoßen von Cytoplasmateilen als ein in der Spermatogenese nicht seltener Vorgang zu bezeichnen ist. Um nicht zu ausführlich zu werden, möchte ich nur einige der betreffenden Mitteilungen anführen: So beschreibt BÖSENBERG bei Spinnen diesen Prozeß: »Der Vorgang der Plasmaabstoßung geht verhältnismäßig einfach und, wie ich an lebendem Material beobachten konnte, rasch vor sich. Das Vorderende des Kopfes mit der Idiozomblase verläßt zunächst die Zellmembran; durch eigentümlich zuckende Bewegungen des sichelförmig gekrümmten Hinterendes gelingt es dem Kopfe relativ leicht, sich von der Cytoplasmakugel zu befreien.«

Dasselbe gilt nach den Beobachtungen von BÖSENBERG von der Spermatogenese bei Phalangiden, außerdem scheint das abgestoßene Zellplasma für die Ernährung der Samenzellen im Hoden hauptsächlich in Betracht zu kommen.

Ähnliche Verhältnisse fanden auch STRUCKMANN bei *Strongylus filaria*, SCHÄFER bei *Dytiscus*, endlich OTTE bei *Locusta viridissima*. Ich darf ferner an die bekannten Bilder der Cytoplasmaabstoßung in der Spermatogenese der Säugetiere erinnern, wie sie von älteren und neueren Autoren beschrieben wurden. (z. B. von MEVES, Fig. 308 in KORSCHULT und HEIDER, vergleichende Entwicklungsgeschichte, Allg. Teil, S. 512).

Die Abstoßungen des Cytoplasmas geschehen zum Teil mehrmals nacheinander, so daß also nur einzelne Partien immer von der Samenzelle sich loslösen. Bei *Plagiostoma Girardi* dagegen wird der größte Teil der Cytoplasmasubstanz auf einmal abgestoßen. Leider konnte ich diesen Vorgang am lebenden Material nicht beobachten, allem Anscheine aber dauert er längere Zeit hindurch, da er mehrere Entwicklungsstadien in Anspruch nimmt.

Nachdem die Abstoßung des meisten Cytoplasmas erfolgt ist, bildet nunmehr diese Substanz im Hoden Cytoplasmaballen, die meist kugelige Gestalt besitzen. Bisweilen aber lassen sie noch deutlich ihre Zusammensetzung aus einer Anzahl von kleineren Plasmamassen erkennen, wie schon BÖHMIG ganz richtig erkannt hat (Taf. XV, Fig. 16 a). Diese kleineren Cytoplasmapartien stellen eben die Überreste der zu einem Zellbündel vereinigt gewesenen Spermatiden dar. Später verschmelzen dann meist die einzelnen Cytoplasmateile zu einem einzigen Ballen, der einen bedeutenden Umfang annehmen kann.

Auf der Oberfläche dieser Ballen sammeln sich nunmehr die Samenzellen an, die kurz vorher ihr überflüssiges Cytoplasma abgestoßen haben. Dabei nähern sich die betreffenden Entwicklungsstadien mit ihrem Schwanzende, speziell dem Cytoplasmaanhang, den kugeligen Gebilden und heften sich auf deren Oberfläche an. Fast hat es den Anschein, als ob von den Cytoplasmaballen eine Art Anziehung auf die in geringer Entfernung liegenden Kernteile der ursprünglich zusammengehörigen Samenzellen ausgeübt würde.

Hier verbleiben die sich entwickelnden Samenfäden bis zu ihrer vollständigen Ausbildung. Dabei zeigt es sich, daß sie zunächst in der Plasmamasse stecken »wie Wurzeln in der Erde«; nimmt jedoch die Größe der Entwicklungsstadien zu, so legen sich die Samenfäden allmählich ihrer ganzen Länge nach der Oberfläche an und verbleiben in

dieser Lage bis zur völligen Ausbildung. In diesen späteren Stadien der Spermio-genese (Textfig. VII u. VIII) ist es begreiflich, daß die von den Spermien umlagerte Plasmamasse, zumal an dickeren Schnitten, wenn zahlreiche Samenzellen sie umlagern, den Eindruck jener sog. Cytophore machen kann.

Während die Samenzellen auf den Cytoplasmakugeln ihre Entwicklung durchmachen, nehmen diese an Umfang allmählich ab. Es entstehen im Innern der Kugeln Vacuolen, wie schon BÖHMIG konstatierte, das ganze Gebilde scheint einem immer weiter gehenden Degenerationsprozesse anheimzufallen. Die Vermutung liegt sehr nahe, daß die in weiterer Ausbildung begriffenen Samen-fäden allmählich die Cytoplasmakugeln aufzehren, daß also das auf ziemlich jungen Stadien abgestoßene Cytoplasma als Nährsubstanz dient (Textfig. VI—VIII).

Zum Schluß möchte ich nicht versäumen, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. KORSCHULT, für die Unterstützung während meiner Arbeit meinen verbindlichsten Dank auszusprechen. Auch Herrn Dr. MEISENHEIMER und Herrn Dr. C. TÖNNIGES möchte ich an dieser Stelle noch einmal für das große Interesse danken, welches sie jederzeit meinen Untersuchungen entgegenbrachten.

Marburg, im Juni 1907.

Literaturverzeichnis.

- L. BÖHMIG (1890), Untersuchungen über rhabdocöle Turbellarien, Diese Zeitschrift. Bd. LI.
- E. BALLOWITZ (1890), Die Spermatozoen der Insekten. Diese Zeitschrift. Bd. L.
- (1894), Bemerkungen zu der Arbeit von Dr. phil. K. BALLOWITZ nebst weiteren spermatologischen Beiträgen. Intern. Monatsschr. f. Anatomie und Phys. Bd. XI.
- C. BENDA (1897), Neuere Mitteilungen über die Histiogenese der Säugetierspermatozoen. Arch. f. Anat. und Phys. Phys. Abt.
- (1898), Über die Spermatogenese der Vertebraten und höheren Evertebraten. Arch. f. Anat. und Phys. Phys. Abt.
- (1899), Weitere Mitteilungen über die Mitochondria. Arch. f. Anat. u. Phys.
- J. BROMAN (1900), Über Bau und Entwicklung der Spermien von *Bombinator igneus*. Anat. Anzeiger Bd. XVII.
- K. BONNEVIE (1904), Zur Kenntnis der Spermio-genese bei den Gastropoden (*Enteroxenos östergreni*). Biol. Centralblatt Bd. XXIV.

- BÖSENBERG (1905), Die Spermatogenese bei den Arachnoiden. Zool. Jahrb. Vol. XXI. Anat. Abt.
- L. BÖHMIG (1906), Tricladestudien. Diese Zeitschr. Bd. LXXXI.
- G. CALKINS (1895), The Spermatogenesis of Lumbricus. Journ. of Morph. Bd. XI.
- PH. DEPDOLLA (1906), Beiträge zur Kenntnis der Spermatogenese beim Regenwurm. Diese Zeitschr. Bd. LXXXI. Heft 4.
- W. FLEMMING (1888), Weitere Beobachtungen über die Entwicklung der Spermatozomen bei Salamandra maculosa. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXXI.
- L. v. GRAFF (1882), Monographie der Turbellarien I. Rhabdocoelida.
- F. HERMANN (1897), Beiträge zur Kenntnis der Spermatogenese. Arch. f. mikr. Anat. Bd. L.
- V. HASWELL (1905), Studies on the Turbellaria. The Quart. Journ. of mikr. Science.
- O. JENSEN (1879), Die Struktur der Samenfäden. Bergen 1879.
- (1883), Recherches sur la spermatogénèse. Arch. de Biol. Tome IV.
- E. KORSCHOLT und K. HEIDER (1902), Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Tiere. Allgemeiner Teil. Jena.
- N. KOLTZOFF (1905), Studien über die Gestalt der Zelle. Arch. f. mikr. Anat. Bd. LXVII.
- M. v. LENHOSSÉK (1898), Untersuchungen über Spermatogenese. Arch. f. mikr. Anat. Bd. LI.
- ALEX. LUTHER (1904), Die Eumesostomina. Diese Zeitschr. Bd. LXXVII.
- F. MEVES (1897), Über Struktur und Histogenese der Samenfäden von Salamandra maculosa. Arch. f. mikr. Anat. Bd. L.
- (1899), Über Struktur und Histogenese der Samenfäden des Meerschweinchens. Arch. f. mikr. Anat. Bd. LIV.
- (1900), Über den von LA VALETTE ST. GEORGE entdeckten Nebenkern (Mitochondrienkörper) der Samenzellen. Arch. f. mikr. Anat. Vol. LVI.
- J. NUSBAUM (1900), Die Entstehung der Spermatozoen aus der Spermatide bei Helix lutescens. Anat. Anzeiger Bd. XVI.
- W. REPIACHOFF (1893), Zur Spermatologie der Turbellarien.
- G. RETZIUS (1905), Zur Kenntnis der Spermien der Evertebraten II. Biolog. Untersuchungen. Bd. XII.
- (1906), Die Spermien der Turbellarien. Biolog. Untersuchungen. Bd. XIII. Stockholm 1906.
- CHR. STRUCKMANN (1906), Eibildung, Samenbildung und Befruchtung von Stronylus filaria. Zool. Jahrb. Bd. XXII. Anat. Abt.
- F. SCHÄFER (1906), Spermatogenese von Dytiscus. Zool. Jahrb. Bd. XXIII. Anat. Abt. Heft 4.
- C. TÖNNIGES (1902), Beiträge zur Spermatogenese und Oogenese der Myriopoden. Diese Zeitschr. Bd. LXXXI.
- (1902), Zur Spermatogenese von Lithobius forficatus, in KORSCHOLT und HEIDER, Lehrbuch der vergl. Entwicklungsgesch., allgem. Teil.
- VEJDOVSKÝ (1895), Zur vergleichenden Anatomie der Turbellarien II. Diese Zeitschr. Bd. LX.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XVI.

Alle Figuren der Tafel sind nach Schnittpräparaten mit dem Zeichenprisma gezeichnet bei Anwendung von Comp.-Oc. 12 und Ölimmersion 1/12 von LEITZ. Färbung nach HEIDENHAIN, Nachbehandlung mit Eosin. Die Textfiguren wurden mit Benutzung von Comp.-Oc. 8 und Ölimmersion 1/12 gezeichnet.

Fig. 1. Telophase. Die beiden Tochterkerne haben sich entwickelt, nur noch wenige Chromosome vorhanden. An beiden Polen liegen je ein Centrosoma, das von der Sphäre umgeben wird. Zwischen den Kernen sind die Centralspindel-fasern noch sichtbar.

Fig. 2. Etwas ältere Telophase. Die beiden Zellen haben sich schon deutlich abgegrenzt.

Fig. 3—41. Umbildung der Spermatiden.

Fig. 3. Spermatide. Das Chromatin ist netzförmig über den ganzen Kern ziemlich gleichförmig verteilt. Das Centrosoma ist von Mitochondrienkörnern umgeben.

Fig. 4. Im Innern des Kernes treten einige Vacuolen auf, die zunächst noch von Kernsubstanz umgeben sind.

Fig. 5. Die Vacuolen werden immer größer.

Fig. 6—7. Sie verschmelzen allmählich miteinander, wodurch Chromatin und Achromatin aus dem Kerninnern nach dem Kernrande gedrängt wird. Das Innere stellt nunmehr eine große Vacuole dar.

Fig. 8. Dadurch ist am Kernrande ein relativ breiter Ring entstanden, in dem zunächst das Chromatin fein verteilt liegt.

Fig. 9. Das Chromatin schmilzt allmählich zu größeren Chromatinklümpchen zusammen, während der Ring bestehen bleibt.

Fig. 10. Diese wandern an die Peripherie des Kernes.

Fig. 11. Nach kurzer Zeit lösen sich die dickeren Chromatinbrocken wieder in feinere Körnchen auf und beginnen eine Wanderung ins Kerninnere.

Fig. 12—14. Dieser Prozeß schreitet immer weiter fort, so daß schließlich das meiste Chromatin nunmehr wieder im Kerninnern in feinen Klümpchen dicht nebeneinander liegt. (Fig. 4—14 stellen speziell die Umwandlung des Kernes dar.)

Fig. 15. Die Kernverhältnisse entsprechen denen der Fig. 10. Das Centrosoma hat an Größe etwas zugenommen, die Mitochondrienkörner haben sich zu einem Ringe zusammengelegt.

Fig. 16. Der Centralkörper tritt nunmehr als Doppelcentrosoma auf. Am distalen Centrosoma lagert der Mitochondrienkörper.

Fig. 17. Der Centralkörper wandert langsam gegen den Kern hin und verläßt dabei die Medianachse der Samenzelle.

Fig. 18. Das proximale Centrosoma dringt in den Ring ein. Am unteren Rande des Kernes lagern dunkel gefärbte Körnchen, die in das Cytoplasma ausgetrieben werden. (Chromatoide Gebilde.)

Fig. 19. Der ganze Centralkörper ist in die »chromatische Schicht« eingedungen, die an Umfang zugenommen hat und nunmehr sichelförmige Gestalt

zeigt. Die Chromatinkörner haben sich in Form eines stumpfen Kegels locker im Kerninnern angeordnet.

Fig. 20. Der Centrankörper nähert sich in schiefer Lage immer mehr dem Kernteil.

Fig. 21. Die chromatische Schicht nimmt an Umfang zu und streckt sich in die Länge. Die Chromatinkörner liegen jetzt dichter aneinander. Der Centrankörper hat sich wieder in der Medianachse der Samenzelle angeordnet.

Fig. 22. Das gesamte Chromatin hat sich verdichtet. Erste Anlage des Schwanzfadens sichtbar. Kernsaft infolge Chromatinverdichtung nach außen gedrängt.

Fig. 23. Der Kernteil beginnt Spindelform anzunehmen.

Fig. 24. Erstes Auftreten der Centrotheca. Der Mitochondrienkörper beginnt seine Wanderung nach dem proximalen Centrosoma.

Fig. 25. Die Auflockerung des Kopfteles beginnt, infolgedessen verschwindet allmählich der außen liegende Kernsaft.

Fig. 26. Die Centrotheca ist zwischen Kopfteil und chromatischer Schicht deutlich sichtbar.

Fig. 27. Die Centrotheca wandert am äußeren Kopfteil nach der Spitze zu.

Fig. 28. Die Centrotheca hat ihre endgültige Lage eingenommen. Die Auflockerung des Chromatins schreitet immer weiter fort.

Fig. 29. In dem länglichrunden Spitzenstück ist ein Stift entstanden.

Fig. 30. Das Spitzenstück zeigt Keilform. Der Mitochondrienring dehnt sich zu beiden Seiten des proximalen Centrosomas aus.

Fig. 31. Er umfließt auch das distale Centrosoma und bildet so einen Mantel um das Mittelstück. Das meiste Cytoplasma wird abgestoßen.

Fig. 32. Auflockerung des Chromatins ist beendet. Im Cytoplasmarest entsteht ein äußerst feiner Schwanzfaden.

Fig. 33. Längsstreckung des Kopfteles beginnt mit Abnahme des Querdurchmessers. Chromatinkörner sammeln sich an der Peripherie, während das Innere von Kernsaft erfüllt ist.

Fig. 34. Wachstum des Kopfteles schreitet fort.

Fig. 35. Erstes Auftreten der Spiralwindungen im Kopfteil. Die chromatische Schicht hat bedeutend an Größe zugenommen.

Fig. 36. Im Kopfteil grenzt sich eine obere, intensiv schwarze Partie von einer helleren ab, die regelmäßig Spiraldrehungen zeigt.

Fig. 37. In der chromatischen Schicht entstehen am äußeren Rande Vacuolen.

Fig. 38. Diese wandern in die nächste Umgebung des Kopfteles.

Fig. 39. Fließen hier zusammen.

Fig. 40. Bilden eine feine Schicht um den Kopfteil, während zugleich die chromatische Schicht ihre feineren Strukturen allmählich einbüßt.

Fig. 41. Reifes Spermatozoon von *Plagiostoma Girardi*.

Die Echinoderiden.

Von

Alexander Schepotieff

(St. Petersburg).

Mit Tafel XVII—XX.

I. Historisches.

Echinoderes wurde von DUJARDIN im Jahre 1841 und von LEUCKART im Jahre 1846 unabhängig voneinander entdeckt. Die erste Beschreibung hat DUJARDIN erst im Jahre 1851 veröffentlicht; den Namen *Echinoderes* gab er der Form, um ihre Ähnlichkeit mit den Echinorhynchen anzudeuten. LEUCKART, dessen Beschreibung erst im Jahre 1854 erschien, bezeichnete ihn bloß als eine besondere Dipterenlarve. CLAPARÈDE gab im Jahre 1863 eine sehr kurze Beschreibung der äußeren Körperform und des inneren Baues, soviel davon an Totalpräparaten erkennbar war. Auch METSCHNIKOFF veröffentlichte 1865 ebenfalls nur eine ganz kurze Beschreibung der allgemeinen Körperform.

Die ausführlichste Untersuchung des äußeren Körperbaues lieferte GREEFF im Jahre 1869. Vom inneren Bau konnte er an Totalpräparaten nur wenig erkennen. Er hat zuerst den Bau der vorderen Körperpartie, speziell des Oesophagus, den Verlauf der einzelnen Muskeln und den allgemeinen Bau der Gonaden beobachtet.

Die Angaben METSCHNIKOFFS vom Jahre 1870, PAGENSTECHERS von 1875 und PANCERIS von 1876 haben sehr wenig Neues zur Kenntnis des inneren Baues beigetragen. Diese Forscher betrachteten hauptsächlich die äußere Körperform und stellten einige neue Arten auf. PANCERI sprach zuerst die Meinung aus, daß die Echinoderiden eine Metamorphose haben, die durch eine Anzahl von Häutungen charakterisiert wird.

In den Jahren 1881 und 1883 erschienen vorläufige Berichte und 1885 die definitive Arbeit REINHARDS. Seine Untersuchungen sind die vollständigsten, die man beim Studium von Totalpräparaten erwarten

kann. Die innere Anatomie hat er auch an macerierten Exemplaren untersucht. Da er jedoch keine Schnitte gemacht hat, so konnten viele Fragen über die innere Organisation von ihm nicht entschieden werden. Auch die meisten von REINHARD als neu beschriebenen Arten scheinen bloß Häutungsstadien schon bekannter zu sein.

In den Jahren 1894 und 1896 veröffentlichte endlich ZELINKA zwei kurze Notizen als vorläufige Berichte über die Organisation und die Systematik des *Echinoderes*. Eine definitive Arbeit von ihm ist jedoch bis jetzt noch nicht erschienen.

Von allen erwähnten Forschern haben also nur die Arbeiten von GREEFF und REINHARD größere Bedeutung für die Betrachtung der inneren Organisation der Echinoderiden.

II. Die allgemeine Körperform.

Die Echinoderiden sind wurmförmige, gestreckte Tiere mit stets ventralwärts gebogenem hinteren Körperende (Fig. 1, Taf. XVII). Bei den jüngsten von mir beobachteten Stadien ist der ganze Körper nur mit einer dünnen Cuticula bedeckt. Während des Wachstums erleiden sie eine Metamorphose, welche mit einer Reihe von Häutungen verbunden ist. Mit dem weiteren Wachstum bilden sich auf der Körperoberfläche ziemlich dicke Cuticularplatten — eine Art von Panzer (*Pl* Fig. 19 u. 20; *Dp* Fig. 21, Taf. XVII). Infolge der regulären Anordnung dieser Platten kann man eine Art äußerer Gliederung deutlich erkennen (s^1 — s^{11} Fig. 1, Taf. XVII). Diese erstreckt sich aber nur auf den Panzer und nicht auf die Hypodermis oder die übrigen inneren Organe (*Hp* und *Pl* Fig. 19, Taf. XVII). Tiere, die auf einem mittleren Stadium der Entwicklung stehen, unterscheiden sich von den geschlechtsreifen durch eine schwächere Entwicklung der Panzerplatten und durch ihre infolgedessen schwer erkennbare Gliederung. Bei geschlechtsreifen Tieren bleibt die Cuticula nur an der vorderen Körperpartie und zwischen den Panzerplatten dünn und zart in Gestalt der sog. cuticulären Verbindungshäute (*Zr* Fig. 19 u. 20, Taf. XVII).

Sowohl an den jungen, als auch an den reifen Exemplaren beider Geschlechter kann man eine vordere Körperpartie oder den sog. Rüssel (*Rs* Fig. 1 u. 12, Taf. XVII), eine mittlere oder die Halsregion (*Hr* Fig. 12; *vHr* und *hHr* Fig. 1, Taf. XVII) und eine viel größere hintere, den Rumpf (*Rf* oder s^1 — s^{11}) unterscheiden.

Der Rüssel (*Rs* der Figuren¹) ist ein Bewegungsorgan des Körpers,

¹ *Rs* Fig. 1, 7, 12 u. 17, Taf. XVII; Fig. 1, Taf. XVIII; Fig. 13, Taf. XIX; Fig. 3 u. 4, Taf. XX.

indem er sich lebhaft aus- und einstülpt. Er kann sich vollständig ins Innere des Halses zurückziehen und ist daher nicht bei allen Exemplaren äußerlich erkennbar. An dem völlig ausgestülpten Rüssel kann man zwei Partien unterscheiden: eine vordere, breitere (*Rs* und *aHk* Fig. 1, Taf. XVII) und eine hintere, schmalere (*Ft*). An der Vorder Spitze des Rüssels liegt die Mundöffnung, die von mehreren Kreisen von Borsten und Zähnen (*aZk*) umgeben ist.

Die Halsregion, die bei kontrahierten Exemplaren die Vorderspitze des Körpers bildet, besteht ebenfalls aus zwei Partien: einer vorderen gewölbten, die von mehreren Kreisen langer, nach hinten gerichteter Stacheln und Borsten umgeben ist (*vHr* Fig. 1, 2 u. 4, Taf. XVII), und einer hinteren, deren Oberfläche mit Längsverdickungen der Cuticula oder Längsleisten versehen ist (*hHr* Fig. 1—5 u. 8 und *Hr* Fig. 7 u. 12, Taf. XVII). Diese Partie ist etwas schmaler als die vordere. Bei einigen Arten ist nur der Rüssel zurückziehbar, bei andern kann auch die vordere Partie des Halses sich einziehen (Fig. 3, 5 u. 8, Taf. XVII). Die Zahl der Stacheln, sowie deren Kreise variiert je nach den Arten.

Der Rumpf ist mit starken Panzerplatten bedeckt und äußerlich in elf Glieder geteilt (s^1 — s^{11} , Fig. 1, Taf. XVII; *I*—*XI* Fig. 12, Taf. XIX). Erst nach mehreren Häutungen, soweit ich es nach meinen in dieser Hinsicht nicht ganz vollständigen Beobachtungen beurteilen kann, tritt die scharfe Abgrenzung des Endgliedes auf. An vielen Exemplaren, sogar an solchen mit ziemlich gut entwickelten Geschlechtsorganen, ist das Endglied schwer zu unterscheiden, so daß es bei einigen Arten von den früheren Beobachtern überhaupt nicht erkannt wurde. Daher rühren die Meinungsverschiedenheiten über die Zahl der Glieder bei vielen Arten¹.

Der Rumpf ist stets ventralwärts gebogen und hat an seiner Ventralfläche in der hinteren Partie eine mehr oder weniger stark entwickelte Längseinsenkung, die sog. mediane ventrale Längsfurche (*vLf* Fig. 4, 6, 11 u. 12, Taf. XVII). Bei einigen Arten ist das Hinterende des Rumpfes stark dorsoventral abgeplattet (Fig. 11, Taf. XIX), während das vordere im Querschnitt kreisförmig ist (Fig. 23, Taf. XVIII). Auch ist, wie aus Fig. 7, Taf. XVII ersichtlich, das Hinterende des Rumpfes (bei *gp*) oft etwas breiter, als die mittlere Rumpfpartie (bei *sb*).

² So wurde es z. B. bei *Echinoderes Dujardini* von GREEFF (1869), bei *E. setigera* von GREEFF, bei *E. meridionalis* von PANCERI (1876), bei *E. monocercus* von GREEFF und METSCHNIKOFF (1870) und bei *E. spinosus* von PANCERI übersehen.

Die Gliederung ist je nach den Arten verschieden. Von den einzelnen Platten deckt jede vorhergehende die nachfolgende zum Teil dachziegelartig (Fig. 19—21, Taf. XVII; S^1 — S^6 Fig. 1—4, Taf. XX). Man kann eine dickere vordere Partie der Platten unterscheiden, die mit der Hypodermis direkt aufliegt, also die eigentliche Körperwand bildet (z. B. S^1 oder Pl Fig. 19, Taf. XVII) und eine dünnere hintere, frei auf der cuticulären Verbindungshaut und auf dem vorderen Teil der nächstfolgenden Platte liegende Partie ($Pstr$ Fig. 19 u. 20, Taf. XVII). Stets sind auch äußere Anhänge der Platten vorhanden.

Bei einigen Arten ist jedes oder nur das vorderste Glied von einem geschlossenen dicken Cuticularring, einer sog. ringförmigen Platte, bedeckt, deren Querschnitt entweder kreisförmig ist (S^1 Fig. 22; S^2 Fig. 23, Taf. XVIII) oder schwach ventral abgeplattet erscheint, oder endlich bloß eine mediane ventrale Längsrinne hat. Bei andern Arten haben die Glieder der hinteren Körperpartie eine halbkreisförmige Dorsalplatte (Dp Fig. 24, Taf. XVIII; Fig. 1—3 u. 22, Taf. XIX) und zwei kleinere flache Ventralplatten (Vp^1 , Vp^2 Fig. 24, Taf. XVIII). Da die Panzerplatten durch dünne Verbindungshäute zusammenhängen, so kann sich der Körper bei der Zusammenziehung verkürzen. Die Ventralplatten stoßen in jedem Glied stets dicht an die Dorsalplatten (Vb Fig. 24, Taf. XVIII; Fig. 22, Taf. XIX), weshalb sie die Breite und Dicke des Tieres nicht wesentlich verändern kann.

Die ventrale Medianfurche der hinteren Rumpfpattie entsteht dadurch, daß die beiden Ventralplatten eines Gliedes in einem ventral offenen Winkel gegen einander geneigt sind (vLf Fig. 4, 6 u. 23, Taf. XIX).

Als äußere Anhänge kann man unterscheiden: 1) kurze seitliche Vorsprünge der Plattenränder oder Stacheln, 2) lange Plattenvorsprünge oder von dem Panzer unabhängige Gebilde, Borsten, und 3) sehr dünne und feine Haare.

Länge, Dicke und Form der Borsten sind sehr verschieden. Man kann je nach der Lage unpaare mediane Dorsalborsten (Db Fig. 1, 3, 8—10, 12 u. 14, Taf. XVII; Fig. 1, Taf. XX), Seitenborsten (sb Fig. 1, 3, 4, 6, 8—11, Taf. XVII) und Ventralborsten ($Vbst$ Fig. 10, Taf. XVIII; Fig. 7, Taf. XX) unterscheiden. Am Endglied sind die für die Systematik wichtigen Endborsten in der Einzahl (Eb Fig. 8, 9, 12 u. 13, Taf. XVII) oder paarig (Eb Fig. 6, 10 u. 11, Taf. XVII) vorhanden. Bei einigen Arten werden sie noch von Nebenborsten (Nb Fig. 1, 6, 7, 10 u. 13, Taf. XVII) begleitet, die stets kürzer und schwächer sind, als die immer ziemlich dicken und langen Endborsten, deren Länge die des gesamten Rumpfes erreichen kann. Die Borsten,

welche von den Panzerplatten unabhängige Gebilde darstellen, sitzen mit ihrer knopfartig erweiterten Basis oder Kopf (*Vd* Fig. 7, Taf. XX) in besonderen Vertiefungen der Platten oder Borstentaschen (*Bt*).

Am Körper finden sich zehn Öffnungen. Neben dem Mund (*Mh* Fig. 7 u. 11, Taf. XVIII) und dem After (*A* Fig. 10 u. 11, Taf. XVIII), sowie den zwei seitlich im Endglied liegenden ventralen Genitalporen (*gp* Fig. 6 u. 7, Taf. XVII; Fig. 9, Taf. XIX) sind nämlich noch drei Paar Excretionsöffnungen vorhanden, die an den beiden Seiten der Dorsalplatten des zweiten (*Pp*¹ Fig. 1, Taf. XX), des fünften (*Pp*² Fig. 4, Taf. XX) und des zehnten Gliedes (*Pp*³ Fig. 10, Taf. XX) liegen.

Der ganze Körper der reifen Tiere ist mehr oder weniger gelb, seltener bräunlich gefärbt. Jüngere, unreife Exemplare mit dünnem Panzer und undeutlicher Gliederung sind blaß, ja oft ganz farblos. Auch das Hinterende ist bei noch nicht ganz reifen Tieren schwächer gefärbt, als die vordere Körperhälfte.

Die Echinoderiden sind ausschließlich kriechende Meeresbewohner. Sie bewegen sich hauptsächlich vermittels rascher Aus- und Einstülpungen des Rüssels und bei vielen Arten auch der vorderen Halspartie, wobei die Stachelkreise dieser Regionen als Bewegungsorgane funktionieren. Gleichzeitig krümmt sich auch der übrige Körper beständig wurmförmig hin und her, wobei die Borsten, besonders die Endborsten, auch als Bewegungsorgane dienen können.

Die Größe der Echinoderiden ist sehr gering. Die größte Art, *Echinoderes Dujardinii*, erreicht bei ausgestülptem Rüssel, ohne Endborsten, etwa 0,5 mm, kann also mit bloßem Auge erkannt werden. Die kleinsten, z. B. *E. lanuginosa*, werden nur 0,1 mm lang. Dadurch erklärt es sich, daß sie so lange Zeit unbekannt blieben.

Die Konservierung ist wegen der geringen Durchlässigkeit des Panzers äußerst schwierig. Sie wird durch die geringen Dimensionen der Tiere noch weiter erschwert. Zur Herstellung von histologischen brauchbaren Schnitten muß man die Tiere vor dem Einbetten unbedingt quer durchschneiden, da der Panzer für Paraffin undurchlässig ist. Nach mehrmonatigen vergeblichen Versuchen fand ich, daß für ganze Tiere nur die Fixierung mit heißem Sublimatalkohol oder mit GILSONscher Flüssigkeit (bei etwa 35° C) geeignet ist. Die Tiere sterben darin in ausgestrecktem Zustande. Beim Fixieren mit kalten Flüssigkeiten ziehen sie sich größtenteils ein. Vor der Übertragung in Alkohol muß entweder das Endsegment oder der Rüssel abgeschnitten werden. Da die ungefärbten Tiere wegen ihrer geringen Dimensionen in Paraffin

unsichtbar sind, wurden sie in toto sehr stark gefärbt. Am geeignetsten hierfür fand ich KLEINENBERGS Hämatoxylin.

Die im folgenden gegebene Beschreibung der inneren Organisation ist fast ausschließlich auf Untersuchungen an *Echinoderes Dujardinii* begründet, der eine der häufigsten und größten Arten ist. Die übrigen Arten wurden nur in Totalpräparaten untersucht.

An dieser Stelle erlaube ich mir allen Herren, die mir bei dem Sammeln des Materials und dessen Bearbeitung freundlichst beigestanden haben, meinen besten Dank auszusprechen. Ganz speziell danke ich Herrn Dr. LO BIANCO für seine Hilfe beim Einsammeln der Echinoderiden von Neapel; meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. O. BÜTSCHLI, in dessen Laboratorium ich meine Untersuchungen fortgesetzt habe, spreche ich meinen aufrichtigsten Dank aus für die freundliche Hilfe und den ständigen Rat, mit welchem er meine Arbeit unterstützte. Herrn Prof. SCHUBERG bin ich für viele Ratschläge sehr verpflichtet.

III. Arten und geographische Verbreitung.

In vorliegender Arbeit beabsichtige ich die Systematik der Echinoderiden kurz zu betrachten. Mein Material, das für die Untersuchung des inneren Baues sehr reich und gut war, ist nicht so mannigfaltig an Arten, um die Angaben der früheren Forscher in betreff sämtlicher bisher bekannter Arten von Echinoderiden zu prüfen.

Die allgemeine Körperform des Tieres unterliegt bei den Häutungen keinen wesentlichen Veränderungen. Das kann man aber nicht von den sekundären Speciesmerkmalen sagen, z. B. der Zahl der Borsten oder Haare. Bevor der Entwicklungsgang sämtlicher bekannter Arten bekannt ist, muß man sich mit einer provisorischen Klassifikation der Echinoderiden-Arten begnügen. Da mit der Metamorphose der Chitinpanzer immer dicker und dunkler gefärbt wird, muß man bei der Beschreibung neuer Arten mit dünner, farbloser oder sehr schwach gefärbter Hülle und schwer erkennbaren Segmentgrenzen sehr vorsichtig zu Werke gehen. Besonders verdächtig erscheinen mir einige von REINHARD (1885) beschriebene Arten mit sehr dünnem farblosen Panzer und undeutlicher Segmentierung (*Echinoderes pellucidus*, *E. parvulus*, *E. dubius*, *E. ponticus*, *E. Metschnikowii* und *E. aceracus*). Auch die von PANCERI (1876) als neu angesehenen Arten (*Echinoderes meridionalis*, *E. minutus*, *E. eruca* und *E. spinosus*) sind zu oberflächlich und ungenau beschrieben, um sie als selbständige Arten bezeichnen zu können. Von den bis jetzt beschriebenen 22 Arten von *Echinoderes*, abgesehen von den oben

erwähnten, scheinen auch noch *E. brevispinosus*, *E. incertus* und *E. Pagenstecherii* nicht besondere Arten zu sein.

Die von ZELINKA (1896) vorgeschlagene Teilung in zwei Hauptgruppen: Homalorhagae, die den Rüssel und die vordere Partie des Halses zurückziehen können, und Cyclorhagae, die nur den Rüssel zurückziehen können, vermag ich, aus Mangel an genügendem Material einerseits und wegen der zu kurzen Angaben des Autors andererseits, nicht hinreichend zu beurteilen. Ich begnüge mich darum zunächst mit einer vorläufigen Einteilung in zwei Gruppen. Zur ersten stelle ich die Arten mit zwei großen Endborsten (*Bicerca*), zur zweiten die mit nur einer (*Monocerca*). Folgende Arten habe ich beobachtet:

a. Arten mit zwei Endborsten (*Bicerca*).

Die beiden ersten Glieder ungeteilt. Die Endborsten sind wahrscheinlich bei allen *Bicerca* freibeweglich, von den Panzerplatten und der Cuticula unabhängige Gebilde und mit zwei kurzen Muskeln versehen.

1) *Echinoderes Dujardini* Claparède (1863).

Diese Art ist von der rechten Seite in Fig. 1, Taf. XVII, von der ventralen in Fig. 4 und von der dorsalen in Fig. 3 dargestellt. Alle Stadien der Rüsselzurückziehung sind in Fig. 2, 4 u. 5 wiedergegeben.

Die ventrale Medianfurche (*vLf* Fig. 4) beginnt vom dritten (s^3), deutlich aber erst vom vierten Glied. Die vordere Rumpfpattie ist im Querschnitt kreisförmig (Fig. 22, 23, Taf. XVIII).

Mediane unpaare Dorsalborsten am vierten bis achten Glied (*Db* Fig. 1 u. 3). Die vorderen sind kürzer als die hinteren.

Paarige Seitenborsten (*sb* Fig. 1, 3, 4 u. 6), ventral gerichtet, an den Rändern des zweiten (s^2 , Fig. 1; *sb'* Fig. 3) und sechsten bis zehnten Gliedes. Sie sind von den Panzerplatten unabhängige Gebilde; ihre Basalknöpfe sind an den äußersten Rändern der dorsalen Platten angeheftet (*Sb* Fig. 13, Taf. XX). Auf der vorderen Partie der Platten sind zahlreiche sehr feine, kurze Haare in Kreisen angeordnet, besonders deutlich auf der Dorsalseite des Körpers; sie stehen in je zwei Querreihen auf jeder Platte (*Hk* Fig. 16a, Taf. XVII).

Das Endglied ist schmal (s^{11} Fig. 6, Taf. XVII) und nicht immer gut zu sehen (Fig. 4).

Zwei große Endborsten (*Eb* Fig. 6) mit je einer Nebenborste (*Nb*), die außen an der Körperseite liegen.

Der ganze Körper ist lebhaft gelb gefärbt.

Vorkommen. *E. Dujardini* ist eine der verbreitetsten Arten und in Bergen, Helgoland, an den Küsten des Kanals (Tréport, Nieuport, Ostende), in St. Vaast, Neapel, Salerno, Ischia, Brindisi, Rovigno und Odessa beobachtet worden.

2) *Echinoderes setigera* Greeff (1869). Fig. 11, Taf. XVII.

Das Hauptmerkmal ist das Vorhandensein nach hinten gerichteter Haare auf jedem Segment, die auf glänzenden Knöpfchen sitzen und viel größer sind, als die von *E. Dujardini*. Sie sind in Querringen angeordnet, auf den vorderen Segmenten in zweien, auf den hinteren in mehreren.

Mediane unpaare Dorsalborsten am vierten bis siebenten Glied. Die vorderen sind bedeutend kürzer als die hinteren.

Paarige Seitenborsten auf dem zweiten und fünften bis elften Glied.

Zwei Endborsten (*Eb*) ohne Nebenborsten. Die Seitenborsten des elften Gliedes sind lang und ähneln bei schwacher Vergrößerung etwas den Nebenborsten (*sb*).

Vorkommen: Bergen, Ostende (selten).

3) *Echinoderes meridionalis* Panceri (1876). Fig. 10, Taf. XVII¹.

Der Panzer ist ziemlich dünn und schwach gefärbt. Sämtliche von mir beobachteten Exemplare besitzen jedoch reife Geschlechtsorgane, waren also keine Häutungsstadien.

Mediane unpaare Dorsalborsten auf dem vierten bis neunten Glied, die von vorn nach hinten sehr stark an Länge zunehmen (*Db*). Die letzte Borste ist etwa viermal länger als die vorderste.

Paarige ventrale Seitenborsten (*sb*) auf dem fünften bis zehnten Glied.

Zwei Endborsten (*Eb*) mit je einer Nebenborste (*Nb*) an ihrer Außenseite.

Vorkommen: Neapel, Ischia, Rovigno (häufig).

4) *Echinoderes Sieboldii* Pagenstecher (1875). Fig. 7, Taf. XVII.

Diese Art, welche sehr an *E. Dujardini* erinnert, ist durch das Fehlen der unpaarigen medianen Dorsalborsten charakterisiert.

¹ Wie ich in meinem vorläufigen Berichte (SHEPOTIEFF, 1907) erwähne, gleicht die von mir gefundene Form von allen bekannten Arten am meisten dem von PANCERI (1876) sehr oberflächlich beschriebenen *E. meridionalis*, weshalb ich sie auch mit diesem Namen bezeichne. Das Endsegment und die Teilung des dritten bis elften Segments wurden von PANCERI nicht erkannt.

Zwei Endborsten mit je einer ventral liegenden Nebenborste (*Nb*).
 Paarige seitliche Stacheln auf dem ersten bis zehnten Glied (*sb*).
 Auf dem elften Glied steht ein Paar langer Seitenborsten.
 Vorkommen: Balearen, Neapel, Ischia (selten).

Von weiteren Arten mit zwei Endborsten wurden noch folgende beschrieben: *E. borealis* Greeff, *E. canariensis* Greeff, *E. pellucidus* Reinh., *E. ponticus* Reinh., *E. dentatus* Reinh., *E. parvulus* Reinh., *E. dubius* Reinh., *E. incertus* Pagst. (Reinhard). Nur die beiden ersten scheinen keine Larvenstadien zu sein. Diese Arten sind in der Nordsee, an den Küsten des Kanals, an den Kanarischen Inseln und in Odessa beobachtet worden. *E. incertus* wurde von REINHARD (1885) nur nach der kurzen Beschreibung PAGENSTECHERS (1875) als neue Art bezeichnet. PAGENSTECHER selbst hielt sie für ein Häutungsstadium von *E. Sieboldii*.

b. Arten mit einer Endborste (*Monocerca*).

Der After liegt median ventralwärts von der Endborste. Die Endborsten und die Nebenborsten sind unbewegliche Auswüchse der Dorsalplatte des Endgliedes.

5) *Echinoderes spinosus* Panceri (1876). Fig. 12 u. 13, Taf. XVII.

Unter diesem Namen hat auch REINHARD (1885) eine Art beschrieben, ohne zu wissen, daß PANCERI schon 10 Jahre vorher (1876) eine andre Form als *E. spinosus* bezeichnet hatte. Soweit es sich aber nach den Beschreibungen beider Beobachter beurteilen läßt, handelt es sich hier zufällig in der Tat um eine und dieselbe Species. Die kleineren Unterschiede kann man lediglich auf die Unvollständigkeit von PANCERIS Untersuchungen zurückführen.

Nur das erste Glied ist ungeteilt, alle übrigen bestehen aus einer dorsalen und zwei ventralen Platten.

Unpaare mediane Dorsalborsten (*Db*) auf dem vierten bis neunten Glied, die sich von vorn nach hinten sehr stark verlängern. Paarige ventrale Seitenborsten auf dem sechsten bis neunten Glied.

Eine lange Endborste (*Eb*) mit zwei Paar Nebenborsten (*Nb*¹ und *Nb*²), die an den Seitenrändern des Endglieds dicht nebeneinander entspringen. Zwischen den Nebenborsten und der Endborste bildet der hintere Rand des Endglieds je eine kurze seitliche Vorbuchtung mit einer Reihe kurzer Haare.

Vorkommen: Neapel, Ischia, Odessa (häufig).

6) *Echinoderes monocercus* Claparède (1863). Fig. 9, Taf. XVII.

Das Hauptmerkmal dieser Art bildet der Mangel der Panzerteilung in dorsale und ventrale Platten. Die vorderen Glieder sind ungeteilte, geschlossene, im Querschnitt kreisförmige Ringe. Die hinteren Glieder sind dorsoventral schwach abgeplattet und lassen nur einen medianen ventralen Längsspalt erkennen.

Unpaare mediane Dorsalborsten (*Db*) auf dem dritten bis zehnten Glied, verlängern sich etwas, jedoch unbedeutend, von vorn nach hinten.

Paarige ventrale Seitenborsten auf dem achten bis zehnten Glied.

Eine Endborste mit einem Paar Nebenborsten ventral von ihnen (*Nb*). Das von GREEFF (1869) angegebene zweite oder vordere Paar Nebenborsten sind die paarigen ventralen Seitenborsten des zehnten Glieds (*sb*).

Vorkommen: Bergen, Helgoland, St. Vaast, Salerno (selten).

7) *Echinoderes lanuginosus* Greeff (1869). Fig. 8, Taf. XVII.

Diese Art besitzt eine ziemlich lange Behaarung; alle Segmente sind mit mehreren, bis etwa 15—20 Reihen feiner nach hinten gerichteter Härchen bewachsen, deren Länge nach hinten etwas zunimmt. Auf jedem Glied ist noch ein Paar starrer, dicker unbeweglicher Seitenborsten vorhanden (*sb*).

Unpaare mediane Dorsalborsten (*Db*), die sich von vorn nach hinten bedeutend verlängern, sitzen auf dem fünften bis zehnten Glied.

Die Endborste (*Eb*) hat keine Nebenborsten.

Vorkommen: Bergen, Nordsee (sehr selten).

Als Arten mit einer Endborste wurden noch folgende Arten beschrieben: *E. eruca* Panc., *E. minutus* Panc., *E. Kowalewskii* Reinh. und *E. Pagenstecherii* Reinh. Die beiden ersteren ähneln sehr dem *E. monocercus* und stammen aus Ischia, die übrigen aus Odessa. Die letztere wurde von REINHARD (1885) nur nach Beschreibungen PAGENSTECHEERS als besondere Art bezeichnet. PAGENSTECHEER (1875) meinte eine Jugendform von *E. Sieboldii* vor sich zu haben.

Von einer dritten Arten-Gruppe, *Acerca*, bei denen die Endborsten fehlen, wurden bis jetzt *Echinoderes acerca* Reinh. (1885) und *E. Metschnikowii* Reinh. bekannt. Da bei der ersten Art, die ich beobachten konnte (Fig. 14, Taf. XVII), einerseits statt Seitenspitzen ein Paar sehr kleiner Borsten (*Eb*) vorhanden sind, und da andererseits bei beiden Arten der Panzer sehr dünn und die Gliederung undeutlich ist, so halte ich es für

wahrscheinlich, daß sämtliche *Acerca* nur Jugendstadien von *Bicerca* darstellen.

VANHÖFFEN (1905) bemerkt in einem vorläufigen Bericht über die zoologischen Ergebnisse der deutschen Südpolar-Expedition, daß *Echinoderes* von ihm einerseits auf der Winterstation des »Gauß« (Lat. 65° 47' s., Long. 87° 57' ö. Gr., Tiefe 385 m) unweit des Antarktischen Kontinents, anderseits bei den Kerguelen beobachtet wurde.

Aus der Übersicht der Verbreitung sowohl, als auch aus den Angaben VANHÖFFENS ist ersichtlich, daß die Echinoderiden Kosmopoliten sind. An den von mir besuchten Fundorten (Bergen, Rovigno, Brindisi, Neapel) treten sie hauptsächlich in seichteren Gewässern oder nur zwischen ganz kleinen Algen auf. Selten habe ich sie in der Region der großen Algen beobachten können. In den norwegischen Fjorden kommen die Echinoderiden häufig nur bis zur Tiefe von etwa 100 m vor. In Neapel sind sie besonders nur im Porto di Mergellina bis zur Tiefe von 2—3 m häufig.

IV. Körperwand und Chitinpanzer.

Die dünne Cuticula bleibt bei den geschlechtsreifen Tieren, abgesehen von den Verbindungshäuten der Rumpflplatten (*Zr* Fig. 19 u. 20, Taf. XVII) nur an der vorderen Halspartie (*vHr* Fig. 18, Taf. XVII; *Cut* Fig. 17, Taf. XVIII), an der hinteren Partie des Rüssels und um die Mundöffnung erhalten. Sie ist stark färbbar und liegt fast überall unmittelbar auf den Zellen der Körperwand (Hypodermis). An den seitlichen Wänden der vorderen Rüsselpartie ist sie bedeutend dicker (*Cut* Fig. 7, Taf. XVIII).

Die erste Panzerplatte des Rumpfes, welche bei allen Arten ringförmig ist, zeigt in ihrer gesamten Länge fast die gleiche Dicke (*s*¹ Fig. 19, Taf. XVII; Fig. 20, Taf. XIX). Nur ihre hintere, freie Partie ist dünn. Diese Platte läßt eine deutliche Längsstreifung erkennen. Die Platten der übrigen Glieder, welche nie ringförmig sind, besitzen einen stark angeschwollenen vorderen Rand, die vordere Verdickung (*iVd* Fig. 19—21, sowie 16*a*, Taf. XVII; Fig. 22, Taf. XIX), während der hintere, freie Rand stets dünn ist (*Pstr* Fig. 19 u. 20, Taf. XVII). In der Mitte schwellen die Platten noch etwas an, die mittlere Verdickung (*mvd* Fig. 16*a*, 20 u. 21, Taf. XVII). Alle diese Verdickungen sind gegen das Innere des Körpers gerichtet und sind ihrer ganzen Länge nach fast gleich breit. Da, wo die dorsalen und ventralen Platten zusammenstoßen, fehlen solche Verdickungen (*Vb* Fig. 24, Taf. XVIII).

Abgesehen von den erwähnten Verdickungen, treten manchmal auf

der Oberfläche der Platten, besonders in den hintersten Gliedern, ovale oder gebogene Wülste, spirale Anhänge und andre äußere Verdickungen auf (z. B. bei *E. setigera*).

Alle Platten sind, je nach der Species, mit einer oder mehreren Querreihen sehr feiner kurzer Härchen besetzt. Eine Reihe beobachtete ich bei *Echinoderes meridionalis* und *E. Sieboldii*, mehrere (zwei bis zehn) dagegen konnte ich bei *E. Dujardini* (*Hk* Fig. 16a, Taf. XVII), *E. setigera* und *E. spinosus* beobachten. Die dünnen Hinterränder der Platten zeigen schon bei schwacher Vergrößerung eine sehr deutliche Längsstreifung (*Pstr* Fig. 6 u. 16a, Taf. XVII). Bei genauerer Betrachtung erscheinen die Längsstreifen als dicht nebeneinander liegende äußere längsgerichtete Verdickungen der dünnen Plattenränder. Sie liegen auf deren beiden Flächen (Fig. 16b, Taf. XVII).

Die cuticularen Verbindungshäute des Rumpfes verlaufen von der inneren Fläche der mittleren Verdickungen einer Platte zu der vorderen Verdickung auf der nächstfolgenden (*Zr* Fig. 19, Taf. XVII).

An den zusammenstoßenden Rändern der Ventralplatten sind ziemlich hohe innere Verdickungen (seitliche Verdickungen; *svd* Fig. 1, 3 u. 23, Taf. XIX) vorhanden, die direkte Fortsetzungen der vorderen Verdickungen sind (*iVd* Fig. 6, Taf. XVII; Fig. 22, Taf. XIX). Auf Querschnitten erscheinen sie als hohe, schief nach Innen divergierende Längsleisten. In der hierdurch gebildeten inneren Längsrinne des Panzers verläuft der ventrale Nervenstrang (*vN* Fig. 1 u. 23, Taf. XIX).

Die Platten des Endgliedes unterscheiden sich von den übrigen Platten durch das Fehlen der vorderen Verdickungen (*Vp* u. *Dp* Fig. 7—9, Taf. XX). Nur bei *Echinoderes setigera* treten letztere auf (*iVd* Fig. 11, Taf. XVII), während bei den übrigen Arten bloß die seitlichen Verdickungen der Ventralplatten vorhanden sind (z. B. Fig. 6, Taf. XVII). Statt der vorderen Verdickungen erleiden die Ränder der Platten an einigen Stellen eine Umbiegung nach dem Innern. Dadurch erklärt sich die Schwierigkeit, auf Totalpräparaten das betreffende Glied von dem vorhergehenden zu unterscheiden. Die hinteren Ränder der Platten des Endsegmentes liegen ziemlich genau übereinander und bilden das hintere Körperende. Sie sind durch eine dünne Cuticularschicht miteinander verbunden. Bei vielen Arten (z. B. *Echinoderes Dujardini*) ist die ventrale Endplatte an einigen Stellen etwas länger und dünner als die dorsale, und besitzt mehr zugespitzte Fortsätze (*Pstr* Fig. 6, Taf. XVII) als letztere. In der Höhe dieser Auswüchse liegen beide Platten mit ihren hier sehr stark nach dem Innern zu verdickten Hinterrändern dicht aufeinander (*Dp*, *Vp* Fig. 8, Taf. XX). In der

Ebene zwischen beiden, hier schon sehr dünnen Hinterrändern der dorsalen und ventralen Endplatte (*Dp*, *Vp* Fig. 9, Taf. XX), stülpt sich die cuticuläre Verbindungshaut häufig ins Innere hinein und bildet eine Art Blindtasche mit gefalteten Wänden (*Esh*). Solche Blindtaschen können bei einigen Arten tief bis zur vorderen Partie des Endglieds reichen, so daß der After in diese Blindtasche mündet (*Esh* Fig. 6, Taf. XX). Bei andern Arten liegt der After terminal (*A* Fig. 10, Taf. XVIII), und die erwähnten Einstülpungen liegen beiderseits von ihm, als zwei getrennte Blindtaschen.

Bei allen Echinoderiden mit zwei Endborsten (*Bicerca*) stehen an beiden Seiten, wo die Endborsten angeheftet sind, die Platten des Endglieds in der Dorsoventralrichtung weit voneinander ab. Die cuticuläre Verbindungshaut bildet hier je eine tiefe Einstülpung oder Tasche ins Innere, wo der Kopf der Endborste liegt (Borstentasche, *Bt* Fig. 7, Taf. XX).

In der dicken proximalen Region der Endborsten der *Bicerca* ist ein innerer Axialkanal leicht zu erkennen (*Ax*), der sich im Borstenkopf stark erweitert. Er verläuft bis in die distale Region der Endborste, wo er als feine Längslinie erscheint.

Die Substanz der Panzerplatten, die für Reagenzien sehr schwer durchgängig ist, läßt eine feine Längsstreifung deutlich erkennen. Besonders deutlich ist diese an dickeren Stellen. Wegen der geringen Dicke der Platten vermag man keine andre Struktur nachzuweisen. Die Platten färben sich schwer mit DELAFIELDSchem Hämatoxylin, Eosin und Boraxkarmin, leicht dagegen mit KLEINENBERGS Hämatoxylin und Methylenblau.

Den Häutungsprozeß der Echinoderiden konnte ich nicht genauer verfolgen. Er tritt nur an den dicken Panzerplatten, d. h. am Rumpf und an der hinteren Halspartie, nicht aber an der vorderen Halspartie und dem Rüssel auf. Die neue Cuticular- und Panzerschicht entsteht unter der früheren, die noch eine Zeitlang auf der neuen hängen bleibt (*Ht* Fig. 15, Taf. XVII).

Die unter der Cuticula und den Panzerplatten liegende Hypodermis (*Hp* der Figuren, z. B. Fig. 19 u. 21, Taf. XVII usw.¹) erscheint als eine ununterbrochene protoplasmatische, faserig-körnige Schicht, in welcher zahlreiche Kerne liegen; Zellgrenzen sind nicht erkennbar. Am dicksten ist die Hypodermis im Rüssel und der hinteren Partie des Rumpfes (*Hp* Fig. 4, 5 u. 7, Taf. XIX). In der mittleren Rumpfpattie

¹ *Hp* Fig. 2, 12, 15—17, 20—22 u. 25, Taf. XVIII; Fig. 2, 4, 5, 7, 18—20, 22 u. 23, Taf. XIX; Fig. 1, 3, 4, 11, 15 u. 22, Taf. XX.

erscheint sie als eine überall gleich dicke Schicht, ohne eine Spur von Gliederung, wie dies REINHARD (1885) irrtümlicherweise angab.

V. Allgemeines über Rüssel und Halsregion.

Die Mundöffnung liegt terminal an der Spitze des Rüssels als eine kreisförmige trichterähnliche Vertiefung. Die Ränder der Öffnung bilden lappenförmige Fortsätze oder Lippen (*Lk* Fig. 3, 7 und 15, Taf. XVIII), an denen sich kurze Börstchen befinden; dieselben sind einfache cuticuläre Verdickungen. Die Zahl der Lippen beträgt bei *Echinoderes Dujardini* etwa zehn.

Von den inneren Wänden der Lippen entspringen besondere kurze Zähne, die in einem Kreise angeordnet sind; sie bilden den inneren Zahnkreis (*iZ* Fig. 2, 7, 13 u. 14, Taf. XVIII; Fig. 3 u. 4, Taf. XX). Diese Zähne sind einfache zugespitzte stachelartige Gebilde, deren proximale Partien stark angeschwollen sind. Ihre Zahl wechselt je nach der Art (neun bei *Echinoderes Dujardini*). Ihre distalen Spitzen ragen weit über die Stacheln der Lippen hinaus.

Auf der Außenseite der Lippen, um die Vorderspitze des Rüssels erhebt sich ein Kreis äußerer Zähne (*aZk* Fig. 1, Taf. XVII; Fig. 7, 13, Taf. XVIII usw.¹). Sie sind sehr lang und aus verschiedenen Teilen zusammengesetzt. Jeder Zahn besteht aus einem langen, dicken Hauptstamm (*aZ* Fig. 1 u. 6; *aZk* Fig. 7, Taf. XVIII) und aus einem sich verschmälernden, lanzettförmigen Endgliede (*Eg*). Die Zahl dieser Zähne variiert je nach den Arten; neun bei *Echinoderes Dujardini*, sechs bei *E. Sieboldii*, zwölf bei *E. meridionalis*.

Der Hauptstamm der äußeren Zähne ist hohl, mit einem Axialkanal (*Ax* Fig. 6 u. 14, Taf. XVIII). Die Endglieder sitzen in kleinen Vertiefungen der Vorderenden des Hauptstammes. Zur Basis jedes Zahns zieht längs der Rüsselwand ein besonderer Muskel (Zahnmuskel; *ZM* Fig. 4, 6 u. 7, Taf. XVIII), der in den Axialkanal feine Muskelfibrillen bis zur Basis der Endglieder sendet. Letztere sind also frei beweglich und können als Haftorgane bezeichnet werden. Die Zahn-muskeln heften sich zum größeren Teil um die Basis der Hauptstämme, so daß auch diese sich in der Richtung der Lippenränder bewegen können.

Die Cuticula des Rüssels bildet von der Basis der Zähne ab besondere Längsverdickungen, die bis zur hinteren Rüsselpartie herabziehen (*Lvd* Fig. 1, 15 u. 16, Taf. XVIII).

¹ *aZk* Fig. 1, 4, 7 u. 17, Taf. XVII; Fig. 2, 4, 7, 13, u. 14, Taf. XVIII; Fig. 13 u. 15, Taf. XIX; Fig. 2 u. 4, Taf. XX; *aZ* Fig. 1 u. 6, Taf. XVIII.

Außerhalb des Zahnkreises, in der Höhe der breitesten Stelle der vorderen Rüsselpartie, findet sich ein (bei *Echinoderes Dujardini*) oder mehrere (z. B. bei *E. meridionalis*) Kreise feiner Haare (äußerer Haarkreis, *aHk* Fig. 1, Taf. XVII; Fig. 7, Taf. XVIII; Fig. 3, Taf. XX) angeordnet.

Um die hintere Region des völlig ausgestülpten Rüssels bildet die Cuticula eine ringförmige, hohle, kragenartige Falte (Cuticularfalte; *Ft* Fig. 1 Taf. XVII; Fig. 5 u. 7, Taf. XVIII).

Die vordere Partie der Halsregion, welche mit Stachelkränzen besetzt ist, ist bei ausgestreckten Tieren stets schwach gewölbt (*vHr* Fig. 1, 2 u. 4, Taf. XVII) und im Querschnitt ganz kreisrund (Fig. 18, Taf. XVIII). Die Zahl der Stacheln und Stachelkränze variiert je nach den Arten. Bei *Echinoderes Sieboldii* ist bloß ein Kranz sehr großer Stacheln vorhanden, bei *E. Dujardini* (Fig. 18, Taf. XVII) finden sich fünf Kränze von je 33—35 Stacheln und Borsten.

Der vordere Stachelkranz besteht bei *Echinoderes Dujardini* aus kurzen Ausläufern der Cuticula (erster Borstenkreis, *Br*¹). Zwischen der Rüsselbasis und diesem Kranze ist die Cuticula der Halspartie ziemlich glatt und dünn (*vHr*). Hinter dem ersten Borstenkranz liegen ziemlich dicht nebeneinander drei Kränze großer Stacheln (*skr*¹, *skr*², *skr*³)¹. Jeder Stachel enthält eine Zelle, die ungefähr $\frac{3}{4}$ seiner Länge erreicht, während die distale Partie eine lange solide Spitze bildet. Die Kerne der Zellen liegen in den proximalen Partien der Stacheln. Der hinterste (fünfte) Kranz besteht aus kurzen, einfachen Borsten, die denjenigen des ersten Kranzes gleichen (zweiter Borstenkranz, *Br*²). Die Oberfläche der vorderen Halspartie, zwischen den Borsten und den Stacheln, ist mit einer ganz dünnen Cuticula bedeckt. Die Grenze zwischen der vorderen und der hinteren Halspartie erscheint als schmale Querlinie (*Ql* Fig. 2 u. 4, Taf. XVII; Fig. 1, Taf. XX).

Die Cuticula der hinteren Halspartie besitzt eine Anzahl ziemlich breiter Längsverdickungen oder Längsleisten (*Ll* Fig. 20 u. 21, Taf. XVIII usw.²), deren Dicke derjenigen der Panzerplatten des Rumpfes gleich ist (*hHr* u. *s*¹ Fig. 18, Taf. XVII; Fig. 20, Taf. XIX; Fig. 4, Taf. XX). Äußerlich sind diese Längsleisten ganz flach, nach Innen dagegen stark gewölbt (*Ll* Fig. 18, Taf. XIX). Auf Querschnitten erscheinen diese Wölbungen wie Halbkreise. In ihrer hinteren Region

¹ S. auch *skr*¹ Fig. 17 u. *skr*¹⁻³ Fig. 2, Taf. XVII; *skr*¹ Fig. 7, 17 u. 19, Taf. XVIII; Fig. 13, 14, 18 u. 20, Taf. XIX; Fig. 1—5, Taf. XX.

² *Ll* Fig. 2 u. 5, Taf. XVII; Fig. 20 u. 21, Taf. XVIII; Fig. 18 u. 21, Taf. XIX; Fig. 1, Taf. XX; auch *hHr* Fig. 14, Taf. XIX.

sind diese Längsleisten ganz flach und doppelt so breit als in der vorderen Region (*Ll* Fig. 21, Taf. XVIII usw.), wo sie durch tiefe Längsrinnen (*Lr* Fig. 20, Taf. XVIII usw.¹) voneinander getrennt sind. Ihre schräg zueinander stehenden Wände werden von einer ziemlich dicken Cuticula gebildet. Diese Wände gehen ohne erkennbare Grenzen in die Längsleisten über. Vor dem vorderen Rande des ersten Rumpfgliedes werden die Längsrinnen sehr schwach und sehen auf dem Querschnitt wie kleine dreieckige innere Verdickungen aus, die zwischen den breiten, nach Innen konvexen Längsleisten liegen (*Vd* Fig. 21, Taf. XVIII). Bei *Echinoderes Dujardinii* sind 16 bis 18 Längsleisten vorhanden.

Die vordere Körperteilpartie von *Echinoderes Dujardinii* ist auf den Fig. 1—5, Taf. XVII in den verschiedenen Stadien der Ausstülpung (bzw. Einziehung) des Rüssels usw. dargestellt. Auf Fig. 4 ist der in Fig. 1 stark ausgestülpte Rüssel schon fast völlig eingezogen. Auf den Fig. 5 u. 3 ist der ganze Rüssel samt der vorderen Halsregion zurückgezogen. Beim Einziehen des Rüssels kann nur seine hintere, dünnere Partie sich kontrahieren, indem sich die cuticulare Ringfalte ins Innere der Halsregion einstülpt (*Ft* Fig. 13, Taf. XIX). Bei den Arten, wo die vordere Halsregion nicht einstülpbar ist, liegt die Mundöffnung nach der Einziehung in der Höhe des vorderen Stachelkreises des Halses. Bei starker Einziehung bildet sich bei Arten, deren vordere Halsregion sich an diesem Vorgang beteiligt (wie *E. Dujardinii*, *E. spinosus* oder *E. Kowalewskii*) im Innern des Vorderendes des Körpers eine besondere Höhle, oder Rüsseltasche (*Esh* Fig. 13—17 u. 20, Taf. XIX; Fig. 20, Taf. XX), die durch Einstülpung der vorderen Halsregion entsteht. Die Stachel- und Borstenkränze sind nun natürlich umgekehrt gerichtet und geordnet, wie am ausgestülpten Hals (*Br*¹ und *Br*²; *skr*¹—*skr*³ Fig. 13 u. 20, Taf. XIX). Die vorderen Ränder der hinteren Halsregion treten bei der Einstülpung nicht miteinander in Berührung, so daß die Rüsseltasche nicht geschlossen ist, sondern mit einer ziemlich weiten, kreisförmigen Öffnung nach außen mündet (*Oef* Fig. 5, Taf. XVII; Fig. 13, Taf. XIX). Der Rüssel ist in die hintere Partie der Rüsseltasche zurückgezogen, und zwar gewöhnlich in der Höhe des zweiten Glieds (*Rs* Fig. 13, Taf. XIX). Der Oesophagus (*Oe*) mit dem ihm anliegenden Cerebralganglion reicht bei stark kontrahierten Tieren bis zur Höhe des fünften Gliedes. Die hintere Halsregion und die ersten zwei Glieder bilden also bei dem kontrahierten *Echino-*

¹ *Lr* Fig. 2 u. 5, Taf. XVII; Fig. 20, Taf. XVIII; Fig. 18 u. 21, Taf. XIX; Fig. 1, Taf. XX.

deres Dujardini eine Art Scheibe um die Rüsseltasche (*hHr*, S^1 , S^2 Fig. 13 u. 20, Taf. XIX). Auf Querschnitten kann man manchmal nur einen sehr schmalen Leibeshöhlenraum (*Lh*) zwischen den Hypodermis-schichten der Rüsseltasche (Hp^1 Fig. 18—20, Taf. XIX) und der äußeren Körperwand (*Hp*) erkennen, oder es berühren sich die beiden Schichten auch oft direkt.

Bei der Einstülpung vergrößert sich das Volumen der vorderen Rumpfpartie; die mediane ventrale Längsfurche verschwindet bei kontrahierten Individuen (Fig. 5, Taf. XIX). Die Leibeshöhle der ersten fünf Rumpfglieder wird dann durch die Rüsseltasche, sowie durch den Oesophagus und das Cerebralganglion mit deren Zellumhüllungen fast vollständig verdrängt. Das Volumen der Leibeshöhle der letzten sechs Glieder (6—11) verändert sich dagegen nicht, weder bei ausgestreckten, noch auch bei zurückgezogenen Tieren.

VI. Darmkanal.

Der Darmkanal (Fig. 11, Taf. XVIII) verläuft gerade durch den ganzen Körper. Er besteht aus einer Mundhöhle (*Mh*), welche in der vorderen Rüsselpartie liegt, dem Oesophagus (*Oe*) und dem eigentlichen Darm des Rumpfes (*Mg*, *D*, *Ed*). Die Lage des Oesophagus ist je nach dem Grade der Kontraktion verschieden; entweder findet er sich gänzlich in der Halsregion (*Oe* Fig. 11, Taf. XVIII), oder aber in der vorderen Partie des Rumpfes (*Oe* Fig. 13, Taf. XIX).

Der von den Lippen umgebene Mund (*Lk* Fig. 7, Taf. XVIII) liegt stets terminal und führt in die trichterförmige Mundhöhle, die sich bis zur hinteren Rüsselregion erstreckt. Die Mundhöhle läßt zwei Regionen unterscheiden — eine vordere, welche von den Lippen umgeben ist (neben *iZ* Fig. 7), und eine hintere (*Mh*). Beide Parteien sind durch eine schwache Verengung getrennt. Von der inneren Fläche der vorderen Partie entspringen die Zähne des inneren Kreises (*iZ*). Die hintere Partie (*Mh* Fig. 2 u. 7, Taf. XVIII; Fig. 3 u. 4, Taf. XX) ist von einem Ring großer Zellen umgeben, welche durch große blasenförmige Kerne und schwache Färbbarkeit des Protoplasmas gekennzeichnet sind (*Oez*¹ Fig. 2, Taf. XVIII). Diese Zellen sind von den Schichten der anstoßenden Hypodermis sehr scharf abgegrenzt. Das Lumen der hinteren Partie der Mundhöhle war auf allen von mir untersuchten Schnittserien mit einer sehr stark färbbaren faserigen Substanz erfüllt (Überreste von Wimpern?).

Der cylindrische Oesophagus (*Oe* Fig. 7, Taf. XVIII; Fig. 3 u. 4,

Taf. XX usw.¹) ist auf Totalpräparaten leicht erkennbar (*Oe* Fig. 3, Taf. XVII). Seine äußere Wand ist glatt und von einer sehr dünnen Membran bedeckt (*Cut* Fig. 8, Taf. XVIII), welche nur an seiner mittleren Partie gut erkennbar ist. Der Oesophagus selbst besteht aus zwei Schichten: einer äußeren dicken oder Muskelschicht und einer inneren schmälern Zellschicht.

Die Muskelschicht (*OeM* Fig. 8, auch Fig. 7, 17, 18 u. 24, Taf. XVIII) ist mehr wie doppelt so dick als die innere. Sie besteht aus einer Anzahl sehr stark entwickelter radiärer Muskelfibrillen, die auf dem Längsschnitt in zwölf Ringbündeln angeordnet sind, zwischen welchen Protoplasma mit länglichen Kernen liegt (*Oe* Fig. 7; *Oemk* Fig. 8, Taf. XVIII). Die Muskelfibrillen sind ziemlich breit. Das Protoplasma (Sarcoplasma) der Muskelschicht ist grobkörnig und sehr leicht zerstörbar, so daß man auf den meisten der von mir untersuchten Schnitte in den Räumen zwischen Fibrillenbündeln nur die Kerne erkennen kann. Die großen Zellen, welche die hintere Partie der Mundhöhle umgeben (*Oez*¹, Fig. 2 u. 7, Taf. XVIII), stellen den vordersten Zellenkreis der äußeren Oesophagusschicht dar.

Die innere Schicht (*Oez* Fig. 7, 8 u. 18, Taf. XVIII; Fig. 3, Taf. XX) besteht aus großen, platten, kubischen Zellen mit sehr gut erkennbaren Grenzen. Sie sind scharf von der Muskelschicht abgegrenzt. Die größten, dicksten Zellen liegen in der Mitte des Oesophagus. Auf Querschnitten hat der Oesophagus gewöhnlich einen ovalen, beiderseits oder dorsoventral schwach abgeplatteten Umriß (*Oe* Fig. 17—24, Taf. XVIII).

Der eigentliche Darmkanal läßt einen vorderen, breiteren und einen hinteren, schwächeren Abschnitt erkennen. Er beginnt nicht dorsal vom Oesophagus, wie REINHARD (1885) vermutete, sondern ist von ihm nur durch eine starke Verengung getrennt. Auf der Grenze zwischen Oesophagus und Darm liegen zwei Paare länglicher Zellen (*OeD* Fig. 7 u. 11, Taf. XVIII; *OeD*¹—*OeD*⁴ Fig. 25, Taf. XVIII; Fig. 13, Taf. XIX; Fig. 3, Taf. XX). Sie besitzen einen großen Kern und sind mit stark lichtbrechenden Körnchen erfüllt. Sie münden mittels schmaler Fortsätze auf der Grenze von Oesophagus und Darm. Diese jedenfalls drüsigen Zellen wurden zuerst von REINHARD (1885) beobachtet und als Ganglienzellen gedeutet. Morphologisch dürften diese Drüsenzellen sehr wahrscheinlich den Mitteldarmdrüsen (sog.

¹ *Oe* Fig. 2, 3, 5, 7, 8, 17—24, Taf. XVIII; Fig. 13, Taf. XIX; Fig. 3, 4, 17—22, Taf. XX.

Leberdrüsen), welche sich am Anfang des Mitteldarms der Rädertiere finden, entsprechen.

Die vordere Partie des Mitteldarms, die man als Magen bezeichnen könnte (*Mg* Fig. 11, Taf. XVIII oder Fig. 2 u. 5, Taf. XIX usw.¹) besitzt ein weites, im Querschnitt dreieckiges Lumen und erweitert sich bei Zurückziehung des Rüssels fast auf das Doppelte. Seine Wände bestehen aus großen kubischen Zellen mit sehr deutlichen Grenzen. Sie enthalten einige glänzende Körper wechselnder Größe, die nahe der äußeren Oberfläche der Zellen liegen (*gk* Fig. 5 u. 23, Taf. XIX). Das Protoplasma ist grobkörnig, der Kern meist kleiner als die Inhaltskörper (*K* Fig. 23). In der Mitte des Magens bleibt ein breites Lumen erkennbar, wo oft noch die Reste von Nahrungskörpern (hauptsächlich die Schalen von Diatomeen; Fig. 9, Taf. XVIII) zu sehen sind.

Die hintere Darmpartie hat auf Querschnitten das Aussehen eines schmalen Zellenrohres mit engem, spaltförmigem, in der Dorsoventralrichtung ausgedehntem Lumen (*D* Fig. 10 u. 11, Taf. XVIII; Fig. 3, 4, 6—9, Taf. XIX). Die Wand besteht aus niedrigeren und kleineren Zellen mit undeutlichen Grenzen und ohne Glanzkörper. Das Plasma ist granuliert, und die Kerne sind viel kleiner als die des Magens. Die im Endglied liegende hinterste Partie des Darmes ist äußerst dünn und kann als Enddarm bezeichnet werden (*Ed* Fig. 10 u. 11, Taf. XVIII). Ein besonderer Ringmuskel, der bei den Gastrotrichen den Enddarm vom Mitteldarm trennt, fehlt den Echinoderiden.

Der After liegt terminal zwischen den beiden Ventralplatten des Endglieds (*A* Fig. 10 u. 11, Taf. XVIII). Auf Fig. 11, Taf. XIX scheint der After (*A*) nur wegen des schief verlaufenden Schnittes ventral gelagert.

Auf der Oberfläche des Mitteldarmes kann man keine Spur einer besonderen Umhüllung erkennen.

VII. Nervensystem.

Von den früheren Forschern hat nur ZELINKA (1894) das Nervensystem beobachtet.

Dasselbe besteht nach meinen Erfahrungen aus einem Cerebralganglion, das über dem Oesophagus liegt, zwei kurzen Seitencommisuren und einem medianen Ventralstrang.

Das Cerebralganglion (*Cgl* Fig. 2, Taf. XX²) gleicht in seinem äußeren Aussehen außerordentlich dem der Gastrotrichen. Es liegt in

¹ *Mg* Fig. 9, 11, 25, Taf. XVIII; Fig. 1, 2, 5, 13, 22 u. 23, Taf. XIX; Fig. 2—4, 16, Taf. XX.

² *Cgl* Fig. 19—22, Taf. XVIII; Fig. 2—5, 17 u. 22, Taf. XX.

Gestalt einer breiten Schicht über dem Oesophagus und beginnt vorn in der Höhe der Anheftungsstellen der Zahnmuskeln am Oesophagus. Der hintere Rand liegt über den Mitteldarmdrüsen. Vorn bildet das Ganglion einen medianen und zwei seitliche Lappen, von welchen der mittlere (*Cglp*) länger ist. Auch hinten bildet es drei zipfelähnliche Fortsätze, von welchen die seitlichen (*Gvd*, *Gvd*¹) ziemlich dick und lang sind. In seinem mittleren Abschnitt ist das Cerebralganglion dünn, an den beiden Seiten dagegen sehr stark angeschwollen (*Cgl* Fig. 3 u. 4, Taf. XX; Fig. 21, Taf. XVIII). Seine mittlere Partie besteht fast ausschließlich aus Nervenfasern. Die Ganglienzellen sind am massenhaftesten in den hinteren Zipfeln und in den seitlichen Verdickungen versammelt, etwas spärlicher in den vorderen Lappen.

Das Cerebralganglion wird durch ziemlich dicke Zellmassen allseitig, d. h. sowohl auf seiner Dorsal- wie Ventralfläche, umhüllt (*aZs* u. *iZs* Fig. 19—21, Taf. XVIII; Fig. 22, Taf. XX). Diese Zellmassen sind direkte Fortsetzungen der Hypodermis der vorderen Halspartie und des Rüssels nach hinten. Auf Querschnitten haben sie das Aussehen einer ringförmigen Zellenmasse, welche den Oesophagus umgibt, mit undeutlichen Zellengrenzen und zahlreichen mehrschichtig angeordneten Kernen (*Zs* Fig. 18—21, Taf. XVIII; Fig. 22, Taf. XX). Zwischen dieser Zellmasse und der Oberfläche des Oesophagus bleibt stets ein schmaler freier Raum (*Lh* Fig. 22, Taf. XVIII), in welchem die Oesophaguskeln verlaufen (*Oem* u. *SM* Fig. 19—22, Taf. XVIII).

Die Seitencommissuren (*Sn* Fig. 22, Taf. XVIII; Fig. 4 u. 17, Taf. XX) sind direkte Fortsetzungen der beiden seitlichen hinteren Zipfel des Cerebralganglions (*Cgl* Fig. 22, Taf. XVIII). Sie sind vollständig von Hypodermiszellen umhüllt. Bei ausgestreckten Exemplaren haben sie das Aussehen gerader kurzer Stränge; bei kontrahierten Exemplaren sind sie halbkreisförmig nach hinten gebogen.

In der Höhe des zweiten Gliedes verbinden sich beide Commissuren zu einem medianen Ventralnerv (*vN* Fig. 22—25, Taf. XVIII; Fig. 4 u. 17, Taf. XX usw.¹). Dieser ist ein ziemlich dicker Nervenstrang, welcher bis zum Ende des neunten Glieds verläuft. Auf Querschnitten (*vN* Fig. 23, Taf. XIX) bildet er einen kreisförmigen dicken Faserstrang, in welchem zahlreiche Kerne von Ganglienzellen leicht erkennbar sind. Die von ZELINKA (1891) beobachteten Verdickungen des Nervs in jedem Glied konnte ich weder auf Längs- noch Flächenschnitten finden, ebensowenig segmental angeordnete Haufen von Ganglien-

¹ *vN* Fig. 12, 22—25, Taf. XVIII; Fig. 1—5 u. 23, Taf. XIX; Fig. 4, 16 u. 17, Taf. XX.

zellen (*vN* Fig. 12, Taf. XVIII). Die Ganglienzellen sind im gesamten Verlauf des Ventralnervs gleichmäßig verteilt. Von seinem Beginn bis zum achten Glied ist der Nerv überall gleich dick. Nur im neunten Segment wird er dünner und verliert sich dann zwischen den Hypodermiszellen.

Andre Nervenstränge konnte ich zwischen den Hypodermiszellen des Rumpfes oder des Rüssels nicht erkennen, obgleich ZELINKA in seinem Bericht kurz von solchen spricht. Ebenso war es mir nicht möglich, Sinnesorgane mit Sicherheit festzustellen. Bei *Echinoderes Dujardinii* sind auf der dorsalen Seite der hinteren Halspartie, nahe der Querlinie, welche dieselbe von der vorderen Halspartie trennt, zwei blasenförmige Verdickungen der Längsleisten oft deutlich erkennbar (*Au* Fig. 21, Taf. XIX; Fig. 1 u. 2, Taf. XX¹). Dieselben erinnern etwas an Cuticularlinsen der Augen mancher wirbelloser Tiere. In den unterlagernden Hypodermiszellen finden sich Aggregate dunkel gefärbter Körnchen (Pigment?). Ob es sich wirklich um einfache Augen handelt, wie ich diese Gebilde vorläufig nennen will, scheint mir doch noch fraglich, da zwischen den zugehörigen Hypodermiszellen keine Spur von Nervenzellen oder -Fasern zu bemerken ist. Von dem Cerebralganglion sind diese Gebilde an ausgestreckten Tieren durch die Hypodermis, die Leibeshöhle und die äußere Zellmasse des Ganglions getrennt; bei den zurückgezogenen Tieren liegt das Cerebralganglion sehr weit von ihnen entfernt.

VIII. Muskulatur.

Die Echinoderiden besitzen eine stark entwickelte Muskulatur, die, abgesehen von der Muskelschicht des Oesophagus, in folgende vier Systeme zerfällt:

1) Die schon erwähnten neun Zahnmuskeln bilden die Bewegungsmuskulatur des Rüssels (*ZM* Fig. 4, 6 u. 7, Taf. XVIII). Sie verlaufen von der Basis der Zähne des äußeren Kranzes zu der vorderen Partie des Oesophagus. Bei ihrer Kontraktion wird die hintere Rüsselpartie in die vordere Halsregion zurückgezogen.

2) Zur Bewegung des Oesophagus und der Zurückziehung der vorderen Partie der Halsregion finden sich mehrere Längsmuskeln. GREEFF (1869) konnte nur zwei Muskeln für die Bewegung des Oesophagus erkennen — einen dorsalen und einen ventralen. REINHARD (1885) beschrieb ein sehr kompliziertes System von Muskeln für das Hervorstrecken des Rüssels (die sog. *M. dilatatores rhynchi*, *M. extensores rhynchi anteriores* und *posteriores*), für die Zurückziehung des Rüssels

¹ Jedoch nicht bei allen Exemplaren (Fig. 5, Taf. XVII).

(*M. retractores dorsales rhynchi anteriores* und *posteriores*, *M. retractores ventrales rhynchi anteriores* u. *posteriores*, *M. retractores rhynchi longi*), für das Ausstrecken des Oesophagus (*M. extensores oesophagi*) und für das Zurückziehen des Oesophagus (*M. retractores oesophagi dorsales* und *ventrales*). Im ganzen beschrieb REINHARD 16 verschiedene Muskeln, welche die Bewegung der vorderen Körperpartie bewirken.

In Wirklichkeit ist die Zahl dieser Muskeln geringer, und die meisten der oben erwähnten Muskeln waren entweder Längsmuskeln des Rumpfes oder sie gehörten den dorsoventralen Muskeln des ersten Rumpfglieds an. Der Rüssel besitzt, abgesehen von den erwähnten Zahnmuskeln, überhaupt keine besondere Muskulatur; ebenso sind an der Wand der beiden Halsregionpartien keine Muskeln vorhanden. Die Zurückziehung der vorderen Halsregion und die Bildung der Rüsseltasche geschieht nur durch Zurückziehung des Oesophagus.

Zur Bewegung des Oesophagus konnte ich zwölf Längsmuskeln erkennen. Sie entspringen alle von der mittleren oder hinteren Partie des Oesophagus.

a. Zwei dorsale (*dvOem* Fig. 17—21, Taf. XX) und zwei ventrale (*vvOem*) vordere Oesophagusmuskeln erstrecken sich nach hinten bis zum fünften Glied. Ihre hinteren Anheftungsstellen liegen zwischen den Ansatzstellen der dorsoventralen Muskeln des fünften Glieds. REINHARD hat diese Muskeln ebenfalls beobachtet und bezeichnete die ersteren als *M. retractores dorsales rhynchi anteriores*, die letzteren als *M. retractores ventrales rhynchi posteriores*. Diese Muskeln sind schmal und bei ausgestreckten Tieren schwer von den Längsmuskeln des Rumpfes zu unterscheiden.

b. Zwei dorsale (*dhOem*) und zwei ventrale (*vhOem*) hintere Oesophagusmuskeln finden ihre hintere Insertion neben den dorsoventralen Muskeln des sechsten Glieds. REINHARD bezeichnet sie als *M. retractores dorsales rhynchi posteriores* und als *M. retractores rhynchi longi*.

c. Je ein seitlicher Muskel (*rsM*, *lsM* oder *SM* Fig. 17—21, Taf. XX usw.¹) verläuft als ziemlich breiter Strang längs jeder Körperseite (Fig. 1, Taf. XIX usw.). In jedem Strang kann man drei Muskelfibrillen (oder -Fasern?) erkennen. Sie heften sich hinten an beiden Rändern der Dorsalplatte des sechsten Gliedes seitlich von den dorsoventralen Muskeln an. Von allen Oesophagusmuskeln sind sie die kräftigsten.

¹ *rsM* oder *lsM* Fig. 24 u. 25, Taf. XVIII; Fig. 1, Taf. XIX; *SM* Fig. 20, 22 u. 23, Taf. XVIII; Fig. 2, Taf. XIX; Fig. 3, 11—13, Taf. XX.

Die Beziehungen aller Oesophagusmuskeln zueinander und zu den Rumpfgliedern sind bei ausgestreckten und kontrahierten Tieren, auf den Fig. 17—21, Taf. XX schematisch dargestellt. Alle diese Muskeln verlaufen frei in der Leibeshöhle.

3) Längsmuskulatur des Rumpfes. Im Rumpf verlaufen zwischen den Hypodermiszellen und dicht unter den Panzerplatten ziemlich stark entwickelte Längsmuskeln, welche die Biegungen dieser Körperabschnitte verursachen. In der vorderen Rumpfpartie kann man vier gleichartige Längsmuskelkomplexe, die aus je vier bis sechs Strängen bestehen, erkennen: zwei dorsale (*dLm* Fig. 1—4, Taf. XX usw.¹) und zwei ventrale (*vLm* Fig. 23 u. 25, Taf. XVIII usw.²). Alle vier ziehen fast durch die ganze Länge des Rumpfes; die dorsalen beginnen vorn am Vorderrand des ersten Gliedes, die ventralen am Hinterrand des zweiten. Die dorsalen Stränge sind etwas kräftiger als die längs den beiden Ventralplatten verlaufenden ventralen. Die dorsalen Längsmuskelstränge sind nur in der vorderen Partie des Rumpfes in einen rechten und linken Strang gesondert, weiter hinten vereinigen sie sich zu einem einzigen Strang, wobei die Fasern manchmal mehrschichtig angeordnet sind (*dLm* Fig. 6, Taf. XIX).

4) Die dorsoventralen Muskeln (*dvM* Fig. 24 u. 25, Taf. XVIII usw.³). In allen Gliedern des *E. Dujardinii*, welche zwei Ventralplatten besitzen — d. h. im dritten bis elften —, findet sich je ein Paar breiter dorsoventraler Muskeln, die auch auf Totalpräparaten leicht zu erkennen sind. Auf Flächenschnitten haben sie ein wellenförmig gebogenes Aussehen (Fig. 9, Taf. XVIII). Die dorsoventralen Muskeln inserieren dorsal stets an der mittleren Partie der Dorsalplatten, so daß die dorsalen Längsmuskeln zwischen ihnen verlaufen, die Seitenmuskeln des Oesophagus dagegen außen seitlich von ihnen liegen. Sie steigen etwas schief ventralwärts herab und heften sich an die Ventralplatten; in den vorderen Gliedern näher den Körperseiten (Fig. 3, Taf. XIX), in den hinteren dagegen näher der Medianlinie (*dvM* Fig. 10, Taf. XIX). Ihre Anheftungsstellen, die fast kreisförmig aussehen, wurden von GREEFF (1869) als Pigmentflecken des Rumpfes bezeichnet. Sie trennen die beiden Geschlechtsorgane, die seitlich von ihnen liegen, von dem

¹ *dLm* Fig. 21, Taf. XVII; Fig. 24 u. 25, Taf. XVIII; Fig. 1—3, 5, 6, 8—10 u. 22, Taf. XIX; Fig. 1—4, Taf. XX.

² *vLm* Fig. 23 u. 25, Taf. XVIII; Fig. 1, 2, 6, 8, 9 u. 23, Taf. XIX; Fig. 6 u. 21, Taf. XX.

³ *dvM* Fig. 24 u. 25, Taf. XVIII; Fig. 1—4, 7, 10 u. 23, Taf. XIX; Fig. 2, 3, 6, 12, 13, 16 u. 21, Taf. XX.

axial verlaufenden Darm. Bei geschlechtsreifen Tieren, deren Gonaden stark angeschwollen sind, und daher den Seiten des Darmes dicht anliegen, nehmen die dorsoventralen Muskeln auf Querschnitten einen halbkreisförmigen Verlauf (*dvM* Fig. 4, Taf. XIX).

Die oben erwähnten Oesophaguskeln funktionieren wahrscheinlich nur als Retractoren des Oesophagus und der vorderen Körperregion. Bei der Bildung der Rüsseltasche wird das Volumen der ersten Rumpfglieder vergrößert, und die mediane ventrale Längsfurche verschwindet, wie erwähnt, fast völlig. Die dorsoventralen Muskeln sind bei kontrahierten Tieren dick und gebogen. Die Ausstülpung der Halsregion und die Verschiebung des Oesophagus geschieht durch den Druck der Leibeshöhlenflüssigkeit, infolge der Kontraktion der dorsoventralen Muskeln. Die ventrale Längsfurche vertieft sich dabei bedeutend, da die medianen Ränder der Ventralplatten bei Kontraktion der dorsoventralen Muskeln gegen die Dorsalplatten gezogen werden.

Abgesehen von dieser Funktion können die dorsoventralen Muskeln bei ihrer Kontraktion auf die reifen Gonaden drücken und daher deren Entleerung befördern.

Die Echinoderiden mit zwei Endborsten (*Bicerca*) besitzen besondere Endborstenmuskeln. An den beiden Seiten des Endsegmentes findet sich je ein Paar solcher Muskeln (Bm^1 , Bm^2 Fig. 7, Taf. XX). Sie heften sich einerseits an die Knöpfe der Endborsten, andererseits an besondere innere seitliche Vorsprünge der beiden Ventralplatten des Endsegmentes an (*Vd*). Die Endborsten sind bei den *Bicerca* freibeweglich und können neben den Stachelkränzen der vorderen Halspartie und den übrigen Rumpfborsten zur Bewegung dienen.

Alle Muskelstränge der Echinoderiden sind glatt, nicht quergestreift, wie ZELINKA (1894) vermutete.

IX. Excretionssystem.

Das Excretionssystem wurde zuerst von REINHARD (1885) beobachtet. Er fand in der Höhe des achten und neunten Glieds ein Paar seitlicher birnförmiger Organe mit einer erweiterten äußeren und einer dünneren inneren Partie. Die erweiterte Partie liegt im achten Glied, die dünnere biegt sich nach hinten und öffnet sich dorsal in die vordere Partie des neunten Glieds (dies ist bei verschiedenen Arten, wie *Echinoderes ponticus* oder *E. pellucidus*, nicht aber bei *E. Dujardinii* der Fall). REINHARD beschreibt ausführlich die Bewimperung des inneren Hohlraums dieser Organe, welcher von der Leibeshöhle ganz abgeschlossen ist.

ZELINKA (1894) fand ebenfalls ein Paar wimpernder, vorn geschlossener Schläuche in der hinteren Rumpfregeion, welche sich durch dorsale Poren in das neunte Glied öffnen. Ihre Wandungen sind häufig mit glänzenden Excretkörnern erfüllt. Die Bewimperung erstreckt sich durch die gesamte Länge der Schläuche.

Auf Totalpräparaten der Tiere konnte ich keine besonderen Excretionsorgane auffinden, und zwar sowohl an ungefärbten, in Kanadabalsam eingebetteten, als auch an schwach gefärbten Exemplaren. Auf Schnittserien fand ich jedoch nicht nur ein, sondern sogar drei Paare solcher Gebilde. Alle stellen erweiterte Schläuche dar, deren innerer Teil stumpf abgeschnitten erscheint, während der äußere, der Ausführungsgang, allmählich schmaler wird.

Das erste Paar der Excretionsorgane (Pr^1 Fig. 12, Taf. XIX; Fig. 23—25, Taf. XVIII; Fig. 2—5, Taf. XX) liegt zwischen der hintersten Partie des ersten Glieds und der vorderen des dritten. Die erweiterten inneren Abschnitte liegen zu beiden Seiten des Rumpfes zwischen den Seitenmuskeln und den Körperändern, nahe den Ventralplatten des zweiten Glieds. Die Ausführungsgänge biegen sich zuerst nach hinten, dann wieder nach vorn bis zum Hinterrand des ersten Glieds; hierauf verlaufen sie längs der dorsalen Platte des zweiten Glieds. Sie öffnen sich auf dessen Oberfläche durch spaltförmige Poren nach außen (Pp^1 Fig. 1, Taf. XX).

Das zweite Paar von Excretionsorganen (Pr^2 Fig. 12, 1 u. 2, Taf. XIX; Fig. 11—14, Taf. XX) liegt in dem fünften und sechsten Glied. Der erweiterte Abschnitt ist mit seinem abgestumpften Ende gegen die Ventralplatte des sechsten Glieds gerichtet und liegt zwischen dem Körperrand und den Seitenmuskeln. Sie öffnen sich auf der Dorsalseite der hinteren Partie des fünften Glieds nach außen (Pp^2 Fig. 4, Pp Fig. 14, Taf. XX).

Das dritte Paar (Pr^3 Fig. 12, auch Fig. 7—10, Taf. XIX; Fig. 6 u. 10, Taf. XX) besteht aus großen Gebilden mit sehr stark gebogenen Ausführungsgängen. Die erweiterten Abschnitte liegen im zehnten Glied zwischen dem Darm und den dorsalen Längsmuskelschichten sehr nahe beieinander. Sie sind stark nach vorn verlängert. Die Ausführungsgänge verlaufen zuerst ventralwärts nach hinten in das elfte Glied, wo sie nahe an dessen Ventralplatten und seitlich von den Gonaden verlaufen. In der Höhe der Genitalporen biegen sie wieder dorsalwärts und nach vorn in das zehnte Glied. Sie öffnen sich dorsal in der hinteren Region des zehnten Glieds (Pp^3 Fig. 10, Taf. XX).

Alle diese Gebilde sind außerordentlich stark färbbar, so daß ich

wenig von ihrem inneren Bau erkennen konnte. Auf den meisten Schnitten erscheinen sie als ganz dunkle Gebilde. Nur nach langer Entfärbung kann man in ihnen einen schmalen inneren Kanal erkennen, in dessen Wänden ein oder zwei Kerne eingelagert sind (*K* Fig. 11 u. 12, Taf. XX). In wenigen Fällen konnte ich im Innern des Kanals eine Art Längsstreifung erkennen (Fig. 11, Taf. XX), welche auf die Anwesenheit der von REINHARD und ZELINKA beobachteten Cilien hindeutet. Lebende Tiere habe ich hierauf nicht untersucht.

Wie aus meinen Untersuchungen sowie denen REINHARDS und ZELINKAS hervorgeht, sind die Excretionsorgane von *Echinoderes* als Protonephridien zu betrachten, welche denen der Gastrotrichen verglichen werden dürfen.

Ganz unklar bleibt die Bedeutung der paarigen dorsalen einzelligen Drüsen (*Dd* Fig. 3 u. 7, Taf. XIX; Fig. 15, Taf. XX), welche in den hinteren Rumpfgliedern vorhanden sind. Ich konnte dieselben nicht bei allen Individuen auffinden. Sie liegen in der Hypodermis, sind schwach färbbar und durchsetzen die Dorsalplatte, auf deren Oberfläche man einen feinen Porus erkennen kann. Vielleicht haben wir es hier mit Gebilden zu tun, die den einzelligen Körperwanddrüsen einiger freilebender Nematoden ähnlich sind.

X. Leibeshöhle.

Die Leibeshöhle ist nur in der mittleren Rumpfpattie der ausgestreckten Tiere gut erkennbar (*Lh* Fig. 22 u. 23, Taf. XVIII; Fig. 3—5, Taf. XIX; Fig. 1—4, Taf. XX). Die Hypodermiszellen schicken in der hinteren Rumpfpattie zahlreiche protoplasmatische Fortsätze in die Höhle, so daß an Schnitten durch das zehnte oder elfte Glied oftmals keine Leibeshöhle mehr erkennbar ist. Die Zwischenräume zwischen den inneren Organen sind in diesen Gliedern vollständig von einem grobkörnigen Parenchym erfüllt (*Par* Fig. 6, 9—11, Taf. XIX; Fig. 6, Taf. XX), in welchem hier und da einige Kerne zerstreut liegen. Nach vorn zu erstreckt sich die Leibeshöhle bis zu der vorderen Halspartie (*Lh* Fig. 18 u. 21, Taf. XVIII; Fig. 18—20, Taf. XIX), setzt sich aber nicht in den Rüssel fort, dessen Inneres ganz von Hypodermiszellen erfüllt ist (*Hp* Fig. 15—17, Taf. XVIII). In der vorderen Körperpartie erinnern die sehr stark entwickelten Zellmassen an das Cerebralganglion (*Zs* Fig. 19—22, Taf. XVIII), bei der ersten Betrachtung sehr an das Peritonealepithel einer sekundären Leibeshöhle, wofür ich sie selbst (1907) ursprünglich hielt. Eine genauere Untersuchung läßt jedoch weder um die Gonaden, noch um den Darmkanal irgendwelche Spur einer

peritonealen oder überhaupt irgendeiner zelligen Umhüllung erkennen. Die um das Cerebralganglion so mächtig entwickelten Zellenmassen sind, nach meiner Meinung, wie erwähnt, direkte Einwucherungen derselben nach hinten. Die Leibeshöhle der Echinoderiden kann man daher, soweit ersichtlich, nicht als Cölom, sondern nur als primäre Leibeshöhle mit stark entwickelten Hypodermiswucherungen bezeichnen. In einiger Hinsicht erinnert sie an die Leibeshöhle gewisser Nematoden, besonders an die der Desmoscoleciden, bei welchen eine starke Entwicklung von Parenchymgewebe auftritt.

XI. Geschlechtsorgane.

Die Echinoderiden sind getrenntgeschlechtlich. Den einzigen äußeren Unterschied zwischen Männchen und Weibchen bildet das Vorhandensein von besonderen Copulationsborsten (*Cop* Fig. 4 u. 6, Taf. XVII) bei den ersteren. Dieselben liegen dicht vor den Genitalporen (*gp*) und sind breite und kurze dornartige Gebilde, die freibeweglich in Plattenvertiefungen sitzen. Bei beiden Geschlechtern sind die Geschlechtsorgane paarige, längliche Schläuche, die an beiden Körperhälften liegen. Die Genitalporen befinden sich ventralwärts an den Ventralplatten des Endglieds. Nach vorn verlaufen die Gonaden bei unreifen Exemplaren bis zum ersten Glied; bei reifen Männchen biegen sich ihre Vorderenden, ähnlich wie bei Nematoden, nach hinten um und laufen bis zur Höhe des dritten Glieds zurück (*vHd* und *Hd* Fig. 4 u. 16, Taf. XX). Bei den Weibchen tritt eine solche Umbiegung seltener auf. Bei reifen Exemplaren können ihre vorderen Abschnitte manchmal auf die Dorsalseite des Darmes verschoben werden (*Ov* Fig. 4, Taf. XIX). Zwischen Darm und den Genitalorganen verlaufen, wie erwähnt, die dorsoventralen Muskeln. Die nach hinten zurückgebogenen vorderen Abschnitte liegen zwischen den dorsoventralen Muskeln und den beiden Seiten des Darms (*vHd* Fig. 16, Taf. XX). Bei kontrahierten Tieren schieben sie sich dorsalwärts über das Cerebralganglion.

Die Ovarien (*Ov* Fig. 1, 4 u. 5, Taf. XIX; Fig. 12 u. 13, Taf. XX) bilden einfache seriale Anhäufungen von Eiern (*E* Fig. 4, 5 u. 22, Taf. XIX; Fig. 6, Taf. XX), von denen die vorderen die kleinsten sind. Die Breite der Eier ist fast auf allen Stellen des Ovariums gleich. Die Größe der Kerne und der Kernkörperchen, sowie die Länge der Eier nimmt nach hinten bedeutend zu; die hinteren Eier sind fast viermal länger, als die vorderen. Bei geschlechtsreifen Weibchen erstreckt sich das hinterste, reifste Ei, welches sehr dicht am Genitalporus liegt, bis zum achten Glied nach vorn. Eine besondere Ovarialmembran fand ich

nicht, weder vorn noch hinten an der Gonade. An ihrer Stelle findet sich eine dicke Schicht körnigen Protoplasmas mit vielen Dotterkörnchen, die bei schwachen Vergrößerungen wie eine Art Granulierung erscheinen. Besonders stark ist eine solche Granulierung in der vorderen Region der Ovarien entwickelt (*Ov*² Fig. 4, Taf. XIX).

Von den beiden Ovarien reift zuerst nur das eine, so daß man auf Querschnitten durch die hintere Rumpfpartie manchmal nur in einem Ovarium Eier erkennen kann (*E* Fig. 5, Taf. XIX); das andre Ovarium erscheint dann als ziemlich kurzer Strang aus grobkörnigem Protoplasma (*Ov*) mit vielen unregelmäßig zerstreuten Kernen. Nur in den hinteren Partien der Ovarien treten Dotterkörner und kleine Eier mit kleinen Kernen auf. Erst bei weiterer Reifung treten in beiden Ovarien entwickelte Eier hervor. Statt eines besonderen Oviducts kann man nur eine sehr kurze hohle rohrförmige Einstülpung der Hypodermis zum hinteren Teil des reifsten Eies erkennen. Diese hypodermale Einstülpung reicht bis zum Vorderrand des Endglieds.

Die Hoden (*Hd* Fig. 3, 6—9, Taf. XIX; *Hd* und *vHd* Fig. 4 u. 16, Taf. XX) sind etwas länger als die Ovarien. Um ihre hintere Partie kann man deutlich eine dünne Membran erkennen. Die vordere Region ist von grobkörnigem Protoplasma mit kleinen Kernen erfüllt (*Hd* und *vHd* Fig. 16, Taf. XX, auch *Hd* Fig. 3, Taf. XIX), die GREEFF (1869) irrtümlich als Eier bezeichnete. In der mittleren und der hinteren Region finden sich viele kleine Zellen (Spermatogonien?) angesammelt (*Hd*¹ Fig. 3; *Hd* Fig. 6—8, Taf. XIX), die sich dicht polygonal zusammenlagern. In der Höhe des zehnten und der vorderen Partie des Endglieds sind die reifen Spermatozoiden angesammelt. Sie bestehen (Fig. 23, Taf. XX) aus einer vorderen, schwach verdickten Kopf- (Kern-) Partie und einem mäßig langen und ziemlich breiten protoplasmatischen Schwanz. Ein sehr dünnes Rohr, mit welchem die Hoden hinten enden und welches nach außen führt, bezeichne ich als Vas deferens (neben *gp* Fig. 9, Taf. XIX). Nach ZELINKA (1894) sind die Spermatozoiden verschiedener Species verschieden gestaltet, so daß sie zur Bestimmung der Arten verwendet werden können.

XII. Verwandtschaft.

Über die Stellung der Echinoderiden im zoologischen System werden sehr verschiedene Meinungen ausgesprochen. Sie wurden zuweilen als Übergangsformen zwischen »Würmern« und Arthropoden bezeichnet (CLAPARÈDE, 1863, GREEFF, 1869), oder als Verwandte der Acanthocephala (DUJARDIN, 1851), Rotatorien (PAGENSTECHEB,

1875), Gastrotrichen (M. SCHULTZE, 1853; BÜTSCHLI, 1876; HATSCHKEK, 1888), Nematoden (GREEFF, 1869; EHLERS, 1864) und der Anneliden (REINHARD, 1885) betrachtet.

Das Vorhandensein einer primären Leibeshöhle, der Protonephridien, der Mangel echter Segmentierung der Hypodermis, der Leibeshöhle und des Nervensystems, sowie der Bau der Gonaden schließen, meiner Ansicht nach, jegliche Beziehungen zwischen den Echinoderiden und den Anneliden aus. Die Gliederung des Rumpfes ist nur eine auf die Cuticula beschränkte, die Biegungen ermöglichende Einrichtung, welche dieselbe Bedeutung hat wie die entsprechende Gliederung mancher Rotatorien. Das Vorhandensein von drei Paaren Protonephridien steht in keiner Beziehung zu der Gliederung des Panzers in elf Abschnitte. Die eigentümliche Entwicklung des Panzers hat die Organisation der Echinoderiden in vielen Beziehungen beeinflusst. Mit den Arthropoden hat er ebenso viel Ähnlichkeit, wie die Rotatorien.

Von allen bekannten Tiergruppen zeigen die Gastrotrichen die nächsten Beziehungen zu den Echinoderiden, worauf schon BÜTSCHLI 1876 eingehend hinwies und daher beide Gruppen in eine Klasse der Nematorhynchen vereinigte. Bei beiden Gruppen sind eine primäre Leibeshöhle und Protonephridien vorhanden. Das Cerebralganglion der Echinoderiden gleicht außerordentlich dem der Gastrotrichen; auch der allgemeine Bau des Darms, besonders des Oesophagus, der Verlauf der Längsmuskulatur, jedenfalls auch der Bau der Gonaden sind bei beiden Gruppen wesentlich gleich. Die mit Zahnkränzen versehene Mundhöhle der Gastrotrichen, die ausstülpbar ist, kann mit dem Rüssel der Echinoderiden verglichen werden, wie schon BÜTSCHLI hervorhob. Die Entwicklung der Stacheln und kleinen Platten auf der dünnen Cuticula gewisser Gastrotrichen (z. B. bei *Chaetonotus acanthodes* Stokes oder *Ch. tabulatus* Schmarada) hat Ähnlichkeit mit der Bildung der Panzerplatten der Echinoderiden.

Die erheblichsten Unterschiede beider Gruppen (Zahl der Protonephridien, Ventralnerv, Afterlage, Bau der Gonaden) beruhen wahrscheinlich nur auf der noch ungenügenden Kenntnis der Organisation der Gastrotrichen. Letztere wurden auf Schnittserien bis jetzt nur von ZELINKA (1890) ein wenig untersucht. Die sonstigen Unterschiede hängen mit der verschiedenen Organisationshöhe beider Gruppen zusammen: die Gastrotrichen stehen ihrem allgemeinen Bau nach entschieden auf einer niedrigeren ursprünglichen Entwicklungsstufe als die Echinoderiden. Sie bilden die Übergangsgruppe zwischen den Rotatorien und den Echinoderiden, wie dies auch schon BÜTSCHLI

auffaßte, und stehen im zoologischen System den letzteren näher als den Rotatorien.

Die Echinoderiden zeigen in ihrer Organisation noch viele Eigentümlichkeiten, welche sie den Nematoden nähern. Bei beiden Gruppen tritt die Hypodermis in Form eines faserig-körnigen Gewebes auf, in welchem Zellkerne eingebettet sind. Die Rumpfmuskulatur wird bei den Echinoderiden nur aus Längsmuskeln gebildet, und diese verlaufen in Gestalt von vier gleichartigen Längszonen, ähnlich wie dies bei den Nematoden gewöhnlich der Fall ist. Das Cerebralganglion der Echinoderiden kann, wie der Schlundring der Nematoden, als eine Epithelverdickung betrachtet werden und verliert nicht seinen Zusammenhang mit der Hypodermis. Bei beiden Gruppen finden wir einen Ventralnerv und die gleiche Gliederung des Darmkanals in die Mundhöhle, den Oesophagus und den Mitteldarm. Der Bau des Oesophagus (Vorhandensein von radiären Muskelfibrillen) ist bei beiden Gruppen gleich. Die Umbiegung der vorderen Partie der männlichen Gonaden nach hinten ist bei den Nematoden bekanntlich eine allgemeine Erscheinung. Die Leibeshöhle der Echinoderiden, sowie die einzelligen Dorsaldrüsen der hinteren Rumpfglieder ähneln denjenigen der Nematoden.

Die Verwandtschaft der Echinoderiden mit den Nematoden ist jedoch wegen der Verschiedenheiten in Bau und Lage des Excretionsystems, der Gonaden und des Afters, eine nicht so innige, als die mit den Gastrotrichen. Weitere Untersuchungen, besonders solche der Embryonalentwicklung der Echinoderiden, werden zeigen, welche Beziehungen zwischen den letzteren und den Ahnen der Nematoden bestehen.

Zum Schlusse möchte ich noch zweier Gruppen gedenken, mit denen eine Verwandtschaft der Echinoderiden nicht ausgeschlossen scheint, nämlich die *Acanthocephala* und die *Gordiacea*. Die äußere Ähnlichkeit zwischen den Larven der *Gordiacea* und den Echinoderiden ist eine auffallende, worauf schon BÜTSCHLI (1876, S. 397) hinwies. Soviel wir über ihre innere Organisation nach den Beschreibungen von VILLOT (1874) kennen, ist auch diese derjenigen der Echinoderiden ähnlich. Die Beziehungen der Echinoderiden zu den *Acanthocephalen* sind ebenfalls noch fraglich und erfordern weitere Untersuchungen dieser letzteren, besonders in Hinsicht auf die von KAISER (1892) beschriebenen Protonephridien bei *Echinorhynchus gigas*.

Wie aus dem Dargelegten hervorgeht, kann man die Echinoderiden im zoologischen System vorerst mit Sicherheit nur neben die Gastrotrichen stellen, und die von BÜTSCHLI für beide Gruppen 1876 errichtete

Klasse der Nematorhynchen verdient daher festgehalten zu werden, so wenig Beifall sie auch bis jetzt fand. Die jetzt von mir begonnenen Untersuchungen des feineren Baues der *Gordius*-Larven, der Desmoscoleciden und der freilebenden Nematoden werden, wie ich hoffe, die noch nicht ganz klaren Beziehungen der Echinoderiden zu den Nematoden und den Gordiacea aufklären helfen.

St. Petersburg, im April 1907.

Literatur.

1876. O. BÜTSCHLI, Untersuchungen über die freilebenden Nematoden und die Gattung Chaetonotus. Diese Zeitschrift Bd. XXVI.
1863. R. CLAPARÈDE, Beobachtungen über Anatomie und Entwicklungsgeschichte wirbelloser Tiere. Leipzig.
1851. F. DUJARDIN, Observations zoologiques. Ann. sc. nat. 3 sér. T. XV.
1864. E. EHLERS, Die Borstenwürmer. Leipzig.
1869. R. GREEFF, Untersuchungen über einige merkwürdige Tiergruppen des Arthropoden- und Wurmtypus. Arch. f. Naturg. Bd. XXXV.
- 1888—91. B. HATSCHKE. Lehrbuch der Zoologie. Jena.
1892. J. KAISER, Die Acanthocephalen und ihre Entwicklung. Bibl. Zool. Hft. 7.
1854. R. LEUCKART, Bericht über die Leistungen in der Naturgeschichte niederer Tiere. 1848—1853. MÜLLERS Archiv.
1865. E. METSCHNIKOFF, Über einige wenig bekannte niedere Tierformen. Diese Zeitschrift Bd. XV.
1870. — Bemerkungen über Echinoderes. Bull. Ac. Imp. St. Pétersbg.
1875. H. PAGENstecher, Echinoderes Sieboldii. Diese Zeitschrift. Bd. XXV. Suppl.
1876. P. PANCERI, Osservazioni intorno a nuove forme di vermi nematodi marini. Atti Ac. Sc. Napoli. Vol. VII.
1881. W. REINHARD, Über Echinoderes und Desmoscolex der Umgegend von Odessa. Zool. Anz.
1883. — Zum Bau der Echinoderes (russ.). Prot. 7. Vers. russ. Naturf. u. Ärzte. Odessa.
1885. — Kinorhyncha (Echinoderes), ihr anatomischer Bau und ihre Stellung im System. Diese Zeitschr. Bd. XLV. (Russ. in Trav. soc. natur. univ. Charkow, T. XIX, 1885.)
1907. A. SCHEPOTIEFF, Zur Systematik der Nematoiden. Zoolog. Anzeiger. Bd. XXXI.
1853. M. SCHULTZE, Über Chaetonotus und Ichthydium Ehrb. und eine neue verwandte Gattung Turbanella. Arch. Anat. u. Physiol. Bd. VI.
1905. E. VANHÖFFEN, Einige zoogeographische Ergebnisse der deutschen Südpolar-Expedition. Verh. 15. deutsch. Geographentages. Danzig.
1874. A. VILLOT, Monographie des Dragonneaux. Arch. Zool. exp. Sér. 1, T. III.

1890. C. ZELINKA, Die Gastrotrichen. Diese Zeitschrift Bd. XLIX.
 1894. — Über die Organisation von Echinoderes. Verh. deutsch. Zool. Ges.
 4. Jahrg.
 1896. — Echinoderes-Monographie. Ibid. 6. Jahrg.

Erklärung der Abbildungen.

Allgemeine Bezeichnungen:

- | | |
|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| <i>A</i> , After; | <i>Hk</i> , Haarkreis; |
| <i>aHk</i> , äußerer Haarkreis; | <i>hHs</i> , hintere Halsregionpartie; |
| <i>Au</i> , Augen; | <i>Hp</i> , Hypodermis; |
| <i>Ax</i> , Axialkanal; | <i>Hr</i> , Halsregion; |
| <i>aZ</i> , äußerer Zahn; | <i>Ht</i> , Haut; |
| <i>aZk</i> , äußerer Zahnkreis; | <i>iVd</i> , vordere Verdickungen der Platten; |
| <i>aZs</i> , äußere Zellschicht; | <i>iZ</i> , innerer Zahnkreis; |
| <i>Bm</i> , Borstenmuskel; | <i>iZs</i> , innere Zellschicht; |
| <i>Br</i> , Borstenreihe; | <i>K</i> , Kern; |
| <i>Bt</i> , Borstentasche; | <i>Lh</i> , Leibeshöhle; |
| <i>Cgl</i> , Cerebralganglion; | <i>Lk</i> , Lippenkreis; |
| <i>Cglp</i> , Lappen des Cerebralganglions; | <i>Ll</i> , Längsleisten; |
| <i>Cop</i> , Copulationsborste; | <i>Lr</i> , Längsrinnen; |
| <i>Cut</i> , Cuticula; | <i>lSM</i> oder <i>lsM</i> , linke Seitenmuskulatur; |
| <i>D</i> , Darm; | <i>Lvd</i> , Längsverdickungen; |
| <i>Db</i> , Dorsalborste; | <i>Mg</i> , Magen; |
| <i>Dd</i> , Dorsaldrüse; | <i>Mh</i> , Mundhöhle; |
| <i>dhOem</i> , dorsale hintere Oesophagusmuskulatur; | <i>mvd</i> , mittlere Verdickungen der Platten; |
| <i>dLm</i> , dorsale Längsmuskulatur des Rumpfes; | <i>Nb</i> , Nebenborsten; |
| <i>Dp</i> , Dorsalplatte des Panzers; | <i>Oe</i> , Oesophagus; |
| <i>dvM</i> , dorsoventrale Muskulatur; | <i>OeD</i> , Oesophagusdrüse; |
| <i>dvOem</i> , dorsale vordere Oesophagusmuskulatur; | <i>Oef</i> , Öffnung; |
| <i>E</i> , Ei; | <i>OeM</i> , äußere Schicht des Oesophagus (Muskelschicht); |
| <i>Eb</i> , Endborste; | <i>Oem</i> , Bewegungsmuskulatur des Oesophagus; |
| <i>Ed</i> , Enddarm; | <i>Oemk</i> , Kerne der äußeren Zellschicht des Oesophagus; |
| <i>Eg</i> , Endglied; | <i>Ov</i> , Ovarium; |
| <i>Esh</i> , Einstülpungshöhle oder Rüsteltasche; | <i>Oez</i> ¹ u. <i>Oez</i> , Oesophaguszellen; |
| <i>Ft</i> , Falte; | <i>Par</i> , Parenchym; |
| <i>gk</i> , Glanzkörper der Darmzellen; | <i>Pl</i> , Panzerplatte; |
| <i>gp</i> , Genitalporus; | <i>Pp</i> ¹ — <i>Pp</i> ³ , Protonephridien; |
| <i>Gvd</i> , Verdickungen des Cerebralganglions; | <i>Pr</i> ¹ — <i>Pr</i> ³ , Protonephridienporen; |
| <i>Hd</i> ; Hoden; | <i>Pstr</i> , gestreifte (hintere) Partie der Platten; |
| | <i>Ql</i> , Querlinie; |

<i>Rf</i> , Rumpf;	<i>vhOem</i> , ventrale hintere Oesophagus-
<i>Rs</i> , Rüssel;	muskulatur;
<i>rSM</i> oder <i>rsM</i> , rechte Seitenmuskulatur;	<i>vHr</i> , vordere Halsregionpartie;
<i>S</i> ¹ — <i>S</i> ¹¹ oder <i>s</i> ¹ — <i>s</i> ¹¹ , Rumpfsegmente oder Rumpfglieder;	<i>vLf</i> , mediane ventrale Längsfurche;
<i>Sb</i> oder <i>sb</i> , Seitenborsten;	<i>vLm</i> , ventrale Längsmuskulatur des Rumpfes;
<i>skr</i> ¹ — <i>skr</i> ³ , Stachelkreise;	<i>vN</i> , Ventralnerv;
<i>SM</i> , Seitenmuskulatur;	<i>Vp</i> ¹ , <i>Vp</i> ² oder <i>Vp</i> , Ventralplatten;
<i>Sn</i> , Seitennerv;	<i>vvOem</i> , ventrale vordere Oesophagus-
<i>svd</i> , seitliche Verdickungen der Platten;	muskulatur;
<i>Vb</i> , Verbindungsstellen der Platten;	<i>ZM</i> , Zahnmuskel;
<i>Vbst</i> , ventrale Borstenreihe;	<i>Zr</i> , Verbindungshaut der Rumpfplatten;
<i>Vd</i> , Verdickung;	<i>Zs</i> , Zellschicht.
<i>vHd</i> , vordere Partie der Hoden;	

Tafel XVII.

Fig. 1. *Echinoderes Dujardini* in stark ausgestrecktem Zustand von der rechten Seite gesehen. Vergr. 580.

Fig. 2. Vorderende von *E. Dujardini* in halb zurückgezogenem Zustand. Von der rechten Seite. Vergr. 610.

Fig. 3. *E. Dujardini* in zurückgezogenem Zustand. Dorsalansicht. Vergrößerung 610.

Fig. 4. *E. Dujardini* in halb zurückgezogenem Zustand. Ventralansicht. Vergr. 580.

Fig. 5. Vorderende von *E. Dujardini* in zurückgezogenem Zustand. Vergrößerung 776.

Fig. 6. Hinterende von *E. Dujardini*. Ventralansicht. Vergr. 1160.

Fig. 7. *E. Sieboldii* in ausgestrecktem Zustand. Dorsalansicht. Vergr. 580.

Fig. 8. *E. lanuginosus* in zurückgezogenem Zustand. Dorsalansicht. Vergrößerung 580.

Fig. 9. Hinterende von *E. monocercus* von der linken Seite gesehen. Vergrößerung 610.

Fig. 10. Hinterende von *E. meridionalis*. Dorsalansicht. Vergr. 776.

Fig. 11. Hinterende von *E. setigera*. Ventralansicht. Vergr. 580.

Fig. 12. *E. spinosus* im ausgestreckten Zustand. Ventralansicht. Vergr. 365.

Fig. 13. Hinterende von *E. spinosus*. Dorsalansicht. Vergr. 610.

Fig. 14. Hinterende von *E. acerca*. Dorsalansicht. Vergr. 580.

Fig. 15. *E. Dujardini* während der Häutung. Vergr. 305.

Fig. 16a. *E. Dujardini*. Partie einer dorsalen Panzerplatte von der mittleren Körperregion. Vergr. 1160. Fig. 16b. Schnitt quer durch den hinteren längsgestreiften Rand (*Pstr*) der Platte.

Fig. 17. *E. Dujardini*. Ansicht eines ausgestreckten Vorderendes von vorn. Vergr. 580.

Fig. 18. Schema der Borsten- und Stachelkreise der Halspartie von *E. Dujardini*, im optischen Längsschnitt. Vergr. 1160.

Fig. 19. Längsschnitt durch den Körperrand der vorderen Rumpfglieder. Vergr. 1098.

Fig. 20. Längsschnitt durch die Panzerplatten der mittleren Rumpfglieder. Vergr. 776.

Fig. 21. Längsschnitt durch die Körperwand in der Höhe der mittleren Rumpfsegmente. Vergr. 915.

Tafel XVIII.

Echinoderes Dujardini.

Fig. 1. Seitenansicht einer Partie des äußeren Zahnkranzes des Rüssels (Teil eines Flächenschnitts durch den Rüssel). Vergr. 776.

Fig. 2. Längsschnitt durch die Mundhöhle und die vorderste Partie des Oesophagus. Vergr. 915.

Fig. 3. Seitenansicht einer Partie des Lippenkranzes des Rüssels (Teil eines Flächenschnittes durch den Rüssel). Halbschematisch. Vergr. 915.

Fig. 4. Teil eines Flächenschnittes durch den Rüssel. Verlauf der Zahnmuskeln (*ZM*). Vergr. 915.

Fig. 5. Längsschnitt durch den Rand der hintersten Partie des stark ausgestreckten Rüssels. Vergr. 1160.

Fig. 6. Schema eines äußeren Zahnes.

Fig. 7. Schema des Rüssels im medianen Längsschnitt.

Fig. 8. Längsschnitt durch eine Hälfte der mittleren Partie des Oesophagus. Vergr. 1930.

Fig. 9. Längsschnitt durch eine Partie des Magens. Vergr. 915.

Fig. 10. Längsschnitt durch das Endglied. Vergr. 1160.

Fig. 11. Schema des ganzen Darmkanals. Dorsalansicht.

Fig. 12. Medianer Längsschnitt durch den ventralen Nervenstrang in der Höhe der mittleren Rumpfglieder. Vergr. 776.

Fig. 13—25, Taf. XVIII und Fig. 1—11, Taf. XIX stellen eine Serie von Querschnitten durch *Echinoderes Dujardini* im ausgestreckten Zustande von der vorderen Rüsselpartie bis zur Ausgangsstelle der Endborsten dar. Die Schnitte gehören nicht einem Exemplare von *Echinoderes* an, sondern sind aus elf verschiedenen Exemplaren zusammengestellt (13—19, 20—22, 23, 24, 25, 1, 2, 3, 4, 5, 6—11). Die auf Fig. 23—25 dargestellten Schnitte gehen durch schwach eingezogene, die übrigen Schnitte durch stark ausgestreckte Tiere.

Fig. 13. Schnitt durch die proximalen Partien der beiden Zahnkreise. Vergr. 915.

Fig. 14. Schnitt in der Höhe des Lippenkranzes. Vergr. 1098.

Fig. 15. Schnitt durch die vordere Partie des Rüssels. Vergr. 1098.

Fig. 16. Schnitt durch die mittlere Partie des Rüssels oberhalb des Oesophagus. Vergr. 1098.

Fig. 17. Schnitt durch die hintere Partie des Rüssels. Vergr. 1098.

Fig. 18. Schnitt durch die vorderste Partie der Halsregion. Vergr. 1098.

Fig. 19. Schnitt durch die vordere Partie der Halsregion. Vergr. 1098.

Fig. 20. Schnitt durch die Mitte der hinteren Partie der Halsregion. Vergr. 1098.

Fig. 21. Schnitt durch die hinterste Partie der Halsregion. Vergr. 1098.

Fig. 22. Schnitt durch die vordere Partie des ersten Rumpfglieds. Vergr. 1098.

Fig. 23. Schnitt durch die vorderste Partie des zweiten Rumpfglieds. Vergr. 1160.

Fig. 24. Schnitt durch die vorderste Partie des dritten Glieds. Das Tier war schwach zurückgezogen. Vergr. 1160.

Fig. 25. Schnitt in der Höhe der Grenze zwischen dem zweiten und dritten Glied. Vergr. 1098.

Tafel XIX.

Fig. 1. Etwas schiefer Schnitt durch das fünfte Glied in der Höhe des zweiten Protonephridienpaares. Vergr. 1098.

Fig. 2. Schnitt durch die vordere Partie des sechsten Glieds. Vergr. 1098.

Fig. 3. Schnitt durch die vordere Partie des achten Glieds. Vergr. 1098.

Fig. 4. Schnitt durch die vordere Partie des neunten Glieds. Vergr. 1098.

Fig. 5. Schnitt durch die hintere Partie des neunten Glieds. Vergr. 1098.

Fig. 6. Schnitt durch die vordere Partie des zehnten Glieds. Vergr. 1098.

Fig. 7. Schnitt durch die hintere Partie des zehnten Glieds. Vergr. 1098.

Fig. 8. Schnitt durch die vordere Partie des Endglieds. Vergr. 1098.

Fig. 9. Schnitt durch die mittlere Partie des Endglieds in der Höhe der Genitalporen (*gp*). Vergr. 1098.

Fig. 10. Schnitt durch die hintere Partie des Endglieds. Vergr. 1098.

Fig. 11. Schnitt durch die hinterste Partie des Endglieds in der Höhe der Borstentaschen. Der Schnitt geht etwas schief, so daß nur eine Endborste (*Eb*) sichtbar ist. Vergr. 1098.

Fig. 12. Umriß eines ganzen, stark ausgestreckten Tiers von *Echinoderes Dujardinii*, in dem die Lage der Protonephridien (*Pr*¹—*Pr*³) und die Richtungen der Querschnitte Fig. 13—22, Taf. XVIII und Fig. 1—11, Taf. XIX angegeben sind. Die Richtungen der Schnitte der Fig. 23—25, Taf. XVIII können nicht angegeben werden, da dieselben durch halbzurückgezogene Tiere gehen.

Fig. 13. Umriß eines horizontalen Längsschnittes durch die vordere Körperpartie eines sehr stark zurückgezogenen Tieres. Der Schnitt ist etwas schief, weshalb die rechte Körperhälfte breiter aussieht als die linke. Vergr. 915.

Fig. 14—17. Schematisierte Serie von Querschnitten durch die vordere Körperpartie eines sehr stark zurückgezogenen Tieres. Vergr. 776. — Fig. 14. Schnitt in der Höhe der hinteren Halsregion. — Fig. 15. Schnitt in der Höhe der vorderen Partie des ersten Rumpfglieds. — Fig. 16. Schnitt in der Höhe der hinteren Partie des ersten Rumpfglieds. — Fig. 17. Schnitt in der Höhe des zweiten Rumpfglieds.

Fig. 18. Teil eines Querschnittes durch die hintere Halsregion eines stark zurückgezogenen Tieres. Vergr. 1160.

Fig. 19. Teil eines Querschnittes durch die hinterste Halsregion eines zurückgezogenen Tieres. Vergr. 1098.

Fig. 20. Längsschnitt durch den Rand der Rüsseltasche eines stark zurückgezogenen Tieres. Vergr. 915.

Fig. 21. Teil eines dicken Flächenschnittes durch die hintere Halsregion

eines ausgestreckten Tieres. Ansicht der dorsalen Fläche der Halsregion mit den linsenartigen Verdickungen der Längsleisten (*Au*). Vergr. 1830.

Fig. 22. Teil eines Querschnittes durch den Rumpf eines Weibchens in der Höhe der Verdickungen am Vorderrand der Panzerplatten. Vergr. 1098.

Fig. 23. Querschnitt durch den ventralen Nervenstrang in der Mitte des fünften Glieds.

Tafel XX.

Fig. 1—4. Eine Serie von Flächenschnitten durch die vordere Körperhälfte eines männlichen Tieres, dessen Rüssel schwach zurückgezogen war. Die Schnitte gehen etwas schief, am linken Körperrand tiefer, als am rechten. Vergr. 1098. — Fig. 1. Schnitt längs der dorsalen Rumpfwand bis zur Höhe des vierten Glieds. — Fig. 2. Schnitt längs der Halsregion. Flächenschnitt durch das Cerebralganglion. — Fig. 3. Schnitt längs der dorsalen Fläche des Oesophagus. — Fig. 4. Schnitt längs der vorderen Partie des rechten Hodens.

Fig. 5. Halbschematisierter Umriß eines Flächenschnitts durch die vordere Rumpfpattie in der Höhe des rechten Protonephridiums. Vergr. 1098.

Fig. 6. Querschnitt durch die hintere Partie des Endglieds eines Tieres, auf welchem die cuticulare Verbindungshaut der dorsalen und ventralen Panzerplatte eine Einstülpung ins Innere bildet (*Esh* Fig. 9, Taf. XX). Vergr. 1160.

Fig. 7—9. Serie von sagittalen Längsschnitten durch eine Seite des Endglieds. Nur die Panzerplatten, die cuticulare Verbindungshaut und die Borstenmuskeln sind abgebildet. Die Richtungen der Schnitte sind durch Pfeile auf Fig. 6, Taf. XVII angegeben. — Fig. 7. Schnitt längs der Endborste. — Fig. 8. Schnitt durch die linke hintere Randverdickung der Platten. — Fig. 9. Schnitt näher zum After längs der inneren Einstülpung der cuticularen Verbindungshaut.

Fig. 10. Schema des dritten Paares der Protonephridien. Dorsalansicht.

Fig. 11. Schnitt durch die vordere Partie eines Protonephridiums (zweiten Paares). Vergr. 1160.

Fig. 12—14. Serie von Längsschnitten durch das zweite Protonephridium. Vergr. 1160.

Fig. 15. Eine einzellige dorsale Drüse (*Dd*) aus dem achten Glied. Vergr. 1830.

Fig. 16. Querschnitt durch die vordere Partie eines Hodens, dessen blindes Ende nach hinten zurückgebogen ist (*Hd* und *vHd* Fig. 4, Taf. XX).

Fig. 17. Schema der Oesophagusmuskeln von der rechten Körperseite bei einem ausgestreckten Tiere.

Fig. 18. Schema der Oesophagusmuskeln bei einem ausgestreckten Tiere. Dorsalansicht.

Fig. 19. Schema der Oesophagusmuskeln bei einem stark zurückgezogenen Tiere. Dorsalansicht.

Fig. 20. Schema der Oesophagusmuskeln von der rechten Körperseite bei einem stark zurückgezogenen Tiere.

Fig. 21. Schema des Verlaufs der Oesophagusmuskeln und ihrer Beziehungen zueinander bei Betrachtung des Tieres von vorn.

Fig. 22. Teil eines sagittalen Längsschnitts durch das Cerebralganglion eines zurückgezogenen Tieres. Vergr. 776.

Fig. 23. Die Spermatozoen von *E. Dujardini*. Vergr. 1830.

87

Zeitschrift

für

WISSENSCHAFTLICHE ZOOLOGIE

begründet

von

Carl Theodor v. Siebold und Albert v. Kölliker

herausgegeben von

Ernst Ehlers

Professor a. d. Universität zu Göttingen

Achtundachtzigster Band

Drittes Heft

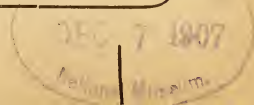
Mit 9 Tafeln und 2 Figuren im Text

LEIPZIG

Verlag von Wilhelm Engelmann

1907

Ausgegeben den 19. November 1907



Inhalt

	Seite
Hugo Merton, Über den feineren Bau der Ganglienzellen aus dem Centralnervensystem von Tethys leporina Cuv. (Mit Taf. XXI u. XXII) . . .	327
Irene Sterzinger, Über das Leuchtvermögen von Amphiura squamata Sars. (Mit Taf. XXIII u. XXIV.)	358
Adolf Meixner, Polycladen von der Somaliküste, nebst einer Revision der Stylochinen. (Mit Taf. XXV—XXIX u. 2 Fig. im Text.)	385

Mitteilung.

Beiträge für die Zeitschrift bitten wir an Herrn **Prof. Ehlers** in Göttingen einzusenden. Im Interesse einer raschen und sicheren Veröffentlichung liegt es, daß die Manuskripte völlig **druckfertig** eingeliefert werden, da mit nachträglichen Einschibungen und ausgedehnten Abänderungen während der Korrektur Zeitverlust und sonstige Unzuträglichkeiten verbunden sind. Bei der Disponierung der Zeichnungen ist darauf zu achten, daß der Raum des in der Zeitschrift üblichen Tafelformates nicht überschritten wird. Für Textfiguren bestimmte Zeichnungen sind auf **besonderen** Blättern beizulegen.

Die Verlagsbuchhandlung
Wilhelm Engelmann.

Der Herausgeber
Ernst Ehlers.

Die Herren Mitarbeiter der »Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie« erhalten von ihren Abhandlungen und Aufsätzen 40 Sonderdrucke unberechnet. Weitere Exemplare werden auf Wunsch gegen Erstattung der Herstellungskosten geliefert **unter der Voraussetzung, daß sie nicht für den Handel bestimmt sind.**

:: VERLAG VON WILHELM ENGELMANN IN LEIPZIG ::

Lehrbuch der Anatomie des Menschen

von
C. Gegenbaur

weiland o. ö. Professor der Anatomie und Direktor der anatomischen Anstalt
der Universität Heidelberg

Siebente, verbesserte Auflage

Zweiter unveränderter Abdruck

2 Bände

Mit 734 zum Teil farbigen Holzschnitten

gr. 8. 1903. M 25.—, in Halbfranz M 30.—.

Über den feineren Bau der Ganglienzellen aus dem Centralnervensystem von *Tethys leporina* Cuv.

Von

Dr. Hugo Merton.

(Aus dem zoologischen Institut zu Heidelberg.)

Mit Tafel XXI und XXII.

Das Centralnervensystem von *Tethys leporina* besteht aus einer kompakten Ganglienmasse, die dem Oesophagus dorsal aufliegt. Schon äußerlich kann man an ihr eine symmetrische Anordnung einzelner Abschnitte unterscheiden und gewinnt leicht die Überzeugung, daß diese Ganglienmasse durch Zusammenrücken der Hauptganglien der Gastropoden entstanden zu denken ist. Diese Anschauung bestätigt sich vollends auf Schnitten, wo man in der Verteilung und Gruppierung der inneren Fasermassen deren Zugehörigkeit zu den einzelnen Ganglienpaaren erkennen kann. Auf diese Verhältnisse will ich jedoch hier nicht näher eingehen; das wenige, was darüber bekannt ist, findet sich in den Arbeiten von BERGH, IHERING, DIETL, PELSENEER u. a.

Öffnet man eine *Tethys* von der dorsalen Seite und legt die centrale Ganglienmasse frei, so erblickt man ein aus dichtgedrängten Kügelchen zusammengesetztes Gebilde, das bei einem ausgewachsenen Individuum eine Länge von 4 mm und eine Breite von 8 mm erreicht. Das traubige Aussehen rührt von den zum Teil sehr großen, an der Oberfläche des Gehirns¹ liegenden Ganglienzellen her, die mit unbewaffnetem Auge gut zu erkennen sind. Die größten Ganglienzellen finden sich am hinteren Rand des Gehirns, zu beiden Seiten der Symmetrieebene; andre, die ebenfalls durch ihre Größe auffallen, liegen an den seitlichen Randpartien. Unter der großen Masse von Ganglienzellen fallen noch drei große weiße Zellen besonders auf, die ich bei jedem Exemplar

¹ Des einfacheren Ausdrucks wegen bezeichne ich in dieser Arbeit das Centralnervensystem als Gehirn.

beobachtet habe; sie liegen stets links von der Symmetrieebene, dicht am hinteren Rand des Gehirns. Außer ihnen fand ich nur noch zwei kleine Ganglienzellen, die gleichfalls weiß sind; diese liegen beiderseits symmetrisch und ungefähr in gleicher Höhe mit den Augen, aber um ein Stück der Medianebene genähert. Ich erwähne diese Zellen nur deshalb, weil sie durch ihre kreideweiße Farbe sich von den übrigen gelben Ganglienzellen scharf abheben und daher jedem Beobachter unwillkürlich auffallen müssen. Ob ihnen eine besondere Bedeutung zukommt, vermag ich nicht anzugeben. Weiß erscheinen ferner noch die Statocysten, die ebenso wie die Augen dem Gehirn dicht aufliegen. Der Abstand der Augen und Statocysten von der Medianebene ist ungefähr gleichgroß, und sie liegen ziemlich dicht hintereinander.

Um den feineren Bau der Ganglienzellen der Gastropoden genauer zu untersuchen, schienen mir die von *Tethys* ein sehr geeignetes Objekt zu sein. Besonders verlockend waren hierbei die größten dieser Zellen, die einen Durchmesser von 450μ erreichen, welche vielleicht die beste Aussicht boten, um die feineren Bauverhältnisse zu ermitteln. Immerhin war dabei zu bedenken, daß bei größeren Zellen auch Komplikationen im Bau auftreten können. So werden z. B. die großen Ganglienzellen von *Helix* nach den Untersuchungen von HOLMGREN (1900) von sog. Trophospongien durchsetzt, die in den kleineren Zellen nur eine geringe Verbreitung besitzen. Diese Erwägungen bestätigten sich zum Teil auch bei meinen Untersuchungen, denn auch die Bauverhältnisse der großen Ganglienzellen von *Tethys* sind etwas komplizierter, und trotzdem treten bei ihnen die einzelnen Elemente kaum deutlicher hervor, wie bei den mittelgroßen und kleinen Zellen.

Auch die Konservierung der großen Ganglienzellen gelingt häufig nicht so gut, wie die der kleineren, indem das Plasma und noch mehr der Kerninhalt im Moment der Fixierung zuweilen Formen annehmen, die den natürlichen Verhältnissen nicht entsprechen (Fig. 12). Es beruht das jedenfalls auf der leichtflüssigen Beschaffenheit des Plasmas und auch darauf, daß bei den großen Zellen die Masse des Zellinhaltes zunimmt, ohne daß die Stützelemente sich in gleichem Maße verstärken. So fand ich zuweilen auf den Schnitten Zellen, bei welchen sich das Kerngerüst innerhalb der Kernmembran einseitig verlagert hatte, andre, an welchen der Kern mit lappenartigen breiten Fortsätzen in das Protoplasma eingedrungen war. Diese und ähnliche Veränderungen des Kernes machten immer einen nicht normalen Eindruck, und mir scheint es sicher, daß sie erst bei der Fixierung entstehen. Ich erwähne diese Verhältnisse nur deshalb, weil die in den Ganglienzellen von vielen

Forschern als natürliche Kernfortsätze, ja sogar als normale Knospentbildungen beschriebenen Gebilde (ROHDE), zum Teil als derartige Kunstprodukte aufzufassen sein dürften. Solche Kernfortsätze wurden zuerst von G. WAGNER an *Hirudo*, *Limax* und *Limnaeus*, später von ARNOLD, OWSJANIKOW, SOLBRIG, H. SCHULTZE und HALLER beschrieben. Freilich dürften sich die von einigen dieser Autoren beschriebenen Kernfortsätze, die auf eine längere Strecke hin zu verfolgen waren, nicht auf diese Weise deuten lassen; hier muß ein andres Trugbild vorgelegen haben. ROHDE hat in seiner Arbeit über die »Ganglienzelle und Neuroglia« eingehend »die Fortpflanzung« der Ganglienzellen verschiedener Gastropoden beschrieben und glaubt nicht weniger als vier Arten ihrer Vermehrung gefunden zu haben. Aus seinen Figuren läßt sich unmöglich erkennen, inwieweit die Präparate, die diese Anschauung begründen sollen, zu so weitgehenden Schlußfolgerungen berechtigen. Hier sei nur darauf hingewiesen, daß irgendwelche Vorgänge gleicher Art an den Ganglienzellen von *Tethys* zweifellos nicht vorkommen, und daß ich gegen das Vorkommen der von ROHDE beschriebenen Zellteilungsarten der Ganglienzellen der Gastropoden schwere Bedenken habe. In den folgenden Zeilen will ich nicht näher auf den Bau des Kernes eingehen und mich darauf beschränken den Bau des Zellleibes und des zu ihm in engster Beziehung stehenden Hüllgewebes klarzulegen.

Untersuchungsmethoden: Bei der Fixierung der Ganglienzellen erzielte ich mit Lösungen, die Osmium enthielten, speziell für die Konservierung des Zelleibes, viel günstigere Resultate als mit Sublimatgemischen. Letztere wurden mehr für Übersichtsbilder verwandt, oder wenn Kernfärbungen angewandt werden sollten. Die feinere Zusammensetzung des Plasmaleibes ließ sich nur an mit Osmiumgemischen fixierten Zellen vorteilhaft untersuchen. Die besten Dienste leistete in dieser Beziehung die nach HERMANN benannte Mischung von Platinchlorid, Osmiumsäure und Eisessig; die Unempfindlichkeit derartig fixierter Objekte gegen Farbstoffe, läßt sich teilweise durch Bleichmittel beseitigen.

Es sei an dieser Stelle noch erwähnt, daß das Aussehen der Ganglienzellen, die mit Sublimatessigsäure fixiert worden waren, recht verschieden war von den in HERMANN'Scher Mischung fixierten, worauf ich im Laufe dieser Arbeit noch öfters hinweisen werde. In Sublimatessigsäure hatte der Kern meistens seine ursprüngliche Gestalt bewahrt, der Zelleib dagegen war geschrumpft, hatte sich von der Bindegewebskapsel

zurückgezogen und umgab als ziemlich schmaler Ring den Kern. Das Umgekehrte war bei Fixierung mit HERMANN'Scher Flüssigkeit der Fall; hier war der Kern geschrumpft, und der Zelleib hatte seine Gestalt bewahrt, oder war vielleicht sogar etwas gequollen.

Nach der Fixierung in 10%igem Formol hatte das Protoplasma ein vacuoläres Aussehen; ich verwandte diese Art der Fixierung daher nur, wenn ich die Objekte nach der von BIELSCHOWSKY angegebenen Versilberungsmethode behandeln wollte. Bei dieser Methode bin ich in der Zeit der Einwirkungsdauer der 2%igen Silberlösung von der Vorschrift abgewichen, denn es erwies sich als notwendig, sie auf 3—4 Wochen auszudehnen, wenn eine gute Imprägnation des inneren Netzwerkes erzielt werden sollte. Diese ganze Prozedur wurde in toto ausgeführt, bis auf die Nachvergoldung, die an den Schnitten vorgenommen wurde. Nicht so elektive, aber dafür vollständigere Bilder des inneren Netzwerkes erzielte ich mit der Vergoldungsmethode von NABIAS, der empfiehlt, Jod-Jodkali, 1%ige Goldchloridlösung und Anilinwasser je 10 Minuten lang nacheinander auf den Schnitt einwirken zu lassen und dazwischen jedesmal in destilliertem Wasser abzuspülen. Mit dieser Methode tingierten sich die Elemente des Hüllgewebes und zuweilen auch schwach das innere Netzwerk der Ganglienzellen; letzteres hob sich aber nur selten genügend scharf von dem umgebenden Plasma ab, und infolgedessen ließen sich seine feineren Details nicht gut feststellen. Darauf kam es aber gerade an, und daher modifizierte ich die Methode so lange, bis schließlich auch eine deutlichere Färbung des Netzwerkes dadurch gelang, daß ich an Stelle von Jod-Jodkali das bekannte Beizmittel Tannin-Brechweinstein anwandte, und im übrigen nach den Angaben von NABIAS verfuhr. In welcher Weise sich die einzelnen Elemente hierbei färbten, soll bei der histologischen Beschreibung mitgeteilt werden. Auch durch Verwendung von Anilinfarben zusammen mit Beizen konnte das intracelluläre Netzwerk dargestellt werden; da sich aber das übrige Plasma ebenso intensiv oder noch stärker mitfärbte, eigneten sich diese Methoden weniger gut hierzu. Zur Färbung des Plasmas im allgemeinen und auch des Hüllgewebes benutzte ich Anilinfarben, und zwar mit dem besten Erfolge Toluidinblau-Erythrosin nach den Angaben von HOLMGREN. Zur Darstellung der chromophilen Bestandteile des Endoplasmas war die NISSLSche Schollenfärbung gut zu verwenden; für die faserigen Elemente wurde auch noch die R. HEIDENHAIN'Sche Eisenhämatoxylinfärbung angewandt; zur Kernfärbung dagegen Boraxkarmin und Hämalan.

Zu den bisherigen Untersuchungen über den Bau der Gastropoden-Ganglienzellen sind fast ausnahmslos unsre gemeinsten Pulmonaten, *Helix*, *Arion* und *Limax* herangezogen worden. Namentlich in den 60er und 70er Jahren sind eine ganze Anzahl von Arbeiten über diesen Gegenstand erschienen, die sich an die Namen von BUCHHOLZ, DIETL, IHERING, LEYDIG, H. SCHULTZE und SOLBRIG knüpfen. Unter diesen sind namentlich die Arbeiten LEYDIGS und SCHULTZES noch jetzt von großem Werte, indem ihre histologisch sehr exakten Untersuchungen Resultate ergaben, die auch heute noch zum Teil ihre Gültigkeit haben. Auf den Arbeiten LEYDIGS fußen die ausgezeichneten Untersuchungen von NANSEN, über den feineren Bau der Ganglienzellen, worin er auch näher auf den Bau des Nervensystems der Gastropoden eingeht. Neuere Untersuchungen über diese Fragen haben PFLÜCKE, ROHDE, MC. CLURE und HOLMGREN veröffentlicht; von diesen hat allein ROHDE auch marine Gastropoden zur Untersuchung herangezogen.

Einen Überblick über die ältere Literatur zu geben, kann ich unterlassen; ich könnte darin nur mit andern Worten, und für das speziellere Gebiet zusammengestellt, wiederholen, was schon NANSEN und PFLÜCKE, in ihrer historischen Übersicht über die allmählichen Fortschritte in der Erkenntnis des Baues der Ganglienzelle im allgemeinen, geschildert haben. Gelegentlich werde ich nur in meiner Darstellung auf die älteren Arbeiten zu sprechen kommen, dagegen hauptsächlich die neueren Untersuchungen in den Kreis meiner Betrachtungen zu ziehen haben. Das soll im wesentlichen jedoch erst geschehen, nachdem ich die Ergebnisse meiner eignen Untersuchung, über die ich schon an andrer Stelle kurz berichtet, dargestellt habe.

Die Ganglienzellen des Centralnervensystems von *Tethys* sind fast ausschließlich unipolar. Das gilt namentlich für alle Zellen, welche die Rindenschicht des Gehirns zusammensetzen, und diese bilden die überwiegende Mehrzahl. Alle diese Zellen sind so orientiert, daß der Zelleib nach außen liegt und sich gegen die centrale Fasermasse des Gehirns zu verjüngt, um in den Nervenfasersfortsatz überzugehen, welcher centralwärts zieht und sich hier meistens in mehrere Fasern auflöst, die sich auf Schnitten selten auf eine längere Strecke verfolgen lassen (Fig. 13 u. 14).

Der Nervenfortsatz (*nvf*) zeigt bei schwacher Vergrößerung ein hyalines Aussehen und ist für Farbstoffe wenig empfänglich. Bei stärkerer Vergrößerung läßt er eine feine Längsstreifung erkennen (Fig. 11), die auf der Anordnung seines Inhaltes in längsgestreckten Wabenreihen beruht, wobei vielleicht in den Längskanten noch als

besondere Differenzierungsprodukte Fibrillen verlaufen, die sich jedoch bei keiner der angewandten Methoden nachweisen ließen. Für die Auffassung, daß der längsfaserigen Struktur des Nervenfortsatzes ein langgezogenes Wabenwerk zugrunde liegt, sprechen folgende Tatsachen: Die Randzone der Ganglienzellen besteht aus genau demselben hyalin aussehenden und schwer färbaren Plasma, aus welchem sich auch der Nervenfortsatz zusammensetzt. Beide gehen ja auch ununterbrochen ineinander über. An der Stelle, wo der Nervenfortsatz in die Zelle übergeht (Conus, Hilus), verbreitert er sich und spaltet sich in eine ganze Anzahl von Ästen, die kegelförmig auseinanderstrahlen und sich in die hyaline Randzone der Ganglienzelle fortsetzen (Fig. 11, 14). Die längsfibrilläre Struktur der Nervenfasern erhält sich noch unverändert in dem Conus und läßt sich auch noch in den angrenzenden Randpartien der Ganglienzelle eine kurze Strecke weit nachweisen. Das Plasma dieser Randpartie hat einen ganz feinwabigen Bau, der oft nur schwer wahrzunehmen ist, und in das Wabenwerk sind häufig feine Körnchen eingelagert (Fig. 15, 16). Da der Übergang des wabigen Plasmas in das längsfaserige sich ganz allmählich vollzieht, und da in ersterem keine Fibrillen aufzufinden sind, so scheint es sicher, daß wenigstens die längsfibrilläre Struktur in dem Nervenfortsatz, die ich beobachtet habe, den sichtbaren Teil eines langgezogenen Wabenwerkes darstellt. Da es sich um äußerst feine Wabenstrukturen handelt, schien das vorliegende Objekt ungeeignet, um auf diese Verhältnisse näher einzugehen. Es bestehen aber offenbar vollkommen dieselben Verhältnisse, die zuerst von BÜTSCHLI für die Ganglienzellen der Wirbeltiere und Wirbellosen nachgewiesen worden sind.

Das feinwabige bzw. längsfaserige Protoplasma der Ganglienzelle will ich entsprechend den Bezeichnungen für die Ganglienzellen der Wirbeltiere (übrigens auch für eine Anzahl Protozoen) mit Exoplasma (*exp*) bezeichnen. Von diesem unterscheidet sich das Endoplasma (*enp*) dadurch, daß es zahlreiche chromophile Einlagerungen enthält. Letztere wurden bei Wirbeltieren von LENHOSSÉK als Tigroidkörper, von NISSL als Schollen beschrieben. Entsprechende Bildungen haben PFLÜCKE und MC. CLURE in den Ganglienzellen der Pulmonaten als chromophile Körner beschrieben. Diese beiden Autoren unterscheiden kein körnerfreies Exoplasma von dem chromophilen Endoplasma, während ROHDE bei Pulmonaten und marinen Opisthobranchiaten schon diese beiden Zonen beobachtet hat.

Das Endoplasma der Ganglienzellen von *Tethys* bietet bei Sublimatfixierung ein ganz andres Aussehen, als bei Fixierung mit

HERMANNScher Flüssigkeit. Im ersteren Fall stellt es meistens eine kompakte Masse dar, von wenig deutlicher Struktur, so daß man eigentlich nur erkennen kann, daß es von chromophilen Einlagerungen gleichmäßig durchsetzt ist (Fig. 10 *a—c*). Anders bei dem mit HERMANNScher Mischung fixierten Material. In diesem Fall besteht das Endoplasma aus einer Menge chromophiler Haufen, die in ihrer Größe ziemlich wechseln. Sie liegen nahe beieinander und verleihen der Zelle ein ähnliches Aussehen, wie es in gewissen Ganglienzellen der Vertebraten durch die NISSLSchen Schollen hervorgerufen wird. Die einzelnen Schollen setzen sich häufig wieder aus kleineren zusammen, deren Plasma einen netzig-wabigen Bau hat und welches von zahlreichen Einlagerungen durchsetzt ist (Fig. 17). Nur in wenigen Fällen fand ich im Centrum jeder Scholle ein kleines, etwas längliches Körnchen, das ich deutlich an Goldchloridpräparaten beobachtet habe (Fig. 11). Die Stellen, wo sich keine chromophile Substanz im Endoplasma befindet, erscheinen als helle Züge und durchsetzen als netzartiges Kanalsystem das ganze Endoplasma. Je nachdem die chromophile Substanz in kleineren oder größeren Anhäufungen (Schollen) verteilt ist, hat das Kanalsystem auch ein verschiedenartiges Aussehen. Das Bild kann noch dadurch sehr verändert werden, daß eine ganze Anzahl von Schollen durch Brücken von chromophiler Substanz miteinander in Verbindung stehen. Dann gewinnt man mehr den Eindruck, daß eigentlich die ganze chromophile Substanz eine einheitliche Masse darstellt, welche nur durch das sie durchsetzende Kanalsystem scheinbar in einzelne Anhäufungen getrennt wird. Sicherlich erscheinen häufig durch das optische oder tatsächliche Querschnittsbild einzelne chromophile Anhäufungen als isolierte Schollen, obgleich sie in Wirklichkeit mit andern zusammenhängen. Eine Partie einer Zelle, wo der Zusammenhang des chromophilen Plasmas besonders deutlich zu sehen war, wurde auf Fig. 4 wiedergegeben. (Von dem in dem Kanalsystem verlaufenden Netzwerk war zunächst gar nichts zu sehen. Siehe S. 336.)

Das Endoplasma erreicht im Durchschnitt etwa zwei Drittel des Durchmessers des Zelleibes; auf der Seite des Nervenfortsatzes verschmälert es sich dagegen oft bedeutend. Das Mengenverhältnis zwischen Exo- und Endoplasma ist aber durchaus kein konstantes; nicht selten überwiegt auch das Exoplasma und drängt das Endoplasma auf eine verhältnismäßig schmale Zone zusammen (Fig. 9 rechts). Da man zuweilen in derselben Zelle auf der einen Seite ein Überwiegen des Endoplasmas, auf der andern Seite dagegen des Exoplasmas beobachtet, so liegt es nahe, anzunehmen, daß diese Verteilung auf der leicht flüssigen

Konsistenz der Ganglienzelle beruht und überhaupt in ein und derselben Zelle verschieden sein kann.

Das Endoplasma geht ganz allmählich in das Exoplasma über, indem die chromophilen Anhäufungen nach außen zu immer kleiner und die Abstände derselben voneinander größer werden. Gleichzeitig sieht man dann zwischen den einzelnen chromophilen Anhäufungen das feinwabige Exoplasma auftreten, welches distal immer mehr überwiegt und schließlich gar keine Einlagerungen mehr enthält, wenigstens nicht solche von der Natur der chromophilen Substanz des Endoplasmas. Aus dieser Darstellung ersieht man, was ja eigentlich selbstverständlich ist, daß zwischen Exo- und Endoplasma keine scharfe Grenze zu ziehen ist, daß der Unterschied beider in der Hauptsache darauf beruht, daß sich im Endoplasma zahlreiche chromophile Einlagerungen in dem feinwabigen Plasma befinden, die dessen Struktur sehr undeutlich machen. Das Endoplasma reicht nach innen bis zur Kernmembran; in der innersten Zone aber ist es bei manchen Zellen wieder weniger dicht und besteht aus kleineren chromophilen Anhäufungen (Fig. 1, 5), zwischen welchen das feinwabige Plasma zu erkennen ist. Der Plasmaleib der Zelle wird nach innen von der Kernmembran begrenzt, nach außen von dem Hüllgewebe, während eine eigentliche Zellmembran hier nicht zu beobachten ist. Auf diese Verhältnisse werde ich später noch genauer zu sprechen kommen.

In der innersten Zone des Endoplasmas, in der, wie bemerkt, die chromophilen Anhäufungen seltener sind oder ganz fehlen können, beobachtete ich in einigen Fällen Züge feiner Fibrillen. Die einzelnen Fibrillen verlaufen geschlängelt, dicht nebeneinander, ungefähr parallel der Kernoberfläche, und zwar scheinen sie nicht miteinander zu anastomosieren (Fig. 6). Einige von ihnen treten in das grobschollige Endoplasma ein, sie verlaufen hier in den Schollen selbst und ließen sich in ihnen ein Stück weit verfolgen. Diese Fibrillen konnte ich mit Goldchlorid, Eisenhämatoxylin und Toluidinblau auffinden; wie gesagt, sah ich sie jedoch nur in ganz wenigen Fällen und stets nur in der innersten Zone des Plasmaleibes. Daher kann ich nur vermuten, daß diese Fibrillen den sog. Neurofibrillen der Ganglienzelle entsprechen, wie sie H. SCHULTZE, PFLÜCKE und Mc. CLURE bei *Helix*, *Limax* und *Arion* beschrieben haben. SCHULTZE unterscheidet an der Ganglienzelle, hauptsächlich nach Untersuchungen an lebenden Zellen, fibrilläre Elemente, die in eine »glasig zähflüssige Substanz« eingebettet sind. Die fibrillären Elemente sollen leicht in eine granulierten Substanz zerfallen. Nach den beiden letzteren Autoren setzt sich das Plasma der

Ganglienzellen nur aus Fibrillen und Körnern zusammen. PFLÜCKE gibt an, daß die Fibrillen mit den Körnern in direktem Zusammenhang stehen, so daß das einzelne Korn durch eine Anschwellung der Fibrille entsteht. Auch nach MC. CLURE wird die ganze Ganglienzelle von Fibrillen durchzogen; dagegen sollen die Körner zwischen den Fibrillen liegen und den NISSLSchen Schollen entsprechen, wie er durch verschiedene Färbungen nachzuweisen sucht. Die Fibrillen ziehen als isolierte Elemente durch die ganze Zelle, ohne miteinander zu anastomosieren. Die oben erwähnten Fibrillen, die ich bei *Tethys* beobachtet habe, scheinen, nach ihrem Aussehen und ihrem Verlauf zu schließen, den von MC. CLURE beschriebenen zu entsprechen; wenn ich sie auch nur in einer schmalen Zone der Ganglienzelle beobachten und elektiv färben konnte, so ist es nicht ausgeschlossen, daß sie in einem größeren Teil der Ganglienzelle vorkommen und vielleicht auch in den Nervenfortsatz übertreten. Wie schon H. SCHULTZE erwähnte, zerfallen die Fibrillen sehr leicht; auch von Wirbeltierganglienzellen wird neuerdings, namentlich von BETHE, angegeben, daß die Neurofibrillen sehr leicht ihre Färbbarkeit einbüßen oder gänzlich zerfallen können. So dürfte es sich erklären, daß ich nur selten diese Fibrillen nachweisen konnte. Ob die in den drei obengenannten Arbeiten beschriebenen Fibrillen sämtlich als selbständige Gebilde anzusehen sind, oder ob es sich dabei nicht zum Teil um Plasmastrukturen handelt, die einen fibrillären Bau vortäuschen, will ich dahingestellt sein lassen. Da die Fibrillen bei Gastropoden sehr fein sind und starke Vergrößerungen und geeignete Färbungen zu ihrem Nachweis nötig sind, so scheinen mir diese Zweifel nicht unberechtigt. Neuerdings hat BOCHENEK in den Ganglienzellen von *Helix* ein ziemlich dichtes Fibrillennetzwerk mit der Nachvergoldungsmethode von APÁTHY dargestellt, dessen Aussehen sehr von den bisher beschriebenen Neurofibrillen der Gastropoden abweicht, dagegen dem von mir für *Tethys* später zu schildernden intracellulären Netzwerk zu gleichen scheint. Besonders vermochte BOCHENEK an den großen Ganglienzellen von *Helix* nachzuweisen, daß von diesem Netzwerk Fibrillen in die Nervenfasern übergehen. Auch in diesem Falle halte ich es nicht für ausgeschlossen, daß gewisse Elemente des nicht fibrillär differenzierten wabigen Plasmas sich mit Gold imprägniert haben können. NANSEN hat ganz entsprechende Netzwerke in Ganglienzellen abgebildet, von denen wir jetzt bestimmt wissen, daß sie durch die Struktur des Plasmas hervorgerufen werden. Doch darauf komme ich weiter unten zu sprechen.

In dem Endoplasma vermochte ich also bis jetzt nur die sog.

Schollen oder chromophilen Anhäufungen, sowie die als Neurofibrillen gedeuteten Elemente nachzuweisen. Die letzteren verlaufen nicht, wie man erwarten möchte, in dem die Schollen trennenden hellen Balkenwerk, sondern in dem chromophilen Plasma der Schollen selbst. Die einzelnen Schollen stehen nun, wie schon oben erwähnt, durch chromophile Brücken miteinander in Verbindung, durch welche daher auch die Fibrillen verlaufen.

Über die Natur des Kanalsystems zwischen den Schollen ist bisher noch nichts gesagt worden. Mit den meisten Methoden, die angewandt wurden, ließ sich in demselben nichts nachweisen; es schien sich also zunächst nur um ein feines intracelluläres Kanalsystem zu handeln. Die genauere Untersuchung ergab nun aber, daß in dem Kanalsystem ein körperliches Netzwerk verläuft, welches den Zelleib in der ganzen Ausdehnung des scholligen Endoplasmas durchsetzt und das wie eine Hohlkugel, die aus einem dichten, fädigen Gerüstwerk besteht, den großen Kern allseitig umgibt. Mit der BIELSCHOWSKYSchen Versilberungsmethode gelang es zuerst dieses »intracelluläre Netzwerk«, wie ich es nennen will, deutlich sichtbar zu machen, ja sogar elektiv zu färben. Es nimmt dabei eine schwarzbraune Farbe an und hebt sich gut von dem ganz schwach gefärbten Grunde ab (*icn* Fig. 3, 8). Der Charakter dieser Bildung ist der eines ausgesprochenen Netz- oder Gerüstwerkes, das bald aus größeren, bald aus kleineren Maschen besteht und dessen Fäden zum Teil ganz fein, zum Teil dicker und gröber sind. Auch die Knotenpunkte des Netzes sind verschieden dick, je nachdem drei oder mehr Fäden in ihnen zusammentreffen und miteinander verschmelzen. Nur selten ist es nämlich möglich, einen Faden als solchen über verschiedene Knotenpunkte hinaus zu verfolgen, und zwar nur in solchen Zellen, deren Netzwerk feinfädig ist. Diese Verhältnisse sind auf den Fig. 3 und 8 dargestellt, die Teile des intracellulären Netzwerkes möglichst genau nach der BIELSCHOWSKYSchen Färbung wiedergeben. Wie man sieht, tritt das Netzwerk nicht dicht bis an die Kernmembran heran, und sein Abstand von der Oberfläche der Zelle ist noch bedeutend größer.

Im übrigen ließ sich an den BIELSCHOWSKY-Präparaten nicht viel erkennen, denn alle andern Bestandteile der Ganglienzelle waren nur schwach gefärbt und unmöglich zu identifizieren, da das ganze Plasma bei dieser Präparation ein stark vacuoläres Aussehen erhält. Was an diesen Präparaten noch vor allem sich feststellen läßt, ist, daß das intracelluläre Netzwerk, abgesehen davon, daß es auf der einen Seite

der Ganglienzelle zuweilen breiter ist wie auf der entgegengesetzten, sich am Ursprung des Nervenfortsatzes nicht in Fibrillen auflöst, welche etwa in den Nerven eintreten. Das intracelluläre Netzwerk zeigt auf der dem Nervenfortsatz zugekehrten Seite keinerlei Abweichungen von seiner sonstigen Beschaffenheit; nur ist es auf dieser Seite häufig etwas schmaler, was damit zusammenhängt, daß auch das Endoplasma im allgemeinen in dieser Gegend weniger breit ist.

Der Vergleich verschiedener Bilder ergab nämlich, daß das intracelluläre Netzwerk in seiner Ausdehnung der Verbreitung des Endoplasmas vollkommen entspricht. Da nun die HERMANNSCHE Flüssigkeit den Zelleib am besten fixierte und sich dabei das Endo- und Exoplasma, sowie das Hüllgewebe mit verschiedenen Färbungen zur Darstellung bringen ließen, so handelte es sich jetzt darum, eine Methode ausfindig zu machen, mit welcher sich auf solchen Präparaten auch das intracelluläre Netzwerk, das bisher nur als Negativ wahrzunehmen war, sichtbar machen ließ. Das gelang zunächst mit der von NABIAS angegebenen Vergoldungsmethode, die eigentlich zur Färbung von Neurofibrillen empfohlen wurde. Aber auch damit ließen sich noch keine prägnanten Bilder des Netzwerkes herstellen, und vor allen Dingen gelang es nicht, gleichzeitig die Fasern des Hüllgewebes deutlich zu imprägnieren. Durch verschiedene Abänderungen der NABIASSCHEN Methode gelang es schließlich, bei Verwendung von Tannin-Brechstein an Stelle von Jod-Jodkali (s. S. 330) günstige Präparate zu erzielen. An solchen war das intracelluläre Netzwerk, sowie die Lamellen und Fasern des Hüllgewebes braungelb gefärbt, das Exoplasma und die Schollen dagegen dunkel- oder hellrot. Auf solchen Präparaten, wie sie auf Fig. 1, 2, 5 und 7 abgebildet sind, war es möglich, die Beziehungen des intracellulären Netzwerkes zu den übrigen Bestandteilen der Zellen genauer festzustellen.

Zunächst ergibt sich aus einem Vergleich der Abbildungen, daß das Netzwerk entweder ein recht feines Fadenwerk sein kann, dessen Maschen parallel zum Kern und der Zelloberfläche in die Länge gezogen sind, so daß bis zu einem gewissen Grad ein parallelfaseriger Bau herauskommt (Fig. 2 und 3). Ein solcher müßte z. B. auch auf Fig. 9 vorhanden sein, wie sich aus der Anordnung der Schollen ohne weiteres ergibt. Andererseits kann das Netzwerk mehr den Charakter eines Balkenwerkes annehmen (Fig. 1), für welches es namentlich bezeichnend ist, daß die Verschmelzungsstellen der Balken dreieckige und viereckige Plättchen bilden können. Dieser Charakter kann sich dann noch weiter verstärken, indem die Balken noch dicker werden,

wodurch das Netzwerk ein schwammiges Aussehen erlangt (Fig. 7). Die Folge davon ist, daß die chromophile Substanz sich auf kleinere Ansammlungen (Schollen) verteilen muß. Ob diese verschiedenen Zustände des Netzwerkes auch in der lebenden Zelle in dieser Form existieren, ob es sich also hier vielleicht um verschiedene funktionelle Zustände handelt, ist natürlich nach diesen Befunden nicht mit Bestimmtheit zu entscheiden. HOLMGREN, der in verschiedenen Gewebszellen, und zuerst in den Ganglienzellen, ganze Saftlückensysteme beschrieben hat, vertritt neuerdings die Ansicht, daß sich dieselben durch Verflüssigung des Trophospongiums bilden könnten. Man könnte daher daran denken, daß es sich hier bei *Tethys* auch um verschiedene Zustände des intracellulären Netzwerkes handle. Erst weiter unten soll erörtert werden, inwieweit das intracelluläre Netzwerk von *Tethys* mit den bisher bekannten intracellulären Netzen usw. zu vergleichen ist. Hervorzuheben ist noch, daß die erwähnten verschiedenen Zustände des Netzwerkes auch zuweilen in ein und derselben Zelle an verschiedenen Stellen zu beobachten waren. Dieser Befund scheint dagegen zu sprechen, daß diese Verschiedenheiten von der Einwirkung des eindringenden Fixierungsmittels herrühren könnten. Vielmehr halte ich es für das Wahrscheinlichste, daß das Netzwerk, nicht wie ich ursprünglich vermutete, von fester Beschaffenheit, sondern mehr zähflüssig ist, und daß die Verschiedenheiten seines Aussehens sich auf diese Weise verstehen lassen.

Bei Betrachtung der Fig. 1, 4, 5 und 17 sieht man deutlich, daß das Netzwerk nur an wenigen Stellen mit der chromophilen Substanz durch feine Plasmabrücken in Zusammenhang steht, und daß meistens zwischen beiden noch Lücken vorhanden sind, wonach es also schiene, daß das Netzwerk allgemein in einem Kanalsystem liegt. Dazu ist nun zunächst zu bemerken, daß diese Lücken nur dann deutlich zu sehen sind, wenn das Netzwerk einen grobnetzigen Charakter hat, wogegen die feineren Netzfäden nur selten von Hohlräumen umgeben zu sein scheinen, und daß vor allen Dingen diejenigen Fäden, welche sich bis in das Exoplasma verfolgen lassen, in letzterem nicht von Kanälen umgeben sind. Jedenfalls steht also das sog. Lückenwerk in keiner Kommunikation mit irgendwelchen pericellulären Räumen.

Es handelt sich bei dem chromophilen Endoplasma und dem intracellulären Netzwerk um zwei verschiedene Modifikationen des Cytoplasmas, die im Endoplasma deutlich voneinander zu unterscheiden sind. Nach innen, nach dem Kern zu, reicht das Netzwerk ziemlich

nahe an den Kern heran, ohne in irgendwelche Beziehungen zu ihm zu treten. Es ist in sich geschlossen und wird von einer schmalen Zone meist helleren Endoplasmas, in der keine Ausläufer des Netzes zu sehen sind, von der Kernmembran getrennt. Viel schwieriger ist es dagegen, die äußere Grenze des Netzwerkes festzustellen. Wie aus Fig. 1 und 4 zu ersehen ist, verfeinert sich das Netzwerk zusehends, je mehr es sich dem Exoplasma nähert, und zwar in doppelter Weise: die einzelnen Maschen werden kleiner, und die Fäden werden auch dünner und schwerer färbbar, von der Region ab, wo sie mit dem Exoplasma in Berührung treten; in letzterem sind die Fäden des Netzwerkes meistens nur noch auf eine ganz kurze Strecke zu verfolgen.

In dem Exoplasma ist nun aber ebenfalls ein Faserwerk vorhanden, das von außen in das Plasma eindringt. Es sind dies die Fortsätze des Hüllgewebes, Fasern, Lamellen und Kanälchen, die von außen in die Zelle eindringen und die mit ihren letzten Ausläufern bis in die Grenzregion von Exo- und Endoplasma vordringen (Fig. 9, 16). Auch diese erreichen im allgemeinen ihr Ende in der Grenzzone von Exo- und Endoplasma, ohne daß sich in der Regel ein Zusammenhang mit dem intracellulären Netzwerk nachweisen ließe. Diese Beobachtungen scheinen dagegen zu sprechen, daß hier ein Zusammenhang zwischen Hüllgewebe und intracellulärem Netzwerk besteht, und doch muß ich ihn für eine Anzahl von Stellen entschieden behaupten. Denn an manchen Zellen sind Hüllfasern (*hf*), die von an der Oberfläche gelegenen Hüllzellen entspringen, ununterbrochen bis zu dem intracellulären Netzwerk zu verfolgen, und man kann dann nachweisen, daß diese Hüllfasern in einen Faden des Netzwerkes übergehen, der mit andern Netzfasern zu einem Knoten verschmilzt. Verschiedene solche Zusammenhänge zwischen Hüllgewebe und intracellulärem Netzwerk konnte ich an großen Ganglienzellen mit Sicherheit beobachten. An kleineren Ganglienzellen von einem Durchmesser von etwa 80μ glaubt man häufiger derartige Verbindungen beobachten zu können, aber mit Sicherheit ist der Zusammenhang da kaum festzustellen. In vielen kleineren Ganglienzellen ist nämlich die Exoplasmazone sehr dünn; das Endoplasma und das Netzwerk reichen infolgedessen fast bis an die Oberfläche der Zelle, die von zahlreichen Hüllfasern, die nur wenig tief in sie eindringen, durchsetzt wird. Hier ist die Gefahr einer Täuschung zu groß; auch gestattet die Feinheit der Elemente nicht, mit genügender Sicherheit die einzelnen Fasern zu verfolgen. Nur in wenigen Fällen konnte also ein Zusammenhang zwischen den Elementen des Hüllgewebes und dem intracellu-

lären Netzwerk beobachtet werden. Die Seltenheit dieses Vorkommens erklärt sich vielleicht damit, daß die Schnittrichtung für diesen Nachweis von großer Bedeutung ist. Auch müssen die Schnitte sehr dünn sein, um eine Faser als solche sicher verfolgen zu können; nur selten aber wird es der Fall sein, daß eine Faser auf der ganzen Strecke von der Oberfläche der Zelle bis zum intracellulären Netzwerk in der Ebene des Schnittes verläuft. Diese Punkte sind zu berücksichtigen, wenn man die relative Seltenheit der beobachteten sicheren Zusammenhänge der beiderlei Faserelemente kritisch zu beurteilen sucht.

Schließlich sind dann noch die Beziehungen des Hüllgewebes zur Ganglienzelle zu erörtern. Wie schon gesagt, läßt sich an den Ganglienzellen von *Tethys* keine die Zelle nach außen abgrenzende Membran sicher unterscheiden. Diese Beobachtung stimmt mit den Angaben von SCHULTZE, LEYDIG, NANSEN und ROHDE über die Ganglienzellen der Pulmonaten überein und erklärt sich dadurch, daß die Ganglienzellen vollkommen von einem dichten Geflecht von Fasern und Lamellen des Hüllgewebes umgeben sind, die sich an die Zelle eng anlegen und die zum Teil auch in sie eindringen, weshalb auch für die Ganglienzelle selbst eine Membran überflüssig wird.

Auf einem Schnitt durch eine Ganglienzelle sieht man auf der Oberfläche derselben eine große Anzahl kleiner Kerne (*hzk*), die zum Teil auch noch in den von außen eindringenden Hohlräumen zu sehen sind und die damit in das Exoplasma zu liegen kommen (Fig. 9, 15); das sie umhüllende Plasma ist sehr geringfügig, häufig kaum wahrzunehmen. Das ganze Geflecht- und Netzwerk, welches die Ganglienzelle und den Nervenfortsatz umgibt, gehört zu diesen Zellen, die SCHNEIDER in seiner vergleichenden Histologie als Hüllzellen bezeichnet. Bei Wirbellosen wird vielfach für das die Ganglienzellen umgebende Bindegewebe die aus der Wirbeltierhistologie stammende Bezeichnung Neuroglia angewendet. Dabei wird ganz außer acht gelassen, daß es sich bei der Neurogliazelle um eine feststehende morphologische Bezeichnung handelt, um sternförmige Zellen, die eine ganze Anzahl von glatten, faserigen Fortsätzen besitzen, die nur selten sich verästeln. Diese Charakteristik trifft für die die Ganglienzellen von *Tethys* umhüllenden Zellen nicht zu. Ich will sie daher nach SCHNEIDER als Hüllzellen bezeichnen, im Gegensatz zu vielen Autoren, die das die Ganglienzellen umgebende Bindegewebe Neuroglia nennen. Ich bin mir dabei bewußt, daß diese Frage endgültig nur auf ontogenetischem Wege zu lösen ist, wenn man feststellt, daß die Hüllzellen mesodermalen Ursprunges sind, und daß sie nicht aus dem

Ectoderm stammen, was für ihre Glianatur sprechen würde. (In der vorläufigen Mitteilung habe ich die Bezeichnung »Neuroglia« bei *Tethys* auch noch fälschlich angewandt.)

Die faserigen Fortsätze der Hüllzellen zeigen große Neigung zur Verästelung und entspringen vielfach nicht direkt am Zelleib derselben, sondern nehmen von Lamellen, die die Ganglienzelle oberflächlich bekleiden, ihren Ursprung. Häufig entspringt eine ganze Anzahl dieser Fasern nahe beieinander, und diese dringen strahlenartig nach verschiedenen Seiten in das Exoplasma ein, verästeln sich hier unregelmäßig, und ihre Ausläufer lassen sich bis an die äußere Grenze des Endoplasmas verfolgen (Fig. 2). Solche Fasern waren es auch, die ich, wie oben beschrieben, in Verbindung mit dem intracellulären Netzwerk treten sah.

An der Oberfläche der Ganglienzelle sind außer faserigen Elementen auch die lamellosen stark entwickelt, sie sind hier zu einem dichten Netzwerk ineinander verflochten und häufig nur bei den großen und größten Ganglienzellen ausgebildet (Fig. 5). Namentlich bei letzteren ist auch das Auftreten von Lymphspalten (Lacunen, Saftlücken, endolymphatischen Räumen) zu beobachten, die an manchen Stellen eine sehr starke Ausbildung erfahren haben. Die einfachste Form derselben ist die, daß man schmale Spalten ziemlich dicht unter der Oberfläche der Ganglienzellen auf eine große Strecke hin verlaufen sieht, die mit den an der Peripherie der Ganglienzelle liegenden Lücken, die zwischen dem Hüllgewebe freibleiben, im Zusammenhang stehen (Fig. 1 *lsp*). An andern Stellen dringen Saftlücken von ziemlicher Breite tiefer in das Exoplasma der Ganglienzellen ein, um sich erst in geringer Entfernung vom Endoplasma in eine Anzahl Kanäle zu verzweigen; diese teilen sich weiter und gehen in immer feinere Kanäle über, die sich schließlich in Fasern fortsetzen, und zwar verlaufen dieselben ebenso wie die Kanäle im Exoplasma (Fig. 15). Für alle Lymphspalten, die ich beobachtet habe, ist es charakteristisch, daß ihre Wand von einem dünnen, lamellenartigen Belag ausgekleidet ist (Fig. 4, 5), der eine direkte Fortsetzung der Hüllzellen vorstellt. Infolgedessen ist es auch nicht erstaunlich, daß überall in solchen Saftlücken Kerne der Hüllzellen zu beobachten sind, welche auf diese Weise zuweilen sehr tief in dem Exoplasma der Ganglienzelle gefunden werden (Fig. 4, 15 *hzk*). Sind solche Saftlücken sehr stark entwickelt, so können sie stellenweise das Exoplasma ganz zurückdrängen und dem Zelleib damit ein lappiges Aussehen verleihen (Fig. 16). Eine solche Stelle ist auf Fig. 9 abgebildet. Hier sieht man, wie die Zelloberfläche förmlich eingebuchtet ist. In der großen eindringenden Lacune finden sich eine ganze Anzahl

Hüllzellen; die große Lacune zerteilt sich weiter in mehrere kleinere Hohlräume, und der lamellöse Wandbelag setzt sich schließlich in unregelmäßig verlaufende Fasern fort, welche zum Teil auch wieder an kleine Saftkanälchen herantreten, die auf dem Schnitt quer getroffen sind. Eine so starke Entwicklung der Saftlücken war, wie erwähnt, hauptsächlich an manchen Stellen der größten Ganglienzellen ausgebildet.

Besonders reichlich tritt das Hüllgewebe auf der Seite des Nervenfortsatzes auf, hier dringt es zwischen den einzelnen Balken, in welche sich die Nervenfasern beim Eintritt in die Ganglienzelle zerspalten, ein, und ist in allen Lücken, die zwischen den fibrillären Zweigen der Nervenfasern vorhanden sind, anzutreffen (Fig. 11, 14). Daß auf diese Weise zahlreiche Kommunikationen zwischen dem pericellulären Raum und den intracellulären Lücken vorhanden sind, versteht sich von selbst. Oft ist das ganze Innere des Conus und auch eine mittlere Partie der Nervenfasern so stark von Zwischengewebe durchsetzt, daß es den Anschein hat, als ob zur Zelle zwei getrennte Nervenfasern hinzutreten (Fig. 13).

Die die Ganglienzellen umgebenden pericellulären Lückenräume sind nach außen von einer homogenen Membran, der Kapselmembran (*hm*), abgegrenzt, die entweder nur eine große oder gleichzeitig mehrere kleinere Ganglienzellen umhüllt. Die Größe der pericellulären Räume richtet sich im allgemeinen nach dem zwischen Membran und Ganglienzelle vorhandenen Hüllgewebe; genauere Angaben vermag ich indessen darüber nicht zu machen, da die Membran bei allen Methoden Schrumpfungen zeigte, wie aus ihrem geschlängelten Verlauf auf den Figuren hervorgeht. Irgendwelche Unterbrechungen ließen sich an der Membran nicht nachweisen; sie scheint kontinuierlich von einer Zelle auf die benachbarte überzugehen und umhüllt meistens auch noch die Nervenfortsätze (Fig. 11, 13, 14). Diese Membran ist daher als eine das ganze Gehirn umhüllende aufzufassen, durch welche die ernährenden Flüssigkeiten hindurch diffundieren. Nach außen von der Kapselmembran ist nämlich das Gehirn noch von einer dicken bindegewebigen Hülle (*bgh*) umgeben; in dem Raum zwischen diesen beiden Hüllen befinden sich neben spärlichem Bindegewebe zahlreiche Lacunen, in welchen die Blutflüssigkeit circulierte, die das ganze Gehirn umspült. Die Zellen, die zur Kapselmembran gehören, sehen genau so aus, wie die oben beschriebenen Hüllzellen und lassen ihre Zugehörigkeit zur Membran nur dadurch erkennen, daß sie ihr teils von außen, teils von innen dicht anliegen. Diese Kapselmembran hat schon ROHDE bei *Tethys* und *Pleurobranchus* beobachtet und sie mit der SCHWANNschen Scheide der

Wirbeltiere verglichen. Auch NANSEN und ältere Autoren haben diese Membran als Hülle der Ganglienzellen bei Gastropoden beschrieben.

Bevor ich die Beschreibung meiner Untersuchungen beende, will ich noch auf gewisse Inhaltskörper eingehen, die in vielen Ganglienzellen beschrieben worden sind und die offenbar in irgend einem Zusammenhang mit ihrem Stoffwechsel stehen. Ich meine die gelben kleinen Körner oder Tröpfchen, die von vielen Autoren als Pigment der Ganglienzellen beschrieben worden sind. Sie sind entweder im Plasma gleichmäßig verteilt oder besonders stark an der Stelle des Nervenursprunges angehäuft. In den verschiedenen Ganglienzellen eines Tieres treten sie in sehr variierenden Mengen auf, ja sie können auch ganz fehlen. In chemischer Hinsicht gehören sie zu den sog. Lipochromen und sind infolgedessen größtenteils daran zu erkennen, daß sie sich mit Osmiumsäure stark schwärzen. In den präparierten Ganglienzellen von *Tethys* habe ich körnige Inhaltskörper nur selten und in geringer Menge gefunden, und zwar lagen die meisten in der Mitte des Conus (Fig. 11, 14 *pgk*), einige wenige an der Peripherie der Ganglienzelle. Bei genauerer Untersuchung erkennt man, daß sie sich aus kleinen Körnchen zusammensetzen, die in ein gemeinsames Stroma eingebettet sind.

Dagegen waren die oben erwähnten gelben Fetttröpfchen an den lebenden Ganglienzellen häufig in großer Menge vorhanden und dann in dem gesamten Plasma zerstreut. An den mit HERMANN'Scher Flüssigkeit fixierten Ganglienzellen erscheinen diese Fettkugeln pechschwarz. Sie variieren sehr in ihrer Größe, von ganz kleinen Pünktchen bis zu großen Kugeln, liegen hauptsächlich im Exoplasma (*fk* Fig. 1), und zwar zuweilen in so großer Menge, daß es an solchen Stellen unmöglich ist, die feineren Verhältnisse zu studieren. Diejenigen Fettkugeln, die im Endoplasma zu sehen sind, liegen stets im Innern der Schollen (Fig. 5, 7). An den mit Sublimatessigsäure fixierten Zellen ist bei Karmin- oder Hämatoxylinfärbung kaum etwas von diesen Fetttropfen zu sehen. Bräunt man nachträglich die Schnitte mit Osmiumholzessig, so sieht man deutlich in der Peripherie des Zelleibes eine braungrünlich gefärbte Substanz, die auch in Form feiner Kugeln das Plasma durchsetzt. Diese Fettkugeln (*fk*) liegen in Vacuolen, die sie meist nicht ganz ausfüllen, weshalb sie von einem feinen hellen Saum umgeben sind (Fig. 10a). Ferner konnte ich beobachten, daß die Vacuolen häufig miteinander durch breite geschlängelte Kanäle in Verbindung stehen, und daß deren Lumen mit derselben graugrünen Substanz angefüllt ist (Fig. 10c). An andern Stellen waren große Ansammlungen der gleichen Substanz zu sehen, die häufig den halben Durchmesser des Zelleibes

erreichten; auch sie lagen in Vacuolen, die mit Kanälen in Zusammenhang standen. Die großen Substanzansammlungen waren am häufigsten an der Stelle des Austritts der Nervenfasern. Außerdem waren in andern Zellen noch Vacuolen vorhanden, die bis auf Spuren leer waren; aus diesen mußte also das Fett ausgetreten sein oder es war vielleicht durch die angewendeten Reagenzien aufgelöst worden (Fig. 10b). Da es sich zweifellos bei den nach HERMANN und mit Sublimatessigsäure fixierten Zellen um die gleiche fettige Substanz handelt, wie aus ihrer Anordnung und aus ihrem Verhalten gegenüber Osmiumsäure deutlich hervorgeht, so möchte ich darauf hinweisen, daß die Verteilung dieser Substanz bei den mit Sublimatessigsäure fixierten Zellen sicher nicht ganz den natürlichen Verhältnissen entspricht; das scheint aus einem Vergleich mit den Verhältnissen, wie ich sie bei lebenden Ganglienzellen beobachtet habe, sicher hervorzugehen.

Man sieht daraus, wie einseitig und vielleicht unrichtig eine histologische Beschreibung sein kann, die sich nur auf eine Fixierungsmethode stützt. Wenn es sich dann noch um Beobachtungen handelt, die einzig in ihrer Art dastehen, so ist doppelte Vorsicht geboten, und die Selbstkritik kann nicht streng genug sein. Ungefähr 20 Centralnervensysteme von *Tethys* habe ich mit fünf verschiedenen Fixierungsflüssigkeiten behandelt und danach eine Anzahl von Färbungsmethoden angewandt. Auf keinem meiner Präparate habe ich ein Gebilde wahrnehmen können, das irgendwie an die Sphären erinnert hätte, die von ROHDE in den Ganglienzellen von *Tethys* beschrieben worden sind. ROHDE vertritt die Ansicht, daß diese angeblichen »Sphären« aus gewissen Microsomen des Zelleibes entstanden zu denken sind und faßt sie als eine »krebsartige Erscheinung« auf, die nur ausnahmsweise in den Ganglienzellen auftreten soll. Die Exemplare von *Tethys*, die mir vorlagen, waren offenbar vollkommen gesund, denn wie schon bemerkt, konnte ich in keinem einzigen Fall eine Sphäre oder einen Entwicklungszustand derselben beobachten. Trotzdem kann ich es nicht unterlassen, auf Grund der Abbildungen und Beschreibungen, die ROHDE von den Sphären gibt, darauf hinzuweisen, daß es sich dabei um Gebilde von sehr fragwürdiger Natur zu handeln scheint. Schon das Vorkommen der Sphären ist sehr auffallend, »so treten sie genau wie die Sphären der Froschganglien, sowohl intra- als extracellulär auf, im ersteren Fall selten in der Einzahl«; ferner finden sie sich nicht nur in den Ganglienzellen, sondern »auch allenthalben in der Centralsubstanz, und zwar sowohl in den sehr breiten Ganglienzellenfortsätzen, als in der die Zwischenräume der letzteren erfüllenden eigentlichen Grundsubstanz«.

Die Sphären entstehen nicht wie in den Spinalganglienzellen des Frosches, für welche ROHDE die gleichen Sphären beschrieben hat, in dem Kern, sondern außerhalb der Zelle; hier finden sich ganze Entwicklungsherde, in welchen verschiedene Entwicklungsstadien von ROHDE beobachtet worden sind. Die Sphären dringen in die Zellen ein, wachsen heran, und schließlich zerfallen die ausgewachsenen Sphären: »das Centralkorn wird undeutlich, die Radiärzone zerbricht (!) in größere oder kleinere Stücke, die auf den Schnitten als Ansammlungen kurzer Stäbchen erscheinen«. Die meisten Sphären sollen sich in Kügelchen und fädige Bildungen auflösen, die ROHDE für identisch hält mit den Mitochondrien und Chondromiten der Autoren; er sucht das durch lange Zitate der betreffenden Arbeiten zu beweisen, ohne den Leser dadurch überzeugen zu können. Da ihm aber selbst das vereinzelt Vorkommen bei *Tethys* (unter vielen Wirbellosen) und die Verteilung der Sphären mit einer solchen Deutung nicht im Einklang zu stehen scheinen, sucht er dieselben, wie oben erwähnt, als Parasiten mit vollkommenem Entwicklungscyclus aufzufassen¹. Der unbefangene Leser kommt zu einer andern Deutung. Der Bau und das Vorkommen der Sphären, ihr starkes Lichtbrechungsvermögen, das Vorhandensein von Körnchenhaufen mit scharf begrenzten Hohlräumen u. a. m. lassen es ausgeschlossen erscheinen, daß es sich hier um wirkliche Elemente der lebenden Ganglienzellen oder um parasitisch lebende Organismen handeln kann. Wenn man dazu noch die Abbildungen betrachtet (03, 04), und erfährt, daß sich die Sphären deutlich nur an Objekten, die in Sublimat konserviert waren, darstellen ließen, so trägt man kein Bedenken, die ROHDESCHEN Sphären zum großen Teil als Sublimatniederschläge anzusehen. Ich schließe mich in dieser Beziehung vollkommen der Ansicht von GOLDSCHMIDT an, wie er sie in seinem Referat über die Natur der ROHDESCHEN Sphären vertreten hat (Zool. Centralbl. 1904, S. 542). Nicht für ausgeschlossen halte ich es, daß zum Teil auch die Fetteinlagerungen, die, wie bemerkt, bei Sublimatfixierung die verschiedensten Formen annehmen können, Bilder vorgetäuscht haben, die zu der Annahme der Sphären Anlaß geben konnten.

Ich will nun noch untersuchen, inwieweit sich meine Befunde an den Ganglienzellen von *Tethys* mit unsern bisherigen Kenntnissen in

¹ Auf die dritte Deutungsmöglichkeit, die ROHDE für die Sphären in Erwägung zieht, nämlich als höhere Einheiten von Mitochondrien, will ich nicht weiter eingehen, da sie nicht einmal in seinen eignen Resultaten bei *Tethys* eine Stütze findet.

Einklang bringen lassen und ob sie dieselben zu ergänzen vermögen. Im besonderen sollen die Beobachtungen, welche über die Beziehungen des Hüllgewebes (Neuroglia) zu den Ganglienzellen vorliegen, erörtert werden.

In seiner ausgezeichneten Untersuchung über den feineren Bau der Elemente des Nervensystems, kam schon NANSSEN zu dem Ergebnis, daß bei den meisten Ganglienzellen zwischen der »Neurogliamembran« und einem intracellulären Gerüstwerk, dem Spongioplasma, ein Zusammenhang besteht. Speziell an den Ganglienzellen von *Homarus* ist ihm dieser Nachweis gelungen und hat ihn in der Ansicht bestärkt, daß der hyaloplasmatische Inhalt der »primitive tubes«, den Elementarbestandteilen von Zelleib und Nervenfasern, das wesentliche und leitende Element des Nervensystems darstellt, eine Ansicht, zu der ihn speziell das Studium des feineren Baues der Nervenfasern geführt hatte. Er schloß sich damit, wenn auch nicht ganz in der histologischen Erklärung der nervösen Elemente, so doch im Prinzip, der Auffassung LEYDIGS an, nämlich, daß »die festweiche homogene Materie« (das sog. Hyaloplasma) in den Ganglienzellen, den Nervenfasern und der Punktsubstanz den eigentlich nervösen, leitenden Bestandteil derselben ausmachen, wogegen das »Balkenwerk« in den Zellen und die »stofflich festere Streifenzüge in den Nerven mehr zum Gerüstwerk dienen« (83, S. 56). Diese Anschauung vertritt auch noch ROHDE, der dieselben Beziehungen zwischen Neuroglia und Spongioplasma u. a. auch für die Ganglienzellen der Gastropoden eingehend beschrieben hat, wie aus folgender Zusammenfassung seiner Ergebnisse über den Bau der Ganglienzelle hervorgeht. »Gemeinsam für die Ganglienzellen der Wirbellosen und Wirbeltiere sind also folgende drei Bestandteile: Erstens ein homogenes Hyaloplasma, zweitens ein spongioplasmatisches Netzgerüst, das teils fein, teils grobfibrillär ist, und drittens eine färbbare Substanz, welche bei den Wirbellosen und einem Teile der Ganglienzellen der Wirbeltiere dem grobfibrillären Spongioplasma aufgelagert ist, bei einem andern Teil der letzteren sich zu den NISSLSchen Schollen zusammenballt, und zwar meist unabhängig von dem Spongioplasma, welches dann als beinahe farblose Fibrillen zwischen ihnen erscheint. An das feinfibrilläre Spongioplasma ist das Hyaloplasma gebunden; beide zusammen bilden die schwer färbbare Grundsubstanz der Ganglienzellen, welche von dem grobfibrillären, stark tingierten Spongioplasma, bzw. den NISSLSchen Schollen, mehr oder weniger regelmäßig durchsetzt wird« (98, S. 699). ROHDE betont weiterhin, daß man bei vielen Ganglienzellen ein hell erscheinendes Exoplasma von einem stark färbbaren Endoplasma

unterscheiden könne, und daß der Nervenfortsatz stets aus derselben »feinkörnig fibrillären, hyaloplasmahaltigen Grundsubstanz«, aus welcher auch das Exoplasma besteht, sich zusammensetzt. »Niemals beteiligt sich an dessen Aufbau die stark gefärbte Substanz, mithin kann die stark färbbare Substanz nicht das leitende Element darstellen.«

Die drei genannten Autoren stehen also auf dem Standpunkt, daß das sog. Hyaloplasma das leitende Element im Nervensystem vorstellt, eine Anschauung, die auch noch von HELD, WOLFF und wenigen andern vertreten wird. Dieser Annahme gegenüber steht bekanntlich die Hypothese, welche die Neurofibrillen für das leitende Element erklärt, und zwar wird diese von der überwiegenden Mehrzahl der Forscher vertreten. Für beide Anschauungen sind zahlreiche Argumente vorgebracht worden; doch ist bisher noch keine Entscheidung erzielt worden. Ob es sich überhaupt jemals wird einwandfrei experimentell beweisen lassen, daß die Neurofibrillen das alleinige leitende Element bilden, scheint mir schon deswegen sehr zweifelhaft, weil man sich kaum vorstellen kann, daß es überhaupt Neurofibrillen geben kann, die vollkommen nackt sind und nicht von etwas »Hyaloplasma« umgeben sein sollten. Andererseits gibt es Zellen und Nervenfasern, in welchen sich bisher keine Neurofibrillen auffinden ließen, jedenfalls ist das »Hyaloplasma«, also der Hauptbestandteil der nervösen Elemente, das Primäre, und in ihm können sekundär Fibrillen als Differenzierungsprodukte auftreten, die dann als Neurofibrillen bezeichnet werden. In dieser Hinsicht teile ich in gewisser Beziehung die Anschauung, die neuerdings von SCHIEFFERDECKER vertreten wird, der die Fibrillenbildung überhaupt als einen Reifungszustand bzw. Differenzierungszustand der Zellen betrachtet. Um aber in dieser Frage meinen Standpunkt noch etwas näher zu präzisieren, muß ich zuvor auf die Begriffe »Hyaloplasma« und »Spongioplasma« näher eingehen.

Das feinere »Spongioplasma« ROHDES findet sich stets mit dem sog. »Hyaloplasma« zusammen, es soll nach der Auffassung von LEYDIG und NANSEN dem letzteren als Gerüstwerk dienen. Nach LEYDIG soll das leichtflüssige homogene Hyaloplasma in ein poröses Schwammwerk von festerer Beschaffenheit, das Spongioplasma, eingeschlossen sein, während NANSEN annimmt, daß das Hyaloplasma aus zahlreichen feinsten Nervenröhrchen besteht, welche in der Nervenfasern ungefähr parallel zueinander verlaufen, während sie in der Punktsubstanz sowie der Ganglienzelle dicht durcheinander geflochten sind, und die von einem reticulären sog. Spongioplasma, welches mit der

faserigen Neuroglia in Zusammenhang steht, umhüllt werden. Dieses Spongioplasma NANSSENS entspricht dem feineren »Spongioplasma« von ROHDE. BÜTSCHLI ist es gelungen, an den Ganglienzellen und Nervenfasern der Wirbeltiere und Wirbellosen nachzuweisen, daß »sowohl die Annahme von Nervenröhrchen als auch die ihrer spongioplasma-tischen Hülle unhaltbar ist«, und daß die Retikulation der Leibessubstanz »nicht von besonderen, nur Nervenzellen eigentümlichen Verhältnissen herrührt, sondern die gewöhnliche netzmaschige Struktur des Plasmas ist, welche nur Modifikationen aufweist, die sich größtenteils aus den besonderen Gestaltsverhältnissen dieser Zellen und ihrer Ausspinnung in Fortsätze erklären« (92, S. 96). Diesen netzigwabigen Bau, der also nach BÜTSCHLI als Elementarstruktur der lebenden Substanz zugrunde liegt, vermochte ich, wie schon oben erwähnt, auch für die Ganglienzellen von *Tethys*, speziell im Exoplasma nachzuweisen; ich konnte dadurch BÜTSCHLIS Angaben im speziellen Gebiet bestätigen. Mit dieser Erkenntnis ergibt sich aber auch von selbst, daß wir das feine Gerüstwerk in der Ganglienzelle nicht als mit der »Neuroglia« in Verbindung stehendes Spongioplasma, sondern als die dem Ganglienzellen-plasma zugrunde liegende Wabenstruktur anzusehen haben, die von dem sog. Hyaloplasma, das also den Wabeninhalt, das Enchylema (nach BÜTSCHLIS Benennung) vorstellt, nicht getrennt werden kann. Dieses Neuroplasma (HELD, also die beiden zusammengehörigen Bestandteile des Grundplasmas, das Spongioplasma und Enchylema) bildet den Hauptinhalt des Ganglienzellenleibes, des Nervenfortsatzes und der Punktsubstanz; daher nehme auch ich an, daß das Neuroplasma im wesentlichen das leitende Element im Nervensystem vorstellt, daß aber auch den im Neuroplasma verlaufenden Neurofibrillen — und darin weiche ich von den Anhängern der »Hyaloplasmatheorie« ab — eine Rolle in diesem Prozeß zukommt, und daß diese nicht als Stützelemente aufzufassen sind. Selbstverständlich können diese Neurofibrillen nur in den Wabenwänden selbst entstehen, denn nur diese stellen denjenigen Bestandteil des Wabenwerkes dar, der ununterbrochen das ganze Neuroplasma durchsetzt.

Was nun das sog. »grobe Spongioplasma« ROHDES angeht, so liegt es nahe, anzunehmen, daß ROHDE damit das von mir geschilderte »intracelluläre Netzwerk« gemeint haben könnte. Daß diese Annahme jedoch vollkommen ausgeschlossen ist, ergibt sich aus folgenden Tatsachen. Das Material, an dem ROHDE seine Untersuchungen vorgenommen hat und auf welches er seine Angaben über den Bau der Ganglienzellen der Gastropoden stützt, war durchgehend in Sublimat

konserviert. Wie ich nun oben hervorhob, konnte ich an Sublimatpräparaten das intracelluläre Netzwerk nicht nachweisen. Auch die Angaben, welche ROHDE über die Natur und die Färbbarkeit des groben Spongionplasmas macht, widersprechen den für das intracelluläre Netzwerk charakteristischen Merkmalen. Welche Bestandteile des Zelleibes sind es nun aber, die ROHDE als »grobes Spongionplasma« bezeichnet? Das ist recht schwer zu entscheiden, denn aus den Zeichnungen und Photographien, von welchen die ersteren in einer zu schematischen Art der Wiedergabe ausgeführt sind, und den letzteren, welchen für Microphotographien wenig geeignete Präparate zugrunde lagen, läßt sich nicht sicher erkennen, was eigentlich das »grobe Spongionplasma« vorstellt. Auch in den Beschreibungen, welche ROHDE von dem groben Spongionplasma gibt, konnte ich keine Stelle finden, aus welcher mit Sicherheit zu erkennen gewesen wäre, was ROHDE unter dem »grobfibrillären Spongionplasma« versteht. Trotzdem zieht ROHDE aus jeder Beobachtung, wo er die Neuroglia bis an das Endoplasma herantreten sah, ohne weiteres den Schluß, daß hier ein Zusammenhang zwischen ihr und dem groben Spongionplasma existiert, wie z. B. aus nachstehendem Zitat zu ersehen ist: »Bei den Ganglienzellen von *Pleurobranchus* und *Tethys* gehen, wie dies die Regel für die Wirbellosen ist, die Neurogliafibrillen der Scheide stets in das grobfibrilläre Spongionplasma der Ganglienzellen über« (98, S. 702). Da nun aus meinen Untersuchungen an den Ganglienzellen von *Tethys* hervorgeht, daß der Zusammenhang zwischen dem Hüllgewebe und dem intracellulären Netzwerk nur sehr selten sicher nachweisbar ist, scheint es mir unzweifelhaft, daß ROHDE unter dem »grobfibrillären Spongionplasma« nicht einen wohl unterscheidbaren Bestandteil des Endoplasmas verstanden haben kann. Von diesem Punkt abgesehen, bleibt es ROHDES Verdienst, zuerst darauf hingewiesen zu haben, wie eng die Beziehungen des Hüllgewebes zur Ganglienzelle sind, und wie häufig starke Bündel von »Gliafasern« in den Leib der Ganglienzelle eindringen.

Auch für Ganglienzellen anderer Tierklassen sind schon verschiedentlich ähnliche Beobachtungen gemacht worden. So hat APÁTHY für die Ganglienzellen der Hirudineen ein Eindringen der Gliafasern beschrieben und R. GOLDSCHMIDT nachgewiesen, daß bei den sog. radiär-gestreiften Ganglienzellen von *Ascaris* von der äußeren Kapselwand zahlreiche radiäre Fortsätze in den Zelleib eindringen.

Derartig enge Beziehungen zwischen Ganglienzelle und »Neuroglia« kennen wir namentlich auch aus den zahlreichen Arbeiten HOLMGRENS, der in den Ganglienzellen der Wirbeltiere und Wirbellosen ein reiches

Kanälchensystem (sog. Tropospongium) beschrieben hat, das von der Oberfläche der Ganglienzellen seinen Ursprung nimmt und von dem Hüllgewebe gebildet wird. Die Kanälchen sollen im allgemeinen durch Verflüssigung der »Kapselfortsätze« entstehen, und es ist für sie charakteristisch, daß ihre Wände stets von einer feinen Membran ausgekleidet werden, die zum »Gliagewebe« gehört. »Die Kanälchen stellen Spalten innerhalb der . . . in den Nervenzellkörper eindringenden Gliafortsätze dar.« Diese »Gliafortsätze« teilen sich innerhalb des Ganglienzelleibes, treten mit andern Fortsätzen zusammen und können ein dichtes Netzwerk bilden. In den Maschen dieses Netzes »tritt nun die Tigroidsubstanz auf, und es scheinen ausnahmslos die Zonen der Zellen, welche der Kapselfortsätze entbehren, auch ohne Tigroidsubstanz zu sein. So ist dies der Fall mit der sog. ectoplasmatischen Zone, . . .«. Die HOLMGRENSchen Befunde wurden von einer ganzen Anzahl von Forschern bestätigt, und er selbst hat die Trophospongien, wie er diese Kanälchensysteme und Netzwerke innerhalb des Zelleibes nennt, auch für eine ganze Anzahl von Drüsenepithelien usw. feststellen können. Auf letztere Verhältnisse will ich hier nicht eingehen, sondern mich auf die Befunde HOLMGRENS an den Ganglienzellen von *Helix* beschränken.

HOLMGREN bezeichnet die Ganglienzellen von *Helix* als besonders typisches Beispiel für den Nachweis intracellulärer Saftkanälchen und ihren Zusammenhang mit pericellulären Lymphspalten. Außer den Kanälchen und den soliden Fortsätzen der Gliazellen, dringen auch die Differenzierungsprodukte derselben in die Ganglienzellen ein, »die oft eher den Charakter von durch feine Fädchen verstärkten Membranen als von faserigen Gebilden« besitzen. Die Gliaeinwucherungen finden sich nach HOLMGREN nicht nur in den großen und mittelgroßen Nervenzellen, sondern »auch kleine Nervenzellen können in ganz ähnlicher Weise vom Gliagewebe durchsetzt und damit eventuell mit Kanälchen ausgestattet werden.« »Es scheint mir indessen mit Bezug auf die kleineren Nervenzellen die Regel zu sein, daß die eindringenden ‚Glia‘-Fortsätze nur das Gebiet des Zellkörpers occupieren, das zwischen dem exzentrisch lokalisierten Kern und dem Hohlkegel sich befindet.«

Wenn ich mit diesen Beobachtungen HOLMGRENS an den Ganglienzellen von *Helix* meine Erfahrungen an denen von *Tethys* vergleiche, so kann ich hinsichtlich der Verbreitung der Fortsätze des Hüllgewebes im Zelleib nicht in allen Punkten eine Übereinstimmung der Ergebnisse feststellen. Auch bei *Tethys* findet man in den kleinen Zellen höchstens nur in der Region des Conus Bestandteile des Hüllgewebes; bei mittelgroßen Zellen sind sie an dieser Stelle fast immer vorhanden, und in dem

Hüllgewebe sind zahlreiche Hohlräume, die, wie oben beschrieben, mit dem pericellulären Raum kommunizieren; an der Peripherie des Zellleibes sieht man nur spärlich Hüllfasern und membranöse Differenzierungsprodukte der Hüllzellen in die Ganglienzellen eindringen, während Kanäle hier noch zu den großen Seltenheiten gehören. Erst in der Peripherie der großen und größten Ganglienzellen finden sich eindringende Elemente der Hüllfasern häufig, und hier treten auch die Lymphspalten in ziemlicher Zahl an der Peripherie der Ganglienzelle auf (meine Figuren beziehen sich lediglich auf Verhältnisse der großen Ganglienzellen von *Tethys*). Für diese Lymphspalten aber ist es charakteristisch, daß sie stets nur im Exoplasma vorhanden sind und nicht weiter als bis zur äußeren Grenze des Endoplasmas vordringen; niemals konnte ich solche Saftlücken dicht am Kern verlaufen sehen, wie HOLMGREN es für *Helix* abbildet. Dagegen stimmen meine Beobachtungen mit den Angaben von BOCHENEK gut überein, der für *Helix*-Ganglienzellen bemerkt: »En examinant autour d'un canal le protoplasme de ces cellules enormes, nous trouvons que la zone, qui le délimite, est complètement dépourvue de petites granulations et est formée seulement par un protoplasme hyalin«. Auch meine Beobachtungen bei *Tethys* lassen erkennen, daß es sich um keine engeren Beziehungen zwischen Lymphspalten und basophil reagierender Substanz handelt, da, wie bemerkt, dieselben nur in dem körnchenfreien Exoplasma auftreten. Aus dieser Verbreitung der Lymphspalten in den Ganglienzellen der Gastropoden darf man schließen, daß denselben wohl eine Bedeutung für den Stoffwechselprozeß der Zellen zukommt, aber keine so umfassende, wie HOLMGREN ihnen zuerkennen möchte. Ich schließe mich hierin den Anschauungen von BOCHENEK an, der annimmt, daß das Auftreten von Kanälen von der Größe der Zellen bedingt wird. »Grace a lui (dem Kanalsystem), en effet, la surface absorbante de la cellule se trouve considérablement augmentée.« Aus der Beobachtung BOCHENEKS an den Ganglienzellen von Winter- und Sommertieren der *Helix*, die doch bedeutende Verschiedenheit ihrer Stoffwechselprozesse zeigen müssen, ergab sich kein Unterschied in der Verbreitung der Saftkanälchen; hieraus, wie aus der Tatsache, daß die Kanälchen häufig nur in den großen Ganglienzellen auftreten, geht hervor, daß wir die Kanälchen als konstante Bildungen betrachten dürfen, die auch in normalen Zuständen der lebenden Zellen vorhanden sind. Daher kann ich auch der Meinung von LEGENDRE nicht beipflichten, der das Auftreten der HOLMGRENSCHEN Kanäle in den Ganglienzellen als einen pathologischen Zustand ansieht. Schließ-

lich muß ich aber noch hervorheben, daß ich die Ansicht HOLMGRENS über die Entstehung der Kanälchen für *Tethys* wenig wahrscheinlich halte. HOLMGREN nimmt, wie oben schon angedeutet, an, daß die Kanälchen in dem sog. »Trophospongium« durch Verflüssigung entstehen, und daß sie nicht in die pericellulären Saftlücken ausmünden. Aus meinen Abbildungen (siehe speziell Fig. 9) scheint mir nun ohne weiteres die Unmöglichkeit einer solchen Deutung hervorzugehen. Indem ich die Saftlücken als »Lymphspalten« bezeichne, habe ich schon bestimmt darauf hingewiesen, daß ich ihren Zusammenhang mit den pericellulären Räumen um die Ganglienzellen als zweifellos betrachte.

Bisher wurde absichtlich die Frage außer acht gelassen, ob nicht das intracelluläre Netzwerk als eine den HOLMGRENSchen Trophospongien homologe Bildung anzusehen ist. In meiner vorläufigen Mitteilung über das intracelluläre Netzwerk sprach ich schon die Vermutung aus, daß wir es möglicherweise als einen eigentlichen Bestandteil der Ganglienzelle, d. h. als ein Produkt derselben anzusehen haben. Die Begründung hierfür finde ich erstens in der Seltenheit des direkten Zusammenhanges zwischen Hüllgewebe und dem intracellulären Netzwerk, und zweitens in der verschiedenen Färbbarkeit der Elemente des Hüllgewebes und der des Netzwerkes, sowohl mit der HEIDENHAINschen Eisenhämatoxylinmethode, als bei Färbung mit Toluidinblau-Erythrosin, als auch bei der Behandlung mit Osmiumsäure. Nur mit den Methoden der Silber- und Goldimprägnation treten diese Färbungsunterschiede wenig hervor, weshalb es auch nur mit diesen Methoden möglich war, den Zusammenhang zwischen den Fibrillen des Hüllgewebes und dem Netzwerk festzustellen. Diese Tatsachen scheinen mir gegen die Auffassung, daß das intracelluläre Netzwerk als eine direkte Fortsetzung und ein Produkt des Hüllgewebes anzusehen sei, zu sprechen; vielmehr ziehe ich es einstweilen vor, anzunehmen, daß die Verbindungen zwischen diesen beiden Elementen erst sekundär entstanden sind.

Mit den von GOLGI und seinen Schülern beschriebenen intracellulären Netzapparaten, besonders denen der Ganglienzellen des Centralnervensystems der Säugetiere, hat das intracelluläre Netzwerk der *Tethys*-Zellen gemein, daß es ebenfalls das Exoplasma freiläßt und sich nur auf das Endoplasma beschränkt. Der GOLGISCHE Netzapparat erscheint dagegen insofern verschieden, als er meistens nicht so gleichmäßig und engmaschig ist und zum Teil mehr den Eindruck eines Fadenknäuels macht; außerdem stellt er ein in sich geschlossenes Gebilde dar, während das Netzwerk von *Tethys* nach außen nicht so

scharf abgegrenzt ist. Die Ansichten über die Natur der GOLGISchen Netzapparate gehen bekanntlich sehr auseinander. Zunächst ist es noch unsicher, ob dasselbe ein körperliches Netzwerk oder ein Kanalsystem vorstellt. Auch darüber differieren die Ansichten, ob der Netzapparat mit dem Hüllgewebe zusammenhängt, bzw. nach außen sich fortsetzt, wie es HOLMGREN und RETZIUS behaupten, oder ob er ohne Zusammenhang mit der Umgebung ist, wie es GOLGI selbst darstellt. Die Seltenheit einer bisher nachgewiesenen Verbindung mit dem Hüllgewebe scheint dafür zu sprechen, daß die GOLGISchen Netzapparate als Bestandteile der Ganglienzellen anzusehen sind. In dem Punkt scheint mir also das dem GOLGISchen Netzapparat und dem intracellulären Netzwerk von *Tethys* Gemeinsame zu liegen, daß sie beide im Endoplasma der Ganglienzellen liegen, und daß für beide eine autogene Entstehung wahrscheinlich ist, wenn man sich nicht auf bisher unbegründete Annahmen stützen will. Auch die Homologisierung des »apparato endocellulare« mit dem Chromidialapparat, wie sie R. GOLDSCHMIDT und POPOFF annehmen, halte ich zunächst noch für gewagt, solange wir nichts Näheres über die Natur der Netzapparate wissen und ihr Verhältnis zum Kernapparat kennen. Soweit mir bekannt, tingieren sich auch die Netzapparate nicht mit Kernfarbstoffen.

Wie gesagt, stimmen die intracellulären Netzwerke der Ganglienzellen darin überein, daß sie im Endoplasma liegen. Da ich nun auf Grund der so sehr wechselnden Bilder des Netzwerkes bei *Tethys* annehmen muß, daß sein Aggregatzustand kein ganz konstanter, jedenfalls aber ein wenigstens zeitweise zähflüssiger ist, und da ferner das Netzwerk, abgesehen von den nicht häufigen Verbindungen mit den Fibrillen des Hüllgewebes, frei im Endoplasma der Zelle liegt, so scheint es mir auch wenig wahrscheinlich, daß das Netzwerk ein Stützapparat der Zelle sein kann. Dagegen scheinen die engen Beziehungen zwischen der chromophilen Substanz (Schollen) und dem Netzapparat auf eine Wechselbeziehung zwischen diesen beiden Elementen hinzuweisen, die wahrscheinlich für den Stoffwechsel der Ganglienzelle bedeutungsvoll sein dürfte. Wenn ich also auch HOLMGREN hinsichtlich der Entstehung des intracellulären Netzapparates nicht zustimmen kann, so stimme ich doch mit ihm darin überein, daß auch ich in dem Netzwerk einen Bestandteil der Ganglienzelle erblicke, der für ihren Stoffwechselprozeß von Bedeutung ist.

Die vorliegende Untersuchung habe ich während eines Aufenthaltes an der zoologischen Station zu Neapel im Winter 1906 begonnen. Der Arbeitsplatz wurde mir von dem Königlich Preußischen Ministerium der geistlichen, Unterrichts- und Medizinalangelegenheiten zur Verfügung gestellt, wofür dem hohen Ministerium mein ergebenster Dank abgestattet sein möge. Ich möchte an dieser Stelle auch allen den Herren, die mit der Leitung und Verwaltung der zoologischen Station betraut sind, für ihr großes Entgegenkommen meinen aufrichtigsten Dank aussprechen. Den größten Teil dieser Untersuchung machte ich in dem Institut von Herrn Prof. Dr. O. BÜTSCHLI, dem ich für seine liebenswürdige Teilnahme und freundliche Hilfe herzlichst danke. Auch Herrn Prof. SCHUBERG spreche ich für manchen wertvollen Rat meinen besten Dank aus.

Heidelberg, im April 1907.

Literaturverzeichnis.

01. A. BOCHENEK, Contributions à l'étude du système nerveux, des gastéropodes. (Helix pomatia) Anatomie fine des cellules nerveuses. Le Névraxe. Vol. III. Fasc. 1. p. 85—105.
92. O. BÜTSCHLI, Untersuchungen über mikroskopische Schäume und das Protoplasma. Leipzig.
78. DIETL, Untersuchungen über die Organisation des Gehirns wirbelloser Tiere. Sitz.-Ber. d. k. Akad. der Wiss. Wien. Bd. LXXVII. 1. Abt. S. 481—532.
04. EDINGER u. WALLENBERG, Bericht über die Leistungen auf dem Gebiete der Anatomie des Centralnervensystems.
04. R. GOLDSCHMIDT, Über die sog. radiärgestreiften Ganglienzellen von Ascaris. Biol. Centralbl. Bd. XXIV. S. 173—182.
99. GOLGI, De nouveau sur la structure des cellules nerveuses des Ganglions spinaux. Arch. ital. de Biol. T. XXXI. Fasc. 2.
95. B. HALLER, Untersuchungen über marine Rhipidoglossen. II. Textur des Centralnervensystems und seiner Hüllen. Morph. Jahrb. Bd. XI. S. 321—436.
97. H. HELD, Beiträge zur Struktur der Nervenzellen und ihrer Fortsätze. 2. Abhandl. Arch. f. Anat. & Physiol. Anat. Abt. S. 204—294.
00. F. HOLMGREN, Studien in der feineren Anatomie der Nervenzellen. Anat. Hefte Bd. XV. S. 1—89.
00. — Weitere Mitteilungen über die Saftkanälchen der Nervenzellen. Anat. Anz. Bd. XVIII. S. 290—296.
00. — Noch weitere Mitteilungen über den Bau der Nervenzellen verschiedener Tiere. Anat. Anz. Bd. XVII. S. 113—129.

01. F. HOLMGREN, Beiträge zur Morphologie der Zellen. I. Nervenzellen. Anat. Hefte. Bd. XVIII. S. 269—322.
03. — Über die »Saftkanälchen« in den Leberzellen und den Epithelzellen der Nebenniere. Anat. Anz. Bd. XXII. S. 9—14.
03. — Über die sog. »intracellulären Fäden« der Nervenzellen von *Lophius piscatorius*. Anat. Anz. Bd. XXIII. S. 37—49.
77. v. IHERING, Vergleichende Anatomie des Nervensystems und Phylogenie der Mollusken.
95. M. v. LENHOSSÉK, Der feinere Bau des Nervensystems im Lichte neuerer Forschung. Berlin, 2. Aufl.
05. R. LEGENDRE, Sur la nature du trophospongium des cellules nerveuses d'*Helix*. C. R. Soc. Biol. Paris T. LVIII. p. 841—843.
05. — De la nature pathologique des canalicules de HOLMGREN des cellules nerveuses. C. R. Soc. Biol. Paris, T. LVIII. p. 687—688.
83. F. LEYDIG, Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Tiere.
97. Mc. CLURE, The finer structure of the Nerve cells of Invertebrates. I. Gastropoda. Zool. Jahrb. Abt. Morphologie Bd. XI. S. 13—60.
07. H. MERTON, Über ein intracelluläres Netzwerk der Ganglienzellen von *Tethys leporina*. Anat. Anz. Bd. XXX.
86. F. NANSEN, The structure and combination of the histological elements of the central nervous system. Berg. Museum, Aarsberedning für 1896.
95. M. PFLÜCKE, Zur Kenntnis des feineren Baues der Nervenzellen bei Wirbellosen. Diese Ztschr. Bd. LV. S. 500—542.
06. M. POPOFF, Zur Frage der Homologisierung des Binnennetzes der Ganglienzellen mit den Chromidien (= Mitochondria) der Geschlechtszellen. Anat. Anz. Bd. XXIX. Heft 9 und 10.
95. E. ROHDE, Ganglienzelle, Achsencylinder, Punktsubstanz und Neuroglia. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. XLV. S. 387—412.
96. — Ganglienzellkern und Neuroglia. Ebenda Bd. XLVII. S. 121—135.
98. — Die Ganglienzelle. Diese Ztschr. Bd. LXIV. S. 698—727.
03. — Untersuchungen über den Bau der Zelle. II. Über eigenartige aus der Zelle wandernde »Sphären« und »Centrosomen«, ihre Entstehung und ihr Zerfall. Diese Ztschr. Bd. LXXV. S. 148—220.
04. — III. Die Entstehung von Mitochondrien und Chondromiten aus eigenartigen intra- und extracellulären »Sphären«, (Idiozomen). Diese Ztschr. Bd. LXXVI. S. 53—93.
04. — Die »Sphären-Bildungen« der Ganglienzellen. Zool. Anz. Bd. XXVIII. S. 359—364.
04. — IV. Zum histologischen Wert der Zellen. Diese Ztschr. Bd. LXXVIII. S. 1—148.
94. P. SCHIEFFERDECKER, Über Nerven und Muskelfibrillen. Sitzber. der niederrh. Gesell. Bonn. 1904. S. 40—42.
04. — Das Neuron und der Zusammenhang der Neuronen, Ebenda S. 85—93.
02. K. C. SCHNEIDER, Lehrbuch der vergleichenden Histologie der Tiere. Jena 1902.
79. H. SCHULTZE, Die fibrilläre Struktur der Nervenlemente bei Wirbellosen. Arch. f. mikroskop. Anatomie Bd. XVI. S. 57—111.

03. M. WOLFF, Über die Kontinuität des perifibrillären Neuroplasmas (Hyalopl. LEYDIG-NANSEN). Anat. Anz. Bd. XXIII. S. 20—27.
05. — Neue Beiträge zur Kenntnis des Neurons. Biol. Centralbl. Bd. XXV. S. 679—687, 691—702 und 729—741.

Erklärung der Abbildungen.

Gemeinsame Bezeichnungen:

<p><i>bgh</i>, bindegewebige Hülle des Gehirns;</p> <p><i>enp</i>, Endoplasma;</p> <p><i>exp</i>, Exoplasma;</p> <p><i>fk</i>, Fettkugel;</p> <p><i>hg</i>, Hüllgewebe;</p> <p><i>hm</i>, homogene Membran;</p> <p><i>hzf</i>, Hüllzellefaser;</p> <p><i>hzk</i>, Hüllzellkern;</p> <p><i>hzm</i>, Hüllzellmembran;</p> <p><i>icn</i>, intracelluläres Netzwerk;</p>	<p><i>K</i>, Ganglienzellkern;</p> <p><i>km</i>, Kernmembran;</p> <p><i>lsp</i>, Lymphspalte;</p> <p><i>nf</i>, Neurofibrille;</p> <p><i>nvf</i>, Nervenfortsatz;</p> <p><i>pcr</i>, pericellulärer Raum;</p> <p><i>pgk</i>, Pigmentkörner;</p> <p><i>sch</i>, Scholle;</p> <p><i>vk</i>, Vacuole.</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tafel XXI.

Fig. 1. Teil des Zelleibes einer Ganglienzelle von *Tethys leporina*. (Alle Figuren sind so orientiert, daß sie mit ihrem oberen Rand an den Kern der Ganglienzelle [K] angrenzen.) Das grobe intracelluläre Netzwerk (*icn*) hat die gleiche Ausdehnung wie das Endoplasma (*enp*). HERMANNSCHE FL. Vergoldung nach NABIAS. Vergr. 1000.

Fig. 2. Desgl. Einige Hüllfasern (*hf*) stehen in ununterbrochenem Zusammenhang mit dem intracellulären Netzwerk (*icn*). HERMANNSCHE FL. Tannin, Brechweinstein, Goldchlorid, Anilinwasser. Vergr. 1000.

Fig. 3. Desgl. Elektive Färbung des intracellulären Netzwerkes nach der Methode von BIELSCHOWSKY. 10%iges Formol. Vergr. 1000.

Fig. 4. Desgl. Die chromophilen Schollen des Endoplasmas (*enp*) gehen zum Teil ohne Unterbrechung ineinander über. HERMANNSCHE FL. Eisenhämatoxylin nach R. HEIDENHAIN. Vergr. 1000.

Fig. 5. Desgl. Das Hüllgewebe (*hg*) steht in ununterbrochenem Zusammenhang mit dem intracellulären Netzwerk (*icn*). HERMANNSCHE FL. Tannin, Brechweinstein, Goldchlorid, Anilinwasser. Vergr. 1000.

Fig. 6. Desgl. Einige Neurofibrillen, die z. T. durch die Schollen zu verfolgen sind. HERMANNSCHE FL. Polychrom. Methylenblau. Vergr. 1000.

Fig. 7. Desgl. Partie eines besonders groben intracellulären Netzwerkes. HERMANNSCHE FL. Tannin, Brechweinstein, Goldchlorid, Anilinwasser. Vergr. 1000.

Fig. 8. Desgl. Das intracelluläre Netzwerk nach der Methode von BIELSCHOWSKY. 10%iges Formol. Vergr. 1000.

Fig. 9. Desgl. Einige Lymphspalten dringen tief in das Exoplasma ein. Ihre letzten Ausläufer sind bis an die Grenze des Endoplasmas (*enp*) zu verfolgen. HERMANNSCHE FL. Toluidinblau, Erythrosin. Vergr. 1000.

Fig. 10. *a—c* Teile von kleineren Ganglienzellen mit zahlreichen Fetteinlagerungen; in *b* sind dieselben ausgefüllt. Sublimatessigsäure, Boraxkarmin, Osmium, Holzessig. Vergr. 750.

Fig. 11. Übergangsstelle der Ganglienzelle in den Nervenfortsatz (*nvf*). Starke Entwicklung des Hüllgewebes. HERMANNSche Fl. Tannin, Brechweinstein, Goldchlorid, Anilinwasser. Vergr. 500.

Tafel XXII.

Fig. 12. Einige Ganglienzellen von *Tethys*; die größte mit lappigem Kern. HERMANNSche Fl. Toluidinblau. Vergr. 90.

Fig. 13. Desgl. Der Nervenfortsatz der linken Ganglienzelle ist in der Mitte von Hüllgewebe erfüllt. HERMANNSche Fl. Vergoldung nach NABIAS. Vergr. 90.

Fig. 14. Desgl. HERMANNSche Fl. Vergoldung nach NABIAS. Vergr. 90.

Fig. 15. Stück einer Ganglienzelle von *Tethys*. Eine Lymphspalte (*lsp*) dringt in das Exoplasma ein und spaltet sich dicht an der Grenze des Endoplasmas in mehrere Kanäle. HERMANNSche Fl. Eisenhämatoxylin nach R. HEIDENHAIN. Vergr. 1000.

Fig. 16. Desgl. Durch die starke Entwicklung des Hüllgewebes erhält das Exoplasma ein lappiges Aussehen. HERMANNSche Fl. Toluidinblau-Erythrosin. Vergr. 1000.

Fig. 17. Partie aus dem Endoplasma. HERMANNSche Fl. Tannin, Brechweinstein, Goldchlorid, Anilinwasser. Vergr. 1500.

Über das Leuchtvermögen von *Amphiura squamata* Sars.

Von

Irene Sterzinger, stud. phil.

(Aus dem zoologischen Institut der k. k. Universität Innsbruck.)

Mit Tafel XXIII und XXIV.

Allgemeines.

Das Leuchtvermögen von *Amphiura squamata* Sars ist schon ziemlich lange bekannt. VIVIANI (33) beobachtete 1805 in der Nähe von Genua bei einem kleinen Schlangensterne, den er *Asterias noctiluca* nannte und der mit der obengenannten *Amphiura* identisch ist, ein lebhaftes, über die Arme strahlendes Licht, das »ganz wie ein Stern schimmert und Funken in den Meerwässern erzeugt«. Er schrieb die Phosphoreszenz einem elektrischen Fluidum zu. QUATREFAGES (28) beschrieb 1843 das Leuchten eines Schlangensterne, den er, ohne die genaue Art anzugeben, als »*Ophiura grisâtre*« bezeichnet. Sehr wahrscheinlich ist es aber, daß sich seine Beobachtungen ebenfalls auf *Amphiura squamata* Sars = *Ophiolepis squamata* Müller u. Troschel beziehen. QUATREFAGES fand, daß das Licht auffallend in Verbindung mit den Gliedern der Arme steht und verlegte dessen Sitz in die Muskelfibrillen, deren Kontraktionen nach seiner Ansicht das Licht erzeugen sollten. Er stützte diese Ansicht auf die Beobachtung leuchtender Streifen, die der Richtung der Muskelfasern zu folgen schienen, ferner auf die Tatsache, daß das Licht nach längerem Reiz durch Erschöpfung erlischt, was er auf Ermüdung der Muskeln zurückführte.

PANCERI (25), der 1875 diese leuchtende Ophiure näher untersuchte, beschreibt den Ort des Leuchtens in folgender Weise: »la luce si manifesta esclusivamente in coppie d'aree limitate, disposte ai lati di ciascun articolo delle braccia alle superficie dorsale dei medesimi, presso al punto donde sortono i pedicelli«. Nach ihm fallen also die Leuchtpunkte mit der Basis der Füßchen zusammen. PANCERI teilte

nicht die Ansicht QUATREFAGES', daß die Muskelkontraktionen das Licht hervorrufen, da er beobachtete, daß im Erschöpfungszustande des Leuchtvermögens immer noch Muskelkontraktionen, aber ohne jede Lichtentwicklung, erfolgten. Er suchte auch nach Leuchtorganen an den angegebenen Orten, ohne aber zu einem Resultate zu gelangen.

Wir finden in der Literatur noch wiederholt *Amphiura squamata* unter den leuchtenden Tieren erwähnt, so in DITTRICH'S Programmarbeit (3), ferner bei STADLER (31), ohne daß ein Fortschritt in der Kenntnis der Leuchtorgane dieser Form zu verzeichnen ist. In letzter Zeit hat MOLISCH (22) auf die auffallende Leuchtkraft dieses kleinen Schlangensterne neuerdings hingewiesen und es als wünschenswert hingestellt, denselben in bezug auf Leuchtorgane näher zu untersuchen.

Bei der vorliegenden Arbeit war ich vom Bestreben geleitet, den Sitz des Leuchtens bei *Amphiura squamata* festzustellen und die histologischen Verhältnisse der Leuchtorgane so weit als möglich klarzulegen. Im Laufe der Untersuchung ergaben sich auch einige Beobachtungen über Vorkommen von Schleim bei *Ophiothrix fragilis* und einigen andern Echinodermen, die ich ebenfalls folgen lasse.

Es ist meine Pflicht, meinem Lehrer, Prof. Dr. HEIDER, sowie dessen Assistenten, Privatdozenten Dr. STEUER, für die bei dieser Untersuchung mir erwiesene Anleitung und Unterstützung meinen besten Dank auszusprechen. Nicht minder danke ich auch Herrn Prof. Dr. v. DALLA TORRE, der mir bei Beschaffung der Literatur in zuvorkommendster Weise behilflich war.

Technisches.

Meine Untersuchungen stellte ich teils an lebenden Tieren, teils an Totopräparaten und Schnitten an. Das Material stammte aus Triest. Leider waren die lebenden Amphiuren, als sie zur Untersuchung kamen, meist schon sehr erschöpft, oder gar im Absterben begriffen, so daß die Beobachtung des Leuchtens sehr erschwert war. Auch die frischesten Tiere zeigten sehr bald eine Abnahme der Lebenskraft und hielten sich höchstens 3—4 Tage im Aquarium. Als Reizmittel, um das Leuchten hervorzurufen, benutzte ich Süßwasser, absoluten Alkohol, Essig- oder Salzsäure; mechanische Reize, wie Berühren der Tiere, Stoßen oder Schütteln des Behälters, erwiesen sich gewöhnlich als unwirksam. Die Beobachtung des Leuchtens wird auch durch die Kleinheit des Objektes sehr erschwert. Mit freiem Auge kann man wohl erkennen, daß das Licht nur an bestimmten Punkten der Arme auftritt, aber eine genaue

Feststellung des Ortes ist unmöglich. Dazu sind Beobachtungen unter dem Mikroskop notwendig; da aber das Aufblitzen nur wenige Sekunden dauert und die Tiere sich im Moment der Reizung sehr lebhaft bewegen, war die Untersuchung unter dem Mikroskop in der Dunkelheit sehr häufig von Mißerfolgen begleitet. Hatte ich eine *Amphiura* in einem Tropfen Seewasser auf einen Objektträger gelegt und unter dem Mikroskop eingestellt, so war von vornherein Gefahr vorhanden, daß sich während der folgenden Hantierung im Dunkeln das Objekt wieder verschob. Zur Herstellung der Dunkelheit benutzte ich ein schwarzes Tuch, was sich besonders deswegen zweckmäßig erwies, da man sich jeden Augenblick überzeugen konnte, ob die zu beobachtende Stelle noch im Gesichtsfeld war. Der Zusatz des Reizmittels erfolgte bei gleichzeitigem Beobachten durch das Mikroskop, wobei sehr häufig wegen der vermehrten Flüssigkeit oder der Bewegung des Tieres, dasselbe im entscheidenden Moment aus dem Gesichtsfeld entschwand, oder der Fall eintrat, daß das Leuchten ausblieb. Auf die Beobachtungen bezüglich des Leuchtens komme ich noch später zurück. Am günstigsten fand ich das Arbeiten im Halbdunkel, da die Lichtstärke der leuchtenden Punkte doch zu gering ist, um eine genaue Orientierung zu ermöglichen. Diese Methode besitzt aber den Nachteil, daß bei Reizung mit Salzsäure, die sich als der kräftigste Lichterreger erwies, die sofort aufsteigenden Gasblasen in der Dämmerung sehr leicht den Eindruck von Lichteffekten hervorrufen, was irreführend ist.

Um die Füßchen gut ausgestreckt zu erhalten, lähmte ich die Amphiuren vor der Konservierung durch langsames Zugeben von Magnesiumsulfat, womit ich ziemlich gute Resultate erzielte. Zur Konservierung wurde 70%iger Alkohol oder $1/2\%$ ige Osmiumsäure verwendet. Als Entkalkungsmittel benutzte ich teils salzsauren, teils essigsauren Alkohol (70% Alkohol, 10% Essigsäure), in welchem die Tiere einige Wochen blieben. Im Laufe der Untersuchung stellte sich aber heraus, daß die Entkalkung mit Salzsäure völlig unzweckmäßig ist, da der Schleim, der bei dieser *Amphiura* das Leuchten hervorruft, davon aufgelöst wird.

Zur Färbung der Schnitte und Totopräparate eignete sich sehr gut Thionin, dem ich auch die Entdeckung des Schleimes verdanke. Ich benutzte eine sehr schwache wässrige Lösung, wie sie HOYER (10) empfiehlt (zwei Tropfen der konzentrierten Stammlösung auf 5 ccm Wasser) und ließ die Schnitte 10—15 Minuten in der Farblösung. Das Übertragen bis ins Xylol mußte sehr rasch erfolgen, weil Thionin bekanntlich von Alkohol ausgezogen wird. Leider hält sich

die rot-violette Färbung des Schleimes nicht lange, sondern verschwindet schon nach einigen Monaten.

Ich versuchte auch die von PAUL MAYER (21) stammenden Schleimfärbemittel Muchamatein und Mucikarmin, beide aus der Fabrik Grübler durch DÜMLER in Wien bezogen. Muchamatein färbte den Schleim dunkelblau, während die andern Bestandteile der Zellen einen helleren blauen Ton annahmen. Nach den Angaben MAYERS ist Muchamatein ein typisches Reagens auf Schleim, aber er erwähnt auch, daß sich bei manchen Objekten andres mitfärbt. Das Mucikarmin stand mir als gebrauchsfertige wässrige Lösung zur Verfügung, die sich aber nicht bewährte. Der Schleim soll sich rasch und intensiv rot färben, alles andre soll ungefärbt bleiben; allein ich erhielt nur eine unbestimmte, allgemeine hellrote Färbung. Der Grund ist jedenfalls darin zu suchen, daß dieses Mucikarmin bereits unwirksam geworden war, weil die wässrige Lösung sehr leicht dem Verderben unterliegt, während sich die alkoholische Stammlösung unbegrenzt hält. Ich fand diese Angaben später in MAYERS Arbeit (21) »Über Schleimfärbung«, versuchte dann nach dem dort angeführten Recepte Mucikarmin selbst herzustellen und erreichte damit jedenfalls weit bessere Schleimfärbungen. Endlich verwendete ich noch DELAFIELDS Hämatoxylin, das in histologischer Beziehung die klarsten Bilder lieferte und bei Vermeidung von Anwendung von Salzsäure auch den Schleim gut färbte. Auf das eigentümliche Verhalten des Schleimes gegenüber der Salzsäure werde ich später eingehender zurückkommen.

Zur Herstellung von Macerationspräparaten bediente ich mich der Methode von HERTWIG (14). Die Tiere kamen auf 2—3 Minuten in ein Gemisch von gleichen Teilen $\frac{1}{20}$ %iger Osmiumsäure und $\frac{1}{5}$ %iger Essigsäure und hernach auf 1—2 Tage in $\frac{1}{10}$ %ige Essigsäure. Ich brachte dann ein isoliertes Füßchen auf einen Objektträger, klebte das Deckglas mit Wachstropfen an den vier Ecken fest und suchte durch vorsichtiges Klopfen auf dem Deckglase die Zellen aus ihrem Verbande zu lösen.

Beobachtungen am lebenden Tier.

Amphiura squamata ist ein kleiner, grauer Schlangensterne mit fünf schlanken Armen, die an jedem Gliede jederseits mit drei kurzen, regelmäßigen Stacheln versehen sind. Wie ich beobachtet habe, treten aber nicht selten im dickeren Teile der Arme, also gegen die Scheibe zu, vier Stacheln auf. Die Füßchen, an deren Basis PANCERI (25) den Sitz des Leuchtens verlegt, treten paarweise zwischen den Seiten- und

Bauchschildern der Arme hervor und gleichen im Leben straff gefüllten Schläuchen, die mit einem verdickten kolbenförmigen Teile enden. Das Innere des Füßchens durchzieht ein deutlich abgegrenzter Hohlkegel, der sich gegen die Spitze zu verjüngt. In Fig. 2 ist dieser Kegel im optischen Durchschnitt gezeichnet. Nach den Untersuchungen von SIMROTH (30), TEUSCHER (32), HAMANN (7), CUÉNOT (2), MORTENSEN (23) und RUSSO (29) unterscheiden wir bei den Füßchen der Schlangensterne folgende Schichten von außen nach innen: Das äußere Epithel, eine Binde substanzschicht, ferner eine glashelle, elastische Membran, auf welche die Längsmuskelschicht und das innere Epithel folgen (Fig. 2). Diese elastische Membran (*me*) ist es nun, die sich deutlich abgrenzt und auch einen konsistenteren Charakter besitzt, wie bei Macerationspräparaten sehr gut zu sehen war. Während die äußeren Zellen sich bereits durch Klopfen lösten, blieben die von der elastischen Membran umhüllten Muskelfasern und das innere Epithel noch im Verbande. Ungefähr in der Mitte des Füßchens bemerken wir beim lebenden Tier eine Hautfalte (Fig. 2 *fa*), die durch Ausstülpung der äußeren Epidermis gebildet wird und jedenfalls eine Vorrichtung für das rasche und leichte Zurückziehen der Füßchen darstellt. An der Basis derselben liegen zwei Ambulacralschuppen (*as*), im übrigen ist an den verkalkten Schildern nichts zu bemerken, was auf das Vorhandensein von Leuchtorganen hinweisen würde. Wenden wir unsere Aufmerksamkeit der Spitze der Füßchen zu, so fällt uns der etwas verdickte Endteil auf, der sich auch durch die Struktur vom übrigen Füßchen abhebt. In dem außerhalb des inneren Kegels befindlichen Teile, also im äußeren Epithel (*äep*), sieht man häufig in einer dichten Grundmasse kleine Körnchen, untermischt mit größeren gelblich glänzenden Kugeln. Ferner bemerkt man am äußersten terminalen Ende des Füßchens bei genauerer Beobachtung eine kleine Zone, die sich dadurch auszeichnet, daß sie mit zahlreichen kleinen Papillen besetzt ist (Fig. 2). An den von mir untersuchten Tieren konnte ich häufig eine Abgrenzung dieses mit Papillen versehenen Teiles feststellen, die in Form einer kleinen Membranfalte ausgebildet war. Herr Privatdozent Dr. STEUER, der bei einem gelegentlichen Aufenthalt in Triest die Liebenswürdigkeit hatte, Amphipuren zu untersuchen, konnte bei ganz frischen Tieren diese Abgrenzung nicht sehen, weshalb ich sie auch in der Zeichnung nicht aufgenommen habe. Es scheint, daß diese Füßchen sehr empfindlich sind und bald Veränderungen in ihrem Aussehen erleiden.

Auffallend sind ferner ein bis drei kleine, stark lichtbrechende Stäbchen in jeder Papille (*st*), die sich in der Aufsicht als glänzende

Punkte zeigen. Im optischen Durchschnitt sieht man sehr deutlich die doppelkonturierte Cuticula über die Papillen ziehen, an deren höchsten Punkten, gerade über einem Stäbchen, manchmal eine Unterbrechung der Cuticula, also eine Öffnung, zu beobachten ist (Fig. 3).

Jedenfalls müssen wir sagen, daß diese Beobachtungen an der Spitze der Füßchen, nämlich die eigentümliche Struktur, die Papillen mit den Stäbchen, die Öffnungen in der Cuticula, auffallend und verdächtig sind und wir die Frage aufwerfen können, ob nicht vielleicht hier der Sitz des Leuchtens zu suchen ist.

Das Leuchten.

VIVIANI und PANCERI sprechen übereinstimmend von einem grünlichen Lichte, das die Arme von *Amphiura squamata* zeigen. PANCERI (25, Taf. IV, Fig. 1 a) suchte auch den Eindruck des leuchtenden Tieres wiederzugeben, indem er auf schwarzem Grund einen Stern malte, der durch fünf Doppelreihen hellgrüner Punkte gebildet wird. QUATREFAGES, dessen Beobachtungen sich wohl jedenfalls auf diese Ophiure beziehen, schildert das Phosphoreszieren derselben in folgender Weise: Oft, sobald man diese kleinen Ophiuren berührte, setzten sie sofort ihre fünf Arme in Bewegung und fingen an von einem Ende zum andern zu leuchten, während die ganze Scheibe dunkel blieb. Das Licht war gelblichgrün, und man sah mit bloßem Auge deutlich, daß dieses Licht nicht gleichmäßig verteilt war, sondern immer da, wo die einzelnen Armglieder zusammenstießen, funkelte. (Aus BRONN [15] zitiert.)

Dieses hier geschilderte Aufleuchten der ganzen Arme konnte ich nur durch starke chemische Reize, wie absoluten Alkohol oder Salzsäure, hervorrufen; es dauerte nur wenige Sekunden, und die starken Reizmittel hatten natürlich auch den Tod des Tieres zur Folge. Es gewährt einen prächtigen Anblick, wenn plötzlich die Arme in einem unruhigen, wellenförmig dahingleitenden Lichte schimmern und die unscheinbare graue *Amphiura* für wenige Augenblicke in einen grünlich strahlenden Stern verwandelt ist. In Fig. 1 versuchte ich dieses Bild möglichst naturgetreu wiederzugeben. Übereinstimmend mit QUATREFAGES bemerkte ich, daß die Scheibe während des Leuchtens dunkel bleibt. Um den genauen Ort des Leuchtens festzustellen, beobachtete ich die leuchtenden Punkte unter dem Mikroskop. Zu den früher erwähnten Schwierigkeiten trat nun noch die weitere hinzu, daß sich im Momente der Reizung die ausgestreckten Füßchen sehr rasch zurückziehen, so daß Spitze und Basis einander sehr genähert werden. Bei der kurzen Zeit der Beobachtungsmöglichkeit und dem schwachen Lichte

der wenigen Leuchtpunkte im Gesichtsfeld ist es nun schwer, genau festzustellen, welche Stelle des Füßchens leuchtet. Ich gelangte aber dennoch zur Überzeugung, daß an der Spitze der Füßchen der Sitz des Leuchtens ist, was mir dann auch durch Totopräparate und Schnitte bestätigt wurde. Der Irrtum PANCERIS, der die Basis der Füßchen dafür in Anspruch nahm, ist nach dem oben Gesagten sehr leicht erklärlich.

Ich führe nun einige Beobachtungen über den Eintritt des Leuchtens an, die ich bei einzelnen Amphiuren möglichst bald nach Eintreffen der Sendungen gemacht habe. Im allgemeinen muß ich sagen, daß die Amphiuren keine große Neigung zum Leuchten zeigten und nur auf chemische Reize reagierten. Süßwasser, das als heftiger Erreger der Luminescenz gilt, hatte nur ein- bis zweimal Erfolg, aber auch auf Reizung mit absolutem, salz- oder essigsauerm Alkohol blieb manchmal der Leuchteffekt aus. Sehr viel mag wohl der weite Transport schuld gewesen sein, den diese Tiere augenscheinlich nicht gut vertragen; sie scheinen überhaupt sehr zart zu sein, da sie selbst in Triest schon nach 24 Stunden matt waren, wie mir mitgeteilt wurde.

Ein einziges Mal hatte ich Gelegenheit, das Leuchten ohne Reizung zu sehen, und zwar merkwürdigerweise an Tieren, die bereits 3 Tage im Aquarium waren und keine lebhaftere Bewegung mehr zeigten. Es war an einem Januarabende, als ich einige Amphiuren in ein Uhrglas mit Seewasser brachte und auf einmal einige phosphoreszierende Punkte bemerkte. Im Halbdunkel sah ich nun, wie einzelne Punkte an den Armen längere Zeit hindurch in einem grünlichen Lichte bald stärker, bald schwächer funkelten. Endlich erlosch das Licht, um an einer andern Stelle wieder aufzuleuchten. Der Reiz bestand vielleicht im gegenseitigen Berühren der Arme. Ein isolierter Schlangensterne zeigte ebenfalls das Aufblitzen von Lichtpunkten, das durch Bewegen des Uhrglases noch verstärkt wurde. Nachdem er auf mechanischen Reiz nicht mehr reagierte, setzte ich dem Wasser einige Tropfen Alkohol zu, worauf er gleichzeitig an allen fünf Armen prachtvoll aufleuchtete. Leider konnte ich bei den späteren Sendungen aus Triest nie mehr das Leuchten durch mechanische Reize hervorrufen, was ich sehr bedaure, da es auf diese Weise eher gelungen wäre, das Leuchten unter dem Mikroskop genau zu beobachten.

Gewissermaßen als Gegenstück zur eben beschriebenen Art des Leuchtens möchte ich eine andre Beobachtung hinstellen, die ich anfangs April machte. Während es sich im Januar um Amphiuren handelte, die ziemlich erschöpft schienen, nur wenig Bewegung mehr zeigten

und dennoch von selbst leuchteten, bezieht sich das Folgende auf besonders frische, lebenskräftige Tiere. Sie bewegten sich lebhaft kriechend und schiebend weiter, besaßen auch noch das Vermögen, sich selbst zu wenden, wenn sie auf den Rücken zu liegen kamen und kletterten sogar an senkrechten Glaswänden empor. Auf letztere Beobachtung werde ich später noch eingehen. Man würde nun erwarten, daß diese Amphiuren auch das Leuchtvermögen in besonderem Grade besitzen. Allein ich beobachtete die eigentümliche Erscheinung, daß bei den meisten dieser Schlangensterne weder durch mechanische noch durch chemische Reize das Leuchten hervorzurufen war; nur einige wenige, schon etwas ermüdete konnten mit Salzsäure zum Leuchten gebracht werden. Man könnte nun vielleicht glauben, daß die erschöpften, absterbenden Tiere besonders zum Leuchten disponiert sind, allein bei andern Sendungen waren es wieder die gesunden, frischen, welche leuchteten, kurz, ich kann keinen Zusammenhang zwischen diesen verschiedenen Beobachtungen finden und muß mich darauf beschränken, die Tatsachen einfach mitzuteilen.

Die Leuchtorgane.

Am Anfange der Untersuchung brachten mir Schnitte durch Arme und Füßchen keinerlei Aufklärung bezüglich der Leuchtorgane. Allerdings lenkte ich anfangs mein Augenmerk infolge der Angabe PANCERIS hauptsächlich auf die Basis der Füßchen, allein auch später, als ich bereits die Spitzen als Sitz des Leuchtens erkannt hatte, konnte ich nichts finden, was ich als Leuchtorgane hätte auffassen können. Die Schnitte waren mit Hämatoxylin gefärbt und mit Salzsäure differenziert. Ich versuchte nun eine Färbung mit Thionin und bemerkte zwischen den zahlreichen blau gefärbten Kernen an der Spitze der Füßchen markant sich abhebende karminrote Schläuche und Punkte (Fig. 6)¹. Sehr schön zeigte dieses Bild auch ein mit Thionin gefärbtes Totopräparat, das ich von einer mit Essigsäure entkalkten *Amphiura* hergestellt hatte. Fast an jedem Füßchen konnte man am terminalen Ende längere oder kürzere rotgefärbte Schläuche sehen, wie Fig. 5 an einem Stück Arm darstellt. Es drängt sich mit einer gewissen Überzeugung der Gedanke auf, daß wir die gesuchten Leuchtorgane vor uns haben. Die Rotfärbung mit Thionin und die charakteristischen Färbungen mit andern schleimfärbenden Mitteln, die ich später beobachtete, weisen mit ziemlicher Sicherheit darauf hin, daß es sich hier um Schleim handelt, der ja sehr

¹ Auf der Tafel ist die blaue Farbe durch Grau ersetzt.

häufig bei tierischer Luminescenz beteiligt ist. Volle Sicherheit würde allerdings nur die chemische Analyse bieten, die aber wegen der geringen Mengen des Secretes unmöglich ist. Ich zitiere hier einen Satz KRAUSES (12, S. 94), der von MAYER (21, S. 325) bestätigt wurde: »Die mikrochemischen Reaktionen genügen nicht, wenn es sich um die Frage nach der Natur eines von Drüsenzellen gelieferten Secretes handelt, sie können höchstens die Diagnose stützen, unerlässlich aber wird immer die chemische Untersuchung des Secretes selbst sein.«

Wenn diese rotgefärbten Schläuche wirklich beim Leuchten der *Amphiura* beteiligt sind, so muß am stark gereizten Tier eine Veränderung zu beobachten sein. In der Tat fehlten an einem mit Thionin gefärbten Schlangensterne, der stark geleuchtet hatte, die roten Schläuche, es waren höchstens geringe Spuren von Schleim bemerkbar.

Ein glücklicher Zufall war es gewesen, daß ich die ersten Färbungen mit Thionin an mit Essigsäure entkalkten Amphiuren versucht hatte, denn zu meiner Überraschung suchte ich bei Tieren, die mit Salzsäure entkalkt waren, vergeblich nach rotgefärbtem Schleim. Nachdem die Färbungen unter sonst gleichen Bedingungen wie früher ausgeführt worden waren, lag die Vermutung nahe, daß die Salzsäure hier eine entscheidende Rolle spielt. Dies wurde auch bestätigt: zunächst dadurch, daß bei allen Präparaten, wo Salzsäure, sei es zum Entkalken oder Differenzieren verwendet worden war, konsequent keine Schleimfärbung zu sehen war, sodann in noch einwandfreierer Weise durch einen direkten Versuch. Ich behandelte ein Präparat, das gefärbten Schleim zeigte, nachträglich mit salzsaurem Alkohol und konnte nun nach einer neuerlichen Färbung das Fehlen des Schleimes konstatieren. Damit erklärt sich auch, warum ich anfänglich mit Hämatoxylinfärbung keinen Schleim sehen konnte, weil ich die Präparate zum Zwecke der Differenzierung mit Salzsäure-Alkohol behandelt hatte.

In der Literatur fand ich bei FÜRTH (4) eine Angabe, welche sich auf das chemische Verhalten der verschiedenen Mucine bei der Schnecke beziehen. Wie genaue Untersuchungen festgestellt haben, ist das reine Mucin der Schnecke kein einheitlicher Stoff, sondern enthält vier Mucine, die sich in ihrem chemischen Verhalten unterscheiden. HAMMARSTEN (8) konnte ein Mantel- und Fußmucin isolieren, ferner ein Glykoproteid aus der sog. Eiweißdrüse der Schnecke und ein Nucleoalbumin aus der Leber. Von beiden letzteren Körpern wird angegeben, daß sie durch Säuren gefällt werden und der Niederschlag sich unlöslich erweist im Überschuß von Essigsäure, dagegen leicht löslich im Überschuß von Salzsäure. Leider wissen wir vom Mucin anderer

niederer Tiere nichts, um sagen zu können, wie weit der Schleim von *Amphiura squamata* in seiner Zusammensetzung und seinem chemischen Verhalten übereinstimmt mit den oben angeführten Mucinen der Schnecke, mit denen er das eine gemeinsam hat, in Salzsäure löslich zu sein.

Kehren wir nun zur Betrachtung der Leuchtorgane zurück und wenden uns den Schnitten zu. Zur Orientierung dient zunächst Fig. 10. Sie ist wenig schematisiert, aber nach mehreren Schnitten kombiniert, da man infolge der Lage der Füßchen unmöglich mit einem Schnitt ein ganzes Füßchen und zugleich einen guten Armquerschnitt erhält. Trifft ein Schnitt ein Füßchen der ganzen Länge nach, so bietet der Arm ein verzerrtes Bild, oder umgekehrt, hat man einen guten Armquerschnitt, so ist nur der unterste Teil der Füßchen sichtbar. Gut getroffene Schnitte sind überhaupt mehr oder weniger Sache des Zufalls, da wegen der Kleinheit des Objekts eine Orientierung während des Einbettens und Schneidens nur in beschränktem Maße möglich ist.

Über die verschiedenen Teile des Armes orientieren die Bezeichnungen bei Fig. 10. Aufgefallen ist mir ein langgestreckter Kern (*k*), der zwischen zwei Membranen an der Eintrittsstelle der Füßchenäste des Wassergefäßes in die Füßchen regelmäßig zu sehen war. Jedenfalls steht er in Beziehung zum Ventilapparat, der nach LUDWIG (17), KOEHLER (11), HAMANN (7) und CUÉNOT (2) bei den Ophiuren an dieser Stelle liegt. Hervorheben möchte ich auch, daß der Querschnitt der Zwischenwirbelmuskeln bei *Amphiura squamata* baumförmig verzweigt ist.

Was die Füßchen betrifft, so stellt das vollkommen ausgestreckte in Fig. 10 rechts einen Längsschnitt durch die Mitte dar, während das andre, etwas kontrahierte Füßchen links schief geschnitten ist, so daß am Endteil eine höher gelegene Schicht getroffen wurde. Anlässlich der Besprechung des lebenden Tieres wurde bereits erwähnt, daß bei den Füßchen der Ophiuriden mehrere Schichten unterschieden werden. Zunächst sehen wir die Cuticula (*cu*), die als deutlicher doppelkonturierter Saum sowohl die Füßchen, als auch Arm und Stacheln überzieht. Daran schließt sich die äußere Epidermis, die im basalen Teile des Füßchens niedrig ist und die Falte (*fa*) zum Zurückziehen des Füßchens bildet, gegen die Spitze zu sich aber verdickt und zahlreiche Kerne enthält, was besonders im Anschnitt hervortritt. Nach HAMANN (7) tritt aus dem Ganglion an der Basis des Füßchens (*pg*) ein Nervenstrang, der unter der Epidermis bis zur Spitze verläuft und sich dort nach allen Seiten ausbreitet. Diesen Nerv konnte ich bei den angewandten

Konservierungs- und Färbemethoden nicht sehen. Die stark verdickte Epidermis am terminalen Ende des Füßchens besteht nach HAMANN (7) aus langen, fadenförmigen Zellen, deren Kerne in verschiedener Höhe liegen und die basalwärts in feinste Fasern auslaufen, die in die basale Nervenschicht eintreten. Der genannte Forscher faßt daher diese Zellen als Epithelsinneszellen auf, welche Ansicht von CUÉNOT (2) nicht geteilt wird.

Am vordersten Ende des Füßchens treten uns die früher erwähnten Papillen entgegen (*pa*). An das äußere Epithel soll sich nach den Forschern, welche die Ophiuridenfüßchen näher untersuchten, eine Bindegewebslage anschließen, die aber bei ausgestreckten Füßchen kaum bemerkbar ist. Dann folgt die elastische Membran (*me*), die sich an Schnitten bei manchen Färbungen nicht so deutlich abhebt wie beim lebenden Tiere, ferner die Muskelschicht, aus parallelen, dicht nebeneinander liegenden Fasern bestehend, und endlich das innere Epithel, das den centralen Hohlraum auskleidet (*iep*). Bei dieser Fig. 10 sehen wir keinen Schleim, da sie nach Schnitten gezeichnet wurde, die mit Salzsäure differenziert waren. Die Fig. 6, 7 und 8 stellen nun Endteile der Füßchen mit Schleim dar, wie sie sich bei verschiedener Färbung zeigen. Fig. 6 ist nach einem Präparat gezeichnet, das mit Thionin gefärbt war. Die zahlreichen großen, ovalen Kerne des äußeren Epithels, die von einer kleinen Zone ungefärbten Protoplasmas umgeben sind, treten stark hervor; zwischen diese Zellen schieben sich einzelne rot gefärbte Schläuche oder Fragmente von Schleim. Alles übrige, wie Muskeln usw., wird bei dieser Färbung fast unsichtbar. Bemerkenswert ist eine feine Streifung am vordersten Ende in einem von Kernen freien Teil, die ich bei verschiedenen Präparaten wiederfand. Da HAMANN (7) bei den Sinnesknospen von *Ophiothrix fragilis* ebenfalls eine solche Längsstreifung feststellte, so werde ich später, bei Besprechung von *Ophiothrix* darauf zurückkommen.

Eine größere Zahl kurzer und langer Schleimschläuche sehen wir in Fig. 7, die ein mit Osmiumsäure konserviertes und mit Hämatoxylin gefärbtes Präparat wiedergibt. Bei dieser Konservierungsmethode beobachtete ich zwar die längsten und schönsten Schläuche, allein sie hat den Nachteil, daß sich die Zellen mit den Zellkernen nicht präzise färben, sondern nur eine unbestimmte Grundmasse im Tone der Farblösung bilden¹. Deutlich sieht man bei Fig. 7, daß die Schläuche nach dem vordersten Ende des Füßchens ziehen und mit dem verdickten

¹ Wahrscheinlich waren die Zellen überfixiert (siehe LEE und MAYER, Berlin 1898, S. 27).

Ende den Papillen zustreben, oder daß sich in den Papillen selbst Schleim angesammelt hat. Auffallend ist die beträchtliche Länge zweier Schläuche, von denen einer überdies eine Verzweigung zeigt.

Die Betrachtung dieser Bilder führt zunächst auf den Gedanken, daß hier differenzierte Drüsenzellen vorliegen, die zwischen den andern Epithelzellen stecken. Von dieser Idee geleitet, war mein Bestreben darauf gerichtet, den zu diesen Drüsenzellen gehörenden Zellkern zu finden. Allein bei keiner Färbung und selbst mit den stärksten Vergrößerungen konnte ich jemals mit Sicherheit einen Kern mit einem solchen Schlauch in Verbindung bringen. Ich hoffte nun durch Macerationspräparate einen Schlauch mit Kern zu isolieren, allein auch das war ohne Erfolg. Ich konnte wohl einzelne Zellen aus dem Verbands lösen, wie sie Fig. 4 zeigt und feststellen, daß die Zellen des äußeren verdickten Epithels übereinstimmend mit dem Bilde auf Schnitten einen großen Kern und wenig Protoplasma besitzen, das in kürzeren oder längeren Zipfeln, mitunter auch fadenförmig ausläuft; aber es gelang mir nicht einen Schlauch zu isolieren. Bei Zusatz von Thionin zeigte sich nach dem Klopfen entweder eine allgemeine rötliche Färbung am vordersten Ende des Füßchens oder es hingen unregelmäßig geformte Teile von Schleim an den Zellen.

Einen Fingerzeig zur Erklärung dieser Beobachtungen bot mir ein Präparat, das mit Mucikarmün gefärbt war und den Anschnitt einer Füßchenspitze darstellte, Fig. 8. Wie bei den früher besprochenen Fig. 6 u. 7 treten auch hier durch die Färbung Schläuche oder Ansammlungen von Schleim hervor, die in Beziehung zu den Papillen treten. Es läßt sich aber nicht nur an den Randpartien, sondern auch im Innern rot gefärbter Schleim erkennen, der sich zwischen den ungefärbten Kernen in den Intercellularen befindet, ja bei genauerem Zusehen konnte man ein ganzes Netzwerk von dunkler gefärbten Gängen verfolgen, das manchmal von größeren Schleimansammlungen unterbrochen war. Erinnern wir uns nun an die Beobachtungen am lebenden Tiere (S. 362), nämlich an die eigentümliche Struktur am Ende des Füßchens und die glänzenden Stäbchen in den Papillen, so lassen sich die verschiedenen Bilder am besten in folgender Weise erklären. Das verdickte Epithel am Ende des Füßchens stellt ein Conglomerat von Zellen mit großen Kernen und wenig Protoplasma dar, welche alle Schleim zu secernieren vermögen. Dieser sammelt sich dann in den Intercellularräumen und vereinigt sich zu einzelnen dickeren Strängen, die sich Gänge zwischen den Zellen bahnen und zu den Papillen ziehen, wo der Schleim durch eine Öffnung in der Cuticula entleert wird. Für

diese Auffassung sprechen besonders auch die Beobachtungen am lebenden Tiere. Wie schon früher erwähnt wurde, ist im äußeren Epithel an der Spitze der Füßchen sehr häufig eine feine Körnelung zu beobachten, die mit größeren gelblichen Kügelchen untermischt ist, letztere sind manchmal in Reihen angeordnet. Nicht immer ist aber dieselbe Struktur zu sehen, mitunter zeigt das ganze Ende des Füßchens eine stark lichtbrechende fladenartige Felderung, oder es kann auch eine Differenzierung in der Struktur fehlen. Um diese verschiedenen Bilder einheitlich zu erklären, müssen wir uns vorstellen, daß alle Zellen dieses Epithels Schleim secernieren, der zuerst in Form kleiner Körnchen zu sehen ist, die sich an manchen Stellen bereits zu glänzenden Kügelchen vereinigen und in den Intercellularen reihenweise ansammeln. Wird noch weiter Schleim produziert, so können auch die Kügelchen verschmelzen und glänzende Fladen bilden. Daß sich in den Papillen stark lichtbrechende Stäbchen von Schleim besonders abheben (Fig. 3), kann dadurch erklärt werden, daß das eindringende Seewasser den Schleim auf kurze Strecken verändert. Herr Privatdozent Dr. STEUER reizte in Triest eine *Amphiura* bei Tageslicht und beobachtete, daß bei der Reizung die kleinen Stäbchen wie Pfropfen ausgestoßen werden und dann herumschwimmen. An einigen Präparaten konnte ich solche halb ausgestoßene Pfropfen durch Färbung nachweisen. Am interessantesten wäre die Beobachtung dieser Erscheinung im Dunkeln, um zu sehen, in welcher Weise das Leuchten mit dem Ausstoßen der Schleimpfropfen in Zusammenhang steht. Eine derartige Beobachtung ist nur bei starker Vergrößerung möglich, und sie gelang mir infolge der eingangs erwähnten Schwierigkeiten nicht. Jedenfalls wird der Schleim beim Leuchten ausgestoßen, da nach dem Leuchten kein Schleim mehr zu beobachten ist. Es bleiben dann nur mehr die Epithelzellen übrig, deren große, durch die starken Reizmittel gequollenen Kerne eine gleichmäßige Struktur erzeugen. Auch beim lebenden Tiere mag manchmal das Füßchenende keinen Schleim enthalten, und dadurch läßt sich die Struktur ohne Körnelung oder stärker lichtbrechende Kügelchen usw. erklären, wie sie manchmal zu beobachten war.

Auch die Macerationspräparate können auf diese Weise erklärt werden. Wenn die Schleimfäden keinen besonderen, in Röhren auslaufenden Zellen angehören, können durch Klopfen natürlich auch keine derartigen Drüsenzellen isoliert werden. Die Schleimfäden müssen vielmehr bei der Trennung der Epithelzellen zerreißen, und die Teile werden dann da und dort an den Zellen hängen bleiben.

Wenn wir uns die Frage vorlegen, wie sich auch die Bilder von

Fig. 6 u. 7 der Auffassung einfügen lassen, daß keine differenzierten Drüsenzellen vorhanden sind, so müssen wir uns zwei Momente vor Augen halten. Zunächst müssen wir festhalten, daß bei den verschiedenen Präparaten auch verschiedene Stadien der Schleimproduktion vorliegen. Die Tiere können in einem Momente konserviert worden sein, wo sie einen größeren oder geringeren Teil des Schleimes bereits verbraucht hatten. Den Zustand des größten Schleimreichtums können wir überhaupt in einem Präparat nicht festhalten, weil es nicht zu vermeiden ist, daß durch die Konservierung ein Reiz ausgeübt wird, der ein Aufleuchten des Tieres im Moment des Todes bewirkt und damit einen Verlust an Schleim, der nicht mehr ersetzt werden kann. Betrachten wir z. B. Fig. 7. An mehreren Papillen sieht man noch Spuren von Schleim, ein letzter Überrest des gerade ausgestoßenen Schleimpfropfens, darunter in geringer Entfernung eine Anhäufung des Schleimes, der sich gestaut hat und eben nachrücken wollte. Zwei der Schläuche lassen sich weit in das Innere des Füßchens verfolgen, während von den andern, im Zustande größeren Schleimreichtums gewiß ebenso langen Schläuchen, nur mehr die letzten Ausläufer erhalten sind.

Das zweite Moment, das uns erklären kann, warum Fig. 8 ein andres Bild als die beiden vorigen Fig. 6 u. 7 bietet, liegt in der Färbung. MAYER (21), dem wir das Mucikarmin verdanken, betont ausdrücklich, daß dieses Schleimfärbemittel viel empfindlicher als andre ist und den Schleim noch färbt, wenn andre Methoden versagen. Wir können nun annehmen, daß der Schleim im Entstehungszustande, wenn er sich in den Interzellularräumen zu sammeln beginnt, von den andern Farbstoffen, wie Hämatoxylin und Thionin, noch nicht gefärbt wird, sondern nur vom Mucikarmin.

Für die Annahme, daß sich alle Epithelzellen an der Schleimsecretion beteiligen, spricht auch der Umstand, daß alle Kerne von ziemlich gleicher Größe und Gestalt sind. Würden einzelne differenzierte Drüsenzellen vorliegen, so wäre doch zu erwarten, daß sich der zu einem großen Schlauch gehörige Zellkern irgendwie von den andern unterscheiden würde. Auch müßte im Falle, daß das Füßchenende keinen Schleim enthält, oder nach Auflösung desselben mit Salzsäure, die Membran des Schlauches zurückbleiben, so daß man dieselbe noch verfolgen könnte; dies ist mir aber niemals gelungen. Man kann nur manchmal eine gewisse orientierte Struktur in der Anordnung der Kerne beobachten, die wahrscheinlich davon herrührt, daß die Zellen durch den sich durchdrängenden Schleim in bestimmten Richtungen auseinandergeschoben werden.

Eigentümlich sind auch die Enden der Schläuche. Während das der Papille genäherte Ende stets eine Anschwellung des Schleimes zeigt, läuft der Schlauch im Innern des Füßchens fadenförmig aus. Bei einer typischen Drüsenzelle würden wir eher ein umgekehrtes Bild erwarten, nämlich, daß sich an der Bildungsstätte des Schleimes, also um den Kern, der meist am Grunde der Zelle liegt, eine größere Schleimansammlung findet.

Wie wir gesehen haben, lassen sich mit der Annahme, daß der Schleim von den Epithelzellen produziert wird und sich in den Inter-cellularen sammelt, sowohl die Beobachtungen am lebenden Tiere, wie auch die Macerationspräparate und Schnitte ohne große Schwierigkeit einheitlich erklären. Warum sollte die Natur, die ja kein Schema kennt, nicht einmal von der Ausbildung typischer Drüsenzellen abgewichen sein und einen ungewöhnlicheren Weg zur Erreichung ihres Zieles eingeschlagen haben?

Wie schon früher erwähnt wurde, bleibt während des Leuchtens die Scheibe dunkel. Auffallend ist, daß sowohl die Mundfüßchen als auch die Armfüßchen innerhalb der Scheibe nicht leuchten, obwohl sie im Bau mit den übrigen Füßchen übereinstimmen. Durch Färbungen ließ sich bei diesen Füßchen für gewöhnlich kein Schleim nachweisen; auf einen Fall, wo Schleim zu beobachten war, werde ich später zurückkommen. Ein abweichendes Verhalten gegenüber den andern Füßchen konnte ich insofern konstatieren, als bei matten Tieren sämtliche Füßchen innerhalb der Scheibe noch ausgestreckt waren und sich lebhaft bewegten, während die andern Armfüßchen zurückgezogen blieben. Dies mag aber wohl damit zusammenhängen, daß das Absterben hier wie bei andern Echinodermen langsam von der Peripherie gegen das Centrum erfolgt, also die Scheibe am längsten frisch bleibt.

An radiären Längsschnitten durch die Scheibe entdeckte ich an einer kleinen Partie zwischen zwei Mundfüßchen ebenfalls Schleimansammlungen, die klein und linsenförmig waren, dicht nebeneinander lagen und sich an einer ganzen Serie aufeinanderfolgender Schnitte fanden. Dazugehörige Zellkerne konnte ich nicht beobachten. Wenn ich mich recht orientiert habe, lag diese durch Schleimgehalt ausgezeichnete Partie in einem Mundwinkel und wird sich jedenfalls auch in den andern Mundwinkeln finden. Dieser Schleim scheint aber beim Leuchten nicht beteiligt zu sein.

Bekanntlich gehört *Amphiura squamata* zu jenen Schlangensterne, die durch Brutpflege ausgezeichnet sind, und zwar zu solchen, bei denen

die Eier in den Bursae die verschiedenen Entwicklungsstadien durchlaufen und erst als vollkommen ausgebildete Tiere dieselben verlassen. Interessant wäre, festzustellen, in welchem Stadium die jungen Amphiuren die Leuchtfähigkeit erhalten. Soweit ich Gelegenheit hatte, dies zu untersuchen, konnte ich Leuchten an eben ausgeschlüpften Jungen nicht beobachten. Wohl aber waren die Papillen an der Spitze der Füßchen bereits ausgebildet, und manchmal zeigte sich sogar mit Thionin eine rötliche Färbung am terminalen Ende der Füßchen, die auf bereits vorhandenen Schleim hinwies, aber nicht so markant war wie bei erwachsenen Tieren. Dasselbe gilt von Jungen, die aus den Bursaltaschen genommen wurden. Es scheint also, daß zwar Schleim schon frühzeitig gebildet wird, die Fähigkeit der Lumineszenz aber erst in einem späteren Stadium eintritt; doch war das Beobachtungsmaterial zu gering, um darüber etwas Sicheres aussagen zu können. PANCERI (25) lenkte bei dem Versuche, die Leuchtorgane von *Amphiura squamata* zu entdecken, seine Beobachtungen auch auf neugeborene Tiere oder solche, die er den Bursae entnahm, da ihm die Durchsichtigkeit der Gewebe für die Untersuchung günstig schien. Aus seiner Darstellung geht aber leider nicht hervor, ob er nur annahm, daß auch diese jungen Schlangensterne leuchten, oder ob er das Leuchten bei denselben tatsächlich beobachtet hat.

Fragen wir uns nun: hat das Leuchtvermögen bei *Amphiura squamata* eine besondere Bedeutung?

Wie PÜTTER (27) ausgeführt hat, wissen wir, daß alle chemischen Umsetzungen mit strahlender Energie verbunden sind, die allerdings nicht immer unsern Augen sichtbar ist, daher erscheint uns die Lumineszenz nicht mehr so isoliert unter den Lebenserscheinungen wie früher. Es ist nur ein spezieller Fall häufiger Vorgänge. Das Besondere liegt darin, daß die bei den chemischen Umsetzungen erzeugten Strahlen gerade eine Wellenlänge besitzen, die sie unserm Auge sichtbar macht. Nach dieser Auffassung brauchen wir auch nicht immer nach einem besonderen Zwecke des Leuchtens zu forschen, so bei vielen niederen Tieren.

Amphiura squamata nimmt unter den Schlangensteinen eine gewisse Sonderstellung ein dadurch, daß sie, wie ich aus der Zusammenstellung in BRONN (15) ersehe, der einzige bekannte hermaphroditische Schlangenstein ist und zu den wenigen Arten der Ophiuriden gehört, die durch Brutpflege ausgezeichnet sind, ferner durch das Leuchtvermögen, das nur noch von wenigen Ophiuriden und Echinodermen über-

haupt, bekannt ist. WYVILLE THOMSON¹ beobachtete auf der Porcupine das Leuchten von *Ophiacantha spinulosa*, und PERON stellte auf der Insel Bernier an der Westküste Australiens das Leuchten eines Schlangensterne fest, den er *Amphiura phosphorea* nannte. Es ist möglich, daß derselbe mit einer der beiden andern Ophiuriden identisch ist; in der Literatur fand ich darüber keinen Anhaltspunkt. MACINTOSH (20) gibt von *Ophiothrix* spec. an, daß deren Jugendformen in einer Tiefe von 40—80 m leben und ein grünliches Licht ausstrahlen, während sich die ausgewachsenen Tiere in der Flutlinie aufhalten und kein Licht mehr geben. Genauere Untersuchungen müßten erst zeigen, ob sich diese Angaben bestätigen und welcher *Ophiothrix*-Art das Leuchtvermögen zukommt². Zu den wenigen mit Phosphorescenz ausgezeichneten Echinodermen gehört auch der herrlich leuchtende Seestern *Brisinga*, der an der Küste Norwegens in großen Tiefen entdeckt und nach dem glänzenden Kleinod der Freya benannt wurde.

Ob durch das Leuchten bei *Amphiura squamata* ein besonderer Nutzen erzielt wird, ist nicht unmittelbar zu ersehen, wir können darüber nur Vermutungen anstellen. Vielleicht ist das Leuchten ein Schutzmittel zur Abhaltung von Feinden, so daß wir ihm die Bedeutung eines »Schrecklichtes« beilegen könnten (?). Da *Amphiura squamata* in allen Meeren verbreitet ist (LUDWIG [18]) und nicht nur auf Algen an der Küste lebt, sondern auch in größeren Tiefen von 500—600 m vorkommt, so wäre es möglich, daß der ursprüngliche Aufenthaltsort dieses Tieres die Tiefsee war, wo die Leuchtfähigkeit fast allen Tieren zukommt, um sich den Weg in dieser ewigen Nacht zu beleuchten, daß aber später dieser Schlangensterne sich auch geringeren Tiefen anpaßte, ohne dabei die Phosphorescenz zu verlieren. Für eine Einwanderung aus dem Norden bzw. aus der Tiefe würde auch die Brutpflege sprechen.

Schleimdrüsen bei *Ophiothrix fragilis*, *Antedon rosacea* und *Astropecten aurantiacus*.

Ich schließe nun einige Beobachtungen über Schleimdrüsen bei einigen andern Echinodermen an, auf deren Bedeutung ich im nächsten Kapitel eingehen werde.

Unter den Amphiuren, die mir aus Triest gesandt wurden, befanden sich auch einige Exemplare von jungen *Ophiothrix fragilis*. Durch

¹ Depthsof the sea p. 98.

² Wie ich der Arbeit MANGOLDS (siehe Nachtrag) entnehme, besitzen unter den Ophiuriden auch *Ophiopsila annulosa*, *Ophiopsila aranea* und *Amphiura filiformis* Leuchtvermögen.

eine Färbung mit Thionin entdeckte ich an den Papillen, welche die Oberfläche der Füßchen besetzen, ebenfalls lange Schläuche von Schleim. HAMANN (7), der diese Papillen zuerst näher untersuchte und sie Sinnesknospen nannte, scheinen diese Schläuche entgangen zu sein. Es ist dies sehr leicht zu erklären, weil der Schleim ohne spezielle Färbung nicht hervortritt. CUÉNOT (2) aber beobachtete in den Tentakelpapillen von *Antedon*, *Pentacrinus* und verschiedener Ophiuriden eigentümliche Körper, die sich mit Safranin lebhaft färbten und von sehr wechselnder Zahl und Gestalt waren. Bald glichen sie langen Spindeln oder kleinen Linsen, bald verlängerten sie sich bis zu den basalen Zellen der Papillen, wo sie sich verloren, mitunter fehlten diese Körper auch vollständig. Bei der Färbung mit Methylgrün traten diese Erscheinungen in geringerm Maße hervor. Es ist sehr wahrscheinlich, daß diese von CUÉNOT beobachteten Körper Schleimansammlungen waren, deren Natur er nicht erkannte.

Die Sinnesknospen von *Ophiothrix* können schon bei Lupenvergrößerung wahrgenommen werden. Sie besetzen in mehreren Reihen die Füßchen und stellen kegelförmige Gebilde dar, die an der Spitze etwas aufgetrieben sind. Am vorderen Abschnitt, der von Kernen frei ist, stellte HAMANN (7) die früher erwähnte Längsstreifung fest, die ich ebenfalls mehr oder weniger deutlich beobachten konnte. Unterhalb dieses Teiles liegen zahlreiche Kerne in mehreren Reihen angeordnet, die nach HAMANN fadenförmigen Sinneszellen angehören. Mit großer Regelmäßigkeit konnte ich an jeder Sinnesknospe zwei bis fünf rot gefärbte Schläuche beobachten, die von der Basis der Papille bis nahe zur Spitze derselben ziehen, sich dort mit ihrem verdickten Ende der Cuticula zuwenden und jedenfalls nach außen münden (Fig. 9). Ich hatte bei Totopräparaten und Schnitten stets den Eindruck, daß diese Schläuche sehr oberflächlich liegen; auch bei den langen Schläuchen von *Amphiura* konnte ich dies beobachten. Der Grund hierfür liegt jedenfalls darin, daß der Schleim durch die Konservierung usw. etwas herausquillt.

Wir sehen also, daß die Papillen von *Ophiothrix* nicht allein als Sinnesorgane dienen, sondern daß in ihnen auch Schleim produziert wird. Anfangs dachte ich, daß auch dieser Schlangensterne wegen des Schleimes zu leuchten vermag. Dies ist aber nicht der Fall: *Ophiothrix fragilis* leuchtet nicht. Interessant war die Beobachtung, daß eine gereizte und eine ungereizte *Ophiothrix* in bezug auf Schleimgehalt ganz das gleiche Bild bot, während wir bei *Amphiura* gesehen haben, daß nach einer starken Reizung, die ein Aufleuchten des Tieres bewirkte,

der Schleim verschwunden war, ein neuer Beweis, daß der Schleim bei *Amphiura squamata* das Leuchten bedingt. Bezüglich des Verhaltens des Schleimes zur Salzsäure konnte ich bei *Ophiothrix* dasselbe beobachten wie bei *Amphiura*. Auch hier war keine Spur von Schleim mehr zu entdecken, sobald Salzsäure irgendwie verwendet worden war. Mit Hämatoxylin färbte sich der Schleim schwer und nicht sehr markant. In dieser Hinsicht ist also ein Unterschied gegenüber dem Schleim von *Amphiura* zu beobachten, da letzterer sich sehr gut mit Hämatoxylin färbt.

Vergleichen wir die Füßchen von *Amphiura* und *Ophiothrix*, so ergeben sich einige gemeinsame Züge. Wir finden bei beiden Ophiuriden Papillen; während sie aber bei *Amphiura* sehr klein und auf eine Zone am vordersten Abschnitte des Füßchens beschränkt sind, stellen die Papillen von *Ophiothrix* bereits ansehnliche Gebilde dar, die auf das ganze Füßchen reihenweise verteilt sind. Bei beiden Tieren stehen die Papillen in Beziehung zur Schleimsecretion. Während aber bei *Ophiothrix* die ganze Schleimproduktion in die Papillen verlegt ist, enthalten die Papillen von *Amphiura* wegen ihrer Kleinheit nur die Enden der Schläuche und die Öffnung nach außen. Ferner können wir bei den Füßchen beider Schlangensterne eine feine Längsstreifung in einem von Kernen freien Teil beobachten, und zwar bei *Amphiura* am vordersten Abschnitt des Füßchens, bei *Ophiothrix* im vorderen Teile der Papillen. HAMANN (7) erblickt darin eine Andeutung für die Gestalt der Zellen. Wenn wir dies auf *Amphiura* anwenden, so haben wir an der Spitze der Füßchen ebenfalls lange fadenförmige Zellen, die als Sinneszellen aufgefaßt werden können, da die Füßchen nicht nur die Träger der Leuchtorgane, sondern auch Tastorgane sind. Aufgefallen ist mir aber, daß die Längsstreifung nicht gleichmäßig ist, sondern daß engere und weitere Zwischenräume miteinander abwechseln. Ich erkläre es mir damit, daß der Schleim, der sich zwischen diesen Zellen Gänge bahnt, manche derselben auseinanderdrängt bzw. zusammenschiebt.

Der Schleimgehalt in den Füßchen von *Ophiothrix* ist ein sehr gleichmäßiger. Ich beobachtete sowohl an den verschiedenen Armen eines Tieres, wie auch bei den verschiedenen Exemplaren, die mir zu Gebote standen, immer das gleiche Bild, während es bei *Amphiura* ungemein wechselnd ist. Wir können daraus schließen, daß der Schleim bei diesem Schlangensterne eine viel größere Rolle spielt, daß er rascher verbraucht und wieder ersetzt wird als bei jenem.

Ich versuchte auch bei den Füßchen eines mit Alkohol konservierten *Astropecten aurantiacus* verschiedene Schleimfärbungen. Die

Ambulacralfüßchen dieses Seesterns sind kegelförmig zugespitzte Gebilde, die einer Saugscheibe an der Spitze entbehren. Ein mit Thionin gefärbtes Totopräparat zeigte, daß sich das vorderste Spitzchen, welches durch einen Ringwulst abgegrenzt ist, anders verhält als das übrige Füßchen; es färbte sich besser und war durchsichtiger und zarter. Diese Differenzierung kommt dadurch zustande, daß die einzelnen Schichten der Füßchen in den verschiedenen Teilen desselben verschieden stark entwickelt sind, wie HAMANN (6) hervorgehoben hat.

Am Totopräparat konnte ich nur eine dunkelblaue Färbung an der Spitze beobachten, an Schnitten, die ich durch diesen Abschnitt des Füßchens machte und mit Thionin färbte, war in der äußeren Epidermis eine unbestimmte blaurote Färbung zu sehen. Eine Färbung mit Muchämatein aber zeigte deutlich, daß auch bei diesen Füßchen reichlich Schleim produziert wird. An Längsschnitten sieht man, daß sich am Endabschnitte des Füßchens noch der vorderste Teil differenziert dadurch, daß die zahlreichen kleinen Kerne verstreut angeordnet sind, während sie im darauffolgenden Teil in einer bandartigen Schicht unter der Cuticula liegen. In ersterem Teile nun konnte man zahlreiche dicht nebeneinander liegende kurze Schleimdrüsen unter der Cuticula sehen, die sich stark dunkelblau gefärbt hatten. An manchen Stellen glaube ich mich überzeugt zu haben, daß die Ausführungsgänge der Drüsen die Cuticula durchbrechen und nach außen münden. Aufgefallen sind mir zahlreiche kleine Aus- und Einbuchtungen der Cuticula, die an die Papillen von *Amphiura* erinnern. Sehr schön färbten sich die Schleimdrüsen auch mit Mucikarmin, während Thionin bei diesem Objekt ziemlich versagt. Hervorheben möchte ich, daß auch hier durch Salzsäure der Schleim aufgelöst wird.

In der äußeren Epidermis jenes Teiles, der sich an das früher besprochene Füßchenende anschließt, sah ich verstreut kugelförmige Secretansammlungen in Vacuolen, die sich mit Muchämatein dunkelblau färbten. Diese Färbung würde auf Schleim hinweisen, aber sein Verhalten ist jedenfalls verschieden von dem früher erwähnten, da sich dieses Secret mit Mucikarmin nicht färbt und auch von Salzsäure nicht aufgelöst wird.

Von TEUSCHER (32) wurden in der äußeren Schicht der Füßchen von *Astropecten aurantiacus* bereits zahlreiche Drüsen von ovaler Gestalt beobachtet, die viele glänzende Körner enthielten und sich mit Karmin stark färbten; dazugehörige Zellkerne und Ausführungsgänge konnte er nicht feststellen. Am größten und zahlreichsten fand er diese Drüsen entwickelt an der Wurzel der Füßchen, wo sie stellenweise die ganze

Hautschicht erfüllten, ferner in der Haut, welche die Paxillen überzieht.

HAMANN (6) hat in den Füßchen zweier anderer Seesterne, nämlich von *Solaster papposus* und *Asteracanthion rubens*, Drüsen festgestellt.

Zum Schluß erwähne ich noch die Ambulacraltentakel von *Antedon rosacea*, die ebenfalls Schleim enthalten, und zwar, soweit ich es beobachtete, in Form kurzer, dünner Schläuche an der Spitze derselben. Ich beschränkte mich bei diesem Objekt auf Totopräparate, die ich mit Thionin gefärbt hatte. Wie ich früher erwähnte, hat CUÉNOT auch bei *Antedon* eigentümliche, sich mit Safranin lebhaft färbende Körper gefunden, die sehr wahrscheinlich mit Schleim identisch sind. Er beobachtete dieselben in den Tentakelpapillen und gab auch eine Abbildung davon (2, Taf. XXVII, Fig. 44). Ich konnte zwar bei meinen wenigen Präparaten an diesen Papillen keinen Schleim entdecken, aber es ist sehr wahrscheinlich, daß bei genauerer Untersuchung sich auch hier solcher nachweisen läßt.

Über die Bedeutung des Schleimes bei den besprochenen Echinodermen.

Bisher haben wir angenommen, daß der an den Füßchen von *Amphiura squamata* produzierte Schleim nur im Dienste der Phosphoreszenz steht. Dies ist aber nicht seine einzige Aufgabe, wie wir sehen werden.

Da die Ambulacralfüßchen der Schlangensterne einer Saugscheibe an der Spitze und einer Ampulle an der Basis entbehren, so werden sie von vielen Zoologen fast ausschließlich als Tastorgane aufgefaßt und vielfach mit dem Namen »Tentakel« belegt. In neuester Zeit versuchte ÖSTERGREN (24) diese Auffassung zu korrigieren, indem er darauf hinwies, daß neben den allerdings wichtigeren sensorischen und respiratorischen Funktionen die Füßchen bei einigen nordischen Ophiuriden auch bei der Bewegung beteiligt sind. Er beobachtete nämlich, wie diese Schlangensterne mit großer Gewandtheit an Glaswänden emporkletterten und ihre Füßchen dabei zum Anheften benutzten, während die Ortsveränderung durch Bewegung der Arme zustande kam. Obwohl eine Saugscheibe fehlt, schreibt er doch den verdickten, abgerundeten Enden der Füßchen die Fähigkeit zu, sich festzusaugen, wenn auch nicht in dem Maße wie die Seesternfüßchen. ÖSTERGREN spricht die Vermutung aus, daß bei genauer Untersuchung die Füßchen der meisten, wenn nicht aller Schlangensterne, auch locomotorische

Funktionen zeigen dürften und daß damit ein prinzipieller Unterschied zwischen Seestern- und Schlangensternefüßchen aufgehoben wäre.

Durch diese Arbeit ÖSTERGRENS (24) aufmerksam gemacht, beobachtete ich die Bewegung von *Amphiura squamata* und konnte in der Tat feststellen, daß auch diese Ophiuride an senkrechten Glaswänden emporzuklettern vermag, wie ich schon früher einmal erwähnte. Dabei waren die Füßchen weit herausgestreckt, und man sah deutlich, wie ein Teil derselben mit ihren Enden fest an der Wand klebte, sich dann wieder löste, während sich andre Füßchen anhefteten, und wie sich das Tier mit Hilfe von Armbewegungen langsam weiter schob. Es kommt mir aber unwahrscheinlich vor, daß das Ansaugen der Füßchen dabei eine so große Rolle spielt, wie ÖSTERGREN meint, da ohne Saugscheibe die Herstellung eines luftverdünnten Raumes nicht gut denkbar ist. An der Anheftungsstelle der Füßchen bemerkte ich auch keinen Hohlraum. Ich bin vielmehr zur Überzeugung gekommen, daß die Enden der Füßchen klebrig sein müssen, und daß das feste Anpressen derselben an die Wand eine vorübergehende Anheftung durch Adhäsion erzielt. Das Klettern muß also mit Austritt von Schleim verbunden sein. Merkwürdig war aber die Erscheinung, daß die Amphiuren trotz der Schleimproduktion während des Kletterns nicht leuchteten und auch dann nicht, wenn man dieselben mit Alkohol reizte. Man könnte nun darin einen Beweis erblicken, daß während des Kletterns eben kein Schleim produziert wird. Allein die Färbung solcher Tiere, die geklettert waren, aber nicht geleuchtet hatten, bestätigte dies nicht, denn es zeigte sich Schleim, wenn auch nicht in reichlichem Maße, sowohl an den Armfüßchen als auch an den Mundfüßchen und den andern Füßchen innerhalb der Scheibe. Wir müssen also festhalten: daß nach einem starken Aufleuchten niemals Schleim in den Füßchen zurückbleibt, daß aber auf eine starke Reizung nicht immer ein Aufleuchten erfolgt, und daß trotz der Reizung noch Schleim in den Füßchenenden vorhanden sein kann. Daraus ergibt sich der Schluß, daß *Amphiura squamata* zweierlei Schleim zu produzieren vermag; einen leuchtenden, der durch das Leuchten aufgebraucht wird, und einen nicht leuchtenden, der wahrscheinlich zum Anheften der Füßchen verwendet wird. Der letztere Schleim erinnert an den nicht leuchtenden von *Ophiothrix*, der auch nach der Reizung unverändert erhalten bleibt. Der Schleim in den Mundwinkeln von *Amphiura* gehört ebenfalls zur nicht leuchtenden Modifikation.

Da auch *Ophiothrix fragilis* an Wänden emporklettert, so ist es um so einleuchtender, daß beim Anheften der Füßchen der Schleim eine

Rolle spielt, weil eine andre Bedeutung diesen Schleimdrüsen nicht zugeschrieben werden kann. Es ist sehr wahrscheinlich, daß auch die von ÖSTERGREN beobachteten Schlangensterne (*Amphiura chiajei*, *Ophiopholis aculeata* und *Ophiura albida*) Schleimdrüsen an den Füßchen besitzen, und daß bei der Vorliebe der Ophiuriden zu kletternder Bewegung dieselben überhaupt in dieser Gruppe weit verbreitet sind.

Welche Bedingungen bei *Amphiura squamata* die Bildung des leuchtenden oder nicht leuchtenden Schleimes auslösen, wodurch sich die beiden Schleimarten unterscheiden usw., wird wohl schwerlich zu ergründen sein. Dazu wäre vor allem eine chemische Analyse notwendig, die aber wegen der geringen Menge des Secretes ausgeschlossen ist¹.

Die Schleimdrüsen an den Tentakeln von *Antedon rosacea* mögen wohl eine Bedeutung für die Herbeischaffung der Nahrung haben.

In der Haut mancher Seesterne wurden von HAMANN und CUÉNOT² Drüsen gefunden, durch deren secretorische Tätigkeit die Oberfläche der Tiere schleimig werden kann. Größere Hautdrüsen mit schleimigem Secret wurden bei *Echinaster*-Arten von LUDWIG, CUÉNOT und MARENZELLER (Denkschr. Akad. Wien, Bd. LXII) beschrieben und von BARTHEL (1) eingehender studiert. Nach Ansicht aller Forscher, welche diese Drüsen näher untersuchten, sind dieselben als Verteidigungsorgane zur Abwehr von Feinden aufzufassen. Welche Bedeutung die zahlreichen Drüsen in den Füßchen von *Astropecten aurantiacus* haben, bleibt dahingestellt. Jedenfalls kann man sagen, daß Schleimdrüsen unter den Echinodermen überhaupt weit verbreitet sind und den verschiedensten Zwecken dienen.

Fassen wir nun die Resultate dieser Arbeit in kurzen Worten zusammen:

1) Die Leuchtorgane von *Amphiura squamata* sind nicht an der Basis der Füßchen, wie bisher angenommen wurde, sondern an der Spitze derselben.

2) Das Leuchten wird durch Schleim erzeugt, der von den Zellen des äußeren Epithels an der Spitze der Füßchen secerniert wird, sich in den Intercellularräumen sammelt und durch Öffnungen in kleinen Papillen am vordersten Ende des Füßchens ausgestoßen wird. (Extracelluläre Luminescenz.)

¹ Auch beim lebenden Tier konnte man zweierlei Schleim, farblosen und gelblichen, beobachten.

² Siehe BRONN (16) S. 506 und 724.

3) *Amphiura squamata* produziert zweierlei Arten von Schleim, leuchtenden und nicht leuchtenden.

4) Schleimdrüsen finden sich auch in den Füßchen anderer Echinodermen, so in den Sinnesknospen von *Ophiothrix fragilis*, in den Tentakeln von *Antedon rosacea* und an der Spitze der Füßchen von *Astropecten aurantiacus* in besonders großer Zahl.

5) *Amphiura squamata* und *Ophiothrix fragilis* können an senkrechten Wänden emporklettern, wobei der Schleim an den Füßchen dieselben befähigt als Anheftungsorgane zu dienen.

6) In chemischer Hinsicht ist hervorzuheben, daß sich sowohl der leuchtende Schleim von *Amphiura squamata* als auch der nicht leuchtende dieser Form, sowie der von *Ophiothrix fragilis* und *Astropecten aurantiacus* in Salzsäure auflöst.

Innsbruck, im Juni 1907.

Nachtrag.

Während vorliegende Arbeit im Druck war, nahm ich, durch Herrn Geheimrat Dr. EHLERS (Göttingen) gütigst aufmerksam gemacht, Einsicht in eine jüngst erschienene Untersuchung über leuchtende Schlangensterne von MANGOLD¹. Unter den Ophiuriden, deren Leuchtphänomen MANGOLD in physiologischer Beziehung untersuchte, befindet sich auch *Amphiura squamata*, bei welcher er nach Lupenbeobachtungen annimmt, daß die proximalen Teile der Basalplatten der Stacheln leuchten. Wie vorliegende Arbeit jedoch darlegt, ist dies nicht der Fall. Bemerkenswert ist die Beobachtung MANGOLDS, daß die eben auskriechenden Jungen dieser Form bereits Phosphorescenz zeigen und sogar schon im Mutterleibe leuchten. Bei meiner Untersuchung gelang mir zwar der Nachweis von Schleim bei den Jungen, das Leuchten aber konnte ich nicht beobachten (vgl. S. 373).

MANGOLD hat ferner bei dem intensiv leuchtenden Schlangensterne *Ophiopsila annulosa* gefunden, daß die Ventralplatten und Lateralplatten der Arme, sowie sämtliche Stacheln leuchten. Der Beweis, daß bei diesem und den andern von ihm untersuchten Schlangensteinern ein leuchtendes Secret gebildet wird, ist ihm nicht gelungen, obwohl

¹ ERNST MANGOLD, Leuchtende Schlangensterne und die Flimmerbewegung bei *Ophiopsila*. PFLÜGERS Archiv für die gesamte Physiologie. Bd. CXVIII. 1907. S. 613—640.

mehrere Momente dafür sprachen; er verweist aber auf die histologischen Untersuchungen Dr. REICHENSPERGERS aus Bonn, der bereits in den leuchtenden Seitenstacheln von *Ophiopsila annulosa* stark entwickelte Drüsenzellen entdeckt hat.

MANGOLD erwähnt vom letztgenannten Schlangensterne auch, daß er mit seinen klebrigen Füßchen an Glaswänden emporzuklettern vermag, wie ich es bei *Amphiura squamata* und *Ophiothrix fragilis* beobachtete (vgl. S. 379).

Bei *Ophiopsila aranea* leuchten nach MANGOLD die Ventralplatten, Teile der Seitenplatten und die äußersten Armspitzen, während bei *Amphiura filiformis*, deren Leuchtvermögen bisher nicht bekannt war, ausschließlich die Stacheln der Sitz der Phosphoreszenz seien.

Literaturverzeichnis.

1. PHILIPP BARTHELS, Die großen Hautdrüsen der Echinaster-Arten. Zoolog. Anz. XXIX Bd. 1906. S. 639—640.
2. L. CUÉNOT, Études morphologiques sur les Échinodermes. Arch. Biol. T. XI. 1891. p. 303—680.
3. R. DITTRICH, Über das Leuchten der Tiere. Wissenschaftliche Beilage zum Programm des Realgymnasiums am Zwinger zu Breslau. 1888.
4. OTTO v. FÜRTH, Vergleichende chemische Physiologie der niederen Tiere. Jena 1903. S. 382—390.
5. ED. GRÄFFE, Übersicht der Seetierfauna des Golfes von Triest. I. Echinodermes. Wien 1881. (Aus: Arbeiten des zoologischen Instituts zu Wien. III, 3.)
6. O. HAMANN, Beiträge zur Histologie der Echinodermen. Diese Zeitschr. Bd. XXXIX. 1883.
7. — Anatomie und Histologie der Ophiuren und Crinoiden. Jen. Zeitschr. Naturw. Bd. XXIII. S. 233—388. Heft 4 der Beiträge zur Histologie der Echinodermen. Jena 1889.
8. O. HAMMARSTEN, Über Mucin und mucinähnliche Substanzen. PFLÜGERS Archiv f. Physiol. Bd. XXXVI. 1885. S. 373 ff.
9. R. HEIDENHAIN, Physiologie der Absonderungsvorgänge. Handbuch der Physiol. von L. HERMANN. Bd. V. 1883. S. 1—420.
10. H. HOYER, Über den Nachweis des Mucins in Geweben mittels der Färbemethode. Arch. mikr. Anat. Bd. XXXVI. 1890. S. 310 ff.
11. R. KOEHLER, Recherches sur l'appareil circulatoire des Ophiures. Compt. rend. Acad. Paris. T. CIII. 1886. p. 501—504.
12. R. KRAUSE, Zur Histologie der Speicheldrüsen. Die Speicheldrüsen des Igels. Arch. mikr. Anat. Bd. XLV. 1895. S. 94 ff.
13. A. LANG, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Echinodermen und Enteropneusten. IV. Teil. Jena 1894.

14. A. B. LEE und P. MAYER, Grundzüge der mikroskopischen Technik. Berlin 1898.
 15. H. LUDWIG und O. HAMANN, Echinodermen (Schlangensterne). In: BRONNS Klassen und Ordnungen des Tierreichs. Bd. II, Abt. 3, Buch III. 1901.
 16. — Dasselbe (Seesterne). Ebenda. Buch II. 1899.
 17. H. LUDWIG, Neue Beiträge zur Anatomie der Ophiuren. Diese Zeitschr. Bd. XXXIV. 1880. S. 333—365.
 18. — Die Echinodermen des Mittelmeeres; Prodromus einer monographischen Bearbeitung derselben. Mitt. Zool. Stat. Neapel. Bd. I. Leipzig 1899. S. 523—580.
 19. TH. LYMAN, Report on the Ophiuroidea dredged by H. M. S. Challenger, during the years 1873—76. The Voyage of H. M. S. Challenger, Zoology. Vol. V. 1882.
 20. MAC INTOSH, Opening Address (of the phosphorescence of marine animals). Nature. Vol. XXXII. No. 829. 1885. p. 476—481.
 21. PAUL MAYER, Über Schleimfärbung. Mitt. Zool. Stat. Neapel. Bd. XII. 1896. S. 317.
 22. H. MOLISCH, Leuchtende Pflanzen. Jena 1904. (Gustav Fischer.)
 23. TH. MORTENSEN, Über *Ophiopus arcticus* (Ljungmann), eine Ophiure mit rudimentären Bursae. Diese Zeitschr. Bd. LVI. 1893. S. 507—528.
 24. HJ. ÖSTERGREN, Über die Funktion der Füßchen bei den Schlangensteinern. Biolog. Centralbl. Bd. XXIV. 1904. S. 559—566.
 25. P. PANCERI, La luce e gli organi luminosi di alcuni annelidi. Atti di accad. Napoli 1878. vol. VII. p. 17.
 26. E. PFLÜGER, Die Phosphoreszenz der lebendigen Organismen und ihre Bedeutung für die Prinzipien der Respiration. Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. II. 1875. S. 275 ff.
 27. AUGUST PÜTTER, Leuchtende Organismen. Referat in: Zeitschr. f. allgem. Phys. von MAX VERWORN. Bd. V. 1905.
 28. A. DE QUATREFAGES, Note sur un mode nouveau de phosphorescence observé chez quelques Annélides et Ophiures. Ann. Sciences nat. Zool. 1843. sér. 2. T. XIX. p. 183—192.
 29. A. RUSSO, Studii anatomici sulla famiglia Ophiotrichidae del golfo di Napoli. Ricerche Lab. Anat. Roma. Vol. VI. 1895. p. 157—180.
 30. HEINRICH SIMROTH, Anatomie und Schizogonie von *Ophiaetis virens* Sars. Ein Beitrag zur Kenntnis der Echinodermen. Diese Zeitschr. Bd. XXVII. 1876. S. 417—485.
 31. GUSTAV STADLER, Über das Vorkommen der Leuchtorgane im Tierreiche. Mitt. d. nat. Ver. Univ. Wien. IV. Jahrg. 1906.
 32. R. TEUSCHER, Beiträge zur Anatomie der Echinodermen. Jen. Zeitschr. f. Naturw. Bd. X. 1876. II. Ophiuridae. S. 263—280. III. Asteriadae. S. 493—516.
 33. VIVIANI, Phosphorescentia Maris. Genova 1805. p. 5.
-

Erklärung der Abbildungen.

Allgemein gültige Bezeichnungen:

<p><i>äep</i>, äußeres Epithel;</p> <p><i>as</i>, Ambulacralschuppe;</p> <p><i>bl</i>, Blutlacune;</p> <p><i>cu</i>, Cuticula;</p> <p><i>dk</i>, Dorsalkanal der Armhöhle (Cölom);</p> <p><i>do</i>, entkalktes Dorsalschild;</p> <p><i>en</i>, Endothelstreifen;</p> <p><i>ep</i>, Epineuralkanal;</p> <p><i>epr</i>, epineuraler Ringkanal an der Basis der Füßchen;</p> <p><i>f</i>, Füßchen;</p> <p><i>fa</i>, Falte des äußeren Epithels;</p> <p><i>fw</i>, Wassergefäß des Füßchens;</p> <p><i>iep</i>, inneres Epithel;</p> <p><i>k</i>, Kern an der Eintrittsstelle des Wassergefäßes in die Füßchen;</p>	<p><i>lm</i>, Längsmuskeln;</p> <p><i>me</i>, elastische Membran;</p> <p><i>mi</i>, Zwischenwirbelmuskel;</p> <p><i>pa</i>, Papillen;</p> <p><i>pg</i>, Pedalganglion;</p> <p><i>psh</i>, radiärer Pseudohämalkanal;</p> <p><i>rne</i>, radiärer Nerv des ectoneuralen Nervensystems;</p> <p><i>rnñ</i>, radiärer Nerv des hyponeuralen Nervensystems;</p> <p><i>sch</i>, Schleim;</p> <p><i>sta</i>, Stachel;</p> <p><i>stg</i>, Ganglion an der Basis der Stacheln;</p> <p><i>ve</i>, entkalktes Ventralschild;</p> <p><i>wa</i>, radiäres Wassergefäß;</p> <p><i>wi</i>, Wirbel.</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tafel XXIII.

Sämtliche Figuren, mit Ausnahme der Fig. 1, 3 und 4, sind mit der Camera entworfen.

Fig. 1. Bild der leuchtenden *Amphiura* im Dunkeln gesehen. Lupenvergrößerung.

Fig. 2. Ambulacralfüßchen nach dem Leben gezeichnet. *st*, Stäbchen in den Papillen. (300/1.)

Fig. 3. Papille mit Stäbchen nach dem Leben. Vergr. ungefähr 700/1.

Fig. 4. Isolierte Zellen des äußeren Epithels am terminalen Ende des Füßchens. Macerationspräparat.

Fig. 5. Stück eines entkalkten Armes mit Thionin gefärbt. (105/1.)

Fig. 6. Längsschnitt durch das Füßchenende, etwas schief getroffen. Thioninfärbung. *kup*, Kern und Protoplasma. (700/1.)

Fig. 7. Längsschnitt durch das Füßchenende, etwas schief getroffen. Mit Osmiumsäure konserviert und Hämatoxylin gefärbt. (700/1.)

Fig. 8. Anschnitt der Füßchenspitze. Der Schleim ist durch Mucikarmin dunkelrot gefärbt. (Homogene Immersion.)

Fig. 9. Querschnitt durch ein Füßchen von *Ophiothrix fragilis*. *si*, Sinnesknospen. (700/1.)

Tafel XXIV.

Fig. 10. Armquerschnitt von *Amphiura squamata*. (300/1.)

Polycladen von der Somaliküste, nebst einer Revision der Stylochinen.

Von

Dr. Adolf Meixner,

Demonstrator am zoolog.-zootom. Institut der Universität Graz.

Mit Tafel XXV—XXIX und zwei Figuren im Text.

Inhalts-Übersicht.

Einleitung, S. 387—390.

Tribus **Acotylea**, S. 390—465.

Fam. **Planoceridae**, S. 390—451.

[Gen. *Stylochocestus* Laidlaw auszuscheiden, S. 391—394; XXVIII/5¹].

1. Subfam. Planocerinae, S. 394.

2. Subfam. Stylochinae, S. 394—447.

Bestimmungstabelle der Genera, S. 394.

Gen. *Stylochus* Ehrbg., S. 395—440.

Chronologisches Literaturverzeichnis, S. 395.

Begriff und Umgrenzung der Gattung, S. 395—406.

Einzuziehende Genera: *Imogine* Girard, S. 396, 397; *Callioplana* Stps., S. 397; *Stylochoopsis* Stps., S. 397, 398; *Gnesioceros* Dies., S. 398; *Conoceros* Lang, S. 398, 399; *Eustylochus* Verrill, S. 399; *Planocerospis* Verrill, S. 399.

Auszuscheidende Arten, S. 400—404.

In ihrer generischen Zugehörigkeit zweifelhafte Arten, S. 404—405.

Anatomische Beschreibung der Genitalapparate, S. 406—413; Männlicher Genitalapparat, S. 406—412; Weiblicher Genitalapparat, S. 412, 413.

Lage der Ovarien; LAIDLAW'S Einteilungsprinzipien der Gattung, S. 413—415.

Allgemeine systematische Bemerkungen; Bestimmungsschlüssel der Arten, S. 415—417.

¹ d. h. Taf. XXVIII, Fig. 5.

Beschreibung der genügend charakterisierten Arten, S. 417—438.

St. arenosus Willey, S. 417, 418.

St. cinereus Willey, S. 418, 419.

St. djiboutiensis Meixner, S. 419, 420; XXV/1, XXVI/1, 15, XXVII/1.

St. salmoneus Meixner, S. 420, 421; XXV/2, XXVII/2, XXIX/8.

St. suesensis Ehrbg., S. 421, 422.

St. neapolitanus (Chiaje), S. 422—425; XXVII/4, XXIX/9.

St. zanzibaricus Laidlaw, S. 425; XXVII/5.

St. pilidium (Goette), S. 425, 426.

St. ceylanicus Laidlaw, S. 426, 427; XXVII/6a, 6b.

St. frontalis Verrill, S. 427, 428.

St. bermudensis Verrill, S. 428.

St. littoralis (Verrill), S. 428—431; XXVII/8.

St. nebulosus (Girard), S. 431—433; XXV/3, XXVI/14, XXVII/7.

St. zebra (Verrill), S. 433, 434.

St. plessisii Lang, S. 434, 435.

St. reticulatus (Stps.?) Meixner, S. 435—438; XXV/4; XXVI/2, XXVII/3.

Mangelhaft beschriebene Arten, S. 438—440.

St. vigilax Laidlaw, S. 438, 439.

St. albus Hallez, S. 439, 440.

Gen. *Idioplana* Woodworth, S. 440—442.

I. australiensis Woodworth, S. 440—442; XXVIII/2, 3.

Gen. *Woodworthia* Laidlaw, S. 442—444.

W. insignis Laidlaw, S. 442—444; XXVIII/1.

Geographische Verbreitung der Stylochinen, S. 444—447;

Tabelle, S. 446.

3. Subfam. Stylochoplaninae, S. 447—451.

Gen. *Notoplana* (Laidlaw), S. 447—451.

N. cotylifera Meixner, S. 448—451; XXV/8a, 8b, XXVI/3, XXVIII/8.

Fam. Leptoplanidae, S. 451—460.

Gen. *Leptoplana*, S. 451—460.

L. concolor Meixner, S. 452—457; XXV/11, XXVI/6, XXVIII/4.

L. subviridis Plehn, S. 457—460; XXVI/5, 13, XXVIII/6, XXIX/5—7.

Fam. Latocestidae, S. 461—465.

Gen. *Latocestus* (Plehn), S. 461—465.

L. marginatus Meixner, S. 461—465; XXV/7, XXVI/4, 19, XXIX/1.

Tribus Cotylea, S. 465—485.

Fam. Pseudoceridae, S. 465—473.

Gen. *Pseudoceros* Lang, S. 465—473.

Ps. bimarginatum Meixner, S. 465—468; XXV/5, 6,
XXVI/9, 17, 18.

Ps. graveri Meixner, S. 468, 469; XXVI/7a, 7b, 12.

Ps. vinosum Meixner, S. 470—473; XXV/9, XXVI/8,
XXIX/2.

Fam. **Pericelidae**, S. 473—480.

Gen. *Pericelis* Laidlaw, S. 473—480.

P. byerleyana (Collgw.), S. 473—480; XXV/10, XXVI/11,
16, XXIX/3.

Fam. **Prothiostomidae**, S. 481—485.

Gen. *Prothiostomum* Qtrf., S. 481—485.

Pr. siphunculus (Chiaje), S. 481, 482; XXV/12.

Pr. lineatum Meixner, S. 482—485; XXV/13, XXVI/10,
XXIX/4.

Faunistische Schlußbemerkungen, S. 485, 486.

Alphabetisches Literaturverzeichnis, S. 487—494.

Erklärung der Abbildungen: Buchstabenerklärung, S. 494, 495, Figurenerklärung,
S. 495—497.

Das mir zur Bearbeitung vorliegende Material wurde von Herrn CH. GRAVIER in den Monaten Januar bis März des Jahres 1904 im Meerbusen von Tadjourrah (Französisch Somaliland) gesammelt; es enthielt 13 Arten in 26 Exemplaren; obwohl aus dem Roten Meere einerseits und von der Sansibar-Küste andererseits bereits wiederholt Polycladen nach Europa gebracht und beschrieben worden sind, so fanden sich in der mir vorliegenden kleinen Kollektion doch neun bislang unbekannt gebliebene Arten, die sich indes alle in bereits beschriebene Genera und Familien zwanglos einreihen lassen. Eine weitere Art glaube ich mit einer allerdings ganz unzulänglich beschriebenen STIMPSONSchen Species identifizieren zu können. Die übrigen drei Arten sind bereits mehr oder minder ausführlich beschrieben worden; doch konnte ich bei zweien derselben, von denen mir auch Vergleichsmaterial anderer Provenienz zur Verfügung stand, einige Beiträge zur genaueren Kenntnis der Begattungsapparate liefern.

Bei der Bestimmung der von CH. GRAVIER gesammelten drei *Stylochus*-Arten ergab sich die Notwendigkeit einer Revision der bisher beschriebenen Stylochinen; ich habe zu diesem Zweck alles diesbezügliche mir zugängliche Material — zehn Arten von den Originalfundorten, zum Teil in Originalschnittserien — anatomisch untersucht, indes der Übersichtlichkeit halber auch jene Arten in meine systematische Zusammenstellung aufgenommen, welche mir nur aus ihren Originalbeschreibungen bekannt geworden sind.

Die Konservierung des GRAVIERSchen Materials war für histologische Untersuchungen wenig tauglich; teils war 5%iges Formol, teils 70%iger Alkohol zum Fixieren verwendet worden. Infolgedessen sind Schrumpfungen und innere Zerreibungen allenthalben auf Schnitten zu bemerken; besonders das Mesenchym der Cotyleen hat sehr gelitten. Relativ gut sind indes stets die durch ihre kräftige Eigenmuskulatur geschützten Genitalapparate erhalten geblieben.

Fast allen Arten liegen kurze Angaben über die Färbung der lebenden Tiere und genauere Daten über den Fang bei; hauptsächlich kamen die Korallriffe als Fundstätten in Betracht. Ich gebe zur



Golfe de Tadjourah, 1:2,500,000

Textfig. 1.

Orientierung über die Lage der im folgenden genannten Örtlichkeiten ein nach einer Skizze Herrn GRAVIERS entworfenes Kärtchen des Golfes von Tadjourah (Textfig. 1).

Von den meisten Species war nur je ein Exemplar vorhanden, das natürlich tunlichst geschont werden mußte; insbesondere sollte die Kopfpattie mit der systematisch wichtigen Augenverteilung erhalten

bleiben. Aus diesem Grunde habe ich in solchen Fällen nur den Bereich der Genitalapparate ausgeschnitten und auf Sagittalschnitte verarbeitet. Aber auch bei Formen, welche in zwei oder drei Exemplaren vorlagen, habe ich zumeist von einer Zerlegung des ganzen Tieres in Schnittserien abgesehen, weil mit dem dadurch verursachten Aufwand an Zeit und Mühe die Resultate in keinem Einklang gestanden hätten.

Zur Tinktion der Schnitte verwendete ich hauptsächlich EHRLLICHS Hämatoxylin-Eosin oder Van Gieson. Auch Safranin ergab relativ gute Färbungen, die übrigen Tinktionsmittel, welche ich versuchte, erwiesen sich als minder brauchbar.

Die schematischen Darstellungen der Genitalapparate der untersuchten Arten sind ideale Medianschnitte, hergestellt durch Rekonstruktion aus Sagittalschnitten, in wenigen Fällen aus Querschnitten. Hier und da wurden auch plastische Darstellungen zur Ergänzung der Medianschnitte beigegeben.

In der Anordnung der in dem bearbeiteten Materiale vertretenen Familien und Gattungen folge ich im wesentlichen LANGS Monographie der Polycladen¹. LAIDLAW'S Klassifikation² kann ich mich, da sie ein künstliches, fast lediglich auf Merkmalen der Genitalapparate begründetes System darstellt, nicht völlig anschließen; ich habe es daher vorgezogen, nur wo es nach den neueren Untersuchungen unumgänglich nötig erscheint, von LANGS Einteilung abzugehen und die seit dem Erscheinen der »Polycladen des Golfes von Neapel«¹ neu aufgestellten Gattungen und Familien an möglichst passender Stelle einzufügen. Auch in der Terminologie habe ich mich meistens an die von LANG¹ gebrauchten Bezeichnungen gehalten, obgleich dieselben einer gründlichen Reform bedürfen.

In allen Nomenklaturfragen bin ich den »Règles internationales de la Nomenclature zoologique«³ und v. MAEHRENTHALS »Entwurf der Zoologischen Nomenklatur«⁴ gefolgt. Die Abkürzungen der Autorennamen richten sich nach der »Liste der Autoren zoologischer Art- und Gattungsnamen, zusammengestellt von den Zoologen des Museums für Naturkunde in Berlin«⁵. Die dem Autornamen angefügte *cursiv* gedruckte Zahl bezieht sich auf die laufende Nummer des am Schlusse der vorliegenden Arbeit gegebenen Literaturverzeichnisses. Dem Vorgange VON GRAFFS⁶

¹ LANG 76. ² LAIDLAW 72. ³ Paris 1905.

⁴ Zool. Ann. Bd. I. pag. 89—138, Würzburg 1904.

⁵ Berlin 1896. ⁶ VON GRAFF 52.

folgend, zitiere ich, um allfälligen Mißverständnissen vorzubeugen, die Angaben fremder Autoren stets mit »pag.«, »tab.«, fig.«, »textfig.«, während auf Stellen der vorliegenden Arbeit selbst mit »S.«, »Taf.«, »Fig.«, »Textfig.« verwiesen wird.

Bevor ich nach diesen einleitenden Bemerkungen nunmehr zum Gegenstande selbst übergehe, fühle ich mich verpflichtet, für die freundliche Unterstützung bei der Ausführung der vorliegenden Arbeit meinen verehrten Lehrern, den Herren Professoren Dr. L. VON GRAFF und Dr. L. BÖHMIG, sowie Herrn Privatdozenten Dr. R. VON STUMMER-TRAUNFELS meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Tribus Acotylea Lang.

Fam. Planoceridae Lang.

»Mit Nackententakeln. Mund ungefähr in der Mitte. Männlicher Begattungsapparat nach hinten gerichtet.«¹

Das Vorhandensein von Nackententakeln bildet das entscheidende Differentialmerkmal gegenüber den Leptoplaniden. Doch sagt schon LANG bereits l. c. pag. 417: »Ich bin in der Tat selbst auch überzeugt, daß die Leptoplaniden keine einheitliche Gruppe darstellen, sondern gewissermaßen eine Parallelgruppe zu den Planoceriden, die polyphyletisch aus letzteren hervorgegangen ist. Leider habe ich selbst nicht genügend Material gehabt, um die Frage zu entscheiden, und habe deshalb die beiden Familien noch beibehalten. Später wird man sie gewiß in natürliche Gruppen auflösen, die sowohl tentakellose als tentakeltragende Formen enthalten.«

LAIDLAW² hat daher ein andres Hauptdifferentialmerkmal zur Einteilung der Acotylea verwendet, nämlich das Verhältnis der Körnerdrüsen zum Ductus ejaculatorius. Indes werden dadurch nicht minder künstliche Gruppen geschaffen. LAIDLAW spaltet nach Ausscheidung von *Stylochoplana* Stps. die LANGschen Planoceriden in zwei Familien: die Planoceridae (s. str.) und die Stylochidae. Letztere werden wieder in drei Subfamilien geteilt:

1) Subfam. Stylochinae mit den Genera: *Stylochus* Ehrbg., *Idioplana* Woodworth und *Woodworthia* Laidlaw, denen die unsicheren Gattungen *Eustylochus* Verrill, *Planoceropsis* Verrill und ? *Shelfordia* Stummer angegliedert werden.

¹ LANG 76, pag. 428.

² LAIDLAW 72.

2) Subfam. Stylochocestinae mit dem einzigen Genus: *Stylochocestus* Laidlaw.

3) Subfam. Trigonoporinae mit dem einzigen Genus: *Trigonoporus* Lang.

Für die Vereinigung dieser Formen zu der Familie der Stylochiden war LAIDLAW das Verhalten der Körnerdrüsenblase und die Form des Penis maßgebend. Dadurch sind im übrigen recht heterogene Elemente zusammengekommen; ich glaube, daß *Trigonoporus* und *Stylochocestus* mit den Stylochinen nicht näher verwandt sind. Beide Gattungen stehen hinsichtlich des Baues ihrer Copulationsapparate ziemlich isoliert. *Trigonoporus*, von dem LANG¹ ein Schema gibt, wird von diesem zu den Leptoplaniden gestellt, da Nacktentakel fehlen.

Von *Stylochocestus* lag mir die Original-Querschnittserie des Autor^s vor, und ich habe danach mit möglichster Genauigkeit einen idealen Medianschnitt (Taf. XXVIII, Fig. 5) rekonstruiert. Er zeigt, mit LAIDLAWs frei entworfenem Schema verglichen, einige Abweichungen, die nicht ohne Bedeutung sind, weshalb ich hier eine kurze Beschreibung des Genitalapparates von *Stylochocestus gracilis* Laidlaw² geben will. Die männliche Genitalöffnung (nach LAIDLAW 4,5 mm vom Hinterende des 14 mm langen, 3 mm breiten Tieres entfernt) ist durch Kontraktion so eingengt, daß sich kaum ein Lumen erkennen läßt. Auch das Antrum masculinum (*am*) erscheint dadurch kleiner, als es in der Tat ist; es wird ausgekleidet von einem hohen, cilientragenden Epithel, dessen cylindrische Zellen unzweifelhaft drüsigen Charakters sind. Der konische Penis besitzt an der Spitze eine ansehnliche Öffnung; durch diese münden zugleich zwei Kanäle nach außen: dorsal der Ductus ejaculatorius, ventral der Körnerdrüsenang. Ersterer steigt von seiner Mündung aus gegen die Dorsalseite auf, zieht hier in einem flachen Bogen rostrad, um schließlich unter einer scharfen Knickung sich ventralwärts zu wenden und alsbald die beiden Vasa deferentia (*vd*) aufzunehmen. Der Ductus ejaculatorius zeigt in der Mitte seines Verlaufes eine ansehnliche Erweiterung, die wir als Samenblase (*sb*) bezeichnen können. Dadurch läßt sich der Ductus ejaculatorius in drei Abschnitte gliedern, die auch histologisch sich unterscheiden. Das Epithel des proximalsten (*dej'*) und des distalsten (*dej''*) Abschnittes ist ein flaches Flimmerepithel, die Muscularis (besonders in letzterem) von mäßiger Dicke. Im mittleren Abschnitt, der Samenblase, hingegen finden wir ein Epithel aus hochcylindrischen, cilientragenden

¹ LANG 76, tab. XXX, fig. 8.

² LAIDLAW 74, pag. 131—132, tab: fig. 7.

Zellen mit rundlichen, ganz basal gelagerten Kernen. Infolge der Höhe des Epithels wird das Lumen sehr eingeengt. Die Muskulatur ist von ansehnlicher Stärke, doch bringt es die langgestreckte, walzenförmige Gestalt der Samenblase mit sich, daß auch hier der Charakter einer Circulärmuskulatur besser gewahrt bleibt als bei den eiförmigen Samenblasen der *Stylochus*-Arten, wo sich ein Geflecht von Ring- und Diagonalmuskeln ausbildet.

LAIDLAW'S Darstellung, wonach die Vasa deferentia direkt in das Vorderende der Samenblase münden, kann ich demnach nicht bestätigen, ebensowenig wie die Angabe bezüglich der Ausmündung des Körnerdrüsenanges (*kdrgr*). Dieser vereinigt sich nämlich nicht an der Basis des Penis mit dem Ductus ejaculatorius, sondern beide Gänge münden, wie schon oben gesagt, erst an der Spitze des Penis durch eine gemeinsame Öffnung nach außen. Der Grund für dieses Verhalten ist leicht einzusehen und liegt in dem Vorhandensein eines Stilettes (*st*). LAIDLAW erwähnt dasselbe weder in seiner Beschreibung des Copulationsapparates, noch findet es sich in seinem Schema angedeutet. Hingegen konstatiert er das Vorhandensein eines Stilettes in seiner früher publizierten Klassifikation der Polycladen¹, ohne indes weitere Angaben darüber zu machen. Und doch ist gerade das Stilet von *Stylochocestus* sehr interessant; ich habe durch Nachfärben der Schnitte mit Van Gieson seine Ausdehnung mit Sicherheit feststellen können. Es gehört nicht etwa dem Ductus ejaculatorius an, wie man erwarten möchte, sondern liegt unter dem Epithel des Körnerdrüsenanges in Form einer am distalen Ende schräg abgestutzten Röhre; der freie Rand der letzteren wird nicht mehr vom Epithel überkleidet und bildet ventral eine Spitze oder Schneide, mittels welcher höchstwahrscheinlich eine »Hypodermic-Impregnation« stattfindet. Diese Röhre besteht aus einer äußerst festen, selbst bei stärkster Vergrößerung homogen erscheinenden Substanz, die sich lebhaft mit Fuchsin-S. färbt, ganz ebenso wie die Basalmembran der Körperwand. An die Stiletröhre setzt sich, eine kleine Strecke von der Mündung entfernt, eine aus diskreten, vielfach gekreuzten Fasern bestehende bindegewebige (ebenfalls mit Fuchsin-S färbbare) Kapsel an, welche die Körnerdrüsenblase (*kdrb*) samt ihrer Eigenmuskulatur umhüllt. An der Außenseite dieser Kapsel inserieren weiterhin Längsmuskelfasern in mehreren Schichten, welche distalwärts gegen die Penisspitze hin verlaufen und sich hier an der Stiletröhre befestigen; sie können als die Retractoren

¹ LAIDLAW 72, pag. 10 des Separatabdruckes.

(retr) der letzteren, bzw. des Peniskegels betrachtet werden. Die Eigenmuskulatur der Körnerdrüsenblase besteht an ihrem vorderen Ende aus äußerst zahlreichen Circular- und Diagonalfaserschichten. Caudal nimmt die Dicke der Muscularis rasch ab, die Ringfasern prävalieren immer mehr. Der Ausführungsgang entbehrt einer muskulösen Hülle gänzlich. Das Lumen der Körnerdrüsenblase wird ausgekleidet von einem hohen, bewimperten Drüsenepithel; dasselbe bildet nirgends in das Lumen vorspringende Falten; extrakapsuläre Körnerdrüsen fehlen — jedenfalls nicht unbedeutende Gegensätze zu den Stylochinen.

Hingegen zeigt der weibliche Copulationsapparat große Übereinstimmung mit dem der Stylochinen; denn er verhält sich keineswegs so, wie LAIDLAW ihn beschreibt und abbildet. Die weibliche Geschlechtsöffnung (nach LAIDLAW 0,5 mm hinter der männlichen gelegen) führt in ein einfaches unerweitertes Antrum femininum (*af*); alsbald biegt der weibliche Genitalkanal rostrad um und empfängt — rostralwärts immer zahlreicher — die Ausführungsgänge der Schalendrüsen, deren Zellen in den seitlichen Partien des Körpers weit verbreitet sind. Auf den Schalendrüsengang (*sdr*) folgt der als Eiergang (*eig*) zu bezeichnende Abschnitt, der sich unter spitzem Winkel caudalwärts wendet, eine Strecke dicht unter der Rückenmuskulatur verläuft und an seinem etwas erweiterten Ende die beiden Uteri (*ut*) aufnimmt; diese biegen dann alsbald wieder nach vorn um. Die Muskulatur des ganzen unpaaren weiblichen Genitalkanals zeigt keine weitere Differenzierung, wohl aber ist das Epithel in den verschiedenen Abschnitten verschieden ausgebildet. Im Antrum finden wir ein mäßig hohes, cilientragendes Cylinderepithel, dessen rundliche Kerne in der basalen Hälfte der Zellen liegen. Der Schalendrüsengang ist im Querschnitte nicht kreisrund, sondern dorsoventral abgeplattet, sein Lumen vielfach ausgebuchtet, so daß Längsrinnen entstehen; zweifellos dient diese Oberflächenvergrößerung dazu, Raum für die zahlreichen Secretstraßen der Schalendrüsen zu schaffen; diese münden zwischen den Epithelzellen, die hier sehr langgestreckt, bewimpert und mit spindelförmigen Kernen versehen sind. Wieder anders ist das Aussehen des Eiergangepithels: es ist nicht minder hoch als das des Schalendrüsenganges, aber seine Zellen sind viel dicker, so daß sie kubisch genannt werden können; ihr Plasma ist völlig klar und homogen, die Kerne groß, dick-eiförmig; die Cilien sind sehr lang, länger noch als der Halbmesser des Lumens.

Aus LAIDLAW'S Beschreibung ist zu entnehmen, daß Tentakel,

Tentakelaugen und Randaugen fehlen, daß die Cerebralaugen in zwei Reihen oberhalb des Gehirns angeordnet sind; daß der Mund subcentral liegt, die Darmäste nicht anastomosieren, Hoden und Ovarien fast in einer Schicht zwischen denselben anzutreffen sind; ich füge hinzu, daß der Pharynx als krausenförmig zu bezeichnen ist. Auf Grund der mitgeteilten Angaben und Befunde ist *Stylochocestus* gewiß nicht in nähere verwandtschaftliche Beziehungen zu den Stylochinen zu bringen, sondern zu den Leptoplaniden (sensu LANG) zu stellen und hier vielleicht zwischen *Leptoplana* und *Trigonoporus* einzuschalten.

Es erscheint mir derzeit am rätlichsten, die LANGSchen Familienbegriffe beizubehalten und innerhalb dieser natürliche Gattungsgruppen zu bilden.

Ich teile daher die Planoceriden (sensu LANG) in drei Subfamilien: Planocerinae, Stylochinae und Stylochoplaninae.

1. Subfam. Planocerinae.

Mit den Genera: *Planocera* (sensu LAIDLAW) = *Planocera* Gruppe A LANGS, und *Paraplanocera* Laidlaw.

2. Subfam. Stylochinae.

Von den Stylochinae LAIDLAWs gehört *Shelfordia* Stummer zu den Leptoplaniden; *Eustylochus* Verrill und *Planoceroopsis* Verrill sind, wie im folgenden gezeigt werden soll, mit *Stylochus* zu vereinigen, da die angegebenen Unterschiede auf Täuschungen beruhen.

Die Stylochinen sind Planoceriden von relativ derber Konsistenz; Nackententakel unweit vom Vorderende; Augen im Innern der Tentakel, im Gehirnhof und am Körperende. Geschlechtsöffnungen getrennt, aber einander sehr genähert, unweit vom Hinterende. Penis unbewaffnet, nach hinten gerichtet. Körnerdrüsenblase dorsal vom Ductus ejaculatorius, durch einen gesonderten Ausführungsgang in diesen einmündend, ihr Lumen durch Septen in Tuben geteilt.

Die Stylochinen enthalten drei Gattungen, die sich folgendermaßen leicht unterscheiden lassen:

- Weiblicher Genitalkanal ohne accessorische Blase 1. Gen. *Stylochus*,
 — — mit (langgestielter) accessorischer Blase, und zwar
 a. dieselbe unpaar 2. Gen. *Idioplana*,
 b. dieselbe paarig 3. Gen. *Woodworthia*.

1. Gen. *Stylochus* Ehrbg. 1831.

Gesamte Literatur¹, chronologisch geordnet:

AUDOUIN 3, F. S. LEUCKART 77, DE BLAINVILLE 5, EHRENBERG 25, MERTENS 82, DIESING 22, EHRENBERG 26, GRUBE 56, DELLA CHIAJE 21, OERSTED 89, QUATREFAGES 98, GIRARD 41, DIESING 23, GIRARD 42, 43, 44, DALYELL 20, GIRARD 45, 46, JOH. MÜLLER 87, STIMPSON 108, 109, R. LEUCKART 78, SCHMARDA 102, PEASE & GRAY 90, STIMPSON 110, CLAPARÈDE 14, DIESING 24, CLAPARÈDE 15, 16, JOHNSTON 66, GRUBE 57, VERRILL 115, COLLINGWOOD 17, MOSELEY 86, METSCHNIKOFF 83, VON GRAFF 51, GOETTE 48, JENSEN 65, CZERNIAWSKY 18, GOETTE 49, 50, VERRILL 116, LANG 76*, CARUS 7, LO BIANCO 79, VON GRAFF 54, VERRILL 117*, GIRARD 47, WHEELER 122, VERRILL 118, WILLEY 123*, PLEHN 91, JAMESON 64, STEINER 107, VAN NAME 88, LO BIANCO 80, MONTI 84, GÉRARD 39, VERRILL 120*, LAIDLAW 68, 69, 71*, 72*, 73*, 74*, HALLEZ 59*, JACUBOWA 63*, LAIDLAW 75*, MEIXNER 81a*.

Das Genus *Stylochus* wurde von EHRENBERG² 1831 errichtet und charakterisiert durch flachgedrückte Gestalt und zwei retractile Nackententakel, in deren Innerm je ein Augenhaufen gelegen ist. STIMPSON³ fügt als weiteres diagnostisches Merkmal den Mangel von Randaugen hinzu, indem für die Formen, welche solche besitzen, das Genus *Stylochopsis* errichtet wird. LANG⁴ hingegen betont das Vorhandensein von Augen in den Tentakeln, im Gehirnhof und am Vorderrande. (Wo ältere Autoren sie vermißten, dürften sie übersehen worden sein!) Aus der ausführlichen Diagnose sei hier nur noch hervorgehoben: Männliche und weibliche Geschlechtsöffnung einander genähert, »oft in einer seichten Vertiefung der Haut liegend«, unfern vom Hinterende. Weiblicher Genitalapparat ohne Bursa copulatrix und ohne accessorische Blase; männlicher mit konischem, stiletlosem Penis, einfacher Penisscheide⁵, mit gesonderter, dorsal gelegener Körnerdrüsenblase und ventraler Samenblase, in deren Hinterende die beiden Vasa deferentia einmünden. — VERRILL⁶ glaubt für seine amerikanischen Arten *St. zebra* und *St. frontalis* den Gattungsbegriff erweitern

¹ Die seit LANGS Monographie erschienenen, für die Gattung *Stylochus* systematisch wichtigen Arbeiten sind mit * bezeichnet.

² EHRENBERG 25.

³ STIMPSON 109, pag. 22.

⁴ LANG 76, pag. 446.

⁵ Soll heißen: »einfachem Antrum masculinum«!

⁶ VERRILL 117, pag. 462.

zu müssen, da bei diesen »two distinct genital openings« vorhanden wären. Schon der Wortlaut der oben zitierten Stelle LANGS läßt erkennen, daß dieser durchaus nicht an eine gemeinsame Ausmündung, wie er sie dagegen für *Stylochoplana* betont, gedacht hat. Wer übrigens einen Blick auf meine Schemata der Genitalapparate einiger *Stylochus*-Arten (Taf. XXVII) wirft, wird erkennen, daß es lediglich vom Kontraktionszustande des Tieres abhängt, ob die beiden Genitalporen in einer mehr oder minder tiefen gemeinsamen Einsenkung liegen oder frei an der Bauchfläche.

Seit der Schaffung des Genus *Stylochus* durch EHRENBURG sind sechs Gattungen aufgestellt worden, welche teils mangels genügender Begründung mit *Stylochus* vereinigt werden müssen, teils aber, weil sie von manchen Autoren fälschlich zu *Stylochus* in Beziehung gebracht worden sind, an dieser Stelle besprochen werden mögen. Ich führe sie in chronologischer Reihenfolge an.

1) *Imogine* Girard 1853.

[GIRARD 45, pag. 367. — LANG 76, pag. 228, 445.]

Die Form der Nacktentakel (an der Spitze angeschwollen, mit einem Auge [Augenhaufen!] daselbst) rechtfertigt wohl kaum die Abtrennung dieses Genus. Nach dem Vorhandensein von Randaugen (am ganzen Körperande) dürfte *Imogine* zu *Stylochus* zu ziehen sein, wenn nicht die Auffindung der Geschlechtsöffnungen und die Untersuchung der Genitalapparate eines andern belehren sollte.

Die Gattung wurde errichtet für

I. oculifera Girard 1853.

Synonyme: *Imogine oculifera* Girard 1853. [GIRARD 45, pag. 367. — STIMPSON 109, pag. 22. — LANG 76, pag. 446. — VERRILL 117¹, pag. 475, tab. XL, fig. 1 (Habitus, Dorsalseite). — GIRARD 47, pag. 193.] — *Stylochus oculiferus* Dies. 1862. [DIESING 24, pag. 570.] —

Ferner beschrieb SCHMARDA unter »*Imogene* Girard« zwei Arten aus Ceylon; GIRARD² bezweifelte deren Zugehörigkeit zu dem von ihm errichteten Genus. — Mir lagen die beiden Originalexemplare SCHMARDAS³ vor, die ich in Xylol aufgehellt untersuchte.

¹ VERRILL entdeckt die Gehirnhofaugen, deren Anordnung ganz wie bei *Stylochus* ist.

² GIRARD 47, pag. 192.

³ Aus der Sammlung des Zoolog.-zootom. Institutes in Graz.

I. truncata Schmarda 1859.

Synonyme: *Imogene truncata* Schmarda 1859. [SCHMARDA 102, pag. 35, tab. VIII, Fig. 81. — LANG 76, pag. 465.] — *Stylochus truncatus* Dies. 1862. [DIESING 24, pag. 567, 568.]

LANG läßt die Frage nach der generischen Zugehörigkeit dieser Form offen. Ich kann nur sagen, daß *I. truncata* gewiß kein *Stylochus* ist, wogegen die äußerst platte, wenig konsistente Beschaffenheit des Original-exemplares spricht, an dem im übrigen trotz aller Mühe nichts mehr zu erkennen ist, was in systematischer Hinsicht einen Anhaltspunkt bieten könnte. —

I. conoceraea Schmarda 1859.

Siehe sub *Conoceros conoceraeus*, S. 398 dieser Abhandlung.

2) *Callioplana* Stps. 1858.

[STIMPSON 109, pag. 22.]

Mit schlanken, langgestreckt-konischen, einander genäherten Tentakeln in einem pigmentlosen (»albus«) Gehirnhof. Augen an den Tentakeln und zwischen diesen im Gehirnhof; am Körperrende keine. — Diese Gattung unterscheidet sich in keinem wesentlichen Punkte von *Stylochus* im Sinne STIMPSONS (ohne Randaugen). Sie wurde errichtet für die einzige Art.

C. marginata Stps. 1858.

Siehe sub *Stylochus marginatus*, S. 403 dieser Abhandlung.

3) *Stylochopsis* Stps. 1858.

[STIMPSON 109, pag. 22.]

Von *Stylochus* sensu EHRENBERG vor allem durch das Vorhandensein von Randaugen am Vorderrande unterschieden. Dieser Unterschied fiel durch LANGS Erweiterung des Begriffes *Stylochus*; die fünf im folgenden genannten Arten von *Stylochopsis* wurden daher mit *Stylochus* vereinigt.

St. conglomeratus Stps. 1858.

Siehe sub *Stylochus conglomeratus*, S. 405 dieser Abhandlung.

St. limosus Stps. 1858.

Siehe sub *Stylochus limosus*, S. 405 dieser Abhandlung.

St. littoralis Verrill 1873.

Siehe sub *Stylochus littoralis*, S. 428 dieser Abhandlung.

St. pilidium Goette 1881.

Siehe sub *Stylochus pilidium*, S. 425 dieser Abhandlung.

St. zebra Verrill 1882.

Siehe sub *Stylochus zebra*, S. 433 dieser Abhandlung.

Zweifelhaft in systematischer Hinsicht bleibt die nur im Larvenzustande beschriebene Art:

St. ponticus Metschn. 1877.

[METSCHNIKOFF 83, pag. 1—3 des Separatabdruckes.]

Nicht zu den Stylochinen gehört:

St. malayensis Collgw. 1876.

[COLLINGWOOD 17, pag. 94; tab. XVIII, fig. 12.]

Nach LANG identisch mit *Prostheceraeus hancockanus* Collgw. 1876. — LANG 76, pag. 567.

4) *Gnesioceros* Dies. 1862.

[DIESING 24, pag. 494, 571.]

Von *Stylochus* (»oesophago cylindrico«) nur durch den »oesophagus multilobus« unterschieden. Das Genus hat begrifflicher Weise nie anderwärts in der Literatur Eingang gefunden. Es wurde errichtet für:

Gn. pellucidus (Ehrbg. 1836).

Siehe sub *Stylochus pellucidus*, S. 401 dieser Abhandlung.

Gn. mertensi (Dies. 1850).

Siehe sub *Stylochus mertensi*, S. 402 dieser Abhandlung.

5) *Conoceros* Lang 1884.

[LANG 76, pag. 446.]

»Planoceriden mit Tentakeln, welche die Form eines kurzen, abgestumpften Kegels haben. Augen auf der Endfläche dieses Kegels.«
— Diese Gattung wurde errichtet für:

C. conoceraeus (Schmarda 1859).

Synonyme: *Imogene conoceraea* Schmarda 1859. [SCHMARDA 102, pag. 35 mit textfig.; tab. VIII, fig. 82.] — *Stylochus conoceraeus* Dies. 1862. [DIESING 24, pag. 568.] — *Conoceros conoceraeus* Lang 1884. [LANG 76, pag. 446.]

LANG hat, wohl hauptsächlich auf den Holzschnitt SCHMARDAS

hin, für diese Art das Genus *Conoceros* errichtet; die sehr schematische Textfigur SCHMARDAS ist wahrscheinlich nach dem Leben entworfen, und zwar in einem Momente partieller Retraktion der Tentakel. Denn bei dem mir vorliegenden, in Alkohol konservierten Originalexemplare zeigen diese die typische, stumpf-konische, am Ende gerundete Gestalt vieler Planoceriden-Tentakel (im konservierten Zustande). Die Augen liegen im Innern derselben. (Vgl. die nebenstehende Textfig. 2.)



Textfig. 2.

Linker Tentakel von
I. conoceraea Schmarda.
Originalexemplar. — 43/1
nat. Gr.

Nach dem Fehlen der Randaugen und dem Bau der Genitalapparate — soweit ich diesen erkennen konnte — zu schließen, dürfte es sich um eine *Stylochoplana* handeln.

6) *Eustylochus* Verrill 1893.

[VERRILL 117, pag. 467.]

Diese Gattung soll nach Angabe des Autors sich durch eine dreilappige Samenblase auszeichnen, vor allem aber durch das Vorhandensein eines flaschenförmigen Receptaculum seminis, das dorsal vom hinteren Ende des Pharynx liege und durch einen langen, medianen Kanal mit dem Antrum femininum in Verbindung stehe (vgl. l. c. tab. XLII, fig. 1a). Diese Gattung wurde errichtet für die einzige Art:

Eu. ellipticus (Girard 1850).

Sagittalschnitte eines Exemplares dieser Species haben mir gezeigt, daß die angegebenen generischen Unterschiede auf Täuschungen beruhen, und daß diese Art zweifellos dem Genus *Stylochus* angehört. Alles Nähere siehe unter *Stylochus littoralis* S. 428 dieser Abhandlung.

5) *Planoceropsis* Verrill 1893.

[VERRILL 117, pag. 471, 472.]

Wurde als nov. subgen. von *Planocera* errichtet für die einzige Art:

Pl. nebulosa (Girard 1853).

Sagittalschnitte haben mir auch bei dieser Art gezeigt, daß sie zweifellos der Gattung *Stylochus* zugerechnet werden muß. Siehe hierüber S. 431 dieser Abhandlung unter *Stylochus nebulosus*.

Weiter wurden *Stylochus*-Arten ursprünglich unter allgemeineren

Gattungsbegriffen («*Planaria*«, «*Planocera*« usw.) beschrieben. Näheres findet man bei den einzelnen Arten angegeben.

Nachdem hiermit der Umfang des Genus *Stylochus* neuerdings umschrieben sein mag, ergibt sich, daß gleichwohl LANGS Diagnose beibehalten werden kann, mit der einzigen Erweiterung, daß die Marginalaugen nicht allein am Vorderrande, sondern auch am gesamten Körperande vorhanden sein können. Übrigens hat LANG selbst bei *St. plessisii* »vereinzelte Augenpunkte auch am hinteren Körperende« angetroffen.

Die Hauptmerkmale eines *Stylochus* sind demnach: Ovale Gestalt und konsistente, ganz oder fast undurchsichtige Beschaffenheit des Körpers; konische, retractile Nackententakel unweit des Vorderendes; die Augenverteilung: Tentakelaugen im Innern der Nackententakel, Gehirnhofaugen in zwei langgestreckten Haufen zwischen denselben, Marginalaugen stets vorhanden, am ganzen Körperande oder nur an dessen vorderer Hälfte; — der centrale oder nahezu centrale Mund; der krausenförmige, reich gefaltete Pharynx; die einander, sowie dem Hinterende sehr genäherten Geschlechtsöffnungen; endlich der Bau der Geschlechtsapparate: der männliche mit konischem, unbewaffnetem Penis, muskulöser, ventral gelegener Samenblase, in welche die beiden Vasa deferentia einmünden, und dorsal gelegener, ebenfalls muskulöser Körnerdrüsenblase, die nur am hinteren Ende durch einen eignen Ausführungsgang mit dem Ductus ejaculatorius in Verbindung steht; der weibliche ein einfaches S-förmig gebogenes Rohr, das am proximalen Ende die beiden Uteri aufnimmt; keine Bursa copulatrix, kein Receptaculum seminis (accessorische Blase).

Zunächst wären also alle unter dem Genusnamen *Stylochus* beschriebenen Species, die nach unsrer Umgrenzung nicht in das Genus gehören, auszuscheiden. Für zahlreiche ältere Arten hat dies bereits LANG¹ getan und sie, so gut es ging, anderweitig untergebracht. Da die diesbezüglichen Angaben indes in dem ganzen umfangreichen Buche zerstreut sind, außerdem aber zum Teil in neuerer Zeit Berichtigungen erfahren haben, so will ich hier die gesamte Synonymie dieser Arten kurz und übersichtlich, in chronologischer Reihenfolge zusammenstellen.

St. papillosus Dies. 1836 = ? *Thysanozoon brocchii* Gr.

Synonyme: *Stylochus papillosus* Dies 1836. [DIESING 22, pag. 316.]

— ? *Thysanozoon diesingii* Gr. 1840. [GRUBE 56, pag. 54—56.] —

¹ LANG 76.

? *Thysanozoon brocchii* Gr. 1840. [GRUBE 56, pag. 55. — LANG 76, pag. 525.] —

St. pellucidus (Ehrbg. 1836) = *Planocera pellucida* (Mert.).

Synonyme: *Planaria pellucida* Mert. 1833. [MERTENS 82, pag. 8 —13; tab. II.] — *Stylochus pellucidus* Ehrbg. 1836. [EHRENBERG 26, pag. 67. — DIESING 23, pag. 216. — CLAPARÈDE 14, pag. 143, note 2. — MOSELEY 86, pag. 23.] — *Planocera pellucida* Oerst. 1844. [OERSTED 89, pag. 48. — LANG 76, pag. 437—439 (mit ?). — VON GRAFF 54, pag. 195 —200; tab. VII, fig. 1—6.] — *Gnesioceros pellucidus* Dies. 1862. [DIESING 24, pag. 571.] —

St. sargassicola (Ehrbg. 1836) = *Stylochoplana sargassicola* (Mert.).

Synonyme: *Planaria sargassicola* Mert. 1833. [MERTENS 82, pag. 13, 14; tab. I, fig. 4—6.] — *Stylochus sargassicola* Ehrbg. 1836. [EHRENBERG 26, pag. 67. — CLAPARÈDE 14, pag. 143, note 2. — LANG 76, pag. 454, 455 (mit ?).] — *Planocera sargassicola* Oerst. 1844. [OERSTED 89, pag. 48.] — *Stylochus mertensi* Dies. 1850. [DIESING 23, pag. 216. — MOSELEY 86, pag. 23.] — *Gnesioceros mertensi* Dies. 1862. [DIESING 24, pag. 572.] — *Stylochoplana sargassicola* Graff 1892. [VON GRAFF 54, pag. 207—213; tab. IX, fig. 1—5.] —

St. folium Gr. 1840 = *Planocera folium* (Gr.).

Synonyme: *Stylochus folium* Gr. 1840. [GRUBE 56, pag. 51, 52; fig. 12, 12a. — DIESING 23, pag. 216. — 24, pag. 568.] — *Planocera folium* Oerst. 1844. [OERSTED 89, pag. 48. — JOHNSTON 66, pag. 8. — LANG 76, pag. 440.] — *Stylochoplana folium* Stps. 1858. [STIMPSON 109, pag. 22.] —

St. palmula Qtrf. 1845 = *Stylochoplana palmula* (Qtrf.).

Synonyme: *Stylochus palmula* Qtrf. 1845. [QUATREFAGES 98, pag. 143, 144; tab. IV, fig. 1, 1a; tab. V, fig. 2; tab. VII, fig. 2; tab. VIII, fig. 5. — DIESING 23, pag. 217. — 24, pag. 569.] — *Stylochoplana palmula* Lang 1884. [LANG 76, pag. 457—459; tab. II, fig. 3, 7.] —

St. maculatus Qtrf. 1845 = *Heterostylochus maculatus* (Qtrf.).

Synonyme: *Stylochus maculatus* Qtrf. 1845. [QUATREFAGES 98, pag. 144; tab. IV, fig. 3, 3a; tab. VI, fig. 2. — DIESING 23, pag. 217. — 24, pag. 568. — CLAPARÈDE 15, pag. 20—22; tab. IV, fig. 5—7. — 16, pag. 3 (larv., ?). — ULJANIN 113, tab. II, fig. 13; tab. III, fig. 1.] — *Stylochoplana maculata* Stps. 1858. [STIMPSON 109, pag. 22. — ULJANIN 113, pag. 35, 36. — LANG 76, pag. 459—461. — BERGENDAL 4,

pag. 326. — JAMESON 64, pag. 177, 178. — GAMBLE 36, pag. 812.] — *Heterostylochus maculatus* Verrill 1893. [VERRILL 117, pag. 467—470 (Fußnote). — LAIDLAW 68, pag. 304. — 69, pag. 7 des Separatabdruckes. — 72, pag. 13 des Separatabdruckes, Note A.] —

St. mertensi Dies. 1850.

Siehe sub *St. sargassicola*, S. 401 dieser Abhandlung.

St. (?) corniculatus Dalyell 1853 = ? *Stylochoplana maculata* (Qtrf.).

Synonyme: *Planaria corniculata* Dalyell 1853. [DALYELL 20, pag. 101; tab. XIV, fig. 5—8.] — *Planocera (?) corniculata* Leuck. 1859. [RUD. LEUCKART 78, pag. 183.] — *Stylochus (?) corniculatus* Leuck. 1859. [RUD. LEUCKART 78, pag. 183. — DIESING 24, pag. 571.] — ? *Stylochoplana maculata* Lang 1884. [LANG 76, pag. 459.] —

Nicht mit dieser Art identisch ist *Stylochus corniculatus* Stps. (Siehe S. 405 dieser Abhandlung.)

St. dictyotus Schmarda 1859 = *Planocera (?) dictyota* (Schmarda).

Synonyme: *Stylochus dictyotus* Schmarda 1859. [SCHMARDA 102, pag. 33; tab. VII, fig. 75. — DIESING 24, pag. 566.] — *Planocera (?) dictyota* Lang 1884. [LANG 76, pag. 443.] —

St. fasciatus Schmarda 1859 = *Stylochoplana (?) fasciata* (Schmarda).

Synonyme: *Stylochus fasciatus* Schmarda 1859. [SCHMARDA 102, pag. 33 mit textfig.; tab. VII, fig. 76. — DIESING 24, pag. 566, 567.] — *Stylochoplana (?) fasciata* Lang 1884. [LANG 76, pag. 462.] —

St. oligoglenus Schmarda 1859 = *Planocera (?) oligoglana* (Schmarda).

Synonyme: *Stylochus oligoglenus* Schmarda 1859. [SCHMARDA 102, pag. 34 mit textfig.; tab. VII, fig. 77. — DIESING 24, pag. 567.] — ? *Stylochus oligochlaenus* Gr. 1868. [GRUBE 57, pag. 45, 46.] — *Planocera (?) oligoglana* Lang 1884. [LANG 76, pag. 444.] —

St. amphibolus Schmarda 1859 = *Planocera (?) amphibola* (Schmarda).

Synonyme: *Stylochus amphibolus* Schmarda 1859. [SCHMARDA 102, pag. 34 mit textfig.; tab. VII, fig. 78. — DIESING 24, pag. 566.] — *Planocera (?) amphibola* Lang 1884. [LANG 76, pag. 444.] —

St. heteroglenus Schmarda 1859 = *Planocera (?) heteroglana* (Schmarda).

Synonyme: *Stylochus heteroglenus* Schmarda 1859. [SCHMARDA

102, pag. 34 mit textfig.; tab. VIII, fig. 79. — DIESING 24, pag. 569.] — *Planocera* (?) *heteroglana* Lang 1884. [LANG 76, pag. 444.] —

St. oxyceraeus Schmarda 1859 = *Planocera* (?) *oxyceraea* (Schmarda).

Synonyme: *Stylochus oxyceraeus* Schmarda 1859. [SCHMARDA 102, pag. 35 mit textfig.; tab. VIII, fig. 80. — DIESING 24, pag. 567.] — *Planocera* (?) *oxyceraea* Lang 1884. [Lang 76, pag. 445.] —

Von den vorgenannten sechs Arten SCHMARDAS lagen mir die Original-exemplare¹ vor, die ich zum Teil in Xylol aufhellte. — Keines derselben ist ein *Stylochus* in unserm Sinne, vielmehr dürften die Plätze, die ihnen LANG auf Grund der Beschreibungen und Abbildungen SCHMARDAS anwies, zutreffen.

St. gaimardi (Blainv. 1828) = ? *Planocera pellucida* (Mert.).

Synonyme: *Planaria dubia* Blainv. 1826. [DE BLAINVILLE 5, Tom. XLI, pag. 218; tab. XL, fig. 18.] — *Planocera gaimardi* Blainv. 1828. [DE BLAINVILLE 5, Tom. LXII, pag. 578, 579. — DIESING 23, p. 217. — 24, pag. 561. — STIMPSON 109, pag. 23. — LANG 76, pag. 436.] — *Planoceros gaimardi* Ehrbg. 1836. [EHRENBERG 26, pag. 67.] — *Stylochus gaimardi* Schmarda 1859. [SCHMARDA 102, pag. 33.] — ? *Planocera pellucida* Graff 1892. [VON GRAFF 54, pag. 199.] —

St. truncatus (Schmarda 1859).

Siehe sub *Imogene truncata*, S. 397 dieser Abhandlung.

St. conoceraeus (Schmarda 1859).

Siehe sub *Conoceros conoceraeus*, S. 398 dieser Abhandlung.

St. tener (Stps. 1858) = ? *Planocera pellucida* (Mert.).

Synonyme: *Stylochoplana tenuis* Stps. 1858. [STIMPSON 109, pag. 22.] — *Stylochoplana tenera* Stps. 1858. [STIMPSON 109, pag. 29. — LANG 76, pag. 461, 462.] — *Stylochus tener* Dies. 1862. [DIESING 24, pag. 568.] — ? *Planocera pellucida* Graff 1892. [VON GRAFF 54, pag. 199.]

St. marginatus (Stps. 1858) = *Planocera* (?) *marginata* (Stps.).

Synonyme: *Callioplana marginata* Stps. 1858. [STIMPSON 109, pag. 22, 29.] — *Stylochus marginatus* Dies. 1862. [DIESING 24, pag. 569.] — *Planocera* (?) *marginata* Lang 1884. [LANG 76, pag. 445.] —

St. oligochlaenus Gr. 1868.

Siehe sub *St. oligoglenus*, S. 402 dieser Abhandlung.

¹ Aus der Sammlung des Zoolog.-zootom. Institutes in Graz.

St. pelagicus Mos. 1877 = *Stylochoplana sargassicola* (Mert.).

Synonyme: *Stylochus pelagicus* Mos. 1877. [MOSELEY 86, pag. 23—27; tab. III, fig. 9—11.] — *Planocera pelagica* Lang 1884. [LANG 76, pag. 439.] — *Stylochoplana sargassicola* Graff 1892. [VON GRAFF 54, pag. 207—213; tab. IX, fig. 1—5.] —

St. tardus Graff 1878 = *Stylochoplana tarda* (Graff).

Synonyme: *Stylochus tardus* Graff 1878. [VON GRAFF 51, pag. 460, 461.] — *Stylochoplana tarda* Lang 1884. [LANG 76, pag. 462.] —

St. roseus Sars 1878 = *Stylostomum roseum* (Sars).

Synonyme: *Stylochus roseus* Sars 1878. [SARS in JENSEN 65, pag. 75; tab. VIII, fig. 1—3.] — *Stylostomum* (?) *roseum* Lang 1884. [LANG 76, pag. 589.] —

St. crassus Verrill 1893.

[VERRILL 117, pag. 466. — LAIDLAW 71, pag. 107.]

Dorsalseite mit kleinen, konischen, weißlichen Papillen besetzt; zwei »Inconspicuous prominences« im vorderen Körperviertel werden als zurückgezogene Nacktentakel gedeutet, deren Augen »not easily distinguishable«. Randaugen am Vorderrande unregelmäßig zweireihig angeordnet. Mund etwas vor der Körpermitte, dahinter ein flacher Saugnapf. Nahe dem Hinterende¹ soll eine kleine Genitalöffnung liegen. — VERRILL selbst stellt dieses Tier nur »provisionally«, der schlechten Erhaltung wegen, in das Genus *Stylochus*. Schon LAIDLAW erklärt, daß es gewiß nicht hierher gehöre. — Unter der Annahme, daß die erwähnte »Geschlechtsöffnung« ein Artefakt ist und der »Mund« vielleicht die weibliche Geschlechtsöffnung darstellt, möchte ich in »*Stylochus crassus*« einen *Cycloporus* vermuten.

Außer den genannten 24 Arten, welche gewiß irrtümlich als *Stylochus* beschrieben worden sind, müssen hier noch sieben Species angeführt werden, deren mangelhafte Beschreibungen eine Entscheidung bezüglich ihrer generischen Zugehörigkeit nicht ermöglichen. Auch dürften diese Formen kaum je wiedererkannt werden.

St. linteus J. Müller 1854.

Synonyme: *Stylochus linteus* J. Müller 1854. [JOH. MÜLLER 87, pag. 75; tab. IV, fig. 1 (larv.). — DIESING 24, pag. 571. — CARUS 7, pag. 151.] — *Stylochus luteus* Graff 1882. [VON GRAFF 52, pag. 22, Note 1. — LANG 76, pag. 465.]

»linteus« soll ein Druckfehler sein; ich sehe keinen Grund zu dieser

¹ »broken and not well preserved«!

Annahme, mir scheint vielmehr die Bezeichnung »luteus« (aus Leinwand) als Benennung eines weißen Tieres näher zu liegen als »luteus« (dottergelb).

Fundorte: Triest, Messina. —

St. corniculatus Stps. 1855.

[STIMPSON 108, pag. 381. — 109, pag. 22, 29. — DIESING 24, pag. 565. — LANG 76, pag. 464 (mit ?).]

Fundort: Hongkong. —

St. obscurus Stps. 1858.

[STIMPSON 109, pag. 22, 29. — DIESING 24, pag. 566. — LANG 76, pag. 464 (mit ?).]

Fundort: Insel Jesso. —

St. limosus (Stps. 1858).

Synonyme: *Stylochopsis limosus* Stps. 1858. [STIMPSON 109, pag. 22, 30.] — *Stylochus limosus* Dies. 1862 [DIESING 24, pag. 570. — LANG 76, pag. 453, 454 (mit ?).]

Fundort: Insel Ousima (Süd-Japan). —

St. conglomeratus (Stps. 1858).

Synonyme: *Stylochopsis conglomeratus* Stps. 1858. [STIMPSON 109, pag. 22, 29, 30.] — *Stylochus conglomeratus* Dies. 1862. [DIESING 24, pag. 570. — LANG 76, pag. 454 (mit ?).]

Fundort: Insel Ousima (Süd-Japan). —

St. oculiferus (Girard 1853).

Siehe sub *Imogine oculifera*, S. 396 dieser Abhandlung.

St. argus Czern. 1880.

[CZERNIAWSKY 18, pag. 221, 222. — LANG 76, pag. 454.]

In Färbung und Zeichnung den LANGSchen Arten *St. neapolitanus* und *St. pilidium* ähnlich, aber kleiner; die Randaugen finden sich auch am Hinterende. Vielleicht junge Exemplare einer der genannten Arten. Anatomie gänzlich unbekannt.

Fundort: Meerbusen von Suchum (Schwarzes Meer). —

Nach Ausscheidung dieser zweifelhaften Arten verbleiben im Genus *Stylochus* noch 18, teils nach lebendem, teils nach konserviertem Materiale beschriebene Arten. Anatomisch am eingehendsten und vollständigsten sind *St. neapolitanus* und *St. pilidium* sowie *St. plessisii* durch LANG untersucht worden, sowohl im lebenden Zustande als auch auf Schnittserien. Nach letzteren studierte LAIDLAW die Genitalapparate von *St.*

ceylanicus, *St. vigilax* und *St. zanzibaricus*, sowie eines als »*St. suesensis* Ehrbg.« bezeichneten Tieres, JACUBOWA die innere Organisation von *St. arenosus* und eines leider gänzlich unreifen *St. cinereus*. — Von *St. zebra*, *St. littoralis* und *St. nebulosus* hat VERRILL nur mitgeteilt, was er am lebenden Tiere von den inneren Organen hindurchscheinen sah. — *St. suesensis*, *St. bermudensis*, *St. frontalis* und *St. albus* sind anatomisch nicht untersucht, sondern es sind von ihnen nur Exterieurbeschreibungen nach lebenden Exemplaren vorhanden; *St. suesensis* Ehrbg. ist die Type unsres Genus, von den übrigen Arten müssen wir, da sie nach der Festlegung des Gattungsbegriffes durch LANG publiziert wurden, annehmen, daß sie von ihren Autoren schon auf Grund des Exterieurs mit Recht der Gattung *Stylochus* zugeteilt wurden. —

Von allen anatomischen Merkmalen ist der Bau der Genitalapparate das für unsre Gattung charakteristischste. Ich habe daher, was mir an Material zur Verfügung stand, daraufhin untersucht und ideale Medianschnitte der Geschlechtsapparate folgender Arten rekonstruiert: aus Längsschnittserien: *St. djiboutiensis* mihi, *St. salmonesus* mihi, *St. reticulatus* (Stps. ?) mihi, *St. littoralis* Verrill, *St. nebulosus* (Girard) mihi, *St. neapolitanus* (Chiaje) Lang und *St. zanzibaricus* Laidlaw; aus Querschnittserien: *St. vigilax* Laidlaw und *St. ceylanicus* Laidlaw. — Dieselben sind auf Taf. XXVII und Taf. XXVIII (Fig. 7) dargestellt. Vergleicht man diese Bilder miteinander und abstrahiert man von den durch den verschiedenen Kontraktionszustand bedingten Differenzen, so wird man mit Ausnahme der stark differenten relativen Größe der einzelnen Teile wenig spezifische Verschiedenheiten entdecken können. Ich will daher eine allgemeine Schilderung der Geschlechtsapparate des Genus *Stylochus* vorausschicken und bei der Beschreibung der einzelnen Species nur das wenige, das vielleicht artlich charakteristisch ist, hinzufügen.

Die männlichen und die weiblichen Geschlechtswege der *Stylochus*-Arten münden durch zwei hintereinander gelegene, einander genäherte, aber stets getrennte Öffnungen unweit des Hinterendes nach außen. Zuweilen (vgl. Taf. XXVII, Fig. 1 und 4) entsteht durch starke Kontraktion des Tieres eine flache Mulde in der Umgebung der Geschlechtsöffnungen; von einem Atrium genitale commune aber kann man nicht sprechen. — Das Antrum masculinum (*am*) ist eine geräumige Einsenkung der äußeren Körperbegrenzung. Eine Ringfalte (»Penisscheide«) fehlt, doch lassen sich nach der Höhe des Epithels zwei Abschnitte unterscheiden: ein äußerer, dessen aus hocheylindrischen Zellen bestehende Epithelauskleidung völlig mit der Körperbedeckung der Ventral-

seite übereinstimmt, und ein innerer, dessen Epithel gleich dem des Peniskegels viel niedriger und flacher ist als das der äußeren Partie des Antrums. Der Übergang ist indes ein allmählicher. Ebenso nimmt die Basalmembran an Dicke ab und läßt sich im inneren Antrum nicht mehr als deutliche Zone unterscheiden. — Die dicke und kompliziert gebaute Muskulatur des ventralen Hautmuskelschlauches geht ohne merkliche Grenze in die ungleich dünnere Circulärmuskelschicht des Antrums über, die sich wieder unmittelbar auf die des Penis fortsetzt.

Dieser ragt in Gestalt eines bald stumpferen, bald spitzeren konischen Zapfens in das Antrum masculinum vor. Überzogen von einem äußerst flachen, cilienlosen Epithel, entbehrt er gänzlich eines Stilettes oder anderer bindegewebiger Hartgebilde. Es ist daher im vorhinein nicht zu erwarten, daß dieses Organ in unsrer Gattung von systematischer Bedeutung sein werde; denn seine Form und Ausdehnung hängen sehr von dem Kontraktionszustande seiner Muskulatur ab. Diese ist im Vergleich zu andern Polycladen verhältnismäßig schwach entwickelt. Unter dem Epithel liegt eine ganz dünne, oft kaum erkennbare Schicht von Ringmuskeln. Bei keinem *Stylochus* konnte ich radiäre Muskeln im Peniszapfen feststellen. Auch die Längsmuskeln, die Retractoren (*retr*), sind in relativ geringer Zahl vorhanden und auf eine, der Außenwand des Peniskegels anliegende Schicht beschränkt. Sie zeigen eine U-förmige Gestalt; der eine Schenkel inseriert an der Peniswand, der andre an der des Antrums oder an der ventralen Körperwand. Der Protraktion des Penis dient ein den ganzen männlichen Apparat umhüllendes Muskelreticulum (Taf. XXVII, Fig. 4, *mret*). Doch scheint mir auch dieses relativ schwach entwickelt zu sein.

In seiner Lage zur Bauchfläche zeigt der Penis einige Variabilität; meist steht er nahezu senkrecht zu derselben, bei *St. neapolitanus* (Fig. 4) etwa unter 45° geneigt, mehr noch bei *St. littoralis* (Fig. 8), bis er bei *St. nebulosus* (Fig. 7) eine fast parallele Lage zur Ventralfläche des Körpers einnimmt, was allerdings nur bei dem großen Antrum masculinum dieser Art möglich ist. Indes sind diese Unterschiede nicht scharf, und ein Blick auf die Figuren wird lehren, daß auch die relative Lage des Penis sehr von den Kontraktionsverhältnissen beeinflußt wird.

Man vergleiche z. B. LANGS¹ Schema der Genitalapparate von *St. neapolitanus* mit dem von mir gegebenen derselben Species (Fig. 4).

Der Peniszapfen wird axial durchbohrt von dem bei allen *Stylochus*-Arten verhältnismäßig engen Ductus ejaculatorius (*dej*). Sein Epithel

¹ LANG 76, tab. XXX, fig. 7.

ist höher als das der Außenfläche des Peniskegels, fast kubisch, bewimpert, mit relativ großen gedrunge-ovalen Kernen. Die Dicke der ihn umgebenden Ringmuskelschicht übertrifft nicht die Epithelhöhe (bei *St. neapolitanus* etwa $3\ \mu$). In den Ductus ejaculatorius mündet unweit der Penisspitze (so besonders bei *St. nebulosus*) von der Dorsal-seite her der Körnerdrüsenang (*kdrg*) ein. Dieser bildet fast stets eine gerade Fortsetzung des den Penis durchziehenden Endstückes des Ductus ejaculatorius, so daß dieser zu einer Biegung ventralwärts und rostrad genötigt wird, die bei den Arten mit steil gestelltem Penis naturgemäß eine viel stärkere ist, und zuweilen einen rechten Winkel bildet (z. B. bei *St. salmoneus*, Fig. 2, und *St. ceylanicus*, Fig. 6b). Auch der rostrale Teil des Ductus ejaculatorius zeigt mehrere, oft starke Krümmungen. Indes muß es naturgemäß als von dem Grade der Protraktion des Penis abhängig betrachtet werden, ob der Ductus ejaculatorius geradegestreckt erscheint oder mehr oder minder in Krümmungen gelegt. — Je weiter rostralwärts, desto stärker erweitert sich das Lumen dieses Ganges, während sein Muskelbelag an Dicke zunimmt, sein Epithel hingegen an Höhe verliert. Zuweilen sind einzelne Stellen durch Spermaballen etwas aufgetrieben. Schließlich wird die Erweiterung so stark, die Muskellagen, die nicht mehr rein circular sind, sondern ein unentwirrbares Netzwerk nach allen Richtungen hin verlaufender Fasern enthalten, so mächtig, daß man von einer Samenblase (*sb*) sprechen kann. Ihre Auskleidung besorgt ein plattes Epithel, an dem ich auch bei gut konserviertem Materiale Cilien nicht entdecken konnte. An ihrem oralen Ende empfängt die Samenblase jederseits ein Vas deferens (*vd*); in der Art der Einmündung dieser beiden, von einem höheren, cilientragenden Cyliinderepithel ausgekleideten Kanäle sind einige Varianten zu beobachten. Am einfachsten liegen die Verhältnisse bei *St. neapolitanus* (Fig. 4) und *St. zanzibaricus* (Fig. 5), bei welchen die Vasa deferentia, von der Ventralseite her aufsteigend, beiderseits in das rostrale Ende der Samenblase führen; da die Muskulatur der ersteren viel dünner ist als die der letzteren, ist auch äußerlich eine deutliche Grenze erkennbar. Komplizierter gestalten sich die Dinge bei *St. djiboutiensis* (Taf. XXVI, Fig. 15) und *St. salmoneus*; hier ziehen die Vasa deferentia zunächst caudalwärts ein gutes Stück über die Vesicula seminalis hinaus, biegen dann aber scharf dorsalwärts und rostrad um und münden, über die Samenblase hinwegziehend, in deren rostrales Ende, und zwar dorsolateral. (In Taf. XXVI, Fig. 15 sind, da dieselbe von der Ventralseite gezeichnet ist, diese Einmündungsstellen, welche bereits einen stärkeren Muskelbelag besitzen, durch die Samen-

blase selbst verdeckt.) — Ähnliche Verhältnisse treffen wir bei *St. ceylanicus* (Taf. XXVII, Fig. 6a) und *St. littoralis* (Fig. 8), aber die Endabschnitte der Vasa deferentia sind hier noch viel muskulöser; das rostrale Ende der Vesicula seminalis ist weiterhin dorsalwärts gebogen und kommt so — sit venia verbo — den Vasa deferentia gleichsam entgegen, so daß LAIDLAW¹ bei *St. ceylanicus* von einer Vereinigung der Vasa deferentia noch vor ihrer Einmündung in die Samenblase spricht, indem er diesen dorsal aufgebogenen Teil der letzteren nicht mehr als zu ihr gehörig betrachtet. Ich kann mich dieser Auffassung nicht anschließen, weil ich diese Abweichung nur für eine zufällige, durch den Kontraktionszustand bedingte halte. Die Enge des Lumens und die enorme Dicke des Muskelbelages lassen auf eine starke Kontraktion der Samenblase schließen; man denke sich dieselbe in gefülltem Zustand, und man wird kein wesentlich anderes Bild erhalten als bei *St. djiboutiensis*.

Bei *St. littoralis* (Fig. 8) und *St. nebulosus* (Fig. 7 und Taf. XXVI, Fig. 14) gehen die stark muskulösen Endabschnitte der Vasa deferentia mit in die Bildung der Samenblase ein, so daß VERRILL² von einer »threelobed seminal vesicle« sprechen konnte.

Es seien mir an dieser Stelle einige Worte über den Begriff »Samenblase« gestattet. Ich fasse ihn als einen rein physiologischen, ohne auf die genaue morphologische Gleichwertigkeit der mit diesem Namen bezeichneten Gebilde Gewicht zu legen; ich verstehe unter »Samenblase« einen an beliebiger Stelle gelegenen, mit besonders dicker Muskulatur ausgestatteten, meist (aber nicht notwendigerweise!) erweiterten Abschnitt des Ductus ejaculatorius oder der Vasa deferentia. Vom morphologischen Standpunkte lassen sich drei Hauptkategorien von Samenblasen unterscheiden:

I. Muskulöse Anschwellungen des Ductus ejaculatorius (sog. »Echte Samenblasen«); sie liegen entweder (wie bei *Stylochocestus*, vgl. S. 391) im mittleren Abschnitt desselben und zerlegen ihn so in einen proximalen und einen distalen Abschnitt — ersterer wird auch als Ductus seminalis oder deferens bezeichnet — oder (der häufigere Fall) die Samenblase bildet den proximalsten Abschnitt des Ductus ejaculatorius, so daß die beiden Vasa deferentia getrennt, zuweilen dicht nebeneinander, in sie einmünden.

II. Muskulöse Anschwellungen der Vasa deferentia, meist in deren

¹ LAIDLAW 74, pag. 131.

² VERRILL 117, pag. 467.

distalen Abschnitten gelegen (z. B. bei »*Latocestus atlanticus* Plehn¹). Diese sog. »Falschen Samenblasen« treten paarig auf.

III. Eine Kombination der Fälle I und II: »Dreilappige« Samenblasen, in deren Bildung sowohl die Endstücke der beiden Vasa deferentia als auch der Anfangsteil des Ductus ejaculatorius eingehen.

Dieser letztere Fall ist in ausgesprochenster Weise bei den beiden genannten *Stylochus*-Arten, *St. littoralis* und *St. nebulosus* verwirklicht, doch bietet unsre Gattung, wie wir im vorhergehenden gesehen haben, alle Übergänge von typischen »Echten Samenblasen« zu dem gemischten Typus der »threelobed seminal vesicles«.

Bei *St. nebulosus* mündet das Lumen der Vasa deferentia übrigens in etwas abweichender Weise nicht in das rostrale Ende der Vesicula seminalis, sondern mehr caudad, so daß in stark kontrahiertem Zustande (wie die Figuren darstellen) das Lumen der Samenblase einen deutlichen rostralwärts gerichteten Blindsack bildet. Auch diese Besonderheit dürfte indes bei gefüllter, in Expansion befindlicher Samenblase weniger auffallend sein.

Verfolgen wir die Vasa deferentia weiter proximalwärts, so sehen wir alsbald die Muskulatur mehr und mehr an Dicke abnehmen, bis sie schließlich gänzlich verschwindet und nur eine Tunica propria, eine äußerst zarte, bindegewebige Basalmembran die Abgrenzung gegen das Mesenchym hin bildet, während die Auskleidung des Lumens durch ein ursprünglich kubisches, durch starke Expansion aber stellenweise äußerst flach gewordenes Epithel besorgt wird. In den Anschwellungen liegen große Spermaballen; diese proximalen Abschnitte der Vasa deferentia, große Samenkanäle (*grsc*) genannt, dienen allein der Aufspeicherung des Spermas, während der Samenblase jedenfalls nur die Funktion eines Ausspritzungsapparates zuzuerkennen ist.

Die Körnerdrüsen finden sich in zwei Arten vor: Epitheliale und »extracapsuläre«. Die ersteren sind drüsig modifizierte, hochcylindrische Epithelzellen (Taf. XXIX, Fig. 9, *kdrep*), welche das Lumen der Körnerdrüsenblase (*kdrrb*) auskleiden; diese besitzt eine eiförmige Gestalt, der spitzere Pol ist caudad gerichtet und öffnet sich in den Ausführungsgang. Die Muskulatur der Blase ist nicht minder mächtig als jene der Vesicula seminalis und besteht gleich dieser aus zahlreichen Lagen sich nach allen Richtungen kreuzender Muskelfasern. Von dieser Muskelhülle springen Septen (Taf. XXIX, Fig. 9, *msept*) in das Lumen vor, die eine mehr oder minder große Anzahl cylindrischer

¹ PLEHN 91, tab. XIII, fig. 5.

Tuben formen. Diese sind entweder kurz und stehen ringsum an den Wänden, ziemlich senkrecht auf diesen (bei *St. djiboutiensis*, *St. salmoneus*, *St. ceylanicus*¹), oder sie sind lang, in geringer Zahl vorhanden, entspringen nur an der rostralen Wand der Körnerdrüsenblase und sind einander ziemlich parallel (bei *St. neapolitanus*, *St. zanzibaricus*, *St. littoralis* und *St. nebulosus*). LANGS² Schema ist allerdings stark übertrieben; um zu zeigen, wie sich die Anordnung der Septen bei *St. neapolitanus* in natura darstellt, habe ich außer dem schematisierten Medianschnitte (Taf. XXVII, Fig. 4) die genaue Kopie eines möglichst medialen Sagittalschnittes durch das rostrale Ende der Körnerdrüsenblase beigegeben (Taf. XXIX, Fig. 9). Vergleicht man damit ein entsprechendes Bild von *St. salmoneus* (Taf. XXIX, Fig. 8), so ist der Unterschied auffallend genug. Indes sind zwischen den beiden hier geschilderten Typen alle Übergänge denkbar; auch von dem Kontraktionszustande der Körnerdrüsenblase mag vielleicht das Verhalten der Septen in der einen oder der andern Richtung etwas beeinflußt werden, so daß ich doch Bedenken trage, die Tubenstellung als systematisches Kriterium von größerer Bedeutung anzusprechen.

Das Lumen dieser Tuben wird nun durch die hohen, schlanken, cilientragenden Epithelzellen auf enge Kanälchen beschränkt, die sich alle zu einem etwas geräumigeren centralen Kanal vereinigen. Allenthalben liegen im Lumen kleinere und größere Anhäufungen des Kornsecretetes, das in Form stark lichtbrechender Kügelchen auch die Epithelzellen erfüllt.

Die zweite Art der Drüsen sind langgestreckt-birnförmige Zellen, welche in größerer oder geringerer Entfernung von der Körnerdrüsenblase im Mesenchym, meist gruppenweise, eingelagert sind und durch lange, solche Plasmafortsätze mit dem Epithel der Körnerdrüsenblase in Verbindung stehen; es sind eingesenkte Epithelzellen derselben, wie bei einem jugendlichen Individuum von *St. reticulatus* (Taf. XXVII, Fig. 3) deutlich zu erkennen ist. Die Zellkörper sind nur bei guter Konservierung wohl auseinander zu halten und in ihrer Form erkennbar; bei Alkoholexemplaren sind meist nur die Secretstraßen, das sind die von hintereinander gereihten Secretkörnchen erfüllten Plasmafortsätze, deutlich zu unterscheiden; mit Ausnahme von *St. neapolitanus* (Fig. 4) habe ich daher nur die Secretstraßen durch rot punktierte Linien in den Figuren angedeutet. — Sie durchbohren senkrecht und geradlinig die

¹ Auch bei *St. arenosus* nach JACUBOWA 63, pag. 130, tab. VIII: fig. 7, tab. XI: fig. 4.

² LANG 76, tab. XXX, fig. 7.

Muskulatur der Körnerdrüsenblase und münden zwischen deren Epithelzellen in das Lumen (Taf. XXIX, Fig. 8 und 9).

Das Secret dieser extracapsulären Drüsen ist von dem der epithelialen nicht zu unterscheiden. LANG betont auch die große Übereinstimmung mit dem Secret der Schalendrüsen des weiblichen Apparates. In der Tat erhalten beide bei Sublimatfixierung und Doppelfärbung mit EHRLICH'S Hämatoxylin und Eosin die gleiche leuchtend rote Farbe. Anders verhalten sich den gleichen Tinktionsmitteln gegenüber mit Alkohol fixierte Tiere, indem die Körnerdrüsen durch mehr rotviolette Farbe von den lebhaft roten Schalendrüsen leicht unterschieden werden können. Noch auffallender ist die Verschiedenheit bei Formolfixierung. Während die Schalendrüsen auch hier leicht die Farbe annehmen und einen dunkelroten Ton erhalten, werden die Körnerdrüsen nur schwer und nur blaß lilafarben tingiert und sind so für die Untersuchung sehr ungünstig. Es ist also jedenfalls ein ausgesprochener Unterschied in der chemischen Beschaffenheit beider Secrete — der Körnerdrüsen einerseits und der Schalendrüsen andererseits — vorhanden, was ja in Anbetracht der verschiedenen physiologischen Bedeutung im vorhinein anzunehmen war.

Ungleich einfacher gebaut ist der weibliche Geschlechtsapparat; er entbehrt aller Anhangsgebilde. Das kurze Antrum femininum (*af*) geht allmählich in den Schalendrüsengang (*sdrng*) über, der meist etwas weiter und, besonders bei *St. nebulosus*, mit Längsfalten versehen ist, jedenfalls zu dem Zwecke, die secernierende Oberfläche dieses Abschnittes zu vergrößern. Die Epithelzellen selbst sind drüsig modifiziert, so zwar, daß ihr basaler, den Kern enthaltender Abschnitt aus hellem, homogenem Plasma besteht, während der distale, vom Secret dicht erfüllt erscheint. Cilien sind vorhanden. LANG spricht nur von den im Bindegewebe liegenden, spindelförmigen Schalendrüsenzellen, obgleich er auch diese für eingesenkte Epithelzellen des Schalendrüsenganges erklärt. Diese Drüsenzellen liegen nun zwischen den Darmästen in den Dissepimenten, erstrecken sich aber auch längs des dorsalen und des ventralen Hautmuskelschlauches sowohl weit nach vorn als auch weit gegen das Hinterende. Sie stehen gleich den extracapsulären Körnerdrüsen durch Plasmafortsätze (Secretstraßen) mit dem Lumen des Schalendrüsenganges in Verbindung. Da die Zellkörper selbst in den seitlichen Partien des Körpers liegen, habe ich in den schematischen Medianschnitten nur die radiär vom Schalendrüsengang ausstrahlenden Secretstraßen teilweise (rot punktiert) eingetragen.

Der Schalendrüsengang steigt dorsalwärts und etwas rostrad auf

und geht in den Eiergang (*eig*) über, der sich nur histologisch von ersterem durch sein nicht drüsiges, etwas höheres Epithel unterscheidet, das ebenfalls Cilien trägt. Der Eiergang macht eine starke Biegung gegen das Caudalende und verläuft anfangs parallel zu der Dorsalfläche, wendet sich aber später wieder ventralwärts. Dadurch erhält der unpaare Teil der weiblichen Geschlechtswege eine für unsre Gattung typische S-förmige Gestalt.

Die Muskulatur des Eierganges ist gleich der des Schalendrüsenganges eine mäßig dicke Ringmuskelschicht. Eine Verdickung derselben, wie LANG¹ sie zeichnet, habe ich nirgends angetroffen.

In das caudale Ende des Eierganges münden von den Seiten her die beiden Uteri (*ut*). Meist stehen ihre Endabschnitte auf der Sagittalebene senkrecht, weshalb im allgemeinen nur ihre Einmündungsstelle in die Figuren eingezeichnet wurde. Im weiteren Verlauf aber liegen die Uteruskanäle zu beiden Seiten des Pharynx und reichen bis in das erste Körperdrittel. Ihr Epithel besteht ursprünglich, im leeren Zustand, aus hochcylindrischen, cilientragenden Zellen, später aber, wenn das Lumen mit Eiern erfüllt ist, wird das Epithel äußerst platt; Cilien sind dann nicht mehr nachweisbar. Die Muskulatur ist, je mehr von der Mündung entfernt, desto schwächer.

Die Uteri liegen, wie LANG für alle Polycladen angibt, ventral von der Darmastschicht. Dasselbe gilt aber auch von den Eileitern, bei Arten, wo, wie bei *St. neapolitanus*, die Ovarien gleich dicht über der Hodenschicht gelagert sind. Aber trotz der ventralen Lage der Eileiter liegen deren Einmündungsstellen in der dorsalen Wand der Uteri.

Ich komme mit der Besprechung der verschiedenen Lagerungsverhältnisse der Ovarien zugleich zur Erörterung der weiteren Einteilung unsrer Gattung.

LAIDLAW² versucht eine Gruppierung der bisher bekannten Arten nach folgenden Gesichtspunkten:

- A. Randaugen nur am Vorderrande:
 - α) Ovarien dorsal,
 - β) Ovarien ventral,
 - γ) Ovarien von unbekannter Lage.
- B. Randaugen rings um den Körper:
 - α) Ovarien dorsal,
 - β) Ovarien ventral,
 - γ) Ovarien von unbekannter Lage.

¹ LANG 76, tab. XXX, fig. 7.

² LAIDLAW 71, pag. 106, 107.

Der Wert aller Gruppenmerkmale hängt von der Konstanz ihres Auftretens ab. Inwieweit diese Forderung im vorliegenden Falle erfüllt wird, läßt sich dermalen schwer entscheiden, da die meisten der beschriebenen Arten auf Grund eines oder einiger weniger Exemplare errichtet wurden und selbst bezüglich dieser die Angaben oft ungenau und lückenhaft sind. Letzteres gilt besonders in betreff der Lage der Ovarien. Es fragt sich überhaupt, ob diese nicht je nach dem Reifezustande und den dadurch bedingten Raumverhältnissen im Polycladen-Körper veränderlich ist. In der genannten Arbeit sagt LAIDLAW betreffs »*St. suesensis* Ehrbg. ?«: »The ovaries are immature and lie among the gut diverticula. Doubtless, when ripe, they would shift ventralwards.« — Die Ovarien entstehen nach LANG aus Teilen des Darmastepithels¹. Mit fortschreitender Größenzunahme werden die Ovarien zwischen den Darmästen keinen Platz mehr finden und dann je nach den Raumverhältnissen dorsal- oder ventralwärts wandern. Stets aber liegt die Schicht der Eierstöcke über der Hodenschicht, was sich rein mechanisch erklärt, da ja die Hodenfollikel schon auf früherem Stadium der Geschlechtsreife aus dem Darmepithel auswandern als die Ovarien, daher auch eine distalere Lage bezüglich der Darmäste einnehmen. Bei *St. zanzibaricus* fand ich die Eierstocksfollikel sowohl in den Dissepimenten zwischen den Darmästen als auch ventral von diesen; in seltenen Fällen waren einzelne Ovarialfollikel sogar in die Hodenschicht hinein vorgedrungen. PLEHN² fand bei vier Polycladen männliche und weibliche Keimdrüsen gemischt lediglich in einer dorsalen Schicht, bei *Plagiotata promiscua* gemischt teils dorsal, teils ventral von den Darmästen, LAIDLAW³ bei *Stylochocestus gracilis* Hoden und Ovarien gemischt zwischen den Darmdivertikeln. Noch andre Fälle ließen sich anführen, in denen die Lagerungsverhältnisse der Keimdrüsen von dem gewöhnlichen Verhalten der Polycladen abweichen; in allen diesen Fällen aber wurde ein einziges Exemplar der Species daraufhin untersucht, so daß die spezifische Konstanz dieser Verhältnisse noch in Frage steht.

¹ Diese Ansicht dürfte nach dem heutigen Stand unsrer Kenntnisse über die Entstehung der Gonaden, insbesondere bei Ascariden und Insekten, vielleicht dahin zu modifizieren sein, daß die Geschlechtszellen der Polycladen nicht entodermaler Herkunft sind, sondern wahrscheinlich bereits auf sehr frühem Stadium der Furchung sich differenzieren, später ins Entoderm verlagert werden und von hier bei Eintritt der Geschlechtsreife wieder auswandern, sich vermehren und die ihnen zur Verfügung stehenden Räume im Mesenchym zu erfüllen beginnen.

² PLEHN 91, pag. 140.

³ LAIDLAW 74, pag. 131, 132.

Da alle diese Lagerungsverhältnisse sekundär und durch mechanische Ursachen bedingt sind, so möchte ich die relative Lage der Ovarien zu den Darmästen nicht als ein Merkmal von so hohem systematischen Werte betrachten, wie LAIDLAW dies tut. Gleichwohl halte ich diesbezügliche Angaben in Speciesbeschreibungen nicht für überflüssig.

Was das Haupteinteilungsprinzip LAIDLAWs, die Verteilung der Randaugen anlangt, so scheint dasselbe viel begründeter zu sein. Doch läßt sich eine scharfe Grenze seiner beiden Gruppen nicht ziehen. Denn die Zahl der Randaugen dürfte sich mit dem Alter der Tiere ändern. VERRILL¹ fand bei einem jugendlichen Individuum von *St. nebulosus* im Gegensatz zu erwachsenen Exemplaren derselben Species Randaugen auch am Hinterende vor.

Ich glaube nach dem Gesagten, LAIDLAWs Gruppierung der *Stylochus*-Arten nicht acceptieren zu können. Anderseits aber habe ich mich selbst vergebens bemüht, ein durchgreifendes habituelles oder anatomisches Differentialmerkmal aufzufinden, um die Arten unsrer Gattung in natürliche Gruppen zusammenzustellen.

Der Bau der Genitalapparate, welcher sich in andern Polycladen-Gattungen vortrefflich für den genannten Zweck verwerten läßt, ist bei den *Stylochus*-Arten, wie wir gesehen haben, im wesentlichen uniform. Auch die Untersuchung der übrigen Organe, soweit sie mir möglich war, hat mir keine systematisch verwendbaren Tatsachen geliefert.

Dasselbe gilt von den habituellen Merkmalen. Körpergestalt und Tentakelform sind je nach dem Kontraktionszustande individuell sehr verschieden. Die Augenverteilung scheint sich — im Prinzip bei allen Arten übereinstimmend — in den verschiedenen Altersstufen der Tiere zu ändern, wie ich oben bereits bezüglich der Randaugen bemerkt habe. Marginalaugen am Hinterende kennen wir bisher von *St. plessisii*, *St. zebra*, *St. argus* (? sp.) und *St. suesensis* ? Laidlaw. Es steht zu erwarten, daß sie gelegentlich auch bei einzelnen Individuen andrer Arten noch entdeckt werden dürften. Die Zahl der Cerebralaugen steigt wahrscheinlich mit zunehmendem Alter, dadurch wird ihre Ausbreitung größer und ihre Anordnung unregelmäßiger. Die Tentakelaugen liegen an der Basis und im Innern der Nackententakel, bald nur im basalen Abschnitt, bald mehr gegen die Spitze hin; diese Unterschiede scheinen vom Kontraktionszustande der Tentakel abhängig zu sein.

In Anbetracht der Unzulänglichkeit aller dieser Merkmale zur Aufstellung natürlicher Artengruppen, habe ich mich darauf beschränkt, nach der Zeichnung und Färbung der lebenden Tiere künstliche Arten-

¹ VERRILL 117; pag. 473.

gruppen zu bilden, um dem praktischen Bedürfnis des Bestimmens Rechnung zu tragen. Leider sind die Beschreibungen und Abbildungen des Exterieurs häufig sehr unklar und lückenhaft. Einige lediglich nach Alkohol Exemplaren beschriebene Arten habe ich an tunlichst passender Stelle eingefügt. *St. vigilax* Laidlaw und *St. albus* Hallez konnte ich nur anhangsweise am Schlusse besprechen.

Ich mache im folgenden den Versuch, einen Bestimmungsschlüssel der bis jetzt nach lebenden Exemplaren erkennbar beschriebenen *Stylochus*-Arten zusammenzustellen. Alle Angaben beziehen sich auf die Dorsalfläche des Tieres. Zeichnungen, die nicht durch Pigment, sondern durch hindurchscheinende innere Organe hervorgerufen werden, sind nicht berücksichtigt, so z. B. auch nicht die zinnoberroten Flecken (bei *St. neapolitanus*, *St. plessisii* und *St. frontalis*), welche die Enden der Darmäste durch ihren Inhalt verursachen. Zur größeren Bequemlichkeit der Benützung ist bereits im Bestimmungsschlüssel angegeben, wo eine Habitusabbildung der betreffenden Art, wenn eine solche existiert, zu finden ist.

Bestimmungsschlüssel.

I. Einfarbig, fein gesprenkelt oder höchstens mit wenig dunkleren, verwaschenen Fleckchen.

A. Frontalauge vorhanden, Körperoberfläche granuliert:

1) Rötlichbraun, mit weißen und schwarzen Sprenkeln

1) *arenosus*.

2) Dunkelgrau, mit schwärzlichgrauen Fleckchen

2) *cinereus*.

B. Frontalauge fehlen, Körperoberfläche ohne Granulierung:

1) Hellgrau, mit einigen verwaschenen, dunkleren Fleckchen.

(Diese Arbeit, Taf. XXV, Fig. 1.) . . . 3) *djiboutiensis*.

2) Lachsfarben. (Diese Arbeit, Taf. XXV, Fig. 2.)

4) *salmoneus*.

3) Gelbbraun, fein zimtbraun punktiert. (EHRENBERG 25,

tab. V, fig. 5a, 5b.) 5) *suesensis*.

II. Auf heller Grundlage dunkel gefleckt oder marmoriert:

A. Die helle Grundfarbe vorherrschend:

a. Frontalauge fehlen.

1) Mit größeren, dunklen, teilweise verschmolzenen Flecken. (Ovarien ventral.) (LANG 76, tab. I, fig. 7.)

6) *neapolitanus*¹.

¹ Mit dieser Art ist vielleicht identisch: 7) *zanzibaricus*.

- 2) Mit kleineren und zahlreicheren dunklen Fleckchen.
(Ovarien dorsal.) (LANG 76, tab. I, fig. 5.)

8) *pilidium*¹.

b. Frontalauge vorhanden und sehr zahlreich.

10) *frontalis*.

B. Die helle Grundfarbe auf netzartige Streifen zwischen den dunklen Flecken beschränkt:

- 1) Weiß, mit graugrünen, weiß gesprenkelten Flecken.

11) *bermudensis*.

- 2) Lichtgelb, mit großen, grünlich-, bräunlich- oder rötlichgelben Flecken. Tentakelaugen an der Basis der Tentakel und gegen die Spitze zu. (VERRILL 117, tab. XLII, fig. 1.) 12) *littoralis*.

- 3) Lichtgelb, mit großen, olivgrünen Flecken; Frontalauge nur im basalen Teil der Tentakel. (VERRILL 117, tab. XL, fig. 4.) 13) *nebulosus*.

III. Mit deutlicher heller Querstreifung auf dunklerem, braunen Grunde. (VERRILL 117, tab. XL, fig. 3.) 14) *zebra*.

IV. Grau, mit großen kastanienbraunen Flecken im Mittelfeld und einer den Rand ringsum begleitenden, weißen Linie. (LANG 76, tab. I, fig. 3 und 4.) 15) *plessisii*.

V. Mit deutlichem dunkelbraunen Netzwerk auf hellem Grunde. (Diese Arbeit, Taf. XXV, Fig. 4.) 16) *reticulatus*.

Artbeschreibungen.

- 1) *St. arenosus* Willey 1897.

[WILLEY 123, pag. 154, 155. — JACUBOWA 63, pag. 128—131; tab. VIII, fig. 5 (medianer Sagittalschnitt des ganzen Tieres), fig. 6 (Übersichtsbild der Anatomie), fig. 7 (Längsschnitt durch die Körnerdrüsenblase nahe der Medianebene); tab. XI, fig. 4 (Schema der Genitalapparate).]

Fundorte: Neu-Britannien (Rakaya oder Raluan, Blanche Bay).

• Lebendes (WILLEY) und konserviertes Material (JACUBOWA).

Gestalt im Leben oblong-oval, Oberfläche des Körpers granuliert oder »blatterartig«. Länge 41—45 mm (konserviert 23—25 mm), Breite 16 mm.

Färbung licht rötlichbraun, am Rande fast farblos und durch-

¹ Von dieser Art anscheinend habituell nicht zu unterscheiden: 9) *ceylanicus*.

scheinend. Dorsalseite mit zahlreichen weißen und schwarzen Sprenkeln. (Konserviert einfarbig gelblich).

Tentakel 5,5 mm vom Stirnrande entfernt, an der Spitze orange-farben. Augen: Tentakelaugen im Innern der Tentakel, nur in der Spitze fehlend (beim konservierten Tiere bis in die Spitze reichend). Cerebralaugen in zwei caudal vereinigten Streifen. Marginalaugen längs der ganzen Circumferenz des Körpers, am Vorderrande mehrreihig und dichter. Frontalaugen spärlich und über das ganze Stirnfeld zerstreut.

Mund vor der Körpermitte. Pharynx langgestreckt, über $\frac{1}{2}$ der Körperlänge).

Genitalporen nur 2—2,5 mm vom Caudalende entfernt. Die »grubenförmige Vertiefung der Körperwand«¹ ist kein Atrium genitale commune, sondern wird lediglich durch das ventralwärts gebogene Caudalende vorgetäuscht.

Genitalapparate: Penis senkrecht zur Bauchfläche, stumpf konisch. Samenblase langgestreckt, empfängt etwa in der Mitte ihrer Längsausdehnung von der Ventralseite her die beiden getrennt einmündenden Vasa deferentia, so daß ein rostraler Blindsack entsteht. Körnerdrüsenblase ebenfalls langgestreckt, die Tuben fast senkrecht zur Wand gestellt. — Weiblicher Genitalapparat ohne Besonderheiten.

Ovarien dorsal. — Abgelegte Eier 9—10 μ im Durchmesser (WILLEY).

2) *St. cinereus* Willey 1897.

[WILLEY 123, pag. 154, 155. — JACUBOWA 63, pag. 126—128; tab. VIII, fig. 4 (Übersichtsbild der Anatomie).]

Fundort: Neu-Britannien (Blanche Bay), auf Steinen.

Lebendes Material (WILLEY) und ein konserviertes, nicht geschlechtsreifes Exemplar (JACUBOWA).

Gestalt langgestreckt, Länge 24—27 mm, Breite 10 mm.

Färbung schiefer- bis aschgrau, dorsalseits mit schwarzgrauen Flecken, besonders in den mittleren Partien. Rand unpigmentiert, durchscheinend. (Konserviert in Alkohol: schmutziggrau, mit etwas hellerem Rande.)

Tentakel 3,5 mm vom Stirnrande entfernt, stumpf, bräunlich-gelb. Augen: Tentakelaugen vollständig die Tentakel erfüllend. Cerebralaugen zwischen und hinter den Tentakeln, in zwei sich caudal vereinigenden Haufen. Marginalaugen bis zum Beginne des zweiten

¹ Vgl. JACUBOWA 63, tab. VIII, fig. 5.

Körperdrittels caudalwärts reichend. Frontalauge in zahlreichen kleinen Gruppen in der mittleren Partie des Stirnfeldes.

Mund am Ende des zweiten Körperdrittels. Pharynx langgestreckt ($\frac{1}{2}$ der Körperlänge).

Genitalporen und Genitalapparate unbekannt.

Ovarien dorsal. — Abgelegte Eier 12—13 μ im Durchmesser (WILLEY).

3) *St. djiboutiensis* Meixner 1907.

[MEIXNER 81a, pag. 164.]

Diese Arbeit, Taf. XXV, Fig. 1 (Habitus); Taf. XXVI, Fig. 1 (Tentakel und Augen), Fig. 15 (Übersichtsbild der Genitalapparate); Taf. XXVII, Fig. 1 (Medianschnitt durch dieselben).

Fundort: Meerbusen von Tadjourah, am »Récif du Météor« bei Djibouti, in 20 m Meerestiefe.

Material: Ein von CH. GRAVIER am 19. Februar 1904 gefangenes, in 5%igem Formol konserviertes Exemplar. Es ist in der für *Stylochus* charakteristischen Weise gefaltet; an ein Ausbreiten war bei der Starrheit des Objektes nicht zu denken; so stellt denn die Abbildung (Taf. XXV, Fig. 1) das Tier auf dem Rücken liegend dar, wobei indes das ventralwärts geschlagene vordere Körperdrittels und zum Teil auch die Seitenränder in der Dorsalansicht sich repräsentieren.

Die Gestalt ist, ausgebreitet gedacht, gestreckt-oval, die Länge etwa 35 mm, die Breite etwas über 20 mm.

Die Färbung des lebenden Tieres nennt GRAVIER »gris claire avec quelques taches plus foncées«. Sie ist am Formolexemplare relativ gut erhalten geblieben: ein liches Grau, mit einem besonders auf der Ventralseite merklichen Stich ins Rötliche; etwa in der Mitte der Dorsalseite sind einige wenige unscharf begrenzte schwärzliche Fleckchen zu bemerken¹. Als ich das Tier zwecks Aufhellung in Alkohol übertrug, veränderte sich alsbald die Farbe in ein Graugelb.

Die Tentakel (Taf. XXVI, Fig. 1, *nt*) bilden ein Paar fingerhutförmiger Höcker, 6 mm vom Stirnrande, 4 mm voneinander entfernt, im Innern gänzlich von dichtgedrängten Augen (*tau*) erfüllt.

Augen: Die Cerebralaugen (*cau*) bilden ein Paar paralleler Streifen, die, zwischen den Tentakeln gelegen, in ihren caudalsten Partien am dichtesten sind, rostrad hingegen sich allmählich auflockern. Die Rand-

¹ Auf der Ventralseite scheinen die von Eiern erfüllten Uteri als ein Paar blaugrauer Streifen hindurch.

augen (*mau*) umgeben in unregelmäßig mehrreihiger Anordnung das Vorderende und reichen caudad bis in die Höhe der Tentakel.

Die Mundöffnung liegt etwas vor der Mitte der Ventralseite (sie ist in der Abbildung, Taf. XXV, Fig. 1, eben noch von dem umgeschlagenen Vorderende verdeckt). Der Pharynx erstreckt sich weit caudalwärts und ist reich gefaltet.

Die Genitalporen liegen dicht hintereinander, in geringer Entfernung (etwa 2 mm) vom Caudalende. Die Genitalapparate veranschaulicht ein aus Sagittalschnitten rekonstruiertes Übersichtsbild (Taf. XXVI, Fig. 15) und ein idealer Medianschnitt (Taf. XXVII, Fig. 1). Der Penis ist zurückgezogen; jedenfalls aber gehört *St. djiboutiensis* zu den Arten mit fast senkrecht gestelltem Penis. Die Vasa deferentia (*vd*) machen erst einen Bogen caudalwärts, ehe sie getrennt voneinander in die Dorsalwand der Samenblase (*sb*) einmünden. Die Körnerdrüsenblase (*kdrb*) ist relativ langgestreckt, die Tuben in ihrem Innern kurz und allenthalben senkrecht zur Wand gestellt. Das Drüsenepithel sowie die extracapsulären Körnerdrüsen waren sehr schwer zu beobachten, da sie infolge der Formoleinwirkung sich schlecht tingieren ließen; mit Safranin erzielte ich noch die deutlichste Färbung. — Das Tier befand sich in voller Geschlechtsreife sowohl der männlichen als auch der weiblichen Organe. Die Uteri (*ut*) erscheinen prall mit Eiern gefüllt, in denen häufig Mitosen zu erkennen sind. Die Schalendrüsen befanden sich in lebhafter Secretion und sind einerseits bis nahe an das Caudalende, anderseits rostrad weit über den männlichen Copulationsapparat hinaus zu beobachten. Die Ovarien liegen ausgesprochen dorsal von der Darmstschicht.

4) *St. salmoneus* Meixner 1907.

[MEIXNER 81a, pag. 165.]

Diese Arbeit, Taf. XXV, Fig. 2 (Habitus); Taf. XXVII, Fig. 2 (Medianschnitt durch die Genitalapparate); Taf. XXIX, Fig. 8 (medialer Sagittalschnitt durch die ventral-rostrale Wand der Körnerdrüsenblase).

Fundort: Meerbusen von Tadjourah, »Récif du Pingouin« bei Djibouti, in 15—20 m Meerestiefe.

Material: Ein von CH. GRAVIER am 22. März 1904 gefangenes und in 70%igem Alkohol konserviertes Exemplar; es ist noch stärker gefaltet als das der vorhergehenden Art und ist in derselben Orientierung auf Taf. XXV in Fig. 2 dargestellt.

Die Gestalt ist, ausgebreitet gedacht, breit-oval, die Länge etwa 25—30 mm, die Breite 20 mm.

Die Färbung des lebenden Tieres war nach GRAVIER »saumon« (salmoneus). Im Alkohol ist sie in ein helles Ockergelb verändert worden. Die Bauchseite ist noch etwas heller. Das Tier ist völlig einfarbig, ohne jede Zeichnung.

Die Tentakel sind 4 mm voneinander entfernt und liegen 5 mm hinter dem Stirnrande; leider sind sie gänzlich zurückgezogen, so daß ich ihre Form nicht erkennen kann.

Augen: Tentakelaugen zahlreich; Gehirnhof- und Randaugen verhalten sich wie bei *St. djiboutiensis*.

Der Mund liegt ungefähr central, 13 mm vor dem Caudalende. Der langgestreckte Pharynx wölbt die Mitte der Ventralfläche stark vor.

Die Genitalporen befinden sich 3 mm vom Caudalende entfernt, dicht hintereinander (Taf. XXVII, Fig. 2). Genitalapparate: Der männliche macht im Vergleich zu der vorhergehenden Art einen mehr gedrungenen Eindruck. Der Penis ist ein mäßig spitzer Kegel, dessen Achse sehr steil, fast senkrecht zur Ventralfläche des Tieres steht. Die Vereinigung des Ductus ejaculatorius (*dej*) und des Körnerdrüsenanges (*kdrj*) erfolgt relativ weit von der Penisspitze. Die Samenblase (*sb*) erscheint infolge starker Kontraktion relativ klein, die Einmündung und der Verlauf der Vasa deferentia (*vd*) ist ganz wie bei *St. djiboutiensis*. Auch die Körnerdrüsenblase (*kdrb*) verhält sich hinsichtlich ihrer Tubenbildung wie die genannte Art. Die Alkoholkonservierung ermöglichte eine schärfere Tinktion mit Eosin; ich habe ein Stück der ventralen Wand der Körnerdrüsenblase nahe ihrem rostralen Ende möglichst naturgetreu im Längsschnitt (Taf. XXIX, Fig. 8) abgebildet (vgl. S. 411). — Das Tier befand sich in voller Geschlechtsreife; die Uteri (*ut*) sind von Eiern erfüllt. Die Ovarien liegen ausgesprochen dorsal.

Nebenbei erwähnt, beherbergte das Tier als Parasiten Gregarinen und eingekapselte Fascioliden.

5) *St. suesensis* Ehrbg. 1831.

Synonyme: *Planaria mülleri* Aud. 1827. [AUDOUIN 3, pag. 247, 248; tab. V, fig. 6.] — *Planaria bituberculata* F. S. Leuck. 1828. [F. S. LEUCKART 77, pag. 13; tab. III, fig. 3 a, 3 b.] — *Planocera mülleri* Schmarda 1859. [SCHMARDA 102, pag. 33.] — *Planocera bituberculata* Schmarda 1859. [SCHMARDA 102, pag. 33.] — *Stylochus suesensis* Ehrbg. 1831. [EHRENBERG 25, 36. und 37. Seite, tab. V, fig. 5 a—5 c (Habitus: Dorsal- u. Ventralseite sowie der Umriß des kontrahierten Tieres), 5 d (Tentakel). — DIESING 23, pag. 215. — 24, pag. 565. —

STIMPSON 109, pag. 22. — LANG 76, pag. 451—453.] — *Planocera suesensis* Oerst. 1844. (OERSTED 89, pag. 48.]

EHRENBERG zieht auch *Planaria gigas* F. S. Leuck. 1828 als Synonym zu *St. suesensis*, indes, wie bereits LANG bemerkt, gewiß mit Unrecht; mir scheint *Pl. gigas*, nach der Abbildung LEUCKARTS zu urteilen, eher eine Pseudoceride zu sein.

Fundorte: Suez und Tor, im Roten Meere.

Lebendes Material liegt EHRENBERGS, Alkoholexemplare F. S. LEUCKARTS Abbildungen und Beschreibungen zugrunde.

St. suesensis ist die Type unsres Genus. EHRENBERG schildert diese Art als eine der größten Formen der »*Planariaea*«. Wenn, was anzunehmen ist, seine Abbildungen in natürlicher Größe gemacht sind, so beträgt die Länge 67 mm, die Breite etwa 20 mm. Die Gestalt ist demnach gestreckt oval.

Färbung gelbbraun, oberseits äußerst fein zimtbraun gesprenkelt.

Tentakel kurz, am Ende des ersten Körpersechstels gelegen. Augen: Tentakelaugen im Innern, in der basalen Hälfte größer und dichter gedrängt als in der Spitze. Cerebral-, Frontal- und Marginalaugen unbekannt.

Mund etwas vor der Körpermitte. Pharynx sehr langgestreckt.

Von den Genitalporen ist nur einer eingezeichnet, 4 mm vom Hinterende entfernt. Genitalapparate und Lage der Ovarien unbekannt.

LAIDLAW¹ beschrieb in jüngster Zeit ein defektes Alkoholexemplar von Ras Oswemba (Brit. Ostafrika) als *St. suesensis* Ehrbg. ?

Länge 40 mm, Breite 35 mm.

Färbung dunkelgelb, auf der Oberseite mit kleinen braunen Flecken bedeckt.

Im übrigen mit EHRENBERGS Beschreibung übereinstimmend, die durch Angaben über die Verteilung der Marginalaugen (rund um den ganzen Körper) und über die Genitalapparate (typisch entwickelt) ergänzt werden. Die Ovarien liegen zwischen den Darmästen, zeigen aber die Tendenz, ventralwärts zu wandern.

6) *St. neapolitanus* (Chiaje 1841).

Synonyme: *Planaria neapolitana* Chiaje 1841. [DELLA CHIAJE 21, Tom. III, pag. 133; Tom. V, p. 112, tab. CIX, fig. 13—15, 22). — *Stylochus neapolitanus* Lang 1884. [LANG 76, pag. 447—449 (hier auch

¹ LAIDLAW 71, pag. 106.

zahlreiche Verweise auf anatomische und histologische Angaben im Allgemeinen Teil der Monographie); textfig. 18c auf pag. 221 (Spermatozoen); tab. I, fig. 7 (Habitus); tab. XI, fig. 1—3, 6—9, 11—15; tab. XII, fig. 5—9; tab. XIII, fig. 10 (Gesamte Anatomie und Histologie); tab. XXX, fig. 7 (Schematischer Medianschnitt der Genitalapparate); tab. XXXVI, fig. 21 (Ontogenie). — CARUS 7, pag. 149, 150. — Lo BIANCO 79, pag. 400. — 80, pag. 479. — GÉRARD 39¹, pag. 141 bis 248; tab. II, fig. 22; tab. III, fig. 46 (Ontogenie).]

Diese Arbeit, Taf. XXVII, Fig. 4 (Medianschnitt durch die Genitalapparate). Taf. XXIX, Fig. 9 (medialer Sagittalschnitt durch die ventral-rostrale Wand der Körnerdrüsenblase).

Fundort: Golf von Neapel; besonders an *Balanus*-Kolonien, deren leere Gehäuse gern als Schlupfwinkel aufgesucht werden.

Lebendes und konserviertes Material wurde von LANG untersucht. Mir lag ein mit Sublimat fixiertes Exemplar vor².

Gestalt (im Leben) länglich-oval, vorn breiter als hinten; dick und von fester Konsistenz. Länge bis zu 25 mm, Breite bis zu 13 mm (im gestreckten Zustande).

Färbung (im Leben) dorsalseits gelbweiß, gelb, gelbbraun bis schwarzbraun, mit deutlich begrenzten, dunkleren Flecken, die sich zu senkrecht auf dem Rande stehenden Pigmentstreifen anordnen. Der Inhalt der Darmastenden verursacht oft zinnoberrote Flecke in der Nähe des Körperrandes. — Ventralseite schmutziggelb bis grau. — Die Grundfarbe meines konservierten Exemplares war weißgelb, die Flecken der Dorsalseite olivgrau.

Tentakel am Ende des ersten Körpersechstels schlank und spitz, weißlich, mit zinnoberroter Querbinde oberhalb der Basis (im Leben). — Augen: Tentakelaugen sowohl an der Basis als auch gegen die Spitze zu. Cerebralaugen in zwei Haufen zwischen den Tentakeln. Marginalaugen nur am Vorderende. Frontalaugen fehlen.

Mund central; Pharynx langgestreckt.

Genitalporen dem Hinterende sehr nahe, näher als bei *St. pili-dium*. Genitalapparate: Obwohl LANG³ ein Schema derselben gegeben hat, möchte ich doch des bequemeren Vergleiches wegen von einer Darstellung der Verhältnisse bei dieser Art in der gleichen Ausführung wie bei den andern von mir untersuchten Copulationsapparaten nicht absehen: Taf. XXVII, Fig. 4. Auch bietet ein Vergleich meiner

¹ »*napolitanus*«.

² Aus der Sammlung des Zoolog.-zootom. Institutes in Graz.

³ LANG 76, tab. XXX, fig. 7.

Rekonstruktion mit der LANGSchen Gelegenheit, zu zeigen, wie sehr es von dem Kontraktionszustande des untersuchten Individuums abhängt, ob die beiden Genitalporen ausgesprochen voneinander getrennt oder in einer gemeinsamen Mulde der Ventralfläche gelegen sind. Auch die Richtung der Penisachse im Verhältnis zur Bauchfläche wird dadurch beeinflußt; unter normalen Kontraktionsverhältnissen dürfte sie mit dieser einen Winkel von etwa 45° bilden. Für die Art mehr oder minder charakteristisch ist die langgestreckte Samenblase (*sb*), in deren rostrales Ende die Vasa deferentia (*vd*) getrennt von den Seiten her einmünden, ohne erst einen Bogen caudalwärts zu beschreiben. Bezüglich der Körnerdrüsenblase (*kdrb*) habe ich bereits S. 411 das Nötige über die Lage der Tuben gesagt, und verweise hier nochmals auf Taf. XXIX, Fig. 9, aus welcher der Sachverhalt deutlich zu ersehen ist. — Bei *St. neapolitanus* konnte ich auch infolge der günstigen Konservierung die Lage der extracapsulären Körnerdrüsen wohl erkennen und einige Gruppen derselben, die nahe der Medianebene liegen, in den Median-schnitt (Taf. XXVII, Fig. 4) eintragen. Bevor die Secretstraßen den mächtigen Muskelwall (Taf. XXIX, Fig. 9, *m*) der Körnerdrüsenblase durchbohren, häuft sich das Secret (*ksecr*) in der Circumferenz der Blase stark an. Oft nehmen solche Ansammlungen mehr oder minder birnförmige Gestalt an und täuschen dann secreterfüllte Drüsenzellen vor. Diese liegen aber nie unmittelbar der Körnerdrüsenblase an, sondern stets in einiger Entfernung von ihr. — Am weiblichen Genital-apparate (Taf. XXVII, Fig. 4) scheint mir erwähnenswert, daß bei *St. neapolitanus* das Epithel des Schalendrüsenganges (*sdrgr*) nicht durch Längsfalten, sondern durch Ring- (oder Spiral-?)falten seine Oberfläche vergrößert. Eine besonders verdickte Muskulatur des Eierganges (*eig*), wie LANG sie in seinem Schema zeichnet, habe ich nicht entdecken können. — Die Ovarien liegen ventral von den Darmästen.

Entwicklung direkt (im Gegensatz zu *St. pilidium*).

LAIDLAW¹ beschrieb in allerjüngster Zeit einen *Stylochus* von den Cap-Verden, welchen CROSSLAND daselbst am Boden der Leichter, an Ascidien-Kolonien und in leeren Muschelschalen in einigen Exemplaren gefangen hat und etwa folgendermaßen nach dem Leben schildert: In der Färbung der Dorsalseite variierend, entweder einfarbig dunkelbraun, unter der Lupe dunkelrosa mit kleinen grauen Fleckchen; oder heller, licht orange mit großen grauen Flecken. Die Tentakel stets dunkelgrau, die Ventralseite weiß. Länge der konservierten Exemplare

¹ LAIDLAW 75, pag. 707.

im Maximum 35 mm. LAIDLAW stellt diese Form mit ? zu *St. neapolitanus*, sie dürfte indes sehr wahrscheinlich eine eigne Art repräsentieren. Leider fehlen alle Angaben über Augenstellung und Anatomie.

7) *St. zanzibarius* Laidlaw 1903.

[LAIDLAW 71, pag. 105, 106; textfig. 5 (Augenverteilung).]

Diese Arbeit, Taf. XXVII, Fig. 5 (Medianschnitt durch die Genitalapparate).

Fundort: Sansibar («s. s. Juba»).

Material: Ein Alkohol-exemplar (LAIDLAW).

Gestalt schmal, langgestreckt. Länge 10 mm, Breite 4 mm.

Färbung dorsalseits rötlichbraun und gelb gefleckt, ventralseits einfarbig graugelb.

Tentakel (der textfig. nach) kurz und stumpf, 2,5 mm vom Vorderende; Augen: Tentakelaugen an und in der Basis der Tentakel. Cerebralaugen angeblich fehlend. Marginalaugen nur am Vorderrande, wenig caudalwärts reichend, mehrreihig. Frontalaugen fehlend.

Mund 7 mm vom Stirnrande, also relativ weit hinten gelegen.

Genitalporen nur 0,5 mm vom Caudalende entfernt. Genitalapparate »practically identical with that of *St. neapolitanus*«. Ich habe auch von dieser Art nach der Original-Sagittalschnittserie LAIDLAW'S die Genitalapparate rekonstruiert (Taf. XXVII, Fig. 5) und kann ebenfalls, von kleinen Kontraktionsverschiedenheiten abgesehen, keinen Unterschied von *St. neapolitanus* erkennen. Die Ovarien liegen gleichwie bei diesem ventral.

Aber auch im Exterieur finde ich — der Beschreibung nach — große Übereinstimmung mit *St. neapolitanus*. Einzig die geringe Größe und der Mangel der Cerebralaugen (?) könnten, wenn konstant, die Aufstellung dieser neuen Species rechtfertigen. Der von dem der vorhergehenden Art so weit entfernte Fundort scheint mir indes ein sehr gewichtiges Moment für die spezifische Auseinanderhaltung von *St. zanzibarius* einerseits und *St. neapolitanus* anderseits zu sein. (Vgl. auch das S. 445 hierüber Gesagte.)

8) *St. pilidium* (Goette 1881).

Synonyme: *Planaria neapolitana* Goette 1878. [GOETTE 48, pag. 75, 76.] — *Stylochopsis pilidium* Goette 1881. [GOETTE 49, pag. 189; 50, pag. 1—58, tab. I, II (Ontogenie).] — *Stylochus pilidium* LANG 1884. [LANG 76, pag. 449, 450 (hier auch einige Verweise auf den Allgemeinen Teil der Monographie); tab. I, fig. 5 (Habitus); tab. XXXVI, fig. 19;

tab. XXXVII, fig. 1, 16, 17, 22 (Ontogenie). — CARUS 7, pag. 150. — Lo BIANCO 79, pag. 400; 80, pag. 479. — PLEHN 91, pag. 171. — STEINER 107, pag. 54. — MONTI 84, pag. 2. — GÉRARD 39¹, pag. 141—248; tab. II, fig. 31; tab. III, fig. 44, 45, 47, 48 (Ontogenie).]

Fundorte: Golf von Neapel, unter Steinen (LANG usw.), ? Valparaiso (PLEHN, zwei Exemplare an den Planken eines italienischen Schiffes festgeheftet gefunden, also wahrscheinlich aus dem Mittelmeere mitgenommen!).

Material: Lebende und konservierte Exemplare von LANG u. a. untersucht.

Gestalt oval, Länge bis 40 mm, Breite 20—25 mm; weniger konsistent als *St. neapolitanus*.

Färbung diesem ähnlich, aber die Fleckchen der Dorsalseite sind kleiner, dafür zahlreicher und dichter gedrängt.

Tentakel dem Stirnrande näher (vor dem Ende des ersten Körperzehntels), kürzer und stumpfer. Augenverteilung wie bei *St. neapolitanus*.

Über die Lage des Mundes keine Angabe vorhanden.

Genitalporen etwas weiter vom Hinterende entfernt als bei *St. neapolitanus*, Genitalapparate wie bei diesem. Ovarien im Gegensatz zu *St. neapolitanus* dorsal von der Darmstabschicht.

Entwicklung indirekt, mit Metamorphose (GOETTESCHE Larve).

9) *St. ceylanicus* Laidlaw 1904.

[LAIDLAW 74, pag. 130, 131.]

Diese Abhandlung, Taf. XXVII, Fig. 6a (Samenblase), 6b (Genitalapparate, Medianschnitt).

Fundort: Ceylon (Cheval Paar).

Material: Drei Alkoholexemplare (LAIDLAW).

Gestalt oval, Länge bis 47 mm, Breite bis 27 mm.

Färbung dorsalseits dunkelgelb mit zahlreichen schwarzen, unscharf begrenzten Fleckchen, die nur über dem Gehirn fehlen; ventral-seits gelblichweiß.

Tentakel 4 mm voneinander entfernt. Augen: Tentakelaugen in der Basis der Tentakel. Cerebralaugen in je einem Haufen neben jedem Tentakel. Marginalaugen in 2—3 Reihen am Stirnrande und an den Seitenrändern bis zur Körpermitte. Frontalaugen werden keine angegeben.

¹ » *pelidium* «.

Mund subcentral.

Genitalporen 4 mm vom Hinterende entfernt, einander genähert. Die Genitalapparate habe ich nach zwei Original-Querschnittserien rekonstruiert, von denen die eine die Vesicula seminalis (Taf. XXVII, Fig. 6a), die andre den übrigen männlichen und den weiblichen Genitalapparat (Taf. XXVII, Fig. 6b) enthält. Die Samenblase (*sb*) ist in stark kontrahiertem Zustande konserviert, daher das enge Lumen und der dicke Muskelbelag. Das rostrale Ende ist dorsalwärts gekrümmt und empfängt die beiden an ihren Endteilen ebenfalls stark muskulösen Vasa deferentia (*vd*). LAIDLAW betrachtet den rostralen Abschnitt der Samenblase als gemeinsamen Endabschnitt der Vasa deferentia; ich habe zu dieser Auffassung bereits S. 409 Stellung genommen und kann hier auf das daselbst Gesagte verweisen. — Im übrigen bietet der männliche sowohl als auch der weibliche Genitalapparat wenig Bemerkenswertes. Der Penis steht steil zur Ventralfläche, die Körnerdrüsenblase (*kdrb*) ist groß und enthält — soweit dies an Querschnitten erkannt werden kann — ziemlich viele und nahezu senkrecht zur Wand stehende Tuben. — Ovarien dorsal.

Diese Art stimmt im Exterieur sehr mit *St. pilidium* überein, soweit man dies nach der Beschreibung von Alkoholexemplaren vermuten darf. Jedenfalls aber begründen — wenn der männliche Genitalapparat von *St. pilidium*, wie LANG angibt, völlig mit dem von *St. neapolitanus* übereinstimmt — die Lage der Tuben der Körnerdrüsenblase und insbesondere die Art der Einmündung der Vasa deferentia in die Samenblase die Artberechtigung von *St. ceylanicus*.

10) *St. frontalis* Verrill 1893.

[VERRILL 117, pag. 465; tab. XLIV, fig. 1 (Augenstellung).]

Fundort: Ostküste der Ver. Staaten von Nordamerika (Provincetown, Mass., am Rumpfe eines eben von Carolina zurückgekehrten Schiffes).

Material: Ein lebendes Exemplar (VERRILL).

Gestalt breit-elliptisch; Länge 25 mm, Breite 12 mm.

Färbung dorsalseits gelblichgrau, gelbbraun gefleckt. Darmäste orangefarben durchscheinend. Ventralseite bleicher.

Tentakel klein und stumpf, einander und dem Vorderende genähert. Augen: Tentakelaugen an der Basis und (in je zwei Haufen) im Innern der Tentakel. Cerebralaugen in zwei langgestreckten, hinten vereinigten Haufen zwischen den Tentakeln. Marginalaugen klein, rund um den Körper, am zahlreichsten am Vorderrande. Frontalaugen

bei dieser Art besonders zahlreich, über das ganze Stirnfeld zerstreut.

Mund etwas vor der Körpermitte.

Genitalporen einander und dem Hinterende genähert. — Genitalapparate unbekannt.

11) *St. bermudensis* Verrill 1902.

[VERRILL 120, pag. 43.]

Fundort: Bermudas-Inseln (Harrington-Sound), an Korallenstöcken im seichten Wasser.

Material: Ein lebendes Exemplar (VERRILL).

Gestalt: länglich-elliptisch, mit dünnen Rändern. Länge 18 mm, Breite 8—9 mm, im ausgestreckten Zustande.

Färbung dorsalseits weiß, mit großen graugrünen Flecken, die ihrerseits wieder weiß gesprenkelt sind. Hinter den Tentakeln bildet die weiße Grundfarbe drei in einer Querreihe liegende Flecke. — Ventralseite einfarbig weiß.

Tentakel kurz, relativ weit voneinander entfernt, im ersten Viertel der Körperlänge. Augen: Tentakelaugen an der Basis. Cerebralaugen unbekannt. Marginalaugen in zwei bis drei Reihen, bis zur Körpermitte reichend. Frontalaugen nicht angegeben.

Mund central.

Genitalporen und Genitalapparate unbekannt.

12) *St. littoralis* (Verrill 1873).

Synonyme: *Stylochopsis littoralis* Verrill. [VERRILL 115, pag. 325, 632; tab. XIX, fig. 99.] — *Stylochopsis lateralis* Girard. [GIRARD 47, pag. 194, 195.] — *Stylochus littoralis* Lang 1884. [LANG 76, pag. 453.]

Mit dieser Art identifiziert VERRILL¹ in jüngster Zeit, hauptsächlich auf Grund des übereinstimmenden Fundortes, die äußerst mangelhaft beschriebene *Planocera elliptica* Girard 1850. [GIRARD 42, pag. 251, 252. — 44, pag. 3. — 47, pag. 190, 191; tab. VI, fig. 59, 60 (Habitus)². — STIMPSON 174, pag. 23. — DIESING 24, pag. 561.] — LANG³ stellt diese Art in den Anhang der Planoceriden als eine Species, deren generische Zugehörigkeit mangels anatomischer Angaben nicht mit Sicherheit festzustellen ist.

¹ VERRILL 117, pag. 467.

² Die Ontogenie dieser Art beschreibt GIRARD in 41, pag. 300—308. — 43, pag. 348. — 46, pag. 307 ff.

³ LANG 76, pag. 463.

Stylochus littoralis, mit *Planocera elliptica* vereinigt, wird zum Typus eines neuen Genus unter dem Namen:

Eustylochus ellipticus (Girard) Verrill 1893. [VERRILL 117, pag. 467—471; tab. XL, fig. 2 (Habitus); tab. XLI, fig. 1 (Habitus), 1a (Tentakel); tab. XLII, fig. 1 (Habitus, beste Abbildung), 1a (Übersicht der Anatomie). — VAN NAME 88, pag. 264—266, 269—295; tab. XXXVI—XL; tab. XLI, fig. 44—46 (Ontogenie). — LAIDLAW 69, pag. 7; 70, pag. 107; 71, pag. 14.]

Die Charakteristik der Gattung *Eustylochus* habe ich bereits S. 399 wiedergegeben und daselbst sie als unhaltbar bezeichnet; ich werde bei der Beschreibung der Copulationsapparate diese Meinung begründen; *littoralis* hat im Genus *Stylochus* zu verbleiben, und obwohl *ellipticus* (bzw. *elliptica*) der ältere Name wäre, so ist es doch in Anbetracht der nur durch den Fundort wahrscheinlich gemachten Identität beider Arten besser, den durch eine gänzlich unzureichende Beschreibung gestützten Namen *ellipticus* fallen zu lassen, bzw. *Planocera elliptica* als ein nicht völlig sicheres Synonym zu *Stylochus littoralis* einzuziehen.

Diese Arbeit, Taf. XXVII, Fig. 8 (Medianschnitt durch die Genitalapparate).

Fundort: Ostküste der Vereinigten Staaten von Nordamerika (Umgebung von New Haven; Thimble Islands; Newport; Wood's Holl; Vineyard Sound, Mass.; Provincetown, Mass.; Newfoundland?).

Material: Lebende Tiere (VERRILL, GIRARD). — Mir stand ein konserviertes Exemplar aus New Haven zu Gebote¹.

Gestalt länglich elliptisch, Länge bis 25 mm, Breite bis 10 mm.

Färbung dorsalseits grünlich- oder bräunlichgelb, graugelb, lachsfarben oder fleischfarben; die lichtgelbe Grundfarbe ist auf ein Netzwerk und einen Medianstreif in der hinteren Körperhälfte beschränkt. Ventralseite weiß, gelblich oder rötlich.

Tentakel klein, durchscheinend weiß, im ersten Körperviertel gelegen. Augen: Tentakelaugen (acht bis zwölf) sowohl in der Basis der Tentakel als auch gegen die Spitze zu. Cerebralaugen in zwei bis drei Paaren von Gruppen, deren erstes noch vor den Tentakeln liegt. Marginalaugen zahlreich, besonders am Stirnrande in mehrreihiger Anordnung; caudalwärts bis hinter die Körpermitte reichend.

Mund nahezu central oder bereits im Beginne des zweiten Körperdrittels. Pharynx kurz und breit.

Genitalporen dicht hintereinander, unweit vom Hinterende.

¹ Aus der Sammlung des Zoolog.-zootom. Institutes in Graz.

Genitalapparate: VERRILL untersuchte dieselben ohne Anwendung der Schnittmethode und gibt davon eine allerdings sehr unklare Abbildung nach einem Quetschpräparate. In seiner Darstellung wird besonders betont: die dreilappige Samenblase, deren beide dorso-laterale Lappen mit den Vasa deferentia, hingegen der ventromediale mit dem Ductus ejaculatorius in Verbindung stehen. Beim weiblichen Genitalapparate soll vom Antrum femininum ein Kanal rostrad über den männlichen Apparat hinweg verlaufen und in der Nähe des Pharynx mit einer flaschenförmigen Anschwellung (»spermatheca«, »seminal receptacle«) blind endigen. LAIDLAW¹ meint, daß VERRILL sich bezüglich der Mündung des obengenannten Kanals geirrt habe, und daß derselbe vielmehr wie bei *Stylochoplana agilis* LANG² zwischen den beiden Uteri in den Eiergang münde und geradezu die Fortsetzung des letzteren bilde.

Dem Alkoholexemplar, welches ich untersuchte, lag eine Notiz von der Hand Herrn Dr. VON STUMMER-TRAUNFELS' bei, folgenden Wortlautes: »Ich habe nach einem in Xylol aufgehellten Exemplare die beiliegende Zeichnung der Geschlechtsapparate angefertigt. Wenn dieselbe auch manches Detail vermissen läßt, so ist aus ihr dennoch ersichtlich, daß die Geschlechtsapparate von *Eustylochus* sich von jenen von *Stylochus* Ehrbg. absolut nicht unterscheiden lassen. Beide Geschlechtsöffnungen liegen in einem gemeinsamen Atrium, eine accessoriale Blase der Vagina ist nicht vorhanden. Ebenso wenig habe ich ein Anastomosieren der Darmastverzweigungen, so wie es VERRILL beschreibt, gesehen!«

Um indes völlig sicher zu gehen, habe ich dieses Exemplar in eine Serie von sagittalen Längsschnitten zerlegt und nach dieser die Rekonstruktion (Taf. XXVII, Fig. 8) angefertigt. Sie bestätigt die oben zitierte Angabe VON STUMMER-TRAUNFELS'. Nur die Geschlechtsporen liegen zwar sehr dicht hintereinander, aber doch getrennt; der weibliche ist nur 0,35 mm vom Caudalende entfernt. Der männliche Genitalapparat zeichnet sich durch seinen großen stumpf-konischen Penis aus, dessen Achse mit der Ventralfläche des Körpers einen sehr spitzen Winkel einschließt. Die Samenblase (*sb*) ist an ihrem rostralen Ende verjüngt, dorsalwärts aufgebogen und empfängt hier die beiden Vasa deferentia (*vd*), deren Endabschnitte sich unvermittelt mit sehr starker Muscularis umgeben; dadurch entsteht das Bild einer »three-lobed seminal vesicle« (vgl. S. 409). Der kurze Körnerdrüsenangang (*kdrg*)

¹ LAIDLAW 72, pag. 13, 14 (Note A.).

² LANG 76, tab. XXX, fig. 13.

vereinigt sich mit dem Ductus ejaculatorius (*dej*) bereits an der Basis des Peniskegels. Hinsichtlich der Körnerdrüsenblase (*kdrb*) muß ich zur Erläuterung der Abbildung hinzufügen, daß die auffallende dorsale Auftreibung zweifellos Artefakt ist, d. h. durch plötzliche Kontraktion beim Fixieren des Tieres entstanden sein muß, indem das massenhaft vorhandene Secret nicht schnell genug durch den Ausführungsgang entweichen konnte; es findet sich in diesem, im Lumen des Penis sowie vor der Mündung desselben im Antrum masculinum. Die beutelförmige Auftreibung der Körnerdrüsenblase ist geplatzt und hat den Inhalt teilweise in das Mesenchym ergossen. Normalerweise gleiche die Körnerdrüsenblase mit ihren langen, fast parallel zur Längsachse stehenden Tuben völlig der von *St. neapolitanus*.

Der weibliche Genitalkanal ist typisch S-förmig, ohne jedwede Ausstülpung oder irgendwelche Divertikel.

Von einem kleinen Porus hinter der weiblichen Geschlechtsöffnung und einem von diesem ausgehenden »nephridial duct« habe ich trotz mehrfacher, sorgfältiger Durchsicht meiner Schnittserie nichts entdecken können.

13) *St. nebulosus* (Girard 1853).

Synonyme: *Planocera nebulosa* Girard 1853. [GIRARD 45, pag. 367; 47, pag. 191, 192. — DIESING 24, pag. 561. — VERRILL 115, pag. 325, 632; tab. XIX, fig. 100 (Unbrauchbares Habitusbild). — LANG 76, pag. 463 (mit ?).]— *Planocera Planoceropsis nebulosa* Verrill 1893. [VERRILL 117, pag. 471—474, tab. XL, fig. 4 (Habitus), tab. XLII, fig. 3 (Genitalapparate, Übersichtsbild). — VAN NAME 88, pag. 264—267, 269—295; tab. XLI, fig. 36—43 (Ontogenie). — LAIDLAW 72, pag. 14.] — *Stylochus nebulosus* mihi.

Diese Arbeit, Taf. XXV, Fig. 3 (Übersichtsbild), Taf. XXVI, Fig. 14 (Samenblase in Dorsalansicht), Taf. XXVII, Fig. 7 (Genitalapparate, Medianschnitt).

VERRILLS Subgenus *Planoceropsis* besitzt im Gegensatz zu den typischen *Planocera*-Arten Randaugen. Schon LAIDLAW bezweifelt indes die Zugehörigkeit zu *Planocera* und stellt *Planoceropsis* als fragliches Genus zu den Stylochinen.

Durch die Untersuchung der Genitalapparate auf Schnitten glaube ich die Zugehörigkeit der in Rede stehenden Art zur Gattung *Stylochus* genügend nachweisen zu können.

Fundort: Ostküste der Vereinigten Staaten von Nordamerika

(New Haven, Conn.; Newport; Wood's Holl, Mass.; Charleston, S. C.), unter Steinen.

Material: Lebende Exemplare (GIRARD, VERRILL); mir lag ein Alkoholexemplar aus New Haven vor¹.

Gestalt (Taf. XXV, Fig. 3) ziemlich breit elliptisch, relativ dick; Länge bis 20 mm, Breite 10—12 mm.

Färbung nach VERRILL (im Leben) etwas variabel: dorsalseits gelblichweiß, aber die Grundfarbe durch große, unregelmäßig geformte, olivgrüne Flecke sehr eingeschränkt; hauptsächlich kommt sie am Rande zur Geltung. Medianstreif grünlichweiß. Ventralseite gelbgrün, Pharynx usw. weiß durchscheinend. — GIRARDS Exemplar war mehr dunkelgrau mit rötlichem Medianstreif. — Mein Alkoholexemplar erschien schmutziggelb.

Tentakel (*nt*) schlank, spitz, weißlich, einander genähert. Augen: Tentakelaugen (*tau*) nur in der Basis der Tentakel. Cerebralaugen (*cau*) sehr klein und nur auf Schnitten wahrnehmbar, liegen zahlreich über dem Gehirne und mit diesem etwas vor den Tentakeln. Marginalaugen (*mau*) am Vorderrande mehrreihig, reichen nicht ganz bis zur Körpermitte nach hinten. Bei einem unreifen Exemplare fand VERRILL auch am Caudalende Randaugen (vgl. hierüber S. 415 der vorliegenden Arbeit). Frontalaugen (*frau*) sehr spärlich, ich sah nur zwei auf jeder Seite.

Mund (*mo*) wenig vor der Körpermitte. Pharynx (*ph*) langgestreckt, fast von halber Körperlänge. Darmäste (*da*) nicht anastomosierend.

Genitalporen dicht hintereinander, ganz nahe dem Hinterende. Genitalapparate: VERRILL findet den männlichen Apparat ähnlich dem von *St. littoralis* mit einer dreilappigen, ankerförmigen Samenblase ausgestattet. Die Körnerdrüsenblase konnte er nicht mit Sicherheit erkennen, vermutet sie aber in dem Penisbulbus gelegen. Am S-förmigen, weiblichen Genitalkanal wird eine in der Nähe der Geschlechtsöffnung gelegene kleine elliptische Anschwellung (»copulatory pouch?«), sowie eine nach hinten gerichtete, einfach tubenförmige Ausstülpung (»spermatheca«) erwähnt und abgebildet.

Wenn mir schon das Vorhandensein von Randaugen und die Lage der Genitalporen (kaum 0,3 mm vom Caudalende bei meinem 10 mm langen Exemplare) sehr gewichtige Argumente zu sein schienen, die in Rede stehende Art nicht zu *Planocera*, sondern eher zu *Stylochus* zu stellen, so wurde diese Vermutung vollauf bestätigt, als ich das Tier in eine Serie sagittaler Längsschnitte zerlegt hatte und die Genitalapparate in allen wesentlichen Punkten mit dem Typus

¹ Aus der Sammlung des Zoolog.-zootom. Institutes in Graz.

von *Stylochus* übereinstimmend fand (Taf. XXVII, Fig. 7). Spezifisch charakteristisch scheint vielleicht die auffallende Geräumigkeit des Antrum masculinum (*am*), die ganz horizontale, d. h. der Bauchfläche parallele, Lage des Penis, in welchem sich Ductus ejaculatorius (*dej*) und Körnerdrüsenang (k*dr*g) sehr nahe der Spitze vereinigen. Die Samenblase (*sb*), deren äußere Gestalt ich genau rekonstruiert und unter Eintragung des Lumens (mit punktierten Linien) auf Taf. XXVI, Fig. 14 in der Dorsalansicht dargestellt habe, zeichnet sich durch den langen, rostrad gerichteten Blindsack aus, der dadurch entsteht, daß die Vasa deferentia (*vd*) sehr weit hinten einmünden; da ihre Endabschnitte aber sehr stark muskulös sind, kommt dieses Verhalten in der äußeren Gestalt weniger zum Ausdruck, die in der Tat ganz treffend als »ankerförmig« bezeichnet werden kann. Der Übergang von der dicken Muskulatur der Endabschnitte zu der sehr geringfügigen der übrigen Partien der Vasa deferentia ist sehr unvermittelt, hingegen von der Muskulatur der Samenblase auf die schwächere des Ductus ejaculatorius ein allmählicher. Die Körnerdrüsenblase (*kdrb*) ist im Innern in relativ wenige, lange, nach dem Caudalende zu gerichtete Tuben geteilt, wie bei *St. neapolitanus*. Das Drüsenepithel erwies sich bei diesem Exemplare sehr schön konserviert, die Zellen nicht geschrumpft, daher ihre Grenzen schwer zu erkennen, Cilien hingegen deutlich zu beobachten waren.

Der weibliche Genitalkanal zeigt die typische S-förmige Gestalt. Der Schalendrüsengang (*sdr*g) ist durch Längsfalten erweitert; seine Muskulatur indes so schwach, daß von einer Funktion als Bursa copulatrix keine Rede sein kann. Ein nach hinten gerichtetes Divertikel des Antrum femininum existiert nicht.

Ovarien (*ov*) ausgesprochen dorsal von der Darmstschicht; sie reichten bei meinem Exemplare (Taf. XXV, Fig. 3) rostrad bis über das Gehirn hinaus, indes gegen den Rand hin nirgends so weit als die ventrale Schicht der Hoden (*t*).

St. littoralis und *St. nebulosus* sind an den genannten Fundorten die beiden häufigsten Arten; im Habitus scheinen sie, den Beschreibungen nach zu urteilen, viel Gemeinsames zu haben. Sichere Unterschiede bilden die Lage der Tentakelaugen und die Form der Samenblase.

14) *St. zebra* (Verrill 1882).

Synonyme: *Stylochopsis zebra* Verrill 1882. [VERRILL 116, pag. 371. — GIRARD 47, pag. 193, 194.] — *Stylochus zebra* Verrill 117,

pag. 463—465; tab. XL, fig. 3; tab. XLII, fig. 2, 2 a. — 118, pag. 533. — WHEELER 122, pag. 195, nota 4.]

Fundort: Ostküste der Vereinigten Staaten von Nordamerika (Wood's Holl, Mass., Vineyard Sound bei Menemsha; Long Island Sound bei New Haven), unter Steinen, hauptsächlich aber in Schneckenschalen, die von *Eupagurus pollicaris* bewohnt werden (WHEELER).

Material: Lebende Exemplare (VERRILL).

Gestalt meist breit elliptisch; konsistent, opak, nur an den Rändern durchscheinend. Länge 30—40 mm, Breite 10—12 mm und darüber.

Färbung dorsalseits gelblich-, umbra- oder schokoladebraun, mit zahlreichen gelblichen oder weißlichen Querlinien und -streifen, die in der Körpermitte ziemlich gerade sind, hingegen in der Nähe des Vorder- und Hinterendes nach außen offene Bogen bilden. Zuweilen kommt in der Nähe des Caudalendes ein blasser Medianstreif hinzu. Ventralseite bleich braungelb, die inneren Organe weiß durchscheinend.

Tentakel weit vorn, einander genähert, von gedrungener, stumpfer Form und weißer Farbe. Augen: Tentakelaugen im Innern derselben. Cerebralaugen sehr zahlreich, bilden zwischen den Tentakeln ein Paar von Streifen, die sich caudad verbreitern und miteinander vereinigen, rostrad hingegen auflockern und als Frontalaugen sich gegen den Rand hin unregelmäßig ausbreiten. Marginalaugen sehr zahlreich, in ein- bis zweireihiger Anordnung, bis an das Caudalende reichend.

Mund etwas vor der Körpermitte.

Genitalporen einander sehr genähert, vom Caudalende im Vergleich zu andern *Stylochus*-Arten weiter entfernt. Genitalapparate, soweit VERRILL am unverletzten Tier erkennen konnte, nicht von dem Grundtypus der Gattung abweichend.

15) *St. plessisii* Lang 1884.

[LANG 76, pag. 450—451 (hier auch einige Verweise auf anatomische und histologische Angaben im Allgemeinen Teil der Monographie), textfig. 35 (Tentakel und Augenstellung); tab. I, fig. 3, 4 (Habitus); tab. XI, fig. 4, 5; tab. XII, fig. 10 (Anatomie und Histologie). — CARUS 7, pag. 150.]

Fundort: Westküste von Süditalien (Capri, Ponza-Inseln, Ventotene), auf *Lithophyllum cristatum*.

Material: Lebende und konservierte Exemplare (LANG).

Gestalt (im Leben) gestreckt; Konsistenz mäßig; Länge bis 13 mm, Breite 3—3,5 mm.

Färbung: dorsalseits grauweiß mit kastanienbraunen Flecken im

Mittelfelde; in geringer Entfernung vom Rande verläuft ein geschlossener, weißer Streif, der an den Seiten durch zinnoberrote Flecken unterbrochen wird. Ventralseite grauweiß, mit ebensolchem weißen Randstreif.

Tentakel lang und schlank, im ersten Körpersechstel, an der Basis zinnoberrot, an der Spitze weiß. Augen: Tentakelaugen an der Basis und im Innern der Tentakel. Cerebralaugen spärlich zwischen und hinter den Tentakeln. Marginalaugen zahlreich am Stirnrande, vereinzelt aber auch am Caudalende.

Mund relativ weit caudalwärts verschoben; Pharynx langgestreckt, gleich hinter den Tentakeln beginnend und bis nahe an das hintere Leibesende reichend.

Genitalporen dicht vor dem Caudalende. Genitalapparate nach LANG völlig mit *St. neapolitanus* übereinstimmend. — Ovarien ebenfalls ventral von der Darmastschicht.

16) *Stylochus reticulatus* (Stps.?) Meixner 1907.

Synonyme: ? *Stylochus reticulatus* Stps. 1855. [STIMPSON 108, pag. 381. — DIESING 24, pag. 569.] — ? *Stylochoplana reticulata* Stps. 1858. [STIMPSON 109, pag. 22, 29.] — ? *Planocera* (?) *reticulata* Lang 1884. [LANG 76, pag. 445¹.] — *Stylochus reticulatus* MEIXNER 81a, pag. 165, 166.

Diese Arbeit, Taf. XXV, Fig. 4 (Habitus); Taf. XXVI, Fig. 2 (Tentakel und Augenstellung); Taf. XXVII, Fig. 3 (Genitalapparate, Median-schnitt).

STIMPSONS zitierte Beschreibungen lauten:

1) »Broad, ovate, of a pale brown color, with darker clouds; surface reticulated with strings of black puncta, tentacula situated in a clear space at the anterior fourth of the length of the body, ocelli in four clusters, two on the tentacula at their bases in front, and two oblique ones anterior to and between the tentacula. L. 2''. Lo Choo.« (108, pag. 381.)

2) »Late ovata, supra pallide brunnea, fusco-maculata, filis nigropunctatis reticulata. Tentacula et ocelli in areola clara ad quartam anteriorem corporis sita. Ocelli in acervos quatuor dispositi, quorum duo ad basim anteriorem tentaculorum, et duo inter et ante tentacula

¹ Nicht damit zu verwechseln ist *Planocera reticulata* Dies. 1862. [DIESING 24, pag. 561. — LANG 76, pag. 440.] — *Peasia reticulata* Pease-Gray 1860. [PEASE and GRAY 90, pag. 37, tab. LXX, fig. 1, 2.] — Diese ist gewiß kein *Stylochus*, wofür sie STIMPSON (110, pag. 134) erklärt!

siti. Long. 2, lat. 1,5 poll. Hab. Ad oras insulae »Lo Choo«; sublittoralis in rupium fissuris. « (109, pag. 29).

Diese Beschreibungen machen trotz ihrer Kürze und des Mangels einer Abbildung die spezifische Identität von *St. reticulatus* Stps. mit der mir vorliegenden Form wahrscheinlich. Dies angenommen, muß diese Art nach meinen Befunden unter *Stylochus* rangieren, nicht unter *Planocera*, wie LANG vermutet. Der angebliche Mangel von Randaugen, weswegen STIMPSON die Art an zweiter Stelle in das Genus *Stylochoplana* verweist, fällt nicht ins Gewicht, denn die Randaugen sind bei der vorliegenden Form wegen der dunklen Zeichnung nur am aufgehellten Präparat erkennbar.

Fundorte: Insel Lo Choo im Japanischen Meer (STIMPSON); Golf von Tadjourrah, am »Grand récif« der Insel Musha bei Djibouti, in 20 m Meerestiefe.

Material: Ein nicht völlig geschlechtsreifes Alkoholexemplar, von CH. GRAVIER am 14. März 1904 mit dem Schleppnetz gefangen. — Auch STIMPSON dürfte nur Alkoholmaterial zur Verfügung gehabt haben.

Die Gestalt (Taf. XXV, Fig. 4) ist breit-oval, flach, am Rande in einige radiäre Falten gelegt. Die Länge beträgt nahezu 10 mm, die Breite 7 mm, die Dicke in den Seitenfeldern kaum 1 mm; das Mittelfeld ist breit wulstartig verdickt, 1,2 mm stark.

Die Färbung des konservierten Tieres ist dorsal hellgelb, im Mittelfeld etwas dunkler. Die Zeichnung besteht aus einem äußerst zierlichen, umbrafarbenen Netzwerk, welches am Vorderende viel zartere, kleinere Maschen bildet als in den seitlichen Körperpartien und am Caudalende der Dorsalseite; im Mittelfeld sind die braunen Stränge des Netzes sehr breit und dunkel, die Zwischenräume stellen nur kleine hellere Flecke der Grundfarbe dar. Zwei ovale dunkelbraune Ringe um die Tentakelgruben verleihen dem Tierchen einen grotesken Anblick. — Das Netzwerk erweist sich bei genauerer Betrachtung aus zahlreichen kreisförmigen oder elliptischen, zuweilen — besonders am Vorderende — polygonalen Ringelchen gebildet. Diese wieder lösen sich bei stärkerer Vergrößerung in kleine dunkelbraune Pünktchen — die Chromatophoren — auf. STIMPSON konstatiert dies bereits: »... filis nigro-punctatis reticulata«. — Die Ventralfläche ist einfarbig weißlichgelb.

Das Gehirn liegt etwa 3 mm vom Stirnrand entfernt, etwas davor die beiden Nackententakel (Taf. XXVI, Fig. 2 nt), 1,5 mm voneinander entfernt, leider gänzlich in die wohlentwickelten Tentakelgruben

zurückgezogen, so daß ich die Stellung der Tentakelaugengruppen nicht genauer angeben kann. Augen: Die Cerebralaugen (*cau*) bilden ein Paar von wohl abgegrenzten Längsstreifen, welche sich rostrad in eine unpaare lockere Frontalaugengruppe (*frau*) auflösen. Einige einzelne Augen liegen auch verstreut in den seitlichen Partien des Stirnfeldes. Die kleinen Marginalaugen (*mau*) umsäumen in unregelmäßig drei- bis vierreihiger Anordnung das Vorderende und erstrecken sich caudalwärts nur bis in die Höhe der Tentakel.

Die Mundöffnung liegt etwas hinter der Mitte der Bauchfläche, der Pharynx ist der Körperform entsprechend breit, er reicht von der Gehirngegend bis nahe an den männlichen Geschlechtsapparat heran.

Die Genitalporen liegen dicht hintereinander in der Nähe des caudalen Leibesendes (1,1 mm vor diesem). — Die Genitalapparate (Taf. XXVII, Fig. 3) befinden sich erst in der Anlage. Die großen Samenkanäle und die Vasa deferentia (*vd*) besitzen noch kein Lumen, sondern stellen solide Stränge dar. Auch Samenblase (*sb*) und Ductus ejaculatorius sind noch vollständig von einer Plasmamasse ohne deutliche Zellgrenzen erfüllt, in der kleine runde Kerne dichtgedrängt eingelagert sind. Die Ringmuskelhülle ist bereits vorhanden, aber an der Samenblase noch nicht zu besonderer Dicke entwickelt. Weiter vorgeschritten ist schon die Körnerdrüsenblase (*kdrb*), bei der sich bereits ein Lumen erkennen läßt, obgleich dieses erst unregelmäßige Aussackungen in das Epithel hinein entsendet, ohne daß es schon zur Differenzierung bestimmt gelagerter Tuben gekommen wäre. Das Plasma des Epithels zeigt eine äußerst feine Granulierung, die erste Andeutung der secretorischen Funktion; auch zeigt die noch relativ dünne Muscularis der Blase an vielen Stellen kleine Lücken, durch welche Fortsätze des Epithels in das Parenchym hineinragen, die ersten Anlagen extracapsulärer Körnerdrüsen. — Der Ductus ejaculatorius vereinigt sich mit dem Körnerdrüsen gange (*kdrq*), der bereits ein enges Lumen besitzt, unweit der Spitze des stumpfkönischen Peniszapfens; ein Durchbruch des Lumens nach außen hat aber noch nicht stattgefunden, und nicht einmal das Epithel des Ductus ejaculatorius einerseits und das Außenepithel des Peniszapfens andererseits stehen miteinander im Zusammenhange, sondern werden durch Muskulatur voneinander gesondert. Es scheint also nicht immer, wie LANG¹ es schildert, das Epithel des männlichen Begattungsapparates in continuo aus einem von der Bauchfläche aus einwuchernden Ectodermpfropf hervorzugehen, sondern es kann auch

¹ LANG 76, Entstehung der Begattungsapparate, pag. 315, 316.

augenscheinlich, wie in unserm Falle, eine Lostrennung der in die Tiefe gerückten Partie jenes Zellpfropfes erfolgen, die sich dann selbständig weiterentwickelt, ein Lumen erhält und erst später wieder, sekundär, die trennende Muskelschicht durchbrechend, mit dem Lumen bzw. dem Epithel des Endabschnittes, des Antrum masculinum (*am*), in Verbindung tritt. Auch das letztere zeigt bei dem vorliegenden Tier einen unvollendeten Charakter, insbesondere ist das Epithel, das den Peniszapfen bekleidet, noch auffallend hoch.

Der weibliche Genitalapparat ist in der Entwicklung bereits so weit vorgeschritten, daß sich die drei unpaaren Abschnitte: Antrum femininum (*af*), Schalendrüsengang (*sdrng*) und Eiergang (*eig*) wohl unterscheiden lassen. Die Uteri sind noch nicht vorhanden. Das Epithel des Eierganges bildet einen soliden Zellstrang, im Schalendrüsengang beginnt sich bereits ein centrales Lumen zu entwickeln; die Epithelzellen sind hier bereits deutlich drüsig modifiziert, und vielfach hat schon eine Einsenkung einzelner Epithelzellen in das Mesenchym stattgefunden, aus denen, wie bekannt, die Schalendrüsenzellen und ihre langen Secretstraßen hervorgehen.

Aus dem Gesagten ergibt sich, daß, obgleich unreif, der Genitalapparat unsrer Form einen typischen *Stylochus*-Charakter aufweist, so daß die systematische Stellung der Art sichergestellt erscheint.

Mangelhaft beschriebene Arten.

17) *St. vigilax* Laidlaw 1904.

[LAIDLAW 73, pag. 2, 3, mit textfig. 1.]

Fundort: Thursday-Inseln zwischen Australien und Neuguinea.

Material: Ein konserviertes Exemplar.

Färbung unbekannt. Länge 35 mm, Breite 22 mm.

Augen: Tentakelaugen an der Basis der Nacktentakel. Cerebralaugen in zwei langgestreckten Haufen, die sich nach vorn auflösen und bis an die Randaugen erstrecken. Letztere nur am Vorderrande.

Genitalporen 0,15 mm voneinander und 4 mm vom Caudalende entfernt. — Ovarien dorsal.

Der Hauptgrund, der LAIDLAW zur Aufstellung dieser Species bewog, liegt in seiner Ansicht über den Bau des männlichen Genitalapparates: »A peculiarity of this species is the complete absence of any muscular vesicula seminalis. Where the two vasa deferentia unite, there is a feeble dilatation, but its walls are no more muscular than those of the vasa deferentia themselves.« — Ich war nun in der Lage, LAIDLAW'S Originalpräparate, eine Querschnittserie des Hinter-

endes, untersuchen zu können und habe daraus mit möglicher Genauigkeit — unter Annahme einer Schnittdicke von $7,5 \mu$ — einen schematischen Medianschnitt (Taf. XXVIII, Fig. 7) rekonstruiert. Da das äußerste Hinterende des Tieres stark abwärts gebogen war, so gingen die Querschnitte (Richtung $q-q$) daselbst allmählich in Flächenschnitte über. — In Anbetracht der Dicke des Tieres und der Geräumigkeit des Antrum masculinum (*am*), erscheint der übrige männliche Genitalapparat sehr klein. Der Penis stellt eine minimale Erhebung dar. Der relativ weite Ductus ejaculatorius (*dej*) steigt etwa 60μ von der Mündung dorsalwärts, biegt hier rostrad um und nimmt an dieser Stelle den kurzen Ausführungsgang der Körnerdrüsenblase (*kdrb*) auf. Diese ist bloß 260μ lang und 220μ dick, einschließlich ihrer wohlentwickelten Muskulatur, von der einige Septen nach innen vorspringen, die eine geringe Anzahl großer, kurzer, radiär gestellter Tuben bilden. Das Lumen erscheint um so weiter, als das auskleidende Drüsenepithel relativ niedrig ist. Die Muscularis wird durchbrochen von Secretstraßen extracapsulärer Körnerdrüsen. Der rostralwärts verlaufende Teil des Ductus ejaculatorius erweitert sich etwa 150μ hinter der Umbiegungsstelle zu einer Samenblase (*sb*). Denn wenngleich deren Muskulatur nicht mächtiger ist als die der Vasa deferentia (*vd*), die von den Seiten her in das rostrale Ende der Samenblase einmünden, so stellt diese doch eine ganz ansehnliche, wohl abgesetzte Anschwellung des Anfangsteiles des Ductus ejaculatorius dar. Wir haben es mit einer echten, im Zustande der Expansion¹ befindlichen Samenblase zu tun, die mit einer schwärzlich tingierten Masse, Sperma, erfüllt ist. Leider gestattet die schlechte Konservierung keinen Schluß auf den Erhaltungszustand der Spermien. Aber alle Anzeichen deuten darauf hin, daß wir ein Individuum vor uns haben, dessen männlicher Copulationsapparat bereits in Rückbildung begriffen ist. Der weibliche Genitalapparat ist hingegen wohl entwickelt, von einer der Größe des Tieres entsprechenden Ausdehnung, und zeigt das typische Verhalten. Die beiden Uteri (*ut*) sind noch leer und von einem hohen Epithel ausgekleidet.

Diese Species ist demnach, obwohl generisch sichergestellt, doch als eine zweifelhafte Art zu bezeichnen, über die nur neue Aufsammlungen am Originalfundorte Klarheit bringen können.

18) *St. albus* Hallez 1905.

HALLEZ 59, pag. 124, 125. (Vorläufige Mitteilung.)

Fundort: Baie de Carthage (Antarktis).

¹ Daher die geringe Dicke der Muscularis!

Material: Ein konserviertes Exemplar. — Gestalt oval, Dorsal-
seite glatt, konvex. Länge 4 mm, Breite 2,5 mm.

Färbung weiß, opak.

Tentakel konisch, nicht weit vom vorderen Körperende. Augen:
Tentakelaugen im Innern der Tentakel, je 6—7; Cerebralaugen in zwei
langen Längsstreifen, je 16—17, unregelmäßig angeordnet. Marginal-
augen?: »3 yeux presque marginaux en avant de chaque tentacule«.

Sonstige Angaben fehlen. Hoffentlich bringt die ausführliche
Arbeit die nötigen Details.

2. Gen. *Idioplana* Woodworth 1898.

[WOODWORTH 125, pag. 63, 64. — LAIDLAW 72, pag. 10, 12. —
74, pag. 130.]

Stylochinen von ovaler Gestalt, mit in der Medianlinie ein-
gebuchtetem Stirnrand, in welcher Bucht Randaugen fehlen. Genital-
poren einander genähert, im Anfange des letzten Körperdrittels. Weib-
licher Genitalapparat mit langgestielter, einfacher acces-
sorischer Blase. Körnerdrüsenang und Ductus ejaculatorius ver-
einigen sich erst an der Penisspitze.

I. australiensis Woodworth 1898.

[WOODWORTH 125, pag. 63, 64; tab. fig. 2 (Habitus), fig. 3 (Augen-
stellung), fig. 4 (Genitalapparate, Übersichtsbild), fig. 5 (medialer
Sagittalschnitt durch dieselben).]

Diese Arbeit, Taf. XXVIII, Fig. 2 (Genitalapparate, Medianschnitt),
Fig. 3 (♂ Genitalapparat, Dorsalansicht). Modifizierte Kopien nach
WOODWORTH.

Fundort: Great Barriere Reef bei Australien (Hope Island).

Material: Ein konserviertes Exemplar (WOODWORTH).

Gestalt länglich elliptisch, am Vorderende verbreitert und am
Stirnrande in der Medianlinie tief eingeschnitten. Länge 50 mm, Maxi-
malbreite (im ersten Körperviertel) 22 mm.

Färbung auf schwarzer Unterlage bläulich bis gelblich rahmfarben,
auf weißer Unterlage rötlich. Dorsal-
seite mit Ausnahme des Randes
fein rötlichbraun punktiert. Ventral-
seite weiß.

Tentakel $\frac{1}{6}$ der Körperlänge vom Stirnrand entfernt. Augen:
Tentakelaugen an der Vorderseite der Tentakel; Gehirnhofaugen in
einer lockeren Gruppe über dem Gehirn, etwas hinter den Tentakeln.
Marginalaugen nur im ersten Körperviertel, fehlen an der erwähnten
medianen Einkerbung des Stirnrandes.

Mund, der Lage und Ausdehnung des Pharynx nach¹ zu schließen, etwas vor der Körpermitte, Pharynx langgestreckt, mit zahlreichen Falten.

Genitalporen im Anfange des letzten Körperdrittels gelegen, kaum 1 mm voneinander entfernt. Der Schilderung der Genitalapparate kann ich leider keine eignen Befunde zugrunde legen, da ich von dieser Form kein Material habe. Doch sind WOODWORTHS Darstellungen und Abbildungen ausreichend. Ich gebe im folgenden auf Grund derselben, besonders der letzteren, eine kritische Schilderung der Genitalapparate und füge zum leichteren Vergleiche mit denen der andern Stylochinen eine meinen übrigen Figuren entsprechend orientierte und modifizierte Kopie seiner² Rekonstruktion auf Taf. XXVIII, Fig. 2, sowie eine Reproduktion seines »diagram«³ mit Weglassung des weiblichen Apparates, der die Übersichtlichkeit beeinträchtigt, auf Taf. XXVIII, Fig. 3 hinzu.

Der Penis ragt als ein ziemlich langer, konischer Zapfen in das Antrum masculinum (*am*) vor. Er wird durchbohrt von zwei Gängen: ziemlich axial vom Körnerdrüsengang (*kdrg*) und nahe seiner ventralen Wand vom Ductus ejaculatorius (*dej*). Beide Gänge vereinigen sich erst dicht vor der Mündung an der Spitze des Penis. — In einem Punkte kann ich mich WOODWORTHS Auffassung nicht anschließen: »The ciliated ductus ejaculatorius extends along the ventral wall of the penis, at the posterior end⁴ of which it divides into two vesiculae seminales, convoluted tubes with muscular walls (not well shown in the diagram, Fig. 4).« Kombiniert man nämlich diese Flächenansicht mit dem Medianschnitt, so erhält man das Bild einer »dreilappigen« Samenblase wie bei *Stylochus nebulosus* u. a., über deren Deutung ich bereits (S. 409) das Nötige gesagt habe. Auch hier gehen in die Bildung der Samenblase (*sb*) sowohl der verdickte Anfangsteil des Ductus ejaculatorius als auch die muskulösen Endabschnitte der Vasa deferentia (*vd*) ein. Diese letzteren haben bei dieser Form bald nach ihrer Wendung rostralwärts als Anhang einen kleinen, ungleich dünneren, caudad gerichteten Schenkel (*vd'*)⁵. — Die Körnerdrüsenblase (*kdrb*) besitzt eine äußerst mächtige Muskulatur, die auf das innigste mit der des Peniszapfens zusammenhängt und den Bulbus penis darstellt. Das Lumen

¹ WOODWORTH 125, tab. fig. 2.

² Ibid., tab. fig. 5.

³ Ibid., tab. fig. 4.

⁴ Gemeint ist das rostrale Ende.

⁵ Wahrscheinlich bloß ein stärkerer Ausmündungsgang des Eileiternetzes!

der Blase ist, der Fig. 5 WOODWORTHS nach zu urteilen, durch vom Grunde entspringende Septen in wenige (zwei oder drei) Kammern geteilt, ähnlich wie LAIDLAW dies für die folgende Gattung angibt. Ob extracapsuläre Körnerdrüsen vorhanden sind oder fehlen, wird nicht gesagt.

Die weibliche Geschlechtsöffnung führt in ein Antrum femininum (*af*), dessen Lumen etwas weiter ist, als das des folgenden Abschnittes des weiblichen Genitalkanals, der alsbald rostrad (»backward«) umbiegt, über die Körnerdrüsenblase hinwegzieht und hier die beiden Uteri (*ut*) aufnimmt. Der nun folgende Abschnitt ist als Ausführungsgang (»Stiel«) der accessorischen Blase (*accbg*) zu bezeichnen. Er ist sehr eng, durchweg von Flimmerepithel ausgekleidet und verläuft zunächst rostrad und ventralwärts bis nahe an die Bauchfläche, biegt dann aber scharf dorsalwärts und zieht in caudaler Richtung dicht unter dem dorsalen Hautmuskelschlauch bis in die Höhe der weiblichen Geschlechtsöffnung, um sich hier zu einer kleinen accessorischen Blase (*accb*) zu erweitern. Der Funktion nach homologisiert WOODWORTH dieselbe mit dem »Uterus« der Tricladen. Obgleich das ihm vorliegende Exemplar noch nicht völlig geschlechtsreif war, fand sich doch ein Paket von Sperma in der accessorischen Blase, in die später noch Eier gelangen und hier befruchtet werden sollen. — Letzteres ist allerdings sehr zu bezweifeln!

3. Gen. *Woodworthia* Laidlaw 1904.

[LAIDLAW 72, pag. 10, 12 des Separatabdruckes. — 74, pag. 128.]

Stylochinen von elliptischer Gestalt und uneingeschnittenem Stirnrande. Marginalaugen am ganzen Körperrande. Genitalporen einander und dem Hinterende sehr genähert. Weiblicher Genitalkanal mit langgestielter doppelter (paariger) accessorischer Blase. Körnerdrüsenangang und Ductus ejaculatorius vereinigen sich an der Basis des Peniszapfens.

W. insignis Laidlaw 1904.

[LAIDLAW 74, pag. 128—130, tab. fig. 1 (accessorische Blase, Querschnitt), fig. 9 (Genitalapparate, Schema).]

Diese Arbeit, Taf. XXVIII, Fig. 1 (Genitalapparate, Medianschnitt).

Fundort: Ceylon (Meerbusen von Manaar).

Material: Ein Alkohol-exemplar (LAIDLAW).

Gestalt breit-elliptisch. Länge 25 mm, Maximalbreite 22 mm.

Färbung (des konservierten Tieres) weißlich-braun, im Leben

wahrscheinlich weiß. Dorsalseite mit unregelmäßig zerstreuten kleinen schwarzen Punkten.

Tentakel 5 mm voneinander entfernt. Augen: Tentakelaugen in je einem dichten Haufen an der Basis jedes Tentakels. Cerebralaugen in geringer Zahl und verstreut. Marginalaugen am ganzen Körperrande, klein und unregelmäßig verteilt, am Stirnrande in zwei bis drei Reihen.

Mund subcentral; Pharynx gefaltet; Darmäste zahlreich und vielfach anastomosierend.

Genitalporen: der männliche 4 mm vom Caudalende entfernt, der weibliche 0,5 mm hinter dem männlichen. — Von den Genitalapparaten gibt LAIDLAW¹ eine sehr schematisierte Abbildung. Ich habe auf Grund seiner Originalquerschnittserie einen idealen Median-schnitt (Taf. XXVIII, Fig. 1) mit möglicher Genauigkeit rekonstruiert; obgleich ich als Schnittdicke 10 μ annahm, ergab die Rekonstruktion doch ein ungleich gedrungeneres Bild der Genitalapparate, als LAIDLAWs Figur darstellt. Der Erhaltungszustand des Objektes läßt leider keine sicheren histologischen Angaben zu. — Das Antrum masculinum (*am*), nach LAIDLAW von einem Drüsenepithel ausgekleidet, ist ziemlich geräumig und nimmt den stumpfkönischen Peniszapfen auf, der axial von einem Kanal durchbohrt wird, welcher aus der Vereinigung des Ductus ejaculatorius (*dej*) und des Körnerdrüsenanges (*kdrjg*) hervorgegangen ist. Letzterer bildet, steil aufsteigend, so ziemlich die gerade Fortsetzung des Penislumens, ersterer biegt scharf rostralwärts² und krümmt sich gegen die Ventralseite, um hier bei zunehmender Dicke seines Muskelbelages in die Samenblase (*sb*) überzugehen. Die beiden, in ihren Endteilen etwas muskulösen Vasa deferentia (*vd*) münden nach wiederholt auf- und absteigendem Verlaufe getrennt in die Dorsalwand der Samenblase. Das Innere der relativ kleinen, birnförmigen, muskulösen Körnerdrüsenblase (*kdrb*) ist in drei Längstuben geteilt (vgl. LAIDLAWs Querschnitt, l. c. fig. 1), zwei dorsale und eine ventrale. Extracapsuläre Körnerdrüsen werden weder von LAIDLAW erwähnt, noch scheinen mir solche vorhanden zu sein. Die schlechte Konservierung und die ungünstige Tinktion (GRENACHERS Alaunkarmin) lassen keine völlig sichere Entscheidung zu.

Das Antrum femininum (*af*) ist durchaus nicht besonders erweitert, wie LAIDLAW es darstellt, hingegen sehr langgestreckt; es steigt steil dorsalwärts und verläuft unter einigen Krümmungen rostrad; gerade

¹ LAIDLAW 74, tab. fig. 9.

² LAIDLAW sagt »backward«.

oberhalb der Körnerdrüsenblase liegt der dorsalste Punkt seines Verlaufes. Von da ab tritt eine Erweiterung des Lumens ein und beginnt der Schalendrüsengang (*sdrjg*). Schon etwas vorher hatte sich die Muskulatur verstärkt. Der Schalendrüsengang zieht nun rostral vom männlichen Copulationsapparat wieder ventralwärts und verläuft hier eine kurze Strecke unter kleineren Windungen horizontal; dann aber erfolgt eine scharfe Dorsalwärtskrümmung und der Übergang in den engeren Eiergang (*eig*). Dieser biegt unter der Rückenmuskulatur wieder ventralwärts und empfängt alsbald hierauf den Ausführungsgang der accessorischen Blase (*accbg*). Der Eiergang selbst aber setzt sich ventralwärts fort, biegt dann caudalwärts und empfängt die Mündungen der beiden Uteri (*ut*). LAIDLAW bezeichnet diesen Abschnitt des Eierganges als »common duct« der beiden Uteri, hingegen den Ausführungsgang der accessorischen Blase als Fortsetzung der »Vagina«. — Dieser letztere verläuft immer unter der dorsalen Körpermuskulatur hin, zum Teil dicht neben dem Schalendrüsengang und dem Antrum femininum, und endet in der Höhe zwischen der männlichen und der weiblichen Geschlechtsöffnung in einem halbmondförmigen Quergange (*qg*), der im Querschnitt (*qgg*), mehr hoch als breit, ein cilientragendes Cylinder-epithel aufweist. Dieser kurze Quergang schwillt an seinen lateralen Enden zu je einer unregelmäßig sackförmigen Blase (*accb*) an. Epithel und Muskulatur derselben sind stark ausgedehnt und daher sehr dünn. Leider konnte ich über die Natur des Inhaltes dieser Blasen mir kein sicheres Urteil bilden. LAIDLAW bezeichnet ihn als ein spongiöses Secret, in welchem zahlreiche spindelförmige Körper liegen (»spermatophores?«), einige derselben umgeben von gallertartigen Massen.

Über die wahre physiologische Bedeutung dieser accessorischen Blasen des weiblichen Genitalapparates mancher Polycladen herrscht noch ebenso wie über den »Uterus« der Tricladen, mit welchem erstere homologisiert werden (WOODWORTH), große Meinungsverschiedenheit. Mir scheint die Auffassung dieser Gebilde lediglich als Receptacula seminis als die plausibelste.

Die geographische Verbreitung der Stylochinen.

Wie die beigegebene Tabelle (S. 446) zeigt, sind die Stylochinen fast über die ganze Erde verbreitet. Sogar im südlichen Polarmeer ist in jüngster Zeit eine *Stylochus*-Art (*St. albus* Hallez) aufgefunden worden. Wahrscheinlich werden auch die arktischen Meere Vertreter unsrer Subfamilie beherbergen. Die am weitesten nach Norden vordringende Art, welche wir bisher kennen, *St. littoralis*, soll auch auf

der Neufundland-Bank gefangen worden sein, die ja bekanntlich den am weitesten nach Süden vorgeschobenen Teil der arktischen Seeregion bildet; VERRILL bezweifelt allerdings diese Fundortsangabe. Übrigens liegt der nördlichste sichere Fundort der genannten Art (Küste von Massachusetts) nur wenige Breitgrade südlicher als Neufundland.

Die Stylochinen sind im ausgebildeten Zustande Littoraltiere, die wohl zeitlebens ihren Wohnort nicht aktiv verlassen und auch nicht geeignet erscheinen, passiv durch Meeresströmungen verbreitet zu werden, da sie (nach LANG) nicht frei schwimmen können. Nur die Verschleppung einzelner Exemplare durch Treibholz oder Schiffe scheint vorzukommen. So dürften wahrscheinlich die beiden im Hafen von Valparaiso an den Planken der italienischen Korvette »Vettor Pisani« festgeheftet aufgefundenen Exemplare von *St. pilidium*¹ von diesem Schiffe aus dem Mittelmeere mitgenommen worden sein. — *St. frontalis*, der in einem Exemplar im Hafen von Provincetown (Mass.) am Rumpfe eines von der Küste Carolinas zurückgekehrten Walfischfahrers gefangen wurde, ist daher hinsichtlich seiner eigentlichen Heimat etwas zweifelhaft (VERRILL vermutet Carolina). — Hingegen wäre eine Verbreitung der pelagisch lebenden Larven mancher Arten denkbar, ist allerdings bisher noch nicht konstatiert worden. Bei Arten dagegen, die sich (wie *St. neapolitanus* nach LANG) direkt entwickeln, ist eine Ausbreitung der Species nur durch allmähliches Weiterwandern längs der Küste, also nur in sehr beschränktem Maße, möglich. So kommt es, daß nach unsern heutigen Kenntnissen jede Küstenpartie ihre besonderen Stylochinen-Formen zu haben scheint. Aus diesem Grund ist es mir neuerlich zweifelhaft geworden, ob ich recht daran getan habe, den unzureichend beschriebenen *St. reticulatus* Stps. aus dem Japanischen Meere mit der von mir beschriebenen Form von der Somaliküste zu identifizieren. — Ob die von LAIDLAW als *St. neapolitanus*? beschriebene Polyclade von den Cap Verden bloß eine Lokalform von *St. neapolitanus* des Golfes von Neapel darstellt oder eine eigne Species repräsentiert, muß ebenfalls dahingestellt bleiben. — *St. zanzibaricus* stimmt, soweit aus LAIDLAWs Beschreibung und meiner Untersuchung hervorgeht, sehr mit *St. neapolitanus* überein, doch steht einer Vereinigung dieser beiden Arten die große räumliche Trennung ihrer Fundorte, die ja verschiedenen Meeresbecken (Mittelmeer einerseits, Indischer Ozean andererseits) angehören, entgegen. Eine Besiedelung der ostafrikanischen Küste durch *St. neapolitanus* seit

¹ PLEHN 91, pag. 171.

dem Durchstiche des Suezkanals (1869) erscheint mir in Anbetracht der oben ausgeführten Verbreitungsschwierigkeiten der sich direkt entwickelnden Arten sehr unwahrscheinlich; vielmehr kann *St. zanzibaricus* als eine für *St. neapolitanus* vicariierende Species angesehen werden.

Dem Atlantischen Ozean (mit Einschluß des Mittelmeeres) gehören acht der bekannten Arten an: drei wurden an der europäischen (Mediterran-) Küste, eine an der afrikanischen und fünf an der amerikanischen Küste gefunden (von *St. pilidium* aus Valparaiso sehe ich ab). Dem Indischen Ozean eigentümlich sind sieben Arten, von denen fünf der Küste Afrikas, zwei der Ceylons angehören. Der Pacifische Ozean lieferte bisher vier sichere Species, sämtliche aus den australisch-polyneesischen Gewässern stammend. Aus dem südlichen Polarmeere stammt eine Art.

Bei einer Vergleichung der relativen Größe der Stylochinen-Arten ergibt sich die Tatsache, daß die kalten Meeresteile die kleinsten Formen beherbergen (der antarktische *St. albus* ist bloß 4 mm lang!), während die tropischen Meere fast ausschließlich Arten von sehr erheblicher Größe (60 mm und darüber) aufweisen.

3. Subfam. Stylochoplaninae.

In diese Gruppe stelle ich die Genera mit Nacktententakeln, welche im Bau der Copulationsapparate den Leptoplaniden nahe stehen und von LAIDLAW daher dieser Familie beigezählt werden; es sind dies: *Stylochoplana* (Stps.), *Heterostylochus* Verrill, *Notoplana* Laidlaw, *Plagiotata* Plehn, *Alloiplana* Plehn, *Hoploplana* Laidlaw (= *Planocera*, Gruppe B Lang) und *Planctoplana* Graff.

In dem mir vorliegenden Materiale war nur *Notoplana* vertreten.

Gen. *Notoplana* (Laidlaw) char. emend.

[LAIDLAW 70. — JACUBOWA 63. — MEIXNER 81a.]

Planoceriden von oblong-ovalem, plattem Körper, mit konischen, retractilen Nacktententakeln; Augen an der Basis, zuweilen auch im Innern derselben und im Gehirnhof, in zwei langgestreckten Haufen zwischen den Tentakeln; am Körperrande keine. Mund ungefähr central. Männlicher Genitalporus dicht hinter der Pharyngealtasche, weiblicher in beträchtlicher Entfernung vom männlichen; zwischen beiden zuweilen ein Genitalsaugnapf. Männlicher Copulationsapparat mit langgestrecktem Antrum masculinum, Penis-scheide, Stilet und vom Ductus ejaculatorius durchzogener,

gekammerter Körnerdrüsenblase. Weiblicher Genitalapparat mit accessorischer Blase oder ohne solche.

N. cotylifera Meixner 1907.

[MEIXNER 81a, pag. 166, 167.]

Diese Arbeit, Taf. XXV, Fig. 8 (Habitus: *a* Dorsal-, *b* Ventralansicht), Taf. XXVI, Fig. 3 (Augenstellung), Taf. XXVIII, Fig. 8 (Genitalapparate, Medianschnitt).

Fundort: Golf von Tadjourrah (Hafen von Obock), in 12—20 m Meerestiefe.

Material: Drei Alkoholexemplare, von CH. GRAVIER am 4. März 1904 gefangen.

Die Gestalt ist längs-oval und sehr flach; die drei Tiere sind von ziemlich gleicher Größe, etwa 15 mm lang und 7 mm breit.

Die Färbung war im Leben »gris jaunâtre«, im konservierten Zustand ist sie einfarbig blaßgelb, auf der Ventralseite etwas bleicher als auf der Dorsalseite (Taf. XXV, Fig. 8*a* und *b*).

Die Tentakel (Taf. XXVI, Fig. 3) sind etwa 3 mm vom Vorderende entfernt, einander genähert, spitz konisch, in deutliche Gruben zurückziehbar. Augen: Die Tentakelaugen liegen an der Basis der Tentakel, die Cerebralaugen bilden zwei Längsstreifen, welche zwischen den Tentakeln liegen und sich rostrad wie caudad über diese hinaus erstrecken. Randaugen fehlen.

Die Mundöffnung liegt ungefähr in der Körpermitte, 7,6 mm vom Stirnrand entfernt. Der Pharynx ist krausenförmig, von relativ geringer Größe, 3 mm lang und 1,5 mm breit. Der Darmmund liegt etwas vor seiner Mitte, während die äußere Mundöffnung sich etwa 1 mm weiter caudalwärts befindet.

Die Genitalporen sind weit voneinander entfernt; der männliche liegt fast 2 mm hinter dem Munde, der weibliche 1,8 mm hinter dem männlichen. Etwas hinter der Mitte des Abstandes zwischen beiden Geschlechtsöffnungen befindet sich ein mächtig entwickelter, äußerst muskulöser Genitalsaugnapf (Taf. XXVIII, Fig. 8, *gsn*); er ist bei beiden Exemplaren, die ich auf Sagittalschnitten untersuchte, gänzlich zurückgezogen, und die radiär von seinem Boden ausstrahlenden Retractormuskeln (*gsnretr*) erscheinen daher sehr verkürzt und dement-sprechend verdickt.

Der männliche Genitalapparat zeigt in vieler Hinsicht Ähn-

lichkeit mit dem von *Leptoplana vitrea* Lang¹. Die männliche Genitalöffnung führt in ein geräumiges, muskulöses Antrum masculinum externum (*ame*); in dieses ragt ein mächtiger konischer, axial durchbohrter Zapfen, der indes nicht den Penis, sondern die Penisscheide (*ps*) repräsentiert. In dem Centralkanal, den diese äußerst muskulöse Ringfalte umschließt, liegt ein langes, cylindrisches Stilet (*st*), das von einem flachen Epithel ausgekleidet wird. Zwischen der dicken, harten Außenschicht des Stilettes und der von flachem Epithel bedeckten Innenwand der Penisscheide findet sich ein minimaler Hohlraum, der als Antrum masculinum internum (*ami*) aufzufassen ist. Das Stilet, das hier einzig und allein den Penis repräsentiert, ist am Grunde dieser enganliegenden Röhre festgewachsen. Das Lumen des Stilettes setzt sich proximalwärts in den etwas engeren Ductus ejaculatorius (*dej*) fort, der zunächst eine Schleife bildet, dann aber, rostrad ziehend, sich unter zunehmender Stärke der Muskulatur zu einer ansehnlichen Körnerdrüsenblase (*kdrb*) erweitert. In der Umgebung der erwähnten Schleife findet sich äußerst lockeres, im Leben jedenfalls sehr nachgiebiges Bindegewebe (*bgw*), das durch ein Muskelreticulum (*mret*) von dem übrigen festeren Mesenchym gesondert wird. Durch diese Einrichtung wird jedenfalls beim Vorstoßen des Stilettes die Geradestreckung des Schleifenteiles des Ductus ejaculatorius wesentlich erleichtert. Von dem erwähnten Muskelreticulum verlaufen Retractor-muskeln (*retr'*) in die Penisscheide. Die Funktion des ganzen Apparates denke ich mir folgendermaßen: Durch Kontraktion der Körpermuskulatur wird auf das Mesenchym ein Druck ausgeübt, der sich auch in die Penisscheide hinein fortpflanzt und diese samt dem mit ihr an der Basis fest verbundenen Stilet nach außen vorstößt, wobei der Schleifenteil des Ductus ejaculatorius geradegestreckt und der distale Abschnitt des Antrum masculinum umgestülpt wird. — Protractoren des Stilettes habe ich nicht gefunden; ich nehme an, daß dasselbe durch Verkürzung der Penisscheide infolge Kontraktion ihrer Retractoren (in seinem Endabschnitte wenigstens) entblößt und in den Körper eines andern Individuums eingestochen werden kann. — Die Körnerdrüsenblase (*kdrb*) sowie die dicht davor gelegene Samenblase (*sb*) zeigen eine auffallend mächtige Muskulatur; an der Bildung der Samenblase beteiligen sich auch die muskulösen Endabschnitte der Vasa deferentia (*vd*); ihre Mündungen liegen ventrolateral. Die Lumina der beiden Blasen sind im Verhältnis sehr klein, augenscheinlich befinden sie sich in stark kon-

¹ LANG 76, tab. 30, fig. 4.

trahiertem Zustande. Der kurze Verbindungsgang, welcher von der Samenblase zur Körnerdrüsenblase führt, setzt sich in das Lumen der letzteren hinein als eine schornsteinförmige Vorrangung fort; an der Innenfläche derselben ist das Epithel flach und gleicht dem der Samenblase; an ihrer Außenfläche hingegen findet sich hohes Drüsenepithel, das durch radiale Falten mit dem der Wand der Körnerdrüsenblase in Verbindung tritt, so daß Tuben entstehen, die ähnlich wie bei *Leptoplana vitrea* und *alcinoi*¹ radiär um den Ductus ejaculatorius herum angeordnet sind. Die Anzahl derselben konnte ich auf den Sagittalschnitten nicht genau feststellen, jedenfalls ist sie geringer als bei den beiden genannten Arten.

Der weibliche Genitalporus liegt an der Spitze einer nach vorn geneigten zapfenförmigen Vortreibung der Ventralseite, welche ich bei beiden von mir auf Sagittalschnitten untersuchten Individuen in gleicher Ausbildung vorgefunden habe, gleichwohl aber nicht für ein konstantes, spezifisches Merkmal, sondern für eine wahrscheinlich accidentelle Bildung halten möchte. Bei der Eiablage dient bekanntlich das vorgestülpte Antrum femininum als Ovipositor, und es ist ja eine weitverbreitete, bekannte Erscheinung, daß Fixierungsmittel, wie Alkohol usw., einen Reiz auf das Sexualsystem der Tiere ausüben und häufig ein Vorstrecken der Genitalien bewirken. — Im übrigen zeigt der weibliche Genitalapparat keine Besonderheiten. Der Schalendrüsengang (*sdrng*) liegt noch im Innern des vorgestülpten Zapfens. Der Eiergang (*eig*) steigt steil dorsalwärts, er ist mit zahlreichen Längsfalten ausgestattet und einer bedeutenden Erweiterung fähig. Nahe der Dorsalmuskulatur biegt er caudalwärts, wendet sich hierauf ventralwärts und biegt schließlich wieder — mit bedeutend verringertem Lumen — rostrad und dorsalwärts um, um alsbald die beiden Uteri (*ut*) aufzunehmen; sie waren noch leer. Zu erwähnen bleibt noch eine kleine rostralwärts gerichtete Aussackung des Eierganges ungefähr in der Mitte seiner Längsausdehnung. Ihre Auskleidung wird von den gleichen, mäßig hohen Epithelzellen gebildet, wie die des Eierganges. Diese Aussackung kann vielleicht als Rudiment einer accessorischen Blase (*accb?*) bezeichnet werden. Die Befruchtung der Eier erfolgt hier wahrscheinlich schon in den Ovarien, da wir, wie bei andern stiletbesitzenden Polycladen die Übertragung des Spermas durch »Hypodermic impregnation« voraussetzen dürfen. Eine accessorische Blase (Receptaculum seminis) ist dann überflüssig; wir vermissen eine solche auch tatsächlich bei allen

¹ LANG 76, tab. XIV, fig. 2.

stiletbewaffneten Gattungen der Stylochoplaninen: *Notoplana*, *Plagiotata*, *Alloioplana* und *Hoploplana*; nur für *Notoplana willeyi* führt JACUBOWA¹ eine kleine accessorische Blase an.

Ovarien und Hoden haben die typische Situation, erstere dorsal, letztere ventral von der Darmstabschicht.

Wenngleich die Copulationsapparate der hiermit beschriebenen Art, mit denen von *Notoplana evansii* Laidlaw und *willeyi* Jacobowa verglichen, anscheinend große Differenzen zeigen, so glaube ich doch, die afrikanische Art in das Genus *Notoplana* einreihen zu können. Die zur Bauchfläche senkrechte Lage des Antrum masculinum (»Penisscheide« JACUBOWAS), welche die genannten Autoren bei ihren Arten vorfanden, dürfte doch größtenteils auf Kontraktionserscheinungen zurückzuführen sein, wie mir insonderheit aus JACUBOWAS fig. 8 (tab. VIII, l. c.) hervorzugehen scheint. Was ich als Penisscheide im Sinne LANGS² bezeichne, haben LAIDLAW und JACUBOWA als muskulösen Penis aufgefaßt, während nach meinen Befunden der Penis lediglich durch das Stilet repräsentiert wird. LAIDLAWs Querschnittsabbildung (tab. XXIII, fig. 2, l. c.) ist nur dann verständlich und mit seinem Schema der Genitalapparate (textfig. 51, l. c.) in Einklang zu bringen, wenn man sie umgekehrt orientiert, so daß der Ductus ejaculatorius dorsal von der Körnerdrüsenblase zu liegen kommt! — Die etwas abweichende Gestalt des weiblichen Genitalkanals von *N. cotylifera* ist durch die infolge der Vorstülpung des Antrum femininum hervorgerufenen Lageverschiebungen hinlänglich erklärt. — Das Vorhandensein eines Genitalsaugnapfes möchte ich nicht als generisches Merkmal betrachten; finden sich doch im Genus *Leptoplana* auch Arten mit und ohne Genitalsaugnapf vereinigt, die in ihrer übrigen Organisation einander recht nahe stehen.

Fam. Leptoplanidae Lang.

»Ohne Tentakel. Mund ungefähr in der Mitte. Männlicher Begattungsapparat nach hinten gerichtet«³.

Gen. *Leptoplana* (Ehrbg.) Lang.

Körper gestreckt. Getrennte Geschlechtsöffnungen in einiger Entfernung vom hinteren Körperende. Augen in zwei, bisweilen undeutlichen Tentakelhöfen und im Gehirnhof. Am Körperende keine.

¹ JACUBOWA 63, pag. 134; tab. VIII, fig. 8; tab. XI, fig. 9.

² Man vergleiche LANG 76, tab. XXX, fig. 4. ³ LANG 76, pag. 429.

Literatur, soweit in LANG 76 nicht schon berücksichtigt: ULJANIN 113, HUTTON 62, STOSSICH 111, FRANCOTTE 27, CHEESEMAN 8, KOEHLER 67, N. WAGNER 121, CARUS 7, MARENZELLER 81, VON GRAFF 53, LO BIANCO 79, HOYLE 61, DALLA TORRE 19, L. VAILLANT 114, BERGENDAL 4, VON GRAFF 54, ANDREWS 1, APSTEIN 2, GAMBLE 31, VERRILL 117*, GAMBLE 32, GIRARD 47*, FRANCOTTE 28, GIARD 40, HALLEZ 58*, GAMBLE 33, VERRILL 118, GARSTANG 38, GAMBLE 35, PLEHN 91*, 92*, 93*, HESSE 60, PRUVOT 97, FRANCOTTE 29, PLEHN 94*, JAMESON 64, SABUSSOW 99, FRANCOTTE 30, GARDINER 37, E. WILSON 124, PLEHN 96*, BUSQUET 6, LO BIANCO 80, MONTI 84, SABUSSOW 100, VERRILL 119*, GAMBLE 36, SEKERA 106, GÉRARD 39, E. A. SCHULTZ 103, VERRILL 120*, E. A. SCHULTZ 104, LAIDLAW 68*, 69, 69a*, 70*, 72*, 73*, CHILD 9, LAIDLAW 74*, CHILD 10, 11, 12, MORGAN 85, CHILD 13; JACUBOWA 63*, LAIDLAW 75*, MEIXNER 81a*.

L. concolor Meixner 1907.

[MEIXNER 81a, pag. 167.]

Diese Arbeit, Taf. XXV, Fig. 11 (Habitus), Taf. XXVI, Fig. 6 (Augenverteilung), Taf. XXVIII, Fig. 4 (Genitalapparate, Median-schnitt).

Fundort: Golf von Tadjourah (»Iles Musha«), auf Madreporen-riffen.

Material: Drei Alkoholexemplare, von CH. GRAVIER am 27. Januar 1904 gesammelt. Sie sind sämtlich sehr stark gefaltet und an den Rändern eingerollt. Nach einem Exemplare, von dem sich wenigstens das Vorderende flach ausbreiten ließ, habe ich das Habitusbild (Taf. XXV, Fig. 11) angefertigt.

In der Gestalt scheint diese Art der *L. tremellaris* am ähnlichsten zu sein, vorn breit gerundet, hinten allmählich verschmälert und in eine stumpfe Spitze auslaufend (bei dem abgebildeten Individuum war diese ventralwärts eingeschlagen). — Die Größe der drei Exemplare ist ziemlich gleich; bei Ausstreckung der Falten würde die Länge ungefähr 16 mm, die Breite 9 mm betragen; die Dicke ist sehr gering.

Die Färbung war im Leben »blanche«, im Alkohol ist sie mehr bräunlichweiß geworden, besonders auf der Rückenseite. Irgendwelche Zeichnungen sind nicht vorhanden, ich habe daher den Namen »concolor« gewählt.

Augen: Etwa 3 mm vom Stirnrand entfernt bemerken wir bereits am Alkoholpräparat ein Paar dunkler Fleckchen, welche bei Aufhellung des Tieres sich als Tentakelaugengruppen (Taf. XXVI, Fig. 6, *tau*)

erkennen lassen. Die Augen derselben sind groß, teils mehr oberflächlich, teils etwas tiefer im Innern gelegen; etwas vor den im großen und ganzen ovalen Augengruppen liegt ein Paar von Cerebralaugenhaufen (*cau*); diese Augen sind kleiner, auch untereinander von ungleichem Durchmesser. Auch hinter den Tentakelaugengruppen liegen noch einige Augen mittlerer Größe. — Ein medianer, völlig augenloser Streifen trennt die Augengruppen der rechten und der linken Seite. — Frontal- und Randaugen fehlen.

Schon die bisher aufgeführten Merkmale genügten, die vorliegende Art als eine *Leptoplana* zu erkennen. Doch habe ich auch von zwei der vorhandenen Exemplare Sagittalschnittserien angefertigt, um über die Lage der Körperöffnungen, die ich auch an aufgehellten Exemplaren nicht zu erkennen vermochte, und über den Bau der Copulationsapparate Aufschlüsse zu erhalten.

Genauere Maße über die Lage der Mundöffnung kann ich nicht geben, wegen der sehr unregelmäßigen Faltung des Hinterendes. Jedenfalls liegt der Mund ein Stück vor der Körpermitte. Der Pharynx ist relativ kurz, das mittlere Körperdrittel nicht vollständig einnehmend.

Dicht hinter dem Pharynx, noch vor Beginn des letzten Körperdrittels, liegen die beiden Genitalporen, der männliche etwa 1 mm vor dem weiblichen (Taf. XXVIII, Fig. 4). Von den beiden in Schnittserien zerlegten Exemplaren erwies sich das eine gänzlich unreif. Nur die beiden Antra sind zu erkennen, umgeben von Haufen winziger Bildungszellen. Günstiger für die Untersuchung war das zweite Exemplar; wenngleich ebenfalls nicht in voller Reife und noch nicht in geschlechtlicher Tätigkeit, sind doch die Hoden bereits vorhanden, und zwar ventral von der Darmstschicht gelegen; die Ovarien sind noch nicht zu erkennen. Trotzdem ist sowohl der männliche als auch der weibliche Copulationsapparat bereits wohlentwickelt und unterscheidet sich *L. concolor* durch die Gestalt derselben von allen bisher bekannten Gattungsgenossen. — Dem Baue des männlichen Apparates nach gehört sie in die Abteilung *B, γ* LAIDLAW¹, mit unbewaffnetem Penis und ohne Körnerdrüsenblase, unterscheidet sich aber von den Arten dieser Gruppe (*L. pacificola* Plehn und *L. malayana* Laidlaw) durch die exquisite Länge sowohl des männlichen als auch des weiblichen Antrums, durch das Vorhandensein einer mächtig entwickelten Ringfalte im Antrum masculinum (Penisscheide im Sinne VON GRAFFS), endlich durch eine

¹ LAIDLAW 70, pag. 308.

auffallende, discusförmige Anschwellung des weiblichen Genitalkanals, die ich als Schalendrüsengang in Anspruch nehme.

Männlicher Genitalapparat: Die relativ enge männliche Geschlechtsöffnung führt in ein zur Bauchfläche des Tieres senkrecht stehendes, sich nach innen allmählich erweiterndes Rohr, das äußere Antrum masculinum (*ame*). In dieses ragt nun an seinem Grunde ein stumpf konischer, von einem Kanal durchzogener Zapfen hinein, den man beim ersten Anblick leicht für den Penis ansehen möchte; verfolgt man indes den erwähnten Kanal weiter ins Innere, so sieht man ihn sich alsbald zu einer geräumigen Höhle ausdehnen, in welcher der eigentliche Peniszapfen liegt. Wir werden somit den ersterwähnten konischen, durchbohrten Zapfen als eine wohlentwickelte Penisscheide (*ps*) zu bezeichnen haben und die Höhle, in welcher der Penis liegt, als das innere Antrum masculinum (*ami*) betrachten. Der Penis hat die Gestalt eines am distalen Ende halbkugelig abgerundeten Cylinders; seine Achse steht senkrecht zur Bauchfläche und wird von einem sehr engen Kanal, dem Ductus ejaculatorius (*dej*) durchzogen, welcher am Grunde des Penis eine Spiralwindung beschreibt und sich hierauf rostrad und ventralwärts wendet, dabei allmählich etwas an Weite zunimmt und sich schließlich in zwei Vasa deferentia (*vd*) spaltet, die zu beiden Seiten des Pharynx in rostraler Richtung verlaufen. Durch die exquisite Höhe des ganzen Apparates wird die darüberliegende Rückenfläche buckelförmig vorgewölbt.

Das äußere Körperepithel der Ventralseite besteht aus langgestreckten, bewimperten Zellen, in denen spindelförmige, lebhaft glänzende eosinophile Körperchen, Rhabditen, in reicher Menge sich vorfinden. In dieser Form, nur etwas niedriger, erscheint das Epithel auch im äußeren Antrum masculinum; indes vermischen wir schon auf der Außenfläche der Penisscheide gänzlich die Rhabditen. Von hier an flacht sich das Epithel immer mehr ab, bis es am Grunde des inneren Antrums, mehr noch auf dem Peniszapfen, aus ganz platten Zellen besteht. Auch die Auskleidung des Ductus ejaculatorius und der Vasa deferentia findet durch solche Zellen statt. Alle diese Epithelien sind bewimpert. Körnerdrüsen habe ich nirgends gefunden.

Der Hautmuskelschlauch ist an der Ventralfläche viel dicker als an der Dorsalfläche und besteht aus sechs, deutlich voneinander abgesetzten Schichten: Auf die nur als dunkle Linie wahrnehmbare zarte Basalmembran folgt eine sehr schwache Lage von Ringfasern, hierauf eine mächtige Schicht Längsfasern, aus der stellenweise einzelne Fibrillen in die folgende, etwas schwächere Diagonalfaserschicht hinüber-

ziehen. Auf diese folgt, von ihr wohl abgesetzt, eine ebenso starke Ringfaserschicht, dann wieder eine Diagonalfaserlage und endlich zuinnerst eine mächtige Längsfaserschicht. — Im äußeren Antrum masculinum geht die vielschichtige Muskulatur der Ventralseite in eine um vieles schwächere Ringmuskulatur über, welche auch die äußere und die innere Wand der Penisscheide begleitet und sich auf das innere Antrum und die Peniswand fortsetzt. Noch dünner wird sie als Umhüllung des Peniskanales und am spiralgewundenen Abschnitt des Ductus ejaculatorius. Erst nachdem derselbe sich wieder ventralwärts zu krümmen beginnt, nimmt seine Ringmuskulatur wieder rasch an Stärke zu und erreicht schließlich sogar eine sehr ansehnliche Dicke. Wir werden daher diesen Teil des Ductus ejaculatorius, obwohl sein Lumen nur wenig erweitert ist, als Samenblase (*sb*) in Anspruch nehmen. Auch die Endabschnitte der Vasa deferentia sind stark muskulös und beteiligen sich an der Bildung der Samenblase. — Weiter finden sich sowohl in der Penisscheide als auch im Peniszapfen eigne Retractoren (*retr'* bzw. *retr*). Diese Muskeln inserieren proximal an einem Muskelreticulum (*mret*), das den ganzen männlichen Copulationsapparat umgibt und dem dorsalen Hautmuskelschlauche dicht anliegt. Dieser letztere ist zwar weniger mächtig entwickelt als der ventrale, läßt aber doch vier deutlich gesonderte Schichten unterscheiden: zuäußerst wieder eine sehr dünne Ringfaserschicht, dann eine viel stärkere Längsfaserschicht und eine ebenso dicke Diagonalfaserlage. Zuinnerst liegt eine alle andern an Mächtigkeit übertreffende Lage von Ringmuskeln. Diese sind besonders scharf in einzelne nebeneinander liegende Gruppen gesondert. Auf dem erwähnten Buckel der Dorsalfläche nun, welcher sich über dem männlichen Genitalapparat erhebt (und dasselbe gilt auch für den weiblichen), ist der Hautmuskelschlauch kaum halb so dick als sonst, und die einzelnen Schichten sind voneinander nicht deutlich zu unterscheiden. Dieser Umstand beweist, daß die Vorwölbungen nur zufälliger Natur sind und läßt schließen, daß auch die auffallend steile Stellung der Copulationsapparate kein konstant vorhandenes spezifisches Merkmal darstellen dürfte.

Weiblicher Genitalapparat: Die kleine weibliche Geschlechtsöffnung führt zunächst in einen langen, engen Kanal, das Antrum femininum (*af*), welches ziemlich senkrecht zur Bauchfläche des Tieres dorsalwärts steigt. Nahe der Rückenfläche erhält der Kanal plötzlich ringsum eine discussförmige Erweiterung, welche ich als Schalendrüsenblase (*sdrb*) bezeichne. Die wieder verengte Fortsetzung des Kanals, der Eiergang (*eig*), steigt bis dicht unter die Rückenmuskulatur dorsalwärts, biegt dann aber

caudalwärts und in gleichmäßiger Rundung ventralwärts um, wendet sich hierauf wieder dorsalwärts und nochmals ventralwärts, so daß also zwei S-förmige Schlingen hintereinander gebildet werden. Die Weite des Lumens nimmt in proximaler Richtung allmählich zu, hauptsächlich im letzten absteigenden Schenkel. Dieser empfängt etwa in der Mitte zwischen Dorsal- und Ventralfläche des Körpers von den Seiten her die beiden Uteri (*ut*), dünne unter kleinen Krümmungen rostrad ziehende Kanälchen. Zwischen diesen mündet auch von der Ventralseite her der kurze Ausführungsgang der mäßig großen, birnförmigen accessorischen Blase (*accb*), die wir per homologiam mit andern Leptoplaniden als Receptaculum seminis bezeichnen können.

Das Epithel des Antrum femininum ist histologisch gleich dem des Antrum masculinum von dem ventralen Körperepithel nicht wesentlich verschieden. Die eingelagerten Rhabditen verlieren sich erst gegen das proximale Ende hin. — Wenn ich oben die discussförmige Erweiterung als Schalendrüsensblase bezeichnet habe, so geschah dies hauptsächlich auf Grund des Vergleiches ähnlicher Bildungen bei andern Polycladen. Denn typische Schalendrüsenzellen habe ich keine vorgefunden, der weibliche Apparat ist augenscheinlich noch nicht völlig ausgebildet. Daß diese discussförmige Erweiterung aber gewiß nicht mehr zum Antrum femininum zu rechnen ist, geht aus der histologischen Beschaffenheit ihres Epithels hervor. Während in den Antrumepithelzellen die Kerne etwa in der Mitte der Epithelhöhe liegen, sind sie in dem erweiterten Teil des weiblichen Genitalkanals an die Basis der Zellen verlagert; sie liegen häufig der umgebenden Muscularis dicht an. Dasselbe Verhalten zeigt das Epithel des Eierganges; nun wird aber bei allen bekannten Formen das Schalendrüsensecret in das Verbindungsstück des Eierganges mit dem Antrum femininum abgesondert, und häufig ist dieser Teil behufs Oberflächenvergrößerung irgendwie in seiner Form modifiziert, mit Ausbuchtungen und Falten versehen oder discussförmig erweitert, wie z. B. bei der im folgenden zu besprechenden *Pericelis byerleyana* (siehe S. 478 ff.). Deshalb glaube ich nicht fehlzugehen, wenn ich die geschilderte discussförmige Erweiterung des weiblichen Genitalkanals von *Leptoplana concolor* als Schalendrüsensblase bezeichne. — Das Epithel des Eierganges zeichnet sich vor allem durch seine lange, fast bis zur Mitte des Lumens reichende Bewimperung aus; die Auskleidung der accessorischen Blase und der Uteri unterscheidet sich noch nicht von der des Eierganges.

Der ganze weibliche Genitalkanal wird von einer Ringmuskulatur umhüllt, welche in den proximalen Teilen des Eierganges eine etwas

größere Dicke erlangt. Auch die Uteri sind schwach muskulös. Nur ein interessanter Befund verdient hier Erwähnung: An der Stelle nämlich, wo das enge Antrum femininum in die Schalendrüsensblase sich erweitert, befindet sich ein exquisit mächtiger Sphincter (*sph*); ob dieser bei der Copulation eine Rolle spielt (»Bursa copulatrix«!), oder lediglich dazu dient, das Schalendrüsensecret in der Erweiterung des weiblichen Genitalkanals zurückzuhalten, vermag ich nicht zu entscheiden.

L. subviridis Plehn 1896.

Synonyme: *Leptoplana subviridis* Plehn 1896. [PLEHN 93, pag. 330—331, tab. XXIII, fig. 11 (Übersicht der Anatomie), fig. 12 (Schema der Genitalapparate). — LAIDLAW 69a, pag. 580. — MEIXNER 81a, pag. 167.] — *Leptoplana pardalis* Laidlaw 1902. [LAIDLAW 68, pag. 287—290, textfig. 63 (weiblicher Genitalapparat); tab. XIV, fig. 9 (Habitus); tab. XV, fig. 14 (Penis). — 69, pag. 7 des Separatabdruckes.]

Diese Arbeit, Taf. XXVI, Fig. 5 (Gehirn, Augenverteilung), Fig. 13 (Vas deferens, Ductus ejaculatorius), Taf. XXVIII, Fig. 6 (Genitalapparate, Medianschnitt), Taf. XXIX, Fig. 5—7 (Histologie des weiblichen Genitalapparates).

Diese prächtige Leptoplanide wurde zuerst von M. PLEHN von den Molukken, später von LAIDLAW neuerdings (unter dem zweitgenannten Namen) von der Ostküste des Arabischen Meerbusens¹ und aus dem Pacifischen Ozean² beschrieben, aber bereits ein Jahr später (1903) von letzterem Autor³ als identisch mit der PLEHNSchen Art erkannt.

Nun liegen mir von der afrikanischen Küste (Westküste) des Arabischen Meerbusens vier Individuen einer *Leptoplana*-Art vor, welche im Habitus sehr gut mit LAIDLAWs Abbildung⁴ übereinstimmen. Diese Exemplare wurden von GRAVIER am 3. März 1904 auf dem »Récif de la Clochette« gegenüber Obock bei Ebbe unter Steinen gesammelt. Drei Stücke waren in 70%igem Alkohol, eines in 5%igem Formol konserviert.

Die Gestalt der mir vorliegenden Exemplare ist gestreckt, vorn halbkreisförmig gerundet, hinten allmählich verjüngt und in eine stumpfe Spitze ausgezogen. Die Länge beträgt 33—44 mm, die Maximalbreite

¹ LAIDLAW 68.

² LAIDLAW 69.

³ LAIDLAW 69 a.

⁴ LAIDLAW 68, tab. XIV, fig. 9.

14—22 mm (im ersten Körperdrittel). Die Dicke ist in der Mittellinie etwa 2 mm, an den Rändern wenig geringer; die Konsistenz ist fest.

Die Färbung der lebenden Tiere schildert GRAVIER folgendermaßen: »Punctuations grises sur fond jaune clair« bzw. »jaunâtre«. Weder im Alkohol noch im Formol wurde die angegebene Färbung wesentlich verändert: die Dorsalseite ist hellgelb mit gleichmäßig verteilten umbrabraunen Fleckchen, die nur im Gehirnhof fehlen; hinter diesem rücken sie in der Medianlinie näher zusammen, nehmen hier mehr die Form von Längsstrichelchen an, so daß bei oberflächlicher Betrachtung das Bild eines zusammenhängenden medianen Längsstreifs entsteht, welcher bis in den Anfang des hintersten Körperviertels reicht. (LAIDLAW bildet in der Tat einen zusammenhängenden, braunen Medianstreif ab.) Die Ventralseite ist einfarbig beingelb.

Das Gehirn (Taf. XXVI, Fig. 5, *g*) liegt am Ende des ersten Körperviertels, ist deutlich zweilappig und von einer festen bindegewebigen Kapsel umschlossen. Zahlreiche paarig angeordnete Nervenstämmen strahlen von ihm aus, von denen das hinterste Paar am mächtigsten ist. Ohne näher darauf eingehen zu wollen, habe ich die Hauptstämme, weiter die beiden »Körnerhaufen« (*kh*) in die Figur eingetragen, um die Beziehungen zur Lage der Augen erkennen zu lassen.

Augen: die Tentakelaugen (*tau*) liegen beiderseits des Gehirns in zwei rundlichen Gruppen zu je 15—20 Augen. Die meist viel kleineren Cerebralaugen (*cau*) hingegen sind ziemlich unregelmäßig zerstreut, befinden sich mit Ausnahme weniger vor dem Gehirn und zeigen in ihrer Anordnung unverkennbare Beziehungen zu den vorderen Nervenpaaren. — Randaugen und Frontalaugen fehlen.

Bezüglich der Lage des Mundes und der Morphologie des Verdauungstraktes habe ich den Angaben von PLEHN und LAIDLAW nichts Wesentliches hinzuzufügen. Nur des letzteren Befund »The gut branches anastomose« kann ich nach Durchsicht einer Sagittalschnittserie nicht bestätigen.

Die Genitalporen fand ich relativ näher der Mundöffnung, den männlichen 4 mm hinter dieser, den weiblichen 5 mm hinter dem männlichen. — Die Anatomie der Genitalapparate stimmt im wesentlichen mit dem von M. PLEHN gegebenen Schema¹ überein; doch dürften einige Zusätze zu den immerhin etwas knappen Beschreibungen der genannten beiden Autoren nicht überflüssig sein.

Der männliche Genitalapparat, von dem ich als Ergänzung zu der

¹ PLEHN 93, tab. XXIII, fig. 12.

sehr schematisierten PLEHNSchen Abbildung¹ einen idealen Median-schnitt (Taf. XXVIII, Fig. 6) rekonstruiert habe, besitzt einen äußerst einfachen Bau. — Die »Großen Samenkanäle« (Taf. XXVI, Fig. 13, *grsc*) finden sich in zahlreichen Windungen sowohl ventral wie dorsal gelagert; sie werden ausgekleidet von einem, je nach der Ausdehnung der Wandung, kubischen bis platten, cilientragenden Epithel und von einer deutlichen Muskelhülle umgeben; sie setzen sich ziemlich unvermittelt in die Vasa deferentia (*vd*) fort, welche je drei große Schlingen bilden, stellenweise durch Spermaanhäufungen anschwellen und sich endlich nahe der Bauchfläche zu dem unpaaren Ductus ejaculatorius (*dej*) vereinigen. Histologisch gleicht die Wandung der Vasa deferentia der der großen Samenkanäle. Der Ductus ejaculatorius läßt sich in drei Abschnitte teilen (Taf. XXVIII, Fig. 6): einen proximalen, repräsentiert durch ein gleichmäßig dickes, stark muskulöses Rohr, bestehend aus einem auf- und einem absteigenden Schenkel, welcher letzterer (bei *) wieder eine scharfe Krümmung caudalwärts macht und in den zweiten, mittleren Abschnitt übergeht. Dieser erweiterte, mit verstärkter Ringmuskulatur versehene Schlauch stellt die Samenblase (*sb*) dar. Diese verzüngt sich in distaler Richtung wieder, worauf (bei **) eine scharfe Knickung ventralwärts stattfindet und der dritte Abschnitt des Ductus ejaculatorius folgt, ein enger, schwach muskulöser Kanal, der an der Spitze des Peniszapfens nach außen mündet.

Das Epithel aller drei Abschnitte ist gleich dem der Vasa deferentia mit Cilien besetzt. In der Samenblase springt es in Form von Längsfalten ins Lumen vor, so daß das letztere einen sternförmigen Querschnitt erhält; dies deutet darauf hin, daß die Samenblase einer erheblichen Ausdehnung fähig ist. Der Penis ist konisch, seine Achse zur Ventralfläche unter einem Winkel von etwa 60° geneigt; seine Außenwand bedeckt ein flaches cilienloses Epithel, unter dem eine schwache Ringmuskulatur gelegen ist. Als Protractoren kann man ein Muskelreticulum (*mret*) betrachten, welches einen ansehnlichen Bulbus formt und einen großen Teil des Ductus ejaculatorius bzw. der Samenblase mit einschließt. An diesem Muskelnetz befestigen sich die in die Penisspitze verlaufenden U-förmigen Retractormuskeln (*retr*) des Penis. Weiter finden sich in letzterem noch radiäre Fasern (*rdm*), welche wahrscheinlich als Antagonisten der Circulärmuskeln des den Penis durchbohrenden Ductus ejaculatorius dienen und dessen Lumen gegebenenfalls erweitern. — Das Antrum masculinum (*am*) läßt sich sowohl morphologisch als auch

¹ PLEHN 93, tab. XXIII, fig. 12.

histologisch in zwei Abschnitte teilen, welche durch die Andeutung einer Ringfalte (Penisscheide) getrennt werden. Das Epithel des proximalen Abschnittes gleicht dem des Peniszapfens; hingegen erreicht das des distalen Teiles des Antrum masculinum die Höhe des ventralen Körperepithels. Es ist aber auf eine ansehnliche Strecke hin ausgesprochen drüsiger Natur, und das Lumen des Antrums ist fast völlig von einem feinkörnigen erythrophilen Secrete erfüllt. Wir werden also dieses Epithel als Körnerdrüsenepithel (*kdrep*) in Anspruch nehmen. Von den »die ganze Umgebung des männlichen Apparates erfüllenden, großen birnförmigen Drüsenzellen (extracapsuläre Körnerdrüsen)«, welche PLEHN anführt, habe ich trotz aller Mühe nichts entdecken können. Die Anwendung der VAN GIESONSchen Tinktionsmethode, welche erythrophile Drüsen lebhaft orangerot färbt, hat mich im Gegenteil von dem Nichtvorhandensein solcher extracapsulärer Körnerdrüsen überzeugt.

Hinsichtlich des weiblichen Genitalapparates habe ich den Angaben von PLEHN und LAIDLAW nur wenig hinzuzufügen. Letzterer insbesondere gibt auch eine eingehendere Schilderung der histologischen Verhältnisse, mit welcher meine Befunde gut übereinstimmen. — Die distalen Partien der Uteri (Taf. XXIX, Fig. 5) zeigen ein cilientragendes Cylinderepithel mit basalen Kernen und eine nicht unbedeutende Ringmuskulatur. In der Umgebung derselben liegen einzellige birnförmige cyanophile Drüsen (*cdr*) mit deutlichen Ausführungsgängen. — Weiter möchte ich einige Bemerkungen über Epithel und Inhalt der hufeisenförmigen accessorischen Blase nicht unerwähnt lassen. Die Auskleidung des unpaaren Ausführungsganges derselben gleicht sehr dem Epithel des Eierganges; die Cilien sind etwas länger und gegen das Lumen der Blase gerichtet; in dieser letzteren fehlen Cilien; in den paarigen schlauchförmigen Abschnitten (Taf. XXIX, Fig. 7) sind die Epithelzellen (*ep*) kolbig, mit körnigem Plasma und basal gelegenen Kernen; die Ringmuskulatur (*m*) ist mächtig entwickelt. — Die blasenartigen Erweiterungen (LAIDLAWs Receptacula seminis) fand ich (Taf. XXIX, Fig. 6) ausgekleidet von einem kubischen Drüsenepithel (*ep*) mit central gelagerten Kernen. Das Secret (*secr*) ist von feinkörniger Beschaffenheit und färbt sich mit Eosin blaßrot. Stellenweise liegen blau gefärbte Flitterchen darin eingebettet, über deren Natur ich nicht einmal eine Vermutung äußern kann. Sperma fand ich bei keinem der beiden untersuchten Exemplare in der accessorischen Blase; so bleibt denn hinsichtlich ihrer vielleicht mehrfachen Funktion noch manche Ungewißheit.

Fam. Latocestidae Laidlaw.

LAIDLAW 69, 72.

Cestoplanidae p. part., PLEHN 91.

Gen. *Latocestus* (Plehn) 1896, Laidlaw emend.

[PLEHN 91, pag. 159—161, tab. XI, fig. 6—10, tab. XIII, fig. 7 (*L. atlanticus* Plehn). — LAIDLAW 69, pag. 8—9 des Separatabdruckes, mit 1 textfig. (*L. pacificus* Laidlaw); 70, pag. 312—314, mit textfig. 55 (*L. argus* Laidlaw; *L. maldivensis* Laidlaw, vgl. *Cestoplane maldivensis* Laidlaw¹); 75, pag. 711, 712, mit textfig. 112 (*L. plehni*). — MEIXNER 81a, pag. 168 (*L. marginatus*).]

L. marginatus Meixner 1907.

[MEIXNER 81a, pag. 168.]

Diese Arbeit, Taf. XXV, Fig. 7 (Habitus), Taf. XXVI, Fig. 4 (Augenverteilung), Fig. 19 (Vas deferens), Taf. XXIX, Fig. 1 (Genitalapparate, Medianschnitt).

Diese prächtige Polyclade liegt mir in drei außen wohl erhaltenen Alkoholexemplaren vor, welche CH. GRAVIER am 7. Februar 1904 bei Djibouti gesammelt hat, »vivant sur les colonies de *Zoanthus* (grisâtre)«. Sie sind sehr stark eingerollt und ihre Ränder wellenförmig gefaltet. Dabei ist die Konsistenz des Körpers so fest, daß an ein vollständiges Ausbreiten nicht zu denken war; ich habe mich begnügt, ein Exemplar tunlichst aufzurollen, und es auf Taf. XXV, Fig. 7 von der Dorsalseite abgebildet.

Die Gestalt ist bandförmig, Vorder- und Hinterende sind in der für die Gattung *Latocestus* charakteristischen Weise stumpf zugespitzt, im übrigen verlaufen die Seitenränder parallel. — Die Dicke des Körpers ist in Anbetracht der geringen Breite eine beträchtliche, nahezu 1 mm.

Färbung: Die Grundfarbe des Alkoholexemplares ist oberseits hellgelb, unterseits mehr weißlich. Auf der Dorsalseite umzieht den Rand zuäüßerst ein feiner Saum von der weißlichen Farbe der Ventralseite. Ihm folgt nach innen ein breiter rötlich-ockergelber Streifen, der sich von dem weißen Saum scharf abgrenzt, medianwärts hingegen allmählich in die hellgelbe Grundfarbe übergeht. Im Leben dürfte die Rückenzeichnung des Tieres wohl das prächtige Ziegelrot der *Cestoplane rubrocincta* Lang besessen haben, von der es aber schon äußerlich

¹ LAIDLAW 68, pag. 290, mit textfig. 64.

sofort durch den völligen Mangel eines roten Medianstreifs unterschieden werden kann. — Das Vorderende ist etwas bleicher gefärbt als der übrige Körper; nahe dem Caudalende deutet ein ansehnlicher weißer Fleck auf der Dorsalseite die Lage des Pharynx und der Genitalapparate an. Das hinterste Leibesende kommt in dem Habitusbilde (Taf. XXV, Fig. 7) nicht zur Ansicht, da es stark ventralwärts gekrümmt ist.

Das Gehirn befindet sich, wie ich auf Flächenschnitten feststellte, etwa 3 mm vom Stirnrande entfernt; es ist, von der Fläche betrachtet, ziemlich kreisrund und von einer starken Bindegewebskapsel eingeschlossen. Doch läßt sich die Duplicität des Gehirnes noch an einem relativ tiefen medianen Einschnitt seiner Dorsalfläche erkennen. Hier entspringen die zwei mächtigen Nervenstämme, welche in das Vorderende ziehen und sich alsbald in je zwei größere Äste teilen; diese sowie auch schon die gemeinsamen Stammstücke entsenden ferner kleinere Zweige in die seitlichen Kopfpatrien. Alle diese Nerven verästeln sich weiterhin wiederholt; auch Anastomosen sind zwischen den Ästen zu bemerken. Erwähnt mag noch werden, daß die beiden vorderen Hauptnerven an ihrer Basis von wohlentwickelten »Körnerhaufen« umhüllt werden. — Weiter gehen vom Gehirn laterale und caudale Nerven ab.

Tentakel fehlen gänzlich, wie es ja für die Latocestiden charakteristisch ist. — Die Augenverteilung der bisher beschriebenen *Latocestus*-Arten ist erheblich verschieden. Während bei *Latocestus atlanticus* Plehn die Randaugen gänzlich fehlen und diese Tatsache als generisches Merkmal hervorgehoben wird, finden wir sie bei *L. pacificus* Laidlaw und *L. plehni* Laidlaw in beträchtlicher Anzahl und mehrreihiger Anordnung am Stirnrande, bei *L. argus* Laidlaw und *L. maldivensis* Laidlaw sogar am ganzen Körperrande, und LAIDLAW ist daher zu einer Erweiterung des PLEHNSchen Gattungsbegriffes genötigt.

L. marginatus steht nun bezüglich der Anordnung der Augen (Taf. XXVI, Fig. 4) dem *L. plehni* Laidlaw am nächsten. Die Gehirnhofaugen (*cau*) bilden in beiden Fällen zwei langgestreckte Haufen beiderseits der Medianlinie, welche sich gegen das Vorderende indes alsbald fächerartig auflösen (Frontalauge, *frau*); es lassen sich, den zwei Paaren von Hauptnervenästen (s. oben) entsprechend, vier deutliche Augenstreifen erkennen. Weiterhin liegen verstreute Augen in größerer Zahl zu beiden Seiten der Cerebralaugengruppen. — Die Randaugen (*mau*) umziehen in unregelmäßig drei- bis vierreihiger Anordnung den Stirnrand des Tieres und erstrecken sich beiderseits wenig weiter

caudad als die Cerebralaugen, ungefähr bis in den Anfang des zweiten Körperviertels. — Randaugen und Frontalaugen sind voneinander durch eine relativ breitere augenlose Zone getrennt als bei *L. plehni* und *L. pacificus*.

Alle Augen liegen tief unter der Oberfläche, so daß sie an Alkohol-exemplaren ohne Aufhellung nicht sichtbar sind.

Die Mundöffnung ist etwa 1 mm vom hinteren Leibesende entfernt; den Bau des Pharynx und des Verdauungstraktes finde ich übereinstimmend mit den Angaben, welche M. PLEHN für *L. atlanticus* gemacht hat; höchstens ist der Pharynx etwas weniger gefaltet, fast ohne sekundäre Divertikel. Die Darmäste sind äußerst zahlreich, dichotomisch verzweigt, ohne jedoch zu anastomosieren. Sie reichen bis in die vorderste Körperpartie und machen hier die Beobachtung des Gehirns und der von diesem ausstrahlenden Nerven an Totopräparaten geradezu unmöglich.

Die Genitalporen liegen dicht hintereinander, dem Caudalende des Tieres äußerst nahe, der männliche folgt unmittelbar auf die Mundöffnung. Fig. 1 (auf Taf. XXIX) könnte die Vermutung erwecken, es sei ein Atrium genitale commune vorhanden; das ist aber durchaus nicht der Fall, sondern die Höhlung, in welche die männliche und die weibliche Geschlechtsöffnung führen, ist lediglich durch die starke Ventralwärtskrümmung des Hinterendes entstanden zu denken.

Die Hoden liegen in großer Zahl in den seitlichen Körperpartien, und zwar wie bei *L. atlanticus* dorsal von der Darmastschicht. Die Ovarien sind mir unbekannt geblieben.

Die beiden vielfach gewundenen großen Samenkanäle umgeben sich in ihren Endabschnitten allmählich mit einer Muskelhülle und gehen so in die beiden Vasa deferentia (Taf. XXVI, Fig. 19 *vd*) über. Jedes derselben bildet eine komplizierte Schleife. Das Lumen der Vasa deferentia ist besonders in deren distalen Teilen weit und prall mit Sperma erfüllt; gleichwohl kann, da eine lokale Verstärkung der Muscularis nirgends vorhanden ist, von »Samenblasen« (wie bei *L. atlanticus*) keine Rede sein. — Der Ductus ejaculatorius (Taf. XXIX, Fig. 1, *dej*) ist kurz, er biegt ventralwärts, verengt sich, empfängt an seiner caudalen Wand den Körnerdrüsenang (k \overline{drg}) und mündet schließlich an der Spitze eines einfachen, unbewaffneten, stumpf-konischen Penis in das Antrum masculinum.

Die Körnerdrüsenblase (k \overline{drb}) ist ansehnlich, birnförmig, mit einem sehr dicken Belag verfilzter Muskeln umgeben. Ihr Epithel springt in zahlreichen Falten in das Lumen vor, doch werden diese nicht (wie

bei *Stylochus*) durch Lamellen bindegewebiger oder muskulöser Natur gestützt, und die Tuben sind daher unregelmäßiger gestaltet. Extracapsuläre Körnerdrüsen fehlen anscheinend. Der Körnerdrüsenang (kdrgr) ist sehr kurz und von der Blase unscharf abgesetzt.

Der weibliche Genitalapparat macht einen noch unfertigen Eindruck; die beiden Uteri (*ut*), enge Kanäle, vereinigen sich zum Eiergange (*eig*), welcher sich über die Einmündungsstelle der Uteri hinaus verlängert und unter Bildung einer Schleife zu einer accessorischen Blase (*accb*) erweitert. Diese ist leer, ihre Wandung gefaltet, mit einer kaum merklichen Muskelhülle umgeben. Das Epithel hat noch keinen drüsigen Charakter. Der Eiergang selbst krümmt sich ventralwärts und geht unmerklich in das Antrum femininum (*af*) über. Schalendrüsen sind noch nicht entwickelt.

Die Copulationsapparate zeigen somit, wie ersichtlich, eine große Übereinstimmung mit *L. atlanticus*. Nur der Mangel deutlich abgesetzter muskulöser Samenblasen ist vielleicht für *L. marginatus* charakteristisch.

Besondere Aufmerksamkeit habe ich dem äußersten hinteren Leibesende zugewendet, da die von LANG¹ bei *Cestoplana rubrocincta* vermutete Haftscheibe möglicherweise auch bei *Latocestus*, der ja wahrscheinlich eine ganz ähnliche Lebensweise führt wie *Cestoplana*, vorkommen könnte. Indes konnte ich bei keinem der mir vorliegenden Exemplare eine saugnapfartige Bildung am Caudalende wahrnehmen. Bei der Untersuchung von Sagittalschnitten durch diese Körperregion ergab sich vielmehr, daß ein distinkter Haftapparat nicht vorhanden ist, daß indes das Epithel der Ventralseite in der Nähe des Hinterendes sich histologisch von dem mehr oralwärts gelegenen wohl unterscheidet, obgleich eine scharfe Grenze zwischen beiden Partien nicht gezogen werden kann. Der caudale Abschnitt der Bauchfläche, etwa von der Mundöffnung angefangen, entbehrt nämlich der Rhabditen; statt dieser finden sich in den distalen Teilen der hochcylindrischen Epithelzellen zahlreiche kleine erythrophile Sekretkörnchen, während die proximalen Teile dieser Zellen homogenes Plasma enthalten, in welchem die Kerne basal gelegen sind. Das Secret bleibt, nach außen entleert, an den Cilien haften und ballt sich zu unregelmäßigen Bröckchen und Klümpchen zusammen; dieses Verhalten läßt vermuten, daß es von klebriger Beschaffenheit ist und dem Tiere ermöglicht, sich mit seinem Hinterende an Fremdkörpern zu befestigen. Vielleicht liegen die Verhältnisse bei

¹ LANG 76, pag. 55.

Cestoplana rubrocincta ähnlich; auch LANG hat einen diskreten Haftapparat wider seine Vermutung nicht nachzuweisen vermocht. Was er l. c., tab. XV, fig. 1 mit »sn« bezeichnet, ist vielleicht ein Drüsenfeld.

Exterieur und Augenverteilung lassen *L. marginatus* unschwer von den andern bisher bekannten *Latocestus*-Arten unterscheiden.

Noch muß ich die Einreihung der *Latocestiden* im System nach den *Leptoplaniden* rechtfertigen. LAIDLAW¹ nimmt wegen des ähnlichen Baues der Körnerdrüsenblase eine nähere Verwandtschaft mit seinen *Stylochiden* an, zu welchen er allerdings auch *Trigonoporus* rechnet. Zu dieser Gattung dürfte *Latocestus* in der Tat Beziehungen haben; da ich aber, wie oben gesagt, *Trigonoporus* besser bei den *Leptoplaniden* belassen zu sollen glaube, so habe ich in meiner Anordnung dieser Familie die *Latocestiden* angereiht. — Inwieweit die große äußerliche Ähnlichkeit der letzteren mit den *Cestoplaniden* auf phylogenetischer Verwandtschaft oder aber auf Convergenz infolge Anpassung an die gleiche Lebensweise als Bewohner von Gesteinsspalten zurückzuführen ist, das mag vorläufig dahingestellt bleiben.

Tribus Cotylea Lang.

Fam. Pseudoceridae Lang.

Gen. Pseudoceros Lang.

Literatur über *Pseudoceros* und *Yungia*, soweit sie noch nicht von LANG berücksichtigt wurde:

CARUS 7, LO BIANCO 79, HALLEZ 58, VON STUMMER 112, PLEHN 91, 92, PRUVOT 97, PLEHN 95*, WOODWORTH 125*, LO BIANCO 80, MONTI 84, VERRILL 119*, 120*, LAIDLAW 68*, 69*, VON GRAFF 55*, LAIDLAW 70*, 74, SABUSSOW 101, MEIXNER 81a*.

Ps. bimarginatum Meixner 1907.

[MEIXNER 81a, pag. 168, 169.]

Diese Arbeit, Taf. XXV, Fig. 5, 6 (Habitus); Taf. XXVI, Fig. 9 (Augenverteilung), Fig. 17 (Übersichtsbild der Anatomie), Fig. 18 (Männlicher Genitalapparat).

Von dieser neuen Art liegen mir drei in Formol konservierte, äußerlich wohlerhaltene Exemplare vor. Von diesen ist allerdings nur eins geschlechtsreif, das zweite, etwa gleichgroße, beginnt eben erst mit der

¹ LAIDLAW 72, pag. 10 des Separatabdruckes.

Reifung seiner Ovarien, das dritte, größte, erweist sich hinsichtlich des weiblichen Genitalapparates noch völlig unreif.

GRAVIER fand diese schön gezeichneten Tierchen am 10. Januar 1904 unter Algen (*Cystosira*?) in der Bai von Djibouti, nahe dem »Plateau du Héron«.

Die Gestalt der konservierten, nur wenig gefalteten Tiere ist breit-oval, äußerst platt. Die Länge beträgt 16—23, die Breite 11 bis 13 mm; die Dicke dürfte kaum 0,5 mm übersteigen, ausgenommen an dem schmalen, medianen Rückenwulst, der sich scharf von seiner Umgebung abhebt. Bei dem völlig geschlechtsreifen Tier allerdings bedingen die mächtig entwickelten Uteri ein Vorwölben der centralen Partien der Ventralseite.

Die Färbung der lebenden Tiere schildert GRAVIER folgendermaßen: »Face dorsale rose pâle; face ventrale, même teinte, plus foncée. Sur le pourtour bandes jaune d'or, brune, avec un liseré vert.«

Die Grundfarbe der Formolexemplare ist oberseits beinfarben. Sie wird aber bei dem geschlechtsreifen Individuum (Taf. XXV, Fig. 5) in der caudalen Körperhälfte verdeckt durch die braunrötliche Färbung der dicht gedrängt liegenden Ovarien. Bei dem im Beginne der weiblichen Reife befindlichen Individuum (Taf. XXV, Fig. 6) scheint ebenfalls bereits an einigen Stellen diese Farbe hindurch. Dieser Kontrast war am lebenden Tier, wo die Grundfarbe hell-rosenrot war, wohl nicht auffällig. — Die Pharyngealfalten scheinen weißlich, die Uteri dunkelviolettgrau hindurch. Bei dem in Fig. 6 abgebildeten Individuum enthält ein Teil des Hauptdarmes einen dunkeln Inhalt. Alle diese durchscheinenden Farben der inneren Organe vermögen aber nicht, das helle Weiß des schmalen Rückenwulstes zu verändern, der, hinter den Gehirnhofaugen beginnend, in der Medianlinie bis nahe an das Caudalende verläuft. — Der äußerst schmale Saum zeigt eine graulichweiße oder gelblichweiße Färbung; ihm parallel umziehen den ganzen Körper zwei scharfbegrenzte, je 0,5 mm breite Bänder: ein äußeres, schwarzes und ein inneres, hochgelbes. — Die Grundfarbe der Ventralseite ist heller, weißlicher als die der Dorsalseite. Der Rand wird ebenfalls von einem weißlichen Saum eingefasst, an den sich nach innen eine schwarzgraue, medialwärts unscharf begrenzte Binde anschließt. Der weißliche Pharynx hebt sich plastisch hervor, Ovarien und Uteri scheinen in gleicher Weise wie auf der Dorsalseite hindurch.

Das Gehirn (Taf. XXVI, Fig. 17, *g*) liegt dem Stirnrand äußerst nahe. Ihm aufgelagert ist eine unpaare, kreisförmige Gruppe von etwa 70 Gehirnhofaugen (Taf. XXVI, Fig. 9, *cau*).

Die Randtentakel (*rt*) besitzen die für die Pseudoceriden typische Form, ihr Rand ist dorsal wie ventral mit Augen besetzt, in unregelmäßig ein- bis zweireihiger Anordnung; diese Augenreihe erstreckt sich ununterbrochen über den zwischen den Tentakeln gelegenen Stirnrand, nimmt dagegen auf den Tentakeln selbst nur die mediale Hälfte derselben ein.

Die folgenden Maßangaben über die Lage der Körperöffnungen beziehen sich auf das völlig geschlechtsreife Individuum.

Körperöffnungen: Die Mundöffnung liegt etwa 3 mm vom Stirnrand entfernt, die in der Einzahl vorhandene männliche Geschlechtsöffnung 2 mm hinter dem Munde, die weibliche 1 mm hinter der männlichen, der Bauchsaugnapf (Taf. XXVI, Fig. 17, *sn*) 2 mm hinter dem weiblichen Genitalporus, mithin etwa 8 mm vom Vorderende entfernt.

Die Untersuchung der anatomischen Verhältnisse geschah nur durch Aufhellung in Xylol. Von der Herstellung von Schnittserien habe ich abgesehen, da die Genitalapparate sich mittels der genannten Methode deutlich genug erkennen ließen und keine wesentlichen Unterschiede, andern Pseudoceriden gegenüber, zeigten. Taf. XXVI, Fig. 17 und Fig. 18 lassen das Wesentlichste erkennen.

Der krausenförmige Pharynx (*ph*) ist ansehnlich und sehr reich gefaltet. In der Abbildung sind nur die Divertikel erster und zweiter Ordnung zur Darstellung gebracht.

Genitalapparate: Dicht hinter dem Pharynx, von dem letzten Divertikelpaare noch umgriffen, liegt der männliche Copulationsapparat, der sich an dem großen, unreifen Tiere noch genauer beobachten ließ (Fig. 18); er zeigt das typische Verhalten, die Körnerdrüsenblase (*kdrb*) liegt dorsal über dem Penis (etwas auf die rechte Körperseite verschoben), die Samenblase (*sb*) erstreckt sich caudalwärts und empfängt von den Seiten her die Einmündungen der beiden Vasa deferentia (*vd*), welche nach kurzem Verlauf in die großen Samenkanäle (*grsc*) übergehen. Diese letzteren sind hier noch schwach entwickelt, bei dem geschlechtsreifen Tiere (Fig. 17) hingegen mächtig angeschwollen und in zahlreiche Windungen gelegt. — Die weibliche Geschlechtsöffnung erscheint umstellt von den zahlreichen Schalendrüsen (*sdr*). Die beiden Uteri (*ut*) sind in je drei Äste gespalten; sie liegen dorsal über den großen Samenkanälen.

Die Verbreitung der Ovarien zeigt das Habitusbild (Taf. XXV, Fig. 5); sie erfüllen den ganzen hinter dem Pharynx gelegenen Körperabschnitt mit Ausnahme des äußersten Randes. Die Hoden reichen

noch etwas weiter nach vorn. — Ferner sei noch erwähnt, daß bei den beiden abgebildeten Exemplaren sich unregelmäßige, weiße, plastisch hervortretende Flecken finden, welche in die Haut eingepflanzte Spermamassen darstellen.

Der Bauchsaugnapf (*sn*) zeigt, von der Fläche betrachtet, am Rande eine eigentümliche, aus halbkreisförmigen Bogen bestehende Zeichnung (Taf. XXVI, Fig. 18), welche jedenfalls auf die Muskulatur zurückzuführen ist.

Nach Durchsicht aller bis heute publizierten Arten muß ich die im vorstehenden beschriebene Form als neu bezeichnen und benenne sie nach ihrem auffallendsten Merkmale, dem Doppelbände am Rande, *Ps. bimarginatum*. Arten mit (im konservierten Zustande) schwarzer Randlinie sind bereits mehrere beschrieben worden, keine derselben besitzt aber die Kombination von Schwarz und Gelb, mit Ausnahme von *Ps. haddoni* Laidlaw¹, woselbst aber ausdrücklich betont wird: »This black band is edged on its outer side by a very narrow yellow border«.

Ps. gravieri Meixner 1907.

[MEIXNER 81a, pag. 169, 170.]

Diese Arbeit, Taf. XXVI, Fig. 7a, b (Tentakel, Augenverteilung), Fig. 12 (Übersicht der Anatomie).

Von dieser Art käscherte GRAVIER zwei Exemplare am 12. Februar 1904 unter Meerespflanzen in etwa 6 m Tiefe, gegenüber der Einmündung des Baches Ambouli bei Djibouti.

Nach der Beschreibung des lebenden Tieres: »Bandes jaune d'or encadrées par des bandes bleu foncé. Un liseré bleu plus clair sur tout le pourtour«, muß dasselbe einen prächtigen Anblick gewährt haben. Wenn man sich auch aus der kurzen Beschreibung kein genaues Bild über die Verteilung der Farben bilden kann, so genügt sie doch, um zu erkennen, daß diese Pseudoceride eine noch unbeschriebene Form darstellt. Ich benenne sie ihrem Entdecker zu Ehren *Ps. gravieri* und gebe im folgenden eine Beschreibung des einen Formolexemplares, das leider in drei Stücke zerrissen ankam, während vom zweiten überhaupt nur das hintere Körperende vorliegt. Alle diese Bruchstücke sind »très décoloré dans le formol«, bräunlichweiß, ohne Spuren der einstigen Färbung und Zeichnung. Ich sehe daher von einem farbigen Habitusbilde ab.

¹ LAIDLAW 69, pag. 10 des Separatabdruckes.

Gestalt: Der ovale, platte Körper dieser Form (Taf. XXVI, Fig. 12) ist bedeutend zarter und besonders am Rande pellucider als bei der vorherbeschriebenen Art. So war die Untersuchung der Anatomie, da auch die drei Bruchstücke nach dem Ausbreiten wohl aneinander paßten, leichter als bei *Ps. bimarginatum*. Die Körperlänge beträgt 35 mm, die Maximalbreite 19 mm.

Körperöffnungen: Der Mund liegt etwa 7 mm, die unpaare männliche Geschlechtsöffnung 9 mm, die weibliche 11,5 mm, der Bauchsaugnapf 17 mm hinter dem Vorderrande.

Die Randtentakel (Taf. XXVI, Fig. 7, *rt*) sind sehr mächtig entwickelt und befinden sich gerade im vorgestreckten Zustande, so daß ihre Innenfläche und der zwischen ihnen gelegene Stirnrand nur von der Ventralseite (Fig. 7*b*) erkannt werden können. — Augen: Der Rand der Tentakel ist beiderseits (besonders aber ventral) mit kleinen Augen (*mau*) in unregelmäßig zwei- bis dreireihiger Anordnung besetzt, desgleichen der Stirnrand, an dessen Ventralfläche die Augen zu zwei größeren Gruppen, den »ventralen Augenhaufen« (*vau*) sich zusammendrängen. — Die Cerebralaugen (*cau*), etwa 70 an der Zahl, bilden eine querovale Gruppe über dem weit vorn gelegenen Gehirn (*g*).

Hinsichtlich der anatomischen Verhältnisse (Taf. XXVI, Fig. 12) gleicht diese Art sehr der vorhergehenden.

Der Pharynx (*ph*) liegt dicht hinter dem Gehirn und ist reich gefaltet. Der Hauptdarm (*hd*) reicht, wie besonders an dem Fragment des zweiten Exemplares deutlich zu ersehen ist, bis nahe an das hintere Leibesende. Die Darmäste (*da*) sind am Rande gut zu erkennen; sie sind reich verästelt und anastomosieren vielfach, so daß ein Netz gebildet wird.

Genitalapparate: Der männliche befindet sich zwischen dem letzten Divertikelpaare des Pharynx und zeigt die typische Konfiguration. Die Körnerdrüsenblase (*kdrb*) liegt gerade über dem Penis und ist daher in der Ventralansicht von diesem verdeckt. Die Vasa deferentia (*vd*) münden dicht nebeneinander an der Ventralseite der Samenblase (*sb*). — Die weibliche Geschlechtsöffnung erscheint umstellt von den Schalendrüsen (*sdr*). Uteri waren noch nicht deutlich zu erkennen. Die Region der Hoden (*t*) und Ovarien (*ov*) beginnt weit vorn, zu beiden Seiten des Pharynx und erstreckt sich, einen mäßig breiten Saum freilassend, bis in die hinteren Körperpartien, wo sich die der rechten und linken Seite vereinigen.

Ps. vinosum Meixner 1907.

[MEIXNER 81a, pag. 170.]

Diese Arbeit, Taf. XXV, Fig. 9 (Habitus), Taf. XXVI, Fig. 8 (Tentakel und Augenverteilung), Taf. XXIX, Fig. 2 (Genitalapparate, Medianschnitt).

Von dieser prächtigen neuen Art liegen mir zwei äußerlich wohl-erhaltene Alkoholexemplare vor. GRAVIER fand dieselben am 3. März 1904 bei Obock, am »Récif de la Clochetteerie«, unter Steinen im seichten Wasser.

Es sind zarte, platte Tierchen von 18 mm Länge und 9 mm Maximalbreite; die Dicke beträgt selbst in der Medianlinie nicht ganz 1 mm. Das eine Exemplar ist ziemlich ausgebreitet konserviert, nur am Rande finden sich einige größere Falten, der Saum ist überdies leicht gewellt (Taf. XXV, Fig. 9).

Über die Farbe des lebenden Tieres liegt dem Materiale folgende Angabe bei: »Couleur lie de vin foncé avec liseré de même couleur. Taches jaunes et blanches.« Die Grundfarbe war demnach ein dunkles Rotviolett (»vinosum«), welches der Alkohol fast völlig extrahiert hat, so daß die mir vorliegenden Exemplare eine hellgelbe Färbung angenommen haben, die nur im Mittelfelde noch einen schwachen rötlichen Ton erkennen läßt. Der Saum zeigt bei dieser Art keinerlei Zeichnung, er ist bloß etwas heller. — GRAVIER spricht von gelben und weißen Flecken, welche auch an den Alkoholexemplaren zu sehen sind. Es handelt sich indes nicht etwa um Pigmentflecke, sondern die gelben rühren von den durchschimmernden Ovarien her, die weißen hingegen werden durch kleine, kugelige Spermapakete hervorgerufen, welche bei dem abgebildeten Exemplare mehr lokal, bei dem zweiten Stücke aber fast über den ganzen Rücken verstreut sich dicht unter der dorsalen Körperwand vorfinden und diese häufig papillenartig vorwölben.

Vermutlich wird zunächst beim Einstechen des Penis ein größerer Spermapakete in das als Weibchen fungierende Tier eingepreßt (wie an dem Habitusbilde am rechten Seitenrande zu sehen), später aber findet ein Zerfall in kleine Portionen statt, die sich allmählich über die Dorsal-seite verteilen, was bei der lockeren Beschaffenheit des Mesenchyms der Pseudoceriden keine Schwierigkeit haben kann.

Die Randtentakel (Taf. XXVI, Fig. 8, *rt*) sind wohlentwickelt, dorsal wie ventral mit zahlreichen Augen (*tau*) in mehrreihiger Anordnung besetzt; nur der Saum bleibt frei von Augen. — Das Gehirn liegt unweit des Stirnrandes, 1,5 mm von ihm entfernt. Die unpaare Gruppe

der Gehirnhofaugen (*cau*) enthält etwa 50, den Randaugen an Größe gleichkommende Augen.

Der Pharynx beginnt 2 mm vom Vorderende und ist 4 mm lang; im ganzen betrachtet, erscheint er breitelliptisch. Er ist in zahlreiche primäre Falten gelegt, diese sind aber relativ wenig weiter verästelt. Die Stelle des äußeren Mundes und des Darmmundes ist selbst auf Schnitten nicht zu erkennen, da der Pharynx zum Teil vorgestülpt und vielfach zerrissen ist. Der Hauptdarm ist eng und reicht weit gegen das Hinterende. Von ihm gehen zahlreiche Darmäste ab, die sich reich verzweigen und in der Nähe des Körperendes durch zahllose Anastomosen miteinander in Verbindung stehen, so daß ein förmliches Netz entsteht.

Die Hoden liegen in großer Zahl in einer Schicht, welche von der Dorsal- und Ventralwand ziemlich gleichweit absteht; denn die Darmäste liegen hier der Rückenfläche sehr genähert. — Die Ovarien, in geringerer Zahl, befinden sich dicht unter der dorsalen Körperwand, woselbst auch, wie oben erwähnt, die dem Tiere eingepflanzten Spermaballen liegen. Oft sieht man ein Ovar und eine Spermaportion so dicht aneinander liegen, daß man wohl annehmen darf, die Besamung der Eier finde bereits in den Ovarien statt.

Ovarien wie Hoden sind über den ganzen Körper verbreitet, finden sich selbst noch in den vor dem Gehirn gelegenen Partien und lassen nur einen mäßig breiten Rand an der Peripherie des Körpers frei. Die Hoden reichen bei dieser Form nicht über den Verbreitungsbezirk der Ovarien hinaus.

Die Copulationsapparate sind auf Taf. XXIX, Fig. 2 dargestellt; es ist ein einziger (unpaarer) männlicher Begattungsapparat vorhanden. Der männliche Genitalporus liegt ungefähr 6,5 mm vom Vorderende entfernt und ist, infolge der teilweisen Vorstülpung des Begattungsapparates, sehr weit. Die mächtig entwickelte Penisscheide (*ps*) teilt das Antrum masculinum in zwei Abschnitte, ein äußeres (*ame*) und ein inneres (*ami*). In das innere Antrum ragt der konische, mit einem langen Stilet (*st*) versehene Penis vor. Auffallend ist die Lage desselben: fast parallel der Bauchfläche; wenn wir diese Tatsache auch zum Teil auf Rechnung des Kontraktionszustandes setzen können, so dürfen wir doch — im Gegensatz zu den andern daraufhin untersuchten *Pseudoceros*-Arten — eine schräg nach hinten gerichtete Lage des Penis als spezifisch charakteristisch annehmen.

Weiter proximal gabelt sich der Ductus ejaculatorius in zwei Gänge, von denen der eine den Körnerdrüsengang (*kdrg*) repräsentiert, der

andre aber zur Samenblase führt. Auch in der gegenseitigen Lage dieser Gänge steht *Ps. vinosum* in einem Gegensatz zu den andern Arten dieser Gattung, indem hier die relativ kleine Körnerdrüsenblase (*kdrb*) samt ihrem kurzen Ausführungsgang rostrad vom Ausführungsgang der Samenblase gelegen ist. Gleichwohl scheint mir dieses Merkmal keine größere systematische Bedeutung zu besitzen. Der den Ausführungsgang der Samenblase bildende Abschnitt des Ductus ejaculatorius ist von sehr ansehnlicher Länge; er zieht erst ein Stück caudalwärts, dann, unter spitzem Winkel umbiegend, wieder bis in die Gegend der Körnerdrüsenblase rostralwärts, um sich nun nochmals nach hinten zu wenden und durch allmähliche Erweiterung in die Samenblase (*sb*) überzugehen. Diese ist langgestreckt, keulenförmig, an ihrem caudalen Ende ventralwärts gekrümmt. Hier münden von den Seiten her die beiden Vasa deferentia (*vd*) ein.

Die Konservierung war in histologischer Hinsicht sehr ungünstig; die Epithelien zeigten sich nur stellenweise erhalten, meist waren sie aber von ihrer Unterlage abgehoben. — Im äußeren Antrum masculinum ist das Epithel völlig verloren gegangen, im inneren Antrum ist es niedrig und entbehrt der Rhabditen. Proximalwärts werden die Zellen immer flacher; auch die Basis des Peniskegels wird noch von einem Plattenepithel bedeckt, an dem Stilet hingegen fehlt ein äußerer epithelialer Überzug. Das Epithel des Ductus ejaculatorius ist in seinem distalen Abschnitt, insbesondere im Innern des Stilets, naturgemäß niedrig. Da, wo sich der äußerst kurze Körnerdrüsenang abzweigt, geht es ziemlich unvermittelt in das hohe Drüsenepithel der Körnerdrüsenblase über. Extracapsuläre Körnerdrüsen fehlen. — Im proximalen Teile des Ductus ejaculatorius wird das Epithel allmählich höher und geht so unmerklich in das der Samenblase über. In dieser flacht es sich gegen die Einmündung der Vasa deferentia hin wieder allmählich ab, und in letzterer ist es kaum wahrnehmbar, was allerdings der starken Spermaanhäufung daselbst zugeschrieben werden muß. — Alle diese Epithelien der Ausführungsgänge sind mit Cilien besetzt; nur für das Drüsenepithel der Körnerdrüsenblase vermag ich dieses Verhalten nicht mit Sicherheit zu behaupten.

Der Hautmuskelschlauch ist relativ schwach entwickelt, desgleichen die Muskulatur des äußeren Antrum masculinum. Hingegen ist die Wand des inneren Antrums, mit andern Worten die Innenfläche der Penisscheide, sehr muskulös: Zuäußerst liegt eine Schicht von Circulärfasern, darunter mehrere Lagen von Longitudinalmuskeln; teils biegen letztere an der Basis der Penisscheide um und ziehen in den Peniskegel

— es sind die Retractoren (*retr*) desselben —, teils aber setzen sie sich mit einem Muskelgeflecht (*met*) in Verbindung, welches die Körnerdrüsenblase außerhalb ihrer Eigenmuskulatur umgibt und sie so in den Penisbulbus mit einbezieht. Die letztgenannten Längsmuskelzüge sind als Retractoren der Penisscheide (*retr'*) zu betrachten.

Der Ductus ejaculatorius besitzt in seiner ganzen Ausdehnung zunächst eine Ringmuskulatur, welche im Bereich der Samenblase eine gewaltige Dicke erlangt, hingegen aber im distalen Teile des Ductus, welcher das Stilet durchzieht, äußerst flach wird und gegen die Spitze hin verschwindet. Diese Ringfaserschicht wird im Bereich der Samenblase von einer zarten Longitudinalmuskellage begleitet. Ganz regellos und verfilzt ist die Eigenmuskulatur der Körnerdrüsenblase, welche, wie schon erwähnt, außerdem noch von dem losen Muskelgeflecht des Penisbulbus umschlossen wird.

Der weibliche Copulationsapparat beginnt mit einem bauchig erweiterten Antrum femininum (*af*); diesem folgt proximalwärts einweiterter Abschnitt, die Schalendrüsenblase (*sdrb*), schließlich der Eiergang (*eig*), der caudalwärts umbiegt und die Einmündung der beiden aus je drei Säcken bestehenden Uteri (*ut*) empfängt. Die letzteren waren prall mit Eiern gefüllt, ihr Epithel daher flach, die Muscularis kaum wahrnehmbar. Die Auskleidung des Antrum femininum gleicht dem Epithel der Bauchfläche; in der Schalendrüsenblase und besonders im Eiergange ist das Epithel bedeutend höher, in letzterem mit langen Cilien besetzt. Die Muskulatur ist im ganzen Verlaufe des weiblichen Genitalkanals eine relativ schwache Ringfaserschicht.

Fam. Pericelidae Laidlaw.

Gen. *Pericelis* Laidlaw 1902.

[LAIDLAW 68, pag. 291.]

P. byerleyana (Collgw. 1876).

Synonyme: *Typhlolepta byerleyana* Collgw. 1876. [COLLINGWOOD 17, pag. 92, 93; tab. XVII, fig. 8 (Habitus). — LANG 76, pag. 616.] — *Pericelis byerleyana* Laidlaw 1902. [LAIDLAW 68, pag. 291—294, textfig. 65, 66; tab. XIV, fig. 6 (Habitus), tab. XV, fig. 15—17 (Anatomie). — 69, pag. 9 des Separatabdruckes. — MEIXNER 81a, pag. 170, 171.]

Diese Arbeit, Taf. XXV, Fig. 10 (Habitus), Taf. XXVI, Fig. 11 (Tentakel und Augenverteilung am Vorderende), Fig. 16 (Übersichts-

bild der Genitalapparate), Taf. XXIX, Fig. 3 (Medianschnitt durch dieselben).

In GRAVIERS Kollektion befand sich ein in Alkohol konserviertes Exemplar dieser Species mit der Bezeichnung: »Iles Musha, 27 Janvier 1904. Planaire trouvée sur un *Porites* du grand récif.« Weiter lag mir eine größere Anzahl von Stücken dieser Art vor, welche J. BROCK 1885 auf Korallenblöcken des Noordwachter Eilandes bei Batavia gesammelt hat. — COLLINGWOODS Exemplar stammte von Borneo, und die von LAIDLAW untersuchten Tiere wurden bei Minikoi (Ostküste des Arabischen Meerbusens) gesammelt. Wir haben es also mit einer über die ganze tropische Zone des Indischen Ozeans verbreiteten Form zu tun. Außerdem führt LAIDLAW »Rotuma« im Pacifischen Ozean als Fundort an.

Das mir vorliegende Alkoholexemplar von der Somaliküste war völlig geschlechtsreif, obwohl es bloß 18 mm in der Länge und 16 mm in der Breite maß. Hingegen zeigte ein fast doppelt so großes, BROCKsches Exemplar nur die ersten Anlagen der Genitalapparate; in des letztgenannten Material fanden sich aber auch Tiere von über 60 mm Länge und 40 mm Breite. Aber selbst bei diesen größten Stücken überschreitet die Dicke des Körpers nicht 1 mm, ausgenommen in der Medianlinie, wo der langgestreckte Pharynx einen Wulst von 2,5 mm Dicke (bei nur 3—4 mm Breite) bildet.

LAIDLAWs Habitusbild gibt — wohl infolge der primitiven Reproduktion — den Charakter des Tieres nicht gut wieder; ich habe daher von dem Alkoholexemplar der GRAVIERSchen Kollektion neuerdings eine Abbildung angefertigt, welche auf Taf. XXV, Fig. 10 in 2/1 nat. Größe wiedergegeben ist. Verglichen mit einer von BROCK nach dem Leben gefertigten Skizze, ergibt sich, daß die Konservierung an der Färbung wenig verändert hat, nur ist im Leben die Grundfarbe mehr grau (»Couleur: gris« nach GRAVIER) als gelblich. Die Unterseite ist zeichnungslos, die Oberseite hingegen bedeckt ein Netzwerk umbrabrauner Streifen, welche zwischen sich größere und kleinere, rundliche und ovale Fleckchen der Grundfarbe freilassen, so zwar, daß zwischen den großen Flecken unregelmäßige Reihen der kleineren liegen. In der Nähe der Medianlinie hingegen ist die Farbe des Netzwerkes eine intensivere, dunklere; auch die Maschen sind hier ungleich enger und kleiner, so daß der Rückenwulst als ein dunkleres Längsband sogleich ins Auge fällt.

Ein Hauptcharakteristikum der *Pericelis byerleyana* ist ferner, wie auch LAIDLAW betont, die auffallend reiche Faltung des Randes, welcher

Umstand jedenfalls mit der exzessiv geringen Dicke des Körpers im Zusammenhange steht. Bei diesen zahllosen Falten und Fältchen ist es in der Tat nicht leicht, die beiden winzigen Randtentakel aufzufinden. Nur bei wenigen Exemplaren der Brockschen Kollektion war die Faltung und Erhaltung des Vorderrandes so günstig, daß beide Tentakel zugleich sichtbar waren, und von einem dieser Stücke habe ich nach Aufhellung in Xylol die Skizze des Vorderendes (Taf. XXVI, Fig. 11) entworfen. Die Tentakel (*rt*) sind typische Pseudoceriden-Tentakel und dicht mit Augen besetzt. Auffallend ist die relativ große Distanz von der Medianlinie, welche durch eine auch von LAIDLAW beobachtete Einkerbung markiert ist. Die Marginalaugen (*mau*), welche viel zahlreicher, aber relativ kleiner sind, als LAIDLAW sie zeichnet, begleiten nicht allein den Vorderrand in unregelmäßig zwei- bis dreireihiger Anordnung, sondern finden sich bei meinen Exemplaren auch über das ganze Stirnfeld zerstreut (Frontalauge, *frau*). Hervorheben möchte ich ferner, daß die Ränder jener oben erwähnten medianen Einfaltung des Vorderrandes besonders reichlich mit Augen besetzt erscheinen. — Indes trägt nicht allein das Vorderende Augen, sondern diese finden sich auch, wenngleich spärlicher, an den Seitenrändern und am Hinterende. Diesem Verhalten verdankt die Gattung den Namen *Pericelis*. Daß außer ihr unter den Cotyleen nur noch *Anonymus* Randaugen an der ganzen Circumferenz des Körpers besitzt, ist indes meines Erachtens kein Grund, nähere verwandtschaftliche Beziehungen zu dieser Form anzunehmen. — Die Gehirnhofaugen (*cau*) habe ich — abweichend von LAIDLAWs Darstellung — stets in zwei wohlgetrennten, langgestreckten, rostrad und caudad verschmälerten Haufen angetroffen, welche am Ende des ersten Körpersechstels beiderseits der Medianlinie gelegen sind.

Gleich dahinter beginnt der Pharynx, welcher bei dem abgebildeten Exemplare nicht weniger als 10 mm Länge — also mehr als die halbe Körperlänge — erreichte, bei etwa 2,5—3 mm größter Breitenausdehnung. Auf Längs- und Querschnitten fällt sofort die den Pseudoceriden-Pharynx weit übertreffende, reiche Faltung ins Auge, so daß der Pharynx von *Pericelis* als »krausenförmig« bezeichnet werden muß. Sein Epithel ist gleich dem der Pharyngealtasche äußerst flach; eine muskulöse Mittellamelle, wie sie LANG für den kragen- und krausenförmigen Pharynx angibt, habe ich hier nicht auffinden können. Die Speicheldrüsen enthalten stark lichtbrechende Körnchen, die sich mit Eosin lebhaft rot, mit VAN GIESON intensiv gelb färben. Zwischen diesen Drüsen findet sich aber eine zweite Art von Drüsen, deren Secret

mit Hämatoxylin eine hellblaue Färbung annimmt; diese und das viel stärkere Lichtbrechungsvermögen lassen die cyanophilen Secrettröpfchen leicht von Muskel- und Parenchymkernen unterscheiden. Die Mundöffnung liegt etwa in der Mitte der Bauchfläche. Der Darm ist, wie ja bei der flachen Gestalt des Tieres im vorhinein zu erwarten war, reich verästelt. Auf Sagittalschnitten konnte ich zahlreiche, deutliche Anastomosen nachweisen.

Die Genitalöffnungen liegen ganz dicht hintereinander (Taf. XXIX, Fig. 3), in einer gemeinsamen Einsenkung der Ventralseite, dicht hinter dem caudalen Ende des Pharynx, nur 4—5 mm vom Hinterende entfernt. LAIDLAW fand bei einem seiner Exemplare die Genitalporen 2,5 mm voneinander entfernt; ich glaube dieser Differenz der Befunde keine große Bedeutung beimessen zu müssen; die gemeinsame Einsenkung der Ventralseite bei meinem Untersuchungsobjekt ist wohl nur eine zufällige, durch die starke Kontraktion bedingte; die relative Entfernung der beiden Poren voneinander dürfte individuellen Schwankungen unterliegen.

Genitalapparate: Die männliche Geschlechtsöffnung ist ein winziger Porus und der distale Abschnitt des Antrum masculinum (*am*) sehr schmal und flachgedrückt, spaltförmig, aber jedenfalls einer bedeutenden Erweiterung fähig. Das Epithel ist in diesem Teile kubisch, mit rundlichen Kernen und ziemlich langen Cilien ausgestattet. Weiter nach vorn zu nimmt die Höhe der Epithelzellen ab, und im proximalen Abschnitt des Antrums, in welchem der Penis gelegen ist, finden wir ein ebenso flaches Epithel wie auf der Oberfläche des Peniszapfens. Hinsichtlich dessen Form sowie bezüglich des Verlaufes des Ductus ejaculatorius und der Vasa deferentia bin ich allerdings zu andern Resultaten gelangt als LAIDLAW und habe meine auf sorgfältigen Rekonstruktionen beruhenden Befunde auf Taf. XXVI, Fig. 16 und Taf. XXIX, Fig. 3 dargestellt. Die Differenzen würden ausreichen, eine spezifische Verschiedenheit meiner Exemplare und jener LAIDLAWs anzunehmen, wenn die Darstellung des Genannten nicht eine sehr schematische Skizze nach Beobachtungen an einer Querschnittserie wäre. Gerade bei Verwendung solcher aber kann nur eine genaue Rekonstruktion zur Erkenntnis der tatsächlichen Form- und Lageverhältnisse führen!

Der Penis ist ein nicht weniger als 1,1 mm langer, cylindrischer, erst dicht vor seinem distalen Ende konisch zugespitzter Zapfen, welcher, der Bauchfläche ziemlich parallel, im proximalen Abschnitte des Antrums liegt und denselben nahezu ausfüllt. Dicht an seiner Insertionsstelle ist die Achse des Penis unter einem rechten Winkel gebogen, so daß

seine Basis ebenfalls der Bauchfläche parallel zu liegen kommt. Dieses Verhalten ist leicht erklärlich, wenn man bedenkt, daß der Ductus ejaculatorius (*dej*) von hinten und unten her sich der Penisbasis nähert. Im Peniszapfen wird er gegen die Spitze hin enger und zeigt einen etwas unregelmäßig spiraligen Verlauf. Sein Epithel besteht aus mäßig hohen Cylinderzellen mit etwas in die Länge gestreckten Kernen und sehr langen Cilien. Auf eine kurze Strecke hin, in der Gegend, wo der Ductus ejaculatorius ziemlich senkrecht dorsalwärts steigt, zeigt das Epithel drüsigen Charakter (*kdrep*): kleine, lebhaft glänzende Körnchen, welche sich ähnlich tingieren wie das erythrophile Speicheldrüsensecret, werden hier in das Lumen entleert. Auch LAIDLAW beobachtete am rostralen Ende des Penis »glandular cells« mit »granular secretion«. Eine besondere, deutlich abgesetzte Körnerdrüsenblase fehlt *Pericelis byrleyana* gänzlich, desgleichen konnte ich extracapsuläre, im Mesenchym außerhalb der Muskulatur gelegene Körnerdrüsen nicht entdecken. — Der Ductus ejaculatorius zeigt weiterhin vor seinem Eintritt in den Peniszapfen einen besonders dicken Muskelbelag, so daß dieser Abschnitt, obgleich sein Lumen keine erhebliche Erweiterung zeigt, als Samenblase (*sb*) in Anspruch genommen werden muß. — Im Peniszapfen hingegen ist die Muskulatur des Ductus ejaculatorius eine ganz schwache Circularfaserschicht, und ein Querschnitt durch den Penis ergibt ein viel komplizierteres Bild als man nach den Angaben LAIDLAWs denken könnte. Die Außenwand zeigt wie im Epithel, so auch in der Muskulatur völlige Übereinstimmung mit der Wand des Antrum masculinum. Unter dem Epithel liegt nämlich eine aus einer einzigen Lage bestehende Ringmuskulatur, auf welche nach innen zu zwei bis drei Lagen von Longitudinalfasern folgen. Diese Verhältnisse sind besonders deutlich zu erkennen an Stellen, wo der sagittal durch das Tier geführte Schnitt die Muskulatur des Penis oder des Antrums tangential anschneidet. Im Penis liegen die Fasern dichter und sind zahlreicher als im Antrum. — Radiäre Muskeln fehlen gänzlich. Der Raum zwischen der Muskulatur des Ductus ejaculatorius und der Peniswand wird erfüllt von Mesenchymgewebe mit zahlreichen runden Kernen. Nur Longitudinalmuskeln durchziehen dasselbe, hauptsächlich in den peripheren Partien. Sie lösen sich von der Längsmuskelschicht der Peniswand ab, bilden, die Penisbasis durchziehend, U-förmige Schlingen und gehen anderseits wieder in die Längsmuskelschicht der Antrumwand über. Es sind die Retractoren (*retr*) des Penis.

Betrachten wir die proximaleren Partien des männlichen Genitalapparates (Taf. XXVI, Fig. 16), so sehen wir die Vasa deferentia (*vd*)

von ihrer Einmündungsstelle in die Samenblase ab zu beiden Seiten der Medianlinie caudalwärts ziehen, wobei ihre Muskulatur allmählich reduziert wird. Als bald aber biegen sie fast rechtwinkelig nach den Seiten hin ab und wenden sich im Bogen wieder rostralwärts, um in die großen Samenkanäle (*grsc*) überzugehen. Dieselben zeigen eine auffallend reiche »Inselbildung«. Die »Arme« sind von ungleicher Dicke; man unterscheidet leicht den medialsten als »Hauptarm« gegenüber den lateraler gelegenen »Nebenarmen«. Das ganze so entstehende Netz liegt ziemlich in einer Ebene, nahe der Ventralseite, jedenfalls unterhalb der Darmastschicht. Die Hoden hingegen liegen dorsal von derselben, dicht unter der Schicht der Pigmentzellen, welche ihrerseits unter der Rückenmuskulatur sich vorfinden. Die Hoden stehen durch senkrechte, in den Dissepimenten verlaufende Capillarkanälchen direkt mit dem Maschenwerk der großen Samenkanäle in Verbindung; an einigen Stellen wenigstens konnte ich dieses Verhalten deutlich erkennen. — Der männliche Genitalapparat befand sich in voller Reife, und die großen Samenkanäle waren an vielen Stellen von Sperma-massen erfüllt.

Nicht minder interessant und spezifisch charakteristisch sind bei *Pericelis byerleyana* die weiblichen Genitalorgane. Dicht hinter der männlichen Geschlechtsöffnung führt der viel größere weibliche Genitalporus in das Antrum femininum (*af*), dessen Epithel von dem der Bauchseite des Tieres nicht merklich differiert. Das Antrum erweitert sich als bald zu einer discusförmigen Blase, der Schalendrüsenblase (*sdrb*). Daran schließt sich proximalwärts der Eiergang (*eig*), dessen Flimmer-epithel aus hochcylindrischen Zellen besteht und in Falten gegen das Lumen vorspringt; er steigt erst ziemlich senkrecht dorsalwärts, krümmt sich nahe der Rückenfläche des Tieres wieder ventralwärts und gabelt sich schließlich in die beiden Uteri (*ut*), die in ganz ähnlicher Weise im Bogen nach vorn verlaufen, wie die großen Samenkanäle, welchen sie dorsal dicht aufliegen, oft sogar in gleicher Höhe mit einzelnen Nebenarmen derselben sich hinziehen. Die Uteri liegen mithin ebenfalls ventral von der Darmastschicht, sind aber im Gegensatz zu den großen Samenkanälen auf die hintere Körperhälfte beschränkt. Von den Uteruskanälen steigen eine Anzahl kleiner Gänge dorsalwärts, welche nach kurzem Verlaufe zu kugeligen Blasen sich erweitern, den sog. »Uterusdrüsen« (*utdr*). Ich zählte deren auf der rechten Körperseite 16¹, die Anordnung scheint aber, soweit ich sie auf der linken Seite verfolgen

¹ LAIDLAW fand auf der einen Seite elf; jedenfalls variiert die Anzahl der Uterusdrüsen individuell.

konnte, ganz symmetrisch zu sein, so daß wir 16 Paare annehmen dürfen. Das Epithel dieser Blasen ist ausgesprochen drüsiger Natur; ihr Inhalt besteht aus je einem Bündel von Spermatozoen, die meist regelmäßig nebeneinander liegen, mit den Schwanzfäden gegen den Eingang der Blase gewendet, so daß es den Eindruck macht, als wären sie gleichzeitig in großen, dichtgedrängten Haufen, »Kopf« voran, in die Uterusdrüse eingedrungen. Offenbar stellen diese letzteren Receptacula seminis dar, in welchen die Spermatozoen durch das vom Drüsenepithel abgeschiedene Secret ernährt werden; dieses liegt stets in Menge den Spermatozoenbündeln an. Unreife Eier habe ich in den Uterusdrüsen niemals angetroffen; indes berechtigt dieser negative Befund zu keinen Schlüssen, da mein Untersuchungsobjekt sich noch nicht im Zustande weiblicher Reife befand. Die Uteri sind noch leer; ihr Epithel ist nicht von gleichmäßiger Höhe, sondern ähnlich dem des Eierganges in Längsfalten vorspringend; meist sind bloß vier solcher Längsriefen vorhanden, so daß der Querschnitt des Lumens eine quadratische Figur mit mehr oder minder ausgezogenen Ecken bildet. In der Mitte dieser Quadratseiten sind die Epithelzellen am höchsten und von kolbiger Gestalt, feine Körnchen enthaltend, so daß an dem drüsigen Charakter derselben kein Zweifel besteht. Ich vermute, daß die »yolk-glands« LAIDLAWs damit identisch sind; er hatte wohl ein späteres Reifestadium vor sich, bei welchem das Uterusepithel nicht mehr deutlich im Zusammenhange zu erkennen war, so daß die oben genannten Drüsenzellen in isolierten Gruppen aufzutreten schienen. Es sind aber wohl nur drüsig modifizierte Zellen des Uterusepithels. — Was die Muskulatur der Uteri betrifft, so ist dieselbe ebenso wie die der Anhangsblasen nur schwach entwickelt. Die Ovarien, welche gleich den Hoden dorsal, aber mehr medial liegen, enthielten bei meinem Objekt noch keine reifen Eier, und waren dementsprechend klein, Eileiterkanäle noch nicht zu beobachten.

Es sei mir schließlich gestattet, auf Grund der histologischen und anatomischen Befunde einige Mutmaßungen über die Funktion der Genitalapparate von *Pericelis* zu äußern. Jedenfalls ist unsre Form sehr ausgesprochen proterandrisch; die Ovarien befinden sich noch auf einem sehr frühen Stadium der Entwicklung zu einer Zeit, da das Tier bereits in voller männlicher Reife sich befindet. Trotzdem vermag es zu dieser Zeit bereits sowohl als ♂ wie als ♀ zu fungieren; denn die weiblichen Ausführungswege sind bereits wohl entwickelt. Zweifellos findet eine regelrechte Begattung statt, worauf der Bau des jeglicher Stiletbildung entbehrenden Penis hinweist. Das Sperma gelangt aus

dem Antrum femininum durch den Eiergang in die Uteri, deren Epithel ebenfalls Cilien trägt, und von da in die »Uterusdrüsen«, wo es nun, durch das Secret derselben am Leben erhalten, die Zeit erwartet, bis die Eier aus den Ovarien gereift entlassen werden und durch die Uterusgänge herabkommen; nun kann möglicherweise ein Paar von Uterusdrüsen nach dem andern seinen Inhalt durch Muskelkontraktion wieder in das Uteruslumen entleeren, woselbst jedenfalls die Besamung der reifen Eier erfolgt, die dann beim Passieren der obengenannten discussförmigen Schalendrüsenblase ihre Hüllen erhalten. Es würde dann eine einzige Begattung für die Befruchtung mehrerer Eiablagen ausreichen.

Dicht hinter der weiblichen Geschlechtsöffnung liegt der Saugnapf (*sn*), im Verhältnis zur Größe des Tieres sehr klein und muskelschwach, so daß er selbst am aufgehellten Tiere kaum zu erkennen ist. Auf Schnitten erscheint er als ein flachcyklindrischer Vorsprung mit hohen, sehr dünnen Epithelzellen und etwas schwächerer Basalmembran, an welche die Retractormuskeln (*snretr*) sich ansetzen. Leicht in die Augen fallend sind die am Rande der Haftscheibe ausmündenden Drüsen (*sndr*), deren Secret, obgleich ebenfalls eosinophil, von den in der Nähe befindlichen Schalendrüsen sich durch geringeres Lichtbrechungsvermögen auszeichnet; es sind weiterhin bei den Saugnapfdrüsen keine diskreten Körnchen zu beobachten, sondern das Secret findet sich vielmehr in unregelmäßigen Klümpchen; es dürfte wohl beim lebenden Tiere zähflüssig sein und einen luftdichten Anschluß der Saugnapfränder an die Unterlage bewirken.

Wenn wir nach dem Gesagten nach der Stellung der *Pericelis byerleyana* im Polycladen-System forschen, so müssen wir gestehen, daß diese Art eine sehr isolierte Stellung unter den *Cotylea* einnimmt, und werden uns der Auffassung LAIDLAWs, welcher für sie eine eigne Familie aufstellt, anschließen. Hingegen kann ich an eine nähere Verwandtschaft der Pericelidae mit den Anonymidae trotz der von LAIDLAW ins Feld geführten Gründe nicht glauben. — An die Pseudoceriden erinnern die Form der Randtentakel und der krausenförmige Pharynx, der ja nur eine kompliziertere Form des kragenförmigen darstellt. An die Euryleptiden wiederum gemahnt der Bau des weiblichen Genitalapparates.

So erscheint es mir vorläufig am besten, die Periceliden zwischen Pseudoceriden und Euryleptiden einzureihen.

Fam. Prosthiostomidae Lang.

Gen. Prosthiostomum Qtrf. 1845.

Literatur, soweit sie von LANG noch nicht berücksichtigt wurde:

ULJANIN 113, CARUS 7, VON GRAFF 53, LO BIANCO 79, VERRILL 117*, GIRARD 47*, HALLEZ 58, VERRILL 118, PLEHN 91, 92*, PRUVOT 97, FRANCOTTE 30, LO BIANCO 80, LAIDLAW 68*, 70*, 72*, 74*, MEIXNER 81a*.

Pr. siphunculus (Chiaje 1841).

Synonyme: s. LANG 76, pag. 595. — Hierzu als Ergänzung: *Prosthiostomum elongatum* Qtrf. 1845. [ULJANIN 113, pag. 37—41, tab. VI, fig. 7—9; tab. VII, fig. 1, 2 (Anatomie).] — *Prosthiostomum siphunculus* Lang 1884. [LANG 76, pag. 595—601; tab. V, fig. 3 (Habitus des lebenden Tieres); tab. XXIV, fig. 5; tab. XXVIII, fig. 2, 4—10; tab. XXIX, fig. 1, 5, 6, 12 (Anatomie); tab. XXX, fig. 20 (Schema der Genitalapparate). — CARUS 7, pag. 157. — VON GRAFF 53, pag. 342. — LO BIANCO 79, pag. 399. — 80, pag. 478. — PRUVOT 97, pag. 20. — FRANCOTTE 30, pag. 190—239, tab. XIV, fig. 1, 2, 5, 6, 9, 11; tab. XV, fig. 3, 4, 7, 8, 10, 12; tab. XVI, fig. 14, 15 (Ontogenie). — LAIDLAW 68, pag. 302. — MEIXNER 81a, pag. 171.

Diese Arbeit, Taf. XXV, Fig. 12 (Habitus eines Alkoholexemplares).

Das einzige Exemplar dieser Art, welches sich in der GRAVIERSchen Kollektion vorfand, wurde am 26. Februar 1904 am »Récif du Météor« bei Djibouti in 20 m Meerestiefe gedredgt.

Es ist oblong-oval, am Vorder- und Hinterende gleichmäßig abgerundet; 9 mm lang, 3,5 mm breit und in der Medianlinie 0,6 mm dick, in den randlichen Partien ein wenig dünner.

Die Färbung war im Leben nach GRAVIER »gris uniform«; im Alkohol (Taf. XXV, Fig. 12) ist sie blaß gelblich-fleischfarben, am Rande rein gelblich. Sowohl auf der Dorsalseite als auch insbesondere auf der Ventralseite findet sich am Beginne des zweiten Körperdrittels ein dunkelgrauer Fleck, der die Lage der Schalendrüsen verrät. Etwas rostral davon bemerkt man auch auf der Dorsalseite in der Medianlinie einen hellen Streif, die Pharyngealtasche, welche nach Ausstoßung des Pharynx eingesunken ist, so daß sich auf der Bauchfläche eine flache Rinne gebildet hat.

Die Augenstellung entspricht am meisten LANGS textfig. 51 E¹; nur finden sich bei dem mir vorliegenden Exemplare vor den beiden

¹ LANG 76, pag. 600.

paarigen Gehirnhofaugen-Gruppen noch einige Frontalauge in der Nähe der Medianlinie; ich möchte indes auf diese kein besonderes Gewicht legen.

Die Lage der Genitalöffnungen stimmt, die Kontraktion des konservierten Tieres in Betracht gezogen, ganz mit LANGS Angaben überein. Der männliche Genitalporus liegt etwa 3 mm, der weibliche 3,5 mm und der Saugnapf 4 mm vom Vorderende entfernt, letzterer also noch etwas vor der Körpermitte.

Der innere anatomische Bau, den ich auf Sagittalschnitten untersuchte, zeigt desgleichen große Übereinstimmung mit den Befunden LANGS und seiner Vorgänger. War auch die Erhaltung der Gewebe des mir vorliegenden Exemplares eine sehr ungünstige, so konnte ich doch wenigstens die Morphologie der Genitalapparate hinreichend genau feststellen, um die spezifische Identität mit *Pr. siphunculus* als gesichert betrachten zu dürfen. Von geringen Lageabweichungen, die sich ungezwungen auf Kontraktionsunterschiede zurückführen lassen, abgesehen, kann ich bezüglich der Copulationsapparate vollständig auf LANGS Schema¹ verweisen.

Die geographische Verbreitung von *Pr. siphunculus* scheint eine sehr große zu sein und sich auf Küsten von sehr verschiedenem Klima zu erstrecken. LANG² und LAIDLAW³ führen diese Art aus der Adria und dem westlichen Mittelmeerbecken, ferner aus dem Canal la Manche⁴ an und übersahen die Angabe ULJANINS⁵ über das Vorkommen im Schwarzen Meere. Nun liegt *Pr. siphunculus* auch von der Somaliküste vor.

Pr. lineatum Meixner 1907.

[MEIXNER 81a, pag. 171.]

Diese Arbeit, Taf. XXV, Fig. 13 (Habitus des Vorderendes), Taf. XXVI, Fig. 10 (Augenverteilung), Taf. XXIX, Fig. 4 (Genitalapparate, Medianschnitt).

Auch von dieser *Prosthiosomum*-Art liegt leider nur ein einziges Exemplar vor, gefunden auf einem *Porites* bei der Insel Musha, am 26. Januar 1904.

¹ LANG 76, tab. XXX, fig. 20.

² LANG 76, pag. 625.

³ LAIDLAW 68, pag. 302.

⁴ HALLEZ 58, pag. 235, führt als Fundorte im Mittelmeer Banyuls und Port Vendres, ferner Ile de Brehat bei St. Brioux an. Der nordfranzösischen Küste soll *Pr. siphunculus* indes fehlen.

⁵ ULJANIN 113, pag. 39.

Das Tierchen war im konservierten Zustande sehr zusammengeknäuel't und seine Ränder stark dorsalwärts aufgebogen.

Der Körper erscheint sehr konsistent, ein Ausbreiten in toto war gänzlich unmöglich; so habe ich mich darauf beschränkt, das Vorderende abzutrennen und auf Taf. XXV, Fig. 13 abzubilden.

Gestalt: Die Länge des Alkoholexemplares beträgt, ausgestreckt gedacht, ungefähr 10 mm oder etwas darüber, die Breite etwa 3,5 mm. Letztere ist allenthalben ziemlich gleich. Das Vorderende ist flach gerundet, das Hinterende eingerollt, so daß seine Form nicht wohl zu erkennen ist.

Die Farbe des lebenden Tieres bezeichnet GRAVIER als »grisbrun«. Das Alkoholexemplar ist schwärzlichgrau, an den Rändern und beiderseits der Medianlinie mehr gelblichbraun. Diese Farbenverteilung erstreckt sich gleichmäßig über die ganze Rückenfläche. Ausgezeichnet aber ist *Pr. lineatum* vor allem durch eine scharf begrenzte dunkel-purpurrote Medianlinie; diese ist bloß 0,1 mm breit, beginnt 0,15 mm hinter dem Stirnrande und reicht bis an das Hinterende, soweit ich dieses verfolgen kann. Über dem Gehirn findet eine nur 0,2 mm lange Unterbrechung statt, welche nur am aufgehellten Tiere (Taf. XXVI, Fig. 10) wahrgenommen werden kann. Diese purpurrote Medianlinie unterscheidet unsre Art leicht von den übrigen *Prosthlostomum*-Arten. Auch mit *Pr. nationalis* Plehn¹, welches ebenfalls einen scharfbegrenzten Medianstreifen besitzt, kann sie nicht verwechselt werden, wenn man dessen viel erheblichere Breite, seine Längsausdehnung, Gestalt und Farbe in Betracht zieht. Auch mangeln *Pr. lineatum* die hellbraunen Flecke, welche sich bei *Pr. nationalis* am Vorderende und beiderseits des Medianstreifs finden. — Die Bauchseite ist gleich dem Rücken schwärzlichgrau, mit gelbbraunen, unscharf begrenzten Rändern.

Augen (Taf. XXVI, Fig. 10): Das Gehirn (*g*) liegt etwa 1 mm vom Stirnrand entfernt und ist deutlich zweilappig. Ihm aufgelagert sind zwei (paarige) Gruppen von je drei bis vier größeren Cerebralaugen (*cau*), denen caudad wie rostrad eine größere Anzahl kleinerer Augen sich anreihen. Die vor dem Gehirn gelegenen (Frontalaugen, *frau*) bilden einen unpaaren Haufen. Die Marginalaugen (*mau*) umsäumen in unregelmäßig zwei- bis dreireihiger Anordnung den flachen Stirnrand und reichen caudalwärts nicht über die Höhe des Gehirns hinaus.

Die Mundöffnung liegt dicht hinter dem Gehirn, der Pharynx erstreckt sich caudad bis nahezu zur Körpermitte.

¹ PLEHN 92, pag. 8—9, tab. fig. 4.

Die Genitalporen sind getrennt: der männliche befindet sich ziemlich genau im Centrum der Bauchfläche, der weibliche 0,9 mm dahinter.

Die Hoden liegen in großer Zahl dicht über dem ventralen Hautmuskelschlauch, die Ovarien nahe der dorsalen Körperfläche.

Genitalapparate: Die großen Samenkanäle lassen kaum etwas muskulösere Endabschnitte (*Vasa deferentia*, *vd*) erkennen, welche die äußerst dicke Muskelwand der Samenblase (*sb*) durchbrechen; letztere ist von ovaler Gestalt, am rostralen Pole allmählich zugespitzt und geht hier in den Ductus ejaculatorius (*dej*) über. Dieser verläuft rostrad und nimmt bald nach seinem Ursprung die ausführenden Kanäle der für das Genus *Prosthlostomum* so charakteristischen accessorischen Samenblasen (*accsb*) auf. Diese sind äußerst muskulös, ihr Lumen relativ sehr klein, wenig weiter als ihre Ausführungsgänge, welche im Gegensatz zu *Pr. siphunculus* eine äußerst geringe Länge besitzen. Auch der Ductus ejaculatorius selbst ist im Vergleich mit der genannten Art sehr kurz. Der Penis zeigt die für die Gattung charakteristische, hakig-gebogene Form und ist in seinem absteigenden, bereits etwas nach hinten gekrümmten Schenkel mit einem Stilet (*st*) bewaffnet. Das Antrum masculinum zerfällt durch eine hohlkegelförmige Ringfalte (Penisscheide, *ps*) in zwei Abschnitte: der proximale (Antrum masculinum internum, *ami*) entspricht in seiner Form ungefähr der des Peniszapfens, sein Epithel ist im allgemeinen flach, mit Ausnahme jener Stelle, welche die Körnerdrüse repräsentiert; hier findet sich ein secretorisches Cylinderepithel (*kdrep*). Dieses bildet indes nicht, wie bei *Pr. siphunculus*, einen geschlossenen Ring dicht oberhalb der Penisscheide¹, sondern nur einen Halbring an der caudalen Wand. Der distale Abschnitt des Antrum masculinum (*A. m. externum*, *ame*) ist äußerst kurz im Vergleich zu *Pr. siphunculus*, was allerdings, zum Teil wenigstens, den Kontraktionsverhältnissen zugeschrieben werden mag. — Im ganzen betrachtet, können wir bei *Pr. lineatum* eine relativ gedrungene Gestalt des männlichen Genitalapparates feststellen. Ein weiteres Merkmal liegt in der Ausbildung der Körnerdrüse.

Der weibliche Genitalapparat befindet sich in voller Reife. Die sackförmigen, bereits prall mit Eiern gefüllten Uteri (*ut*) vereinigen sich oberhalb des weiblichen Genitalporus, so daß der ganze unpaare Abschnitt der weiblichen Geschlechtswege zur Bauchfläche des Tieres senkrecht steht und daher sehr kurz und gedrunge gebaut ist. Der

¹ Vgl. LANG 76, tab. XXX, fig. 20 *kd*.

Eiergang (*eig*), dessen Epithel distalwärts an Höhe beträchtlich zunimmt, erweitert sich plötzlich zu einer discusförmigen Schalendrüsensblase (*sdrb*). Auffallend ist der Unterschied im Verhalten der einmündenden Schalendrüsens dem Eosinfarbstoffe gegenüber: während die der dorsalen Wand der Blase zugehörigen Secretstraßen sich lebhaft rot tingieren, wie es für die Schalendrüsens Regel ist, nehmen die in die ventrale Wand einmündenden diese Färbung nicht an, sondern erscheinen je nach ihrer Lichtdurchlässigkeit dunkelgelb bis schwarzgrau; im optischen Verhalten ist zwischen beiden kein Unterschied bemerkbar. Jedenfalls können wir aber aus der verschiedenen Färbbarkeit auf chemische und wohl auch physiologische Differenzen schließen; über die Art derselben kann ich allerdings nicht einmal eine Vermutung aufstellen. — Das Antrum femininum ist kurz und weit.

Der weibliche Copulationsapparat zeigt, mit *Pr. siphunculus* verglichen, eine große Übereinstimmung der topographischen Verhältnisse. Die geschilderte Differenzierung der Schalendrüsens indes konnte ich bei dem mir vorliegenden und vorbeschriebenen Exemplare von *Pr. siphunculus* nicht konstatieren.

Der Saugnapf (*sn*) liegt 0,5 mm hinter der weiblichen Geschlechtsöffnung. Er ist ausgekleidet von einem Cylinderepithel, dessen Zellen insbesondere in der Mitte der Bodenfläche eine ansehnliche Höhe erreichen und hier drüsiger Natur sind. Ihre distalen Partien sind erfüllt von feinen erythrophilen Körnchen. Hingegen vermisste ich die im Parenchym liegenden Randdrüsens, welche sonst dem Cotyleen-Saugnapf eigen sind. — Die Retractoren (*snretr*) inserieren bei *Pr. lineatum* hauptsächlich an der Peripherie des Saugnapfes, während bogenförmige Muskeln denselben überdecken und wohl seine Abflachung bewirken.

Faunistische Schlußbemerkungen.

Die im vorstehenden beschriebenen 13 Polycladen-Arten, welche GRAVIER im Golfe von Tadjourah gesammelt hat, verteilen sich auf folgende Familien und Genera:

Acotylea:	{	Planoceridae: 4 Spec. (<i>Stylochus</i> : 3 Spec., <i>Noto-</i>
		<i>plana</i> : 1 Spec.);
		Leptoplanidae (<i>Leptoplana</i>): 2 Spec.;
Cotylea:	{	Latocestidae: (<i>Latocestus</i>): 1 Spec.;
		Pseudoceridae (<i>Pseudoceros</i>): 3 Spec.;
		Pericelidae (<i>Pericelis</i>): 1 Spec.;
		Prosthiostomidae (<i>Prosthiostomum</i>): 2 Spec.

Wir sehen mithin alle artenreicheren Familien mit Ausnahme der Cestoplaniden und Euryleptiden vertreten; auffallend ist das Fehlen der letzteren Familie, sowie der in den tropischen Meeren zahlreich vertretenen Genera *Planocera* und *Thysanozoon*. Indes muß betont werden, daß GRAVIER nur in den ersten 3 Monaten des Jahres im Golfe von Tadjourrah nach Polycladen forschte, und daß diese weiterhin nicht den Hauptzweck seiner Sammeltätigkeit bildeten. So mögen ihm viele, wahrscheinlich sogar die Mehrzahl der an der Somaliküste heimischen Polycladen-Arten entgangen sein. Aus diesem Grunde ist es unmöglich, sich von dem Charakter der Polycladen-Fauna des Golfes von Tadjourrah auch nur ein annähernd richtiges Bild zu machen.

Faunistisch interessant erscheint das Vorkommen der bereits an mehreren, weit auseinander liegenden Punkten der Tropenzone des Indischen und des Pacifischen Ozeans aufgefundenen *Leptoplana subviridis* und *Pericelis byerleyana*, für welche Arten die Somaliküste wahrscheinlich die Ostgrenze ihrer Verbreitung bildet. — Besonders bemerkenswert ist weiter die Auffindung des *Prosthiostomum siphunculus* im Golfe von Tadjourrah; wenn man bedenkt, daß diese zuerst aus dem Mittelmeere beschriebene Art später einerseits im Ärmelkanal, andererseits im Schwarzen Meere konstatiert wurde, so muß man auf ein verhältnismäßig großes Wanderungsvermögen dieses Tieres, bzw. seiner Larve schließen. Eine Besiedelung der ostafrikanischen Küste durch *Pr. siphunculus* kann aber kaum anders als auf dem Wege durch den Suezkanal stattgefunden haben, war also erst seit dem Jahre 1869 möglich.

Graz, im Mai 1907.

Literaturverzeichnis¹,

nach den Autoren alphabetisch geordnet.

- *1. E. A. ANDREWS, Notes on the Fauna of Jamaica. John Hopkins Univ. Circulars. Vol. XI. Baltimore 1892.
- *2. C. APSTEIN, Die während der Fahrt zur Untersuchung der Nordsee vom 6.—9. August 1889 zwischen Norderney und Helgoland gesammelten Tiere. VI. Ber. Comm. Untersuch. der deutschen Meere in Kiel. Kiel 1893.
3. V. AUDOUIN in: J. C. SAVIGNY, Description de l'Égypte. II. éd., Tom. XXII: Histoire naturelle. Zoologie. Planches de Zoologie: Vol. II: Annélides. Paris 1827.
4. D. BERGENDAL, Studien über nordische Turbellarien und Nemertinen. Ofversigt Kgl. Vetensk.-Akad. Förhandl. 1890. Stockholm 1890.
5. D. DE BLAINVILLE, Dictionnaire des Sciences naturelles. Art. Planaire: Tom. XLI (1826), Art. Vers. Tom. LVII (1828); Planches, 2. partie: Règne organisé, Zoologie: Vers et Zoophytes. Paris 1816—1830.
6. P. BUSQUET, Les êtres vivants, Organisation — Evolution. Paris 1899.
7. J. V. CARUS, Prodromus faunae mediterraneae. Vol. I. Stuttgart 1885.
8. T. F. CHEESEMAN, On two new Planarians from Auckland Harbour. Transact. and Proceed. New Zealand Institute 1882. Vol. XV. Wellington 1883.
9. C. M. CHILD, Studies on Regulation. IV. Some Experimental Modifications of Form-Regulation in Leptoplana. Journ. of Exper. Zool. Vol. I. Baltimore 1904.
10. — V. The Relation between the Central Nervous System and Regeneration in Leptoplana: Posterior Regeneration. Ibid., Vol. I. Baltimore 1904.
11. — VI. The relation between the Central Nervous System and Regeneration in Leptoplana: Anterior and Lateral Regeneration. — Ibid., Vol. I. Baltimore 1904.
12. — VII. Further Experiments on Form Regulation in Leptoplana. Ibid. Vol. II. Baltimore 1905.
13. — Contributions toward a Theorie of Regulation. I. The Significance of the Different Methods of Regulation in Turbellaria. Arch. f. Entw.-Mech., XX. Bd. Leipzig 1906.

¹ Die mit * versehenen, übrigens für die vorliegende Arbeit völlig belanglosen Publikationen waren mir nicht zugänglich, doch konnte ich ihren Inhalt aus den kurzen Referaten in: BRONNS Klassen und Ordnungen des Tierreichs (IV. Bd. Vermes. Turbellaria bearbeitet von Prof. Dr. L. VON GRAFF, pag. 1735—1901, 1985—2003) entnehmen; der vorzüglichen Zusammenstellung der gesamten Turbellarien-Literatur, welche VON GRAFF daselbst bringt, verdanke ich auch in erster Linie die, wie ich hoffe, nahezu erreichte Vollständigkeit meiner Literaturangaben.

14. ED. CLAPARÈDE, Recherches anatomiques sur les Annélides, Turbellariés, Opalines et Grégariens observés dans les Hébrides. Mém. de la Soc. de Physique et d'Hist. nat. de Genève. Tom. XVI. Genève 1861.
15. — Beobachtungen über Anatomie und Entwicklungsgeschichte wirbelloser Tiere an der Küste von Normandie angestellt. Leipzig 1863.
16. — Glanures zootomiques parmi les Annélides de Port-Vendres (Pyrénées orientales). Mém. de la Soc. de Physique et d'Hist. nat. de Genève. Tom. XVII, part. II. Genève 1864.
17. C. COLLINGWOOD, On thirty-one species of Marine Planarians collected partly by the late Dr. KELAART, F. L. S., at Trincomalee, and partly by Dr. COLLINGWOOD, F. L. S., in the Eastern Seas. Transact. Linn. Soc. of London, 2. ser. Zoology. Vol. I. London 1876.
18. V. CZERNIAWSKY, Materialia ad Zoographiam ponticam comparatam. Fasc. III. Vermes. Bull. Soc. Imp. des Naturalistes de Moscou. Année 1880. Tom. LV, part. II. Moscou 1880.
19. K. W. DALLA TORRE, Die Fauna von Helgoland. Zool. Jahrb., Suppl. II. Jena 1889.
- *20. J. G. DALYELL, The powers of the creator, displayed in the creation. Vol. II. London 1853.
21. S. DELLA CHIAJE, Descrizione e notomia degli animali invertebrati della Sicilia citeriore osservati vivi negli anni 1822—1830. Napoli 1841.
22. C. M. DIESING, Helminthologische Beiträge. Nova Acta Acad. Leop.-Car. Nat. Cur., Tom. XVIII. Bonn 1836.
23. — Systema Helminthum. Vol. I. Vindobonae 1850.
24. — Revision der Turbellarien. Abtheilung Dendrocoelen. Sitzungsber. math.-naturwiss. Cl. Acad. d. Wiss. zu Wien, XLIV. Bd., I. Abthlg., Jahrg. 1861. Wien 1862.
25. CHR. G. EHRENBERG in: HEMPRICH et EHRENBERG, Symbolae physicae. Animalia evertibrata exclusis insectis recensuit Dr. C. G. EHRENBERG. Series prima cum tabularum decade prima. Berolini 1831.
26. — Die Acalephen des Rothen Meeres und der Organismus der Medusen der Ostsee erläutert und auf Systematik angewendet. Abhandl. d. Berliner Akad. aus d. Jahre 1835. Berlin 1836.
- *27. P. FRANCOÏTE in: ED. VAN BENEDEEN, Compte rendu sommaire des recherches entreprises à la Station biologique d'Ostende pendant les mois d'été 1883. Bull. Acad. Roy. de Belgique, 3. sér., Tom. VI. Bruxelles 1883.
28. — Quelques essais d'embryologie pathologique expérimentale. Ibidem, 3. sér., Tom. XXVII. Bruxelles 1894.
29. — Recherches sur la maturation, la fécondation et la ségmentation chez les Polyclades. Mém. cour. Acad. Roy. de Belgique, Tom. LV. Bruxelles 1897.
30. — Recherches sur la maturation, la fécondation et la ségmentation chez les Polyclades. Arch. Zool. expér., 3. sér., Tom. VI. Paris 1898.
31. F. W. GAMBLE, Contributions to a Knowledge of British Marine Turbellaria. Quart. Journ. Mic. Sc., New Ser., Tom. XXXIV. London 1893.

- *32. F. W. GAMBLE, Report on the Turbellaria of the L. M. B. C. District. Proc. and Trans. Liverpool Biol. Soc., Tom. VII. Liverpool 1893.
Nochmals abgedruckt in 34.
33. — The Turbellaria of Plymouth Sound and the Neighbourhood. Journ. Marine Biol. Assoc., Tom. III. (N. S.). — Plymouth 1895.
34. — Report on the Turbellaria of the Liverpool Marine Biology Committee District. The fourth Volume of Reports upon the Fauna of Liverpool Bay and neighbouring Seas. Liverpool 1895.
35. — Platyhelminthes and Mesozoa, Chapter I. Turbellaria. In: Cambridge Natural History. Tom. II. London 1896.
36. — Report on the Turbellaria. In: The Fauna and Flora of Valencia Harbour on the West Coast of Ireland. Proc. Roy. Irish Acad., 3. Ser., Tom. V. Dublin 1898—1900.
37. E. G. GARDINER, The growth of the ovum, formation of the polar bodies, and the fertilization in *Polychoerus caudatus*. Journ. of Morphology, Tom. XV. Boston 1898.
- *38. W. GARSTANG, Faunistic Notes at Plymouth during 1893—1894. Journ. Marine Biol. Assoc., Tom. III (N. S.), 1893—1895. Plymouth 1896.
39. O. GÉRARD, L'Ovocyste de premier ordre du *Prostheceraeus vittatus* avec quelques observations relatives à la maturation chez trois autres Polyclades. La Célule, Tom. XVIII, fasc. I. Louvain 1901.
- *40. A. GIARD, A propos d'une note de M. FRANCOIS sur quelques essais d'embryologie pathologique expérimentale. Compt. rend. Soc. Biol., Année 1894, 10. sér., Tom. I. Paris 1894.
- *41. CH. GIRARD, Sur l'embryogénie des Planaires. Bull. de la Soc. des scienc. nat. de Neuchâtel, Tom. II. Neuchâtel 1846—1847.
42. — Several new species of marine Planariae of the coast of Massachusetts. Proc. of the Boston Soc. of Nat. Hist., Vol. III. Boston 1848—1851.
- *43. — On the development of *Planocera elliptica*. — Ibidem.
44. — Die Planarien und Nemertinen Nordamerikas. Keller und Tiedemanns Nordamerikanische Monatsberichte für Natur- und Heilkunde, II. Bd. Philadelphia 1851.
45. — Descriptions of new Nemerteans and Planarians from the coast of the Carolinas. Proceed. Acad. Nat. Sc. Philadelphia, Vol. VI. Philadelphia 1853.
- *46. — Researches upon Nemerteans and Planarians. I. Embryonic development of *Planocera elliptica*. Journ. Acad. Nat. Sc. Philadelphia (N. S.). Vol. II. Philadelphia 1854.
47. — Recherches sur les Planariés et les Némertiens de l'Amérique du Nord. Ann. sc. nat., 7. sér. Zoologie, Tom. XV (1893). Paris 1894.
48. A. GOETTE, Zur Entwicklungsgeschichte der Seeplanarien. Zool. Anz., I. Bd. Leipzig 1878.
49. — Zur Entwicklungsgeschichte der Würmer. Ibidem, IV. Bd. Leipzig 1881.
50. — Abhandlungen zur Entwicklungsgeschichte der Thiere. I. Heft. Untersuchungen zur Entwicklungsgeschichte der Würmer. Beschreibender Theil. I. Entwicklungsgeschichte von *Stylochopsis pilidium* n. sp. Leipzig 1882.

51. L. VON GRAFF, Kurze Berichte über fortgesetzte Turbellarienstudien. I. Diese Zeitschr. XXX. Bd. Suppl. Leipzig 1878.
52. — Monographie der Turbellarien. I. Rhabdocoelida. Leipzig 1882.
53. — Turbellarien von Lesina. Zool. Anz., IX. Bd. Leipzig 1886.
54. — Pelagische Polycladen. Diese Zeitschr. LV. Bd. Leipzig 1892.
55. L. VON GRAFF in SAVILLE-KENT, The great Barrier Reef of Australia; its products and potentialities. London 1893.
56. ED. GRUBE, Actinien, Echinodermen und Würmer des adriatischen und Mittelmeeres. Königsberg 1840.
57. — Ueber Land- und Seeplanarien. 45. Jahresber. d. schles. Ges. f. vaterl. Cultur f. d. Jahr 1867. Breslau 1868.
58. P. HALLEZ, Catalogue des Rhabdocoelides, Triclades et Polyclades du Nord de la France! II. Éd. Lille 1894.
59. — Note préliminaire sur les Polyclades recueillis dans l'Expédition antarctique du «Français». Bull. Soc. Zool. de France, Année 1905. Paris 1905.
60. R. HESSE, Untersuchungen über die Organe der Lichtempfindung bei niederen Thieren. II. Die Augen der Plathelminthen, insonderheit der tricladen Turbellarien. Diese Zeitschr. LXII. Bd. Leipzig 1897.
- *61. W. E. HOYLE, On the deep-water Fauna of the Clyde Sea-area. Journ. Linn. Soc., Zoology, Tom. XX. London 1889.
- *62. F. W. HUTTON, Catalogue of the hitherto described Worms of New Zealand. Transact. and Proceed. of the New Zealand Institute, 1878. Vol. XI. Wellington 1879.
63. L. JACUBOWA, Polycladen von Neu-Britannien und Neu-Caledonien. Jena. Ztschr. f. d. ges. Naturwiss., XLI. Bd. Jena 1906.
64. H. L. JAMESON, Additional Notes on the Turbellaria of the L. M. B. C. District. Transact. Liverpool. Biolog. Soc., Tom. XI. Liverpool 1897.
65. O. S. JENSEN, Turbellaria ad litora Norvegiae occidentalia. Turbellarier ved Norges vestkyst. Bergen 1878.
66. G. A. JOHNSTON, Catalogue of the British non-parasitical worms in the Collection of the British Museum. London 1865.
- *67. R. KOEHLER, Contribution à l'étude de la faune littorale des îles Anglo-Normandes (Jersey, Guernesey, Herm et Sark.). Ann. scienc. nat., 6. sér., Zoologie, Tom. XX. Paris 1885.
68. F. F. LAIDLAW, The Marine Turbellaria, with an Account of the Anatomy of some of the Species. In: The Fauna and Geography of the Maldive and Laccadive Archipelagoes. Vol. I, Part. III. 1902.
69. — Notes on some Marine Turbellaria from Torres Straits and the Pacific, with a description of new species. Mem. and Proceed. Manchester Lit. and Phil. Soc., Vol. XLVII. Manchester 1903.
- 69a. — On a Land Planarian from Hulule, Male Atoll, with a Note on *Leptoplana pardalis* Laidlaw. Fauna and Geography of the Maldive and Laccadive Archipelagoes. Vol. II, Part. III. 1903.
70. — On a Collection of Turbellaria Polycladida from the Straits of Malacca (Skeat Exped. 1899—1900). Proceed. Zool. Soc. London, Vol. I. London 1903.

71. F. F. LAIDLAW, On the Marine Fauna of Zanzibar and British East Africa, from Collections made by Cyril Crossland in the Years 1901 and 1902. — Turbellaria Polycladida. Part I. The Acotylea. Ibidem, Vol. II. London 1903.
72. — Suggestions for a Revision of the Classification of the Polyclad Turbellaria. Mem. and Proceed. Manchester Lit. and Phil. Soc. 1903—1904, Tom. XLVIII, Part I. Manchester 1903.
73. — Notes on some Polyclad Turbellarians in the British Museum. Ibidem. Tom. XLVIII. Manchester 1904.
74. — Report on the Polyclad Turbellaria collected by Professor HERDMAN, at Ceylon, in 1902. In: Report Ceylon Pearl Fisheries of the Gulf of Manaar by W. A. Herdman. Part II. London 1904.
75. — On the Marine Fauna of the Cape Verde Islands, from Collections made in 1904 by Mr. C. CROSSLANDS. — The Polyclad Turbellaria. Proceed. Zool. Soc. London, Vol. 1906. London 1906.
76. A. LANG, Die Polycladen (Seeplanarien) des Golfes von Neapel und der angrenzenden Meeresabschnitte. Eine Monographie. Fauna und Flora des Golfes von Neapel und der angrenzenden Meeresabschnitte, herausgegeben von der Zool. Station in Neapel. XI. Monographie. Leipzig 1884.
77. F. S. LEUCKART in: ED. RÜPPEL, Atlas zu der Reise im nördlichen Afrika. Neue wirbellose Thiere des Rothen Meeres. Frankfurt a. M. 1828.
78. R. LEUCKART, Bericht über die wissenschaftlichen Leistungen in der Naturgeschichte der niederen Thiere während des Jahres 1858. Arch. f. Naturgesch., XXV. Jahrg., II. Bd. Berlin 1859.
79. S. LO BIANCO, Notizie biologiche riguardanti specialmente il periodo di maturità sessuale degli animali del golfo di Napoli. Mittheil. Zool. Station Neapel, VIII. Bd. Berlin 1888.
- *80. — (Fortsetzung) ibidem. XIII. Bd. Berlin 1899.
81. E. VON MARENZELLER, Poriferen, Anthozoen, Ctenophoren und Würmer von Jan Mayen. Gesammelt von F. FISCHER. In: Die Internationale Polarforschung 1882—1883. Die österreichische Polarstation Jan Mayen. III. Bd. Wien 1886.
- 81a. A. MEIXNER, Polyclades recueillis par M. Ch. GRAVIER dans le Golfe de Tadjourah en 1904. — Bull. du Muséum d'histoire naturelle, 1907, no. 2. Paris 1907.
82. H. MERTENS, Untersuchungen über den inneren Bau verschiedener in der See lebender Planarien. Mém. de l'Acad. imp. des Scienc. de St. Pétersbourg, V. Sér. Sc. math., phys. et nat., Tom. II. St. Pétersbourg 1833.
83. EL. METSCHNIKOFF, Untersuchungen über die Entwicklung der Planarien. Notizen (Zapiski) d. neuruss. Ges. d. Naturforscher zu Odessa, V. Bd. Odessa 1877. — [Russisch]. Referat in: HOFFMANN und SCHWALBE, Jahresber. üb. d. Fortschr. d. Anat. u. Physiol., VII. Bd., Litteratur 1878. II. Abthl. Entwicklungsgesch.
84. R. MONTI, La rigenerazione nelle Planarie marine. Mem. R. Ist. Lombardo sc. et lett., Tom. XIX., fasc. I. Milano 1900.
85. L. V. MORGAN, Incomplete Anterior Regeneration in the Absence of the Brain in *Leptoplana littoralis*. Biol. Bull., Vol. IX. Lancaster Pa 1905.

86. H. N. MOSELEY, On *Stylochus Pelagicus*, a new Species of Pelagic Planarian, with notes on other Pelagic Species, on the Larval Forms of Thysanozoon, and of a Gymnosomatous Pteropod. *Microscop. Journ.*, Vol. XVII. N. S. London 1877.
87. JOH. MÜLLER, Ueber verschiedene Formen von Seethieren. *Arch. f. Anat., Physiol. etc.*, Jahrg. 1854.
88. W. G. VAN NAME, The Maturation, Fertilization and Early Development of the Planarians. *Transact. Connecticut Acad. Sc.*, Tom. X. New Haven 1899.
89. A. S. OERSTED, Entwurf einer systematischen Eintheilung und speciellen Beschreibung der Plattwürmer, auf mikroskopische Untersuchungen gegründet. Kopenhagen 1844.
90. W. H. PEASE and J. E. GRAY, Descriptions of new Species of Planariidae collected in the Sandwich Islands. *Proceed. Zool. Soc. of London*, Part XXVIII. London 1860.
91. M. PLEHN, Neue Polycladen, gesammelt von Herrn Capitän CHERCHIA bei der Erdumschiffung der Corvette Vettor Pisani, von Herrn Prof. Dr. KÜKENTHAL im nördlichen Eismeer und von Herrn Prof. Dr. SEMON in Java. *Jen. Ztschr. f. Naturwiss.*, XXX. Bd. Jena 1896.
92. — Die Polycladen der Planktonexpedition. In: *Ergebnisse der Planktonexpedition der Humboldt-Stiftung*, II. Bd. Kiel u. Leipzig 1896.
93. — Polycladen von Ambon. In: SEMON, *Zoolog. Forschungsreise in Australien und dem Malayischen Archipel* (*Denkschr. Med.-Naturw. Ges. in Jena*, VIII. Bd.), V. Bd. Jena 1896.
94. — Drei neue Polycladen. *Jen. Zeitschr. f. Naturwiss.* XXXI. Bd. Jena 1897.
95. — Polycladen von Ternate. *Abhandl. Senckenberg Ges.*, XXIV. Bd. Frankfurt a. M. 1898.
96. — *Ergebnisse einer Reise nach dem Pacific*. (SCHAUINSLAND 1896—1897.) Polycladen. *Zool. Jahrb., Abthl. f. System.*, XII. Bd. Jena 1899.
- *97. G. PRUVOT, *Essai sur les Fonds et la Faune de la Manche occidentale (Côtes de Bretagne) comparés à ceux de Golfe du Lion*. *Arch. Zool. expér. et gén.*, 3. sér., Tom. V. Paris 1897.
98. A. DE QUATREFAGES, *Études sur les types inférieurs de l'embranchement des Annélés. Mémoire sur quelques Planariées marines appartenant aux genres Tricelis (Ehr.), Polycelis (Ehr.), Prosthiostomum (Nob.), Proceros (Nob.), Eolidiceros (Nob.) et Stylochus (Ehr.)*. *Ann. scienc. nat.*, 3. sér., Zoologie, Tom. IV. Paris 1845.
99. H. P. SABUSSOW, Vorläufiger Bericht über die Turbellarien der Insel von Solowetzki. *Prot. Naturf.-Ges. Kais. Univ. Kasan*, Beilage No. 167. Kasan 1897. [Russ.]
100. — Beobachtungen über die Turbellarien der Inseln von Solowetzki. *Trudi d. Ges. Naturf. Univ. Kasan*, Tom. XXXIV. Kasan 1900. [Russ. m. deutsch. Ausz.]
101. — Zur Kenntnis der Turbellarienfauna des Golfes von Villefranche s. m. *Zool. Anz.*, XXVIII. Bd. Leipzig 1905.
102. L. K. SCHMARDA, Neue wirbellose Thiere, beobachtet und gesammelt auf einer Reise um die Erde 1853 bis 1857. I. Band. Turbellarien, Rotatorien und Anneliden. I. Hälfte. Leipzig 1859.

103. E. A. SCHULTZ, Über Regeneration bei Polycladen. Zool. Anz., XXIV. Bd. Leipzig 1901.
104. — Aus dem Gebiete der Regeneration. II. Über die Regeneration bei Turbellarien. Diese Zeitschr. LXXII. Bd. Leipzig 1902.
105. — Études sur la régénération chez les Vers. Arb. d. Ges. d. Naturf. St. Petersburg 1905. [Russ. mit französ. Nebentitel.]
106. E. SEKERA, Über eine neue marine Art der Gattung Gyrator Ehrb. Zool. Anz., XXIV. Bd. Leipzig 1901.
107. J. STEINER, Die Funktionen des Centralnervensystems und ihre Phylogense. 3. Abthl. Die wirbellosen Thiere. Braunschweig 1898.
108. W. STIMPSON, Descriptions of some new Marine Invertebrata. Proceed. Acad. Nat. Sc. Philadelphia, Vol. VII. Philadelphia 1855.
109. — Prodromus descriptionis animalium evertibratorum quae in Expeditione ad Oceanum Pacificum septentrionalem Johanne Rodgers Duce a Republica Federata missa, observuit et descripsit. Pars I. Turbellaria Dendrocoela. Ibidem, Vol. IX. Philadelphia 1858.
110. — On the genus Peasia. Silliman's American Journal of Science and Arts, 2. ser., Vol. XXXI. New Haven 1861.
- *111. A. STOSSICH, Prospetto della fauna del mare adriatico. Boll. Soc. Adriat. Sc. Nat. Trieste, Vol. VII. Trieste 1882—1883.
112. R. VON STUMMER-TRAUWFELS, Tropische Polycladen. I. Das Genus Thysanozoon Grube. Diese Zeitschr. LX. Bd. Leipzig 1895.
113. W. ULJANIN, Turbellarien der Bucht von Sewastopol. Arb. d. II. Vers. russ. Naturf. zu Moskau 1869, Tom. II, Abthl. f. Zool., Anat. u. Physiol. Moskau 1870. [Russ.]
114. L. VAILLANT, Histoire naturelle des Annelés marins et d'eau douce. Lombriciens, Hirudiniens, Bdellomorphes, Térétulariens et Planariens. Tom. III. seconde partie. Paris 1890.
115. A. E. VERRILL, Report upon the invertebrate animals of Vineyard Sound and the adjacent waters, with an account of the physical characters of the region. United States Commission of Fish and Fisheries. Commissioners Report for 1871 and 1872. Washington 1873 (1874).
- *116. — Notice of the remarkable Marine Fauna occupying the outer banks of the Southern Coast of New England, No. 7, and of some additions to the Fauna of the Vineyard Sound. Americ. Journ. Sc., 3. ser., Tom. XXIV. New Haven 1882.
- *116a. Wieder abgedruckt in: U. S. Commiss. of Fish and Fisheries. Comm. Rep. for 1882. Washington 1884.
117. — Marine Planarians of New England. Trans. Connecticut Acad. Sc., Tom. VIII. New Haven 1893.
118. — Supplement to the Marine Nemerteans and Planarians of New England. ibidem, Tom. IX. New Haven 1895.
119. — Additions to the Turbellaria, Nemertina and Annelida of the Bermudas, with Revisions of some New England Genera and Species. Ibidem, Tom. X. New Haven 1900.
120. — Additions to the Fauna of the Bermudas from the Yale Expedition of 1901, with notes on other Species. Ibidem, Vol. XI. New Haven 1902.

121. NIC. WAGNER, Die Wirbellosen des weißen Meeres. Zoologische Forschungen an der Küste des Solowetzkiſchen Meerbusens, 1878, 1879 und 1882 ausgeführt. I. Bd. Leipzig 1885.
122. W. M. WHEELER, Planocera inquilina, a Polyclad inhabiting the branchial chamber of Scytopus canaliculatus, Gill. Journ. of Morphol., Tom. IX. Boston 1894.
123. A. WILLEY, Letters from New Guinea on Nautilus and some other Organisms. Quart. Journ. Microsc. Sc. (N. S.), Tom. XXXIX. London 1897.
124. E. WILSON, Considerations on Cell-lineage and Ancestral Reminiscence, based on a Re-examination of some Points in the Early Development of Annelids and Polyclads. Ann. New York Acad. Sc., Tom. XI. New York 1898.
125. W. Mc'M. WOODWORTH, Some Planarians from the great Barriere Reef of Australia. Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard College, Vol. XXXII. Cambridge, Mass., 1898.

Erklärung der Abbildungen.

A. Buchstabenerklärung:

<i>accb</i> , Accessorische Blase des weiblichen Genitalapparates;	<i>hd</i> , Hauptdarm;
<i>accbg</i> , Ausführungsgang der accessorischen Blase;	<i>kdrb</i> , Körnerdrüsenblase;
<i>accsb</i> , Accessorische Samenblase;	<i>kdrepe</i> , Körnerdrüsenepithel;
<i>af</i> , Antrum femininum;	<i>kdrge</i> , Körnerdrüſengang;
<i>am</i> , Antrum masculinum;	<i>kdrz</i> , Extracapsuläre Körnerdrüsenzellen und ihre Secretstraßen;
<i>ame</i> , Antrum masculinum externum;	<i>kh</i> , »Körnerhaufen« des Gehirns;
<i>ami</i> , Antrum masculinum internum;	<i>ksecr</i> , Körnersecret;
<i>bgw</i> , Bindegewebe (Mesenchym);	<i>m</i> , Muskulatur;
<i>cau</i> , Cerebralaugen (Gehirnhofaugen);	<i>mau</i> , Marginalaugen (Randaugen);
<i>cydr</i> , cyanophile Drüsen;	<i>mda</i> , medianer Darmast;
<i>da</i> , Darmast;	<i>mo</i> , Mundöffnung;
<i>dej</i> , Ductus ejaculatorius;	<i>mret</i> , Muskelreticulum;
<i>dej'</i> , Proximaler Abschnitt des Ductus ejac.;	<i>msept</i> , Muskelseptum;
<i>dej''</i> , Distaler Abschnitt des Ductus ejac.;	<i>nt</i> , Nacktentakel;
<i>eig</i> , Eiergang;	<i>ov</i> , Ovarien;
<i>ep</i> , Epithel;	<i>ph</i> , Pharynx;
<i>frau</i> , Frontalaugen;	<i>qg</i> , Quergang der accessorischen Blasen;
<i>g</i> , Gehirn;	<i>qgg</i> , Querschnitt des Querganges der accessorischen Blasen;
<i>grsc</i> , Große Samenkanäle;	<i>rdm</i> , Radiärmuskeln;
<i>gsn</i> , Genitalsaugnapf;	<i>retr</i> , Retractoren des Penis;
<i>gsnretr</i> , Retractoren des Genitalsaugnapfes;	<i>retr'</i> , Retractoren der Penisſcheide;
	<i>rt</i> , Randtentakel;
	<i>sb</i> , Samenblase (Vesicula seminalis);
	<i>sdr</i> , Schalendrüsen u. ihre Secretstraßen;

sdrb, Schalendrüsensekret;
sdrg, Schalendrüsengang;
secr, Sekret;
sn, Bauchsaugnapf;
sndr, Drüsen des Bauchsaugnapfes;
snretr, Retractoren des Bauchsaugnapfes;
sph, Sphincter;
st, Stilet;
t, Testes (Hoden);
tau, Tentakelaugen;
ut, Uterus;

utr, »Uterusdrüsen«;
ute, Einmündung der Uteri in den Eiergang;
vau, »Ventrale Augenhäuten«;
vd, Vas deferens;
vd', Anhang des Vas deferens;
vde, Einmündung der Vasa deferentia in den Ductus ejaculatorius oder in die Samenblase;
♂ männlicher Genitalporus;
♀ weiblicher Genitalporus.

Alle paarig auftretenden Organe sind, wenn der rechten Seite angehörig, mit ^d, wenn der linken, mit ^s bezeichnet; z. B. *vd^d* = rechtes, *vd^s* = linkes Vas deferens.

B. Figurenerklärung.

Tafel XXV.

Fig. 1. *Stylochus djiboutiensis* Meixner. Ventralansicht eines Formol-exemplares auf weißem Grunde; das umgeschlagene Vorderende erscheint in der Dorsalansicht. 2/1 nat. Gr.

Fig. 2. *Stylochus salmoneus* Meixner. Ventralansicht eines Alkoholexemplares auf weißem Grunde; das umgeschlagene Vorderende erscheint in der Dorsalansicht. 2/1 nat. Gr.

Fig. 3. *Stylochus nebulosus* (Girard). Dorsalansicht eines in Xylol aufgehellten Exemplares. 9/1 nat. Gr.

Fig. 4. *Stylochus reticulatus* (Stps.?) Meixner. Dorsalansicht eines Alkoholexemplares auf weißem Grunde. 9/1 nat. Gr.

Fig. 5. *Pseudoceros bimarginatum* Meixner. Völlig geschlechtsreifes Tier; Dorsalansicht eines Formol-exemplares auf weißem Grunde. 2/1 nat. Gr.

Fig. 6. *Pseudoceros bimarginatum* Meixner. Im Beginne der weiblichen Geschlechtsreife stehendes Tier; Dorsalansicht eines Formol-exemplares auf schwarzem Grunde. 2/1 nat. Gr.

Fig. 7. *Latocestus marginatus* Meixner. Dorsalansicht eines Alkoholexemplares auf schwarzem Grunde. 5/1 nat. Gr.

Fig. 8. *Notoplana cotylifera* Meixner. a) Dorsalansicht, b) Ventralansicht eines Alkoholexemplares auf schwarzem Grunde. 3/1 nat. Gr.

Fig. 9. *Pseudoceros vinosum* Meixner. Dorsalansicht eines Alkoholexemplares auf schwarzem Grunde. 4/1 nat. Gr.

Fig. 10. *Pericelis byerleyana* (Collgw.). Dorsalansicht eines Alkoholexemplares auf weißem Grunde. 2/1 nat. Gr.

Fig. 11. *Leptoplana concolor* Meixner. Dorsalansicht eines Alkoholexemplares auf weißem Grunde. 4/1 nat. Gr.

Fig. 12. *Prosthiosomum siphunculus* (Chiaje) Lang. Dorsalansicht eines Alkoholexemplares auf schwarzem Grunde. 7/1 nat. Gr.

Fig. 13. *Prosthiosomum lineatum* Meixner. Dorsalansicht des Vorderendes eines Alkoholexemplares auf weißem Grunde. 7/1 nat. Gr.

Tafel XXVI.

Fig. 1. *Stylochus djiboutiensis* Meixner. Dorsalansicht des Vorderendes mit den Tentakeln und Augen. 3/1 nat. Gr.

Fig. 2. *Stylochus reticulatus* (Stps.?) Meixner. Dorsalansicht des Vorderendes mit den (retrahierten) Tentakeln und Augen. 7/1 nat. Gr.

Fig. 3. *Notoplana cotylifera* Meixner. Dorsalansicht des Vorderendes mit den Tentakeln und Augen. 2/1 nat. Gr.

Fig. 4. *Latocestus marginatus* Meixner. Dorsalansicht des Vorderendes mit den Augen. 9/1 nat. Gr.

Fig. 5. *Leptoplana subviridis* Plehn. Gehirn mit den ausstrahlenden Hauptnerven und den Augen. Stark vergrößert.

Fig. 6. *Leptoplana concolor* Meixner. Augenverteilung. 26/1 nat. Gr.

Fig. 7. *Pseudoceros gravieri* Meixner. a) Dorsalansicht, b) Ventralansicht des Vorderendes mit den Randtentakeln und Augen. 8/1 nat. Gr.

Fig. 8. *Pseudoceros vinosum* Meixner. Dorsalansicht des Vorderendes mit den Randtentakeln und Augen. 9/1 nat. Gr.

Fig. 9. *Pseudoceros bimarginatum* Meixner. Dorsalansicht des Vorderendes mit Randtentakeln und Augen. 8/1 nat. Gr.

Fig. 10. *Prosthlostomum lineatum* Meixner. Dorsalansicht des Vorderendes (Quetschpräparat) mit Gehirn und Augen. 13/1 nat. Gr.

Fig. 11. *Pericelis byerleyana* (Collgw.) Dorsalansicht des Vorderendes (eine Exemplares aus Batavia) mit den Randtentakeln und Augen. 7/1 nat. Gr.

Fig. 12. *Pseudoceros gravieri* Meixner. Übersichtsbild der Anatomie, von der Ventralseite dargestellt. 3/1 nat. Gr.

Fig. 13. *Leptoplana subviridis* Plehn. Linkes Vas deferens von der Seite betrachtet. Plastische Rekonstruktion aus Sagittalschnitten. 43/1 nat. Gr.

Fig. 14. *Stylochus nebulosus* (Girard). Dorsalansicht der Samenblase. Plastische Rekonstruktion aus Sagittalschnitten. 96/1 nat. Gr.

Fig. 15. *Stylochus djiboutiensis* Meixner. Ventralansicht der Copulationsapparate. Plastische Rekonstruktion aus Sagittalschnitten. 32/1 nat. Gr.

Fig. 16. *Pericelis byerleyana* (Collgw.). Dorsalansicht der Genitalapparate. Plastische Rekonstruktion aus Sagittalschnitten. 22/1 nat. Gr.

Fig. 17. *Pseudoceros bimarginatum* Meixner. Völlig geschlechtsreifes Exemplar. Übersichtsbild der Anatomie, von der Ventralseite dargestellt. 4/1 nat. Gr.

Fig. 18. *Pseudoceros bimarginatum* Meixner. Größtes, erst in männlicher Reife befindliches Exemplar; Genitalapparate, von der Ventralseite dargestellt. 8/1 nat. Gr.

Fig. 19. *Latocestus marginatus* Meixner. Linkes Vas deferens von der Seite betrachtet. Plastische Rekonstruktion aus Sagittalschnitten. 128/1 nat. Gr.

Tafel XXVII.

Fig. 1. *Stylochus djiboutiensis* Meixner. Idealer Medianschnitt durch die Genitalapparate, aus Sagittalschnitten rekonstruiert. 32/1 nat. Gr.

Fig. 2. *Stylochus salmoneus* Meixner. Idealer Medianschnitt durch die Genitalapparate, aus Sagittalschnitten rekonstruiert. 32/1 nat. Gr.

Fig. 3. *Stylochus reticulatus* (Stps.?) Meixner. Noch nicht geschlechtsreifes

Exemplar. Idealer Medianschnitt durch die Genitalapparate, aus Sagittalschnitten rekonstruiert, 128/1 nat. Gr.

Fig. 4. *Stylochus neapolitanus* (Chiaje) Lang. Idealer Medianschnitt durch die Genitalapparate, aus Sagittalschnitten rekonstruiert. 45/1 nat. Gr.

Fig. 5. *Stylochus zanzibaricus* Laidlaw. Idealer Medianschnitt durch die Genitalapparate, aus Sagittalschnitten (Originalserie LAIDLAWs) rekonstr. 96/1 nat. Gr.

Fig. 6. *Stylochus ceylanicus* Laidlaw. *a*, idealer Medianschnitt durch die Samenblase, *b*, durch den übrigen Teil des männlichen und durch den weiblichen Genitalapparat, aus Querschnitten *q—q* (Originalserien LAIDLAWs) rekonstruiert. 32/1 nat. Gr.

Fig. 7. *Stylochus nebulosus* (Girard). Idealer Medianschnitt durch die Genitalapparate, aus Sagittalschnitten rekonstruiert. 96/1 nat. Gr.

Fig. 8. *Stylochus littoralis* (Verrill). Idealer Medianschnitt durch die Genitalapparate, aus Sagittalschnitten rekonstruiert. 96/1 nat. Gr.

Tafel XXVIII.

Fig. 1. *Woodworthia insignis* Laidlaw. Idealer Medianschnitt durch die Genitalapparate, aus Querschnitten *q—q* (LAIDLAWs Originalserie) rekonstruiert. 32/1 nat. Gr.

Fig. 2. *Idioplana australiensis* Woodworth. Idealer Medianschnitt durch die Genitalapparate; WOODWORTHS¹ fig. 5, ergänzt, in der Ausführung modifiziert und entgegengesetzt orientiert. 20/1 nat. Gr.

Fig. 3. *Idioplana australiensis* Woodworth. Dorsalansicht des männlichen Genitalapparates; aus WOODWORTHS¹ fig. 4 entnommen. 10/1 nat. Gr.

Fig. 4. *Leptoplana concolor* Meixner. Idealer Medianschnitt durch die Genitalapparate, aus Sagittalschnitten rekonstruiert. 45/1 nat. Gr.

Fig. 5. *Stylochocestus gracilis* Laidlaw. Idealer Medianschnitt durch die Genitalapparate, aus Querschnitten *q—q* (LAIDLAWs Originalserie) rekonstruiert. 96/1 nat. Gr.

Fig. 6. *Leptoplana subviridis* Plehn. Idealer Medianschnitt durch den männlichen Genitalapparat, aus Sagittalschnitten rekonstruiert. 64/1 nat. Gr.

Fig. 7. *Stylochus vigilax* LAIDLAW. Idealer Medianschnitt durch die Genitalapparate, aus Querschnitten *q—q* (LAIDLAWs Originalserie) rekonstruiert. 96/1 nat. Gr.

Fig. 8. *Notoplana cotylifera* Meixner. Idealer Medianschnitt durch die Genitalapparate, aus Sagittalschnitten rekonstruiert. 64/1 nat. Gr.

Tafel XXIX.

Fig. 1. *Latocestus marginatus* Meixner. Idealer Medianschnitt durch die Genitalapparate, aus Sagittalschnitten rekonstruiert. 96/1 nat. Gr.

Fig. 2. *Pseudoceros vinosum* Meixner. Idealer Medianschnitt durch die Genitalapparate, aus Sagittalschnitten rekonstruiert. 96/1 nat. Gr.

Fig. 3. *Pericelis byerleyana* (Collgw.). Idealer Medianschnitt durch die Genitalapparate, aus Sagittalschnitten rekonstruiert. 60/1 nat. Gr.

Fig. 4. *Prosthlostomum lineatum* Meixner. Idealer Medianschnitt durch die Genitalapparate, aus Sagittalschnitten rekonstruiert. 96/1 nat. Gr.

¹ WOODWORTH 125, tab: fig. 4 und 5.

Fig. 5. *Leptoplana subviridis* Plehn. Querschnitt durch einen Uterus, welcher noch keine Eier enthält. 171/1 nat. Gr.

Fig. 6. *Leptoplana subviridis* Plehn. Stück eines Schnittes durch die accessorische Blase. 171/1 nat. Gr.

Fig. 7. *Leptoplana subviridis* Plehn. Schräger Schnitt durch den paarigen schlauchförmigen Abschnitt der accessorischen Blase. 171/1 nat. Gr.

Fig. 8. *Stylochus salmoneus* Meixner. Medialer Sagittalschnitt durch die ventral-rostrale Wand der Körnerdrüsenblase. 128/1 nat. Gr.

Fig. 9. *Stylochus neapolitanus* (Chiaje). Medialer Sagittalschnitt durch die ventral-rostrale Wand der Körnerdrüsenblase. 128/1 nat. Gr.

86

Zeitschrift

für

WISSENSCHAFTLICHE ZOOLOGIE

begründet

von

Carl Theodor v. Siebold und Albert v. Kölliker

herausgegeben von

Ernst Ehlers

Professor a. d. Universität zu Göttingen

Achtundachtzigster Band

Viertes Heft

Mit 7 Tafeln und 17 Figuren im Text

LEIPZIG

Verlag von Wilhelm Engelmann

1907

Ausgegeben den 24. Dezember 1907

Inhalt

	Seite
Viktor Widakowich, Über den Uterus von <i>Squalus acanthias</i> . Bemerkungen zur Entwicklungsgeschichte der Haie. (Mit Taf. XXX, XXXI u. 5 Fig. im Text.)	499
Siegfried Becher, <i>Rhabdomolgus ruber</i> Keferstein und die Stammform der Holothurien. (Mit Taf. XXXII—XXXVI u. 12 Fig. im Text.) .	545

Mitteilung.

Beiträge für die Zeitschrift bitten wir an Herrn Prof. Ehlers in Göttingen einzusenden. Im Interesse einer raschen und sicheren Veröffentlichung liegt es, daß die Manuskripte völlig druckfertig eingeliefert werden, da mit nachträglichen Einschibungen und ausgedehnten Abänderungen während der Korrektur Zeitverlust und sonstige Unzuträglichkeiten verbunden sind. Bei der Disponierung der Zeichnungen ist darauf zu achten, daß der Raum des in der Zeitschrift üblichen Tafelformates nicht überschritten wird. Für Textfiguren bestimmte Zeichnungen sind auf besonderen Blättern beizulegen.

Die Verlagsbuchhandlung
Wilhelm Engelmann.

Der Herausgeber
Ernst Ehlers.

Die Herren Mitarbeiter der »Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie« erhalten von ihren Abhandlungen und Aufsätzen 40 Sonderabdrucke unberechnet. Weitere Exemplare werden auf Wunsch gegen Erstattung der Herstellungskosten geliefert unter der Voraussetzung, daß sie nicht für den Handel bestimmt sind.

:: VERLAG VON WILHELM ENGELMANN IN LEIPZIG ::

Die Entwicklung der Kontinente und ihrer Lebewelt

Ein Beitrag zur vergleichenden Erdgeschichte

von

Dr. Theodor Arldt

Mit 17 Figuren und 23 Karten. 47 Bogen gr. 8.

Geheftet M 20.—, in Leinwand gebunden M 21.50.

Ein ausführlicher Prospekt steht zu Diensten.

Über den Uterus von *Squalus acanthias*.

Bemerkungen zur Entwicklungsgeschichte der Haie.

Von

Dr. Viktor Widakowich,

Assistent am embryologischen Institut der Wiener Universität.

Mit Tafel XXX, XXXI und fünf Figuren im Text.

Während bei manchen Klassen des Tierreiches durch alle Unterklassen und Ordnungen hindurch ein und derselbe Typus der Fortpflanzung besteht, wie z. B. bei den Vögeln die Oviparität, finden sich anderseits in einer einzigen Ordnung Ovipara, Vivipara acotyledona und Vivipara cotylophora nebeneinander, wie dies bei den Plagiostomen der Fall ist. Wenn auch die Zahl der auf die Art ihrer Fortpflanzung untersuchten Arten dieser Ordnung klein ist im Vergleiche zu den noch nicht untersuchten Arten, so ergibt sich doch aus den bekannt gewordenen Details, daß hier eine großartige Differenzierung vorliegt, welche zumal dann merkwürdig erscheint, wenn voneinander stark verschiedene Modi der Fortpflanzung bei Arten ein und derselben Gattung beobachtet werden, die äußerlich große Ähnlichkeit aufweisen. Ein klassisches Beispiel hierfür wären *Mustelus laevis*¹, der eine Placenta bildet, und *Mustelus vulgaris*, bei dem sich keine Spur einer Placenta findet. Ein Blick auf die Oviparen zeigt so unterschiedliche Dinge wie die relativ einfache Eischale der Scyllien und den komplizierten Mechanismus der Eischale von *Chimaera colliei*². Diese enthält Abteilungen für Kopf, Rumpf und Schwanz des Embryo, ist an einem langen Faden fixiert und besitzt einen Kiel, einen vertikalen und zwei laterale Fortsätze; diese Gebilde sind so gestaltet, daß sie stets ihr Vorderende

¹ J. MÜLLER, Über den glatten Hai des Aristoteles usw. Abhandl. der Kgl. Akad. Wissensch. Berlin 1840.

² B. DÉAN, L'oeuf de Chimera Colliei et l'adaptation de sa capsule. C. R. Soc. Biol. Paris Tome LVII.

gegen die Strömung richten müssen. Andre nicht minder merkwürdige Typen sind das Ei von *Cestracion philippi*¹, über dessen Oberfläche zwei Lamellen in Schraubenlinien verlaufen, wodurch, wohl unter dem Einflusse von Meeresströmungen, dem Ei eine für den Embryo vorteilhafte Bewegung erteilt wird, oder das Ei von *Callorhynchus*², das einen breitblättrigen Fucus imitiert. Was die viviparen Haie betrifft, so ist es schon seit langem bekannt, daß der Uterus der Vivipara acotyledona etwas ganz andres ist, als ein indifferentes Behältnis für die Eier. Wenn MEHRDORF³ behauptet, daß bei den Vivipara acotyledona der Embryo im Mutterleibe gleichsam nur ausgebrütet wird und seine Entwicklung von Anfang bis zu Ende ausschließlich auf Kosten des im Dottersack aufgehäuften Nährmaterials geschieht, so ist dies ein Rückschritt gegenüber der oft zitierten Erkenntnis DAVYS⁴, der 1834 bekannt gab, daß der Embryo des Zitterrochen nach der Entwicklung viel schwerer ist als das Ei. Der Uterus der Vivipara acotyledona ist gleich dem der Säuger ein Organ, in dem der Embryo als Endoparasit lebt, ein Organ, das in mannigfacher Weise die Aufgabe löst, dem Embryo Nährmaterial zuzuführen und seinen Stoffwechsel zu unterhalten. Bei manchen Arten, wie z. B. *Trygon bleekeri*⁵, ist die ganze Schleimhaut des Uterus mit secernierenden Zotten besetzt, die ein milchiges, eiweißhaltiges Secret — Uterinmilch — absondern, die durch den Oesophagus des Embryo in den Magen und von hier in das Duodenum und den Spiraldarm gelangt, wo man sie in großen Mengen antrifft. Bei andern Arten, wie bei *Pteroplatea micrura*⁶ obliterieren die Zotten der Uterus-

¹ GÜNTHER, Ichthyologie.

² Ibidem.

³ C. MEHRDORF, Beiträge zur Kenntnis des anatom. Baues und der Entwicklungsgeschichte der embryonalen Anhangsgebilde bei den lebendig gebärenden Haifischen. Inaugural-Diss. Rostock (ohne Jahreszahl, ref. 1891).

⁴ MEHRDORF, der seine Arbeit mit einem Zitate aus J. MÜLLER beginnt — MÜLLERS Einleitung zur Abhandlung »über den glatten Hai des Aristoteles usw.« —, hat übersehen, daß dieser Autor bereits auf der zweiten Seite seiner Einleitung der Resultate DAVYS gedenkt, das Ei des Kanguruh erwähnt, das nach OWEN bis zu seiner Ausscheidung keine Spur eines Mutterkuchens besitzt, und bedeutsam fortfährt: »Diese Tatsachen beweisen, daß die Unterschiede zwischen den Vivipara acotyledona und cotylophora, so scharf sie anatomisch sein mögen, doch physiologisch geringe sind usw.«

⁴ Philosophical Transactions 1834.

⁵ A. ALCOCK, On Utero-gestation in *Trygon bleekeri*. In Ann. Mag. N. H. (6) Vol. I.

⁶ WOOD-MASON u. ALCOCK, On the Uterine Villiform Papillae of *Pteroplatea micrura* and their Relation to the Embryo. In Proc. R. Soc. London Vol. XLIX.

mucosa zur Zeit der Gravidität durch den Druck, den der Embryo ausübt, bis auf jene, die seinen Spritzlöchern gegenüber liegen. Diese Zotten hypertrophieren und wachsen als »Trophonemata« in die Spiracula des Embryo, in dessen Pharynx sie ihr nährendes Secret ergießen. Besonders kompliziert ist die embryonale Ernährung von *Mustelus vulgaris*, der ebenso kleine Eier hat wie *M. laevis* und keine Placenta bildet. Seine Uterinflüssigkeit hat nach J. MÜLLER viel mehr feste Bestandteile wie die vom *M. laevis*, so daß zu erwarten war, daß eine Ausscheidung von Nahrungsstoffen aus dem Uterus stattfindet. BRINKMANN¹ gelang es, gleich mehrere diesbezügliche Vörrichtungen im Uterus aufzufinden. Nach diesem Autor empfängt der Embryo seine Nahrung, abgesehen vom Dotter, noch aus drei andern Quellen: 1) durch LEYDIG'sche Zellen, 2) durch ein Cappillarnetz, das unter dem Epithel der Mucosa gelegen ist, und 3) aus zwei besonderen Divertikeln, die, zwischen Serosa und äußerer Muskelschicht des Uterus gelegen, mit einem Epithel ausgekleidet sind und mit der Uterinçavität kommunizieren.

Sind die hier angeführten Beispiele für ein aktives Verhalten des Uterus der Vivipara acotylophora unter den Haien besonders eklatant und ist auch in andern Fällen eine ernährende Tätigkeit desselben nicht so klar zu beweisen, so gilt doch bis jetzt J. MÜLLER'S Ansicht, daß bei den viviparen Knorpelfischen eine ständige Substanzvermehrung des Eies stattfindet — es ist auf eine solche »abgesehen« —, selbst wenn es völlig frei und ohne nähere Verbindung mit den Wänden des Uterus in diesem enthalten ist. ERCOLANI² hat in jenem Kapitel seiner »Nuove

¹ A. BRINKMANN, Histologie, Histogenese und Bedeutung der Mucosa uteri einiger viviparer Haie und Rochen. Mitteil. aus d. Zoolog. Station zu Neapel. Bd. XVI. 1903/4.

² G. B. ERCOLANI, Nuove ricerche sulla placenta nei pesci cartilagineosi e nei mammiferi e delle sue applicazioni alla Tassonomia Zoologica e all' antropogenia. Memorie della Accademia delle scienze dell' Istituto di Bologna. Tomo X. 1879.

² Da ERCOLANI aus eigener Anschauung anscheinend bloß die Verhältnisse bei einer Art von *Torpedo* und bei *Mustelus laevis* kannte, und ihm außerdem fast nur unvollständige Angaben über die Uterusmucosa bei den verschiedenen Arten zur Verfügung standen, war seine Einteilung konstruiert und nicht aus den damaligen Kenntnissen abgeleitet. Es ist schwer anzugeben, wie er, ohne zu konstruieren, zur Aufstellung der Gruppen I und II hätte gelangen können. Wenn auch nach dem Passus aus J. MÜLLER (op. cit.), welcher besagt, daß die Eiflüssigkeit bei den *Mustelus*, *Galeus* und *Carcharias* die Schalenhaut so dehnt, daß sie auf innigste der glatten Oberfläche des Uterus anliegt, der einzige mit inbegriffene *Mustelus vulgaris* zur Aufstellung von I führen konnte, so ist nicht zu ersehen, welche Angaben die nächste Stufe II rechtfertigten. Wohl schreibt J. MÜLLER,

ricerche sulla placenta nei pesci cartiluginosi e nei mammiferi«, das er »Dell' unità nelle forme macroscopiche fondamentali della placenta nei pesci cartiluginosi e nei mammiferi. Dell' unità nell' processo istologico e formativo che governa in tutti i casi lo svilluppo dell' organo e dell' unità fisiologica nella nutrizione dei feti in tutti i vertebrati« überschreibt, die lebendgebärenden Selachier von dem Gesichtspunkte der Beziehungen von Ei und Uteruswandung aus betrachtet und nach dem Grade der Vereinigung dieser beiden Gebilde vier Abteilungen unterschieden:

I. Beziehungen der bloßen Berührung zwischen der gleichmäßig glatten, secernierenden Wand des Uterus und der Oberfläche des Eies. (»Plagiostomi acotiledonale di MÜLLER.«.)

II. Beziehungen der komplizierteren Berührung beider Oberflächen. Die Komplikation besteht im Vorhandensein zahlreicher Falten auf der secernierenden mütterlichen Mucosa, wodurch eine beträchtliche Oberflächenvergrößerung derselben entsteht. (»Idem.«.)

III. Beziehungen der komplizierteren Berührung, ausgezeichnet durch eine mehr oder minder bedeutende Neubildung von Papillen (Zotten, villosità) auf den Falten der secernierenden Uterusmucosa, wodurch deren Oberfläche und Aktivität außerordentlich vergrößert wird. (»Alcuni selaci.«.)

IV. Beziehung, die nicht mehr auf Berührung beruht, sondern in der intimen Vereinigung eines Teiles der absorbierenden Eioberfläche mit einem Teile der secernierenden Uterusfläche besteht. Beide Flächen bilden Falten, die ineinander greifen und gleichsam miteinander verschmelzen. Hierdurch kommt eine Art rudimentärer Placenta zustande, die der Säugerplacenta wohl vergleichbar ist. (»Plagiostomi cotiledonale di MÜLLER.«.)

ERCOLANI, der in I. dieser Stufenfolge bereits eine ursprüngliche Form der Placenta erblickt, benutzt, wie die zitierte Überschrift des betreffenden Kapitels vermuten läßt, die gewonnene Einteilung zur

daß bei *Scymnus lichia* die Uterusmucosa mit 6''' langen, cylindrischen Papillen besetzt ist, die in Längsreihen regelmäßig gestellt sind. Allein BRUCH, auf den sich ERCOLANI beruft, stellt die Verhältnisse so dar, als ob bei *Scymnus lichia* ein Längenwachstum der Papillen im Laufe der Gravidität erfolgte. ERCOLANI hätte demnach *Scymnus lichia* wohl zu III stellen müssen. Genau dasselbe gilt für *Acanthias vulgaris*, der sicher zu II zu stellen ist, nach den damaligen Anschauungen über die Natur seiner Uterusmucosa aber nur zur Aufstellung der Gruppe III hätte führen können. Die Angabe MÜLLERS über *Spinax niger* sagt wieder nicht, ob die Länge der Zotten konstant ist, oder ob sie zur Zeit der Gravidität hypertrophieren, und dasselbe gilt für *Centrophorus*.

Analyse der bei den Säugern bekannten Arten der Placenta, die ihm durchweg auf diese vier Arten der Beziehung zwischen Ei und Uterus zurückführbar erscheinen.

Sieht man von der Frage der Verwendbarkeit dieser scheinbar wenig bekannten Einteilung für die Beurteilung der Säugerplacenta ganz ab, und prüft man bloß ihre Eignung als Einteilungsprinzip für die Erscheinungen am Uterus der lebend gebärenden Plagiostomen, so scheint es, daß man jede der vielen bekannt gewordenen Modalitäten der embryonalen Ernährung zwanglos in die eine oder andre Kategorie aufnehmen kann. Wollte man also von der Einteilung Gebrauch machen, immer nur vom Gesichtspunkte des Verhältnisses vom Ei zum Uterus aus — so würde man beispielsweise zu I. *Squatina angelus*, *Heptanchus cinereus* usw., zu II. *Squalus acanthias*, *Scymnus lichia* usw., zu III. *Torpedo*, *Pteroplatea micrura* usw., zu IV. *Carcharias glaucus*, *Mustelus laevis* usw., stellen.

Wenn auch hier eine Aufzählung der Arten, die bereits morphologisch oder physiologisch auf die Art ihrer Vermehrung hin untersucht wurden, eine stattliche Reihe von Namen ergeben würde, so muß doch betont werden, daß die zahlreichen, in der Literatur niedergelegten Beobachtungen wohl eine große Reihe mehr oder minder wichtiger Einzelheiten bringen, die teils durch ihre Auffälligkeit bei zufälligen Funden bemerkt werden mußten, teils als Nebenbefunde bei systematischen oder embryologischen Studien verzeichnet wurden, daß aber wohl bei keiner einzigen Species vollständige Beobachtungen über die Vorgänge an Ei und Uterus während der Gravidität vorliegen. Dies ist hauptsächlich in der Schwierigkeit der Materialbeschaffung gelegen. Deshalb sollen im folgenden einige Beobachtungen mitgeteilt werden, die an Ei und Uterus von *Squalus acanthias* gemacht wurden, der, wie erwähnt, zur II. Gruppe der ERCOLANISCHEN Einteilung gehören würde. Die ältesten Mitteilungen über unser Objekt dürften die von STENONIS¹ sein. Nach ihm ist die Flüssigkeit, in der sich die Embryonen befinden, von keiner besonderen Hülle eingeschlossen. Die Embryonen liegen frei im Uterus. HOME² berichtet über die Beschaffenheit der reifen Eier, die übereinander liegen und von einer gemeinsamen, oben und unten in eine Spitze auslaufenden Kapsel umschlossen sind. Die obere Spitze soll in den Eileiter reichen. J. MÜLLER³ erwähnt über die Schleimhaut des Uterus, daß

¹ BARTHOLINI, Acta medica et philosophica Hafn. Vol. XI.

² Philosophical Transactions 1810 Lecture on comparative Anatomy. T. III and IV.

³ op. cit.

sie Längsreihen dreieckiger Fältchen bilde. In seinen Untersuchungen »über die Eingeweide der Fische«¹ behauptet er, daß die Zotten und Längsfalten im Uterus der Plagiostomen einander verwandte Gebilde seien, da die Zotten bei *Scymnus* und *Torpedo ocellata* in Längsreihen stehen, und die Fältchen bei *Acanthias* Neigung haben, in dreieckige Blätter zu zerfallen.

LEYDIG² beschreibt an der Mucosa uteri sehr entwickelte Zotten, die in sehr regelmäßigen Längsreihen stehen und gegen das Ende des Uterus in blätterartige Längsfalten übergehen. Diese bis 9''' langen Zotten besitzen eine sehr wechselnde Gestalt, sind einfach fadenförmig oder am Ende etwas verbreitert oder haben an ihrem Ende knospenförmige Auswüchse. Eine Zotte kann am Ende zwei- oder mehrmals eingeschnitten sein und einer der Lappen noch in einen rankenförmigen Fortsatz auslaufen. In den sehr gefäßreichen Zotten unterscheidet man meistens zwei stärkere Gefäße, die an ihrem Ende schlingenförmig ineinander übergehen, und zwischen ihnen ein engmaschiges Gefäßnetz. Diese Gefäße haben am trächtigen Uterus eine sehr ausgesprochene Ringmuskelschicht, deren Kerne eine beträchtliche Länge von 0,0135''' erreichen. Die Uterusmucosa hat im Gegensatz zu der des Oviductes nirgends ein Flimmerepithel, sondern ein Pflasterepithel. Diesen sehr ähnliche Angaben macht LEYDIG auch in seiner vergleichenden Histologie³. Zu MÜLLERS oben zitierter Beschreibung der Zotten bemerkt er, daß jene Verhältnisse eventuell im nicht trächtigen Uterus zu beobachten wären. Ferner berichtet er, daß Eier ohne Embryo, sowie Eier mit Embryonen bis zu 2 Zoll Länge eine hornige, gelbliche Eischale haben, die bei ganz jungen Stadien ziemlich derb ist, aber mit dem Größerwerden dünner und sehr leicht zerreißbar wird. Eier mit reiferen Föten haben keine Schale mehr; manchmal findet man Fetzen derselben, manchmal aber ist sie spurlos verschwunden. Den Grund des Platzens der Schale sucht LEYDIG in der starken Entwicklung des embryonalen Dottersackes (dies speziell bei *Scymnus lichia*).

BRUCH⁴, der die Uterusmucosa der Vivipara acotyledona bespricht, sagt in bezug auf *Squalus acanthias*, daß man, wollte man die regelmäßige Anordnung der Zotten zu Gesicht bekommen, die Uterusmucosa zu

¹ Untersuchungen über die Eingeweide der Fische. Abhandl. d. Kgl. Akad. d. Wissensch. zu Berlin aus d. Jahre 1843. Berlin 1845.

² Beiträge zur mikroskop. Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Rochen und Haie. Leipzig 1852.

³ Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Tiere.

⁴ Etudes sur l'appareil de la génération chez les selaciens. Straßburg 1860.

Anfang der Trächtigkeit untersuchen müsse, da später die Zotten so lang und so miteinander verflochten seien, daß jegliche Regelmäßigkeit zu verschwinden scheint. Aus dieser Darstellung geht nicht hervor, ob BRUCH über *Acanthias* eigne Erfahrung besaß; es scheint, daß er, seine Befunde bei andern Arten verallgemeinernd, schloß, bei *Acanthias* werde ebenfalls im Laufe der Gravidität ein Wachstum der Zotten stattfinden.

Im Widerspruche mit dieser Darstellung steht es, wenn BRUCH bei der Beschreibung der Falten und Zotten, die man, wie er angibt, als artspezifische Charaktere auffassen wollte, die Befunde MÜLLERS (Längsreihen kleiner dreieckiger Falten) und LEYDIGS (schöne lange Zotten zur Zeit der Trächtigkeit) in der Weise in Einklang zu bringen sucht, daß er die Variabilität der Form der Zotte, die durch eine gewisse Unregelmäßigkeit des Epithelwachstums herbeigeführt werden soll, heranzieht, dann aber wieder meint, die langen Zotten wären nichts andres als eine vorgeschrittene Stufe der Entwicklung einer Schleimhautfalte.

ERCOLANI¹ ist BRUCHS Darstellung gefolgt, verwahrt sich jedoch dagegen, daß, wenn man eine Neubildung der Zotten annimmt, wie sie von BRUCH implicite angenommen wurde, diese auf das Wachstum des Epithels allein bezogen werde, da eben aus BRUCHS Untersuchungen hervorgehe, daß eine derartige Zotte aus allen jenen anatomischen Elementen besteht, die im allgemeinen die Zotten der Vertebraten-Schleimhaut bilden. Es müßten beim Längenwachstum sämtliche Elemente der Zotte beteiligt sein.

TROIS² versuchte, sich über die Circulationsverhältnisse in den Zotten von *Acanthias* Klarheit zu verschaffen. Er beschreibt zwei Arterienstämme, die den Oviduct seiner ganzen Länge nach begleiten und sich, am oberen Uteruspol angelangt, sogleich in zahlreiche, sehr lange, untereinander fast parallele Zweige teilen, die gegen das Ende des Uterus hinziehen und mit zahlreichen schlingenförmigen Biegungen jede einzelne Zotte umfassen und sie mit einem arteriellen Rande einsäumen. Nach Unterbindung der ansehnlichsten Blutgefäße des uneröffneten Uterus wurde in eine große Vene und in die eine Arteria uterina verschieden gefärbter Fischleim injiziert. Nach Eröffnung des Uterus zeigte es sich, daß die blaue Farbe, die durch die Venen getrieben wurde, »in der Mucosa« und an der Basis der Villositäten überwog,

¹ Op. cit.

² F. TROIS, Sull' intima struttura delle villosità uterine dell' *Acanthias vulgaris*. Atti dell' Istituto Veneto etc. 1867.

hingegen an den freien Rändern der Villi, die von dem großen arteriellen Gefäße begrenzt erscheinen, fehlte; dieses war seinerseits von einem sehr dichten Capillarnetze, dessen Inhalt die rote Injektionsmasse bildete, an allen freien Seiten bedeckt. Die Kommunikationen des Randgefäßes mit dem arteriellen Capillarnetze, das es bedeckt, sind sehr unmittelbar und bestehen aus einer großen Anzahl von Öffnungen, die die Wände des großen Gefäßes durchbrechen. Regelmäßig angeordnet und unmittelbar sind auch die Anastomosen des arteriellen Capillarnetzes mit dem venösen. TROIS' Abbildung, die diese Verhältnisse illustriert, zeigt eine flache, von einer dicken Arterie umsäumte, blattförmige Zotte. Das Capillarnetz, das die umsäumende Arterie wie ein Mantel umhüllt, ist gleich dieser selbst in rot, die von der Arterie umspannte, von dem venösen Capillarnetz bedeckte Fläche in blauem Tone gehalten. Es sei gleich hier bemerkt, daß diese Darstellung der Wirklichkeit ganz und gar nicht entspricht. Im Gegensatz zu ERCOLANI erblickt TROIS in den Villositäten des Uterus etwas von den Darmzotten grundverschiedenes; sie dienen auch einem ganz andern Zweck wie jene, indem sie nämlich dem Fötus die zur Entwicklung nötigen Substanzen zuführen, die dieser vermöge seiner transitorischen Kiemenfäden zu resorbieren imstande ist. Die ganze Struktur der Zotten scheint TROIS auf die Funktion hinzuweisen und die Theorie CORNALIAS¹ zu unterstützen, der annahm, daß die vergänglichen äußeren Kiemen zur Nahrungsaufnahme dienen. Dieselbe Funktion schreibt TROIS auch den Gefäßen des Dottersackes zu, die nur durch die dünne äußere Membran des Dottersackes vom direkten Kontakt mit den Zotten getrennt sind.

Die eingehendste Beschreibung des Uterus von *Squalus acanthias* rührt von A. BRINKMANN² her. Gegen TROIS' Auffassung des Gefäßsystems nimmt BRINKMANN Stellung und verwirft die Einteilung in ein arterielles Netz um die Randarterie herum und in ein venöses in dem von der Arterie umgrenzten Gebiete, da im Bau dieser zwei Abteilungen kein Unterschied zu finden und überhaupt in einem derartigen Capillarnetz eine Grenze zwischen arteriellem und venösem Gebiet nicht zu ziehen ist. Was die Uterusmucosa betrifft, fand BRINKMANN Papillen in allen »Entwicklungsstadien«, die zwischen MÜLLERS kleinen dreieckigen Falten und LEYDIGS »langen Papillen« liegen. Etwas Absolutes über die Größe der Papillen läßt sich nicht aussagen; am größten sind sie in der Mitte der dorsalen Uterinwand,

¹ Memorie dell' Istituto Lombardo 1856, Sulle branchie transitorie dei feti plagiostomi.

² Mitteil. aus d. zoolog. Station zu Neapel. Bd. XVI.

am kleinsten auf der ventralen Wand, wo sie zuweilen ganz rudimentär erscheinen.

Über der Randarterie ist ein haubenförmiges Capillarnetz, in dem die abführenden »Venenzweige« verlaufen. Nach BRINKMANN besteht ein fundamentaler Unterschied in der Mucosa uteri, je nachdem sie von einem jungen Tiere stammt, das zum ersten Male trächtig ist, oder von einem Tiere, das bereits geboren hat. Beim jungen Tiere trägt sie niedrige Längsfalten, die mit kleinen dreieckigen Erhebungen besetzt sind. Das Epithel besteht aus mehreren Schichten fast gleichgroßer Cylinderzellen, deren Reihen ab und zu von einer ungestielten oder nur kurz gestielten Becherzelle unterbrochen sind. Diesen Bau soll die Uterusmucosa nur in der »ersten Zeit der (ersten) Trächtigkeit« haben. Nach der Sprengung der polyembryonalen Kapsel wandern Leucocyten massenhaft in das Epithel ein, das mit Ausnahme seiner untersten Schicht abgestoßen wird. Das geschieht, wenn die Embryonen eine Größe von 6—7 cm erreicht haben. Ältere Tiere, die bereits einmal geboren haben, zeigen in jedem Stadium der Trächtigkeit immer dasselbe einschichtige Epithel. Das Epithel, das abgestoßen wurde, regeneriert sich also nicht. Dieses merkwürdige Phänomen ist nach BRINKMANN so zu deuten, daß bei *Acanthias* nicht, wie dies bei *Squatina* und *Heptanchus* der Fall ist, das abgestoßene Epithel einen sehr wesentlichen Bestandteil der embryonalen Nahrung bildet; sondern daß die Epithelabstoßung eine Art Vorbereitung der Mucosa auf die Ernährung des Embryos bedeutet, indem nämlich »die Teile, die besonders zu diesem Zweck in Funktion treten sollen, dadurch frei gemacht werden«. »Durch die Abstoßung des Epithels kommt das kolossal entwickelte Capillarnetz zur Oberfläche, und eine Diffusion von Serum wird dadurch bedeutend erleichtert.« Ferner bestätigt BRINKMANN PERUGIAS¹ Angabe, daß das Schwinden der äußeren Kiemen und die Sprengung der polyembryonalen Kapsel in dieselbe Zeit fällt; aus diesem Umstande schließt BRINKMANN, daß diese Kiemen wahrscheinlich nicht nur zum Atmen dienen, sondern auch die nach PERUGIA stark eiweißhaltige Flüssigkeit in der Kapsel ausnutzen.

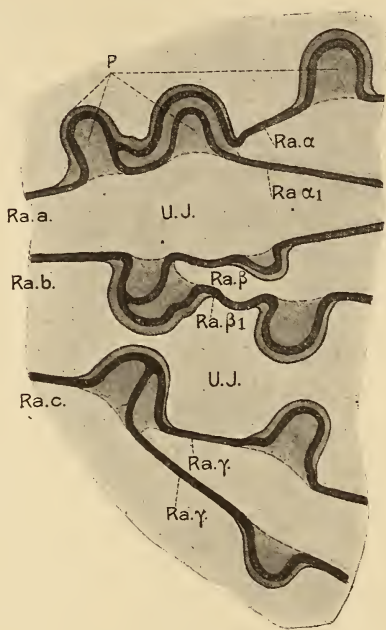
Um sich über die ursprüngliche Anordnung der Falten und Papillen des Uterus zu orientieren, ist es günstig, ein Organ zu untersuchen, das noch junge Embryonen enthält. Solange die polyembryonale Kapsel vorhanden ist, ist der Uterus von regelmäßiger Gestalt; bei Anwesenheit eines oder zweier Dotter von spindelförmiger, bei mehreren Dottern

¹ PERUGIA, Boll. soc. adriat. sc. nat. Vol. V. 1879.

von cylindrischer Form, oben und unten kuppelartig begrenzt. Später, wenn die polyembryonale Kapsel gerissen ist, geht die Regelmäßigkeit der Form ganz verloren, da das sehr dehnbare Organ durch die Föten stellenweise sackartig ausgedehnt und in seinen Wandungen verdünnt wird, stellenweise aber sich kompensatorisch kontrahiert, wodurch auch die Anordnung und Gestalt der Papillen eine ganz andre wird.

Als Ausgangspunkt für weitere Betrachtungen diene ein Uterus mit 1 cm langen Embryonen, der unmittelbar nach Entnahme derselben fixiert wurde. Sofort nach der Entfernung der großen Dotter kontrahierte er sich dank der Elastizität seiner Gewebe in allen seinen Teilen, so daß die Modellierung seiner inneren Fläche deutlicher und die natürliche Injektion der Capillarnetze erhöht wurde. Die ganze Innenfläche des Uterus erscheint von einer großen Zahl cranio-caudalwärts verlaufender Arterien bedeckt, deren jede an einem Mesenterium befestigt und nach Art eines Schlangenrohres gewunden ist. An der dorsalen, mesometralen Seite sind die Windungen durchweg steil, ihre Höhe übertrifft ihre Breite etwa um das Doppelte, die absteigenden Schenkel berühren die innere Uteruswand. So werden Längsreihen von Papillen gebildet, die unverzweigt, etwa 3 mm hoch und $1\frac{1}{2}$ mm breit, so dicht nebeneinander stehen, daß die innere Fläche der Uteruswand nirgends zu sehen ist (Fig. 1). Ihre Anordnung ist derartig, daß dem Zwischenraume zwischen zwei Papillen in der Nachbarreihe stets ein Papillenkörper entspricht. Jede Papille zeigt eine Drehung um ihre eigne Achse, so daß eine leichte Schrägstellung zur cranio-caudalen Verlaufsrichtung der Arterien zustande kommt. Die eigentümlichen Teilungen der Arterie im oberen Abschnitte des Uterus und ihre Wiedervereinigung im unteren bringen es mit sich, daß die Papillenreihen wohl in derselben Richtung, jedoch nicht parallel zueinander verlaufen. Die Zählung der Arterien- (oder Papillen-) Reihen ergab am oberen Pole des Uterus 24 Reihen, in der Mitte 44 und am unteren Pole, nahe der Cloake, 18. Die Art der Teilung sieht man am besten in stark dilatierten Uteris, die im ausgedehnten Zustande fixiert wurden. Textfig. 1 zeigt ein Schema verschiedener Teilungsarten, das keiner weiteren Erklärung bedarf. An der ventralen Seite des Uterus bestehen im großen und ganzen dieselben Verhältnisse, nur sind in manchen Reihen die Windungen der Arterie weniger steil; die tiefsten Punkte der Wellentäler berühren die Innenfläche der Uteruswand nicht, und die Papillenreihen haben dann eher das Aussehen von »Längsreihen dreieckiger Fältchen«. Die Dehnung der ventralen Wand des Uterus ist intensiver als die der dorsalen, wodurch zwischen den Reihen der ersteren hier und da Zwischen-

räume von etwa 1 mm Breite entstehen, wo die Innenfläche des Uterus zutage tritt. Gegen das Ende des Uterus hin nehmen die Windungen der Arterie durchweg an Steilheit ab, wodurch leicht gezähnelte Längsfalten zustande kommen. Bei diesem Uterus sind, wie dies nach BRINKMANN der Regel entspricht, die Papillen in der Mitte der dorsalen Uterinwand die längsten und stehen auch am dichtesten. In diesem Falle entspricht die Mitte der dorsalen Wand dem Mesenterialansatz. Bei Uteris, die noch die polyembryonale Kapsel enthalten, die also noch cylinderförmig sind, scheint dies stets der Fall zu sein; diese Uteri zeigen, gegen das Licht gehalten, daß die mesometrale Uterinwand am dicksten, die ventrale, am meisten gedehnt, am dünnsten ist. Es gibt jedoch Fälle, für die das Gegenteil gilt; die mesometrale Wand ist am dünnsten und hat kürzere, spärlichere und weiter auseinander stehende Papillen — stellenweise fehlen sie sogar gänzlich —, die antimesometrale Wand ist am dicksten und hat die längsten und am dichtesten stehenden Papillen. Dies wurde bei jenen Uteris beobachtet, die bereits 15 und mehr Centimeter lange, von der polyembryonalen Kapsel also schon befreite Embryonen enthielten. Diese Uteri zeigten nun ein merkwürdiges Phänomen: sie waren bei starker Dehnung des Mesometrium um ihre Längsachse gedreht, so daß der Mesenterialansatz ventro-



Textfig. 1.

Schema der Teilungsarten der Randarterien. Ein stark dilatierter Uterus wurde uneröffnet fixiert. Nach Eröffnung des Uterus waren die in beträchtlicher Entfernung voneinander stehenden Papillenreihen nicht aufrecht, wie in Fig. 1, Taf. XXX, sondern umgelegt. Die Randarterie *a* bildet eine Papille und teilt sich an deren rechtem Rande in zwei Schenkel, die zusammen die nächste Papille bilden, die also zwei Randarterien enthält. Vom rechten Rande dieser zweiten Papille an ziehen beide Randarterien *a* und *a*₁, von denen *a* wieder eine weitere Papille bildet, gesondert weiter. Die Randarterie *b* gibt innerhalb einer Papille aus ihrem aufsteigenden Schenkel einen Ast ab, der die Papille in der Mitte ihrer Basis verläßt. Beide Äste der Arterie *b* bilden sogleich je eine Papille. Ähnlich wie die Arterie *b* verhält sich die Arterie *c*. *P* = Papille, *Ra* = Randarterie, *U.J* = Uterusinnenfläche.

lateral zu liegen kam und das Mesometrium wie ein Mantel über die Oberfläche des Uterus gebreitet war. Auch in diesen Fällen ist die Mitte der dorsalen Uterinwand wieder jene Stelle, an der die längsten und am dichtesten stehenden Papillen sind, nur entspricht dieser Ort nicht dem Mesenterialansatz. Unabhängig von der Lage des Uterus im Cavum abdominale findet die stärkste Dehnung der Uterinwand eben immer dort statt, wo die nachgiebige Bauchdecke liegt, also ventral oder ventro-lateral und nicht dorsalwärts. BRINKMANNS gelegentlich der Besprechung der Uterusmucosa von *Torpedo ocellata* und *marmorata* geäußerte Ansicht, daß der Grund des Größenunterschiedes der dorsalen und ventralen Papillen bei mehreren Plagiostomen in der Füllung der Uteri mit Uterinflüssigkeit liegt, wodurch die dorsalen Papillen keinem Druck ausgesetzt sind, so daß sie sich ungehindert entwickeln können, erscheint wohl plausibel. Sie rechnet aber nicht mit dem Umstande, daß die dorsale Uterinwand bereits wegen der geringeren Dehnung, der sie ausgesetzt ist, dichter stehende und längere Papillen aufweist als die ventrale. Daß die ventralen Papillen, wie BRINKMANN meint, dadurch im »Wachstum zurückgehalten werden«, daß »wegen des Druckes der Blutzufuß zu einer weiteren Entwicklung nicht stark genug ist«, muß schon angesichts der bedeutenden Wandstärke der Arterien bezweifelt werden. Jedenfalls liegt es näher, von einer mechanischen Formveränderung und nicht von einer stärkeren oder schwächeren Entwicklung der Papillen zu sprechen, wenn man findet, daß in einem gedehnten Teile eines Uterus auf einer Strecke von 27 mm bloß fünf 3—4 mm hohe Papillen stehen, deren Basalbreite (Distanz zwischen dem aufsteigenden und absteigenden Arterienschenkel) zwischen 4 und 7 mm schwankt, in einem weniger gedehnten Teile desselben Uterus aber auf einer gleich langen Strecke doppelt so viele, um 1—2 mm höhere Papillen stehen, deren Basalbreite 2 mm nicht überschreitet. Allerdings kommt bei der Formveränderung der Papillen nicht ausschließlich das mechanische Prinzip in Betracht, nach dem eine über eine bestimmte Strecke gewunden verlaufende Arterie um so breitere und niedrigere Windungen zeigt, je mehr diese Strecke bei gleichbleibender Länge der Arterie verlängert wird, sondern auch noch andre Momente. Dies beweisen jene Stellen, wo, wie später noch dargetan werden wird, die Papillen durch die außerordentliche Blutfülle der Gefäße ihre Gestalt verändern, ferner jene Stellen, an denen die Papillen entweder atrophisch sind oder überhaupt fehlen. Was die Atrophie der Papillen betrifft, so sei bemerkt, daß der Ausdruck »Atrophie« keine glückliche Bezeichnung des Vorganges ist, durch den Papillen, die längere Zeit

einem Druck ausgesetzt waren, aufhören als Individuen zu existieren. Es kommt nämlich durchaus nicht zu einem Schwunde des Arterienteiles, der im Verein mit seinen Mesenterien eine Papille bildete. Die Arterien selbst bleiben vielmehr erhalten und zeigen in ihren Elementen keinerlei Veränderungen, so daß anzunehmen ist, daß in ihnen die Blut-circulation unbehindert stattfindet. Sie liegen als gerade Stränge unter der Uterusinnenfläche, vom Capillarsystem und dem den Papillen eigentümlichen Epithel überdeckt. Mangels geeigneten Materiales gelang es mir nicht, zu entscheiden, ob die niedergedrückten Papillen mit ihrer Unterlage unter Resorption der aufeinander gelegenen Epithelien einfach verschmelzen, oder ob sie, was ja viel wahrscheinlicher ist, durch eine allmähliche Verkürzung ihrer Arterie verschwinden.

Von großem Interesse sind Veränderungen des Blutes in den Capillaren und Venen der von Papillen entblößten Uterusabschnitte, auf die Herr Prof. H. RABL meine Aufmerksamkeit lenkte.

Während das Blut in den Randarterien nur wenige atypische Erscheinungen zeigt und Form und Färbbarkeit seiner Elemente eine hinreichend gute histologische Fixierung bekunden, spielen sich im Blute des Capillarnetzes und in den Gefäßen, in die es seinen Inhalt ergießt, degenerative Veränderungen ab, die so interessanter Natur sind, daß eine eingehendere Beschreibung derselben gerechtfertigt erscheint. Im Capillarnetz sieht man neben vollkommen normalen Erythrocyten, deren Kern sich mit Hämalan blau, und deren Plasma sich mit Eosin gleichmäßig rot färbt, auch solche, deren Kern normal gefärbt ist, während das Plasma gar keine Farbe annimmt. Zwischen diesen beiden Extremen gibt es eine Reihe von Zwischenstufen, wie z. B. Erythrocyten, deren Plasma nur wenige und kleine ungefärbte Bezirke zeigt, und solche, deren Plasma bis auf einige rote Körnchen ganz ungefärbt ist. Wenn auch das angewendete Fixierungsmittel — Sublimatalkohol — für Blutstudien bei Selachiern nicht gerade das geeignetste zu sein scheint, so hat die Konstatierung dieser Färbungsunterschiede des Plasmas angesichts weiterer, tiefgreifender Veränderungen aller Teile der Erythrocyten einen gewissen Wert. Die Veränderungen, die zum Untergange der roten Blutkörperchen führen, beginnen im Capillarnetz und finden ihre Fortsetzung in den Venen, die das Blut der Capillaren aufnehmen. In den Basalvenen, in die das Capillarenblut zuerst gelangt, sowie in den tiefen Venen des Corpus uteri, findet man kaum einen normalen Erythrocyten; der Inhalt dieser Gefäße besteht fast ausschließlich aus abnormen Formen. Einen häufig wiederkehrenden Typus repräsentieren Erythrocyten, deren Kern eine im Vergleich zu normalen Ery-

throcytenkernen bedeutende Größe hat und sich weit heller färbt als diese. Fig. 2 zeigt bei *c* einen solchen Erythrocyten mit vergrößertem Kerne, dessen Plasma bei Eosinfärbung fast ungefärbt blieb. Eine zweite, ebenso häufig zu sehende Form hat ebenfalls einen bedeutend vergrößerten Kern, der viele kleine Vacuolen zeigt und sich mit Hämalaun hell blaugrau färbt; das Zellplasma färbt sich gelbgrau und zeigt an seiner Peripherie vielfache Defekte. Dieser Form ähnelt eine Fig. 2, bei *d* abgebildete, deren blaugrau tingierter Kern große Vacuolen zeigt und von einem unregelmäßig konturierten, schmutziggrauen Plasma umgeben ist. Eine vierte Form ist auf Fig. 2 bei *e* abgebildet. Man sieht einen eine große Vacuole einschließenden, indigoblau gefärbten Kern, der von keinerlei Plasma umgeben ist. Eine fünfte, ebenfalls häufig vorkommende Form zeigt in einem hellgrau gefärbten Körper einen hellen, ovalen Bezirk, welcher seiner Größe und Gestalt nach vielleicht als vollkommen chromatinfreier Kern des degenerierten Erythrocyten aufgefaßt werden kann (Fig. 2 bei *f*). Dieser fünften Form ähnliche Körper, die kleinere hellere Bezirke einschließen, erscheinen an der Peripherie angebrochen und aufgesplittert, wie es in Fig. 2 bei *g* wiedergegeben ist. Zahlreiche grau gefärbte, kleine Fragmente, die man zwischen den Blutelementen findet, scheinen durch Zerbröckelung aus diesen Gebilden hervorgegangen zu sein.

Wie aus der Reihenfolge der Besprechung der einzelnen Formen zu ersehen ist, wurde hier der Versuch gemacht, eine gewisse Aufeinanderfolge von Destruktionsbildern zu konstruieren. Die Erythrocyten mit mangelhaft gefärbtem Plasma wären eine erste Stufe der Degeneration, die über Stadien mit quellendem, sich später vacuolisierendem Kerne unter Verlust des Plasmas zur völligen Auflösung führen würde. Ob diese Auffassung der in den Capillaren und Venen befindlichen Formen der Wirklichkeit nahe kommt, muß um so mehr dahingestellt bleiben, als die Deutung dieser atypischen Elemente des Blutes noch durch das Vorhandensein von Körpern erschwert ist, die sich in die angenommene Aufeinanderfolge von Stadien nicht einreihen lassen.

Man sieht nämlich außerdem Gebilde in den Venen, die annähernd die Größe eines Erythrocyten haben und einen Kern enthalten, der etwas größer ist als der Kern normaler Erythrocyten, sich bei gleicher Behandlung hellgrau färbt und zahlreiche Schollen führt. Das durch Eosin nicht tingierbare Plasma enthält mehrere dunkelblaue Körner (Fig. 2 bei *h*). Möglicherweise handelt es sich hier um einen Austritt veränderten Chromatins aus dem Kerne. Diesen ähnliche, einen kaum mehr erkennbaren Kern enthaltende Elemente scheinen zu kleinen,

kernlosen, einzelne dunkle Körper enthaltenden Fragmenten hinüberzuleiten.

Bei der Registrierung dieser letzteren Befunde sei auf die Möglichkeit hingewiesen, daß es sich hier um eine zweite Art der Degeneration roter Blutelemente handelt, die ebenfalls zum völligen Zelluntergange führen würde. Außer diesen abnormen Formen enthalten die Capillaren und Venen vereinzelte Leucocyten verschiedener Art von normalem Aussehen (Fig. 2, *i* und *k*). Auch die Endothelzellen scheinen in einem gewissen Grade bei der Degeneration des Blutes beteiligt zu sein.

Neben vollkommen normalen, wandständigen Endothelzellen sieht man hin und wieder auch solche, deren Kern gequollen und von violetten Körnchen erfüllt ist, von der Gefäßwand teilweise oder ganz abgelöst. Bezüglich der letzteren läßt sich natürlich nicht konstatieren, ob sie aus den Venen stammen oder aus den Capillaren eingeschwemmt sind.

Zur Beurteilung der pathologischen Elemente sei noch auf folgende Tatsachen hingewiesen: Die Blutveränderungen spielen sich nur im Capillarnetz und in den Venen jener Uterusbezirke ab, wo die Papillen verschwunden sind. In diesen Bezirken sind die Venen des Corpus uteri fast ausschließlich von pathologischen Formen erfüllt. Das Capillarnetz und die Venen wohl ausgebildeter Papillen desselben Uterus enthalten nur ganz vereinzelte pathologische Formen. Dieser Umstand schließt die Annahme einer allgemeinen Bluterkrankung aus und weist darauf hin, daß die Degeneration des Blutes in den papillenlosen Bezirken, aus denen es wenigstens teilweise in den Kreislauf übergeht, auf lokale Einflüsse zurückgeführt werden muß.

Die normale histologische Beschaffenheit der Randarterien sowie der muskulären und bindegewebigen Elemente jener Teile, in denen ein Zugrundegehen des Blutes zu sehen ist, läßt eine stellenweise mangelhafte Fixierung ausgeschlossen erscheinen. Gegen eine solche spricht ja auch das bereits erwähnte Vorkommen einzelner abnormer Formen (wie z. B. der Fig. 2 bei *f* abgebildeten) in den großen Arterien, in die sie doch nur *intra vitam* gelangt sein können.

Die Frage nach dem Grunde der auf bestimmte Stellen beschränkten Degeneration der roten Blutelemente wird wohl am ehesten mit dem Hinweis auf den Druck, dem das zarte Capillarsystem von seiten der auflagernden Föten ausgesetzt wird, zu beantworten sein. Während in den dickwandigen Arterien die Blutcirculation unbehindert vonstatten geht, dürfte wohl in den zarten Gefäßen des Capillarnetzes eine Stagnation eintreten.

Nach BRINKMANN ist, wie erwähnt, die Mucosa uteri sehr verschieden, je nachdem sie von einem Tiere stammt, das sich in der ersten Trächtigkeit befindet, oder von Tieren, die früher geboren haben. Von den beiden Abbildungen, die er von der Mucosa gibt, zeigt die eine einen »Teil aus einem zum ersten Male trächtigen Uterus voll Embryonen von etwa 5 cm Länge«, die andre einen Teil aus einem Uterus mit »ausgewachsenen Embryonen«. Zur ersten Abbildung, seiner Fig. 4, bemerkt BRINKMANN, daß die Randarterie nur Andeutungen von den Schlingen zeigt, die sie später als Kontur in den Papillen bildet. Verhältnisse, die für später charakteristisch sind, illustriert seine Fig. 10, nämlich wohlausgebildete Schlingen, die die Arterie als Kontur der Papillen beschreibt. Allein er gibt nicht an, ob diese Figur sich auf den Uterus eines zum ersten Male am Ende der Trächtigkeit angelangten Tieres bezieht, oder ob dieses Tier bereits mehrere Graviditäten hinter sich hatte, so daß die Frage: entwickeln sich die ausgebildeten Papillen aus den Längsfalten mit kleinen dreieckigen Erhebungen im Laufe der ersten Gravidität, oder im Laufe der Graviditäten, offen bleibt. BRINKMANN gibt wohl, wie erwähnt, für die erste Zeit der ersten Gravidität besondere Epithelverhältnisse an, berichtet aber leider nicht, nach welchen Kriterien er bestimmt, daß ein Tier zum ersten Male trächtig ist. Es steht fest, daß nicht geschlechtsreife Tiere eine völlig glatte Uterusmucosa haben, und daß viele gravide Tiere stellenweise wohl ausgebildete Papillen besitzen. Festzustellen, wann zum ersten Male Papillen auftreten, ist mir mangels Materiales nicht gelungen, doch möchte ich im Hinblick auf die physiologische Funktion derselben annehmen, daß sie zur Zeit der eingetretenen Geschlechtsreife bereits vorhanden sind. Jedenfalls erlaubt die Beschaffenheit der einmal vorhandenen Papillen weder einen Schluß auf das Alter des Tieres noch auf die Dauer der Gravidität. Denn daß ein und derselbe Uterus die Eigenschaften, die nach BRINKMANN für das junge Tier, das sich in der ersten Trächtigkeit befindet, charakteristisch sind, mit jenen vereinigen kann, die nach ihm Tieren zukommen, die früher bereits geboren haben, beweist folgender Fall: Ein in toto uneröffnet fixierter Uterus, der fünf etwa 15 cm lange Föten in einer lateral ausladenden Ausbuchtung des oberen Uterinabschnittes enthielt, war in seinem unteren, der Cloake nahen Teile stark kontrahiert. Die Papillen der unter starker Dehnung stehenden Partien hatten ein Aussehen, wie es nach BRINKMANN für die Mucosa »junger Tiere« charakteristisch ist. Fig. 3, die eine solche Stelle zeigt, ist BRINKMANN'S Fig. 4 (Teil aus einem zum ersten Male trächtigen Uterus) sehr ähnlich; auch hier »liegt die Randarterie wie

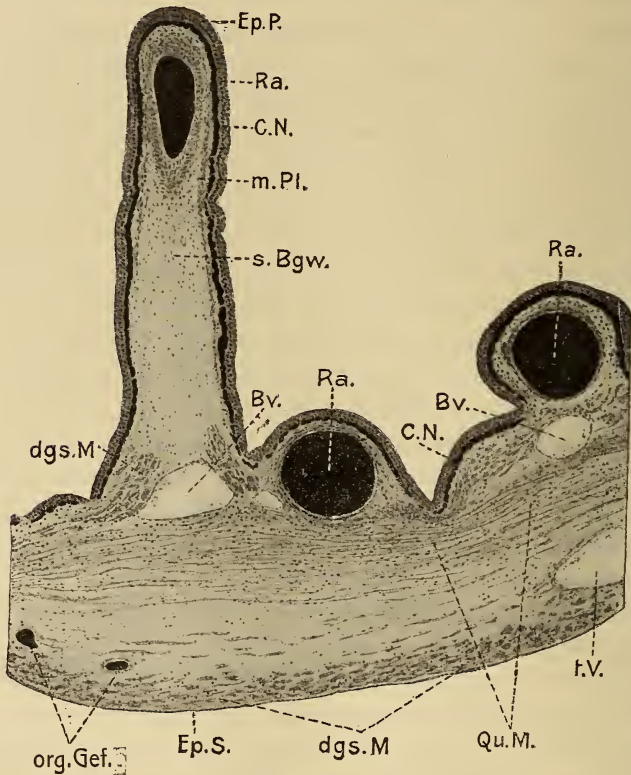
ein einfacher Strang unter ihrer (der Längsfalten) Oberfläche und zeigt nur Andeutungen von den Schlingen, die sie später als Kontur in den Papillen bildet«. Die kontrahierten Partien desselben Uterus zeigten große, wohl ausgebildete Papillen (Fig. 4), die denen auf BRINKMANN'S Fig. 10 sehr ähnlich sind.

BRUCHS Ansicht, daß zwischen der Dauer der Gravidität und der Länge und Dichte der Papillen eine Beziehung besteht, wie dies etwa bei *Torpedo* der Fall ist, ist sicher unrichtig, wie die unten stehende kleine Tabelle¹ zeigt. Die Beschaffenheit der einmal vorhandenen Papillen scheint vielmehr fast durchaus von den Dehnungsverhältnissen der Uteruswand abhängig zu sein. Papillen, wie sie LEYDIG beschreibt, die am Ende zwei- oder mehrmals eingeschnitten sind, deren einer Lappen etwa noch einen rankenförmigen Fortsatz trägt, fanden sich unter 18 Fällen nur einmal (Fig. 5). Da es nicht ganz sicher ist, daß dieser Uterus von *Squalus acanthias* stammt, sei hier nicht näher darauf eingegangen. Einen merkwürdigen Befund zeigten die Papillen eines Uterus, der 3,5 cm lange Embryonen enthielt. Diese Papillen sind gefenstert (Fig. 6); die aus lockerem Bindegewebe bestehende Zwischenschicht der beiden, die Arterie tragenden mesenterialen Platten erscheint hier stellenweise geschwunden, so daß in der vom Arterienbogen eingeschlossenen Fläche umschriebene Verdünnungen entstehen.

Histologisch besteht der Uterus von *Acanthias* aus mehreren Schichten glatter Muskulatur, sowie aus bindegewebigen und elastischen Elementen, welche letztere teils zu Membranen verwoben sind, teils als Netze die Uteruswand durchsetzen. Unter der Serosa, deren einschichtiges Epithel (Textfig. 2) je nach dem Dehnungszustande des Uterus bald cylindrisch, bald kubisch oder plattenförmig erscheint, verläuft eine Längsmuskelschicht, die durch eine bindegewebige Platte von einer Quermuskelschicht getrennt ist, der wieder längsverlaufende Züge glatter Muskulatur aufliegen. Die innerste Muskelschicht ist von Bindegewebe überdeckt, von dem das die Randarterie tragende Mesenterium ausgeht. Dieses Bindegewebe umfaßt zweiblättrig die

¹ Stadium der Gastrula	Papillen durchschnittlich		4 mm lang,
Embryonen 1 cm lang	»	»	3 » »
» 1,8 » »	»	»	1 ³ / ₄ mm lang,
» 2,7 » »	»	»	3 ³ / ₄ —2 mm lang,
» 3,4 » »	»	»	3 mm lang,
» 3,5 » »	»	»	4 » »
» 15,0 » »	»	»	4 » »

Randarterie und geht mit ihrer Tunica adventitia Verbindungen ein. Je nach den Druckverhältnissen und dem Füllungszustande des Capillarsystems liegt zwischen den beiden Platten des Mesenterium bald eine breite Schicht eines lockeren, weitmaschigen, succulenten Binde-



Textfig. 2.

Querschnitt durch ein Stück der Uteruswand eines *Squalus acanthias* mit 1 cm langen Embryonen. Der Schnitt ist normal auf die Längsachse des Uterus geführt und trifft drei nebeneinander verlaufende Randarterien; die linke fast in der Höhe des aufsteigenden Bogens, die mittlere und rechte in der Tiefe des absteigenden Bogens. Das Blut der Randarterien und des natürlich injicierten Capillarnetzes sowie das der organotrophischen Gefäße ist schwarz wiedergegeben, die Basalvenen und eine tiefe Vene des Uterus sind leer. (Fixierung Sublimatalkohol, Celloidinschnitt.) Vergrößerung 40fach. *Ep.P* = Epithel der Papillen; *Ra* = Randarterie; *C.N* = Capillarnetz; *m.Pl* = mesenteriale Platte; *s.Bgw* = succulentum Bindegewebe; *dgs.M* = Längsmuskulatur; *Bv* = Basalvene; *org.Gef* = organotrophische Gefäße; *Ep.S* = Epithel der Serosa; *Qu.M* = Quermuskulatur; *t.V* = tiefe Vene.

gewebes (Textfig. 2), bald aber liegen die mesenterialen Platten aneinander (Fig. 7). Glatte Muskulatur ist in den Papillen nur spärlich vorhanden, doch sind sie von elastischen Netzen durchzogen, die mit der Arterienwand in Verbindung zu stehen scheinen. Das Epithel der

Uterusmucosa variiert nach dem Standorte, nach der Dauer der Gravidität und nach dem Dehnungszustande des Uterus. Der Mündungsbezirk des Oviductes, das craniale Uterusende, die Papillen, die Leisten im caudalen Teile des Uterus und der Übergangsteil in die Cloake haben je ein spezifisches Epithel. Am interessantesten in seinem Verhalten ist das Epithel der Papillen. In jenem, in kontrahiertem Zustande fixierten Uterus, dessen Embryonen 1 cm lang waren, ist das ganze Gebiet, in dem die Arterie Papillen bildet, von einem mehrschichtigen Epithel überzogen, das höchst gleichmäßig die Papillen in allen ihren Teilen sowie auch die Zwischenpapillenträume überdeckt (Textfig. 2). Dieses Epithel ist drei- bis vierschichtig und liegt unmittelbar über dem Capillarnetze, das gleichfalls höchst gleichmäßig die Papillen in allen ihren Teilen sowie auch die Räume zwischen ihnen überspannt. Die untersten, plasmaarmen, den Capillarwänden unmittelbar aufsitzenden Zellen sind cylindrisch, ihre Kerne, die etwa 10μ lang sind und an dem in Sublimatalkohol fixierten Präparate keine besondere Struktur erkennen lassen, liegen nahe aneinander; die zweite und dritte Reihe besteht aus ähnlichen, etwas voluminöseren, kubischen Zellen, während die oberste Schicht aus plasmareichen kubischen Zellen gebildet wird, deren leicht oblonge, etwa 12μ lange Kerne sich bei gleicher Behandlung heller färben wie die der tiefsten Schicht. Das Plasma der obersten Zellreihe bildet über den Kernen haubenartige Vorwölbungen (Fig. 8 a). In der Aufsicht erscheint die Epitheldecke gleichmäßig hügelig. Das Epithel enthält zahlreiche, eosinophile Granula führende Leucocyten¹.

In junge Stadien enthaltenden Uteris, die samt ihrem Inhalte in ausgedehntem Zustande fixiert wurden, findet man an mäßig gespannten Stellen, auf und zwischen den Papillen stets ein mehrschichtiges Epithel, an gedehnten Stellen aber ein einschichtiges (Fig. 8 b). Dieser Befund, der immer in gleicher Weise an einer größeren Reihe von Uteris erhoben wurde, dabei auch an solchen, die Kriterien früherer Graviditäten zeigten — Stellen, an denen die Papillen geschwunden waren —, widerlegt BRINKMANN'S Behauptung, daß den zum erstenmal graviden Uteris durchaus mehrschichtiges, bereits früher gravid gewesenem aber durchaus einschichtiges Epithel zukommt, da das im Verlaufe der ersten Gravidität abgestoßene Epithel sich nicht regeneriere. Das Epithel der Papillen ist sehr plastisch und erscheint je nach der Dehnung seiner Unterlage bald mehr-, bald einschichtig; es ist im Hinblick auf seine Plasticität durchaus dem

¹ Nach BRINKMANN wandern Leucocyten in das Epithel, sobald die Embryonen eine Länge von 6—7 cm erreicht haben.

Epithel der Harnblase vergleichbar, das ja auch mit zu- oder abnehmender Dehnung seiner Unterlage sein Aussehen ändert. BRINKMANN'S Angabe, daß in späteren Stadien der Gravidität das Epithel der Papillen abgestoßen wird, kann ich bestätigen, doch erfolgt diese Epithelabstoßung nicht nur in Uteris, die zum ersten Male gravid sind, sondern, da das abgestoßene Epithel regeneriert wird, bei jeder Gravidität von neuem. In Uteris, die 13—16 cm lange Embryonen enthielten, waren nicht alle Papillen in gleicher Weise ihrer oberen Epithelschichten beraubt. Jene Papillen, die frei in die Uterushöhle ragten und keine besondere Dehnung oder Kompression erlitten hatten, hatten ihr Epithel stellenweise gänzlich verloren — auch die unterste Schicht war abgestoßen, so daß das Capillarnetz, an dem sich bemerkenswerte Veränderungen zeigten, nackt erschien, während stark gedehnte und komprimierte Stellen der Uterusmucosa noch von ein- bis zweischichtigem Epithel bedeckt waren (Fig. 7).

Der unterste Teil des Oviductes trägt im Bereiche der Verschlußvorrichtung¹ ein Flimmerepithel. Die Epitheldecke ist ein- oder zweischichtig und besteht aus schlanken Cylinderzellen, deren Plasma ganz an die Oberfläche verlegt ist, so daß die Zellkerne, die 8—9 μ lang sind und mit Hämatoxylin gefärbt, zahlreiche große Chromatinschollen zeigen, scheinbar unmittelbar aneinander liegen. Die Flimmerhaare sind kurz und stark. Unmittelbar an der Mündung in das Cavum uteri verliert das Epithel seinen Flimmerbesatz, zieht noch eine kleine Strecke am oberen Uteruspole weiter und geht dann in ein Epithel über, das aus fünf bis sechs Schichten Cylinderzellen besteht, deren oberste von langen, schmalen protoplasmareichen Zellen gebildet wird, wodurch dieses Epithel ein vom Epithel der Papillen differentes Aussehen erhält.

Es bedeckt den Anfang des Capillarnetzes, das sich eine kleine Strecke über den Bezirk, in dem die Arterie Schlingen bildet, hinauserstreckt.

Dem vorigen ähnlich ist das Epithel, das im untersten Abschnitte des Uterus die gezähnelten Leisten bedeckt. Es besteht gleichfalls aus fünf bis sechs Schichten Cylinderzellen, doch besitzt es als oberste Schicht Zellen von bedeutender Höhe (26 μ) mit basalstehenden, 9—10 μ langen Kernen. Dieses Epithel enthält im Gegensatze zu dem der Papillen vereinzelte, ungestielte Becherzellen, die in der obersten Zellschicht gelegen sind. Eine gute Abbildung dieses Epithels findet man bei BRINKMANN Taf. XIII, Fig. 14. Er bezeichnet diese Figur als Abbildung

¹ V. WIDAKOWICH, Über eine Verschlußvorrichtung im Eileiter von *Squalus acanthias*. Zoolog. Anz. 1907.

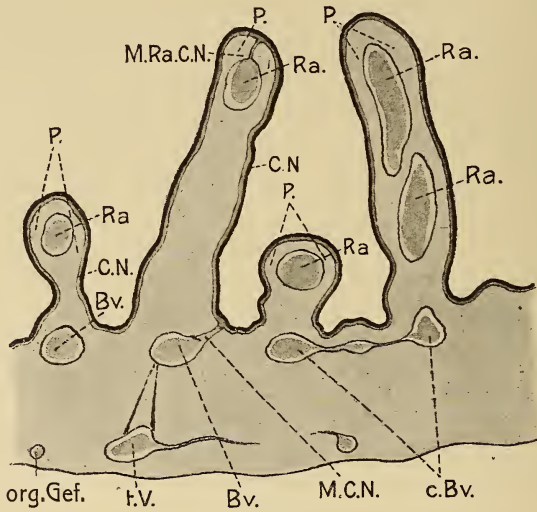
eines Schnittes durch die Mucosa eines zum ersten Male trächtigen Uterus. Die Abbildung zeigt die oberste Zellschicht, durch eine ungestielte Becherzelle unterbrochen. Die Becherzellen kommen nach BRINKMANN im Uterus von *Acanthias* so selten vor, daß man auf einem ganzen Papillenquerschnitte nur einzelne antrifft. Da ich auf Hunderten von Querschnitten durch Papillen aus verschiedenen Uteris niemals eine einzige Becherzelle angetroffen habe, muß ich annehmen, daß BRINKMANN vorzugsweise das Epithel der Leisten untersuchte und daraus seine Schlüsse gezogen hat.

Das Epithel am Übergangsteile in die Cloake ist ebenfalls ein vielschichtiges Cylinderepithel, dessen oberste Schicht aus sehr hohen, außerordentlich plasmareichen Zellen besteht. Diese sind deutlich voneinander abgegrenzt, 35μ lang, $8-10 \mu$ breit, ihr schmaler, $9-10 \mu$ langer Kern liegt basal, vom Plasma nicht umfaßt, der Zelle wie ein Stiel an. Das Plasma enthält zahlreiche, sehr kleine Secretkörnchen. Diese Zellen sind vielfach so angeordnet, daß typische intraepitheliale Drüsen zustande kommen (Fig. 9); die Annahme, daß von diesen ein Secret geliefert wird, das bei der Geburt der Föten eine Rolle spielt, ist wohl naheliegend. Die unteren Schichten des Epithels bestehen aus plasmaarmen Cylinderzellen, zwischen denen man stellenweise große Mengen von dicht aneinander liegenden Becherzellen findet. Diese sind, wo sie einzeln stehen, kugelförmig, wo sie dicht aneinander liegen nehmen sie durch gegenseitige Abplattung polygonale Formen an. Sie sind durchweg ungestielt und im Vergleiche mit den sie umgebenden Cylinderzellen sehr groß (Durchmesser 20μ), ihr uhrglasförmiger Kern liegt zuweilen im basalen Teile der Zelle. Diese intraepithelial gelegenen Becherzellen ähneln sehr den von BRINKMANN bei *Squatina angelus* beschriebenen und abgebildeten (auf seiner Tafel XIII, Fig. 14) Becherzellen. Bei *Squalus acanthias* war das Vorkommen derartiger Becherzellen bisher unbekannt, die Becherzellen, die man im Epithel der Leisten findet, sind Gebilde ganz anderer Art.

Erwähnenswert ist noch, daß der Übergangsteil des Uterus in die Cloake durch das Vorhandensein zahlreicher pigmentierter Wanderzellen leucocytärer Natur ausgezeichnet ist. In den Gefäßen, in der Muskulatur, im Bindegewebe, besonders aber in den unteren Schichten des Epithels sieht man vielfach Wanderzellen, die ein grobkörniges, hellgelbes Pigment enthalten.

Was das Capillarnetz betrifft, so hat auch BRINKMANN, der TROIS' eingangs erwähnte Auffassung desselben mit Recht verwirft, davon eine nicht ganz zutreffende Darstellung gegeben. Nach seiner Beschrei-

bung ist über die Randarterien »ein haubenförmiges Capillarnetz ausgespannt, in dem die abführenden Venenzweige verlaufen«. — Die beste Orientierung über die Anordnung des Capillarnetzes gewährt ein in kontrahiertem Zustande fixierter Uterus, dessen Gefäße natürlich injiziert sind (Textfig. 2). Die ganze Innenfläche des Uterus ist von einem engmaschigen Capillarnetz überzogen, mit Ausnahme eines kleinen Bezirkes an der Mündungsstelle des Oviductes und des caudalsten Teiles der gezähnelten Längsfalten. Dieses Capillarnetz bedeckt nicht



Textfig. 3.

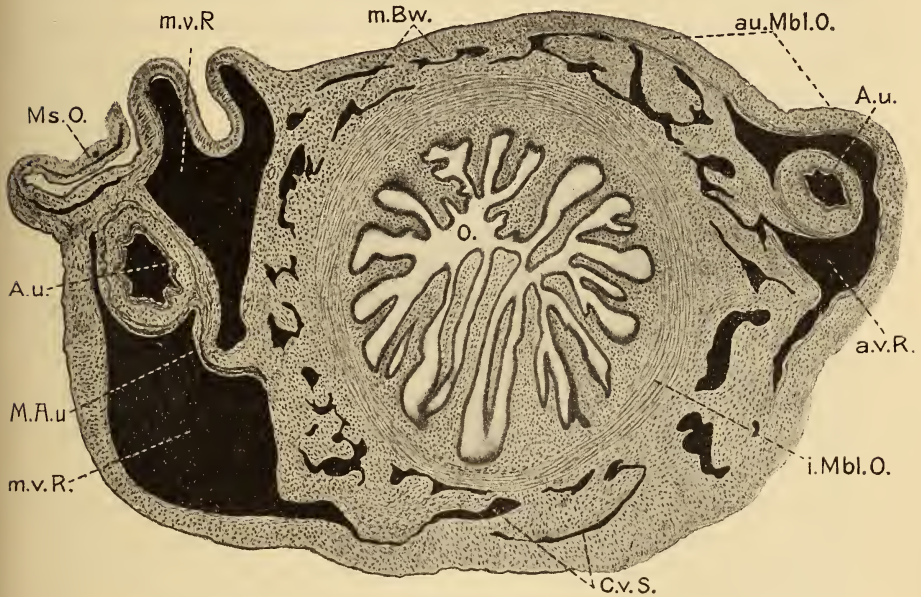
Schema der Circulation im Uterus von *Squalus acanthias*. Das Epithel ist schwarz, das Blut dunkelgrau, das Gewebe hellgrau dargestellt. Die divergierenden Linien zwischen *Bv* und *t.V* sollen andeuten, daß die aus den Basalvenen zu den tiefen Venen abgehenden Äste die Uterusmuskulatur schräg durchbohren. *P* = Papille; *Ra* = Randarterie; *C.N* = Capillarnetz; *Bv* = Basalvene; *M.Ra.C.N* = Mündungsstück der Randarterie, durch das das Blut in das Capillarnetz gelangt; *org.Gef* = organotrophisches Gefäß; *t.V* = tiefe Vene; *M.C.N* = Mündung des Capillarnetzes in die Basalvene; *c.Bv* = kommunizierende Basalvenen.

nur die Papillen in allen ihren Teilen, sondern erstreckt sich auch über die Gebiete zwischen den Papillen. Textfig. 3 zeigt ein Schema der Circulation, das auf Grund eines Wachsmodelles von einem Stück Mucosa gewonnen wurde. Das Capillarnetz erhält das arterielle Blut aus einem kurzen, immer in der Richtung gegen die Spitze der Papille von der Randarterie abgehenden Gefäß. Die abführenden Gefäße sind kleine, ebenfalls kurze Venen, die, stets zwischen zwei Papillen gelegen, das Blut in eine ansehnliche, in ihrer Verlaufsrichtung mit der Arterie parallele »Basalvene« ergießen. Die gleich den Randarterien

längs verlaufenden »Basalvenen« stehen durch quer verlaufende Zweige miteinander in Verbindung, wodurch ein dichtes, ziemlich regelmäßiges, aus relativ großen Venen bestehendes Netz zustande kommt. Von den Basalvenen gehen Zweige ab, die die Schichten des Uterus schräg durchbohren und das venöse Blut in große, unmittelbar unter der Serosa gelegene Venen gelangen lassen. Erwähnenswert ist, daß die Basalvenen in die innerste Muskelschicht des Uterus so eingebettet sind, daß die Muskulatur sie zirkelförmig bis auf eine Stelle umgibt, die der Randarterie gegenüber liegt. (Textfig. 2 und Fig. 7 bei *Lgs.M*). Die aus dem Capillarnetz in die Basalvene einmündenden kurzen Venen durchbrechen diese muskulöse Einfassung. Es ist naheliegend, anzunehmen, daß diese Anordnung der Uterusmuskulatur um die einer eignen Muscularis entbehrenden Venen in irgend einem Zusammenhange mit der Circulation des Blutes im Capillarnetze steht. Eine Kontraktion dieser parallel der Längsachse des Uterus verlaufenden Muskelbündel muß notwendigerweise eine Erweiterung der Basalvene und dadurch einen beschleunigten Abfluß des Blutes aus dem Capillarsystem herbeiführen. Die einzelnen Gefäße des Capillarnetzes liegen so dicht aneinander, daß ein Schnitt durch eine natürlich injizierte Mucosa einen kontinuierlichen, die ganze Innenfläche des Uterus überziehenden Blut sinus vortäuscht (Textfig. 2). Die Wandungen der Capillargefäße sind sehr dehnbar. In Uteris mit großen Embryonen findet man die frei in die Uterinhöhle hineinragenden, keinem besonderen Druck ausgesetzten, vom Epithel ganz oder teilweise freien Papillen von einem Capillarnetz bedeckt, wie es Fig. 7 zeigt. Die strotzend mit Blut gefüllten Capillaren ragen weit vor und lassen, da sie vom Epithel, das sonst ihren Wandungen überall innig anliegt, entblößt sind, ihre endotheliale Wandung mit den spärlichen Kernen deutlich erkennen. Stark dilatierte, dem Drucke der aufliegenden Föten ausgesetzt gewesene Papillen derselben Uteri zeigen schwach gefüllte, mit relativ dicker Wand versehene Capillaren von bedeutend geringerem Durchmesser. Es scheint fraglich, ob sich diese Unterschiede in der Blutfüllung der Capillaren sowie der Epithelverlust der stark durchbluteten, keiner Kompression ausgesetzten Papillen und die Erhaltung des Epithels an dilatierten Papillen rein mechanisch erklären lassen; es wäre ja wohl denkbar, daß die Tätigkeit jener Gebiete der Uterusmucosa, die durch das Aufliegen der Föten ihrer Aufgabe der Ernährung entzogen wurden, von den frei in das Cavum uterinum hineinragenden Papillen kompensatorisch ersetzt wird. In Papillen, welche eine derartige maximale Füllung ihrer Capillaren aufweisen, liegen die mesenterialen Binde-

gewebsplatten aneinander, die sonst vorhandene Zwischenschicht weitmäschigen Bindegewebes ist verschwunden (Fig. 7 bei *m.Pl.*). Außer diesem embryotrophischen Gefäßsystem, das aus den Randarterien, welche von den beiden Arteriae uterinae abzweigen, dem Capillarnetz und den Venen besteht, sind noch Gefäße vorhanden, denen die Ernährung des Uterus obliegt. Die Venen dieser beiden Gefäßsysteme stehen miteinander im Zusammenhange. Ob von den Arterien dasselbe gilt, wurde nicht ermittelt. Hervorgehoben sei, daß ein auffälliger Unterschied in der Struktur der Arterien beider Gefäßsysteme besteht. Die Arterien des Corpus uteri sind durchweg so zartwandig, daß es oft schwer ist, sie von den Venen zu unterscheiden, während die Randarterien, wie bereits LEYDIG hervorhebt, sich durch die im Verhältnis zu ihrem Durchmesser bedeutende Wandstärke auszeichnen. Diese Starkwandigkeit der Arterie verleiht den Papillen eine gewisse Stabilität und Elasticität, von der man sich am frischen Objekt leicht überzeugen kann, und findet eine befriedigende Erklärung, wenn man sie als Anpassung an den Druck, dem die Arterien im schwangeren Uterus durch die Dotter und später durch die Föten ausgesetzt werden, auffaßt. Daß die Stärke der Arterienwand allein an einer bestimmten Stelle nicht ausreicht, um eine zeitweilige Unterbrechung der Circulation zu verhindern, beweisen die komplizierten Vorrichtungen an den Mündungsbezirken der Oviducte in die Uteri, die die beiden in den Oviduct bereits eingetretenen Arteriae uterinae vor Kompression schützen, während die großen Dotter den Oviduct passieren. Diese Verhältnisse wurden bereits von mir in der S. 518 zitierten Abhandlung geschildert, in der dargelegt wurde, daß bei jenen lebend gebärenden Squaliden, deren Föten hüllenlos in der Uterinflüssigkeit liegen, ein hermetischer Abschluß zwischen Uterus und Oviduct dadurch gebildet wird, daß der Oviduct in seinem untersten Abschnitt von seinem äußeren Muskelblatt sich trennt, und als vielfach hin- und hergewundenes, nur aus Mucosa und innerer Muscularis bestehendes Rohr in seiner äußeren Muscularis eingebettet liegt. Ein derartiger Verschuß fehlt bei lebend gebärenden Plagiostomen, deren Embryonen in besondere Kammern eingeschlossen sind, wie dies z. B. bei *Mustelus laevis* der Fall ist. Hier sei nur auf den interessanten Gefäßverlauf hingewiesen, den Textfig. 4 darstellt. Beide Arteriae uterinae liegen in venösen Räumen, die vom äußeren Muskelblatte des Oviductes gebildet werden; sie sind in Blut eingebettet, wie etwa die Carotis im Sinus cavernosus. An der mesometralen, wie auch an der antimesometralen Seite des Oviductes spaltet sich von der Innenseite der äußeren, den gewundenen Teil des Oviductes einschließenden

Längsmuskelschicht ein Blatt ab, das ein Cavernensystem überdeckt, welches in einem vielfach verzweigten muskulösen Balkenwerke liegt, das die beiden Teile des Oviductes, das heißt, den inneren, gewundenen, mit dem äußeren, gerade verlaufenden, verbindet. Die mesometrale Arteria uterina hängt an zwei Mesenterien, wodurch der venöse Raum, in dem sie verläuft, in zwei voneinander gesonderte Teile geteilt wird;



Textfig. 4.

Die Einbettung der Arteriae uterinae in Bluträume und das cavernöse System um den Oviduct. Bild eines Querschnittes, der $\frac{1}{2}$ cm oberhalb des Nidamentalorgans durch den Oviduct geführt wurde. (Fixierung Sublimatalkohol, Celloidinschnitt.) Vergrößerung 20fach. *Ms.O.* = Mesenterium des Oviductes; *A.u.* = Arteria uterina; *M.A.u.* = Mesenterium der Arteria uterina; *m.v.R.* = mesometraler venöser Raum; *m.Bw.* = muskulöses Balkenwerk; *au.Mbl.O.* = äußeres Muskelblatt des Oviductes; *a.v.R.* = antimesometraler venöser Raum; *i.Mbl.O.* = inneres Muskelblatt des Oviductes; *Cv.S.* = Cavernensystem.

die antimesometrale Arterie besitzt nur ein Mesenterium. Diese drei großen venösen Räume stehen jeder für sich mit dem Cavernensystem in Verbindung und daher indirekt auch miteinander. Es ist klar, daß bei Passage der im Verhältnis zum Querschnitte des Oviductes sehr großen Eier in den Uterus eine Entfaltung des hin- und hergebogenen Eileiterabschnittes stattfindet, was eine Verschiebung dieses Abschnittes innerhalb seiner äußeren Hülle und hiermit eine Entleerung, ja Auspressung der zu dieser Zeit wahrscheinlich sehr reichlichen Blutmenge des cavernösen Systems zur Folge haben muß, wodurch die Bluträume,

in denen die Arterien verlaufen, gefüllt werden¹. Analog den Verhältnissen bei andern Selachiern muß man für die Dauer der Eischalenbildung und hiermit auch für die Dauer der Eipassage durch den Oviduct auch für *Squalus acanthias* einen Zeitraum von Tagen annehmen. Vergewärtigt man sich, daß nach den Größenverhältnissen des Eileiters bei *Acanthias* der Bezirk des Verschlußapparates, in dem die weiter cranial noch frei verlaufenden Arterien bereits in den Oviduct eingetreten sind, bei Vorhandensein von drei Dottern schon ausgedehnt ist, bevor noch der letzte der Dotter von der gemeinsamen Schalenhaut bedeckt ist, so wird die Ansicht, die in der Einbettung der Arterien in blutgefüllte Räume eine Schutzvorrichtung gegen andauernde Kompression erblickt, sehr plausibel.

Die Zahl der in der gemeinsamen Kapsel enthaltenen Dotter variiert bekanntlich. Nach LO BIANCO² sind drei bis fünf, nach REDEKE³ zwei bis sechs Dotter vorhanden. LEYDIG⁴ bildet eine Eikapsel von *Acanthias* ab, die nur einen Dotter enthält, bezüglich der PERUGIA⁵, der unter mehreren hundert Exemplaren nie weniger als drei bis vier Dotter fand, zweifelte, daß sie wirklich von *Acanthias* stammte. Bezüglich der Hüllen, von denen die Dotter eingeschlossen sind, gibt es verschiedene Angaben. Die älteren Autoren sprechen stets nur von der polyembryonalen Kapsel.

Außer dieser, alle Dotter umfassenden Hülle gibt es noch andere, die einzelnen Dotter einschließende Hüllen, was auch bei andern Plagiostomen beobachtet wurde. Nach RÜCKERT⁶ haben die reifen Eier von *Pristiurus* und *Torpedo* zwei Hüllen. Erstens eine Haut, die sich als scharfe Kontur des Dotters präsentiert. Sie ist keine selbständige, vom Dotter abhebbare Membran und wird von RÜCKERT Dotterhaut genannt. Zweitens eine über der Dotterhaut gelegene, bei *Torpedo* 2 μ dicke, mit feinen Querstreifungen versehene Haut, die RÜCKERT früher als Dotterhaut bezeichnete und jetzt Keimhülle nennt, da er fand, daß

¹ Näheres hierüber: V. WIDAKOWICH, »Über Bau und Funktion des Nidamentalorgans«. Diese Zeitschr. Bd. LXXX.

² S. LO BIANCO, Notizie biologiche riguardanti specialmente il periodo di maturità sessuale degli animali del golfo di Napoli. Mitteil. aus der zoolog. Station zu Neapel. Bd. XIII.

³ H. C. REDEKE, Onderzoekingen betreffende het urogenitaalsystem der Selachiërs en Holocephalen. Diss., Amsterdam, 1898.

⁴ op. cit.

⁵ op. cit.

⁶ J. RÜCKERT, Die erste Entwicklung des Eies der Elasmobranchier, Festschrift zum 70. Geburtstage C. v. KUPFFER. Jena 1899. □

diese in Ovarialeiern das ganze Ei umfassende Membran, die Zona pellucida der Ovarialeier, später nur der Keimscheibe anliegt und in einiger Entfernung von deren Peripherie endigt. Zu diesen Bezeichnungen bemerkt WALDEYER¹ wohl mit Recht, daß man ohne neuen Namen mit der Bezeichnung Eihaut oder Oolemm auskäme. Die Dotterhaut wäre als nicht vom Dotter abhebbare Grenzlamelle des Ooplasma eine Crusta im Sinne F. E. SCHULZES. Nun schlug BRAUS², »um eine klare Nomenklatur zu gewinnen«, vor, die Bezeichnung »Keimhülle« durch Zona pellucida zu ersetzen, da diese Membran beim Tuben- und jungen Uterusei der Spinaciden nicht rudimentär und ihre Durchsichtigkeit sehr charakteristisch ist und den Namen Keimhülle für rudimentäre Pellucidae zu reservieren. Hierzu muß bemerkt werden, daß BRAUS diese den ganzen Dotter umhüllende Membran der Spinaciden ohne weiteres mit RÜCKERTS nur den Keim umfassender Hülle identifiziert, ohne einen Beweis zu bringen, daß diese Gebilde auch wirklich identisch sind. Bei *Spinax* ist diese Membran nur so lange vorhanden, als sich der Embryo noch nicht vom Dotter abgehoben hat, dann verschwindet sie spurlos. Auch bei *Acanthias vulgaris* kann man sie beobachten. Nach BRAUS wurde sie bei *Acanthias* zuerst von LO BIANCO wahrgenommen. Diese Angabe erscheint irrig, denn bereits 1880 schrieb PERUGIA »Queste uova si mettono uno dietro l'altro e si rivestono d'una membrana trasparente, che le avvolge formando un sacco comune (die polyembryonale Kapsel) il quale poi si divide da sottili pareti in tante celle racchiudenti ognuna un uovo« und weiter »ebbi degli embrioni di 3½ centimetri, i quali mi presentarono una novità cioè: le pareti delle celle del sacco comune erano scomparse e questo offriva una cavità continua«. Hierzu ist zu bemerken, daß PERUGIA seine »sottili pareti« als Fortsätze der hornartigen polyembryonalen Kapsel, der sie tatsächlich stellenweise unmittelbar anliegen, auffaßte; einen so großen Zwischenraum, wie ihn BRAUS' schematische Abbildung des graviden Uterus von *Acanthias blainvilli* zwischen der »Pellucida« und der gemeinsamen Kapsel zeigt, habe ich bei *Squalus acanthias* nie gesehen. Nur an den Polen der Kapsel liegen größere Eiweißmengen zwischen Kapsel und Pellucida. Nach LO BIANCO platzt das Oolemm (Membrana trasparentissima), sobald die Embryonen 7—8 cm lang geworden sind. Ich kann

¹ W. WALDEYER, Die Geschlechtszellen. Handbuch der vergl. und experimentellen Entwicklungslehre der Wirbeltiere. Herausgegeben von HERTWIG. Jena 1906.

² H. BRAUS, Zur Entwicklungsgeschichte niederer Haie. Sitzungsber. der Kgl. preuß. Akad. d. Wissensch. 1906.

die Anwesenheit des Oolemm bei den Eiern von *Acanthias* bestätigen. Es umhüllt den ganzen Dotter, liegt der polyembryonalen Kapsel, zumal den zu Cylindern zusammengepreßten, zwischen den beiden Poldottern gelegenen Eiern, oft so innig an, daß es mit dieser zugleich abgelöst werden kann. Seine Dicke betrug in einem Falle, da der Embryo im Stadium der Gastrula war, 2—3 μ . Nach Fixierung mit Sublimatalkohol färbt es sich mit v. GIESONS Farbgemisch gelb. Unter dem Oolemm liegt ein äußerst zartes Häutchen, das den Dotter überzieht, die Crusta; man kann sie jedoch an mit Pikrinsäuresublimat fixierten Dottern isoliert zur Ansicht bringen, wenn man von in Alkohol gehärteten Präparaten Stückchen abbricht. Man findet dann im Schnitt eine äußerst dünne Membran, die ein Stück über den Bruchrand hinausragt. Dieses Häutchen nimmt bei Färbung nach v. GIESON einen rötlichen Ton an.

Über die Bildung und Struktur der polyembryonalen Kapsel scheinen noch wenige Untersuchungen angestellt worden zu sein. LEYDIG berichtet, daß die Eischalenhaut anfangs ziemlich derb ist, mit dem Größerwerden des Eies jedoch dünn und leicht zerreißbar wird. Nach PERUGIA ist die polyembryonale Kapsel ein Produkt der Eileiterdrüse, die aber die Eier mit ihrem Secret nicht während ihres Durchganges durch den Eileiter umhüllt, sondern dieses in die Uteri ergießt, wo es sich dann um die Dotter herumlegt. Zum Beweise für diese Behauptung führt PERUGIA an, er habe einmal bei einem Tiere, das sehr entwickelte Eier im Ovarium hatte, die Uteri von einer viskösen und durchsichtigen Masse erfüllt gefunden, auch sei die Art, in der sich diese Hülle der Form des Uterus anpasse, sehr charakteristisch. Nach BRAUS tritt die Kapsel auf, sobald das Ei den unteren Abschnitt der Eileiterdrüse passiert hat. Diese Angabe ist unzweifelhaft die richtige, wenn auch der Vorgang der Schalenbildung bei *Acanthias* noch nicht beobachtet wurde. Gegen PERUGIAS Angabe spricht vor allem die Art der Schalenbildung, die bei den Eier legenden Species genau beobachtet wurde, und weiter die Struktur der Hülle. Diese besteht nämlich, gleichwie bei *Scyllium canicula*, aus einer beträchtlichen Zahl von Platten, die übereinander liegen und miteinander eine feste Verbindung eingegangen sind. Reine Querschnitte durch die Hülle zeigen durchweg eine homogene Struktur. Schiefe Flachschnitte, die man leicht aus Membranen erhält, die man, um ein Stäbchen mehrmals herumgerollt, in Celloidin eingebettet hat, zeigen sehr deutlich die übereinander liegenden Platten, deren Zahl ungefähr 18—20 beträgt. Diese Plattenstruktur erklärt sich ohne weiteres aus der Struktur der Eileiterdrüse. Die Eileiterdrüse, nach REDEKE von allen lebend gebärenden Formen

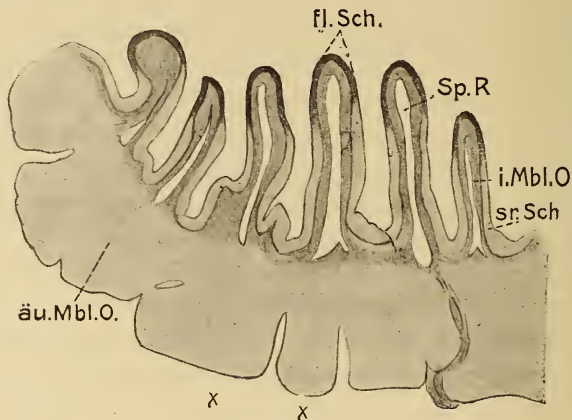
am kleinsten bei *Acanthias*, stellt ein etwa 1 cm langes, ebenso breites, von vorn nach hinten etwas abgeplattetes Knötchen dar, das, wie LEYDIG richtig bemerkte, zwischen die Häute des Oviductes eingeschoben ist. Das äußere Muskelblatt des Oviductes zieht über sie hinweg, während das innere durch mancherlei Modifikationen zu einem integrierenden Bestandteil der Drüse wird. Diese besteht eigentlich aus einer Vereinigung von Drüsen verschiedener Funktion, und ist trotz ihres im Vergleich mit der Struktur der Eischalendrüse von *Scyllium* rudimentären Charakters immerhin noch so kompliziert gebaut, daß ich auch für sie die Bezeichnung Nidamentalorgan, welche ich für die Eileiterdrüse von *Scyllium* anwendete, für angebracht halte. Bei den Eier legenden Scyllien finden wir fast dieselben integrierenden Bestandteile des Nidamentalorgans wie beim lebend gebärenden *Squalus acanthias*. Hier wie dort sind Secret bereitende und Secret formende Bestandteile vorhanden, doch ist das Organ des Eier legenden Selachiers komplizierter gebaut, wie das von *Acanthias*, wie auch die Eischale des ersteren ein komplizierteres Gebilde ist wie die gemeinsame Hülle von *Acanthias*. Während z. B. bei *Scyllium*, wie ich durch Untersuchung von Nidamentalorganen vor, während und nach der Gravidität gezeigt zu haben glaube, für die Bildung der unteren und oberen Eischnüre spezielle, durch Form und Färbbarkeit der Elemente zu unterscheidende Drüsenpartien vorhanden sind, fehlen derartige Vorrichtungen bei *Acanthias*. Es ist daher nicht angebracht, die Fäden am oberen und unteren Ende der polyembryonalen Kapsel von *Acanthias* für ein Homologon der für das Gedeihen der abgelegten Eier wichtigen Eischnüre der Eier legenden Selachier zu erklären, wie dies REDEKE getan hat. Auch die Formung des Secretes des Schalen bildenden Teiles des Nidamentalorgans zu Platten, aus denen die Eihülle aufgebaut wird, geht bei *Acanthias* einfacher vor sich wie bei *Scyllium*. Das Nidamentalorgan von *Acanthias* besteht aus einem cranial gelegenen Teile, der, wenn man nach Analogie mit *Scyllium* schließen darf, Eiweiß erzeugt, aus einem mittleren, der, wie sich zeigen läßt, die Schale liefert, und aus einem untersten, wohl Schleim produzierenden Abschnitte. Der oberste Abschnitt zerfällt, was bei *Scyllium* nicht der Fall ist, in zwei morphologisch verschiedene Abschnitte. Der cranialste Abschnitt ist ausgezeichnet durch breitere Röhren und durch die bedeutendere Größe der secernierenden Zellen, die sich gegenüber denen des caudalen Abschnittes durch ein helleres Protoplasma auszeichnen. Daß man es hier nicht mit verschiedenen Funktionsstadien zu tun hat, beweisen die verschieden gestalteten Mündungsbezirke beider Drüsenabschnitte.

Die Falten, zwischen denen die Tubuli des oberen Teiles ausmünden, sind nämlich lang, im Querschnitte lanzettförmig von secernierenden Zellen und Flimmerzellen bedeckt, während die Falten des unteren Teiles im Querschnitte rechteckig und nur von Flimmerepithel bedeckt sind. Auf eine genaue histologische Beschreibung der Elemente dieser Abschnitte, wie ich sie für *Scyllium* gegeben habe, soll hier nicht eingegangen werden, da mir nur Organe zur Verfügung standen, die ihre Produkte bereits ausgeschieden hatten. Die Drüsen aller drei Abschnitte bestehen aus gerade verlaufenden Röhren, die, gleichwie bei *Scyllium*, spezifische, Secret bereitende Zellen und Secret entfernende, mit langen Haaren versehene Flimmerzellen enthalten. Der Durchmesser, die Länge und der Verlauf dieser Röhren verhalten sich in jedem Drüsenabschnitte verschieden. Die Produkte der einzelnen Teile des Nidamentalorgans werden über die passierenden Eidotter nicht unmittelbar aus den Drüsenschläuchen selbst entleert, sondern ergießen sich zwischen eine große Anzahl von zur Längsachse des Organs quergestellten, das ganze Lumen umspannenden Falten, die bereits makroskopisch als feine Querstreifung sichtbar werden, wenn man das Organ seitlich der Länge nach aufschneidet. Die zwischen die einzelnen Falten sich ergießenden, verschiedenen Secrete legen sich in konzentrischen Schichten über die passierenden Dotter. Die Gestalt der Falten ist, gleichwie bei *Scyllium*, eine für jeden Drüsenabschnitt spezifische; ihre größte Entwicklung zeigen sie am Mündungsbezirke der Schalendrüse. Bloß über diese Falten sei hier einiges mitgeteilt, da sie für den Beweis, daß auch die dünne Eimembran von *Acanthias* nicht homogen ist, von Wichtigkeit sind. Diese Gebilde, deren Homologa ich bei *Scyllium* »Lamellen« nannte, sind in der Zahl von 16—18 vorhanden und stellen im Querschnitte lanzettförmige, in der Mitte 80—100 μ dicke, an ihrer Basis sehr schmale, 0,5 mm breite Platten dar, die aus Bindegewebe und glatter Muskulatur gebildet sind und von einem einschichtigen Flimmerepithel überdeckt werden. Sie erheben sich, jede von zwei kleinen, 160 μ breiten Zöttchen flankiert, von einem bindegewebigen, dem Bezirke der Schalendrüse sensu stricto aufsitzenden Rohre, das von den Tubulis so durchbrochen wird, daß zwischen zwei übereinander liegenden Lamellen die Mündungen der Tubuli nebeneinander liegen. Das plastische, von den Drüsenzellen ausgestoßene, aus miteinander verschmelzenden Granuli bestehende Secret fließt in den Raum, der zwischen den Lamellen liegt. Bei *Scyllium* läßt sich verfolgen, wie das aus den Tubuli in Form von cylindrischen Fäden quellende Secret in diesem Raume sich zu einer homogenen Masse vereinigt, die dann durch den

Druck des nachfolgenden Secretes zwischen den Lamellen durchgetrieben und zu einer Platte gleichsam ausgewalzt wird. So viele Lamellenzwischenräume sind, so viele Platten entstehen. Die große Ähnlichkeit der anatomischen Verhältnisse erlaubt es wohl, ähnliche Vorgänge auch im Nidamentalorgane von *Acanthias* anzunehmen¹. Bei *Scyllium* wächst während der Eischalenbildung die Dicke der Lamellen durch eine Art ödematöser Schwellung, die ich als physiologisches Ödem bezeichnet habe, auf das Dreifache des ruhenden Zustandes an, wodurch die Zwischenräume zweier benachbarter Lamellen kleiner werden. Ob dieses interessante physiologische Ödem auch bei *Acanthias* zustande kommt, vermag ich nicht anzugeben, doch muß ich es nach der relativen Größe der Lamellenzwischenräume im ruhenden Organ und der Dünne der Platten, die die polyembryonale Kapsel zusammensetzen, wohl annehmen. Die längsgefaltete Schleimhaut des Oviductes trägt nach LEYDIG bis zur Übergangsstelle in den Uterus ein Flimmerepithel. Diese Beobachtung ist zutreffend, doch tragen die Falten des oberhalb des Nidamentalorgans gelegenen Eileiterabschnittes außer den Flimmerzellen noch andre Zellen, die sich durch die Bildung eines Secretes auszeichnen, das wenigstens im fixierten Präparat in Form von 1—2 μ großen, mit v. GIESONS Gemisch sich gelb färbenden Körnchen sichtbar ist. Fig. 10 zeigt einen Querschnitt durch eine Schleimhautfalte aus dem oberen Eileiter. Dem aus Bindegewebe und glatter Muskulatur bestehenden Körper derselben sitzt ein 25 μ breiter Saum auf, der fast ganz aus den mit Sekretkörnchen gefüllten Leibern der secernierenden Zellen besteht, deren kleine, runde Kerne basal gelegen sind. Die zweite, obere Kernreihe gehört, wie sich an secretleeren Stellen leicht zeigen läßt, schlanken, plasmaarmen Flimmerzellen an, von deren Leib an secernierenden Abschnitten oft nichts sichtbar ist, da er von den secernierenden Zellen verdeckt wird. Gegen das Lumen des Oviductes zu hört das secernierende Epithel auf, die Längsfalten sind an ihren Firsten nur von einem mehrschichtigen flimmernden Cylinderepithel bekleidet. Die Funktion der secernierenden Zellen, die über ein relativ weites, vom Ostium abdominale tubarum bis zur Eiweißdrüse des Nidamentalorgans reichendes Gebiet verbreitet sind, dessen Oberfläche durch die zahlreichen Falten des Oviductes sehr groß ist, ist dunkel. Zu einer Zeit, da sämtliche Drüsen des Nidamentalorgans sich noch im Zustande völliger Erschöpfung befinden, sind diese

¹ Zu ähnlichen Resultaten gelangte BORCEA, dessen in den Archives de Zoologie expérimentale, XXXIV année, Januar 1906, veröffentlichte Arbeit mir zur Zeit meiner Untersuchungen leider nicht zugänglich war.

secernierenden Zellen fast durchweg prall mit Sekretkörnchen gefüllt. Es ist daher naheliegend, anzunehmen, daß die secernierenden Zellen des Oviductes als erste bei der Eipassage irgend eine Aufgabe erfüllen, weshalb sie auch als erste wieder in den Zustand der Aktivität treten. Die Struktur der Schleimhautfalten gestattet gewisse Schlüsse über ihr Verhalten zur Zeit der Eipassage. Zwischen der Größe des Eies von *Acanthias* und dem Durchmesser des Eileiters besteht ein großes Mißverhältnis. Der Durchmesser des Eileiters, durch den ein Ei von 35 und mehr Millimeter Durchmesser wandert, überschreitet nicht 5 mm. BRAUS vermutet irgend eine Vorrichtung, die es ermöglicht, daß bei *Centrophorus*, wo die Verhältnisse ähnlich liegen, das große Ei in den



Textfig. 5.

Seiten eines Querschnittes durch den oberhalb des Nidamentalorgans gelegenen Eileiter. Schema, das die Beschaffenheit der Schleimhautfalten veranschaulichen soll. *Sp.R* = Spalt-raum; *fl.Sch* = flimmernde Schicht; *sr.Sch* = secernierende Schicht; *äu.Mbl.O* = äußeres Muskelblatt des Oviductes; *i.Mbl.O* = inneres Muskelblatt des Oviductes. *x* Wülste des äußeren Muskelblattes des collabierten Oviductes.

kleinen Oviduct gelange. Bei *Acanthias* kann man nun sehen, daß die Schleimhautfalten des Oviductes, angefangen vom Ostium abdominale tubartum bis zum Nidamentalorgane, dadurch ausgezeichnet sind, daß sie in einem gewissen Sinne hohl sind; das heißt, jede Falte besteht aus zwei Blättern, die sich gegen das Lumen des Oviductes zu vereinigen (Fig. 10 und Textfig. 5). Diese beiden Blätter entspringen aus der inneren Quermuskelschicht des Eileiters, der Hohlraum, den sie einschließen, hat die Gestalt eines gleichschenkeligen, spitzwinkligen Dreiecks, ist mit Endothel ausgekleidet und enthält einiges Blut. Wenn bei der Passage des Eies der Oviduct dilatiert ist, so werden die Falten nicht umgelegt und an die Innenseite der Eileiterwand gedrückt,

sondern verschwinden vollkommen, sie verstreichen. Bei Erweiterung des Eileiters rücken die Fußpunkte der Falten auseinander, bis es schließlich zum völligen Verschwinden der Falten kommt. Im kontrahierten Eileiter sind im obersten Abschnitte etwa 40 Falten, die 0,7 mm hoch sind. Der Querschnitt einer Falte hat etwa 2 mm Umfang. Bei einer Erweiterung des Eileiters auf den siebenfachen Durchmesser — erst bei dieser Ausdehnung ist die Passage der Dotter möglich — müssen die Falten also nicht nur völlig verstreichen, sie werden sogar noch um ein bedeutendes gedehnt. Bei Ausdehnung der Falten kommt natürlich das secernierende Epithel in seiner ganzen Ausbreitung mit der Eioberfläche in Berührung. Da gegen das Nidamentalorgan zu die Zahl der Falten geringer wird, decken sich vielfach die nicht secernierenden Bezirke der Faltenfirste im oberen Abschnitt mit den secernierenden Partien im unteren Abschnitt. Der ganze Dotter muß daher bei seiner Passage durch den Oviduct, noch bevor er in den Bereich des Nidamentalorgans gelangt ist, mit einer Secretschicht bedeckt werden. So lange nicht nachgewiesen ist, daß die von PERUGIA entdeckte Hülle der Dotter von *Acanthias* mit dem nach RÜCKERTS Untersuchungen (*Pristiurus*) von der *Zona pellucida* abstammenden Oolemm (seiner Keimhülle, BRAUS' *Pellucida*) identisch ist, könnte man allenfalls zwischen diesen Zellen und PERUGIAS Häutchen Beziehungen vermuten.

Auch die Falten des unter dem Nidamentalorgan gelegenen Eileiters sind von Interesse. Sie enthalten quer zu ihrer Längsrichtung verlaufende, aus langen Röhrenchen bestehende Drüsen, deren Produkt anscheinend Schleim ist. Die Länge der einzelnen, bis 100 μ dicken Röhrenchen ist zuweilen gleich der Höhe der Falten, ihr Inhalt besteht aus secernierenden Elementen und aus Flimmerzellen. Sie münden meist im Firste der Falten, deren Flimmerepitheldecke sie durchbrechen.

Über das Schicksal der vom Nidamentalorgane gebildeten polyembryonalen Kapsel ist bekannt, daß man sie unversehrt nur in Uteris findet, deren Embryonen eine gewisse Größe noch nicht erreicht haben. Wie eingangs erwähnt, führt LEYDIG das Reißen der Kapsel auf die Volumzunahme ihres Inhaltes zurück. Nach LO BIANCO reißt sie, sobald die Embryonen die Länge von 7—8 cm überschreiten. PERUGIA berichtet, daß die Kapsel sich an ihren beiden Enden öffnet, wenn die Föten 8 cm Länge erreichen und noch Spuren von äußeren Kiemen haben.

BRINKMANN und BRAUS bestätigen das merkwürdige zeitliche Zusammenfallen des Schwindens der äußeren Kiemen mit dem Reißen der

polyembryonalen Kapsel. Für BRINKMANN ergibt sich aus diesem Zusammentreffen, daß die äußeren Kiemen wahrscheinlich nicht nur zum Atmen dienen, sondern auch die Flüssigkeit der Kapsel ausnutzen. Der Schluß, der zu dieser Erkenntnis führte, ist mir unverständlich, da man aus der Beobachtung, daß Embryonen, die vom Capillarnetz des Uterus durch eine Membran getrennt sind, äußere Kiemen haben, die sie einbüßen, sobald diese Membran schwindet, doch nicht schließen kann, daß die vergänglichen Kiemen zur Nahrungsaufnahme dienen. Ein Beweis, daß die Embryonen erst nach dem Reißen der Kapsel aus einer Diffusion von Serum aus dem Capillarnetz Nutzen ziehen können und vorher ausschließlich auf die Flüssigkeit innerhalb der Kapsel angewiesen sind, liegt auch nicht vor. Man sieht ja im Gegenteil bei *Mustelus laevis*, daß nicht nur der Gasaustausch, sondern auch die Nahrungsaufnahme durch eine Membran hindurch stattfindet, die während des ganzen Fötallebens als scheidende Wand zwischen Placenta materna und foetalis bestehen bleibt. BRINKMANN steht mit seiner Ansicht, daß die äußeren Kiemen zur Nahrungsaufnahme dienen, nicht vereinzelt da. DAVY und J. MÜLLER erblickten die Hauptaufgabe der äußeren Kiemen in der Nahrungsaufnahme. LEUCKART¹ schrieb ihnen eine gewisse respiratorische Funktion zu. CORNALIA² glaubte, daß sie zur Nahrungsaufnahme dienen, ihm schloß sich TROIS an, der auch von den Gefäßen des Dottersackes das gleiche annahm. OPPEL³ hingegen hält es für zweifellos, daß die äußeren Kiemen der Selachier-Embryonen in erster Linie respiratorischen Zwecken dienen. Er weist darauf hin, daß die Randgefäße der Kiemen respiratorische Gefäße sind und hebt hervor, daß die Selachierkiemen jener Eigentümlichkeiten des Baues ermangeln, die Nahrungsstoffe absorbierenden Häuten und Epithelien eigen ist. DOHRN⁴ berichtet, daß es ihm gelungen sei, die wahre Funktion der Kiemenfäden aufzufinden. Es fiel ihm auf, daß bei Embryonen »reiferen Alters« in den Wurzeln der Venen dieser langen Fäden sich eine durch Karmin gelblich gefärbte Masse vorfand, die er später auch in den Aortenwurzeln konstatierte. Er stellte fest, daß die ganzen äußeren Kiemenfäden mit einer Dotteremulsion angefüllt waren, in

¹ F. S. LEUCKART, Untersuchungen über die äußeren Kiemen der Embryonen von Rochen und Haien. Stuttgart 1836.

² Sulle bianchie transitorie dei feti plagiostomi. Memoire dell' Istituto Lombardo 1856.

³ OPPEL, Lehrbuch der mikroskopischen Anatomie der Wirbeltiere. Sechster Teil. Jena 1905.

⁴ DOHRN, Mittel. aus der zoolog. Station zu Neapel. 1884. S. 138.

der die Blutkörperchen nicht nur suspendiert waren, sondern von der jedes Blutkörperchen sich angefüllt zeigte. Daß eine Endosmose durch die ganze Peripherie der Kiemenfäden vor sich geht, hält DOHRN dadurch für bewiesen, daß auch das arterielle Gefäß mit Dotter erfüllt ist. Maßgebend scheint auch der Befund von ALCOCK an *Pteroplatea micrura*. Die Kiemenfäden, die zweimal so lang sind wie der Embryo, umgeben in dichten Windungen den Dottersack. Ihre resorbierende Tätigkeit erhellt daraus, daß die Nabelschnur aus einer kompakten Masse epithelialer Zellen besteht, die von lacunären, kein Blut, sondern Dotter enthaltenden Räumen durchsetzt ist. ALCOCK berichtet ferner, daß die Ernährung durch die Uterinmilch erst beginnt, sobald die äußeren Kiemen den Dotter aufgezehrt haben. Ich möchte bei der Frage nach der Funktion der äußeren Kiemen darauf hinweisen, daß zur Zeit ihres Verschwindens die inneren Kiemen bereits eine erhebliche Entwicklung zeigen, so daß es den Anschein hat, daß sie zur Vermittlung des Gasaustausches bereits tauglich sind.

Über die Permeabilität der polyembryonalen Kapsel für gasförmige und flüssige Bestandteile liegen meines Wissens keine Untersuchungen vor. Ich konnte konstatieren, daß sie für feste Bestandteile, wie Leucocyten oder Mastzellen, undurchgängig ist¹. Die gesprengte Eikapsel findet man bald in Form von Fetzen zwischen den Föten, bald ist keine Spur von ihr vorhanden. Nach REDEKES Meinung wird sie ausgestoßen, was leicht möglich ist, da die Uteri gegen die Cloake hin nicht direkt abgeschlossen sind. Ich fand mehrere Male eine relativ weite Kommunikation zwischen Cloake und Cavum uteri bei Tieren mit 15—17 cm langen Föten, in Fällen, wo keine Spur einer Kapsel vorhanden war. Allerdings muß man eine derartige Kommunikation eher entweder als postmortale Erscheinung oder als Ansatz zu einem Abortus — einem bei gefangenen Haien bekanntlich sehr leicht eintretenden Ereignis — deuten, denn als normalerweise bestehende Einrichtung².

¹ Über die chemische Struktur der Eihüllen der Selachier, die von Art zu Art oft beträchtliche Differenzen zeigt, vgl. NEUMEISTER, Lehrbuch der physiologischen Chemie, ferner NEUMEISTER, Zeitschr. f. Biol. N. F. Bd. XIII.

² Ein Beweis für die Ausstoßung der Kapsel läge wohl vor, wenn es gelänge, zu zeigen, daß unter normalen Verhältnissen das Cavum uteri gegen die Außenwelt nicht hermetisch abgeschlossen, sondern mit ihr wenigstens in zeitweiliger Verbindung ist. Die Feststellung einer solchen Verbindung würde auch zur Lösung anderer Fragen beitragen, wie z. B. nach dem Schicksal der Ausscheidungen der Föten, die z. B. bei *Mustelus antarcticus* sich innerhalb der dünnen Eimembran ansammeln, oder nach BRINKMANN'S Annahme bei *Torpedo* durch Resorption von seiten des Capillarnetzes beseitigt werden. Mit Rücksicht darauf, untersuchte

Im Hinblick darauf, daß oft auch relativ kleine Föten, die sicher noch aus dem Capillarsystem Vorteil ziehen, keine Spur der Kapsel mehr besitzen, scheint die Annahme einer Ausstoßung, die man sich kaum ohne gleichzeitigen Verlust von Teilen der wertvollen Nahrung denken kann, bedenklich, so daß die Frage der Resorption der Kapsel auftritt, wie sie REDEKE z. B. bei *Galeus canis* annimmt. Da man aber im allgemeinen sieht, daß vom Oviduct gelieferte, das Ei einhüllende und schützende Membranen, mögen sie nun keratinöser, chitinöser oder welcher Natur immer sein, nicht resorbiert, sondern erhalten bleiben, befriedigt auch die Annahme einer Resorption nicht vollkommen, und die Lösung dieser Frage bleibt der direkten Beobachtung vorbehalten.

Nach der Sprengung der gemeinsamen Kapsel wachsen die Embryonen noch bis zu einer Länge von 20—24 cm und werden geboren, sobald der äußere Dottersack vollständig geschwunden ist. Eine Gewichtszunahme, wie sie nach DAVY das Ei von *Torpedo* während der Gravidität erfährt (der entwickelte Fötus fast zweieinhalbmal so schwer wie das Ei), ist auch bei *Squalus acanthias* nachzuweisen. DAVYS Wägungen ergaben: Gewicht vor dem Erscheinen des Embryo 182 Gran, nach dem Erscheinen des Embryo 177 Gran, Gewicht eines reifen Fötus 479 Gran. Bei der Beurteilung der Gewichtszahlen ist vor allem darauf zu achten, daß die Dotter verschiedener Tiere durchaus nicht gleich schwer sind, und daß auch reife Föten durchaus nicht von gleicher Länge und gleichem Gewichte sind. Kleine Exemplare haben kleinere Dotter und kleinere Föten als große. Das leichteste Ei, das ich bei *Acanthias* fand, wog samt dem 2,7 cm langen Embryo 18,6 g, der schwerste Dotter, dessen Embryo im Stadium der Gastrula war, 44,1 g. Das Gewicht der Dotter variiert, wie man sieht, ganz beträchtlich. Selbst die einzelnen Dotter eines Uterus sind nicht gleich schwer. Von den fünf

ich die Magen zahlreicher Föten nach etwa von außen eingedrungenen Gebilden organischer Natur. Magen von 15—21 cm langen Föten enthielten zahlreiche verschluckte Epithelien aus dem Pharynx, abgestoßene Epithelien der Magenschleimhaut, verschlucktes Epithel der Papillen des Uterus, überraschend viele Erythrocyten, Dotterkörner, zähen Schleim und Detritus. Bei einem 15 cm langen Fötus fanden sich drei Gebilde, die man nicht als der Mutter oder dem Fötus angehörig erkennen konnte. Diese Gebilde sind kugelig, von einem Durchmesser von 19 μ , haben einen mit Hämalan sich blaßblau färbenden Kern, ein geschichtetes, mit Eosin sich rot färbendes Plasma und eine Farbe nicht annehmende Hülle, die von feinsten radiären Kanälchen durchbrochen ist. Eine Verwechslung mit Dotterkörnern, die im Magen durch schichtenweise Quellung oft sonderbare Formen annehmen, ist unwahrscheinlich, doch geht es nicht an, aus Befunden solcher Natur weitere Schlüsse zu ziehen.

Dottern, die ein Uterus enthielt, wog der leichteste 37,9 g, der schwerste 44,1 g. Von den vier 15 cm langen Föten eines Uterus wog der leichteste 41,4 g, der schwerste 42,3 g. DAVYS Arbeit war mir nicht zugänglich, so daß mir nicht bekannt ist, ob er eine Erklärung dafür fand, daß das Ei nach dem Erscheinen des Embryo leichter wird. Nach meinen Erfahrungen bei *Acanthias* halte ich es für wahrscheinlich, daß diese scheinbare Gewichtsabnahme einfach darauf zurückzuführen ist, daß die zweite Wägung von Haus aus kleinere Eier betraf. Absolute Zahlen kann man für die Gewichtszunahme des Eies keine angeben, da es aus äußeren Gründen nicht möglich ist, ein und dasselbe Ei während seines Wachstums zu verfolgen. Es dürfte jedoch der Satz Gültigkeit haben, daß die leichtesten reifen Föten schwerer sind als die kleinsten Dotter und die schwersten Föten schwerer als die größten Dotter. Mein schwerster, 21 cm langer Fötus, der noch einen ziemlich großen äußeren Dottersack hatte, wog 60 g, also um fast 16 g mehr als der größte Dotter. Der leichteste, 18 cm lange Fötus, der nur mehr einen kleinen äußeren Dottersack hatte, wog 27 g, war also noch immer um 8,4 g schwerer als der leichteste Dotter. Auch aus den Gewichtszahlen der Föten und Dottersäcke läßt sich zeigen, daß die Föten eine Vermehrung ihrer Masse erfahren, die sie nicht nur aus ihren Dottersäcken beziehen können. Würden die Föten nur so viel an Gewicht zunehmen als ihre Dottersäcke abnehmen, würden sie also, wie dies MEHRDORF annahm, im Uterus quasi nur ausgebrütet werden, so müßten sich die Gewichtszunahmen der Föten so zueinander verhalten, wie die Gewichtsabnahmen ihrer Dottersäcke. Dies ist nun aber nicht der Fall. Aus einer Reihe von Wägungen verschieden schwerer Föten und ihrer abgetrennten Dottersäcke kann man leicht bestimmen, daß die Gewichtszunahmen der Föten selbst größer sind als die Gewichtsabnahmen ihrer Dottersäcke. Nehmen wir an, daß aus einem großen Dotter ein großer Fötus wird und setzen wir die Gewichtszahlen für den schwersten Dotter und den schwersten Fötus in ein Verhältnis, so ergibt sich eine Zunahme des Eies von etwa 36,5% des Dottergewichtes zu Beginn der Gravidität. In ähnlicher Weise bekommen wir aus den Gewichtszahlen der leichtesten Föten und des leichtesten Dotters eine Zunahme des Eies von etwa 44% des Dottergewichtes zu Beginn der Gravidität. Es dürfte daher nicht weit gefehlt sein, wenn man die Substanzzunahme, die der Embryo im Laufe seiner Entwicklung erfährt, mit ungefähr 40% des Gewichtes des reifen Dotters veranschlagt. Wenn auch die angegebene Prozentzahl die das Gewicht der vom Uterus bezogenen assimilierten Nahrung bezeichnet, keinen Anspruch auf absolute Gültigkeit hat, so

steht doch fest, daß von seiten des Uterus dem Embryo sehr erhebliche Mengen von Nährsubstanzen zugeführt werden müssen. Daß als ausscheidendes Organ das Capillarnetz der Papillen zu betrachten ist, unterliegt keinem Zweifel. Als resorbierende Organe des Embryo kommen in Betracht die äußeren Kiemen, die Haut, der Dottersack und der Darmtrakt. Über die vorhandenen Anhaltspunkte, welche erlauben, dem einen oder andern dieser Organe entweder ein dauerndes oder zeitweiliges Vermögen der Nahrungsaufnahme zuzuschreiben, wurde bereits früher berichtet.

Über die Natur der vom Capillarnetz ausgeschiedenen Stoffe ist nichts bekannt. Keinem Zweifel unterliegt es, daß die Mucosa uteri die Rolle einer Placenta materna spielt, die ihre Aufgabe, den »Endoparasiten« zu nähren, in deutlich sichtbarer Weise erfüllt. Vom physiologischen Standpunkt aus betrachtet, stellt diese Placenta eine Stufe der Entwicklung dar, die ERCOLANI als »rapporto di contatto complicato« bezeichnet hat. Schon auf dieser »zweiten Stufe« der Entwicklung ist die Nahrungsmenge, die der Uterus dem Embryo spendet, eine relativ bedeutende; verschwindend allerdings ist sie im Vergleich zu dem, was der Uterus der Säugetiere dem kleinen Ei bietet, das die Menge seines Nahrungsdotters auf ein Minimum reduziert hat, so daß fast die ganze Masse des Fötus aus Stoffen aufgebaut wird, die die Gefäße des Uterus ausscheiden. Es ist sehr merkwürdig, daß die »dritte Stufe« der Entwicklung der Placenta, die durch eine mehr oder minder bedeutende Neubildung von Papillen der Uterusmucosa charakterisiert wurde — vorausgesetzt, daß DAVYS Zahlen nur einigermaßen richtig sind —, dem Embryo bereits ein größeres Quantum Nahrung bietet als der Uterus von *Acanthias*. Der reife Fötus von *Torpedo* soll ja fast zweieinhalbmal so schwer sein, wie der Dotter, aus dem er hervorgegangen ist. Es wäre wohl interessant, zu untersuchen, ob die Leistungsfähigkeit der Selachierplacenta bis zu einem gewissen Grade tatsächlich von ihrer Komplikation abhängig ist. Wenn es auch vorderhand mangels an Untersuchungen nicht möglich ist, ziffernmäßig zu zeigen, in welchem Maße die Leistungsfähigkeit der Uterusmucosa mit steigender Komplikation ihrer morphologischen Beschaffenheit wächst, so sehen wir doch deutlich, daß auch in physiologischer Beziehung verschiedene Stufen der Entwicklung bestehen. Zwischen der Mucosa uteri der Eier legenden Haie, die ihre Föten mit einer bestimmten Menge von Nährmaterial ausstatten, das nach der Eiablage nicht vermehrt wird und den eine Placenta bildenden Species liegt eine Reihe von Formen, deren Uterusmucosa den Embryonen eine bald kleinere,

bald größere Menge von Nährmaterial zuführt. Die Ansicht, daß, was die lebendgebärenden Formen betrifft, die morphologisch und physiologisch komplizierteren Formen von den weniger komplizierten abzuleiten sind, dürfte kaum auf Widerspruch stoßen. Anders die Anschauung, daß die Formen mit embryotrophischer Uterusmucosa von Eier legenden Formen abzuleiten sind. BRAUS spricht in seiner Abhandlung »zur Entwicklungsgeschichte niederer Haie« die Ansicht aus, daß die oviparen Formen von den viviparen Formen abzuleiten sind. Für die Richtigkeit dieser Anschauung, die den Eier legenden Wasserbewohner aus dem lebend gebärenden hervorgehen läßt, scheinen ihm zwei Momente von Wichtigkeit. Erstens RÜCKERTS Entdeckung, daß das Ei von *Pristiurus* noch einen abortiven Rest der Pellucida besitzt, zweitens der Umstand, daß es »begreiflicher« ist, daß sich »die Eikapsel beim ersten Entstehen im Mutterleibe unter der Wirkung lebendiger Kräfte und als Reaktion auf diese entwickelte, als daß sie erst für einen zukünftigen Zustand, nämlich für das Leben außerhalb des mütterlichen Organismus und die dort wirksamen Kräfte bereit gestellt wurde«. »Verständlich« ist es aber, daß, wenn einmal eine Kapsel in utero vorhanden ist, und beim Übergang vom viviparen zum oviparen Modus ein Ei zum erstenmal früher als sonst geboren wird, die Schale eine ganz andre Bedeutung innerhalb des Getriebes von Kräften des Ozeans bekommt als innerhalb des Mutterleibes. »Die Schale wird fortab stärker angelegt, massiger konstruiert und mechanisch den neuen Dingen angepaßt.« Mit dem ersten Moment, das BRAUS anführt, können wir nicht rechnen, da keinerlei Beweis dafür vorhanden ist, daß jene von der Pellucida stammende Haut, die RÜCKERT Keimhülle nannte, mit jener Haut identisch ist, die BRAUS an Uteruseiern von *Spinax* fand und als *Zona pellucida* bezeichnete.

Mit den Begriffen »begreiflicher« und »weniger begreiflich« läßt sich wohl sehr schlecht operieren, wenn es sich darum handelt, bei einem biologischen Problem einen Wahrscheinlichkeitsschluß zu ziehen. BRAUS meint, daß wenn einmal beim Übergang zur Oviparität eine Kapsel frühzeitig geboren wird, die Insassen dieser Kapsel sich nicht nur weiter entwickeln, sondern sogar in ihren künftigen Eileiterdrüsen die Fähigkeit erwerben, Eigehäuse zu bauen, die massiver konstruiert und den ozeanischen Verhältnissen besser angepaßt sind als jene erste Kapsel. Dieser Möglichkeit könnte man entgegenhalten, daß die Embryonen im Falle eines Abortus zugrunde gehen, so daß alle jene Species, die zum Abortus neigen, allmählich aussterben müssen. Gewiß ist es unbegreiflich, daß das Nidamentalorgan des Oviductes Behältnisse

bereit stellen soll, die für einen zukünftigen Zustand, das heißt das Leben außerhalb des mütterlichen Organismus und die außerhalb desselben wirksamen Kräfte, zweckmäßig sind. Aber ist es wirklich begrifflicher, wenn man annimmt, daß aus der einfachen Hülle einer viviparen Form Gebilde entstanden sind, wie die eingangs erwähnte Eischale von *Chimaera colliei*? Man kann sich nicht vorstellen, wie diese Schale, die zur Zeit der Eiablage der Größe der letzten Embryonalstadien »angepaßt« ist, die Abteilungen für Kopf, Rumpf und Schwanz des noch nicht existierenden Embryo enthält, durch die vorzeitige Geburt eines lebendig gebärenden Vorfahren unter dem Einflusse der Kräfte des Ozeans entstanden sein soll¹. BRAUS' Darstellung schließt auch die Annahme in sich, daß die bereits vorhanden gewesene Fähigkeit der Uterusmucosa, das Ei zu ernähren, wieder verloren geht, und daß das Nidamentalorgan der viviparen Species einer ursprünglichen Form entspricht, die bei den Oviparen komplizierter und weiter entwickelt wurde. Ich bin der Ansicht, daß die Viviparen von den Oviparen abzuleiten sind, da mir die embryotrophische Fähigkeit der Uterusmucosa, die man in ihren verschiedenen Stufen von der einfachen Beziehung der bloßen Berührung von Mutter und Frucht bis zur Placentarbildung verfolgen kann, gegenüber der Inaktivität der Uterusmucosa der Oviparen als höhere Stufe der Entwicklung erscheint. Die Annahme, daß diese embryotrophische Fähigkeit auf irgend einer Stufe ihrer Entwicklung verschwinden soll, und daß nach diesem Verschwinden das Nidamentalorgan eine höhere Stufe der Entwicklung erreicht, scheint durch nichts unterstützt zu werden. Das Nidamentalorgan von *Acanthias* erscheint mir gegenüber dem der Eier legenden Formen nicht als ursprüngliches, sondern als rudimentäres Organ. Eine Species wie *Torpedo*, deren Uterusmucosa eine höhere Entwicklung zeigt wie die von *Acanthias*, hat überhaupt kein Nidamentalorgan mehr. Die polyembryonale, im Lauf der Entwicklung reißende Kapsel vieler viviparer Formen erscheint demnach als vereinfachte Form der einst komplizierten Eischale, die unnütz geworden ist, daher bald reißt und verschwindet. Gebildet wird sie vom rudimentären Nidamentalorgan gleichsam als Reminiscenz an frühere Zustände, bei denen sie bis zum Ende der fötalen Entwicklung erhalten blieb. BRAUS berührt auch die entwicklungsphysiologische Frage, wie sich in der individuellen Entwicklungs-

¹ DEAN, l. c., faßt diese Schale, die man weder durch die Annahme einer Selection von zufällig aufgetretenen Varietäten noch durch das LAMARCKSche Prinzip erklären kann, als Beispiel für eine »nach bestimmter Richtung orientierte Evolution« auf.

geschichte der Haie Ei und Schalenbildung zueinander verhalten. In Hinsicht auf dieses Verhalten hatte bereits J. MÜLLER entdeckt, daß das Eiweiß von Windeiern aus dem Uterus keine Flüssigkeit anzieht, wie dies normale Eier tun, und daraus geschlossen, daß die Endosmose, durch welche Flüssigkeit aus dem Uterus durch die Eischalenhaut diffundiert, keine einfach physikalische, sondern eine durch den »lebendigen Verkehr« zwischen dem belebten Dotter, dem Eiweiß und dem Uterus bedingte Erscheinung ist. RÜCKERT hatte gefunden, daß bei *Pristiurus* gelegentlich nicht nur in einem, sondern auch in beiden Teilen des Uterus Windeier vorkommen und daraus gefolgert, daß Schalenbildung ohne Ovulation erfolgen kann. Befunde von BRAUS bestätigen, daß formative Reize von seiten des Eies nicht nötig sind, um die Schalenbildung in Gang zu bringen. Er untersuchte 10 ausgewachsene Weibchen von *Centrophorus* auf das Vorhandensein von Windeiern und fand sie in acht Fällen, und zwar stets im linken Uterus. Bei *Centrophorus* arbeitet das linke Nidamentalorgan völlig unabhängig von der Ovulation im linken Ovarium, dessen Eier gewöhnlich in einem jungen Stadium der Entwicklung zugrunde zu gehen pflegen und unabhängig vom Eintritt eines befruchteten Eies in die Tube; es liefert eine Kapsel, die qualitativ gerade so gebildet ist wie die der rechten Uterushälfte, die ein befruchtetes Ei umschließt. Diese Beobachtungen von BRAUS, die RÜCKERTS Theorie bestätigen, sprechen wieder für die Richtigkeit der Ansicht JOSEPHS¹, der kürzlich auf Grund der Beobachtungen RÜCKERTS sich dahin äußerte, daß der Reiz zur Schalenbildung bei Eintritt eines Eies in den Oviduct nur der einen Seite sich auch auf der andern, leer bleibenden Seite geltend macht, und auf Grund eines Fundes von Doppeleiern bei *Scyllium* zur Ansicht gelangte, daß die beiden Oviducte voneinander abhängig und einem mutmaßlichen gemeinsamen Centrum funktionell untergeordnet sind.

BRAUS hebt hervor, daß *Centrophorus* stets nur einen Embryo besitzt, trotzdem der Uterus rechts und links gleich entwickelt ist. Er fand weder in den Verhältnissen der Cloake, noch in den verschiedenen Abschnitten des Uterus links irgend etwas, was ihm eine anatomische Erklärung der regelmäßigen rechtsseitigen Gravidität hätte bieten können. Zu diesem interessanten Befunde sei bemerkt, daß bereits u. a. ALCOCK ähnliche Verhältnisse bei *Trygon bleekeri* gefunden hat, wo stets nur ein Embryo zu finden ist, der sich im linken Uterus ent-

¹ Ein Doppelei von *Scyllium*. (Nebst Bemerkungen über die Entwicklung.) Anat. Anz. Bd. XXIX. 1906.

wickelt. ALCOCK vermutet den Grund dieser Erscheinung darin, daß rechts der voluminöse Spiraldarm liegt.

Ein stets einseitiges Funktionieren des Uterus ist auch, was BRAUS nicht erwähnt, bei mehreren andern Selachierarten bekannt geworden. Das Vorkommen dieser physiologisch einseitigen Gravidität wurde von mehreren Autoren beschrieben, eine Zusammenstellung der Arten, bei denen sie gefunden wurde, gibt REDEKE. Dabei ist zu merken, daß die einen Arten (wie *Trygon bleekeri*), die die einseitige Gravidität zeigen, beide Uterushälften in voller Entwicklung besitzen, während bei den andern (*Trygon pastinaca*) nur ein Uterus voll entwickelt wird, der andre hingegen rudimentär bleibt. Die Abbildung, die REDEKE von *Trygon pastinaca* gibt, zeigt, daß der linke Oviduct ein Nidamentalorgan und eine uterusartige Erweiterung besitzt, während der rechte als gleichmäßig dünnes Rohr vom Ostium abdominale tub. bis zur Cloake verläuft und nur über dieser eine kleine Auftreibung zeigt. Das Mißverhältnis in der Entwicklung der beiden Hälften des Genitaltraktes kommt auch an den Nieren zum Ausdruck, da die linke, dem ausgebildeten Uterus anliegende Niere atrophisch, die rechte aber hypertrophisch ist. ALCOCK vermutet, daß bei *Trygon pastinaca*, bei dem beide Uterushälften gleichmäßig ausgebildet sind, der rechts gelegene, voluminöse Spiraldarm die Ursache ist, daß sich niemals im linken Uterus ein Embryo entwickelt. REDEKE geht davon aus, daß die einseitige Gravidität, die bisher nur bei Trygoniden beobachtet worden war, fast durchweg Arten mit ausgebildeten Trophonemata betrifft. Wie bereits erwähnt wurde, ergießen die Trophonemata ihr Secret in den Pharynx des Embryo. Es passiert hierauf Oesophagus und Magen und sammelt sich im Spiraldarm an, der während des Fötallebens der einzige funktionierende Teil des Verdauungstraktes ist. Im Laufe der Zeit erwarben nun die Trygoniden einen sehr großen Spiraldarm, der sich auf Kosten der übrigen Eingeweide entwickelte. Diese Hypothese REDEKES befriedigt wohl in jenen Fällen, wo ein hochentwickelter Spiraldarm vorhanden ist, erklärt aber nicht, warum in dem einen Falle beide Uteri gleichmäßig ausgebildet werden. Für *Heptanchus* konnte BRAUS keinerlei anatomische Verhältnisse feststellen, die man als Erklärung für die beständige rechtsseitige Gravidität geltend machen könnte. Hingegen fiel ihm ein andres Moment auf, das nach meiner Meinung hier von großer Wichtigkeit ist, nämlich die enorme Größe der Ovarialeier. Das Ovarialei zeigt Größenverhältnisse von 101 zu 76 mm, während die Lumenweite des Eileiters nur 20 mm beträgt, ein Mißverhältnis zwischen der Größe des Eies und der Eileiterlichtung, das das bei

Acanthias noch bedeutend übertrifft. Man kann nun annehmen, daß einst bei allen Selachiern, die ja aus Vorfahren mit kleinen Eiern hervorgegangen sein sollen¹, beide Uteri als Fruchthalter dienten, daß aber bei andauernder Tendenz der Ovarialeier zur Volumszunahme ein Mißverhältnis zwischen der Größe der Fruchthalter und ihrem Inhalt entstand (ähnlich wie etwa beim Menschen zwischen Größe des kindlichen Kopfes und der Weite des mütterlichen Beckens). Die Größe der Ovarialeier führte bei der Enge der beiden Bruträume zu einer gegenseitigen Beeinträchtigung der Keime, die schließlich zur einseitigen Gravidität hinüber leitete. Nach BRAUS ist das rechte Ovarium von *Centrophorus* viel größer als das linke, dessen Eier in einem jungen Stadium der Entwicklung zugrunde zu gehen pflegen. Bei *Centrophorus* führte also die einseitige Gravidität zur minderen Ausbildung des linken Ovars, während beide Uteri noch ganz dieselben anatomischen Verhältnisse zeigen. Manche Trygoniden nun bilden auch die eine Uterushälfte nicht mehr aus. Hier taucht nun die Frage auf, ob der Spiraldarm wirklich die Veranlassung des rudimentären Oviductes bildet, oder ob er sich ganz im Gegenteil erst heranbilden konnte, als die eine Uterushälfte nicht mehr entwickelt wurde.

Zusammenfassung.

↳ Nach dem Verhältnis der Uterusinnenfläche zur Eioberfläche gehört *Squalus acanthias* zur zweiten Gruppe der ERCOLANISCHEN Entwicklungsskala der Placenta.

Die Papillen der Uterusmucosa kommen durch häutige Umfassung der gewunden verlaufenden Randarterien zustande. Die Papillen stehen alternierend und sind um ihre Längsachse gedreht. Die Teilung der Randarterien findet innerhalb der Papillenkörper statt. Die wechselnde Gestalt der Papillen ist zum Teil rein mechanisch bedingt, zum Teil scheint sie auf reflektorische Weise zustande zu kommen.

Zwischen der Dauer der Gravidität und der Länge der Papillen besteht keinerlei Beziehung. Das außerordentlich plastische Papillenepithel ist dem Epithel der Harnblase vergleichbar, das bei Dehnung seiner Unterlage seine Gestalt verändert. Zu Beginn jeder Gravidität ist das Epithel der Papillen drei- bis vierschichtig, an stark gedehnten Stellen erscheint es ein- bis zweischichtig. Es wird im Laufe der

¹ Vgl. hierzu unter andern DEAN. Das Ei von *Cestracion* zeigt in sehr frühen Stadien Furchen, die vom animalen Pole zum vegetativen gehen und möglicherweise als Reminiscenz einer ehemaligen holoplastischen Furchung zu deuten sind.

Gravidität an manchen Stellen ganz, an andern teilweise oder gar nicht abgestoßen. Zu Beginn der nächsten Gravidität ist es regeneriert.

Der Uterus wird von zwei Gefäßsystemen, einem organotrophischen und einem embryotrophischen, mit Blut versorgt. Letzteres bildet ein Capillarnetz, das die Papillen selbst sowie die übrigen Teile der Uterusinnenfläche bedeckt. Das Capillarnetz erhält sein Blut aus den Randarterien und gibt es in die »Basalvenen« ab. Diese besitzen keine eigne Muscularis, sondern sind in papillenwärts offene Muskelzüge des Uterus eingebettet.

In Papillen, deren Capillarnetz maximal gefüllt ist, verschwindet die succulente Bindegewebsschicht des Papillenkörpers.

Die Arteriae uterinae sind durch besondere Venentaschen vor Kompression während der Eipassage geschützt.

Die Uteruseier besitzen zwei eigne und eine gemeinsame Hülle.

Die gemeinsame Hülle besteht aus 18—20 übereinander liegenden, miteinander verschmolzenen Platten. Die Fäden an den Polen der gemeinsamen Hülle entsprechen nicht den Eischnüren der Scyllieneier.

Die gemeinsame Hülle ist für geformte Elemente undurchlässig.

Das Nidamentalorgan besteht aus Secret liefernden und aus Secret formenden Teilen.

Die ersteren bestehen aus drei Drüsenabschnitten, deren oberster aus zwei Teilen verschiedener Struktur zusammengesetzt ist.

Ein physiologisches Ödem eines Teiles des secretformenden Teiles, nämlich der »Lamellen«, scheint zur Zeit der Schalenbildung die Lamellenzwischenräume zu verkleinern.

Im oberen Abschnitte des Oviductes gibt es eine besondere Art Secret bereitender Zellen. Die Längsfalten, die von ihnen bedeckt sind, sind durch radiäre Schlitze gespalten, so daß es bei der Eipassage zu einem Verstreichen der Falten kommt und die Eier als erstes vom Oviduct geliefertes Secret das Produkt der secernierenden Zellen empfangen.

Das Eigewicht ist beträchtlichen Schwankungen unterworfen.

Die Substanzzunahme, die der Embryo im Verlaufe seiner Entwicklung erfährt, beträgt ungefähr 40% des Gewichtes des reifen Eies.

Plagiostomen mit komplizierterer Uterusmucosa scheinen den Föten mehr Nährmaterial zuzuführen, als solche mit weniger komplizierter Mucosa.

Das Nidamentalorgan von *Squalus acanthias* erscheint im Vergleiche zu dem der Eier legenden Formen als rudimentäres Organ; die von ihm gelieferte, bald verschwindende Kapsel ist als Reminiscenz an

frühere Zustände aufzufassen, bei denen sie bis zum Ende der fötalen Entwicklung erhalten blieb.

Einseitige Gravidität läßt sich aus der andauernden Tendenz zur Vergrößerung der Ovarialeier und einem daraus resultierenden Mißverhältnis zwischen Eigröße und Brutraum erklären.

Wien, im Juni 1907.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXX und XXXI.

Fig. 1. Teil der kontrahierten Uterusmucosa eines *Squalus acanthias* mit 1 cm langen Embryonen. Der Uterus wurde aufgeschnitten und nach Entfernung seines Inhaltes in ein Gemisch von 1 Teil ges. wäss. Pikrinsäure, 1 Teil ges. wäss. Sublimat und 2 Teilen Aqua destill. gelegt. Die Papillen stehen so dicht, daß die Uterusinnenfläche nirgends zu sehen ist. Die Randarterien konturieren als drehrunde Stränge die Papillen. Vergrößerung sechsfach. *Ra*, Randarterie; *M.R.*, Mesenterium der Randarterie; *P*, Papille.

Fig. 2. Teil einer Vene des Corpus uteri mit normalen und pathologischen Blutbestandteilen. Kombiniertes Bild. *a*, Erythrocyt mit normalem Kerne und einem Plasma, das zum Teil körnig rot, zum Teil gar nicht tingiert ist; *b*, Erythrocyt mit etwas vergrößertem Kerne und unvollkommen tingiertem Plasma; *c*, Erythrocyt mit vergrößertem, in der Mitte heller gefärbtem Plasma; *d*, Erythrocyt mit vergrößertem, mehrere große Vacuolen enthaltendem Kerne und schmutzig-grauem Plasma; *e*, ein plasmafreier, eine große Vacuole enthaltender Kern; *f*, degenerierter Erythrocyt (?) mit vollkommen chromatinfreiem Kerne; *g*, aus einer Form wie *f* hervorgegangener, im Zerfall begriffener Erythrocyt (?); *h*, Gebilde von der Größe eines Erythrocyten mit hellgrauem, schollenführendem Kerne und von Eosin nicht tingiertem Plasma, das dunkelblaue Körner enthält; *h*¹ ist ein *h*-ähnliches Gebilde in Seitenansicht; *i*, aus *h* hervorgegangenes Zerfallsprodukt (?); *k*, eosinophiler Leucocyt; *l*, kleiner Leucocyt; *m*, Endothelzellkern. (Fixierung konz. wässr. Subl., Alcohol absol. aâ. Celloidinschnitt, Hämalaun-Eosin.) Vergrößerung etwa 1050fach.

Fig. 3. Teil eines dilatierten Bezirkes der Uterusmucosa eines *Squalus acanthias* mit 15 cm langen Föten. Der Uterus wurde uneröffnet in Subl. Al. fixiert. Die Randarterien zeigen nur Andeutungen von den Schlingen, die sie in kontrahierten Teilen desselben Uterus bilden. Zwischen den Papillenreihen ist allenthalben die Uterusinnenfläche zu sehen. Vergrößerung dreifach. *U.I.*, Uterusinnenfläche.

Fig. 4. Teil eines kontrahierten Bezirkes desselben Uterus. Man sieht wohlausgebildete Papillen, die so dicht aneinander stehen, daß die Uterusinnenfläche nicht zu sehen ist. Vergrößerung sechsfach.

Fig. 5. Teil aus einem uneröffnet fixierten Uterus vom *Squalus acanthias* mit verzweigten Papillen bei sechsfacher Vergrößerung.

Fig. 6. Gefensterte Papillen aus einem Uterus vom *Squalus acanthias* mit 3,5 cm langen Embryonen. Die Dellen ** entsprechen Stellen, an denen das Gewebe zwischen den beiden, die Arterie tragenden mesenterialen Platten geschwunden ist. Vergrößerung sechsfach.

Fig. 7. Querschnitt durch ein Stück Uteruswand eines *Squalus acanthias* mit 15 cm langen Föten. Die Schnittrichtung ist normal auf die Längsachse des Uterus. Es sind drei nebeneinander liegende Randarterien getroffen. Physiologische Epithelabstoßung, Verschwinden des succulenten Bindegewebes, pralle Füllung sämtlicher Gefäße. (Fixierung Subl. Alc., Celloidinschnitt.) Vergrößerung 80fach. *Ra*, Randarterie; *C.N*, Capillarnetz; *m.Pl*, mesenteriale Platte; *Bv*, Basalvene; *Ep.P*, Epithel der Papillen; *Lgs.M*, Längsmuskelschicht; *Qu.M*, Quermuskelschicht.

Fig. 8a. Epithel der Papillen eines im kontrahierten Zustand in Subl. Alc. fixierten Uterus vom *Squalus acanthias* mit 1 cm langen Embryonen. Das Epithel ist mehrschichtig. (Celloidinschnitt.) Vergrößerung 400fach. *Ep.P*, Epithel der Papillen; *C.N*, Capillarnetz.

Fig. 8b. Epithel der Papillen eines im dilatierten Zustande fixierten Uterus vom *Squalus acanthias*, dessen Embryonen im Stadium der Gastrula waren. Das Epithel ist einschichtig. (Subl. Alc., Celloidinschnitt.) Vergrößerung 400fach. *Ep.P*, Epithel der Papillen; *C.N*, Capillarnetz.

Fig. 9. Intraepitheliale Drüse an dem Übergangsteil des untersten Uterinendes in die Cloake. (Fixierung Subl. Alc., Celloidinschnitt.) Vergrößerung etwa 400fach. *Z.Pl*, Zellplasma; *Z.K*, Zellkern; *L*, Leucocyt.

Fig. 10. Querschnitt durch eine Schleimhautfalte aus dem oberhalb des Nidamentalorgans gelegenen Eileiterabschnittes. (Subl. Alc., Celloidinschnitt.) Vergrößerung 100fach. *Fl.E*, Flimmerepithel; *Sp.R*, Spaltraum; *FlzK*, Flimmerzellkern; *Sczk*, Secretzellkern.

Rhabdomolgus ruber Keferstein und die Stammform der Holothurien.

Von

Dr. Siegfried Becher.

(Aus dem zoologischen und vergleichend-anatomischen Institut der Univ. Bonn.)

Mit Tafel XXXII—XXXVI und 12 Figuren im Text.

Einleitung.

Rhabdomolgus ruber ist seit dem Jahre 1863 bekannt. Die Aufstellung dieser Gattung und Art stützt sich auf die Beobachtungen, die KEFERSTEIN (1863) an dem einzigen Exemplar anstellte, das von ihm pelagisch bei St. Vaast de la Hougue gefischt wurde. So unvollkommen auch diese Beobachtungen begrifflicherweise sein mußten, so genügten sie doch, um sicher zu stellen, daß es sich in der kleinen (10 mm langen) Form um eine Holothurie handelte, die wegen des Mangels der Füßchen systematisch den Synaptiden nahe stehen mußte. Das Fehlen von Schwimmwerkzeugen berechtigte zu der Vermutung, daß das Tier nur zufällig (bei Sturm) vom Boden aufgehoben worden war, gewöhnlich jedoch, wie fast alle Holothurien, zu den Bewohnern des Meeresgrundes gehörte.

Äußerlich waren an dem Vorderende der eigenartigen Holothurie zehn unverzweigte, an den Seiten gelappte Tentakel zu bemerken, die die Mundöffnung umgaben. Die Haut des schlauchförmigen Körpers wurde durch zahlreiche verzweigte Zellen mit karmoisinrotem Pigment ganz rot gefärbt; nur fünf hellere Streifen, die in regelmäßiger Verteilung der Länge nach von vorn bis zu dem endständigen, weiten After verliefen, entbehrten des Pigmentes fast völlig.

Trotz der starken Pigmentierung gelang es KEFERSTEIN, von der inneren Organisation den Kalkring, in der Nähe desselben an einer Seite zwei Otolithenbläschen mit Kalkconcretionen und die POLISCHE Blase, ferner den cylindrischen, gelblichen, hinten etwas geschlängelten Darm

und einen großen ($\frac{2}{3}$ der Körperlänge), mit größeren und kleineren Eiern gefüllten Schlauch nachzuweisen.

Die unzureichenden Angaben KEFERSTEINS blieben während der nächsten 41 Jahre alles, was an tatsächlichen Beobachtungen über *Rhabdomolqus* vorlag, so daß diese interessante Tierform als verloren angesehen werden mußte. Gleichwohl nötigte die bestimmte Beschreibung dazu, die Art in der Literatur weiterzuführen; nur PETIT (1884) glaubte das Exemplar KEFERSTEINS als junges oder abnormes Individuum von *Synapta inhaerens* (O. F. Müller) erklären zu dürfen, das zehn statt zwölf Fühler besaß. Obwohl nun PETIT selbst bei St. Vaast ein derartiges Exemplar der letzteren Art auffand, und obwohl auch rote Pigmentzellen bei derselben vorkommen, so bedurfte es doch nur einer genauen Beachtung von KEFERSTEINS Angaben, z. B. der Gestalt der Fühler (des adulten Tieres), der Form und Häufigkeit der Pigmentzellen, oder der Tatsache, daß das 1 cm lange Tier geschlechtsreif war, um die Annahme von PETIT in hohem Maße unwahrscheinlich zu machen.

Die einfache und eigentümliche Organisation von *Rhabdomolqus* hat LAMPERT (1885) und THÉEL (1886) veranlaßt, diese Gattung als die unterste der Synaptiden anzusehen. Auch LUDWIG (1889—92) fügt dieselbe jener Familie bei. Begnügten sich diese Autoren damit, der zweifelhaften, merkwürdigen Synaptidenform eine vorläufige systematische Stellung anzuweisen, so hat dagegen SEMPER schon im Jahre 1868 in ausführlicher Weise den Versuch gemacht, *Rhabdomolqus* zu der phylogenetischen Ableitung der Holothurien von den Würmern zu benutzen. SEMPER geht, wie an späterer Stelle genauer zu erörtern sein wird, von der Annahme aus, die Synaptiden seien die einfachsten und daher auch die ursprünglichsten Formen der Holothurien; *Rhabdomolqus* stelle die am einfachsten gebaute Synaptide dar und müsse seiner eigenartigen Organisationsverhältnisse wegen als Stammform der Holothurien betrachtet werden. Natürlich mußte diese Ansicht so lange einerseits unbewiesen und anderseits unwiderlegbar bleiben, als unsre Kenntnisse über die fragliche Urform auf das beschränkt blieben, was KEFERSTEIN an seinem einzigen Exemplar gesehen oder von demselben berichtet hatte.

Freilich erfuhr die ganze Frage nach der Stammform der Holothurien doch insofern eine bedeutende Förderung, als jene grundlegende Annahme SEMPERs, nach der die Synaptiden jener Urform am nächsten stehen sollten, der Gegenstand einer tiefgreifenden Kontroverse wurde. Auf der einen Seite war es in erster Linie SEMON (1888

und 1889), der versuchte, SEMPER'S Anschauung zu läutern und zu vertiefen, und sie in geistreicher Weise als Grundpfeiler seiner Pentactaea-Theorie verwertete. Dagegen brachte LUDWIG (1891, 1, 2, LUDWIG u. BARTHELS 1891, sowie 1889—92) und eine Reihe anderer Forscher (z. B. THÉEL 1886, CLARK 1898) eine Fülle von Tatsachen sowohl der Anatomie wie der Entwicklungsgeschichte vor, die es mehr und mehr wahrscheinlich machten, daß die Einfachheit der Organisation bei den Synaptiden keine ursprüngliche sei, sondern sekundär durch Rückbildung herbeigeführt worden sein müsse.

Der Gegensatz dieser beiden Anschauungen über den Bau der Synaptiden und ihre Bedeutung für die Phylogenie würde sich in zugespitzter Form bei der Frage nach der Stellung von *Rhabdomolgus* wiederholen. Glücklicherweise ist eine weitere Prüfung des erwähnten Problems an dieser Art durch die Wiederauffindung derselben in Helgoland (im Jahre 1904) ermöglicht worden. Dort wurden die Tiere in größerer Zahl in der Nähe der Südspitze der Insel auf dem sog. *Polygordius*-Grund gefangen. Es bestätigte sich damit, daß dieselben nicht pelagisch, sondern auf dem Boden leben. Herr Geheimrat Prof. Dr. LUDWIG, dem die unbekannte Form zugeschiedt wurde, erkannte in derselben den seit 1863 verlorenen *Rhabdomolgus ruber* KEFERSTEIN'S und berichtete über denselben in einer vorläufigen Mitteilung (1905).

Die Exemplare von Helgoland waren im konservierten Zustand etwa 5 mm lang und 0,6 mm dick; die lebhaft rote Farbe hatte sich an dem Alkoholmaterial erhalten, bei Sublimatbehandlung war dieselbe verblichen. KEFERSTEIN befand sich im Unrecht, wenn er den Kalkring aus »dichtgedrängten rundlichen Concretionen von kohlensaurem Kalk« bestehen läßt; derselbe wird vielmehr von (fünf oder zehn?) Stücken gebildet, die aus einem maschigen Gewebe mit Verdickungen versehener Kalkstäbchen zusammengesetzt sind. Falsch ist auch die von SEMPER (l. c.) benutzte Angabe, daß nur zwei Otolithenbläschen vorhanden seien; denn es sitzen deren zehn paarig an den Seiten der fünf Radialnerven, die mit dem Nervenring, aus dem sie entspringen, die Hauptteile des von KEFERSTEIN übersehenen Nervensystems darstellen. Das Wassergefäßsystem, von dem nur die POLISCHE Blase bekannt war, besteht aus dem Ringkanal, zehn daraus entspringenden Fühlerkanälen und einem unverkalkten Steinkanal; die Radiärkanäle fehlen. Der Darm besitzt ein dorsales und ein ventrales Blutgefäß; der Genitalschlauch, der bei Exemplaren vom 18. August 1904 große (0,25 mm) Eier enthielt, verbindet sich nach vorn mit dem von KEFERSTEIN nicht bemerkten Genitalgang, der dann dicht hinter den Fühlern

genau dorsal nach außen mündet. Bei Tieren, die Mitte November konserviert worden waren, schienen die Genitalorgane untätig zu sein; die Tatsache, daß nirgends Samenzellen zwischen den Eiern zu finden waren, legt die Vermutung nahe, daß es sich um eine getrennt geschlechtliche Form handelte. Zu den Merkmalen, die *Rhabdomolqus* eine besonders niedrige Stellung unter den Synaptiden anweisen, konnte LUDWIG endlich noch das Fehlen der Wimperurnen der Leibeshöhle und den gänzlichen Kalkkörpermangel der Haut hinzufügen.

So weit die Angaben der Literatur; sie geben die Hauptzüge der größeren Anatomie und waren deshalb geeignet, zur allgemeinen Orientierung unsrer eingehenderen Darstellung vorausgeschickt zu werden. Zu der Durchführung einer genaueren Untersuchung von *Rhabdomolqus* wurde ich von Herrn Geheimrat Prof. Dr. LUDWIG aufgefordert; er stellte mir das dazu nötige Material zur Verfügung und ermöglichte es mir, die begonnene Untersuchung nach der entwicklungsgeschichtlichen Seite zu erweitern. Hierfür, sowie für das lebhafteste Interesse, das er immer meinen Arbeiten entgegengebracht hat, gestatte ich mir, an dieser Stelle meinen besten Dank auszusprechen.

Bei dem genaueren Studium der wiedergefundenen merkwürdigen Synaptide verfolgte ich im wesentlichen zwei Ziele. Zunächst handelte es sich darum, unter Anwendung der jetzt zu Gebote stehenden Hilfsmittel ein möglichst genaues Bild des morphologischen Baues von *Rhabdomolqus* zu geben; weiterhin aber versuchte ich darüber Klarheit zu schaffen, inwieweit die genauere Kenntnis der Anatomie usw. dazu befähigt, eine Entscheidung zu treffen über die Richtigkeit der Hypothese, nach welcher *Rhabdomolqus* als Stammform der Holothurien aufgefaßt werden muß.

Das Material, das die Biologische Station in Helgoland in reichem Maße zur Verfügung stellen konnte, war zum großen Teil in Alkohol konserviert. Dieser Konservierungsart gebührt der Vorzug vor allen andern, solange man die gegenseitige Lage der Organe untersucht. Alkohol erhält die Kalkkörper und gestattet immer eine beliebige Färbung. Als ich später in Helgoland (wo mir von der Biologischen Anstalt in dankenswerter Weise ein Arbeitsplatz und lebendes Material gestellt wurde) Gelegenheit hatte, die Entwicklungsgeschichte wenigstens bis zu Fünffentakelstadien zurück zu verfolgen, konservierte ich auch erwachsene Tiere in den verschiedensten Mitteln, wovon sich FLEMMINGS und HERMANN'S Gemisch für Kernstrukturen und die Erhaltung der Zellformen, Sublimat-Eisessig² (gemischt im Verhältnis 4 : 1; nach CLARK 1898) für sonstige feinere histologische Strukturen am meisten

empfehlen. Pikrinschwefelsäure und Sublimat-Alkohol (70%)-Eisessig (nach Russo im Verhältnis 2 : 1 : 1) leisteten bedeutend weniger; nur in speziellen Fällen gaben sie beachtenswerte Resultate.

Als Färbungsmittel empfehlen sich Boraxkarmin oder Hämalaun zur Stückfärbung; ich habe jedoch wenig von derselben Gebrauch gemacht; denn sie reicht nur selten aus, um Schnitte von 5 oder gar $2\frac{1}{2}$ μ Dicke, wie ich sie meistens anfertigen mußte, stark genug zu färben. Auch von einer Zeitersparnis kann bei Stückfärbung kleiner Objekte gar keine Rede sein.

Zur Schnittfärbung verwandte ich für die Kerne Thionin, Hämatoxylin oder Eisenhämatoxylin. Thionin ist ein sehr bequemer und für Echinodermen sehr empfehlenswerter Farbstoff. Man verwendet ihn in konzentrierter oder verdünnter wässriger Lösung. Da derselbe weder im Wasser noch auch in konzentriertem Alkohol (95%) viel ausgezogen wird, so kann man die Schnitte nach dem Färben in Wasser vollständig abspülen, dann in verdünntem Alkohol (70%) differenzieren und den gewünschten Grad der Färbung durch Überführen in starken Alkohol fixieren. Thionin liefert bekanntlich wundervolle Kerntinktionen, färbt aber gleichzeitig die Klebdrüsen der Tentakel und das Bindegewebe (besonders die Grundsubstanz) tief rot, so daß die einfache Methode genügt, um eine schöne Differenzierung herbeizuführen. Die guten Eigenschaften des Thionins fehlen dem in mancher Beziehung ähnlichen Methylgrün zu einem großen Teil. Ich halte daher den Gebrauch dieses bekannteren Farbstoffes in den meisten Fällen für unzweckmäßig; nur zur Hervorhebung der Schlauchdrüsen der Haut leistet er gute Dienste (CUÉNOT 1891).

Thionin läßt sich mit andern Farbstoffen nicht gut kombinieren. Nur mit Eosin erhält man eine gute Doppelfärbung. Auch mit Pikrinsäure (in Xylol) kann man nachfärben; dabei resultiert eine prachtvolle Differenzierung der verschiedenen Gewebsbestandteile: die Kerne sind tiefblau, das Bindegewebe rot und alles übrige, Muskulatur usw., gelb gefärbt. Leider zerstört die Pikrinsäure erst die rote und dann die blaue Farbe des Thionins in sehr kurzer Zeit. Überhaupt halten sich Thioninpräparate nicht gut, oft verblässen sie in wenigen Monaten bis zur Unbrauchbarkeit.

Wie Thionin, so liefert auch Hämatoxylin neben einer guten Kernfärbung sehr gute Bilder vom Bindegewebe, ohne daß dabei freilich eine Differenzierung in verschiedene Farben einträte. Sehr deutlich treten bei Hämatoxylinfärbung Schlauchdrüsen und Cuticularbildungen hervor. Zur Nachfärbung verwendet man am besten solche Farbstoffe,

die von der Muskulatur stark aufgenommen werden, also in erster Linie Eosin und Orange.

Während Thionin und Hämatoxylin neben der Kernfärbung auch das Bindegewebe hervorheben, die Muskeln dagegen so gut wie ungefärbt lassen, zeigt Eisenhämatoxylin eine starke Neigung zur Muskulatur, wogegen es vom Bindegewebe gar nicht zurückgehalten wird. Zu Doppelfärbungen verwendet man daher bei diesem Farbstoff am zweckmäßigsten Bindegewebsfarbstoffe, wie Wasserblau und Säurefuchsin. Neben den Kernen und der Muskulatur werden von Eisenhämatoxylin (nach M. HEIDENHAIN) auch die Wimpern und ihre Basalkörner, sowie die Stützfasern des Nervensystems geschwärzt. Handelte es sich um den Nachweis von derartigen histologisch schwer darstellbaren Strukturen, so färbte ich mit Pikrinsäure (in Xylol) nach, weil dieselbe die Gewebe außerordentlich durchsichtig läßt, so daß die vom Eisenhämatoxylin tiefschwarz tingierten Elemente um so schärfer hervortreten.

Beabsichtigt man nicht in erster Linie die Kerne, sondern das Plasma und seine Produkte zu färben und zu differenzieren, so kombiniert man zweckmäßigerweise einen Bindegewebs- mit einem Muskel- farbstoff. Von den hier möglichen Kombinationen scheint mir die von Eosin (Tetrabromfluorescin) und Wasserblau (ersteres in konzentrierter, letzteres in verdünnter wässriger Lösung und am besten mit einem Zusatz von konzentrierter wässriger Pikrinsäurelösung im Verhältnis 1 : 5) am leistungsfähigsten zu sein. Sie gibt eine ganz brauchbare und sogar häufig wertvolle Kernfärbung und vor allem eine ganz scharfe Differenzierung von Muskulatur und Bindegewebe. Dazu kommt, daß die Tinktion sehr kräftig und doch durchsichtig ist; ich halte sie daher für besser als die Kombinationen von Orange-Säurefuchsin (z. B. in dem bekannten EHRlich-BIONDISchen Dreifarben-gemisch) oder von Pikrinsäure-Säurefuchsin (in der VAN GIESON-Färbung), die auch bei weitem schwieriger und weniger kontrollierbar sind als die oben genannte Verbindung. Wasserblau ist ein Bindegewebsfarbstoff, der fast ausschließlich die Bindegewebsfasern, nicht aber die Grundsubstanz färbt. Kombiniert man denselben mit Safranin, so kann man leicht die Färbungsdauer so abmessen, daß das Wasserblau sonst überall verdrängt ist und nur von den Bindegewebsfasern zurückgehalten wird, so daß man den Verlauf derselben aufs genaueste verfolgen kann. Handelt es sich dagegen um die Bindegewebsgrundsubstanz, die hervorgehoben werden soll, so benutzt man besser Thionin, Hämatoxylin oder Dahlia. Der letztgenannte Farbstoff ist seiner außerordentlich kräftigen Wirkung halber dort mit großem Erfolg anzuwenden, wo die

Anwesenheit oder das Fehlen einer feinen Bindegewebslamelle nachgewiesen werden soll. Säurefuchsin ist zum Studium des Bindegewebes der Holothurien wenig geeignet, wird aber hier wie bei andern Tiergruppen mit Vorteil zur Untersuchung des Nervensystems angewendet.

Läßt man einen Kernfarbstoff (am besten Eisenhämatoxylin, schwach!) und zwei Plasmafärbstoffe (Eosin-Wasserblau oder Orange-Dahlia) auf die Schnitte einwirken, so kann man ganz brauchbare Dreifachfärbungen erhalten. Da jedoch — wie oben erwähnt — die Kernfarbstoffe häufig die Eigenschaften einer der beiden Plasmafärbstoffe besitzen, so entstehen bei der Färbung Störungen, die die Schönheit der Differenzierung beeinträchtigen und fast immer den Vorteil, den die Dreifachfärbung für die histologische Analyse bieten soll, wieder aufheben.

Vorkommen und Lebensweise.

Rhabdomoligus ruber ist, wie erwähnt, bisher nur an zwei Stellen gefunden worden: bei St. Vaast und bei Helgoland. Über die genauere Lage und Beschaffenheit des ersteren Fundortes ist nichts bekannt; denn das von KEFERSTEIN erbeutete Exemplar trieb pelagisch umher. Wie sehr jedoch SEMPER (1868) im Unrecht war, wenn er daraufhin, und im Gegensatz zu der Vermutung von KEFERSTEIN selbst, *Rhabdomoligus* als »pelagisch« bezeichnete (l. c. S. 190), geht aus den Beobachtungen hervor, die man an der neuen Fundstelle über die Lebensweise des Tieres machen kann.

In Helgoland findet sich die Art in der Nähe der Südspitze der Insel auf dem »*Polygordius*-Grund«. Die Stelle des Vorkommens scheint jedoch nur wenige Quadratmeter groß zu sein; sie liegt etwa einen Kilometer vom Lande entfernt, so daß dieselbe nur bei strenger Beobachtung genauer Landmarken sicher festzustellen ist. Etwas Nebel oder unruhige See machen die Auffindung und den Fang der Tiere ganz aussichtslos oder doch in hohem Maße vom Zufall abhängig, ein Umstand, der während ganzer Monate die Beschaffung des Materials und die genaue Feststellung des Beginns der Fortpflanzungsperiode unmöglich machte. Diese Schwierigkeiten werden noch dadurch vergrößert, daß der Meeresgrund, auf welchem die Art lebt, selbst bei tiefer Ebbe noch etwa 4 m unter der Oberfläche liegt, so daß es auch bei klarstem und ruhigstem Wasser (oder bei Anwendung eines Wasserguckers) ausgeschlossen ist, die Tiere zu sehen. Nur die hellgrüne Farbe, die das Meer über den Stellen hat, an welchen der Kies des Bodens nicht von einer Algenvegetation bedeckt ist, gibt dem Auge einen

Anhaltspunkt; denn gerade auf unbewachsenem Boden ist *Rhabdomoligus* zu suchen.

Gefangen wurden die Tiere in der Weise, daß mit Hilfe eines Netzes mit starkem zugeschärftem Ring Kies heraufgeholt und in bereitgehaltenen Eimern aufbewahrt wurde. Es war kaum notwendig, ja gewöhnlich nicht einmal ratsam, so viel Wasser zuzugießen, daß der Kies mit Wasser bedeckt war, denn die an den Steinchen haftende Feuchtigkeit genügte den Tieren zur Atmung für längere Zeit. Nur wenn ich erst am folgenden Tage Zeit zum Sortieren fand, pflegte ich durch Erneuern des Wassers für Zufuhr neuen Sauerstoffes zu sorgen.

Da ein direktes Aussuchen der kleinen Synaptiden aus dem Kies so gut wie aussichtslos war, so mußten dieselben durch rasches Spülen einer größeren Menge des Sandes in viel Wasser getrennt und dann mit Hilfe eines feinen Siebes von dem ausgegossenen Wasser zurückgehalten und gesammelt werden.

Diese Methode erwies sich auch zur Beschaffung der Entwicklungsstadien von *Rhabdomoligus* als die einzige, die sichere Resultate lieferte. Natürlich mußte für die winzigen jungen Tiere nach dem Ausspülen ein feineres Netz gebraucht werden, was allerdings späterhin das Aussuchen der fast pigmentlosen, glashellen Jugendstadien aus der Fülle der mit zurückgehaltenen sonstigen Organismen und des Detritus sehr erschwerte.

Ich habe fast 5 Wochen hindurch den Versuch fortgesetzt, alte Tiere in einem gut durchlüfteten Aquarium längere Zeit lebend zu erhalten und sie zur Ablage der Geschlechtsprodukte zu bringen. So erreichte ich es zwar, daß ich unabhängig von dem störenden Einfluß arbeiten konnte, den, wie erwähnt, Sturm und Nebel häufig mit sich brachten, indessen erkannte ich bald, daß entwicklungsgeschichtliches Material auf diesem Wege nur durch einen günstigen Zufall zu erhalten wäre; denn einerseits machte die Ernährung der Tiere mit kleinen Planctonorganismen eine Trübung des Wassers unvermeidlich, so daß die kleinen Eier nicht zu sehen waren, und andererseits ist die Quantität derselben und die Zahl der gerade geschlechtsreifen Tiere eine sehr geringe. Versucht man, einige Exemplare mit reifen Eiern allein zu setzen, so ist man gezwungen, dieselben vorher unter dem Mikroskop anzusehen, weil die bloße Dicke der Tiere absolut nicht dafür zu sprechen braucht, daß dieselbe durch einen prall gefüllten Eierschlauch herbeigeführt wird. Diese Behandlung sowie der Nahrungsmangel stören aber das Wohlbefinden der Tiere so, daß das Absterben sehr beschleunigt wird.

Die ausgewachsenen Exemplare hielten sich im Aquarium etwa 2—3 Wochen. Um möglichst natürliche Bedingungen herzustellen, und um mir einen Schluß auf die normale Lebensweise gestatten zu können, hatte ich den Boden des Gefäßes mit demselben Kies belegt, der an der Stelle des Vorkommens beim Fang der Tiere gehoben worden war. Übrigens scheint *Rhabdomolgus* in bezug auf die Art dieses Sandes sehr wählerisch zu sein, denn sonst ist es kaum erklärlich, warum benachbarte, fast ganz gleiche unbewachsene Stellen des Meeresbodens von der Art als Wohnplätze verschmäht werden. Auch beim Fangen der Tiere kann man häufig schon an dem mehr oder weniger großen Schmutz, der beim Heraufholen des Netzes das Wasser trübt, erkennen, ob der gehobene Kies von der Art bewohnt wird. Selbst geringe Beimengungen kleiner Kohlestückchen deuten oft auf das Fehlen von *Rhabdomolgus* hin. Der geeignete Boden besteht aus einem Gemisch roter und gelber Steinchen, die meistens kürzer sind als $\frac{1}{2}$ cm, und denen zerbröckelte Schnecken- und Muschelschalen reichlich beige mengt sind.

Ungestört liegen die Tiere auf diesem Boden der Länge nach; nur das Vorderende ist etwas gehoben, um den Tentakeln ein freies Spiel zu gestatten. Diese Hebung braucht jedoch nur eine geringe zu sein; denn meistens stellt sich der Kalkring schräg zur Längsachse des Tieres, so daß schon hierdurch das Mundfeld in eine mehr horizontale Lage gebracht wird. Ein eigentliches Eingraben, wie es von andern größeren Arten angegeben worden ist (z. B. durch SEMON 1887, 1), habe ich im Aquarium niemals beobachten können; der Kies ist dazu schon zu grob, was jedoch nicht ausschließt, daß die Lücken der Steinchen als bequeme Plätze bevorzugt werden.

Bei der Beobachtung der lebenden Tiere fallen die Bewegung der Tentakel und die Gestaltveränderungen des Körpers am meisten auf. Die Muskulatur der Körperwand ist in beständiger Tätigkeit und wird an Lebhaftigkeit der Bewegung nur von den Tentakeln übertroffen. Sowohl das Spiel der Fühler, als auch die Bewegungen des Körpers vollzieht die Holothurie unter Benutzung eines hydraulischen Apparates. Für die Tentakel ist dieser Apparat in dem Wassergefäßsystem gegeben; seine Funktion und speziell die Tätigkeit der Semilunarklappen ist bei *Rhabdomolgus* dieselbe, die durch W. THOMSON (1862), HAMANN (1884), SEMON (1887, 2) und LUDWIG (1889—92) näher bekannt geworden ist.

Die Fühler dienen als vorderste Füßchen in erster Linie der Nahrungsaufnahme und der Fortbewegung. Erstere vollzieht sich fortwährend, und zwar so, daß die Fühler einzeln oder in kleinen Gruppen

zurückgeschlagen und dann auf das Mundfeld gebogen und über die Mundöffnung hingezogen werden (Taf. XXXII, Fig. 1). Ein Hereinstecken der Fühler in den Schlund findet nicht statt. Bringt man reichlich kleine Planctonorganismen in das Aquarium, so kann man beobachten, wie dieselben an den Fühlern etwas ankleben, was durch das Secret der später zu besprechenden Klebdrüsen bewirkt werden dürfte. Die ganze Bewegung der Fühler bei den alten wie bei den jungen Tieren scheint eine rein automatische zu sein; denn sie wird auch dann fortgesetzt, wenn in dem umgebenden Wasser absolut keine Nahrung vorhanden ist. Bei der Bewegung der Tentakel verdient noch hervorgehoben zu werden, daß dieselben nicht nur mit ihrer Innenseite über die Mundöffnung hinfahren, sondern sich auch gegenseitig abstreichen. Dieser Umstand steht wahrscheinlich damit in Zusammenhang, daß die Außenseite der Fühler viel mehr Klebdrüsen besitzt, als die der Mundöffnung zugewandte Fläche, eine Anordnung, die im höchsten Maße unzweckmäßig wäre, wenn nur die Nahrung der Innenseite durch Hinziehen über das Mundfeld zur Aufnahme in den Darm freigemacht würde.

Auch die Fortbewegung von *Rhabdomolgus* wird fast ausschließlich durch die Fühler besorgt. Diese können mit der Spitze so fest angedrückt werden, daß sie bei Kontraktion der Muskulatur — die eine Entfernung des mittleren Teiles der angedrückten Fläche zu bewirken sucht — als Saugscheibe funktionieren. Das Vorhandensein der Klebdrüsen dürfte dabei für ein glattes lückenloses Anheften an die Unterlage von Bedeutung sein. Bekanntlich genügt diese Funktion der Fühler als Saugscheiben, um zahlreiche Synaptiden in den Stand zu setzen, sich an glatten Glaswänden in jeder beliebigen Stellung festzuhalten. Bei unsrer Art hat diese von vielen Beobachtern geschilderte Fähigkeit zu einer interessanten Schutzanpassung gegen Sturm bzw. bewegtes Wasser geführt. Während nämlich manche Synaptiden durch Beruhigungen des Wassers dazu veranlaßt werden auch ihr Kopfende eilig in den Sand zurückzuziehen, saugt sich *Rhabdomolgus* bei jeder Erschütterung des Wassers sofort mit allen Tentakeln fest; so zwar, daß unter Aufgabe der gewöhnlichen Lage die Mundscheibe dem Boden zu, das Hinterende aber nach oben gekehrt und umhergeschaukelt wird. In dieser Stellung verharren die Tiere bis zur völligen Beruhigung des Wassers, um sodann ihre normale Stellung wieder einzunehmen. Diese Reaktion auf die Bewegung des Wassers ist eine so prompte, daß man bei dem Versuch, *Rhabdomolgus* mit Hilfe eines Glasrohres in ein andres Gefäß (etwa zur Beobachtung) zu übertragen, die Tiere

gewöhnlich zu einem schnellen Ansaugen im Innern der Röhre veranlaßt, sobald der Wasserstrom, der die lose auf dem Boden liegenden Tiere in der Röhre mit nach oben führte, zur Ruhe gekommen ist. Dann aber ist jedes weitere Spülen mit Wasser aussichtslos; denn auch ein schnell in dem Rohr aufschießender Wasserstrahl genügt nicht, um die fest angesaugten Fühler loszureißen, veranlaßt vielmehr lediglich ein noch stärkeres Festheften. Oft kann man Exemplare auf diese Weise verletzen, ohne ein Loslassen zu erreichen.

Die Kontraktionen der Körperwand kommen für die Fortbewegung nur in zweiter Linie in Betracht. Sie könnten höchstens zu einem langsamen wurmartigen Fortschieben im Sande benutzt werden. Indessen ist das durchaus nicht der Zweck aller Bewegungen, die die Körpermuskulatur ausführt. Das geht schon daraus hervor, daß bei denselben regelmäßig fortschreitende Kontraktionen mit ganz gesetzblosen Krümmungen und Zusammenziehungen abzuwechseln pflegen. Der Mechanismus der Bewegungen des Körperschlauches ist durchaus nicht lediglich in den Muskeln zu suchen, es handelt sich vielmehr auch hier um eine Mitbenutzung der Inkompressibilität der Leibeshöhlenflüssigkeit. Bedenkt man, daß die ganze Leibeshöhle keine äußere Öffnung besitzt, so erhellt, daß bei den mannigfaltigen Kontraktionen der Muskulatur das Volumen der Leibeshöhle fast konstant bleiben muß. Auf Grund dieser Voraussetzung lassen sich, wie HÉROUARD (1890) für Pedaten und CUÉNOT (1891) für *Synapta* gezeigt haben, zahlreiche Eigentümlichkeiten der Lebensweise erklären, sofern man nur die speziellen Verhältnisse (z. B. das Vorhandensein von Kiemenbäumen) berücksichtigt.

Bei *Rhabdomolgus*, bei dem nur das Auspressen von Wasser aus dem Darm das Gesamtvolumen beeinträchtigen kann, wird demnach eine Kontraktion der Ringmuskulatur eine mit Erschlaffung der Längsmuskeln verbundene Verlängerung des Körpers zur Folge haben; ebenso werden bei einseitiger Verkürzung der Längs- bzw. Quermuskulatur Krümmungen und Blähungen durch den Druck der Leibeshöhlenflüssigkeit bewirkt werden müssen. Solche Kontraktionszustände bilden bei *Rhabdomolgus* die Norm: an diesem Exemplar sieht man die Körperpartie hinter dem Fühlerkranz breit, dick und glatt, an jenem dagegen runzelig und aufs äußerste verengt; bald ist ein Tier einseitig zwischen den Radien mit dicken Auftreibungen versehen, bald trägt es sein zur Kugel aufgeblasenes Hinterende an dünnem Stiele nach usw. Bei mäßig kontrahierter Ring- und Längsmuskulatur legt sich der ganze Körper in Runzeln, die sich unregelmäßig ineinander schieben (siehe

Fig. 1, Taf. XXXII und Textfig. 5). Trotz ihrer Unregelmäßigkeit sind diese Runzeln doch, wie wir später sehen werden, konstante Bildungen, in die sich die Haut von neuem faltet, auch dann, wenn sie bis zur völligen Glätte ausgestreckt war.

Der durch die Leibeshöhlenflüssigkeit allseitig gleichmäßig übertragene Druck kann sich jedoch nicht nur in der Gestalt des Körpers äußern, er muß vielmehr auch die Form und speziell Enge und Weite des Darmrohres, weil dieses den Austritt des Wassers gestattet, beeinflussen.

Zunächst wird der Darm schon durch die bloße Verkürzung der Körperhaut gezwungen, sich in Windungen zu legen, die — auf Grund zufälliger Bedingungen — bald rechts, bald aber auch links gedreht sein können. Sie liegen nicht immer im hinteren Körperabschnitt, wie KEFERSTEIN von seinem Exemplar angibt, sondern auch vorn oder in der Mitte der Leibeshöhle.

Ferner ist zu bedenken, daß eine enge fortlaufende Einschnürung der Körperwand auch imstande sein dürfte, dicke Nahrungsballen in dem miteingeschnürten Darne weiter zu schieben; eine solche Fortbewegung der Nahrung könnte deshalb von Bedeutung sein, weil der Darm in seinem mittleren Teile fast gar keine Muskulatur aufweist und dementsprechend auch beim lebenden Tiere keine deutlichen Eigenbewegungen ausführt. Davon kann man sich leicht überzeugen, wenn man den Darm hinten abschneidet, darauf die Körperwand hinter der Genitalöffnung abreißt, so daß Darm, Genitalschlauch und POLISCHE Blase frei hervorragen. Die beiden letztgenannten Organe zeigen alsdann auch lebhaftere Bewegungen, der Darm aber hängt schlaff und regungslos hervor, obwohl doch auch bei ihm die nervöse Verbindung durch den Schlund und somit die Möglichkeit einer Innerierung ungestört fortbesteht.

Weit wichtiger jedoch für die Fortbewegung der Nahrung im Darm ist die oben erwähnte hydraulische Übertragung der Kontraktionen der Hautmuskulatur. Diese bedingt eine Verengerung des Darmvolumens, und dadurch wird das Wasser gewaltsam aus dem Verdauungsrohr herausgepreßt. Da nun der Schlund durch einen kräftigen Sphincter geschlossen werden kann, so wird die Richtung des Wasserstromes nach hinten gehen. Mit dem Wasser wird aber auch die Nahrung des Darmes etwas mitgerissen und auf diese Weise fortbewegt. Auch die Ausstoßung der Nahrungsreste wird auf diese Weise bewerkstelligt. Am lebenden Tier kann man gelegentlich direkt beobachten, daß die Kotballen nicht durch Pressen der Enddarmmuskulatur,

sondern durch einen Wasserstrom durch die weite Cloake nach außen befördert werden.

Nach einer Kontraktion der Körpermuskulatur muß natürlich das Volumen des Darmrohres allmählich wieder vergrößert werden, wobei Wasser sowohl vom Mund wie vom After her aufgenommen werden kann. Ob ein solches Einströmen von Wasser durch den Oesophagus vielleicht für die Nahrungsaufnahme von Bedeutung ist, muß ich einstweilen dahingestellt sein lassen, da ich darüber keine Beobachtungen angestellt habe.

Der durch starke Kontraktionen der Muskulatur im Innern hervorgerufene Druck scheint auch für gewisse Reaktionen von Bedeutung zu sein, die im Zustand des Absterbens gelegentlich auftreten. Dabei wird der Darm trotz der starken Kontraktion ausgestreckt, was natürlich nur möglich ist, wenn derselbe hinten aus dem Körper herausgestoßen wird. Eine eigentliche Zerreißung des Darmes findet dabei nicht statt; da jedoch der Enddarm mit der Körperwand in Zusammenhang bleibt, so wird diese stark lädiert, zuweilen tritt eine Trennung der Schichten derselben ein, derart, daß sich dieselben als zwei Rohre auseinander schieben.

Richtige Zerstückelung auf direkte Reize habe ich bei *Rhabdomolgus* nicht beobachtet; indessen findet man häufig Exemplare, die an einem gesunden Vorderende ein Hinterende tragen, das durch eine scharf trennende Einschnürung allmählich zum Absterben gebracht wird.

Eigentümlich ist, daß *Rhabdomolgus*, wenigstens vor dem Absterben, ein Zerfallen der Haut aufweist, eine Erscheinung, die den Synaptiden sonst gänzlich zu fehlen scheint. Schon mit bloßem Auge kann man derartige Exemplare an der unscharfen Kontur ihrer Haut erkennen, und bei Beobachtung unter dem Mikroskop bemerkt man, daß der Zerfall und die oft fast plötzliche Auflösung der Haut ungefähr dann eintritt, wenn die diffuse Verbreitung der Farbe aus den Pigmentzellen einen baldigen Tod ankündigt.

So viel über die Lebensweise unsrer Art im allgemeinen. Auf die spezielle Funktion bestimmter Organe und Organsysteme werde ich, soweit sie ein besonderes Interesse darbietet, bei Gelegenheit der morphologischen Betrachtung derselben eingehen, weil sie die Kenntnis des anatomischen und histologischen Baues in den meisten Fällen voraussetzt.

Morphologie von *Rhabdomolqus*.

Mit der Beschreibung der Anatomie und Histologie der erwachsenen Tiere werde ich in den folgenden Abschnitten die Schilderung der Entwicklungsgeschichte, soweit ich dieselbe klarstellen konnte, verbinden. *Rhabdomolqus ruber* scheint keine ausgesprochene Larvenform zu besitzen, so daß sich die Entwicklung zweckmäßig als Entfaltung der einzelnen Organsysteme mit der Morphologie der letzteren gemeinsam betrachten läßt.

Es ist natürlich sehr schwierig, das Fehlen von Larvenformen bei unserer Art mehr als wahrscheinlich zu machen. Ich habe indessen große Mühe aufgewendet, um diese Frage wenigstens bis zu dem Grade zu fördern, den dieselbe in bezug auf längst bekannte Arten, wie *Synapta inhaerens*, erreicht hat. Dieselben Schwierigkeiten, die es bei dieser so weit verbreiteten Form bisher verhindert haben, Klarheit über die ersten Entwicklungsstadien zu bekommen, bestehen bei *Rhabdomolqus*. Zudem sind die Fundstellen unsrer Art ganz klein und isoliert, und *Rhabdomolqus* bietet auch, wie oben angedeutet wurde, bei der Zucht im Aquarium viel geringere Aussichten auf die Erlangung entwicklungsgeschichtlichen Materials wie die große eierreiche *Synapta inhaerens*. In der Tat gelang es ja auch schon, diese Form nach einer Gefangenschaft von mehr als einem Jahr zur Eiablage zu bringen. Leider verhinderte aber hier ein Zufall, daß die allerersten Stadien zur Beobachtung kamen (WYV. THOMSON, 1862). Wenn also auch vorderhand die Möglichkeit nicht abgewiesen werden kann, »daß unter den Auricularien mit Kalkrädchen außer den Larven der *Synapta digitata* auch diejenigen der *Synapta inhaerens* versteckt sind« (LUDWIG 1889—92, S. 267), so kann man doch MORTENSEN (1898 u. 1901) zustimmen, wenn er sich THOMSON anschließt und das Vorhandensein einer Larvenform bei dieser Art für unwahrscheinlich hält; denn dieses Stadium hätte dann in den wenigen Tagen (während derer THOMSON an der Beobachtung verhindert war) durchlaufen werden müssen, während dasselbe bei *Synapta digitata* doch ungefähr 3½ Monate dauert.

Jugendformen von *Rhabdomolqus* erhielt ich zuerst in konserviertem Zustande am 19. April und 2. Mai, dann eine Anzahl lebendiger am 12. Mai desselben Jahres (1905). Da diese Jungen alle schon zu weit in der Entwicklung vorgeschritten waren, um so wichtige Fragen wie etwa den Verlauf der Fühlervermehrung von Anfang an verfolgen zu können, so mußte im folgenden Jahre schon früher auf die

Entwicklungsstadien geachtet werden. Da nun die Entwicklungsdauer vom Ei bis zum jungen Tier bei den verschiedenen untersuchten Holothurienformen etwa zwischen $1\frac{1}{2}$ — $3\frac{1}{2}$ Monat schwankt, so mußte etwa im März derjenige Zeitpunkt liegen, der zum Studium der Entwicklung am geeignetsten erscheinen mußte. Freilich war so früh im Jahre noch mit der Ungunst des Wetters zu rechnen. Ich kontrollierte also zu dieser Zeit regelmäßig die Planctonfänge der biologischen Station in Helgoland, ohne jedoch eine *Auricularia* finden zu können — obwohl auch *Synapta inhaerens* schon um diese Zeit geschlechtsreif wird. Dazu wurde mir mitgeteilt, daß auch in früheren Jahren niemals derartige Larven im Helgoländer Plancton bemerkt worden wären, eine Angabe, die insofern nicht zu verwundern ist, als bis jetzt noch niemals Auricularien im nördlichen atlantischen Meer gefunden worden sind (MORTENSEN 1901, S. 6), obwohl doch das Vorkommen von *Synapta digitata* an der englischen Küste das Auftreten wenigstens einer Art vermuten ließe.

Um jedoch sicher zu gehen, ließ ich nun genau über der Stelle, an der *Rhabdomolgus ruber* vorkommt, Plancton fischen. Dabei folgte ich der Angabe BAURS (1864), der empfiehlt, das Netz so zu beschweren, daß dasselbe dicht über den Boden hinfährt, weil eine solche Fangmethode bei *Synapta digitata* auch dann Resultate sichert, wenn die Larven wegen unruhigen Wassers in die Tiefe hinabsteigen. Allein auch diese Fänge enthielten, wie ich mich durch sorgfältigstes Durchsehen unter dem Mikroskop überzeugte, weder Auricularien, noch auch tonnenförmige Larven.

Machten somit diese erfolglosen Bemühungen ein Fehlen echter Larvenstadien wahrscheinlich, so wurde ich in dieser Vermutung noch dadurch bestärkt, daß ich etwas später, gegen Ende März, in dem gehobenen Kies Tiere mit fünf Tentakeln fand, die, obwohl sie noch sehr klein waren, doch genau wie die von W. THOMSON beobachteten Jungen der *Synapta inhaerens* aller Anzeichen eines besonderen Larvenstadiums entbehrten.

Nimmt man nun noch hinzu, daß die reifen Eier von *Rhabdomolgus* dick (0,25 mm) und dotterreich sind, eine Eigenschaft, die gerade für Formen mit abgekürzter Entwicklung charakteristisch ist, so wird man den Grad der Wahrscheinlichkeit ermessen können, der für den Mangel einer Larvenentwicklung bei unsrer Art angeführt werden kann. Übrigens hat MORTENSEN (1901) auch für eine andre Synaptide der Nordsee (*S. buskii* M^oIntosh) ebenfalls wegen des Dotterreichtums der Eier eine abgekürzte Entwicklung vermutet.

I. Gesamtausssehen.

Rhabdomolgus gehört mit *Eupyrigus pacificus* Östergren, *Myriotrochus théeli* Östergren und *minutus* Öst., *Synapta (Labidoplax) buskii* M'Intosh und *decaria* Öst. (siehe ÖSTERGREN 1905, 1 u. 2) und *Synapta minuta* Becher (1906) zu den kleinsten Holothuriern. Im konservierten Zustand schwankt die Länge von etwa 3—7 mm, die Dicke von ungefähr 0,4—1 mm; im Mittel beträgt die Länge 5, die Dicke 0,7 mm. Im Leben sind die Dimensionen kaum größer; KEFERSTEINS geschlechtsreifes Exemplar hat mit einer Länge von 10 mm das Mittel also entschieden übertroffen.

Diese geringe Größe unser Synaptidenform hat man sich zum Verständnis zahlreicher Eigentümlichkeiten der Morphologie immer gegenwärtig zu halten; sie erklärt an vielen Stellen auf die natürlichste Weise eine Einfachheit der Organisation, die, wenn sie andern Ursachen zugeschrieben würde, zu einer verhängnisvollen Mißdeutung führen könnte.

Entsprechend dem Verhältnis von etwa 7 : 1, in dem die Länge zur Dicke unsres Tieres steht, ist die Körperform desselben als wurstförmig zu bezeichnen. Ein bestimmtes Verhältnis für die relative Länge der Fühler anzugeben, ist bei dem immer wechselnden Kontraktionszustande fast unmöglich. Die ausgestreckten Tentakel dürften je nach der Größe des Tieres $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{10}$ (meist etwa $\frac{1}{8}$) der Körperlänge betragen.

Bei ganz jungen, etwa 1 mm langen Entwicklungsstadien verschieben sich alle diese Größenverhältnisse (vgl. Fig. 1, Taf. XXXII und Textfig. 6). Die Körperdicke beträgt hier zuweilen etwa die Hälfte, die Länge der Tentakel sogar einen noch größeren Bruchteil der Körperlänge. Mit fortschreitendem Wachstum ändern sich diese Zahlen immer mehr zugunsten der Körperlänge, wogegen das Verhältnis von Fühlerlänge zu Körperdicke viel mehr konstant bleibt.

Der Querschnitt von *Rhabdomolgus* ist gewöhnlich rund; weicht derselbe von der Kreisform ab, so zeigt er nicht wie bei den meisten Holothuriern (LUDWIG 1889—92, S. 25) die Form eines abgerundeten Fünfecks, sondern eine Figur, bei der infolge der Auftreibung der Leibeswand die Verbindungslinien zwischen den fünf radialen Ecken in Gestalt stark konvexer Bögen nach außen vorspringen.

Die Farbe von *Rhabdomolgus* wird von KEFERSTEIN als »karmoisinrot«, von LUDWIG nach Alkoholmaterial als lebhaft rot bezeichnet. Auch die Farbe ist natürlich von der jeweiligen Kontraktion

der Körperwand abhängig. Ist dieselbe glatt und aufgetrieben, so neigt die Färbung mehr zum Zinnober und bei dem durchscheinenden gelblichen Mitteldarm sogar zu Orange hin, dagegen nähert sich dieselbe an Stellen, wo die Pigmentzellen infolge der Zusammenziehung der Haut dicht gehäuft liegen, mehr einem tiefen Karmin. Bei absterbenden — meistens auch stark kontrahierten — Exemplaren ist die Färbung besonders intensiv.

Bei den jüngsten Stadien, die ich beobachtete, waren die Pigmentzellen nur sehr spärlich vorhanden, und zwar noch völlig unverzweigt (vgl. Textfig. 1), so daß sie das glashelle Aussehen der Jungen kaum beeinträchtigen.

Die fünf fast pigmentlosen Streifen, die KEFERSTEIN erwähnt, unterbrechen durch ihre mehr gelbe Farbe das Rot des Körpers; sie entsprechen den Radien des Holothurienkörpers und werden, wie später zu zeigen sein wird, durch die darunter liegenden Radialnerven hervorgerufen.

II. Haut.

Seit LEYDIG (1852 u. 57) und BAUR (1864) unterscheidet man allgemein in der Körperwand der Holothurien von außen nach innen folgende Schichten: zu äußerst eine Cuticula, darauf folgend das Epithel, dann die Bindegewebsschicht und endlich eine Quermuskelschicht und das Cölomepithel. An den Radien kommt hierzu noch zwischen Quermuskelschicht und Endothel die kräftige Längsmuskulatur sowie nach außen zu eine Reihe anderer Organe, die dem Wassergefäßsystem, dem Nervensystem usw. zuzuordnen sind.

Von den oben genannten Schichten gehören die drei ersteren, nämlich Cuticula, Außenepithel und Bindegewebe, der Haut im engeren Sinne an. Die übrigen bilden demgegenüber entwicklungsgeschichtlich ein Ganzes dadurch, daß sie sich alle vom Cölomepithel als dessen Bildungen ableiten. HÉROUARD (1890) faßt die einzelnen Gewebslagen der Körperwand in anderer Weise zusammen. Cuticula, Subcuticula und eine äußere Schicht der Lederhaut gehören nach seiner Einteilung zu der »Zone externe«; die darauffolgende »Zone moyenne« wird lediglich durch eine gelatinöse Bindegewebsschicht gebildet, die sich durch das Auftreten von Blutlacunen (Wanderzellen) und den Besitz einer Nervenlage (innen) auszeichnet. Die »Zone interne« umfaßt dann das innere Epithel und die zugehörigen Muskelschichten. Diese Zusammenfassung stützt sich auf Beobachtungen an *Cucumaria* und *Colochirus*, und sie mag dafür zweckentsprechend sein. Sie ist jedoch eine

Einteilung nach wesentlich physiologischen Gesichtspunkten, die Gewebsschichten vereinigt und trennt, welche entwicklungsgeschichtlich in ganz anderer Weise zusammengehören. Auch dürfte das Vorkommen einer »Zone moyenne« sicher nicht für alle Holothurien gelten. Wir bedienen uns daher der älteren morphologischen Einteilung.

Alle Gewebsschichten der Haut werden bei den früher erwähnten starken Kontraktionen der Körperwand in Mitleidenschaft gezogen. Sie ist deshalb bei *Rhabdomolgus* in doppelter Weise den Bedingungen angepaßt, die ihr durch die heftigen Zusammenziehungen der Muskulatur, oder durch den Druck der abgeschlossenen Leibeshöhlenflüssigkeit auferlegt werden. Zunächst vermag sie sich in erheblichem Maße zu verdicken. Diese Verdickung wird durch die Bindegewebslage ermöglicht und ist in den Fällen notwendig, wo an einer größeren Stelle eine gleichmäßige Kontraktion der Ringmuskulatur (ev. mit Längskontraktion verbunden) das Cölomepithel gleichmäßig von der Epidermis entfernt. Tritt dabei Faltenbildung auf, so ist sie in der Epidermis immer unabhängig von der Knickung der Ringmuskulatur und des inneren Epithels.

Sehr viel stärkere Faltenbildung tritt bei Zusammenziehung der Längsmuskulatur auf. An den Radien ist dabei das Verhalten der einzelnen Hautschichten ähnlich wie bei dem soeben beschriebenen Falle: der Längsmuskel verhindert hier eine Knickung der ganzen Haut, und es tritt infolgedessen starke Verdickung der Bindegewebslage und unabhängige Faltung von Epidermis und Cölomepithel (und Ringmuskulatur) ein. Die Falten der Epidermis sind daher von besonderem Interesse, daß sie auch nach vollkommener Streckung immer wieder an derselben Stelle auftreten. Diese Konstanz der Falten, die man am lebenden Tier häufig direkt beobachten kann, ermöglicht eine viel promptere Reaktion auf schnelle Zusammenziehungen der Radialmuskeln und ist in mechanischer Weise dadurch bedingt, daß die Furchen niemals durch eine Tastpapille hindurchlaufen können (Textfig. 5) und somit in ihrer Lage auf die Zwischenräume zwischen den reihenweise stehenden Papillen beschränkt sind.

In den Interradien tritt bei derselben Längskontraktion dagegen eine ganz andre Art der Faltenbildung ein. Hier ist die Cutis an und für sich schon dünner, und sie wird auch jetzt nicht verdickt. Es falten sich vielmehr an diesen Stellen die Epidermis und das Cölomepithel in demselben Sinne, während in der Nähe der Radien erstere nach außen, letzteres nach innen von der Bindegewebslage seine Falten schlug (vgl. Taf. XXXIV, Fig. 22). In den Interradien faltet sich

die Körperwand als Ganzes; die Falten selbst können wie am Balg eines photographischen Apparates ausgezogen und zusammengeschoben werden, wobei sich Cuticula an Cuticula völlig glatt anlegen kann.

Cuticula und Epidermis.

Der Bau der Körperwand bei *Rhabdomolgus* entspricht im allgemeinen durchaus der oben gegebenen Übersicht. Die Cuticula ist sehr dünn und zuweilen nicht leicht nachzuweisen. Sie färbt sich jedoch bei Hämatoxylin oder Thioninfärbung, bei letzterer rot; besonders deutlich tritt sie bei Anwendung von Dahlia hervor. HÉROUARD (1890) gibt an, diese Cuticula zeige, wenn sie nach Behandlung mit MÜLLERScher Flüssigkeit abgezogen und von der Fläche betrachtet würde, zahlreiche schwarze Punkte, die er als Ausführungsöffnungen der darunter liegenden Drüsenzellen deutet, wogegen bei *Synapta buskii* M'Intosh auf dem mit Silber imprägnierten Epithelbild keine Drüsenöffnungen nachzuweisen sind (RETZIUS 1906). HAMANN (1884) erwähnt und zeichnet wenigstens bei den Becherdrüsen einen »haarförmigen« Kanal, der die Cuticula durchsetzt und sich von oben gesehen als feiner Kreis darstellt. Über ähnlichen Gebilden der Epidermis von *Rhabdomolgus* ist gleichfalls eine Öffnung in der Cuticula wahrzunehmen (Taf. XXXIV, Fig. 23). Der letztgenannte Autor erwähnt jedoch bei den Schlauchdrüsen der *Synapta digitata* nichts von einem Ausführungsgang und läßt auch in der Zeichnung die Cuticula undurchbrochen über das Außenende dieser Drüsen hinweggehen. Ebensowenig wie HAMANN scheinen CUÉNOT (1891) und GÉROULD (1896) die Ausführungsöffnung dieser Zellen gesehen zu haben. Wegen der zahlreichen Falten der Haut ist es in der Tat oft schwierig, ein gutes Bild von der Öffnung der Schlauchdrüsen zu erhalten; es gelang mir jedoch, diese sowohl an den Drüsenzellen der Tentakel wie an den Drüsen der Tastpapillen der Haut deutlich nachzuweisen (siehe Taf. XXXII, Fig. 2, 3 u. 4). An letzteren sieht man zuweilen das Secret aus der Öffnung über die Cuticula hervortreten.

Am vorderen und hinteren Körperende steht die Cuticula der Haut mit derjenigen von Anfangs- und Enddarm in direkter Verbindung und zeigt in diesen ectodermalen Darmteilen auch dasselbe Aussehen wie auf der Körperoberfläche.

Unter der Cuticula folgt die Epidermis, die außer Stützzellen noch Sinneszellen und Drüsenzellen enthält. Nach HAMANN (1884) bilden die Stützzellen bei *Synapta digitata* ein Cyliinderepithel, dessen einzelne Elemente nach der Peripherie zu an Breite zunehmen. Auch CUÉNOT

(1891) bezeichnet die Epidermis von *Synapta inhaerens* als Cylinder-epithel. Bei *Rhabdomoligus* könnte man eine solche Bezeichnung nur für die Bekleidung der Tentakel und zur Not noch für das Epithel hinter den Fühlern rechtfertigen; nur an diesen Stellen sind die Epithelzellen höher als breit. Auch bei *Caudina arenata* Gould ist das Körper-epithel am Vorderende des Körpers höher als in der Mitte und am Hinterende (GEROULD 1896). Übrigens hängen bei *Rhabdomoligus* Höhe und Form der Epidermiszellen sehr von der Kontraktion oder Spannung der Haut ab. Ist die Haut gespannt und dünn, so sind auch die Epithelzellen in die Breite gezogen, ist sie aber dick und zusammengedrückt, so hängen dieselben mit ihrem verdickten Ende in das Bindegewebe hinein und weisen etwa die Form eines Petschafts auf; unter der Cuticula stoßen sie zusammen, verengern sich dann etwas und tragen in dem wiederum weiteren Endteil den etwa $5\ \mu$ dicken Kern.

Im ganzen Habitus nähert sich die Epidermis von *Rhabdomoligus* daher viel mehr dem Außenepithel einer *Holothuria* oder jungen *Cucumaria*, als demjenigen der Synaptiden. Bei den letzteren stehen die Epithelzellen dicht gedrängt und tragen ihren Kern in der Mitte (HAMANN 1884); bei *Rhabdomoligus* zwängt sich dagegen das Bindegewebe überall zwischen die Epithelzellen und reicht zwischen diesen bis zur Cuticula hinauf, ein Verhalten, das besonders bei Dahliafärbung deutlich wird. Auf den Tentakeln wird das Epithel bedeutend höher (etwa $40\ \mu$!), aber auch hier sieht man das Bindegewebe weit zwischen die Zellen eindringen. Es muß übrigens bemerkt werden, daß das höhere Epithel auf den Tentakeln nur an der Hinterseite und am oberen Ende der Innenfläche vorhanden ist; an der Basis ist der Fühler innen von einem Epithel überkleidet, das nicht höher ist als an irgend einem andern Teil des Körpers (siehe Taf. XXXII, Fig. 1 u. 3).

Die Kerne der Epidermis verdienen deshalb eine genauere Betrachtung, weil sich unter ihnen zwei Arten unterscheiden lassen, die zwar auch sonst allenthalben in den Geweben anzutreffen sind, nirgends aber in ihrer Verschiedenheit so sehr auffallen. Die erste offenbar normale und funktionstüchtige Form gibt sich als solche durch die typische Gerüststruktur des Chromatins zu erkennen. Die zweite Art ist kleiner, das Chromatin scheint ganz zusammengebacken zu sein, wodurch eine andre Färbbarkeit dieser Art bedingt wird. Dieser Unterschied im Verhalten bei der Färbung tritt schon bei der Anwendung gewöhnlicher Kernfarbstoffe (Safranin, Thionin usw.) durch die besonders tiefe Tinktion der kleineren Kerne hervor (Taf. XXXIII, Fig. 14), kann aber durch die Kombination von Eosin und Wasserblau

noch besonders scharf hervorgehoben werden; denn die größeren Kerne werden dabei blau, die kleineren aber vom Eosin rot gefärbt, zwei Extreme, die durch zahlreiche Übergänge miteinander verbunden sind (s. Taf. XXXII, Fig. 13). Diese Übergänge machen es wahrscheinlich, daß wir es in beiden Arten mit verschiedenen Repräsentanten einer Umbildung zu tun haben, und weiterhin weist der Umstand, daß die roten Kerne oft an Stellen des Körperepithels liegen, die in Zerfall begriffen sind, darauf hin, daß die kleineren Kerne die der Degeneration verfallenen Endstadien sind, zu denen die blauen Kerne durch den andauernden Einfluß der Funktion langsam umgewandelt werden. Das fernere Schicksal dieser degenerierten Kerne werden wir erst später bei der Untersuchung der Wanderzellen weiter zu verfolgen haben.

HAMANN (1884) und GÉROULD (1896) haben die Behauptung aufgestellt, es fänden sich besondere durch ihre Gestalt von den übrigen Zellen der Epidermis ausgezeichnete Sinneszellen sowohl auf dem Körper wie auf den Tentakeln zerstreut vor. RETZIUS (1906) hat neuerdings diese Sinneszellen bei einer kleinen Synaptide durch Imprägnierung des Epithelmosaiks hervorgehoben und gefunden, daß dieselben über die ganze Haut zerstreut, in besonderer Zahl aber in den Tastpapillen und auf den Tentakeln anzutreffen sind. Bei *Rhabdomolgus* habe ich besonders differenzierte spindelförmige Sinneszellen mit voller Sicherheit nur in den Tastpapillen nachweisen können (s. Taf. XXXIV, Fig. 27). Selbst auf den Fühlern, wo das Herantreten zahlreicher Nervenfasern die sensorische Funktion des Epithels unzweifelhaft macht, ist es an Schnitten sehr schwer zu entscheiden, ob es sich um eine eingeeengte Stützzelle oder eine besondere Sinneszelle handelt. CUÉNOT (1891) stellt sogar das Vorkommen besonders differenzierter Sinneszellen außerhalb der Tastpapillen und knospenförmigen Sinnesorgane ganz in Abrede.

HAMANN (1883, 2 u. 1884) hat in der Epidermis der *Synapta digitata* neben Stützzellen und Nervenzellen noch zwei Arten einzelliger Drüsen nachgewiesen. Von diesen sind die Becherzellen, soviel ich weiß, von keinem Autor nach HAMANN erwähnt worden. Bei *Rhabdomolgus* habe ich zwar ähnliche Zellgebilde in der Haut angetroffen (s. Taf. XXXIV, Fig. 23), die sich durch ihre geringe Färbbarkeit, einen dünnen protoplasmatischen Wandbeleg und ihre Größe (10—15 μ) auszeichnen; doch bin ich in bezug auf die Identität mit den Becherdrüsen etwas zweifelhaft, da ein basaler fadenförmiger Fortsatz, wie ihn HAMANN von den letzteren beschrieben hat, nicht nachzuweisen war. Für die Deutung als Becherzellen spricht allerdings der Umstand, daß die letzteren wie

die von mir beobachteten Zellen besonders häufig hinter den Tentakeln anzutreffen sind.

Die Schlauchdrüsen, die im Gegensatz zu den Becherzellen in der Klasse der Holothurien weit verbreitet zu sein scheinen, sollen nach HAMANN (1883, 2 u. 1884), GEROULD (1896) und ACKERMANN (1902) nicht nur auf dem Körper, sondern auch im äußeren Epithel der Tentakel vorhanden sein. Dagegen sind bei *Rhabdomolgus* die Drüsen der Tentakel von denjenigen der Körperwand deutlich verschieden; da die letzteren im wesentlichen mit den von HAMANN beschriebenen Schlauchdrüsen übereinstimmen, so werde ich diesen Namen beibehalten, die Drüsen der Tentakel aber als »Klebdrüsen« davon trennen.

Bei Anwendung von Thioninfärbung tritt der Unterschied von Klebdrüsen und Schlauchdrüsen deutlich hervor. Tingieren sich jene mit dem Rot des Thionins, so nehmen diese (am deutlichsten bei Alkoholfixation) gerade die komplementäre Farbe an und fallen durch ihr Grün zwischen den blauen Kernen des Epithels auf (s. Taf. XXXII, Fig. 2, 3 u. 4). Die Schlauchdrüsen der Haut sind ferner mit Hämatoxylin (HAMANN 1883, 2, GEROULD 1896, ACKERMANN 1902) sowie andern Kernfarbstoffen, besonders Methylgrün (CUÉNOT 1891) stark färbbar, wogegen man eine befriedigende Färbung der Klebdrüsen nur mit Thionin und Dahlia erzielt. Dahlia färbt sowohl die Klebdrüsen als auch die Schlauchdrüsen, ein so kräftiger Kernfarbstoff wie Eisenhämatoxylin (nach HEIDENHAIN) dagegen weder die einen noch die andern.

ACKERMANN hat die von ihm bei *Cucumaria laevigata* gefundenen Drüsen als »flaschenförmig« beschrieben; da aber die Gestalt der Schlauchdrüsen bei verschiedenen Arten überhaupt variiert, und da das Verhalten gegen Hämatoxylin dasselbe ist, so glaube ich annehmen zu dürfen, daß es sich auch in diesem Falle um dieselbe Drüsenart handelt. Diese Drüsen treten nach ACKERMANN besonders zahlreich in den Saugscheiben der Füßchen auf; bei den Synaptiden findet man die Schlauchdrüsen nach HAMANN (1883, 2 und 1884) besonders in den Tastpapillen der Haut, eine Tatsache, die schon auf eine morphologische Beziehung von Endscheiben der Füßchen und Tastpapillen der Synaptiden hinweist. Bei *Rhabdomolgus ruber* sind die Schlauchdrüsen fast ganz auf die Tastpapillen beschränkt, und bei *Synapta inhaerens* scheinen nach CUÉNOT (1891) ebenfalls nur wenige an andern Stellen der Haut vorzukommen.

Die »Schlauchdrüsen« von *Rhabdomolgus* sind von gedrungen kolbenförmiger Gestalt. Der Ausführungsgang, der bei *Cucumaria laevigata* lang und oft korkzieherförmig gewunden ist, scheint bei *Rhabdo-*

molgus fast ganz zu fehlen; hier öffnet sich die Drüsenzelle mit ihrem einen Ende unmittelbar nach außen (s. Taf. XXXII, Fig. 4). Das Innere der Drüse ist von einem Gerüstwerk erfüllt, das mit Körnern verschiedener Dicke reichlich besetzt ist. Die ganze Drüse bekommt dadurch etwa das Ansehen eines großen Kernes mit dichtem Chromatinnetz. Der Kern der Drüsenzelle liegt an der Seite oder am inneren Ende; seine unscharfe Kontur dürfte auf eine starke Beeinflussung der secretorischen Tätigkeit hindeuten (s. Taf. XXXIV, Fig. 24).

Von den Schlauchdrüsen unterscheiden sich die Klebdrüsen von *Rhabdomolgus* nicht nur in ihrem Verhalten gegen Farbstoffe, sondern auch durch ihre Größe und Gestalt. Die Schlauchdrüsen haben etwa eine Dicke von 12 und eine Länge von 20 μ . Die Klebdrüsen sind gut doppelt so lang, während ihre Dicke viel geringer ist als diejenige der Drüsen der Körperwand. Die lange, schlauchförmige Gestalt der Klebdrüsen ist zum großen Teil durch mechanische Gründe und ihre Stellung in dem hohen Epithel der Tentakel zu erklären. Wo das hohe Epithel auf den Fühlern fehlt, d. h. am größten Teil der Innenseite, da fehlen auch die Klebdrüsen. Wo dieselben auftreten, sind diese Zellen aber so häufig, daß sie die Stützzellen an Zahl erreichen und vielleicht sogar übertreffen. Die Länge der Klebdrüsen ist so groß, daß sie häufig zwischen Cuticula und Tentakelhohlraum keinen Platz finden und somit gezwungen sind, sich links oder rechts seitwärts zu wenden. Fig. 2 (Taf. XXXII) wird diese Anordnung am besten klar machen.

Um als Klebdrüsen in möglichst günstiger Weise funktionieren zu können, ist die Mündung auffallend verbreitert (Taf. XXXII, Fig. 3), so daß das Secret der langgestreckten Zelle auf eine möglichst große Fläche verteilt wird. Der Drüsenkörper trägt in seinem inneren, etwas verbreiterten Abschnitt den Kern, hinter diesem setzt sich die Zelle noch als feiner, sich verjüngender Faden fort. Daß dieser Faden zur Verbindung mit Nervenzellen dient, scheint mir wahrscheinlich, obgleich HAMANN (1884) bei den Schlauchdrüsen von Haut und Rectum sich vom Gegenteil überzeugt hat.

Die Epidermis der jungen Tiere entspricht im allgemeinen in ihrem Bau derjenigen der erwachsenen Exemplare. Die Stützzellen sind in ihrer Form jedoch noch regelmäßiger und bilden ein deutliches Epithel. Der unfertige Charakter der Epidermis prägt sich ferner in den größeren Dimensionen der normalen und dem selteneren Auftreten der strukturlosen, degenerierten Kerne aus. Die Hautdrüsen fehlen bei jungen Fünftentakelstadien noch ganz; dagegen sind die Klebdrüsen der Tentakel, wenn auch in geringerer Zahl, schon vorhanden.

Cutis.

In der Lederhaut von *Rhabdomolgus* findet man wie bei allen Holothurien in einer Grundsubstanz Bindegewebszellen und -Fasern, sowie Pigment und Wanderzellen eingelagert. Die Grundsubstanz ist bei unsrer Art nicht so homogen, wie es gewöhnlich von andern Arten angegeben wird. An konserviertem Material soll nach HAMANN (1883, 1) nichts mehr davon wahrzunehmen sein. Es bedarf jedoch nur der Anwendung geeigneter Färbungsmittel, um dieselbe auch in Paraffinschnitten deutlich hervorzuheben. So zeigen das Rot des Thionins und auch Dahlia eine besondere Neigung die Grundsubstanz des Bindegewebes zu färben. Zur Konservierung dürfte sich Alkohol am meisten eignen, da durch die Gerinnung bei Zusatz von Säuren (HAMANN 1883, 1, JOURDAN 1883) leicht Artefakte entstehen. So wird z. B. häufig eine unnatürliche Stärke des Bindegewebsfasersystems dadurch hervorgerufen, daß bei der Gerinnung die gefällten Substanzen an diesen Fasern am dichtesten anliegen.

An vorsichtig konserviertem und in der angegebenen Weise gefärbtem Material erkennt man nun, wie sich die Grundsubstanz als Füllmasse in alle Spalten der Haut, in die Ritzen zwischen den Zellen des Epithels usw. einzwängt. In schöner Weise ist das z. B. an Schnitten durch die Fühler oder des Enddarmes zu beobachten. Zwischen den dichteren Faserlagen der Cutis scheint auch die Grundsubstanz verdichtet zu sein, und dasselbe gilt von den Stellen, wo sie als Einbettungsmasse für die, wie wir wissen, nicht dicht aneinander schließenden Zellen des Epithels dient.

Um das Wassergefäßsystem und besonders um den Hohlraum der Tentakel hat diese Grundsubstanz eine feine, aber sehr stark färbbare Membran abgeschieden. SEMPER (1868) hat zuerst auf diese hyaline Membran die Aufmerksamkeit gelenkt¹, THÉEL (1882), JOURDAN (1883) und GEROULD (1896) beobachteten dieselbe ebenfalls an verschiedenen Teilen des Wassergefäßsystems, und MORTENSEN (1894) erblickt darin einen »allen Echinodermen gemeinsamen histologisch-anatomischen Charakter« (l. c., S. 710). MORTENSENS Angabe, daß diese Membran nicht nur einzelne Teile, sondern das ganze Wassergefäßsystem umgibt, kann ich durchaus bestätigen; es muß jedoch hervorgehoben werden, daß dieselbe durchaus nicht eine Bildung darstellt, die speziell an das Wassergefäßsystem gebunden ist in ihrem Auftreten, man kann dieselbe

¹ Es ist mir jedoch sehr zweifelhaft, ob SEMPER nicht Teile des rohrförmigen Fühlernerven als diese Membran angesehen hat. Vgl. Anmerk. S. 642.

vielmehr an andern Stellen ebenso deutlich ausgebildet finden. In den Fühlern z. B. ist der Tentakelnerv von einer Membran umgeben, die genau mit derjenigen übereinstimmt, die sich zwischen Nerv und Muskulatur um den Hohlraum der Fühler herumlegt (s. Taf. XXXII, Fig. 2 u. Taf. XXXV, Fig. 36).

Ihrer Färbbarkeit nach, die gestattet, diese Bildung schon bei schwacher Thionin- oder Dahliafärbung aufs deutlichste hervorzuheben, muß dieselbe als eine Schicht verdichteter Bindegewebsgrundsubstanz aufgefaßt werden.

Die Bindegewebsfasern sind ihrer verschiedenen Funktion entsprechend in mannigfaltiger Form und Anordnung bei den Holothurien anzutreffen, ein Umstand, der eine richtige histologische Analyse des Bindegewebes außerordentlich erschwert hat. Im besonderen schien es unmöglich, den dicken Strängen, wie sie etwa in der Körperwand der *Synapta digitata* vorkommen (HAMANN 1884, Taf. V, Fig. 69), dieselbe Natur und Entstehung zuzuschreiben, wie den überaus feinen Fasern, wie man sie nicht weniger häufig beobachtet. SEMPER vermutete z. B. dementsprechend, daß die gröberen (»elastischen«) Fasern durch Sondierung aus der Grundsubstanz hervorgingen, wogegen er annahm, die feineren Fasern entstünden als Ausläufer von Zellen. Bekanntlich haben jedoch JOURDAN (1883) und HAMANN (1883, 1 u. 1884) in hohem Maße wahrscheinlich gemacht, daß alle Fibrillen nichts weiter sind als »in die Länge gewachsene Zellen« (HAMANN 1883, 1, S. 164).

Bei *Rhabdomolgus ruber* schien mir lange Zeit diese Erklärung unanwendbar, obgleich oder vielleicht eben weil mir durch Untersuchungen an *Cucumaria* und *Synapta* Bindegewebe bekannt war, dem unzweifelhaft eine derartige Histogenese zukommt. Die große Zahl und eigenartige Verfilzung der Fasern schien mir mit der geringen Anzahl der Kerne in auffallendem Mißverhältnis zu stehen, so daß ich zu der Ansicht neigte, diese Fasern könnten nur aus der Grundsubstanz durch mechanisch-funktionelle Differenzierung hervorgegangen sein. Aus ähnlichen Gründen ist auch GEROULD (1896) an der Allgemeingültigkeit der von HAMANN vertretenen Art der Entstehungsweise zweifelhaft geworden.

In der Tat ist der Mangel der Kerne so auffallend (s. Taf. XXXIII, Fig. 14), daß ich es auch jetzt noch für wahrscheinlich halte, daß ein großer Teil der Bindegewebskerne zugrunde geht. Eine solche Emanzipation der Fibrillen von ihren Bildungselementen wäre sehr wohl denkbar und histologisch durchaus nicht ausgeschlossen; denn bei der einfachen Stützfunktion der Fasern dürfte ein Mitwirken der zugehörigen

Kerne nicht mehr erforderlich sein. Daß die Fasern ursprünglich von Bindegewebskörperchen ausgebildet werden, beweisen nämlich Beobachtungen an jungen Exemplaren und gelegentliche günstige Präparate von ausgewachsenen Tieren. Bei ersteren ist die Differenzierung noch nicht so weit fortgeschritten, so daß es mir gelang, nachzuweisen, daß bei *Rhabdomolpus* die eigenartige Natur des Bindegewebes mit der Form dieser Zellen zusammenhängt. HAMANN gibt zwei Haupttypen für die Fibrillenbildung an, nämlich die aus bipolaren und jene aus multipolaren Zellen. Bei unsrer Art ist eine dritte Form zu beobachten; denn hier gehen von der Zelle oder dem Kern nicht zwei oder mehrere einfache Zellen aus, sondern der Zelleib verästelt sich erst allmählich in mehrere Zweige, die zu je einer Fibrille werden. Nach dem Kern zu legen sich diese Fibrillen nebeneinander und verschwinden dann, indem sie in die Zellsubstanz übergehen. Bei dieser Art der Verzweigung besteht natürlich auch die Möglichkeit einer viel reicheren Verfilzung der Fäden, als bei der gewöhnlichen Form der Zellen.

Obwohl das Fehlen der Kalkkörper im Bindegewebe bei *Rhabdomolpus* eine Vereinfachung mit sich bringt, trifft die von JOURDAN vorgeschlagene Einteilung der Cutis in zwei Schichten auch hier zu. In der äußeren Lage verlaufen die Fibrillen einzeln und meist unverklebt; in der inneren Schicht legen sich die stärkeren Fasern zu einem Gerüstwerk zusammen, das nach seinem Bau zu schließen ein vorzügliches Stützgewebe darstellt, das Festigkeit und Elastizität verbindet.

Figur 14 (Taf. XXXIII) stellt einen mit Safranin und Wasserblau gefärbten Querschnitt dar, an dem ich diesen spongiösen Bau der Bindegewebslage möglichst genau wiedergegeben habe. Man erkennt wie sich die Gerüstschicht des Bindegewebes überall zwischen Epidermis und Muskelschicht durchschiebt. An den Interradien ist dieselbe gewöhnlich sehr dünn und zusammengedrückt, wogegen sie sich über dem Radialnerven auch bei normalem Kontraktionszustand zu einem elastischen Polster ausdehnt. Die Vergleichung zahlreicher derartiger Schnitte von verschiedenen Stadien der Zusammenziehung macht die Unentbehrlichkeit dieser mittleren Gewebsschicht besonders in den Radien erst richtig deutlich. Die Richtung der Fasern ist in der inneren Schicht vorwiegend tangential zum Querschnitt der Körperwand und senkrecht zur Hauptachse, mehr nach außen finden sich jedoch zahlreiche längsverlaufende Fibrillen.

Nach innen von der dichteren Gerüstlage des Bindegewebes findet sich übrigens wiederum ein freier Raum, welcher der dritten von HAMANN (1883, 1) beschriebenen Bindegewebschicht entspricht. Diese

»Wanderzellenschicht« HAMANNS (l. c., S. 148 u. Taf. X, Fig. 4 u. 5) ist mit der von JOURDAN und HÉROUARD »couche lacunaire« genannten Lage der Haut identisch und besitzt nahe Beziehungen zum Blutgefäßsystem. CUÉNOT (1891) hat mit Recht darauf hingewiesen, daß den Synaptiden eine besondere Plasmawanderzellenschicht fehlt; auch bei *Rhabdomolgus*, wo sich, wie erwähnt, ein freier Raum unter der Gerüstlage des Bindegewebes findet, ist die Anhäufung von Wanderzellen durchaus nicht auf diese Zone konzentriert. Die Wanderzellen suchen eben den bequemsten Weg, und da sich ihnen in der äußersten Schicht des Bindegewebes ein noch weiterer (selbst von Kalkkörpern freier) Raum darbietet, so findet man dieselben dort ebenso häufig wie in der innersten Lage. (Über die Nervenfasern der innersten Bindegewebsschicht siehe S. 598 u. 599.)

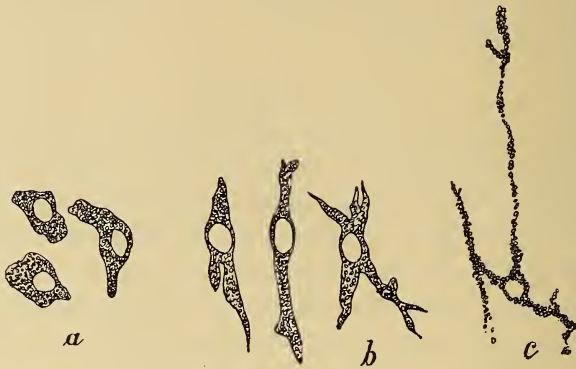
Pigmentzellen.

Die rote Farbe unsrer Tiere wird durch Pigmentzellen hervorgerufen, die im Bindegewebe der Haut sowie vereinzelt am Cölom-epithel der Körperwand oder des Darmes auftreten. Wie die Wanderzellen, so sind auch diese Gebilde in ihrem Auftreten durchaus nicht an tiefere Schichten der Cutis gebunden, sondern sie bevorzugen (wie bei den meisten Holothurien) die äußerste Bindegewebsschicht unmittelbar unter dem Epithel. Diese Lage des Pigments gibt sich schon an lebendigen Tieren bei schwacher Vergrößerung daran zu erkennen, daß der Körper von einem ungefärbten Saum — der Epidermis — umgeben ist. Die fünf fast pigmentlosen Längsstreifen, die KEFERSTEIN erwähnt, entsprechen den Radien; sie entstehen dadurch, daß die Nervenmasse der Radialnerven als heller Streifen durchschimmert. Außerdem verlaufen auch zahlreiche Pigmentzellen mit ihren Ausläufern nur bis an die Nervenstämme, nicht aber über diese hinweg.

Die Häufigkeit der Pigmentzellen an den verschiedenen Teilen der Körperwand hinter den Tentakeln ist immer die gleiche; die verschiedene Stärke der Färbung wird, wie erwähnt, lediglich durch die Verschiedenheit der Kontraktionszustände bedingt. Die Verteilung der Pigmentzellen auf der Mundscheibe verdient besonders erwähnt zu werden, weil sich ein Teil derselben bei jungen wie bei alten Tieren zu einem Kreis ordnet, der ungefähr in der Mitte zwischen Mundöffnung und Tentakelkranz verläuft. Das Auftreten dieses Pigmentzellenkranzes scheint mir auf die Anwesenheit des Nervenringes zurückzuführen zu sein: gegen diesen legt sich eine große Zahl derselben mit ihren Fortsätzen an, ohne über ihn hinweg zu laufen (s. Taf. XXXII, Fig. 1).

In den Tentakeln trifft man die Pigmentzellen nur in geringer Menge an. Gegen den übrigen Körper erscheinen dieselben daher immer mehr oder weniger farblos. Quetscht man einen Tentakel eines lebenden Tieres unter dem Deckglas, so zeigt sich, daß dieselben längs des Tentakelhohlraumes liegen und vielfach fiederförmig von hier aus zwischen den Stütz- und Klebzellen hin verlaufen.

In den Pigmentzellen findet sich der Farbstoff in Form von Körnern vor (Taf. XXXII, Fig. 11). Beim Absterben tritt der Farbstoff aus den Körnern aus, wird aber bei Alkoholfixierung von dem umliegenden Gewebe gleich aufgenommen, so daß eine oft willkommene Selbstfärbung resultiert. Bei längerem Verweilen in Alkohol verblaßt der Farbstoff



Textfig. 1.

Entwicklung der Pigmentzellen. *a*, Pigmentzellen eines jungen Fünftentakelstadiums. Nach dem Leben. WINKEL Obj. 8, Oc. 1. Projektion auf den Arbeitstisch bei zusammengeschobenem Tubus. *b*, Pigmentzellen eines älteren Tieres. Vergr. 495. *c*, Pigmentzellen von einem ausgewachsenen Tier. Vergr. wie *b* (ZEISS, Apochr. 2,5, Komp.-Oc. 4).

(schon in einem Jahre) zu einem schmutzigen Lehmgelb. Will man die Pigmentzellen an fixierten Tieren konservieren, ohne daß die Farbe direkt austreten soll, so empfiehlt sich die Anwendung von Sublimat-Kupfervitriol (LO BIANCO) als Fixierungsmittel und schnelles Überführen in Kanadabalsam. Eine brauchbare (Rot-Violett-) Färbung der Pigmentzellen erzielt man mit Thionin. An so gefärbten Hautstücken oder an lebenden Tieren kann man die Gestalt der Zellen untersuchen (siehe Textfig. 1, *c*). Der Zelleib ist relativ wenig verästelt, aber außerordentlich stark ausgezogen. Diese Streckung der Pigmentzellen, die selten mehr als vier Ausläufer haben, wird zum großen Teil mechanisch durch die wechselnden Anspannungen der Haut herbeigeführt. Selbständige Kontraktilität ist an denselben nicht zu beobachten. Häufig findet man Zellen, die so sehr gedehnt sind, daß

sie von einem Radius zu einem benachbarten reichen; bei so starker Streckung kommt es häufig vor, daß die roten Körner getrennt werden und an einzelnen Stellen im Plasma ganz fehlen. Dagegen findet man wieder andre Exemplare, die in Größe und Form an eine Wanderzelle erinnern. Die nahe Verwandtschaft mit Wanderzellen ergibt sich schon daraus, daß die Pigmentzellen nicht nur in der Haut, sondern auch an der POLischen Blase und am Darm, wenn auch spärlicher und meistens in amöboider Form, vorkommen¹. In diesem Zustand besitzen dieselben auch höchstwahrscheinlich selbständige Bewegungsfähigkeit; denn es läßt sich nachweisen, daß alle Pigmentzellen aus Wanderzellen hervorgehen, die ja bekanntlich der Fähigkeit, selbständig ihren Ort zu wechseln, den Namen verdanken.

An den jüngsten von mir beobachteten Stadien sind noch gar keine oder fast gar keine Pigmentzellen vorhanden. Die ersten Pigmentzellen, die auftreten, lassen sich nur an der Farbe als solche erkennen; die Form ist gänzlich die einer Wanderzelle (Textfig. 1 a). Die Verzweigung und Verlängerung vollzieht sich jedoch sehr schnell. An älteren Fünftentakelstadien, die noch keine Andeutung von neuen Fühlern aufweisen, findet man schon zahlreiche Pigmentzellen von einem mittleren Grad der Streckung (Textfig. 1 b). Von diesen aus lassen sich dann alle möglichen Übergänge finden bis zu den ganz gestreckten Zellen der alten Tiere, von denen Textfig. 1 c ein durchaus nicht extremes Beispiel gibt.

Wanderzellen.

Obwohl den Wanderzellen von fast allen Autoren, die sich mit der Histologie der Holothurien beschäftigt haben, Beachtung geschenkt wurde, ist eine genaue Identifikation der verschiedenen Angaben fast unmöglich. HAMANN (1883, 1, S. 162) hat die Wanderzellen mit Recht einmal als »Allerweltzellen« bezeichnet, und mit dieser Mannigfaltigkeit der Funktion mag auch das verschiedene Aussehen derselben zusammenhängen. HAMANN (1883 und 1884) beschreibt, abgesehen von den großen körnerreichen Plasmawanderzellen (SEMPERS Schleimzellen) der Pedaten, nur zwei einander sehr ähnliche Arten: die Blutzellen und die etwas gekörneltten, überall auftretenden kleinen Wanderzellen.

JOURDAN, der die Wander-Lymphzellen aus dem Innenepithel der POLischen Blase entstehen läßt, stellt folgende Entwicklungsreihe der Amöbocyten auf: auf plasmaarme Zellen mit dickem Kern (= Epithel-

¹ Diese Pigmentzellen sind vielleicht mit den von CUÉNOT (1891) beschriebenen roten (»echinochrome«) Zellen der *Synapta inhaerens* verwandt.

zellen der POLISchen Blase) folgen Stadien, die gelbliche, stärker lichtbrechende, wahrscheinlich fettartige Körner mit sich führen, und diese sollen endlich in die kernlosen, bräunlichen Massen degenerieren, die vielfach in der POLISchen Blase und an andern Stellen anzutreffen sind.

HÉROUARD (1890) unterscheidet vier Arten von Wanderzellen, von denen die erste Gruppe sich durch den Besitz einer Vacuole oder von drei bis vier dicken Granulationen auszeichnet. Die drei übrigen Arten scheinen sich von einer Form mit langen Pseudopodien abzuleiten, indem durch Aufnahme großer Körner und Verkleinerung des Kernes (große Plasmawanderzellen HAMANNs?) oder durch Auftreten kleiner gelbbrauner, mehr oder wenig dunkler Granulationen eine Differenzierung eintritt.

CUÉNOT (1891) unterscheidet außer den einfachen amöboiden Zellen solche, die fettiges (Echinochrome der *Synapta inhaerens*) oder eiweißartiges Reservematerial oder (mit Methylgrün oder Safranin) stark färbbare Auswurfstoffe enthalten.

GEROULD (1896) endlich unterscheidet: 1) Blutkörperchen, diese enthalten oft neben dem Kern noch ein oder zwei stark brechbare »chromatic« Körper. 2) Körnertragende Zellen, deren Inhalt lebhaft von Eosin gefärbt wird und die je nach der Kleinheit, Dichte und Färbung der Einschlüsse wiederum als klare oder braune körnertragende Wanderzellen unterschieden werden können. Als letzte Art kommt hierzu noch eine Gruppe amöboider Zellen, deren Plasma homogen ist und sich mit Hämatoxylin färbt. Merkwürdigerweise hält GEROULD diese letzteren für eine Modifikation der gewöhnlichen Körnerwanderzellen.

Versuchen wir nun eine Identifikation einiger der angeführten zahlreichen Arten, so ist zunächst festzustellen, daß die Schleimzellen SEMPERS und JOURDANS, die großen Plasmawanderzellen HAMANNs übereinzustimmen scheinen mit den »cellules mûriformes«, d. h. der dritten von HÉROUARD angeführten Art, sowie mit den körnertragenden Wanderzellen von GEROULD. Ob die Einschlußkörner dieser Zellen Reserve- oder Excretstoffe darstellen, ist noch strittig (s. CUÉNOT 1891, JOURDAN 1883, SCHULTZ 1895 usw.). Nach HAMANN fehlen die in Rede stehenden Wanderzellen den Synaptiden; CUÉNOT beschreibt aber gleichwohl gewisse körnertragende Zellen der *Synapta inhaerens* als Reservestoffe führende »cellules mûriformes« (CUÉNOT 1891, Erklärung zu Fig. 15); es ist mir indessen sehr zweifelhaft, ob CUÉNOT mit seiner Deutung dabei das Richtige getroffen hat.

Diese großen Plasmawanderzellen fehlen bei *Rhabdomoligus* vollkommen. Es lassen sich aber bei dieser Art trotzdem fünf Arten von Wanderzellen unterscheiden, von denen die letzten drei allerdings in einer näheren Beziehung zueinander stehen.

1) Homogene Wanderzellen (Taf. XXXII, Fig. 10). Das Plasma dieser Wanderzellen ist durchaus homogen und am besten mit Thionin (rot) oder Wasserblau färbbar. Sie haben ganz runde oder höchstens ovale Gestalt und einen Durchmesser von etwa 7,5—10 μ . Der Kern ist flach und an eine Seite angedrückt. Diese Zellen sind ziemlich selten, sie finden sich in der Haut und in der Leibeshöhle. Diese homogenen Wanderzellen scheinen bei andern Holothurien noch niemals aufgefunden worden zu sein. Man könnte höchstens an eine Verwandtschaft mit den amöboiden, mit Hämatoxylin färbbaren Zellen der *Caudina arenata* Gould denken; freilich würde eine Identifikation mit diesen die Unrichtigkeit der Vermutung GEROULD'S (1896) über die Entstehung jener Zellen aus den großen körnertragenden Zellen zur Voraussetzung haben.

2) Excretionswanderzellen (Taf. XXXII, Fig. 9a u. b). Diese Gruppe von Wanderzellen unterscheidet sich von der Mehrzahl der übrigen schon durch ihre bedeutendere Größe (etwa $10 \times 15 \mu$). Das Plasma ist angefüllt von einer Menge kleiner, bald mehr, bald weniger kugelförmiger Körnchen. Diese Körnchen sind im lebenden Tier etwas gelb gefärbt. An fixierten und geschnittenen Exemplaren fallen die Zellen durch die geringe Färbbarkeit auf, nur gelegentlich wird etwas Thionin oder Dahlia von den Körnern aufgenommen. Da die Körner der großen Plasmawanderzellen Eosin lebhaft aufnehmen (GEROULD 1896), so muß es sich in den hier beschriebenen Zellen um andre Gebilde handeln. Ich bin der Ansicht, daß es sich in den Einschlüssen derselben um Excretstoffe handelt.

Um das wahrscheinlich zu machen, soll schon an dieser Stelle eine Bildung besprochen werden, die sich mit der Konstanz eines unentbehrlichen Organs bei allen Exemplaren unsres Tieres in der Leibeshöhle vorfindet. Gewöhnlich im hinteren Teile derselben bemerkt man nämlich schon bei lebendigen Tieren einen meist kugelrunden gelbbraunen Klumpen, der sich von den braunen Massen, die sonstwie etwa in der Polischen Blase oder auch in der Leibeshöhle anderer Holothurien angetroffen werden, durch seine regelmäßige Form und scharfe Kontur unterscheidet. Bei mikroskopischer Untersuchung kann man nun feststellen, daß dieser braune Ballen, der übrigens an Dicke (140 μ) dem Enddarm gleichkommt oder ihn sogar übertreffen kann, fast ausschließlich

aus den soeben beschriebenen Wanderzellen besteht (s. Taf. XXXII, Fig. 9 c). Das Plasma dieser Zellen bildet zu diesem Zweck eine dünne Randschicht, die den Kern enthält und die Einschlußkörner in einer Art großer Vacuole beherbergt (Taf. XXXII, Fig. 9 b). Diese Zellen legen sich alsdann aneinander und bilden in ihrer Gesamtheit die große braune Kugel der Leibeshöhle. Die zellige Natur, die bei andern braunen Massen des Wassergefäßsystems oder der Leibeshöhle bei Holothurien gewöhnlich nur vermutet werden kann (s. LUDWIG 1889—92, S. 137—138 und 397; ferner GEROULD 1896, S. 167) und von CUÉNOT direkt bestritten wird, ist also bei diesen Bildungen von *Rhabdomolpus* über allen Zweifel erhaben; denn zahlreiche Kerne der dicht ineinander gefügten Zellen zeigen noch völlig normale Struktur.

Nimmt man nun an, daß es sich in den Einschlußkörnern der besprochenen Wanderzellen um Excretionsprodukte handelt, so liegt es nahe, anzunehmen, daß diese Excretstoffe, die bei unsrer Art weder durch Kiemenbäume (HÉROUARD 1890 u. 1895; SCHULTZ, 1895) direkt nach außen, noch auch durch Wimperurnen in die Körperwand geschafft werden können, an einer Stelle der Leibeshöhle in immer anwachsender Menge angesammelt werden. In der Tat kann man konstatieren, daß bei jungen Tieren mit fünf Tentakeln der Wanderzellenballen der Leibeshöhle noch fehlt, daß er bei Achtentakelstadien schon angelegt ist und bei zunehmendem Alter immer größer wird.

Es mag gleich an dieser Stelle bemerkt werden, daß die braunen Körper der Polischen Blase bei unsrer Art nicht aus denselben Elementen, sondern aus Wanderzellen der unter 4) zu besprechenden Art bestehen.

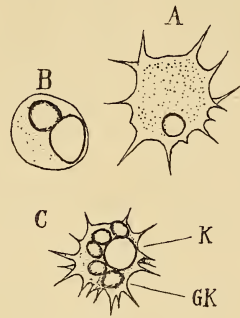
3) Normale, unbeladene Wanderzellen. Blutzellen. Diese Art scheint bei allen Holothurien vorzukommen; sie ist höchstwahrscheinlich die ursprünglichste Form, die durch Aufnahme oder Bildung von Einschlußkörnern die typischen Charaktere anderer Arten annehmen kann. Die unbeladenen Wanderzellen finden sich überall in den Geweben, in der Haut, der Leibeshöhle usw., am häufigsten aber im Blut- und Wassergefäßsystem. Am lebendigen Material kann man diese Zellen in den Tentakelhohlräumen schön beobachten: sie sind ganz durchsichtig, das Plasma ist mehr oder weniger fein granuliert und mit zahlreichen dünnen Pseudopodien versehen, die der Fortbewegung dienen. Auch an konserviertem Material sind diese Fortsätze noch gut zu erkennen (s. Taf. XXXII, Fig. 6). Das Plasma färbt sich mit allen Plasmafärbstoffen, mit Eosin usw.; besonders kräftig mit Säurefuchsin u. a. Im Leben sieht man zuweilen auch derartige Wanderzellen

mit eingezogenen Fortsätzen, die sich offenbar nur durch den Strom der Flüssigkeit, in der sie schwimmen, treiben lassen. Sind die Pseudopodien ausgestreckt, so läßt sich erkennen, daß sie aus einer ganz ungranulierten ectoplasmatischen Schicht hervorgehen (Textfig. 2 A).

4) Freßzellen. Diese Wanderzellenform ist mit den Blutzellen sehr nahe verwandt. Wie jene, so besitzt auch diese meist (aber nicht immer: Textfig. 2 B) Pseudopodien und findet sich ebenfalls an allen möglichen Stellen des Körpers. Sie ist ausgezeichnet durch den Besitz weniger dicker, stark färbbarer Einschlüsse, zu denen häufig noch eine Vacuole kommt. Auch diese Wanderzellen scheinen bei allen Holothurien aufzutreten; denn ich halte sie für identisch mit der ersten von HÉROUARD ausgeführten Art, die ebenfalls eine Vacuole oder drei bis vier dicke Körner enthalten (und vom Endothel herkommen sollen). Ferner stimmen sie sowohl mit den von GEROULD (1896) bei *Caudina* gefundenen Blutzellen mit ein oder zwei stark brechbaren chromatischen Körpern als auch mit Wanderzellen überein, die CUÉNOT (1891) bei *Synapta* auffand, und die wenige mit Safranin oder Methylgrün stark färbbare »granules de rebut« mit sich führen (s. CUÉNOT 1891, Taf. XXIV, Fig. 15 c). Im Leben besitzen die dicken Einschlüßkörner eine leicht gelbliche Farbe, wodurch sie in der Spitze der Tentakel, in der POLISchen Blase usw. leicht auffallen.

Obwohl CUÉNOT nicht imstande war, auf chemischem Wege nachzuweisen, daß es sich in diesen Körnern um Auswurfstoffe handelt, so hält er sie doch für solche. Sie sollen nach ihm nicht in Wanderzellen entstehen, sondern von diesen nur gelegentlich aufgenommen werden, um alsdann an andern Stellen wieder frei im Gewebe abgelagert zu werden. Dort sollen diese extracellulären Desassimilationsprodukte liegen bleiben oder aber mit Hilfe von Wanderzellen durch die Kiemenbäume (HÉROUARD) nach außen geschafft werden.

Ich halte die von CUÉNOT versuchte Deutung der in Frage stehenden Körner als »granules de rebut« für verfehlt, habe aber die Auffassung dieses Autors deshalb kurz dargelegt, weil ich glaube, daß sie



Textfig. 2.

A, normale unbeladene Wanderzelle (Ectoplasma und Entoplasma). B, Freßzelle mit eingezogenen Pseudopodien. C, Freßzelle mit Kern *K*, ungefressenen Kernen *GK*. Alles nach dem Leben mit Hilfe des Zeichenapparates gezeichnet. WINKEL Obj. 5, Oc. 4. Projektion auf den Arbeitstisch bei zusammen-geschobenem Tubus.

die richtige Beobachtung enthält, daß diese Körper nicht in Wanderzellen entstehen, sondern von diesen aus den Geweben aufgenommen werden.

Deshalb sind diese färbbaren Körner aber noch lange nicht als extranucleäre Körper aufzufassen, die frei in den Geweben entstünden. Ich bin vielmehr zu der Überzeugung gelangt, daß es sich in diesen häufigen Einschlüssen der Wanderzellen um die oben erwähnten degenerierten Kerne der Haut und anderer Organsysteme handelt. Dafür spricht zunächst der Umstand, daß dieselben in hohem Maße und ganz besonders von Chromatinfarben tingiert werden. Schon CUÉNOT (1891) erwähnt die starke Färbbarkeit mit so ausgesprochenen Kernfarben wie Safranin und Methylgrün. Genau so ist das Verhalten gegenüber Hämatoxylin, Eisenhämatoxylin und Thionin, die alle jene Körner intensiver färben, als die Kerne selbst (Taf. XXXII, Fig. 12 a). Dazu kommt, daß man, wie erwähnt, imstande ist, im Hautepithel einen vollkommenen Übergang von normalen Kernen in derartige degenerierte (und kontrahierte) zu konstatieren. Oben gaben wir an, daß zur Darstellung dieses Überganges die Doppelfärbung Eosin-Wasserblau besondere Dienste leistet. Von diesen beiden Plasmafärbungen färbt die erstere die degenerierten, die letztere die normalen Kerne mit (s. Fig. 13, Taf. XXXII). Nun ist es auffallend, daß in den Wanderzellen der eigentliche Kern ebenfalls blau, der Einschluß aber lebhaft rot gefärbt wird (Taf. XXXII, Fig. 7), eine Übereinstimmung im Verhalten gegen Farbstoffe, die die oben ausgesprochene Vermutung in der Tat nahelegen muß.

Aber sehen wir weiter. Wenn man annimmt, die Wanderzellen fräßen die degenerierten und zum Teil schon aus ihrem Epithelverbände gelösten Kerne, so ist dabei vorausgesetzt, daß ein solches Aufnehmen von Zellen des eignen Körpers überhaupt möglich ist. Dafür könnte man aber schon die Beobachtung HÉROUARDS (1890) anführen, nach welcher man selbständige »cellules mûriformes« zuweilen in andern Wanderzellen eingeschlossen findet, und ich selbst habe häufig auf Schnitten Wanderzellen beobachten können, die neben ihrem eignen Kern einen völlig normalen Kern in ihrer Vacuole enthielten (Taf. XXXII, Fig. 12 f). Diese Beobachtungen machen es sicher, daß die Wanderzellen normale Kerne fressen können. Gibt man das aber zu, so kann man, glaube ich, auch nicht mehr bestreiten, daß auch die nach Art modifizierter Kerne sich färbenden Bestandteile der Wanderzellen wirklich degenerierte und für den Organismus unbrauchbar gewordene Kerne darstellen. Endlich glaube ich, daß sich histologische

Bilder, wie das auf Taf. XXXII, Fig. 13 wiedergegebene, kaum anders deuten lassen als durch die Annahme, daß wir es hier mit einer Fresszelle zu tun haben, die soeben einen degenerierten Kern der Epidermis aufgenommen und in einer Vacuole untergebracht hat.

Wir haben bereits von einem Fressen der Kerne geredet, und damit schon angedeutet, daß die Aufnahme der degenerierten Kerne nicht lediglich zum Transport dieser Gebilde geschieht, daß vielmehr die Vacuole, in der dieselben liegen, als Nahrungsvacuole aufgefaßt werden muß. Dementsprechend war zu erwarten, daß auch weitere Zerfallstadien dieser degenerierten und nun im Zustand der Verdauung befindlichen Körner vorkämen. Histologisch ist der Vorgang der allmählichen Zerstörung so kleiner Zelleinschlüsse nur schwer zu verfolgen, zumal wenn dieselben so stark und undurchsichtig von den Kernfarben tingiert werden. Mit Hilfe der meisten obengenannten Färbungsmethoden wäre man hier an der Grenze des Erreichbaren angekommen. Es gelingt jedoch, neuen Aufschluß über die weiteren Vorgänge in diesen Wanderzellen zu gewinnen, wenn man Eosin und Thionin als Doppelfärbung anwendet. Diese beiden Farbstoffe lassen sich gut kombinieren und zeigen beide das Bestreben die Einschlüsse unserer Wanderzellen zu tingieren. Der kernartigen Natur der Einschlusskörper entsprechend, nehmen dieselben im allgemeinen das Thionin begieriger auf (Taf. XXXII, Fig. 12 *a*); in manchen Kernen gewahrt man aber breite Flächen oder Streifen (Taf. XXXII, Fig. 12 *b*), die von dem Eosin lebhaft rot gefärbt sind und fast ganz scharf gegen das tiefe Blau der übrigen Teile abstehen. Es entsteht so das Bild einer Korrosion der degenerierten Kerne, die äußerlich ganz etwa an die eines Stärkekornes erinnert. Zum Teil scheinen die Kerne dabei zu zerfallen, oft in teils rote, teils noch blaue Stücke. Nach dieser Umwandlung der mit Thionin in die mit Eosin sich färbende Substanz bzw. nach dem Zerfall sieht man die nun roten Körper noch in den Wanderzellen liegen, um dann endlich zu verschwinden. Fig. 12, Taf. XXXII, *a—e* wird diesen Umwandlungsprozeß deutlich machen. Häufig findet man Exemplare, in denen eben erst aufgenommene und bereits umgewandelte Kerne nebeneinander liegen (Taf. XXXII, Fig. 12 *g*).

Es könnte uns eingewendet werden, daß der Schluß von der Färbbarkeit der Körner auf ihre Herkunft nicht einwandfrei sei. Es sei eine bekannte Tatsache, daß es absolut ausschließliche Kernfärbungsmittel nicht gebe. In der Tat färben Karmin, Hämatoxylin, wie auch die Teerfarben neben den Kernen noch die verschiedensten protoplasmatischen Elemente. Dagegen muß jedoch eingewendet werden, daß

diese Neigung der Kernfarbstoffe zum Plasma eine außerordentlich verschiedene ist: Eisenhämatoxylin liefert neben den Färbungen der Kernstrukturen tiefschwarze Bilder von Centrosomen, Muskelfasern oder Dotterelementen, Hämatoxylin oder Thionin färben zahlreiche Bindegewebsstrukturen usw. Es dürfte jedoch schwer sein, außer dem Kern einen andern Gewebsbestandteil anzugeben, der alle Kernfarben gleicherweise kräftig aufnimmt. So verschieden sind die Chromatinfarben in ihren sonstigen Eigenschaften, daß ihre Neigung zu jener Substanz allein als eine allen zukommende Färbungseigentümlichkeit derselben angesehen werden kann. Bevor man also nicht den direkten Nachweis erbringt, daß andre Fettprodukte, wie Sekretkörner von Wanderzellen usw. sich mit allen möglichen Kernfarbstoffen tingieren, muß unsre Annahme als die wahrscheinlichste beibehalten werden. Insbesondere scheint mir die Auffassung der in Rede stehenden Zeleinschlüsse als Auswurfstoffe (CUEÑOT 1891) unhaltbar; denn Excretkörner werden in den Wanderzellen (in Vacuolen!) nicht weiter verändert; sie sind unbrauchbare Produkte, die eine Wanderzelle nur noch nach günstigen Stellen oder nach außen transportieren, nicht aber weiter umwandeln und assimilieren kann.

Sollte unsre Deutung der Freßzellen und ihrer Einschlüsse richtig sein, so würde dieselbe vielleicht einiges Licht werfen auf die Erneuerung der Haut bei den Holothurien. Außer SEMON (1888) hat kein Forscher Angaben über Erneuerung bzw. Häutung bei dieser Klasse gemacht. Das Ectoderm der Gastrula scheint zum wenigsten bei den meisten Formen direkt in die Epidermis der jungen Holothurien überzugehen. Auch bei alten Tieren ist eine Häutung oder Erneuerung des äußeren Epithels, das am meisten unter den Unvollkommenheiten des Stoffwechsels zu leiden hat (JICKELI 1902), nicht bekannt. Es wäre jedoch denkbar, daß die Degeneration zahlreicher Epithelkerne und Zellen und deren Entfernung durch Wanderzellen bei den Holothurien an Stelle der Abschuppung oder Häutung eine allmähliche Erneuerung der Epidermis mit sich brächte.

5) Riesenwanderzellen. Diese kolossalen, etwa 25—30 μ großen Zellen trifft man im Körper von *Rhabdomolgus* im allgemeinen nur selten an. Kleinere Exemplare findet man ziemlich häufig bei Entwicklungsstadien; die größten habe ich bei einem verletzten Tiere angetroffen. Sie scheinen besonders an den Stellen aufzutreten, an denen das Gewebe teilweise in Auflösung begriffen ist, was jedoch durchaus nicht hindert, daß dieselben auch in völlig normalen Körperteilen vorkommen. Ich habe sie sowohl im Darm als auch in dem Bindegewebe der

Haut und der Tentakel angetroffen. In den letzteren ist die Epidermis von diesen riesigen Zellen weit vorgewölbt, und es schien mir, als wenn dieselben zum Teil die Cuticula schon durchbrochen hätten, um nach außen zu gelangen. Merkwürdig ist, daß man um die Riesenwanderzellen in den (zerfallenden) Geweben häufig eine Unmenge kleiner, ganz feiner mit Eisenhämatoxylin färbbarer Stäbchen (Bakterien?) antrifft, die, wie es scheint, von den Wanderzellen aufgenommen werden.

Die Riesenwanderzellen leiten sich ohne Zweifel von gewöhnlichen Freßzellen ab. Man findet in der Tat mannigfaltige Übergänge zwischen den letzteren und den ganz großen ausgebildeten Formen (Taf. XXXII, Fig. 8). Bei dieser Umwandlung vergrößert sich auch der Kern gewaltig: sein Chromatingerüst wird zunächst weiter und weniger dicht, nimmt aber alsbald unschärfere Konturen und einen unregelmäßig lockeren Bau an, wobei es häufig zu einer fast vollständigen Trennung einer peripheren Lage und einer centralen von Chromatinbrocken gebildeten Masse kommt. Im Zelleib, dessen Plasma stark granuliert ist, findet man eine ganze Menge degenerierter Kerne in verschiedenen Stadien der Umbildung, sowie gewöhnlich noch eine Reihe leerer Vacuolen (Taf. XXXII, Fig. 8).

Eine Plasmodienbildung der Wanderzellen irgendwelcher Art (HOWELL 1886) habe ich weder in der Leibeshöhle noch in irgend einem andern Teile des Körpers beobachten können.

III. Kalkring.

Morphologisch betrachtet, ist der Kalkring als eine Bildung der Haut aufzufassen. Diese Tatsache wurde bei *Cucumaria planci* von LUDWIG (1891, 1) nachgewiesen. Sie läßt sich jedoch auch noch bei alten Tieren von *Rhabdomolgus* feststellen. Betrachtet man nämlich in einem medianen Längsschnitt, der zwischen zwei Fühlern durchgeht, den quergetroffenen Kalkring, so findet man, daß derselbe mit der Haut, speziell der Cutis, durch einen schmalen Saum in Zusammenhang steht. Das Bindegewebe der Körperwand geht unmittelbar, wenn auch ziemlich plötzlich, in das Grundgewebe des Kalkringes über. Innen verläuft das Leibeshöhlenepithel der Körperwand auch über den Kalkring.

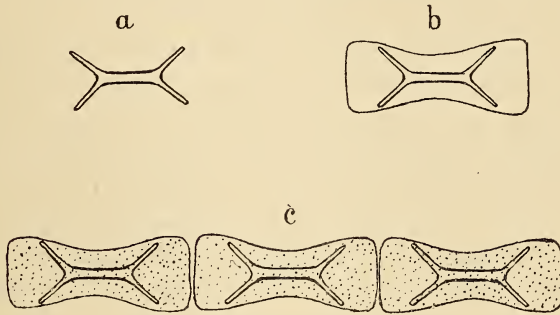
Nach HAMANN (1884) besteht das Grundgewebe des Kalkringes aus einem Gerüst, das von den Ausläufern anastomosierender sternförmiger Zellen gebildet wird. Er vergleicht dieses Gewebe mit dem Kalkgewebe der Haut; beschreibt und zeichnet das letztere bei *Cucumaria* jedoch insofern anders, als dort die Maschen von zahlreichen

Bindegewebsfibrillen gebildet werden (1883, 1, Fig. 4 u. 6). Auch bei *Rhabdomolgus* finden wir im Kalkring ein Gerüstwerk vor, dessen Löcher im Leben von den Kalkkörpern erfüllt sind. Die Wände der Maschen werden bei unsrer Art ebenfalls durch Bindegewebszellen gebildet, die miteinander in Zusammenhang stehen und im Innern zahlreiche Fibrillen gebildet haben. Die Bindegewebsgrundsubstanz fehlt fast ganz; nur an der äußeren Grenze des Kalkringes ist dieselbe als dünnes Häutchen ausgebildet. An Stelle der Grundsubstanz scheint fast ganz der kohlen-saure Kalk getreten zu sein. Nur an der Grenze zwischen Kalkstäbchen und Zellen scheint eine äußerst dünne Lage vorhanden zu sein. Da die Kalkringglieder ursprünglich in der Haut entstehen und alle von dieser eingeschlossen werden, so läßt sich auch später zeigen, daß die einzelnen Teile nicht getrennt gegeneinander stehen, sondern durch ein Häutchen verbunden werden, das den Kalkring umgibt und auch zwischen seinen Gliedern eine Verbindung herstellt. Schon beim lebenden Tier kann man diese Verbindung an den Trennungsstellen von Radialia und Interradialia beobachten (Textfig. 4). Diese Verbindung der andern Enden der Einzelglieder macht bei starken Formveränderungen ein Auseinandergehen des Kalkringes unmöglich.

Die einzelnen Kalkringglieder haben eine Länge von etwa 150 bis 160 μ . Sie haben die Gestalt eines kurzen, nach beiden Seiten hin verdickten Stabes. Die dickeren Enden sind, wie man auf dem Querschnitt erkennt, zum Tragen des Ventiltiles und der Ampullen der Fühler etwas von oben und seitlich eingedrückt.

Im allgemeinen scheint mir die Gestalt des Kalkringes bei *Rhabdomolgus* noch deutlich auf die ursprüngliche Entstehungsweise und Form der Kalkringglieder hinzuweisen. Bekanntlich werden die Radial- und kurz nach diesen auch die Interradialglieder des Kalkringes in Gestalt von Primärkreuzen angelegt (Textfig. 3 a). Im postlarvalen Leben strebt nun diese Form durch lebhaftes weiteres Wachstum der definitiven Gestalt zu. Dabei ist das Wachstum durch Vergabelung zunächst lediglich auf die Enden beschränkt, während das Mittelstück, das von vornherein lang angelegt wird, nur in die Dicke wächst. Durch dieses lebhaftes Wachstum der Enden bei relativ steriler Mitte muß aber das Kalkringglied einer Form zustreben, wie wir sie in Textfig. 3 b angegeben haben. Daß diese Gestalt in der Ontogenese vielfach bei Kalkringgliedern vorkommt, und zwar auch bei solchen, die im ausgebildeten Zustande eine ganz andere Form aufweisen (etwa höher als breit sind), wird deutlich, wenn man die Angaben von LUDWIG (1898) und ACKERMANN (1902) über junge Cucumarien beachtet. Noch deut-

licher sprechen die Figuren von CLARK (1898) (vgl. dessen Fig. 44, 45 und 46), obwohl bei der von diesem Forscher untersuchten *Synapta vivipara* schon frühzeitig sekundäre Änderungen der normalen Entwicklung auftreten. Von solchen sekundären, durch die definitive Form bedingten Umänderungen ist *Rhabdomolgus* frei, und deshalb ist bei den jungen Tieren dieser Art die Entstehung der typischen Form (Textfig. 3 b) aus der Vergabelung der Enden des Primärkreuzes bei beschränktem Wachstum der Mitte besonders deutlich. Wie Fig. 25 (Taf. XXXIV) zeigt, braucht die Vergabelung durchaus nicht immer



Textfig. 3.

a, Primärkreuz; b zeigt, wie die definitive Gestalt eines Kalkringgliedes durch die Form des Primärkreuzes beeinflusst wird; c, Entstehung der Wellenform des Vorder- und Hinterrandes beim Kalkring.

eine regelmäßige zu sein (gegen HÉROUARD 1890, S. 25 u. 34), wie SEMON für *Synapta digitata* angibt (1888); der normale Winkel von 120° wird sogar nur selten eingehalten¹ (CLARK 1898, GEROULD 1896). Der Übergang in die definitive Gestalt geschieht nun durch ein immer innigeres Durcheinanderwachsen der einzelnen Gabeläste. Dieses Balkenwerk kleiner Kalkstäbchen dehnt sich endlich auch über die Mitte des Kalkringgliedes aus, so daß der dickere Mittelteil des Primärkreuzes verdeckt wird. Unter dem Mikroskop läßt sich derselbe jedoch auch später noch dadurch nachweisen, daß der dicke homogene Mittelstab eine starke Lichtbrechung und Sammlung herbeiführt, so daß diese Mitte gegen die Enden, deren Netzwerk das Licht nicht durchläßt oder diffus bricht, hell absteht. Diese Bildung einer oberflächlichen Lage

¹ Derartige Abweichungen von dem Schema der regulären Vergabelung sind bei der Bildung größerer Skeletstücke der Holothurien nicht selten; so konstatierte z. B. MORTENSEN (1894) eine bis ans Primärkreuzstadium heranziehende Irregularität bei der Bildung der Afterzähne der *Cucumaria glacialis*.

aus dünnen Kalkstäbchen um die kompakte Mitte der Kalkringglieder scheint mir bei Holothurien allgemein aufzutreten; vielleicht ist auch die von GEROULD (1896) beschriebene oberflächliche Lage des Kalkringes in ähnlicher Weise zu erklären.

Trotz dieser sekundären Bekleidung (die an dem jungen Kalkring der Fig. 25, Taf. XXXIV noch fehlt) läßt der Kalkring auch im ausgebildeten Zustand noch Zeichen seiner Entwicklung zurück. Die Vorderseite einzelner Glieder ist zwar durch die Beziehung zu den Radialwassergefäßen und -Nerven und zu den Fühlern mannigfachen Umbildungen ausgesetzt; dagegen hat der Hinterrand des Kalkringes bei fast allen Holothurien ein Merkmal bewahrt, das sich nach der eben vorgetragenen Annahme über die Grundform als uralte Eigentümlichkeit erklären läßt. Dieser Hinterrand ist nämlich immer ein wellenförmiger, wobei die Erhebungen den Verbindungsstellen der Stücke, die Einbuchtungen aber den Mitten der einzelnen Glieder entsprechen. Diese Wellenform kommt aber schon zustande, wenn man sich einen Kalkring nach unserm Grundschema (Textfig. 3 c) ausgebreitet denkt. Die genannte Zeichnung macht gleichzeitig deutlich, daß der Grund dafür in letzter Linie in der Form des Primärkreuzes und seiner Neigung zu starker Verästelung an den Enden zu suchen ist. Ich glaube daher behaupten zu können, daß die hintere Ausbuchtung der Radialia und Interradialia von der leichten Konkavität bei einigen Synaptiden bis zu den tiefen Einschnitten beim Vorkommen von Gabelschwänzen, sich dadurch erklärt, daß jedes Glied aus einem einzigen Primärkreuz entsteht, das vermöge seines terminal beschleunigten Wachstums den Ausgangspunkt zu jenen stark differenzierten Endstadien darbietet.

Der Kalkring von *Rhabdomolpus* bietet nun, von einem allgemeineren Standpunkt betrachtet, deshalb ein besonderes Interesse dar, weil derselbe nicht nur am Hinterrande, sondern in seiner ganzen Form die ursprüngliche Gestalt der Kalkringglieder erhalten hat. Nach unserm Schema (Textfig. 3 c) muß nämlich ursprünglich der Vorderrand ganz entsprechende Aus- und Einbuchtungen aufweisen wie die hintere Seite. In der Tat zeigen die vollständig ausgebildeten Kalkringglieder unsrer Art in ihrer Gesamtheit auch die vordere Wellenlinie, so daß angenommen werden muß, daß der Kalkring von *Rhabdomolpus* noch ursprünglicher ist als der der *Chiridota venusta*, dessen Glieder am Vorderrand ganz gerade sind und deren einfache Gestalt von SEMON (1887, 1 u. 2) und LUDWIG (1889—92, S. 83) betont wurde.

Der Kalkring von *Rhabdomolpus* ist zehnteilig. Radialia und Interradialia sind wie bei einigen andern Arten vollständig gleichgestaltet

und von gleicher Größe. Auch die jüngsten Fünftentakelstadien, die ich auffand, besaßen schon einen zehnteiligen Kalkring. Die Größe der einzelnen Glieder ist bei so jungen Tieren noch eine recht geringe, sie beträgt nicht viel mehr als ein Drittel derjenigen der ausgewachsenen Exemplare (s. Taf. XXXIV, Fig. 26 a u. c).

Wo der Kalkring der Synaptiden eine bilaterale Symmetrie aufweist, beruht dieselbe meistens auf der eigentümlichen Verteilung der Interradialia. Bei *Rhabdomolgus* kann von einer solchen nicht die Rede sein, denn es sind überhaupt nur fünf Interradialglieder vorhanden. Gleichwohl weist der Kalkring unsrer Form eine deutliche bilaterale Symmetrie auf, und zwar wird dieselbe in eigentümlicher, auch bei andern Holothurien nicht vorkommender Weise hervorgebracht.

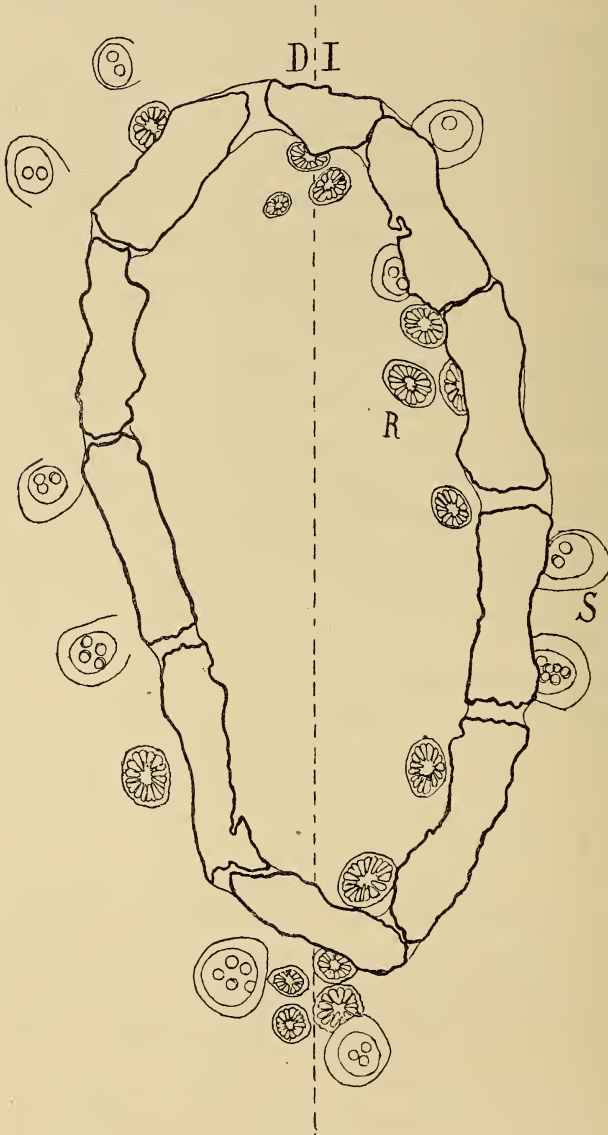
Isoliert man einen Kalkring von *Rhabdomolgus*, so erkennt man leicht, daß derselbe nicht kreisförmig ist, sondern ein deutliches Oval bildet. Beobachtungen am lebenden Tiere bestätigen, daß diese Form durchaus normal ist und nicht durch Kontraktion (etwa beim Fixieren) oder sonstwie hervorgebracht wurde (Textfig. 4, 9 u. 10).

Eine genauere Betrachtung lehrt nun, daß die Glieder an den beiden spitzen Polen Umbildungen erfahren haben, und zwar ist es besonders das mittlere dorsale Interradialglied, das konstant eine starke Abweichung von den übrigen aufweist. Da die Hauptachse des Ovals in die alte Symmetrieebene fällt, so nehmen nämlich das erwähnte Glied und das mittlere ventrale Radialglied jene spitzen Pole ein. An dem letztgenannten ventralen Glied ist die Umbildung unbedeutender und unregelmäßig — ganz im Gegensatz zu andern Holothurien, bei denen die anormale Kleinheit oder Größe gerade bei den ventralen Gliedern auftritt. Das mittlere dorsale Interradiale weist dagegen stets eine auffällige Verkleinerung auf (Textfig. 4 u. 10), während die benachbarten Radialglieder merklich vergrößert sind.

Inwieweit in der bilateralen Symmetrie des Kalkringes bei den Holothurien ursprüngliche mit später erworbenen Elementen durcheinander laufen, mag dahingestellt bleiben; so viel aber ist sicher, daß dieselbe bei *Rhabdomolgus* sekundärer Natur ist, obwohl auch hier die Symmetrieebene des Kalkringes mit der des ganzen Tieres zusammenfällt.

An Entwicklungsstadien unsrer Art läßt sich nämlich nachweisen, daß erstens die Bilateralität bei dem zehnteiligen Kalkring von Larven mit fünf Tentakeln noch nicht vorhanden ist, und zweitens läßt sich zeigen, daß es sich in der Verkleinerung des dorsalen und ventralen Gliedes auch nicht um ein Zurückbleiben in der Entwicklung handelt.

Diese Verkleinerung des mittleren dorsalen Interradiale und die Vergrößerung der benachbarten Stücke vollzieht sich vielmehr in der Weise, daß seitliche Teile von ersterem mit den letzteren verwachsen



Textfig. 4.

Kalkring mit den zwei kleineren medianen Gliedern, Statocysten (*S*) und contractilen Rosetten *R*. *DI*, dorsaler Interradius. Nach dem Leben mit Hilfe des Zeichenapparates gezeichnet.

Projektion auf den Arbeitstisch bei zusammengeschobenem Tubus. WINKEL, Obj. 5, Oc. 1.

und dann von dem mittleren Interradialglied abgelöst werden. Bei genauer Betrachtung läßt sich noch am ausgebildeten Kalkring dieser merkwürdige Prozeß aus der Gestalt der betreffenden Stücke erschließen (s. Textfig. 4). Die beiden seitlichen Glieder lassen noch deutlich erkennen, daß ihre normale Gestalt an den Seiten, wo sie das kleinere Glied einschließen, durch Teile verändert ist, die, wenn sie losgetrennt wären, das kleinere Mittelstück selbst zur normalen Form ergänzen würden.

Damit dürfte die sekundäre Natur der Bilateralität außer Zweifel gestellt sein; nur die eigentümliche Art, in der dieselbe entsteht, muß wundernehmen. Daß jedoch ähnliche Vorgänge im Kalkring stattfinden können, geht aus den Beobachtungen von CLARK (1898) hervor, der feststellte, daß das elfte und zwölfte Interradiale bei *Synapta vivipara* durch Verlängerung und Abgliederung von benachbarten Kalkringstücken hervorgeht.

Die bilaterale Symmetrie des Kalkringes steht in Beziehung zu einer Bilateralität des Tentakelkranzes. Die Erörterung dieses Zusammenhanges soll an späterer Stelle erfolgen.

IV. Nervensystem.

Topographie und Histologie der Hauptteile.

Den eigentlichen Centralteil des Nervensystems der Holothurien bildet der Nervenring. Daß derselbe auch gegenüber den Radialnerven, JOH. MÜLLERS (1854) »Ambulacralgehirnen« eine dominierende Rolle spielt, ergibt sich sowohl aus der Entwicklungsgeschichte, als auch aus den bekannten Durchschneidungsexperimenten BAURS (1864), die beweisen, daß die Befähigung zur Selbstzerstückelung, die eine koordinierte Tätigkeit der verschiedenen Radien voraussetzt, aufhört, wenn die centrale Verbindung der Radialnerven durch den Nervenring aufgehoben ist. Zeigen sich somit die Radialnerven vom Ringnerven abhängig, so kann man sich umgekehrt auch bei *Rhabdomolgus* leicht davon überzeugen, daß der Ringnerv und die von ihm direkt beeinflussten Bewegungen von den Radialnerven unabhängig sind. Trennt man nämlich das Kopfstück unsrer Art unmittelbar hinter dem Wassergefäßring vom übrigen Körper, und damit von den Ambulacralgehirnen ab, so erkennt man, daß dadurch das Spiel der Tentakel kaum beeinflusst wird.

Von dem Nervenring, der bei unsrer Art durchaus nicht innerhalb des Kalkringes verläuft, sondern bedeutend weiter nach vorn auf dem Boden der Mundhaut, verlaufen in radialer Richtung die fünf Hauptnervenstämme und ziehen sich über die Ansatzstellen des Kalkringes

an der Haut direkt nach hinten, ohne daß der vorgeschobenen Lage des Nervenringes wegen von einem Umbiegen der Ambulucralnerven geredet werden könnte. Von einer Stützfunktion des Kalkringes in bezug auf die Radialnerven kann bei unsrer Art gleichfalls kaum die Rede sein, ein Umstand, der dazu beitragen dürfte, die Ursprünglichkeit der Gestalt des vorderen Kalkkringrandes verständlich zu machen.

Zwischen den Ursprungsstellen der Radialnerven gehen nach oben je zwei Fühlernerven ab, die sich an die bindegewebige äußere Membran des Tentakelhohlraums anlegen. Dabei verbreitert sich jeder Tentakelnerv so sehr, daß das ganze Wassergefäß von demselben umwachsen ist. Seiner Gestalt nach ist ein Fühlernerv daher am besten mit einer vollständigen Röhre zu vergleichen, die an der inneren, der Mundöffnung zugekehrten Seite durch viel reichere Entwicklung von Nervenfasern verdickt ist (s. Taf. XXXV, Fig. 36). Diese innere Seite der Nervenröhre ist auch länger als die gegenüberliegende; erstere läßt sich ungefähr bis zum Ende des Fühlerwassergefäßes verfolgen, während die Nervenschicht auf der Außenseite sich schon früher in einzelne Nervenzüge auflöst.

Einen bestimmten Schlundnerv, wie er von SEMPER (1868) entdeckt wurde, und der ventral (VOGT und JUNG 1887) vom Ringnerven seinen Ursprung nehmen (DANIELSSEN und KOREN 1882) soll, habe ich bei *Rhabdomolgus* nicht nachweisen können. Trotzdem beobachtete ich eine nervöse Gewebslage in der Mundhaut, die jedenfalls zu der Innervierung des Darmes in Beziehung steht. HAMANN (1883, 2 u. 1884) gibt keine bestimmte Lage für den Schlundnerven an. HÉROUARD (1890) zeigte, daß in der Gattung *Cucumaria* nicht ein, sondern eine ganze Reihe von Nerven in dem Oesophagus verlaufen. Auch CUÉNOT (1891) läßt eine variable Anzahl Schlundnerven vom Nervenring zum Schlund verlaufen. GEROULD (1896 u. 1898) und CLARK (1898) bewiesen gleichfalls die Existenz mehrerer Schlundnerven; ersterer läßt dieselben bei *Synapta vivipara* zwischen je zwei Fühlern, letzterer in unregelmäßiger Verteilung in den fünf Interradien entspringen. Aus diesen Angaben geht hervor, daß bei vielen Arten eine bedeutende Nervenmasse rings auf dem Boden des Mundfeldes vorhanden sein muß. Daß die von mir beobachtete Nervenschicht in der Tat mit den von den genannten Autoren beschriebenen verwandt sein muß, deutet auch der Ursprung derselben an: ähnlich wie die Tentakelnerven, entspringt auch die Schlundnervenlage mit einer dünnen Ansatzfläche von der Unterseite des Ringnerven (s. CLARK [1898] Fig. 76).

Die histologische Struktur der Hauptnervenzweige von *Rhabdomolgus* stimmt in den Hauptzügen mit dem von andern Arten bekannt

gewordenen feineren Bau überein. Der Ringnerv ist auf dem Querschnitt ungefähr bohnenförmig; die Unterseite, an der die Nervenfasern dem Cölomepithel direkt anliegen, ist stark abgeplattet, dagegen ist die größere Oberseite mit Kernen bedeckt, die nach HAMANN alle zu den Stützfasern gehören sollen. Das Innere der Ringnerven weist eine beträchtliche Anzahl Innenzellen auf, deren länglichovale Kerne mit ihrer Längsachse in der Richtung der Nervenfasern liegen. Endlich wird der ganze Nerv in senkrechter Richtung von dickeren »aufrechten Fasern« (LUDWIG 1889—92) durchzogen.

Jeder Radialnerv ist wie bei allen Holothurien aus einem äußeren und einem inneren Nervenband (HÉROUARD) zusammengesetzt. Das äußere Nervenband, das allein dem oralen Nervensystem der übrigen Echinodermen entsprechen soll (HÉROUARD 1890, LANG 1894), ist stärker entwickelt und entspringt aus dem Ringerven, wogegen das innere Nervenband bei *Rhabdomolgus* entsprechend der Beschreibung HAMANN'S (1884) nur eine Lamelle bildet, die die äußere Schicht in ihrem mittleren Teile, d. h. etwa von der Ansatzstelle der Otolithenbläschen bis kurz vor das Ende derselben im hinteren Körperabschnitt begleitet. Die beiden Nervenbänder sind durch eine feine Lamelle getrennt. HAMANN war im Unrecht, wenn er (1884) die objektive, von den Stützfasern unabhängige Existenz dieser Scheidewand bestreiten wollte. Die Untersuchungen von SEMON (1883 u. 1887, 2) und aller späteren Forscher bewiesen, daß dieselbe nicht nur mit dem Bindegewebe zusammenhängt (wie schon SEMPER [1868] und TEUSCHER [1876] wußten), sondern auch gelegentlich Bindegewebskerne aufweist — wie das HAMANN in einer früheren Publikation selbst richtig angegeben hatte. Bei *Rhabdomolgus ruber* gelingt es leicht, durch Anwendung von Thionin oder Dahliafärbung, die Bindegewebsnatur der Scheidewand nachzuweisen (siehe Taf. XXXII, Fig. 4). Bei Benutzung von Wasserblau ist der Erfolg nicht so deutlich, wenigstens wenn man diese Farbe durch Nachfärbung mit Safranin so weit differenziert, daß nur noch die Fibrillen, nicht aber die Grundsubstanz die blaue Farbe aufweisen (Taf. XXXIII, Fig. 14). Dieser Umstand scheint mir anzudeuten, daß es weniger die Fibrillen, als vielmehr die Grundsubstanz des Bindegewebes ist, die die trennende Lamelle bildet. Jedenfalls aber stützen die Befunde an *Rhabdomolgus* die Argumente, die HÉROUARD (1890) gegen SEMONS (1887, 2) Auffassung vorbringt, nach welcher jene Scheidewand lediglich aus einer einschichtigen Lage von Zellen gebildet werden sollte. Auch darin gleicht der Radialnerv unseres Tieres dem von HÉROUARD (l. c.) gegebenen Schema, daß beide Nervenbänder an den Stellen, wo sie an

den Seiten zusammenliegen, abgerundet sind, so daß das Bindegewebe sich jederseits von einer dünnen Furche aus in die Scheidewand fortsetzt.

E. HÉROUARD (1887) hat zuerst die Ansicht zu beweisen versucht, daß das innere Nervenband als motorisches Centrum aufgefaßt werden müßte, und wie es scheint erfährt diese Ansicht durch genauere Verfolgung der nach den Seiten abgegebenen Nerven eine Bestätigung (GEROULD 1896 und CUÉNOT 1891, Fig. 39). Auch vergleichend anatomisch scheint diese Anschauung bestätigt zu werden; nimmt man an, daß das innere Nervenband der Holothurien dem »tiefer liegenden oralen«, ebenfalls motorischen Nervensystem der übrigen Echinodermen homolog ist (LANG 1894, DELAGE u. HÉROUARD 1903), so würde gleichzeitig verständlich werden, daß nach HÉROUARD (1890) und GEROULD (1896) das innere Nervenband der Pedaten und Molpadiiden eine innere Furche aufweist, die die Trennung dieses tiefer liegenden Nervensystems in zwei Stränge bei den übrigen Echinodermen repräsentieren würde. Am vorderen Körperende soll sich nach den genannten beiden Autoren denn auch das innere Nervenband in zwei gesonderte, freilich schnell endigende Streifen, spalten.

CUÉNOT bestreitet freilich sowohl für die Pedaten als auch für die Synaptiden diese obere Teilung der inneren Schicht des Radialnerven, und ebenso habe ich bei *Rhabdomolgus* diese Gabelung vergeblich gesucht. Indessen könnte bei Paractinopoden dieses Fehlen der oberen Verzweigung vielleicht einen andern Grund haben; denn es schien mir — besonders bei Jungen mit fünf Fühlern —, als wenn die beiden äußerst kurzen Nerven der Otolithenbläschen vielleicht den von HÉROUARD (1890) und GEROULD (1896) gefundenen Nervensträngen der Actinopoden entsprechen könnten. Jedenfalls ist es eine auch CUÉNOT (l. c.) aufgefallene Tatsache, daß das innere Nervenband und die Scheidewand des Radialnerven gerade hinter den Otolithenbläschen auftreten.

Das äußere Nervenband weist an seiner Außenseite die beiden von TEUSCHER (1876) und genauer von SEMON (1883 u. 1887, 2) beschriebenen Zellsäulen auf, die nach den übereinstimmenden Befunden von HÉROUARD (1890) und GEROULD (1896) eine in allen Gruppen der Holothurien auftretende Bildung zu sein scheinen. Bei *Rhabdomolgus* ist die seitliche Anhäufung der Randzellen eine so ausgesprochene, daß fast alle Kerne eine derartige Lage einnehmen, so daß man auf einem genau radiären Längsschnitt, der zwischen den Zellsäulen hindurchführt, häufig gar keine Kerne antrifft (s. Taf. XXXIII, Fig. 14). Auch in dem inneren Band ist die Anordnung der Kerne keine so ausgesprochen

randständige, wie bei andern Arten, eine Eigentümlichkeit, die mit der relativ geringen Größe des Nerven im Verhältnis zu den Kernen (5—6,5 μ) bei unserer Art zusammenhängen mag. Eigentliche Innenzellen findet man fast gar keine, jedenfalls sind dieselben im Nervenring bedeutend häufiger. Schon SEMON (1883 u. 1887, 2) hat darauf hingewiesen, daß die Hauptnervenzstämme der Synaptiden sehr arm an Innenzellen sind, und HAMANN (1884) verwertet die Tatsache der größeren Häufigkeit derselben im Ringnerv, um damit die Annahme der dominierenden Stellung desselben für das Nervensystem zu stützen. Auch bei *Caudina arenata* hat GEROULD ein zahlreicheres Auftreten der Innenzellen im Ringnerv nachgewiesen.

Alle Autoren sind darin einig, daß die Innenzellen als Ganglienzellen angesehen werden müssen. Dagegen sind die Ansichten über die Funktion der Randzellen noch sehr geteilt. JOURDAN (1883) deutet die Randzellen als Ganglienzellen. SEMON (1883 u. 1887, 2) sowie CUÉNOT (1891) schreiben denselben ebenfalls nervöse Natur zu, ohne jedoch die Stützfunktion zu leugnen. HAMANN (1883, 2 u. 1884) endlich sowie HÉROUARD (1890) und GEROULD (1896) fassen die »Deckzellen« lediglich als Stützzellen auf. Die Frage kompliziert sich noch durch den Streit über Natur und Form der stützenden Fibrillen, welche alle, wie jetzt allgemein gegen TEUSCHER (1876) und SEMPER (1868) angenommen wird, als dünne Fortsätze von den Deckzellen ausgehen, um sich mit ihrem basalen, etwas verdickten Ende (HÉROUARD 1890, GEROULD 1896, HAMANN 1884, Fig. 22) an die Trennungsschicht der beiden Nervenbänder anzusetzen.

Nach HAMANN sind die Stützfasern doppelt so dick (oder noch dicker, GEROULD, l. c.) und von anderm Lichtbrechungsvermögen als die Nervenfasern. Letzteres wird von SEMON (1883) bestritten, auch behauptet derselbe Forscher, die aufrechten Fasern unterschieden sich in bezug auf ihr Verhalten gegen Reagenzien in keiner Weise von den Nervenfasern. Das ist jedoch sicher nicht richtig für das Verhalten gegen Farbstoffe, denn bei Anwendung von Eosin und Wasserblau erkennt man sofort, daß die Nervenfasern blau gefärbt werden, wogegen die Stützfasern das Eosin stärker aufnehmen. Auch GEROULD hat die letzteren mit Eosin hervorgehoben. Die genannte Differenzierung beweist gleichzeitig, daß HÉROUARD (1890) fehl geht, wenn er die Fortsätze der Stützzellen nach ihrem mikrochemischen Verhalten als Bindegewebsfasern betrachtet. In Wahrheit sind dieselben von Bindegewebsfasern nicht weniger verschieden als von den Nervenfibrillen, verhalten sich vielmehr bei der Färbung genau wie feine Muskelfäden, eine Tatsache, aus der man natürlich nicht eine Identität mit solchen folgern

kann. Die Neigung zum Eosin ließ weiterhin erwarten, daß die aufrechten Fasern von Eisenhämatoxylin geschwärzt werden, und wirklich erzielt man bei starker Färbung mit diesem Mittel unübertrefflich scharfe Bilder der Stützfasern¹. Obwohl unsere kleine Art der geringen Dicke ihrer Nerven wegen sicherlich nur schwach entwickelte Stützfasern aufweist, ließen sich dieselben doch sehr gut verfolgen. Wenn ich nun auch überzeugt bin, daß eine Entscheidung über so viel umstrittene Fragen an einem so ungünstigen Objekt wie *Rhabdomolgus* nicht zu gewinnen ist, so will ich doch auf einige Punkte hinweisen.

1) Die aufrechten Fasern des äußeren Nervenbandes gehen nicht in Nervenfasern über, sondern setzen sich mit etwas verdicktem Ende (vgl. GEROULD l. c., Fig. 41) an die Scheidewand an. 2) Die Nervenfasern, die sich unmittelbar an die Innenzellen des Nervenringes ansetzten, waren in ihrem proximalen Teile nicht geschwärzt, so daß es unwahrscheinlich ist, daß die schwarzen Fasern der Deckzellen auf ihrem weiteren Verlauf zu Nervenfasern werden. 3) Zuweilen sieht man von einem Kern zwei genau parallel verlaufende Fasern ausgehen. In der Nähe des zugehörigen Kernes verschwinden dieselben, genau so wie bei dem Vorhandensein von nur einer Faser.

Obwohl ich für die nervöse Natur der Stützfasern keinen Anhaltspunkt gewinnen konnte, so halte ich es doch für unrichtig, die nervöse Natur der Randzellen ganz zu leugnen. CUÉNOT könnte z. B. recht haben, wenn er annimmt, die Stützzellen seien eigenartige Epithelnervenzellen, die (wenn wir recht verstanden haben) neben der Stützfaser noch wirkliche Nervenfasern entsendeten. Gegen diese Annahme sprechen allerdings die Isolationspräparate HAMANNS (1884), die nach der Zeichnung (Fig. 22) nur einen starken Fortsatz aufweisen.

Endlich besteht auch noch die Möglichkeit, daß ein Teil der Randzellen (besonders der Zellsäulen) nervöser Natur sind, wogegen die übrigen sich in den Dienst der Stützfunktion gestellt und dementsprechende Umbildungen erfahren haben. Die Stützfasern scheinen gewöhnlich viel seltener zu sein als die Zahl der Kerne, und wenn man den Radialnerv nach hinten verfolgt, so kann man konstatieren, daß die Anzahl der geschwärzten Fasern immer geringer und schließlich gleich Null wird. Auch das innere Nervenband entbehrt bei unsrer Form aller Stützfasern.

Wenn man also nicht annehmen will, daß die Kerne des inneren Nervenbandes und der Zellsäulen im hinteren Körperteil weder Nerven-

¹ Ich nehme an, daß auch die trefflichen Abbildungen, die C. SCHNEIDER (1902) gegeben hat, nach Eisenhämatoxylin-Präparaten hergestellt wurden.

zellen noch auch Stützzellen (mit nachweisbaren Fortsätzen) sind, so wird man denselben nervöse Funktionen zuschreiben müssen. SEMON (1883 u. 1887, 2) hat auch schon darauf hingewiesen, daß an dem inneren Rand der Zellsäulen der Unterschied von Rand- und Innenzellen verwischt wird. In dem Radialnerv kann man, wie bemerkt, ein allmähliches Auftreten der Stützfasern verfolgen, wenn man denselben von hinten nach vorn verfolgt, und dasselbe gilt von den Tentakelnerven, wenn man Schnitte durch die Spitze mit solchen durch die Basis vergleicht. Das innere Nervenband, das bei *Rhabdomolgus*, wie bei den von HAMANN (1884) beschriebenen Formen noch keine Stützelemente aufweist, zeigt bei andern Arten dieselben Stützfasern wie das äußere Nervenband (SEMON 1883, HÉROUARD 1890, CUÉNOT 1891, GÉROULD 1896), so daß es scheint, als ob die Notwendigkeit stützender Elemente auch dem Bedürfnis entsprechend eine mehr oder minder große Zahl ursprünglich nervöser Elemente in Stützzellen umgebildet hätte.

Was die Form und den Verlauf der Stützfasern anbelangt, so herrscht darüber in der Literatur ebensowenig Übereinstimmung, wie über ihre Funktion und Verbreitung. Sehen wir von den Darstellungen SEMPERS und TEUSCHERS ab, nach denen ein Teil oder alle Stützfasern nur mit der Scheidewand des Radialnerven, nicht aber mit Kernen zusammenhängen sollen, so bleibt immer noch die Frage zu entscheiden, ob die Stützfasern einfach (JOURDAN 1883, HAMANN 1884, HÉROUARD 1890, GÉROULD 1896) oder verzweigt sind (SEMON 1883). SEMON gesteht jedoch zu (1887, 2), daß bei Synaptiden der Verlauf der Stützfasern gerader ist als bei Pedaten, und andererseits kommt HÉROUARD der Ansicht jenes Forschers so weit entgegen, daß er zugibt, daß sich die (unverzweigten) Fasern von Zeit zu Zeit vereinigen und so ein Netzwerk bilden. *Rhabdomolgus* zeigt Verhältnisse, die der Beschreibung des französischen Forschers nahe kommen. In den meisten Fällen kann man verfolgen, daß die Stützfasern von einem Kern der Peripherie vollständig unverzweigt, zuweilen aber stark geknickt zu dem gegenüberliegenden Ende des betreffenden Nervenbandes verlaufen. Deshalb erscheint es mir auch wahrscheinlich, daß gelegentlich zu beobachtende Spaltungen von Fibrillen in Wirklichkeit durch den eigenartigen Verlauf zweier Fibrillen vorgetäuscht werden. Eine volle Sicherheit ist jedoch in dieser Beziehung nicht zu erreichen; auch wurde schon oben erwähnt, daß man zuweilen von einem Kern deutlich zwei parallele Fibrillen ausgehen sieht. Auch C. SCHNEIDER (1902) hat vom Tentakelnerven von *Synapta* Stützzellen beschrieben, die mehrere Fasern aussenden; seine Darstellung unterscheidet sich aber von der unsrigen

dadurch, daß nach ihm auch der Zelleib der Stützzellen geschwärzt sein soll. Ich habe immer beobachtet, daß die Stützfasern dicht vor dem (häufig etwas zugespitzten) Kern undeutlich werden und verschwinden.

Epineural- und Hyponeuralkanäle.

Die Ansichten über das Vorkommen und die Bedeutung der über und unter den Hauptnervensträngen verlaufenden Epineural- und Pseudohämal (LUDWIG) = Hyponeuralkanäle (GEROULD 1896) sind außerordentlich verschieden und widersprechend (vgl. die Darstellung bei LUDWIG 1889—92). Auch die Untersuchungen neuerer Autoren sind weit davon entfernt, dasjenige Maß an Übereinstimmung aufzuweisen, das notwendig wäre, um vergleichend anatomische Betrachtungen über diese Hohlraumssysteme fruchtbar zu machen. Tatsache ist, daß weder das eine noch das andere immer an allen Stellen nachgewiesen werden kann, und unter diesen Umständen ist es häufig kaum zu entscheiden, ob man die Präparate und Schnitte ohne oder diejenigen mit sichtbaren Hohlräumen als die normalen ansehen will. Im ersteren Falle wird man annehmen müssen, daß die zuweilen auftretenden Kanäle zufällige Spalten zwischen Bindegewebe und Nerv darstellen (JOURDAN 1883), wogegen man zur Verteidigung der entgegengesetzten Ansicht die Stellen ohne sichtbare Kanäle dadurch zu erklären versuchen muß, daß an jenen Stellen der infolge besonderer Kontraktionen des Tieres geschlossene Kanal sich der Beobachtung entzieht. Nun hat zwar HÉROUARD (1889) diesen Kontraktionserscheinungen besondere Aufmerksamkeit gewidmet und gezeigt, daß man bei Beobachtung gewisser Vorsichtsmaßregeln bei der Fixierung Epineural- und Hyponeuralkanal immer nachweisen kann; aber auch die Beachtung seiner Ausführungen hat die späteren Forscher nicht von dem allgemeinen Vorkommen der in Frage stehenden Kanäle überzeugen können.

Während z. B. LUDWIG und BARTHELS (1891) sich von dem Vorhandensein sowohl des über wie des unter dem Nerven verlaufenden Kanales in den Radien von nicht weniger als sieben Paractinopoden überzeugt haben, spricht CUÉNOT den Synaptiden Besitz epineuraler Räume gänzlich ab (zeichnet aber in Fig. 48 doch einen »wahrscheinlich künstlichen« epineuralen Hohlraum). Auch bestreitet derselbe Autor mit SEMPER (1868) im Gegensatz zu TEUSCHER (1876) und HÉROUARD (1890) das Vorkommen eines epineuralen Ringkanales (LUDWIG 1889—92) bei den pedaten Holothuriern. Dagegen fand GEROULD (1896) ein wohl ausgebildetes epineurales Hohlraumssystem mit Epineuralring bei *Caudina arenata*.

Mehr Übereinstimmung zeigen die Angaben über das Pseudohämalsystem, das seit SEMPER von fast allen Autoren, die sich mit der Histologie der Holothurien beschäftigt haben, beobachtet wurde; auch JOURDAN (1883) und HAMANN (1884) (bei *Synapta digitata*) haben dasselbe ohne Zweifel gesehen. Freilich hört auch hier die Übereinstimmung auf, wenn man auf spezielle Fragen, z. B. die Existenz eines Pseudohämalinges, eingeht. Auch wenn man mit GEROULD (1896) annimmt, daß TEUSCHER und SEMON den Epineuralring fälschlich als Ringkanal zu den pseudohämalen Räumen in Beziehung setzten, so stehen noch immer die Angaben CUÉNOTS (1891), der bei *Synapta inhaerens* einen völlig abgeschlossenen Hyponeuralring antraf, denjenigen von SEMPER, HÉROUARD (l. c.) und GEROULD (l. c.) gegenüber, die alle die pseudohämalen Radiärkanäle vorn nicht nur blind endigen lassen, sondern überhaupt einen Hyponeuralring vermißten.

Läßt sich somit nach diesen zahlreichen mehr oder weniger positiven Angaben die Existenz eines Pseudohämalkanalsystems und ebenso die epineuraler Räume bei vielen Holothurien nicht bestreiten, so dürfen anderseits doch auch die Beobachtungen eines so vorsichtigen Forschers wie H. L. CLARK (1898) nicht übersehen werden, die beweisen, daß bei *Synapta vivipara* neben dem Radialnerv überhaupt keine Kanäle existieren.

Auch die Verhältnisse bei *Rhabdomoligus ruber* weichen von den meisten der oben angeführten Angaben in nicht geringem Maße ab. Eine möglichst objektive Beobachtung ergibt bei dieser Art, daß 1) ein hyponeuraler Ringkanal sicher fehlt. 2) Es läßt sich über dem Ringnerv gelegentlich ein Hohlraum nachweisen, der in andern Fällen vollkommen fehlt und immer den Eindruck macht, als wenn an der betreffenden Stelle das Bindegewebe einfach durch mechanische Ursachen (Druck, Quetschung) von der Deckzellenschicht abgehoben worden wäre. Dasselbe gilt in noch höherem Grade von kurzen Ausdehnungen dieses Raumes am Ursprung der Fühlernerven. 3) Dagegen halte ich die epineuralen Radiärkanäle für häufig auftretende normale Bildungen, die aber jedenfalls auch mechanischen Einflüssen bei der Kontraktion ihre Entstehung verdanken und daher auch bei alten Tieren besser zu beobachten sind als bei jungen. Das Fehlen eines Epithels in diesem Hohlraum ist sicher; nur äußerst selten sieht man einmal einen länglichen Bindegewebskern in der Grenzschicht der Cutis liegen. Bei andern Holothurien ist von HÉROUARD (1890) und von GEROULD (1896) dieser Kanal auf seiner Außenseite mit Epithelzellen ausgekleidet gefunden worden; aber trotzdem ist es mir sehr

zweifelhaft, ob deshalb der epineurale Hohlraum der Ambulacralrinne und den epineuralen Kanälen der Ophiuriden und Echiniden speziell homolog ist, nicht etwa nur weil bei zahlreichen Holothurien der epineurale Ringkanal fehlt, sondern weil die Entwicklungsgeschichte zeigt (LUDWIG 1891, 2), daß diese Hohlräume nicht durch Invagination, sondern als Schizocölnraum bei der Trennung des Nervensystems vom Ectoderm ihren Ursprung nehmen. Man braucht jedoch deshalb nicht anzunehmen, daß die Abtrennung des Nervensystems von der Oberfläche sich in allen Echinodermenklassen unabhängig vollzogen hat (CUÉNOT 1891), es scheint vielmehr wahrscheinlicher, daß die Holothurien, deren Nervensystem, mit dem der übrigen Echinodermen verglichen, starke Abweichungen aufweist, dementsprechend auch in der Entwicklungsweise ihres Nervensystems sekundär stark modifiziert worden sind.

In ihrem Verlauf folgen die radialen Epineuralspalten, wie man diese Kanäle nennen könnte, an kontrahierten Exemplaren — und nur an solchen treten dieselben ja überhaupt auf — immer dem Radialnerv und sind wie diese vielfach eingeknickt.

4) Bei *Rhabdomolgus* fehlt ein Hyponeuralkanal. Nur an einer Stelle beobachtet man zuweilen einen Zwischenraum zwischen Nerv und Muskulatur, nämlich dort, wo der Radialnerv aus dem Ringnerven austritt und zwischen zwei Tentakeln hindurchläuft. Dort bedarf der Nerv bei den energischen Bewegungen der Tentakel eines größeren Spielraumes, in dem er sich den Quetschungen entsprechend bewegen oder deformieren kann. Vielleicht ist dieser kurze Hohlraum mit demjenigen identisch, den CUÉNOT (1891) bei *Synapta inhaerens* als oberen erweiterten Teil des radialen schizocölen Sinus in einen hyponeuralen Ringsinus einmünden läßt. Indessen ist es mir zweifelhaft, ob der von mir beobachtete Spaltraum mit dem Pseudohämalkanal zusammengefallen werden darf, da der letztere nach den meisten Autoren doch gerade an jener Stelle endigen soll.

Auf Längsschnitten wird häufig durch Faltung der Ringmuscularis in den Radien ein breiterer Zwischenraum vorgetäuscht; indessen kann man sich an Querschnitten leicht überzeugen, daß diese Erscheinung mit einem Pseudohämalkanal nichts zu tun hat.

Ihrer Funktion nach werden die Epi- und Hyponeuralkanäle als Bildungen betrachtet, die zum Schutz der zwischen ihnen gelegenen Nervenstämme dienen (SEMONT 1883, HÉROUARD 1890, GÉROULD 1896). Innerhalb dieses gesicherten Spielraumes kann der Nerv bei verschiedenen Kontraktionszuständen seinen Querschnitt dann nach der Art

ändern, die SEMON (1887, 2) und HÉROUARD (1890) treffend geschildert haben. Obwohl die Gestaltveränderung des Querschnittes bei *Rhabdomoligus* ebenso zu beobachten ist, wie bei andern Arten, so scheint dieselbe doch nicht zu genügen, um bei den Schwankungen der Körperlänge die eventuellen Verkürzungen der Radialnerven kompensieren zu können. Die Änderungen von Höhe und Breite sind nämlich in erster Linie von der Kontraktion der Ringmuskulatur abhängig; bildet diese einen engen Cylinder um die Leibeshöhle, so wird der Nervenstamm kreisförmig oder gar höher als breit, wogegen bei Erschlaffung der Ringmuskelfasern die Längsachse des ovalen Querschnittes tangential zur Körperwand zu liegen kommt. Treten aber Kontraktionen der Längsmuskulatur womöglich mit Zusammenziehung der Quermuskulatur gemeinsam auf, so tritt eine zickzackförmige Faltung der Radialnerven ein, wobei die Ebene der Falten eine Tangentialebene an den Körper bildet.

Periphere Nerven und Sinnesorgane.

Von den Nerven, die von den Hauptteilen ausgehen, wurden die Tentakelnerven und die Nervenmasse der Mundscheibe schon oben erwähnt. Von der letzteren gehen die zahlreichen Nervenfasern aus, die man an der Mundöffnung in den Oesophagus eintreten und sich hier allmählich verlieren sieht. In bezug auf die Bekleidung mit Randzellen scheinen die Schlundnerven sich bei den daraufhin untersuchten Arten verschieden zu verhalten; HAMANN (1883, 2 u. 1884) fand einen Überzug von Deckzellen, während GEROULD das Fehlen derselben hervorhebt. Bei *Rhabdomoligus* finden sich Randzellen in dem Teil des Nerven, der durch das Mundfeld verläuft; im Oesophagus selbst trifft man nur Fasern an.

Von den Radialnerven der Holothurien gehen zweierlei Äste ab, die Füßchennerven und die zwischen den aufeinander folgenden Füßchen abgehenden Faserbündel, die man mit HÉROUARD (1890) als Inter-radialnerven bezeichnen kann. Auch bei den Synaptiden finden wir diese beiden Gruppen von Nerven wieder; denn die Nerven zu den Tastpapillen der Haut müssen, wie unten genauer dargelegt werden soll, als Homologa der Füßchennerven betrachtet werden.

Was die Art angeht, in der sich das innere und äußere Nervenband an der Bildung jener Abzweigungen beteiligen, so glaube ich, daß HÉROUARDS Ansicht, nach der die motorischen Fasern aus der inneren Schicht entspringen, viel Wahrscheinlichkeit für sich hat.

Die einander widersprechenden Angaben der verschiedenen Autoren

kann man dann so zusammenfassen, daß man annimmt, daß sowohl die Füßchennerven (HÉROUARD 1890) als auch die Interradialnerven ein sensorisches und ein motorisches Faserbündel besitzen. In den Füßchennerven können diese beiden Bündel von verschiedener Stärke sein (SEMPER 1868, TEUSCHER 1876, HÉROUARD, l. c.). Die aus dem inneren Nervenband herkommenden Fasern können gegen die übrigen fast ganz verschwinden, so daß die Angabe CUÉNOTS (1891), der die Füßchennerven ganz aus dem äußeren Nervenband entspringen läßt, vielleicht doch mit den übrigen in Einklang gebracht werden kann.

Bei den Molpadiiden, deren Füßchen verkümmert sind, läßt sich gleichwohl noch ein motorischer Teil in den Füßchennerven nachweisen (GEROULD 1896), dagegen konstatierte ich, daß der Tastpapillennerv bei *Rhabdomolgus* vollständig aus dem äußeren Nervenband seinen Ursprung nimmt (Taf. XXXIV, Fig. 28). Indessen kann man diese Ausnahme eher für als gegen die oben angeführte allgemeine Annahme anführen; denn bei *Rhabdomolgus* fehlt wie bei allen Synaptiden jede Spur der Füßchen; der entsprechende Tastpapillennerv bedarf also keiner motorischer Fasern, um die Muskulatur derselben zu innervieren.

Histologisch zeigt der Füßchennerv unsres Tieres einen einfacheren Bau, als bei andern größeren Arten; das bei jenen beschriebene Deckepithel fehlt, und der Nerv besteht lediglich aus Fasern, zwischen denen einige Kerne eingelagert sind (Taf. XXXIV, Fig. 28). Auch bei *Synapta digitata* fehlen nach HAMANN (1884) die Deckzellen an den entsprechenden Nerven.

Zahlreicher als die Füßchennerven sind die zwischen denselben abgehenden Interradialnerven. Auch diese Zweige der Radialnerven führen sowohl motorische, als auch sensorische Fasern. Diese beiden verschiedenen Bündel trennen sich oft gleich nach ihrem Austritt aus dem Radialnerven, so daß der Interradialnerv nur einen kurzen Stamm darstellt, der sich sofort in einen Muskel und einen Hautnerven spaltet. Diese Auffassung der Zusammensetzung der Interradialnerven würde mit den Beobachtungen von SEMPER (1868) und DANIELSSEN und KOREN (1882) übereinstimmen, und auch das abweichende Verhalten der *Holothuria tubulosa* (TEUSCHER 1876) könnte vielleicht dadurch erklärt werden, daß bei dieser Art der ectoneurale Zweig ganz von dem motorischen Bündel getrennt wäre und TEUSCHER nur ersteren gesehen hätte. Von *Caudina* hat GEROULD Befunde bekannt gemacht (1896), die mit der obigen Darstellung vollständig übereinstimmen. Ich vermag jedoch nicht einzusehen, warum der letztgenannte Autor HÉROUARD und CUÉNOT gegen seine eignen Beobachtungen an-

führt; denn die »Interradialnerven« HÉROUARDS entsprechen den Haut- und Muskelnerven, und ähnliches gilt von CUÉNOTS (1891) Darstellung, der sowohl in der Zeichnung (Fig. 39) als auch im Text (S. 484) eine Trennung des peripherischen Nerven in Muskelnerv und Hautnerv angibt.

Bei *Rhabdomolqus ruber* gehen zu den Interradialnerven, die in der innersten Schicht des Bindegewebes (Nervenlage) verlaufen, ohne Zweifel sowohl Fasern aus dem äußeren als auch solche aus dem inneren Nervenbunde ab. Obwohl bei dieser Art eine schnelle Trennung der motorischen und sensorischen Fasern nicht eintritt, so habe ich doch auch keinen Grund, zu bezweifeln, daß die Fasern der inneren Schicht zur Innervation der Muskulatur dienen. Ob aber die Fasern der äußeren Schicht sich wieder zum Epithel wenden und dort in Hautsinneszellen enden, muß ich dahingestellt sein lassen.

Das soeben erwähnte Nervengeflecht der innersten Bindegewebslage hat sich bei allen Gruppen von Holothurien nachweisen lassen und ist durch Säurefuchsin an Schnitten leicht deutlich zu machen. Dagegen habe ich von einem subepithelialen Nervenplexus (JOURDAN 1883, HAMANN 1883, 1; 1884 u. a.) nichts wahrgenommen.

Ein besonderes Interesse verdienen die Sinnesorgane von *Rhabdomolqus*, von denen man drei Arten antrifft: Statocysten, Sinnesknospen und Tastpapillen.

Statocysten.

LUDWIG (1905) hat nachgewiesen, daß *Rhabdomolqus* nicht nur ein Paar Statolithenbläschen besitzt, wie KEFERSTEIN (1863) fälschlicherweise angegeben hatte, sondern daß deren zehn, und zwar je eins an jeder Seite der Radialnerven vorhanden sind (Textfig. 4). Diese Organe liegen gerade dort, wo der Radialnerv nach außen zwischen den Fühlern hervortritt und wo die Längsmuskulatur und das innere Band des Radialnerven ihren Ursprung nehmen. Die Verbindung mit den Radiärnerven, die bei allen Synaptiden aufgefunden wurde, nachdem einmal SEMON (1887, 2) ihr Vorhandensein unzweifelhaft gemacht hatte (s. LUDWIG und BARTHELS 1891, CUÉNOT 1891, CLARK 1898 und 1900). Auch HAMANN hat entgegen seinen früheren Angaben später (1889) die Funktionsfähigkeit dieser Organe beim erwachsenen Tier zugegeben. Bei *Rhabdomolqus* ist dieser Zusammenhang mit dem Radialnerv unverkennbar. Die Stelle, an der die Nerven ihren Ursprung nehmen, liegt an der Innenseite des Radialnervenstammes unmittelbar vor der Stelle, wo die Scheidewand auftritt (s. auch SEMON 1887, 2). Von dort

gehen die Nerven etwas nach aufwärts, zu beiden Seiten des Radialnerven vorbei und setzen sich an die Basis der Hörbläschen mit einer kegelförmigen Verbreiterung an. Eine Vorwölbung des Epithels der Bläschen nach innen, die SEMON (1887, 2) erwähnt, habe ich niemals gesehen. Die Bläschen selbst sind nach der Seite, wo der Nerv ansetzt, etwas zugespitzt. Diese Abweichung von der Kugelform ist zu einem großen Teil auf Rechnung der Verdickung zu setzen, die die Wand des Hörbläschens an jener Stelle annimmt. Es ist mir jedoch zweifelhaft, ob diese auch von SEMON bemerkte Verdickung auf eine besondere Funktion der größeren Zellen dieses Endes hinweist; es ist wahrscheinlicher, daß bei *Rhabdomoligus* die Zuspitzung des ganzen Bläschens und die dadurch bedingte seitliche Pressung und Erhöhung des Epithels lediglich dadurch entstehen, daß dieselben an ihrem proximalen Ende zwischen Radialnerv und Tentakel eingeklemmt sind.

Die Größe der Bläschen im ausgewachsenen Zustande beträgt etwa $40 \times 60 \mu$; bei jungen Tieren mit fünf Tentakeln ungefähr $22 \times 36 \mu$; die von SEMON (1887, 2) und CLARK (1898) bemerkte Vergrößerung der Statocysten während der Entwicklung ist also auch bei unsrer Art zu konstatieren und kann mit Recht als Zeichen der regen Funktion und Notwendigkeit dieser Organe aufgefaßt werden. Die Haut der Bläschen hat eine mittlere Dicke von ungefähr 5μ und wird lediglich durch ein kubisches Epithel gebildet (SEMON 1887, 2); die von andern Forschern (BAUR 1864, THÉEL 1877, HAMANN 1884) behauptete Membran ist zwar vorhanden, gehört aber nicht zu der Statocyste, sondern stellt lediglich die dichtere Schicht des Bindegewebes dar, mit der sich dieses an zahlreiche Organe anlegt.

Eine Bewimperung des Innenepithels nachzuweisen ist mir ebenso wenig gelungen, wie allen bisherigen Beobachtern. Da auch bei starker Eisenhämatoxylin schwärzung nichts derartiges zu entdecken ist, und da bei jungen wie ausgewachsenen Exemplaren im Leben von einer zitternden Bewegung der Inhaltkörper nichts wahrzunehmen war, so fällt für *Rhabdomoligus* auch der Grund weg, der für die Existenz eines Flimmerüberzuges der Innenfläche bei Larven (JOH. MÜLLER 1850 u. 1852) und alten Tieren angeführt werden kann (SEMON 1887, 2). Auch von Sinnesstäbchen habe ich an den Epithelzellen der Hörbläschen nicht eine Spur wahrnehmen können.

Die Zellen der Bläschenwand zeigen eine bemerkenswerte Eigentümlichkeit, die mir an Präparaten auffiel, welche mit Thionin gefärbt waren. An solchen Schnitten bemerkt man, daß die Innenfläche des Bläschens und überhaupt sein Zellbelag eine große Menge von Körnern

(oder Tröpfchen?) enthält, die von verschiedener Dicke sind und bei der erwähnten Tinktion eine intensiv bordeauxrote Farbe annehmen. Die gleiche Substanz findet sich auch in den Innenzellen, und zwar in der dünnen protoplasmatischen Außenschicht derselben, die den Kern enthält.

Jede Statocyste bei *Rhabdomolgus* kann bis acht Innenzellen enthalten, und zwar scheint die Zahl derselben schon sehr früh in der Entwicklung vermehrt zu werden; denn bei Stadien mit fünf Tentakeln, die bei manchen Arten erst je einen Inhaltskörper aufweisen (vgl. THOMSON 1862, Taf. VI, Fig. 1), finden sich deren bei *Rhabdomolgus* schon mehrere (s. Taf. XXXIV, Fig. 25).

Ihrem Bau nach bestehen die Inhaltskörper aus einer Zelle, die durch einen kugelförmigen Einschluß so stark aufgetrieben ist, daß ihr Plasma blasenförmig und der Kern zu einer flachen Scheibe geworden ist. So weit stimmen die Angaben aller Forscher (CUÉNOT 1891, CLARK 1898) wie auch meine Resultate mit SEMONS (1887, 2) Darstellung überein; in bezug auf den Aggregatzustand des Zelleinschlusses muß ich mich CUÉNOT (1891) anschließen, der denselben nicht als Vacuole, sondern als festen Körper deutet. Dafür spricht nicht etwa nur sein Lichtbrechungsvermögen, sondern auch die Tatsache, daß derselbe bei Zusatz von Säuren zuweilen verschwindet, ohne daß ein Platzen eintritt. In solchen Fällen kann man dann den Unterschied von dem ursprünglichen Einschluß und der später vorhandenen Flüssigkeitsvacuole direkt beobachten.

Da bei der Einwirkung von Säuren eine Entwicklung feiner Bläschen nicht wahrzunehmen ist, so handelt es sich in der Substanz der Statolithen höchstwahrscheinlich nicht um kohlen sauren Kalk.

Tastpapillen.

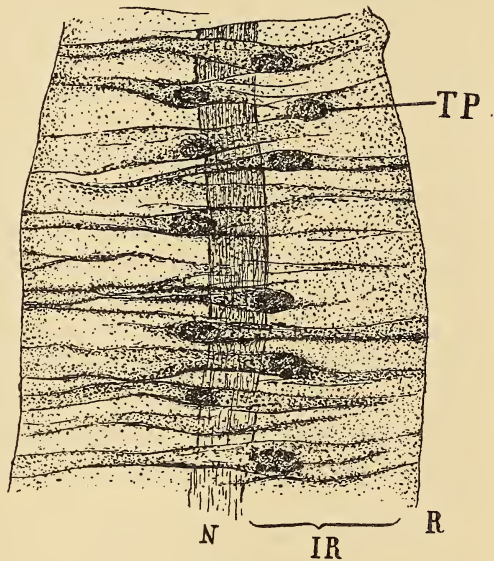
Die Tastpapillen der Haut wurden in histologischer Beziehung von SEMPER (1868) und besonders von HAMANN untersucht; neuerdings ist unsre Kenntnis derselben durch CUÉNOT (1891) und CLARK (1898) erweitert worden. Das Vorkommen von Schlauchdrüsen in den Tastpapillen hat CUÉNOT veranlaßt, die alte Idee von DE QUATREFAGES (1842), nach welcher es sich in denselben um Verteidigungsorgane handeln sollte, in modifizierter Form wieder aufzunehmen. Man könnte sich in der Tat vorstellen, daß es sich in dem Secret jener zahlreichen Drüsen um ein Schutzprodukt handelte, dessen Absonderung durch einen von den benachbarten Sinneszellen wahrgenommenen Berührungszreiz unmittelbar ausgelöst würde.

Von dem anatomisch-histologischen Bau der Tastpapillen möchte ich nur einen Punkt berühren. Unter der verdickten Epithelschicht eines solchen Organs liegt, wie schon SEMPER erkannt hatte, ein Ganglion des zuleitenden Nerven, HAMANN (1883, 2 und 1884) fand, daß dieses Ganglion des zutretenden Nerven bei *Synapta digitata* durch ein Netz von Fibrillen gebildet wird, in dem einige Ganglienzellen vorkommen und das sich unmittelbar unter das Epithel anlegt. CUÉNOT (1891) hat gezeigt, daß bei *Synapta inhaerens* das Ganglion von den Sinneszellen ganz getrennt liegt und nur durch einen Nerv mit demselben in Verbindung steht. Er glaubt sich daraufhin berechtigt, HAMANN'S Darstellung als ungenau und minderwertig hinzustellen. CLARK (1898) fand dieses Ganglion bei *Synapta vivipara* gleichfalls in mehr isolierter Lage. Ich bin von der Richtigkeit von CUÉNOT'S Angaben für *Synapta inhaerens* überzeugt, muß aber bei einem Vergleich des Baues der Tastpapillen dieser Art mit denen von *Rhabdomolgus* konstatieren, daß in bezug auf die Lage und Größe des Ganglions zwei Typen zu unterscheiden sind. Bei *Rhabdomolgus ruber* scheint nämlich das Ganglion fast vollkommen zu fehlen; man sieht dicht unter der Papille eine kleine Verbreiterung des Nerven, die nicht einmal so groß ist wie diejenige, die HAMANN (1883, 2, Fig. 31 u. 32; 1884, Fig. 5) zeichnet und auch keine Kerne aufweist — wenigstens nicht regelmäßig. HAMANN'S Darstellung beruht deshalb wahrscheinlich nicht auf ungenauer Beobachtung, sondern sie gibt den richtigen Bau der in Rede stehenden Organe für *Synapta digitata* wieder, eine Art, auf die es ungerechtfertigt war, die Befunde von *Synapta inhaerens* zu übertragen. Es muß übrigens bemerkt werden, daß der zuführende Nerv sowohl bei *Synapta digitata* als auch bei *Rhabdomolgus* einige Ganglienzellen enthält (s. Taf. XXXIV, Fig. 28); nur ist es eben nicht zur Differenzierung eines besonderen Ganglions gekommen.

Es scheint demnach, als ob wir es in den Tastpapillen von *Synapta digitata* und von *Rhabdomolgus* mit Gebilden zu tun hätten, die ein ursprünglicheres Stadium in der Ausbildung dieser Organe darstellten. Diese Auffassung erhält eine Stütze, wenn wir die topographische Anordnung dieser Organe bei *Rhabdomolgus* mit der von andern Arten vergleichen. Bekanntlich sind dieselben im allgemeinen (oft dicht gedrängt [CUÉNOT 1891]) über den ganzen Körper verteilt (vgl. z. B. SEMPER 1868), wovon man sich leicht überzeugen kann, wenn man ein Stück der Haut einer Synaptide mit einer Kernfarbe tingiert und unter dem Mikroskop von der Fläche betrachtet. Man erkennt alsdann die Tastpapillen an den dichten Anhäufungen der Kerne. Besonders schöne

Resultate erhält man bei Anwendung von Methylgrün (CUÉNOT, l. c), weil dieses die Schleimzellen intensiv hervorhebt, die die central gelegenen Sinneszellen in großer Menge umgeben (s. Taf. XXXIV, Fig. 27).

So behandelte Teile der Haut bieten bei *Rhabdomolgus* ein andres Bild dar als bei andern Synaptiden. Bei unsrer Art liegen die Tastpapillen in je einer Reihe an beiden Seiten der Radialnerven, und zwar so, daß sich bei Verbindung aller Papillen eine meist regelmäßige Zickzacklinie ergeben würde. Bei kontrahierten Hautstücken kommt das häufig dadurch zum Ausdruck, daß jede Tastpapille auf einer besonderen Falte liegt, so daß eine Falte ihre Papille links, die folgende die ihrige rechts vom Radialnerv besitzt usw. (Textfig. 5). Die Lage der Papillen auf jenen, wie wir wissen konstanten Falten dient, beiläufig bemerkt, natürlich dem Zweck, daß auch bei kontrahierter Körperwand die Papillen sich immer an denjenigen Stellen befinden, die ganz an der Peripherie des Tieres liegen und somit stets in unverminderter Zahl befähigt sind, äußere Reize wahrzunehmen.



Textfig. 5.

Anordnung der Tastpapillen (TP) in Zickzacklinie zu den Seiten des Radialnerven (N). IR, Interradius; R, benachbarter Radius. Vergr. 70. ZEISS, Apochr. 16, Komp.-Oc. 4.

Die erwähnte zweireihig zickzackförmige Anordnung der Tastpapillen längs der Radialnerven ist eine Eigentümlichkeit von *Rhabdomolgus*, die ein bedeutendes morphologisches Interesse darbietet. Bekanntlich hat schon SEMPER (1868) die in Rede stehenden Organe als Homologa der Sinnesplatten der Füßchen aufgefaßt, eine Ansicht, der auch LUDWIG (1889—92) zustimmt. Diese Homologie war jedoch nur eine »allgemeine«, die sich nur auf Ähnlichkeiten des histologischen Baues und auf das Fehlen der Füßchen bei den Synaptiden und der Tastpapillen bei den Actinopoden stützte, nicht aber auf entsprechende Stellung. Jetzt aber sehen wir, daß die Tastpapillen von *Rhabdomolgus*

auch ihrer Lage nach genau mit dem Schema der ursprünglichen Füßchenstellung der Actinopoden übereinstimmen.

Durch diese Anordnung der Tastpapillen wird jedoch nicht nur die erwähnte Homologie bekräftigt, sondern es wird uns auch durch dieselbe ein Mittel an die Hand gegeben, um zu entscheiden, ob eine Holothurie mit zahlreichen unregelmäßig verteilten Sinnespapillen oder eine solche mit Füßchen und zugehörigen Sinnesplatten ursprünglichere Verhältnisse aufweist.

Es dürfte kaum zweifelhaft sein, daß die Befunde an *Rhabdomolqus* die erstere Möglichkeit ganz unwahrscheinlich machen. Sie weisen vielmehr darauf hin, daß gewisse füßchenträgende Holothurien die Füßchen- und Radialwassergefäße durch Rückbildung verloren haben, daß aber bei der Verbindung von Radialnerv und Sinnesplatte diese letztere trotz des Mangels der Füßchen fortfuhr, Sinnesreize aufzunehmen und durch die Füßchennerven den Centralteilen zuzuleiten. Dieser Füßchennerv wurde durch Verlust seiner motorischen Fasern zum Tastpapillennerv, ohne daß (zunächst) eine weitere Verzweigung auftrat. Dieses phylogenetische Stadium finden wir in *Rhabdomolqus* repräsentiert. Seine Tastpapillen sind rudimentäre Füßchen und beweisen durch ihre Stellung, daß auch die Synaptiden, bei denen man in der Ontogenie vergeblich nach Anlagen der Füßchen sucht, im Laufe der phylogenetischen Entwicklung Stadien passiert haben, die in bezug auf die Ambulacralanhänge der Radiärkanäle mit Actinopoden Holothurien übereinstimmten.

Nachdem aber einmal wie bei *Rhabdomolqus* die Füßchenkanäle verloren gegangen waren und ihren beherrschenden Einfluß über die Lage der Sinnesplatten eingebüßt hatten, konnte die regelmäßige Anordnung der Tastpapillen leicht verloren gehen. Auch machte der Verlust der Füßchen, die an ihrem Ende außerordentlich günstige Stellen für Tastapparate dargeboten hatten, es vielleicht notwendig, durch eine vermehrte Anzahl von Tastpapillen das zu ersetzen, was dieselben an Gunst der Lage verloren hatten. Mit der Vermehrung der Tastpapillen ging eine Verzweigung des ursprünglich einfachen Füßchennerven Hand in Hand, und die anfangs spezielle Homologie von Sinnesplatten und Tastpapillen, wie sie noch heute von *Rhabdomolqus* gilt, wurde zu einer lediglich allgemein homologen Beziehung.

Sinnesknospen.

Der Name Sinnesknospe wurde von HAMANN (1883, 2 u. 1884) für diejenigen Organe der Tentakel in Anwendung gebracht, die QUATRE-

FAGES (1842) bei *Synapta inhaerens* entdeckt hatte, die aber von ihm, wie von den nächstfolgenden Autoren (JOH. MÜLLER 1852, BAUR 1864, SEMPER 1868) für Saugnäpfe gehalten wurden. HAMANN beschrieb dieselben als überhalbkugelige Gebilde, deren größter peripherer Teil von langen, fadenförmigen Zellen gebildet wird, die alle einer dünnen Membran aufsitzen und von dort der central gelegenen Öffnung des Organs an der Innenfläche der Tentakel zustreben. Von diesen Stützzellen, die ihren Kern an der Basis tragen, wird eine Gruppe von Sinneszellen eingeschlossen, die sich nach innen in den zutretenden Nerv fortsetzen und durch die centrale Lage der Kerne in ihrer Gesamtheit eine Anschwellung bilden. Die knospenförmige Form dieses centralen Theiles war es, die zu der Benennung »knospenförmige Sinnesorgane« Anlaß gab.

Noch bevor weitere Beobachtungen über die Sinnesknospen vorlagen, machte LUDWIG (1889—92) darauf aufmerksam, daß ihr Bau, wie er von HAMANN geschildert worden war, sich nur schwer mit der Beschreibung vereinigen ließe, die QUATREFAGES von diesen Organen bei *Synapta inhaerens* gemacht hatte. In der That ergaben dann CUÉNOTS (1891) Untersuchungen, daß bei dieser Art die Sinnesknospen grubenförmige Einsenkungen des Epithels einer vorgewölbten Hautpapille darstellen. CUÉNOT setzt sich freilich über den Unterschied seiner und HAMANN'S Beobachtungen einfach durch die Annahme hinweg, die erwähnte Einsenkung sei HAMANN entgangen.

Dagegen ist zu erwidern, daß aller Wahrscheinlichkeit nach die Differenzen der beiden Angaben in objektiven Verschiedenheiten ihren Grund haben. Beachtet man zunächst, daß die Sinnesknospen der *Synapta digitata* nicht über die Oberfläche der Tentakel hervorragen, so erhellt, daß man nur die innere Einsenkung selbst, nicht aber die äußere Hülle der von CUÉNOT beschriebenen Organe mit HAMANN'S Sinnesknospen vergleichen darf. Bei *Synapta inhaerens* handelt es sich um eine tiefe Invagination kleiner, wenig modifizierter Zellen, bei *Synapta digitata* dagegen um eine Einsenkung stark verlängerter Zellen, die dementsprechend nur eine flache Grube einschließen. Dazu kommt, daß hier noch eine scharfe Differenzierung in Sinnes- und Stützzellen eingetreten ist. Allein auch diese Sonderung ist in den Sinnesknospen der *Synapta inhaerens* dadurch angedeutet, daß die untersten centralen Zellen der Einsenkung durch den alleinigen Besitz von Wimpern und durch das Hinzutreten der Nerven ausgezeichnet sind.

Ich habe diesen kurzen Vergleich zwischen den zwei divergierenden Typen von knospenförmigen Sinnesorganen angestellt, um ein richtiges

Urteil über ähnliche Sinneswerkzeuge zu gewinnen, die bei *Rhabdomoligus*, und, wie ich kürzlich andeutete (BECHER 1906), auch bei *Synapta minuta* vorkommen.

Rhabdomoligus ruber besitzt auf den Tentakeln keine Sinnesknospen. Die erwähnten Organe dieser Art, die mit denen, die bisher nur auf der Innenseite der Tentakel gefunden wurden, große Ähnlichkeit darbieten, liegen zu mehreren in der Körperhaut am vorderen Ende des Tieres meist dicht hinter dem Tentakelkranz (Taf. XXXIV, Fig. 29 *sk*). Der Nerv, der von jeder derselben abgeht, wendet sich dementsprechend nicht zu dem Fühler-, sondern zu dem benachbarten Radialnervstamm, um seitlich in denselben einzutreten. Eine ganglionäre Anschwellung ist nicht vorhanden, dagegen findet man einige Ganglienzellen in denselben eingelagert.

Die Sinnesknospe selbst bildet in mancher Beziehung einen Übergang zwischen den vorhin erwähnten extremen Typen. Histologisch betrachtet, steht dieselbe auf höherer Stufe als die Sinnesknospen der *Synapta inhaerens*, ohne jedoch die scharfe Differenzierung der Zellelemente der knospenförmigen Sinnesorgane der *Synapta digitata* aufzuweisen, die ihrerseits in bezug auf die anatomische Komplikation wieder hinter den entsprechenden Organen von *Rhabdomoligus* zurückbleiben.

Betrachtet man die knospenförmigen Sinnesorgane dieser letzten Art auf einem Querschnitt bei möglichst wenig kontrahierter Quermuskulatur, so besteht dieselbe lediglich aus einer platt-ovalen Einsenkung, über die das Epithel bis auf eine scharf begrenzte enge und tiefe Grube hinweggeht. Auf Längsschnitten eines etwas kontrahierten Tieres aber findet man dieselben Organe auf dem Gipfel einer Hautfalte liegen und von dem Epithel derselben genau so umgeben, wie die Einsenkungen der *Synapta inhaerens* von dem Epithel der sie tragenden Papille umgeben werden (Taf. XXXIII, Fig. 19 und Taf. XXXIV, Fig. 29). Die centrale Grube ist in dieser Ansicht noch tiefer und enger, und die Zellmasse als Ganzes ist nicht mehr niedriger, sondern höher als breit. An dem Rande der Grube erkennt man (Taf. XXXIII, Fig. 19), daß die Epithelzellen der Haut übergehen in die Zellen der Einsenkung — darin gleicht der Bau des Organs dem von CUÉNOT beschriebenen; die größere Länge der eingesenkten Zellen gegenüber den Epithelzellen gibt dagegen wieder eine nähere Beziehung zu dem von HAMANN beschriebenen Typus. Auch in der basalen Lage der Kerne in der Mehrzahl der Zellen ähneln die Sinnesknospen von *Rhabdomoligus* denen der *Synapta digitata*. Endlich scheint auch die Differenzierung der central gelegenen Zellen bei

unsrer Art gegenüber *Synapta inhaerens* schon einen Fortschritt gemacht zu haben, denn man sieht die Kerne dieser centralen Zellen häufig schon innerhalb des Kranzes liegen, der von den Kernen der peripheren Zellen gebildet wird (Taf. XXXIII, Fig. 19).

Alle Zellen der Einsenkung laufen von der Peripherie gegen die enge, tiefe Grube zusammen, deren (innere) Oberfläche sich mit Thionin rötlich färbt. Bei starker Eisenhämatoxylinchwärzung sieht man deutlich, daß die Zellen der Grube (wahrscheinlich je eine [HAMANN]) Wimper tragen, doch konnte ich nicht feststellen, daß auch die peripheren Zellen Geißeln tragen, wie das HAMANN (jedoch mit Vorbehalt) im Gegensatz zu CUÉNOT angibt. Bei genauerer Betrachtung kann ich an meinen Präparaten erkennen, daß die Geißeln alle von einem am Ende der Zelle gelegenen Basalkorn ausgehen (Taf. XXXIII, Fig. 20).

Die Entwicklung der Sinnesknospen findet nach der Bildung der fünf Primärfühler statt. Man bemerkt ihre Anlage als Epithelverdickung der Epidermis, die sich schon bei Achtentakelstadien in die Cutis eingesenkt hat und die definitive Form annimmt.

Was die Funktion der in Rede stehenden Organe betrifft — die in ihrer Form bei *Rhabdomolgus* eine große Ähnlichkeit mit den Seitenorganen einer Salamanderlarve darbieten —, so glaube ich mich der Ansicht von HAMANN (1883, 2 u. 1884), SEMON (1887, 1) und CUÉNOT (1891) anschließen zu müssen, die sie als Geruchs-Geschmacksorgan ansehen. Es ist zwar bei *Rhabdomolgus* unmöglich, die Lage für eine solche Deutung anzuführen, indessen gibt es sicherlich viele Reize, die ebensogut von Organen der Körperhaut wahrgenommen werden können und für das Tier von Bedeutung sind, ohne daß sie in Beziehung zur Nahrungsaufnahme zu stehen brauchen. Es wäre z. B. denkbar, daß Verunreinigungen des Wassers usw. von diesen Organen angezeigt würden; es ist jedoch zwecklos, derartige Möglichkeiten ohne Vorhandensein weiterer tatsächlicher Anhaltspunkte zu erörtern.

V. Verdauungsorgane.

Der Darmkanal von *Rhabdomolgus* besteht wie bei allen Synaptiden aus einem einfachen Schlauch, der von dem Mund zu dem genau terminal gelegenen After führt. Der Mund liegt in der Mitte des Peristoms, und ist der Form des letzteren entsprechend nicht ganz rund, sondern etwas länglich, und zwar liegt die Hauptachse des Ovals, das dieselbe darstellt, in der Symmetrieebene des Körpers. Diese Abweichung der Mundöffnung von der Kreisform ist natürlich eine Folgeerscheinung der oben besprochenen Symmetrieverhältnisse des Kalkringes. Durch ein-

springende weite Falten wird die Mundöffnung häufig unregelmäßig sternförmig. Diese Falten ermöglichen eine weite Öffnung des Verdauungsrohres, ohne bei Kontraktion des Mundschließmuskels einen dichten Verschluss zu erschweren (s. Textfig. 9).

Weniger als der Mund entfernt sich die Afteröffnung von der ursprünglichen Kreisform. Da weder im Enddarm noch auch in der benachbarten Körperhaut eine stärker ausgebildete Partie der Ringmuskulatur auftritt, so fehlen auch Falten in der Öffnung des Enddarmes fast gänzlich. Gelegentliche Deformationen derselben hängen von unregelmäßiger Kontraktion der verschiedenen Radien der Körperwand und der Suspensorien des Enddarmes ab.

Die vier Hauptteile des Holothuriendarmes, d. h. Speiseröhre, Magen, Dünndarm und Enddarm, sind bei *Rhabdomolgas* vorhanden und können schon am unzerlegten (aufgehellten) Tier mit ziemlicher Deutlichkeit unterschieden werden. In bezug auf die Länge kommen sich Oesophagus und Enddarm ungefähr gleich. Der Magen erreicht nur die Hälfte jedes der beiden, wogegen der Dünndarm fast doppelt so lang ist als die genannten drei übrigen Abschnitte zusammen.

Der Oesophagus reicht bis weit hinter den Wassergefäßring; er ist der engste aller Darmabschnitte, wenigstens in seinem vorderen und mittleren Teil (80μ). In seinem hinteren Abschnitt erweitert sich derselbe jedoch gewaltig — im Gegensatz zu vielen andern Holothurien, deren Oesophagus gerade nach hinten enger wird — und setzt sich mit einem breiten Ende an den Magen an, von dem er innerlich nicht durch eine Einschnürung, sondern durch eine Reihe quer verlaufender Falten abgetrennt ist. Der ganze Vorderarm ist häufig in der Richtung des Mesenteriums breiter als in der dazu senkrechten Richtung, nur etwas hinter der Mundöffnung wird das Oval des Querschnittes verändert durch den Schließmuskel, der natürlich eine genau kreisförmige Kontraktion bewirkt. Dieser Schließmuskel hindert auch das Auftreten von Längsfalten an jener Stelle, die im übrigen ununterbrochen, bald höher und bald niedriger von der Mundöffnung bis an die erwähnten Querwülste verlaufen.

Der Magen ist der breiteste aller Darmabschnitte (etwa 280μ); dagegen ist seine Wand entschieden dünner als die des vorausgehenden und besonders der nachfolgenden Teile. Sein Lumen ist daher im allgemeinen weiter als die Öffnung des Dünndarmes, der in bezug auf seinen äußeren Durchmesser den Magen erreichen kann. An ihrer Trennungsstelle ist der Dünndarm gegen den Magen jedoch gewöhnlich durch seine geringere Dicke abgesetzt. Seine äußere Oberfläche ist

wie die des Magens glatt, und dasselbe würde von der inneren Oberfläche der beiden entodermalen Darmteile gelten (HAMANN 1884), wenn nicht die verschiedene Weite, die das Darmrohr annehmen muß, eine Längsfaltenbildung bei engem Lumen unvermeidlich machte. Am lebenden Tier zeigen die letztgenannten Darmteile eine gelbe Farbe, die schon KEFERSTEIN (1863) am Verdauungsrohr seiner Art wahrgenommen hatte.

Der Enddarm weicht in seiner Gestalt von dem anderer Holothurien (vgl. LUDWIG 1889—92) dadurch ab, daß derselbe nicht einen größeren, sondern einen erheblich kleineren Durchmesser aufweist als der Dünndarm (150μ). Der Übergang von Dünndarm und Enddarm ist jedoch äußerlich ein allmählicher. Der Enddarm verengt sich bis zu der Ansatzstelle der Suspensorien, wird alsdann aber wieder dicker, um endlich mit weitem After nach außen zu münden (Taf. XXXII, Fig. 1).

Histologie des Darmrohres.

Histologisch betrachtet, besteht das Darmrohr der Holothurien aus fünf Schichten; von außen nach innen folgen sich: Äußeres = Leibeshöhlenepithel, äußere Bindegewebsschicht, Muskellage, inneres Bindegewebe und inneres Epithel.

Das Cölomepithel von *Rhabdomolgus* ist wie dasjenige, das HAMANN (1884) von *Synapta digitata* beschreibt, ein Plattenepithel (s. z. B. Taf. XXXII, Fig. 5). Die Form der Zellen desselben hängt jedoch, wie JOURDAN (1883) bei *Holothuria* zeigte, von dem Kontraktionszustand ab; so findet man z. B. bei *Rhabdomolgus* an muskulösen Teilen des Darmes, besonders am Oesophagus und Magen, häufig ein äußeres Cylinderepithel, dessen Kerne sogar — vielleicht um eine noch größere Verengung zu gestatten — länglich und an ihrem inneren Ende zugespitzt sind (vgl. Taf. XXXV, Fig. 31 u. 32).

Die äußere Bindegewebsschicht fehlt bei *Rhabdomolgus*. Ich weiß sehr wohl, wie schwierig es ist, ein solches negatives Urteil, durch das *Rhabdomolgus* allen übrigen Holothurien gegenübergestellt wird, streng zu beweisen. Doch scheinen mir meine mit Dahlia gefärbten Präparate so beweisend zu sein, daß ich die in ähnlichen Fällen nahe liegende Versuchung, den Beobachtungen an andern Arten zuliebe trotzdem eine unwahrnehmbare Schicht vorauszusetzen, hier als durchaus verfehlt zurückweisen muß. Ein solches Verfahren kann leicht dazu führen, in Wirklichkeit vorhandene Verschiedenheiten zu verdecken.

Es ist überdies eine Tatsache, daß die äußere Bindegewebsschicht in bezug auf ihre Dicke bei verschiedenen Holothurien außerordentlich schwankt; eine stärkere Ausbildung derselben findet sich fast nur bei

den Dendrochiroten, wogegen von den Molpadiiden (GEROULD 1896), Aspidochiroten (HAMANN 1884) und Synaptiden (HAMANN 1884) eine sehr geringe Entwicklung des äußeren Bindegewebes berichtet wird. Indessen kann diese Übereinstimmung von Synaptiden und Aspidochiroten, die sich auch in bezug auf die Anordnung der Muskulatur noch erweitern ließe, nicht als Grund für eine nähere Verwandtschaft jener Gruppen angesehen werden; denn die beiden Bindegewebsschichten des Darmes bilden meiner Ansicht nach keine scharf trennbaren morphologischen Bildungen, sondern eine einzige Schicht, die nur durch die Muskulatur in zwei Lagen gesondert wird. Entwicklungsgeschichtlich werden diese Schichten einheitlich angelegt und müssen dadurch entstehen, daß die sämtlichen ursprünglich epithelialen Muskelzellen sich vom Cölomepithel emanzipieren und in die Bindegewebsschicht gelangen. Diese Trennung der Muskulatur von ihrer eigentlichen Bildungsstätte ist vielleicht nur eine Folge der Funktion; denn die Verengerung der Ringmuskellage mußte notwendigerweise auf eine Trennung vom äußeren Epithel hinwirken, zumal da die Bindegewebsschicht von innen her nur geringen Widerstand darbot. Mit der Ringmuskellage wurde aber auch die meist innerhalb derselben gelegene Längsmuskulatur gezwungen, diese Einsenkung ins Bindegewebe mitzumachen. Nur bei *Rhabdomolqus* finden wir noch ein dem ursprünglichen Zustand ähnliches Verhalten: die Muskelfasern haben hier im Darmkanal ihre Verbindung mit dem Cölomepithel bewahrt, und eben deshalb ist auch nur eine Bindegewebsschicht vorhanden.

Was die Reihenfolge der Längs- und Ringmuskulatur angeht, die in den Familien der Aspidochiroten und Synaptiden wechselt, so muß *Rhabdomolqus* denjenigen Formen angeschlossen werden, die wie *Synapta digitata* (HAMANN 1884), *Synapta orsinii* und *Chiridota rufescens* (LUDWIG 1889—92) die ungewöhnliche Anordnung: Ringfasern innen und Längsfasern außen aufweisen (Taf. XXXIV, Fig. 30).

Die Ringmuskulatur steht am vorderen Körperende in kontinuierlichem Zusammenhang mit der konzentrischen Muskulatur des Mundfeldes, die nach außen bis zum Kalkring reicht. Im Oesophagus, etwas von der Mundöffnung entfernt, werden die Ringmuskelfasern dicker und häufiger und bilden einen Schließmuskel. Im weiteren Verlauf des Vorderdarmes finden sich wieder dünnere Fasern, die, immer in einfacher Lage und durch kleine Abstände getrennt, die (innere) Bindegewebsschicht umspinnen. Am Magen werden die Ringfasern wieder stärker, ohne jedoch die Dicke der längsverlaufenden Fasern zu erreichen. Diese Längsmuskeln treten, wie HAMANN (1883, 1 u. 1884 bei *Cucu-*

maria), JOURDAN (1883 bei *Holothuria tubulosa*) und GEROULD (1896) bei *Caudina arenata*) bemerkten, nicht am Anfang des Vorderdarmes, sondern erst später auf, und zwar bei *Rhabdomoligus* hinter dem Schließmuskel. Sie verlaufen nicht als vollständige Schicht, sondern in Gruppen von wenigen Fasern, eine Eigentümlichkeit, auf die zuerst QUATREFAGES (1842) aufmerksam machte und die auch HAMANN (1884) für die Längsmuskulatur des Magens der *Synapta digitata* hervorhebt.

Es ist eine bemerkenswerte Tatsache, daß bei *Rhabdomoligus ruber* hinter dem Magen sowohl die Ring- als auch die Längsmuskulatur verschwinden. Man erinnert sich dabei der Angabe LUDWIGS (1891, 1), daß der Mitteldarm der jungen *Cucumaria planci* auch dann noch keine Muskeln aufwies, wenn Anfangs- und Enddarm längst mit solchen versehen waren. Von den Längsmuskelfasern sieht man bei *Rhabdomoligus* noch einige am Anfang des Dünndarmes, in der Nähe des antimesenterialen Blutgefäßes. An dieser Stelle ist von der Ringmuscularis schon nichts mehr zu entdecken. Dagegen tritt bei andern Arten, z. B. bei *Synapta digitata* (HAMANN 1884), an dem schwach muskulösen Dünndarm die Ringmuskelschicht stärker hervor, ein Verhalten, dessen Gegensatz zu den Befunden an *Rhabdomoligus* damit zusammenhängt, daß bei dieser letzteren Form die Längsmuskelfasern die Ringmuskeln an allen Stellen (mit Ausnahme des Schlundschließmuskels) an Dicke übertreffen.

Am Enddarm finden wir beide Muskelschichten wieder, und zwar in derselben Anordnung wie am vorderen Teile des Verdauungsrohres. Auch hier sind die außen verlaufenden Fasern der Längsmuskulatur weniger zahlreich, aber stärker als diejenigen der Ringmuskellage, so daß auch hier der eben erwähnte Gegensatz zu den Verhältnissen bei *Synapta digitata* und *Caudina arenata* (GEROULD 1896) zu konstatieren ist. Die Ringmuskulatur des Enddarmes geht ununterbrochen in die der Körperwand über; eine besondere Verstärkung derselben, die als Sphincter hervorgehoben zu werden verdiente, fehlt. Der Mangel eines solchen, sowie das Fehlen der Muskulatur im Dünndarm hat die Eigentümlichkeiten der Funktion zur Folge, die oben erörtert wurden.

Was den Ursprung der Muskulatur des Darmrohres angeht, so sprechen meine Befunde an alten wie an jungen Tieren für eine epitheliale Entstehungsweise. Nachdem HAMANN (1885, S. 95) zugegeben hat, daß auch die Muskelfasern des Oesophagus ihren Kern nicht innerhalb, sondern seitlich an der contractilen Substanz tragen, können nur noch die entwicklungsgeschichtlichen Beobachtungen von SELENKA

(1876 u. 1883) und von SEMON (1888) für einen mesenchymatischen Ursprung der Muskulatur des Vorderdarmes angeführt werden. Diese Bildung von Muskelzellen scheint mir jedoch auf diejenigen Arten beschränkt zu sein, die ausgebildete Larvenstadien besitzen und eine Schlundmuskulatur brauchen, ehe die Peritonealblasen eine genügende Ausdehnung erlangt haben (SEMON 1888). Im übrigen aber mehren sich die Beobachter, die alle Muskeln von Epithelzellen der Vasoperitonealblasen herleiten. So fehlt nach LUDWIG (1891, 2) die Sonderstellung der Vorderdarmmuskulatur bei *Cucumaria planci* und nach CLARK (1898) ebenso bei *Synapta vivipara*. Auch GEROULD (1896) neigt, freilich lediglich auf Grund histologischer Befunde an erwachsenen Exemplaren einer Molpadiide, zu derselben Anschauung.

Inneres Bindegewebe. Die innere Bindegewebsschicht läßt sich auch bei *Rhabdomolqus* durch den ganzen Darmkanal verfolgen. Sie erreicht jedoch nur im Oesophagus und Enddarm eine beträchtlichere Ausbildung, so daß sie dem inneren Epithel an Dicke gleichkommt. In den beiden mittleren Darmabschnitten ist dieselbe sogar so ungemein dünn, daß sie leicht übersehen werden könnte (vgl. Taf. XXXV, Fig. 31 u. 33). Im Darm von *Cucumaria (cucumis und planci)* hat HAMANN (1883, 1 u. 1884) diese Binde substanzschicht des Oesophagus ganz vermißt und auch dem Magen nur eine ganz gering entwickelte Binde substanzlage zugeschrieben. GEROULD (1896) hat die Möglichkeit des vollkommenen Fehlens der inneren Bindegewebsschicht in gewissen Darmteilen bestätigt: sie fehlt nach ihm der Magenwand der *Cucumaria frondosa*. Bei *Rhabdomolqus* scheint die Bindegewebsschicht, wie bemerkt, auf den ersten Blick im Magen und Dünndarm zu fehlen; doch läßt sie sich hier mit Hilfe von Dahliafärbung nachweisen. Sie besteht aus zwei außerordentlich dünnen Blättern, von denen das eine der Muskulatur, das andre dem Innenepithel angelagert ist und selbst bei Hämatoxylinfärbung kaum von den Grenzen jener Zelllagen unterschieden werden kann.

Ob diese beiden Lagen, in denen man gelegentlich auch Bindegewebskerne antrifft, mit den beiden Schichten homologisiert werden dürfen, die zuerst von SEMPER (1868) in dem inneren Bindegewebe unterschieden wurden, ist mir sehr zweifelhaft. Dagegen spricht der Umstand, daß im Anfangs- und Enddarm, in denen doch das Bindegewebe bei unsrer Art viel stärker entwickelt ist, von einer Unterscheidung zweier Schichten nicht die Rede sein kann. Auch HAMANN und GEROULD (1896) erwähnen bei den von ihnen untersuchten Arten nichts von einer Differenzierung in eine zellige und eine faserige Lage.

In den Teilen des Darmkanals, deren Innenepithel ectodermalen Ursprunges ist, weist das Bindegewebe dieselbe Struktur auf, wie das der Haut, mit dem es am vorderen und hinteren Körperende zusammenhängt. Nur die Fasern scheinen im Darm niemals in der Dicke aufzutreten, die sie in der Körperwand besitzen. Als Ganzes betrachtet, stellt die Bindegewebsschicht natürlich nicht einen einfachen Hohlzylinder dar, sondern sie springt an ihrer Innenseite überall in die Falten vor, die vom Innenepithel gebildet werden.

Allenthalben finden sich Wanderzellen im Bindegewebe der Darmwand; nur die homogenen und die Excretionswanderzellen scheinen zu fehlen. In großer Zahl findet man die Blut- und Freßzellen im Enddarm (vgl. HAMANN 1883, 1 und GEROULD 1896) und vor allem im Dünndarm (HAMANN 1884), wo die Bindegewebsschicht in die zwei erwähnten dünnen Lamellen auseinanderweicht und Spalträume bildet, die das dorsale und ventrale Blutgefäß in Verbindung setzen. Am lebenden Tier bemerkt man auf dem gelblichen Darm dicht unter dem äußeren Epithel auch einige rote Pigmentzellen, die ohne lange Fortsätze an diesen Stellen nach Art von Wanderzellen umherzukriechen scheinen. In erster Linie kommen die unbeladenen Wanderzellen und die Freßzellen im Dünndarm vor. Auch die früher beschriebenen Umwandlungsstadien dieser Körner trifft man häufig im Dünndarm an. Ob auch die »cellules muqueuses«, die JOURDAN (1883) von dem äußeren Epithel, der Bindegewebsschicht und dem inneren Epithel des »Mittel-« und »Enddarmes« hervorhebt, steht dahin. Dafür spricht die Färbbarkeit der Einschlußkörner mit Hämatoxylin und Methylgrün, dagegen wäre anzuführen, daß die Körner in den Freßzellen nie in so großer Anzahl auftreten, wie in den von JOURDAN beschriebenen Wanderzellen.

Inneres Epithel. Das innere Epithel des Holothuriendarmes ist bekanntlich teils ectodermalen, teils entodermalen Ursprunges. Diese Verschiedenheit der Herkunft prägt sich auch am fertigen Darm mit voller Schärfe aus: das innere Epithel des Vorder- und Enddarmes zeigt in seinem histologischen Verhalten große Ähnlichkeit mit dem Außenepithel der Körperwand, wogegen die Struktur der innersten Lage der Magen- und Dünndarmwand derjenigen der erwähnten endständigen Darmabschnitte scharf gegenüberstehen.

a. Innenepithel des Vorderdarmes. Das Epithel der Mundscheibe bildet über der ringförmigen Nervenmasse (vgl. HAMANN 1884, S. 45) um die Mundöffnung zuweilen eine kleine Lippe und geht dann ohne auffallende Änderung in das Innenepithel des Oesophagus über. In

dem Vorderdarm von *Rhabdomolgus* lassen sich zwei Teile unterscheiden¹, ein vorderer engerer und ein hinterer, dessen Epithel durch den Besitz zahlreicher Drüsenzellen ausgezeichnet ist. Die Epithelzellen weichen in der Form von denen, die HAMANN (1883, 1, 2 u. 1884), JOURDAN (1883) und GEROULD (1896) schilderten, dadurch ab, daß sie nicht cylinder- oder gar fadenförmig, sondern oft kaum höher als breit sind. Trotzdem kann man nicht eigentlich von einem Pflasterepithel reden; denn wie JOURDAN (1883), HAMANN (1884) und GEROULD (1896) feststellten, ist die Grenze der Epithelzellen des Oesophagus gegen das Bindegewebe keine glatte Fläche. Die Zellen hängen vielmehr nur an ihrem inneren, d. h. dem Lumen zugekehrten Ende zusammen, das äußere Ende wird von unten wie von den Seiten von Bindegewebe umspinnen. Die Höhe der Zellen beträgt im vorderen Abschnitt der Speiseröhre etwa 7,5 bis 15 μ , im hinteren Teile fast das Doppelte (13—25 μ), so daß sich hier das Epithel mehr einem Cyliinderepithel nähert. Die Kerne übertreffen diejenigen der Körperwand und des Cölomepithels an Größe; auch die Cuticula ist stärker als diejenige der Haut.

Das Vorkommen von Drüsen im hinteren Abschnitt (Taf. XXXV, Fig. 32) weist darauf hin, daß derselbe nicht mehr ausschließlich der Nahrungsleitung, sondern gleichzeitig schon der Verdauung dient. Auch bei *Synapta digitata* tritt nach HAMANN (1884) im hinteren Teil des Vorderdarmes eine Vermehrung der Schlauchdrüsen auf. Die Identität dieser Zellen mit den Drüsen der Haut hat bereits HAMANN für die erwähnte Art betont, und GEROULD (1896) hat dasselbe für *Caudina arenata* behauptet. Auch bei *Rhabdomolgus* weist die Ähnlichkeit im Verhalten gegen Farbstoffe (Hämatoxylin, Dahlia) auf die ursprüngliche Identität dieser Drüsen hin. Ob die Drüsenzellen, die JOURDAN (1883) im Vorderdarm von *Holothuria tubulosa* beobachtete, mit den besprochenen übereinstimmen, ist zweifelhaft, weil dieselben auch im Mitteldarm vorkommen sollen.

Becherzellen, wie sie nach HAMANN (1884) im Oesophagus von *Synapta digitata* auftreten, habe ich im Epithel des Vorderdarmes nicht angetroffen.

b. Innenepithel des Magens. Die Angaben über die histologische Zusammensetzung des Magenepithels sind so abweichend, daß ihr Vergleich nur in wenigen Punkten eine Übereinstimmung ergibt. Bei *Rhabdomolgus* setzt sich das Epithel des Magens gegen dasjenige des

¹ Diese Einteilung hat mit der von JOURDAN (1883) angegebenen nichts zu tun.

Schlundes außerordentlich scharf ab; während wir im Vorderdarm am hinteren Ende höhere Zellen mit einfacher Cuticula vorfanden, bilden die Epithelzellen des Magens bei dessen Ansatz an den Oesophagus ein etwa kubisches Epithel von nur 7,5—15 μ Höhe, wogegen die Cuticula eine außerordentliche Ausdehnung annimmt und an Dicke die Höhe der Zellen übertreffen kann (6—10 μ). Eine dicke Cuticula scheint auch bei andern Arten vorzukommen, so z. B. bei *Synapta digitata* (HAMANN 1884). Nach HÉROUARD (1890) soll die starke Ausbildung derselben mit der Zerkleinerung der Nahrung in Zusammenhang stehen. Es gibt jedoch auch Arten, wie z. B. *Caudina arenata*, bei denen die Cuticula im Magen sehr dünn ist und sich kaum zu einer derartigen Funktion eignet.

Eine ähnliche plötzliche Größenabnahme der Zellen, wie wir sie oben erwähnten, hat JOURDAN (1883) bei *Holothuria tubulosa* beschrieben; dort soll dieselbe innerhalb des »intestin antérieur« stattfinden. Ich kann die Vermutung nicht unterdrücken, daß dieser zweite von JOURDAN Oesophagus genannte Teil des »intestin antérieur« nicht zum Vorderdarm, sondern zum Magen oder jedenfalls zum entodermalen Teil des Verdauungsrohres gehört. Dafür spricht auch der Umstand, daß die Epithelzellen an dieser Stelle nach JOURDAN an ihrem freien Ende ein »plateau hyalin tres volumineux« tragen, »qui pourrait les faire prendre pour des cellules caliciformes«. Diese scheinbare Kelchform tritt nämlich auch bei *Rhabdomoligus* zutage, wenn man nicht Hämatoxylin oder Dahlia zur Färbung anwendet. Die Zellen haben dann eine Form ähnlich derjenigen, die JOURDAN der obersten Schicht des Epithels im Enddarm zuschreibt (JOURDAN l. c., Fig. 39) und die nach seinen Angaben und Zeichnungen große Ähnlichkeit mit denen des hinteren Teiles des »intestin antérieur« darbieten (vgl. JOURDAN'S Fig. 29 u. 33). JOURDAN ist zweifelhaft, ob er diese Zellen als kelchförmige oder als solche mit eigenartig verdickter Cuticula auffassen soll. Auf diese Frage erhält man sofort eine Antwort, wenn man Schnitte betrachtet, die mit Hämatoxylin oder Dahlia gefärbt sind. Diese Farbstoffe, die überhaupt eine kräftige Färbung der Cuticula bewirken, färben die sonst immer fast vollkommen durchsichtige Schicht tief blau bzw. violett. Man erkennt sofort, daß es sich um eine Cuticula handelt, die außerordentliche Dicke und eine ganz eigenartige Struktur besitzt. Bei starken Vergrößerungen zeigt sich nämlich, daß dieselbe nicht homogen ist, sondern aus einem Gerüstwerk feinsten Fasern besteht. Die Maschen dieses Netzwerkes sind alle länglich und in der Richtung der Hauptachse der Zellen orientiert (Taf. XXXV, Fig. 31). Die Grenzen des Cuticularteiles jeder Zelle sind nach allen Seiten durch stärkere

Linien bezeichnet. Diese Grenzlinien sind es, die gewöhnlich allein zu sehen sind.

In einem der folgenden Abschnitte des Darmes habe ich abweichend von JOURDAN derartige Zellen in demselben Grad der Ausbildung nicht mehr angetroffen. Trotz dieser Verschiedenheit, und obwohl man in HAMANNS (1884) Beschreibung des Darmkanals der *Holothuria tubulosa* vergeblich nach etwas ähnlichem sucht, bin ich überzeugt, daß die erwähnten Zellen dieser Art mit denen von *Rhabdomolgus* eng verwandt sind.

Verfolgt man das Magenepithel weiter nach hinten, so sieht man, wie seine Höhe schnell zunimmt (bis etwa 37μ), wogegen die Cuticula umgekehrt dünner wird (3μ). Die Kerne der Zellen liegen gewöhnlich basal und besitzen meist einen deutlichen Nucleolus. Die Cuticula ist von Zeit zu Zeit durchbrochen, und bei Eosin-Wasserblaufärbung erkennt man leicht, daß diese Unterbrechungen von Zellen herrühren, deren Substanz sich rötlicher färbt als die mit Cuticula versehenen Zellen. Die Neigung der Zellen zum Eosin ließ mich vermuten, daß diese Zellen auch durch Eisenhämatoxylin hervorgehoben werden könnten, und in der Tat treten dieselben bei gut gelungener Schwärzung an dünnen Schnitten aufs schönste hervor. Es zeigt sich an solchen Präparaten, daß diese Elemente des Epithels, die wohl als Drüsen anzusprechen sind, keulenförmige Gestalt besitzen und in ihrem dickeren, dem Lumen des Magens zugekehrten Ende zahlreiche, dicke, tiefschwarz gefärbte Körner enthalten (Taf. XXXII, Fig. 5). Der Umstand, daß das basale engere Ende dieser Zellen keine Körner, sondern gewöhnlich (zuweilen allerdings auch geschwärztes) Plasma enthält, könnte die Vermutung nahe legen, daß wir es in denselben mit ähnlichen Drüsen zu tun hätten, wie sie durch JOURDAN (1883) und HAMANN (1884) vom Darm der *Holothuria tubulosa* beschrieben wurden. Länge (etwa 37μ) und Breite (7μ) der Drüsen von *Rhabdomolgus* betragen jedoch nur den dritten Teil derjenigen von *Holothuria tubulosa*, und auch eine gestreifte, dicke Cuticula (HAMANN 1884) ist bei unsrer Art sicher nicht vorhanden. Auch für eine Identität mit den eosinophilen Zellen im Magen der *Caudina arenata* (GEROULD 1896) läßt sich kein sicherer Anhaltspunkt gewinnen.

Bei *Rhabdomolgus* entstehen die von mir beschriebenen Zellen durch Differenzierung aus gewöhnlichen Epithelzellen. Bei Jungen mit fünf Tentakeln findet man dieselben, wenn auch in geringerer Zahl und etwas kürzerer Form, zuweilen schon angelegt.

Eine glashelle, dünne Membran, die das Magenepithel gegen die Bindegewebsschicht abgrenzte (JOURDAN 1883, HAMANN 1884), existiert

im Magen von *Rhabdomolgus* ebensowenig wie im Dünndarm, oder man müßte die oben erwähnte innere Bindegewebslamelle als entsprechende Membran auffassen.

c. Epithel des Dünndarmes. Der Übergang des Magenepithels in dasjenige des Dünndarmes ist ein ganz allmählicher. Er vollzieht sich dadurch, daß die Cuticula noch niedriger wird, während das Plasma der Zellen eine stark vacuolisierte Struktur bekommt (Taf. XXXII, Fig. 5). Von einem Verschwinden der Cuticula, wie es bei *Synapta digitata* eintritt, kann jedoch keine Rede sein (HAMANN 1884). Das netzförmige Aussehen des Plasmas in den Dünndarmepithelzellen ist auch von HAMANN (1883, 1) bei *Cucumaria* und von GEROULD (1896) in der oberen Hälfte der entsprechenden Zellen der *Caudina arenata* bemerkt worden. Die im Magen so häufigen Drüsen werden im Dünndarm immer seltener, so daß derselbe in seinem größten Teile nur noch eine, wahrscheinlich der Aufnahme der Nahrung dienende Zellart aufweist.

Die Kerne der Innenepithelzellen liegen meistens basal, können aber bei Faltenbildungen in die Höhe rücken und so zuweilen eine Mehrschichtigkeit des Epithels vortäuschen. Die Falten des Magen- und Dünndarmepithels unterscheiden sich übrigens von denen des Vorder- und Enddarmes dadurch, daß dieselben nur durch Verlängerung und Verkürzung der Zellen, nicht aber durch eigentliche Faltenbildung der ganzen Schicht gebildet werden. Dieser Unterschied hängt mit der geringen Ausbildung der Bindegewebschicht in der Magen- und Dünndarmwand zusammen. Im Oesophagus und Enddarm ist dagegen Bindegewebe genug vorhanden, um die Räume zwischen der Muskulatur und den Falten des Innenepithels auszufüllen (vgl. Taf. XXXII, Fig. 5 u. Taf. XXXV, Fig. 33).

d. Innenepithel des Enddarmes. Nach der Beschaffenheit des Epithels lassen sich im Enddarm von *Rhabdomolgus* zwei Teile unterscheiden, die wir als Colon und Rectum trennen können. Sie scheinen der Unterscheidung von Dickdarm und Cloake bei *Caudina* zu entsprechen. Wie bei dieser Art (GEROULD 1896) gleicht das Epithel des Dickdarmes dem des vorausgehenden Abschnittes — wenigstens in der Funktion; denn die dicke, aber nicht ganz scharf begrenzte (Dahliafärbung) und von der Fläche gesehen ganz fein gekörnelte Cuticula deutet auf die Resorptionsfähigkeit der Zellen hin (Taf. XXXV, Fig. 33). Die Form derselben ist jedoch keine so deutlich cylindrische: die starken Faltenbildungen bedingen eine Variabilität der Form und lassen die Zellgrenzen nicht so deutlich hervortreten. Auch die Kerne liegen weniger regelmäßig. Das Plasma ist nicht mehr

vacuolisiert, sondern feinkörnig. Gelegentlich bemerkt man in demselben kleine, mit Eisenhämatoxylin schwärzbare Körnchen.

Das Epithel des Rectums ist gegen das des Colons scharf abgesetzt; die Cuticula wird plötzlich dünn und glatt und nähert sich, wie der ganze Habitus der Zellen, den Verhältnissen, wie wir sie bei dem Oesophagus kennen lernten (Taf. XXXV, Fig. 33). Die Zellen hängen nur noch an ihrem oberen Ende zusammen, während der basale Teil von Bindegewebe umspunnen wird und, wie HAMANN (1884, vgl. dagegen 1883, 2) für *Synapta digitata* schilderte, auch bei unsrer Art in lange Spitzen ausgezogen ist.

Aufhängestränge von Anfangs- und Enddarm. Mesenterium und Verlauf des Darmrohres.

Die Aufhängebänder des Oesophagus sind bei *Rhabdomolgus* bindegewebig muskulöse Stränge, die vom Anfangsdarm zum Wassergefäß- und Kalkring verlaufen. Da bei unsrer Art die Darmmuskulatur ihren epithelialen Charakter bewahrt hat und dementsprechend eine äußere Bindegewebsschicht fehlt, so stellt die Achse der Schlundsuspensorien nicht eine Fortsetzung der äußeren Bindegewebsschicht dar, wie bei andern Holothurien, sondern sie steht in Zusammenhang mit der inneren Lage. Neben dem dünnen Bindegewebe enthalten die Suspensorien gewöhnlich eine Muskelfibrille. Ob die Aufhängestränge überall von einer Cölomepithelschicht überkleidet werden, ist mir zweifelhaft; denn man findet an denselben gewöhnlich nur einen oder zwei Kerne, von denen einer der Muskelfaser angehört. Es scheint also, als ob beim Wachstum des Tieres die wenigen Cölomepithelzellen eines Aufhängestranges getrennt würden, und daß an zahlreichen Stellen Bindegewebe und Muskulatur unbedeckt durch die Leibeshöhle verliefen.

Die Aufhängestränge des Enddarmes verlaufen von dem letzten Teil des Enddarmes, also vom Rectum zur Körperwand. Besonders starke Stränge gehen von den Radien aus. In diese letzteren treten Fasern aus den Längsmuskeln der Körperwand ein. Die Suspensorien des Rectums sind meist stärker als die des Oesophagus, gleichen ihnen aber in histologischer Beziehung. Auch hier geht das Bindegewebe in die innere Bindegewebslage der Darmwand über. Auch LUDWIG (1889—92) hat aus der Angabe HAMANN'S (1883, 1), nach welcher die Ringmuskelschicht des Darmes sich in die der Suspensorien fortsetzt, den Schluß gezogen, daß die Bindegewebsachse der Aufhängestränge des Enddarmes von der inneren Bindegewebslage des Darmes ausgehen muß.

Die Funktion der Suspensorien von Schlund und Rectum besteht

natürlich (vgl. z. B. GEROULD 1896) in der Vergrößerung des Darmlumens, also in der Entgegenwirkung gegen die Muskulatur des Verdauungsrohres.

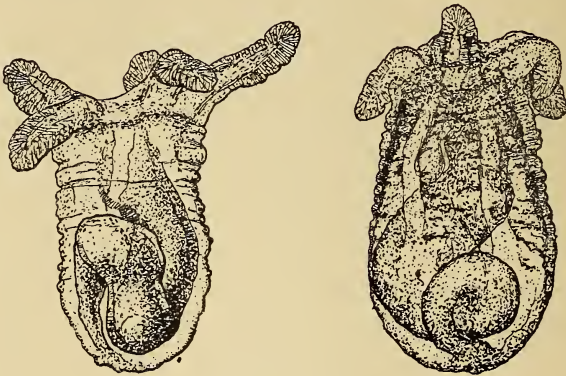
Mesenterium. Das Mesenterium zeigt in bezug auf die histologische Zusammensetzung große Übereinstimmung mit den soeben besprochenen Suspensorien: es wird aus einer inneren Bindegewebslamelle, aus Muskelfasern und Cölomepithel auf jeder Seite gebildet. Die Bindegewebschicht steht mit derjenigen der Haut und der bei *Rhabdomolgus* einfachen Bindegewebslage der Darmwand in Verbindung. Nach HAMANN (1883, 1) ist es bei andern Arten vorn die äußere, hinten aber die innere Bindegewebslage, die in das Mesenterium übergeht — ein Beweis für die oben von uns vertretene Ansicht, daß äußere und innere Bindegewebschicht keine gesonderten Bildungen sind, sondern wie bei *Rhabdomolgus* ursprünglich eine Schicht bildeten, die erst sekundär durch die Lage der Muskulatur geteilt wird.

Die Muskulatur des Mesenteriums besteht jederseits aus Fasern, die senkrecht auf den Darm zulaufen und in dessen Muskelschicht, besonders in die Ringmuskulatur übergehen. Außer diesen senkrecht zur Längsachse verlaufenden Fasern findet man jedoch auch — wie HAMANN (1884) für *Synapta digitata* angibt — kräftige Muskelfasern, die auf Querschnitten quergetroffen sind. Bei *Caudina arenata* verlaufen die Muskelfasern nach GEROULD (1896) in verschiedenen Richtungen.

H. LUDWIG (1889—92) hat nachgewiesen, daß das Mesenterium den Darm auf seinen Windungen durch entsprechende Verschiebung der Ansatzlinien an der Körperwand nicht nur begleitet, sondern daß diese Wanderung des Mesenteriums durch den linken dorsalen und ventralen in den rechten ventralen Interradius ein viel konstanteres Merkmal ist, als die Drehung und erst recht als die Schlingenbildung des Darmrohres. So gelang es z. B., nachzuweisen, daß eine Reihe von Synaptiden, denen ein gerader Verlauf des Darmes zugeschrieben wurde, doch in dem Verlauf des Mesenteriums unverkennbare Spuren der normalen Darmdrehung aufweisen. Danach mußte die Annahme an Wahrscheinlichkeit gewinnen, daß alle Holothurien, einschließlich der wenigen scheinbar abweichenden Synaptiden, die normale Rechtsdrehung des Darmes aufweisen. Nur die bestimmte Angabe von SEMPER (1868, S. 14), nach welcher der Darm der *Synapta recta* von vorn bis hinten in demselben dorsalen Interradius aufgehängt ist, ließe sich mit dieser Annahme nicht vereinigen. Nun finde ich bei *Rhabdomolgus* genau dieselben Verhältnisse wie bei der eben erwähnten Art. Das Mesenterium läuft als ein zuweilen durchlochstes Blatt von seinem

Anfang am Steinkanal bis zu seinem Ende in der Nähe des Rectums genau in der Mitte des dorsalen Interradius. Daß der Darm dabei ebenfalls die gewöhnliche Schlingenbildung nicht — oder nur zufällig durch Kontraktion der Körperwand — aufweist, braucht somit kaum bemerkt zu werden.

Diese Abweichungen bilden jedoch nur scheinbar einen Durchbruch der von LUDWIG erkannten Allgemeinheit und Bedeutung jener Regel; die für ein Echinoderm ungewöhnliche Verlängerung des Körpers, die wir bei den Synaptiden wahrnehmen, scheint uns ein sekundäres Merkmal zu sein. Diese Verlängerung war es nun, die die Streckung der Darmschlingen bei vielen Arten mit sich brachte; es muß also die bei



Textfig. 6.

Zwei junge Fünftentakelstadien, die noch die später verschwindende Darmwindung aufweisen.
Vergr. 70. ZEISS, Apochr. 16. Komp.-Oc. 4.

Synaptiden mit geradem Darm zuweilen erhaltene Wanderung des Mesenteriums als ein Zeugnis für die Vergangenheit jener Tierformen angesehen werden; ein Zeugnis, das beweist, daß die Synaptiden Holothurien darstellen, die die normale Darmwindung häufig rückgebildet haben. Muß es nun nach dieser Anschauung wundernehmen, daß wir Formen finden, die in bezug auf den Verlust der ursprünglichen Gestalt des Darmes noch weiter gegangen sind?

Legt schon eine solche Überlegung die Auffassung nahe, daß auch *Rhabdomolqus* in dieser Hinsicht nur einen extremen Fall darstellt, der durch mannigfache Übergänge mit dem normalen Verhalten verbunden ist, so kann man sich durch Untersuchung junger Tiere derselben Art leicht überzeugen, daß diese noch die gewöhnliche Darmwindung besitzen (Textfig. 6). Durch dieses vorübergehende Auftreten einer

morphologischen Eigentümlichkeit, die bei fast allen andern Holothurien bestehen bleibt, wird aber bewiesen, daß jenes gänzliche Fehlen der Darmwindung bei ausgewachsenen Tieren unsrer Art ein Extrem darstellt, das nicht ursprünglich ist, sondern durch Rückbildung erklärt werden muß.

VI. Blutgefäßsystem.

Wie HAMANN (1883 u. 1884) gezeigt hat, sind die Blutgefäße der Holothurien epithellose Spalträume des Bindegewebes. Alle neueren Beobachter haben an den von ihnen untersuchten Arten diese Tatsache bestätigt. Auch für *Rhabdomolgus* trifft dieselbe zu; mag auch z. B. im Dünndarm die Bindegewebsschicht noch so dünn sein (Taf. XXXII, Fig. 5) und somit der Anschein entstehen, als ob die Blutflüssigkeit unmittelbar zwischen Innen- und Cölomepithel vorhanden wäre, so gelingt es doch, bei Anwendung starker Bindegewebsfärbungen (Dahlia) nachzuweisen, daß das Lumen der Blutgefäße überall von einer dünnen Bindegewebslamelle ausgekleidet ist. Trotzdem mithin die Blutgefäße nichts andres darstellen als Lücken des Bindegewebes, so scheint mir doch Grund genug vorhanden zu sein, um sie von andern Bindegewebsspaltäumen zu trennen (vgl. CUÉNOT 1891 kontra HÉROUARD 1890 u. DELAGE u. HÉROUARD 1903).

Das Blutgefäßsystem der Synaptiden ist sehr einfach im Vergleich mit dem der Actinopoden. Selbst die Existenz eines Blutgefäßringes war lange zweifelhaft, da dieselbe von HAMANN (1884) behauptet, dagegen von CUÉNOT (1891) bestritten wurde. CLARK (1898) entdeckte einen Blutgefäßring und Blutkanäle nach den Tentakeln, und auch meine Befunde an *Rhabdomolgus* sprechen für HAMANN.

Am Ringkanal, und zwar an seiner unteren (= inneren) Seite erkennt man nämlich eine feine, mit Gerinnsel und Blutzellen gefüllte Spalte, die besonders an der Stelle auffällt, wo der Steinkanal entspringt. Auch der Steinkanal scheint, wenigstens in seinem proximalen Teil, eine Blutlacune zu besitzen (Taf. XXXV, Fig. 35), was deshalb von Interesse ist, weil in der Literatur diesbezügliche Angaben nur von SEMPER (1868) und DANIELSEN und KOREN (1882) vorliegen, und weil dieses Gefäß des Steinkanals als ein Rudiment der Axiallacune angesehen werden könnte.

Von der Stelle, wo der Steinkanal in den Wassergefäßring einmündet, nimmt auch — wie CUÉNOT (1891) mit Recht bemerkt — das mesenteriale Blutgefäß seinen Ursprung. Dabei läßt sich bei unsrer Art der von HAMANN (1884) vermißte Zusammenhang mit dem Ringkanal des Blutgefäßsystems wie bei *Synapta vivipara* (CLARK 1898)

deutlich nachweisen. Ein Anzeichen dafür, daß in diesem obersten Teil der mesenterialen Blutlacune die Stelle gegeben sei, an der die Blutzellen gebildet würden (CUÉNOT, l. c.), liegt bei unsrer Art nicht vor.

Von seiner Ursprungsstelle läuft das dorsale Blutgefäß — in ziemlicher Entfernung vom Darm — mitten zwischen den beiden Blättern des dorsalen Mesenteriums nach hinten der Geschlechtsbasis zu. Dort kommuniziert die mesenteriale Lacune unmittelbar mit der Blutlacune der Geschlechtsbasis. Eine längere besondere Verbindung, ein problematischer Kanal, fehlt also den Synaptiden wie den Aspidochiroten (s. das Schema CUÉNOTS 1891, Taf. XXVIII, Fig. 52). Die Genitallacune bildet ein System von Spalträumen in der Bindegewebsschicht des Genitalschlauches. Bei etwas geschrumpften Exemplaren sind diese Verhältnisse besonders deutlich; es hat sich bei diesen Cölomepithel, Muskulatur und eine dünne Bindegewebslage von dem Innenepithel und seinem Bindegewebsüberzug gelöst, und der Zwischenraum wird dann in ähnlicher Weise mit Blutflüssigkeit ausgefüllt, wie CUÉNOT das von *Synapta inhaerens* als normal angegeben hat (vgl. 1891, Taf. XXVIII, Fig. 52 und Taf. XXX, Fig. 77). CLARK (1898) vermißte in dem Genitalgefäß den charakteristisch granulierten Inhalt der Blutlacunen, was ihn in bezug auf die Richtigkeit der Deutung als Blutgefäß zweifelhaft macht; bei *Rhabdomolgus* ist das Blutgerinnsel an jener Stelle jedoch unverkennbar vorhanden.

Von der Geschlechtsbasis wendet sich nun das dorsale Blutgefäß unter Verringerung seines Durchmessers dem Darm zu (Taf. XXXIV, Fig. 30). Nach seiner Kommunikation mit der Genitalblutlacune verläuft dasselbe jedoch nicht mehr mitten im Mesenterium, sondern bildet eine Aussackung desselben an der linken Seite, eine Eigentümlichkeit der Lage, die von dort an während des ganzen weiteren Verlaufes beibehalten wird. Diese auffallende Tatsache, auf die zuerst SEMPER (1868) und später LUDWIG (1889—92) nachdrücklich hingewiesen hat, entbehrt leider noch immer einer Erklärung.

In seinem schrägen Verlauf vom Genitalschlauch erreicht das Mesenterialgefäß den Darm etwa am Anfang des Magens; es ist hier entschieden enger, als in der Nähe der Geschlechtsbasis, nimmt dann aber nach hinten an Weite bedeutend zu, um sich jenseits der Mitte wieder zu verengern und an der Grenze des resorbierenden Teiles vom Enddarm blind zu endigen. Bei vielen andern Arten hört das dorsale Blutgefäß schon am Hinterende des Dünndarmes auf (z. B. bei *Synapta digitata*, HAMANN 1884).

Mit dem gegenüberliegenden ventralen Darmgefäß ist das dorsale

durch das Gefäßnetz in der Wand von Dünndarm und Magen verbunden. Diese ausgedehnten Lacunen trennen das Cölomepithel fast vollkommen von dem Innenepithel, indem die Verbindung nur durch allerdings zahlreiche Bindegewebsbrücken hergestellt wird (Taf. XXXII, Fig. 5 u. Taf. XXXV, Fig. 31). Hinten endigen die beiden Hauptdarmgefäße an gegenüberliegenden Stellen, und auch vorn verlassen die beiden den Darm an der Grenze von Magen und Oesophagus in gleicher Höhe. Das ventrale Gefäß wendet sich — ebenfalls unter Vergrößerung des Durchmessers — schräg nach außen, und zwar verläuft dasselbe hier in der Fortsetzung des dorsalen Mesenteriums auf der gegenüberliegenden Seite des Darmes, die sich zwischen Oesophagus und dem Stiel der POLischen Blase ausspannt. An dieser Stelle fällt die Wand des anti-mesenterialen Gefäßes durch ihre Dicke (10μ !) auf, die in der Hauptsache durch kräftige Längsmuskelfasern herbeigeführt wird. Weiter nach vorn erreicht das ventrale Blutgefäß den Stiel der POLischen Blase an seinem oberen Ende, also dort, wo sich derselbe, wie wir später sehen werden, in zwei Kanäle spaltet. Ob die Blutlacune hier schließt, oder ob bei unsrer Art eine Verbindung vom Ringgefäß zur POLischen Blase, wie sie von TIEDEMANN (1816) und DANIELSEN und KOREN (1882) erwähnt worden, existiert, konnte ich nicht entscheiden.

Beide Darmgefäße liegen wie bei andern kleinen Synaptiden dem Verdauungsrohr eng an, gleichwohl sind sie von den Bluträumen der Darmwand durch Bindegewebslamellen getrennt, die nur von Zeit zu Zeit durchbrochen sind. Beide stimmen ferner darin überein, daß sie (wie bei *Synapta digitata* und andern Arten: HAMANN 1884) einfache ungeteilte Röhren darstellen. In histologischer Beziehung sind das dorsale und das ventrale Blutgefäß dagegen merkwürdigerweise sehr verschieden. Letzteres hat viel dickere Wandungen (bis 10μ) und eine Längsmuskulatur, die aus sehr kräftigen Fibrillen besteht ($2-3 \mu$), wogegen die mesenteriale Blutlacune ganz dünne Wandungen besitzt und der Muskeln ganz zu entbehren scheint. Ob das ventrale Gefäß neben seinen Längsmuskelfasern auch eine dünne Ringmuskellage besitzt, konnte ich nicht mit Gewißheit feststellen. Die Längsmuskulatur ist am Anfang des Magens, wo die Blutgefäße überhaupt sehr eng sind, am schwächsten; vor und hinter dem Magen aber sehr kräftig ausgebildet.

Diese von den Angaben andrer Forscher abweichenden Befunde über die Muskulatur der Blutgefäße bei *Rhabdomolgus* bestätigen, daß diese histologischen Daten außerordentlich schwanken. Man braucht nur die Zusammenstellung von LUDWIG (1889—92, S. 208 u. 212)

anzusehen, um zu erkennen, daß in dieser Beziehung das Bekanntwerden neuer wiederum abweichender Verhältnisse nicht wundernehmen kann.

Von dem Blutgefäßring verlaufen nach oben, und zwar an der Innenseite der Fühlerkanäle, deutliche Blutlacunen, die sich bis zu den Semilunarklappen hin verfolgen lassen. Da diese Blutgefäße zu den Fühlern nunmehr schon von drei Arten (*Synapta digitata*, HAMANN 1884, *Synapta vivipara*, CLARK 1898, und *Rhabdomolgus*) nachgewiesen sind, so wird es wahrscheinlich (obgleich sie CUÉNOT bei *Synapta inhaerens* nicht auffand), daß dieselben ein allgemeines Merkmal der Synaptiden und überhaupt der Holothurien darstellen.

Radiäre Blutgefäße sind bisher bei Synaptiden noch niemals wahrgenommen worden. Ich habe zwar zwischen Nerv und Ringmuskulatur einen feinen radiären Gewebsstrang aufgefunden, glaube denselben aber aus später zu erörternden Gründen dem Wassergefäßsystem zurechnen zu müssen.

Die Inhaltsflüssigkeit der Bluträume stimmt insofern mit der des Wassergefäßsystems überein, als beide zahlreiche Wanderzellen enthalten, und zwar in der Hauptsache unbeladene Wanderzellen und Freßzellen. Diese Übereinstimmung ist vielfach als ein Grund für das Vorhandensein einer offenen Verbindung beider Hohlraumssysteme angeführt worden (z. B. von VOGT und JUNG 1887). Bei *Rhabdomolgus* beweist jedoch die Verschiedenheit der Flüssigkeit selbst das gerade Gegenteil; denn in den Bluträumen gerinnt dieselbe nach der Konservierung sehr stark, wogegen sie im Wassergefäßsystem auch an Schnitten kaum zu sehen ist. Das Vorhandensein derselben Wanderzellen in beiden Systemen bedarf aber, wie LUDWIG (1889—92) mit Recht hervorhebt, bei Berücksichtigung der Eigenschaften dieser Zellen keiner besonderen Erklärung durch Annahme einer offenen Verbindung. Zudem hat HÉROUARD (1890) bewiesen, daß das Wassergefäßsystem wie die Leibeshöhle besondere runde Öffnungen zum Eintreten der Wanderzellen besitzt.

VII. Geschlechtsorgane.

Schon KEFERSTEIN (1863) hatte bemerkt, daß *Rhabdomolgus ruber* nur einen einzigen unverzweigten Genitalschlauch besitzt. Die Länge und Dicke desselben variiert außerordentlich; man findet Exemplare, an denen derselbe bedeutend kürzer ist als die POLISCHE Blase, und andererseits lehrte schon KEFERSTEINS Abbildung, daß im Zustand voller Geschlechtsreife der Eischlauch bis ins hintere Körperdrittel reichen kann. Besonderes Interesse bietet der Genitalschlauch dadurch, daß

derselbe immer auf der rechten Seite des dorsalen Mesenteriums hängt; denn bei den übrigen Holothurien, die nur an einer Seite des Mesenteriums Geschlechtsschläuche entwickeln, ist es immer gerade umgekehrt die linke Seite der Leibeshöhle, welche dieselben beherbergt.

Die Geschlechtsbasis von *Rhabdomolgus* ist nur dadurch kenntlich, daß an derselben der Genitalschlauch in das Mesenterium eintritt und das Blutgefäß aufnimmt. Die Dicke des Schlauches beträgt an dieser Stelle etwa 100—130 μ . Von hier aus verengt sich derselbe bis zu einem Durchmesser von etwa 35 μ (und einem Lumen von 13 μ) und läuft in einer Querschnittsebene des Tieres der Genitalöffnung zu. Der Genitalgang und seine genau dorsale Ausmündung wurden von KEFERSTEIN übersehen und zuerst von LUDWIG (1905) aufgefunden. Wie bei allen Synaptiden liegt die Geschlechtsöffnung, wie die wenig davon entfernte Geschlechtsbasis, dicht hinter dem Fühlerkranz; bei unsrer Art in einer Entfernung von etwa 0,2 mm.

Histologisch betrachtet, lassen sich an dem Geschlechtsschlauch von *Rhabdomolgus ruber* wie bei allen übrigen Holothurien vier Schichten unterscheiden: das äußere Epithel, die Muskellage, das Bindegewebe (mit der Blutlacune) und das innere Keimepithel. Das äußere Epithel, das bei verschiedenen Arten und Gruppen der Holothurien große Verschiedenheiten aufweist, setzt sich bei *Rhabdomolgus* (wie auch z. B. bei *Synapta digitata*, HAMANN 1884, und *Caudina arenata*, GEROULD 1896) aus flachen Epithelzellen zusammen; indessen kann sich die Gestalt derselben bei Kontraktion der Muskulatur erheblich ändern.

Unmittelbar in Kontakt mit dem Cölomepithel steht die Muskelschicht, deren Längsfasern nach HAMANN (1884) zu Epithelmuskelzellen gehören. Wir hatten schon Gelegenheit, zu erwähnen, daß bei *Rhabdomolgus* die Verbindung der Muskulatur mit dem Epithel, dem dieselbe ihre Entstehung verdankt, auch an andern Stellen erhalten bleibt. An den Genitalschläuchen scheint jedoch bei fast allen Holothurien eine Trennung der Muskulatur vom Cölomepithel durch Bindegewebe nicht aufzutreten; nur *Trochostoma thomsonii* (DANIELSSEN und KOREN 1882) und *Caudina arenata* (GEROULD 1896) scheinen hier eine Ausnahme zu machen.

Die Muskelschicht des Genitalschlauches von *Rhabdomolgus* besteht, wie es scheint, nur aus isoliert verlaufenden Längsmuskelfasern, wenigstens habe ich niemals mit Bestimmtheit Ringmuskelfasern nachweisen können. Auch *Synapta vivipara* (CLARK 1896) zeigt lediglich längsverlaufende Fasern, und *S. Girardii* Pourtalès besitzt innerhalb der Längsmuskulatur nur vereinzelte Ringmuskelfibrillen. Bei den

übrigen Holothurien scheint dagegen die Ringmuskulatur häufiger vorzukommen; oft genug treten bekanntlich auch beide Lagen gemeinsam auf (s. LUDWIG 1889—1892).

Das Bindegewebe bildet bei *Rhabdomolgus* (besonders bei den männlichen Schläuchen) zwei fast ganz getrennte dünne Lagen, zwischen denen sich die große Blutlacune befindet. In dieser Blutlacune, wie auch im äußeren Epithel findet man bei offenbar entleerten oder untätigen Geschlechtsschläuchen häufig Excretionswanderzellen, was jedoch noch nicht berechtigt, die RUSSOSCHE Annahme (1900) einer excretorischen Funktion der ruhenden Genitalorgane auf *Rhabdomolgus* zu übertragen.

Das innere Epithel weist im Ausführungsgang und in dem eigentlichen Eischlauch ganz verschiedene Charaktere auf. Dort ist es ein wimperndes Cylinderepithel mit tief färbbaren Kernen, hier dagegen entstehen in ihm die Geschlechtsprodukte. Gerade an der Stelle, wo der dorsale Blutgefäßstamm mit der Lacune des Geschlechtsschlauches zusammenhängt, treten die ersten Zellen auf, die sich durch ihren (7,5 μ) großen Kern als Geschlechtszellen zu erkennen geben. Das Chromatin derselben ist in ganz gleichen, fast isolierten Stücken an der Peripherie der Kerne verteilt. Dann finden lebhaftere Zellteilungen statt, deren Produkte schon als junge Eier oder Spermatozoen differenziert sind.

Es würde für unsern Zweck zu weit führen, wenn wir hier eine Darstellung der Ei- und Samenbildung geben wollten. Unter Berücksichtigung der feineren Kernveränderungen und bei einem genauen Vergleich derselben mit den bei andern Tiergruppen so genau bekannten Vorgängen bietet eine solche Betrachtung reichlich Stoff zu einer gesonderten Untersuchung.

Nur bezüglich der Entstehung der Eier möchte ich auf einige Punkte hinweisen. Die Eibildung bei den Actinopoden und Paractinopoden scheint sich in charakteristischer Weise dadurch zu unterscheiden, daß die ersteren einen Eifollikel und eine radiär gestreifte, von einer Micropyle durchbrochene Hülle aufweisen, die den Synaptiden fehlen. Der Mangel der erwähnten Bildungen ist von *Synapta inhaerens* (CUÉNOT 1891, C. SCHNEIDER 1902) und *Synapta digitata* (HAMANN 1884) bestätigt, und ähnlich liegen die Dinge bei *Synapta vivipara* (CLARK 1898). Auch bei *Rhabdomolgus* kann von einer eigentlichen Follikelbildung keine Rede sein; mit zunehmendem Alter werden die Eizellen nur von einer dünnen Bindegewebslamelle, die sich zwischen dieselben von außen her einschiebt, eingehüllt. Die innere Seite der Eier bleibt jedoch immer, wenigstens zum Teil, frei. Man kann diese teilweise Umhüllung von Bindegewebe als einen Zustand ansehen, der dem vollständigen

Einwandern ins Bindegewebe, das HAMANN (1884) annimmt, verwandt ist. Die Eier wenden auf diese Weise jedenfalls der Blutlacune eine große Fläche zu, können reichlich Nahrung aufnehmen und Reservestoffe bilden.

An jungen, oder gerade nur kleine Eier enthaltenden Schläuchen kann man feststellen, daß die eigentliche Bildung der Geschlechtszellen dicht hinter der Genitalbasis stattfindet, wogegen das hintere Ende des Schlauches fast nur reifere Eier enthält (Taf. XXXIV, Fig. 30). Der Ansicht SELENKAS (1867), der annahm, die Entwicklung der Eier ginge nur von den Enden der Geschlechtsschläuche aus, ist schon HAMANN (1883, 1) mit Recht entgegengetreten. Auf dem Höhepunkt der Geschlechtsperiode scheinen auch bei *Rhabdomolgus* zwischen den großen Eiern im hinteren Teile des Eischlauches Neubildungen von Eiern stattzufinden.

Die Vergrößerung der Eizellen betrifft sowohl den Kern wie das Plasma. Das Chromatingerüst des ersteren wird bei der Vergrößerung des Keimbläschens immer feiner und besteht endlich nur noch aus einer Unmenge kleiner Körner, die über das Lininnetz verteilt sind (Taf. XXXIV, Fig. 30). Gleichzeitig nimmt der Keimfleck, der in den Anfangsstadien bei den komplizierten Vorgängen im Kern ganz fehlte, an Größe zu. Zuerst ist er scheibenförmig und liegt an der Kernwand; später wird er rund und nimmt eine mehr centrale Lage ein. Der Nucleolus zeigt auf Schnitten immer Vacuolen, und verhält sich in bezug auf seine Färbbarkeit ähnlich wie die früher besprochenen degenerierten Kerne der Freßzellen. Die Vacuolen des Keimflecks wurden schon von CUÉNOT (1891, läßt dieselben austreten! [bourgeonner]), GEROULD (1896) und C. SCHNEIDER (1902) u. a. beobachtet.

Der Kern ist gegen das umgebende Plasma durch eine starke, leicht färbbare Kernmembran abgeschlossen. Nachdem die Plasmamenge zunächst eine Zeitlang größer geworden ist, ohne daß diese Volumzunahme auf Rechnung besonderer Einschlüsse zu setzen wäre, tritt bei etwa 45μ großen Eiern (mit einem Keimbläschen von 25μ Durchmesser) eine lebhafte Dotterbildung ein. Dieser Reservestoff wird in runden Kügelchen (oder Brocken) gleichmäßig in das Plasma abgeondert. Bei den größten Eiern, die einen Durchmesser von etwa 250μ , ein Keimbläschen von 82μ und einen Keimfleck von 17μ besitzen und etwa doppelt so groß als die der *Synapta digitata* sind (vgl. HAMANN 1884), scheinen jedoch die stark färbbaren Dotterkörner (Eisenhämatoxylin) aus dem Plasma fast ganz verschwunden, nur in der Randzone desselben trifft man dieselben dicht gedrängt und in großer Zahl an.

Die Spermatozoen zeigen bei *Rhabdomolgus ruber* nichts Bemerkenswertes. Ihr Kopfstück hat einen Durchmesser von etwa $2,5 \mu$, ist also nicht unbedeutend kleiner als das Kopfstück der Samenzellen von *Caudina*, das $3,6 \mu$ dick ist.

H. LUDWIG hat in seiner vorläufigen Mitteilung über *Rhabdomolgus* die Vermutung ausgesprochen, daß diese Art nicht zwitterig, sondern getrenntgeschlechtlich sei. In der Tat trifft man in den Eierschläuchen während jedes beliebigen Stadiums der Eibildung niemals Spermatozoen an. Und andererseits fehlen in den Hoden auch die Eier. Leider kann ich diese letztere Behauptung nicht entfernt mit der Sicherheit aussprechen, wie die vorhergehende; denn die männlichen Exemplare von *Rhabdomolgus* sind so selten, daß ich nur wenige unter den von mir geschnittenen Stücken angetroffen habe. Bei einem Exemplar habe ich jedoch auch im Hodenschlauch einige große Zellen mit dickem Kern und Nucleolus angetroffen, und ich bin nicht ganz sicher, ob diese als Spermatogonien aufgefaßt werden müssen. Sollten dieselben dagegen junge Eier darstellen, so wäre man zu der Annahme gezwungen, daß der Gonochorismus unsrer Art kein ganz scharfer wäre.

Die Tatsache, daß fast alle andern Paractinopodengattungen außer *Synapta* getrenntgeschlechtliche Formen aufweisen, und der Umstand, daß auch die einfachste Synaptide, nämlich *Rhabdomolgus*, gonochoristisch ist, scheint mir dafür zu sprechen, daß die Zwitterigkeit der *Synapta*- und *Chiridota*-Arten, die ja ohnehin nicht zur Selbstbefruchtung führen kann (CUÉNOT 1891), eine sekundär erworbene ist, die sich aus der Getrenntgeschlechtlichkeit der Vorfahren entwickelt hat (gegen HAMANN 1884).

Ich muß noch mit einigen Worten auf die oben erwähnte Seltenheit der ♂ von *Rhabdomolgus* zurückkommen. Zunächst wäre hier die Vermutung nicht von der Hand zu weisen, daß eine Umwandlung der Geschlechter ineinander stattfände und hierdurch das zeitweilige Fehlen der männlichen Individuen verständlich würde. CUÉNOT (1891) hat darauf hingewiesen, daß die an einem Ort gesammelten Exemplare von *Synapta inhaerens* genau dasselbe Stadium der Geschlechtsreife aufwiesen, und daß man somit zuweilen nur Tiere mit Eiern auffände. Bei *Rhabdomolgus* ist es jedoch ausgeschlossen, daß ich durch derartige Verhältnisse getäuscht worden bin; denn ich habe häufig ganz geschlechtsreife Weibchen dicht neben solchen gefunden, deren Eier noch ganz klein und dotterfrei waren. Es bleibt also nichts übrig, als anzunehmen, daß die Weibchen von *Rhabdomolgus* in außerordentlicher Mehrheit

auftreten. Übrigens hat SELENKA schon im Jahre 1867 auf die Seltenheit der Männchen bei den Holothurien hingewiesen.

Die Entwicklung der Geschlechtsorgane ist in neuerer Zeit vielfach Gegenstand der Untersuchung gewesen. Dabei hat sich von den Vermutungen SEMONS (1888) nur bestätigt, daß die Genitalzellen vom Cölomepithel abzuleiten sind. RUSSO (1896 u. 1902) und CLARK (1898) haben — der erstere an Actinopoden, der letztere an *Synapta vivipara* — mit voller Sicherheit nachweisen können, daß die Keimzellen vom Cölomepithel aus gebildet werden. Sie vermehren sich schnell, trennen sich vom Epithel und bilden alsdann einen Zellhaufen, der zwischen den beiden Blättern des dorsalen Mesenteriums liegt. Mit dieser Entstehungsweise lassen sich auch die Beobachtungen in Einklang bringen, die HÉROUARD (1890), MORTENSEN (1894) und andere schon früher an andern Arten gemacht hatten. Bei *Rhabdomolgus* entsteht die erste Anlage der Geschlechtsorgane wie bei *Synapta vivipara* sehr früh bei jungen Fünftentakelstadien. Es entsteht hier an der rechten, also dem Steinkanal gegenüberliegenden Seite des dorsalen Mesenteriums ein Zellklumpen, der sich in das Mesenchym einschiebt und die Cölomblätter auseinander treibt. Die Größe und Struktur der Kerne läßt schon jetzt die spätere Aufgabe dieser Zellen erkennen. Weiterhin tritt dann, wie gleichfalls von andern Arten schon bekannt ist [vgl. HÉROUARD (1890), MORTENSEN (1894), CLARK (1898) und RUSSO (l. c.)], in dem Zellhaufen ein Spaltraum auf, der durch die Keimzellen wie von einem unregelmäßigen Epithel begrenzt wird. Durch das weitere Wachstum des (gebildeten) Innenepithels wird dann — etwa gleichzeitig mit der Vermehrung der Fühler — die Cölomlamelle ausgebuchtet, so daß auch äußerlich der junge Genitalschlauch am Mesenterium hervortritt. Am spätesten wird bei *Rhabdomolgus* wie bei andern Arten (*Cucumaria glacialis*, MORTENSEN 1894, *Synapta vivipara*, CLARK 1898) der Ausführungsgang gebildet. An Achttentakelstadien vermißt man denselben noch völlig. Er tritt erst auf, wenn das junge Tier seine sämtlichen zehn Fühler besitzt und anfängt geschlechtsreif zu werden.

Nach CLARK (1898) geschieht die Bildung der Genitalzellen vom rechten Blatt des Cöloms am Mesenterium aus. Trotzdem entwickeln sich jedoch Geschlechtsschläuche nach beiden Seiten, doch so, daß man noch lange erkennen kann, daß die rechte Seite in der Entwicklung voraus ist. Da auch bei *Rhabdomolgus* die Bildung der Geschlechtszellen von der rechten Seite ausgeht und auch nur ein Schlauch beim ausgewachsenen Tier vorhanden ist, so läge es nahe, anzunehmen, daß ursprünglich bei den Holothurien nur ein rechter Geschlechtsschlauch

angelegt wurde, dem dann erst späterhin im Laufe der phylogenetischen Entwicklung ein linker folgte. Bei genauerer Betrachtung erweist sich jedoch diese Annahme als unhaltbar. Aus den Angaben und Figuren von Russo (1896 u. 1902) geht nämlich hervor, daß bei *Holothuria* die Urogenitalzellen vom linken Enterocölblatt des Mesenteriums abstammen. Bei dieser Gattung könnte das vielleicht sekundär sein und mit dem einseitigen Auftreten der Genitalschläuche zusammenhängen. Indessen finden wir dieselben ontogenetischen Verhältnisse bei *Phyllophorus urna*, einer Art, bei der ähnliche Beziehungen zum Habitus der Geschlechtsorgane beim alten Tier nicht maßgebend gewesen sein können.

Müssen wir daher die Frage nach der ursprünglich einseitigen oder zweiseitigen Abstammung der Genitalzellen dahingestellt sein lassen, so glaube ich doch das ursprünglich paarige Auftreten der Genitalschläuche als sicher annehmen zu können. Dagegen könnte von einem Standpunkt, nach welchem *Rhabdomolgus* als Stammform der Holothurien angesehen würde, erwidert werden, daß gerade diese einfachste Form auch in bezug auf die ursprüngliche Gestalt der Genitalorgane einen richtigen Fingerzeig an die Hand gäbe. Eine solche Auffassung wird aber durch die Tatsachen der Entwicklungsgeschichte unwahrscheinlich gemacht; denn eine Betrachtung von Fig. 30 (Taf. XXXIV), die die Genitalanlage eines jungen Tieres mit acht Tentakeln wiedergibt, lehrt, daß bei diesem Stadium nicht nur ein rechter, sondern auch ein linker, wenn auch kleinerer Genitalschlauch vorhanden ist. Es muß also angenommen werden, daß auch *Rhabdomolgus* ursprünglich zwei Genitalschläuche besessen hat und die Einfachheit seiner ausgebildeten Geschlechtsorgane einer sekundären Rückbildung verdankt.

VIII. Leibeshöhle, Muskulatur der Körperwand und contractile Rosetten.

Leibeshöhle.

Die Leibeshöhle der Synaptiden besteht aus nur zwei Teilen. Außer dem großen Hauptraum, der vom Mesenterium durchzogen wird, ist nur der Schlundsinus vorhanden. Bei *Rhabdomolgus* ist der Oesophagealsinus nur sehr unvollkommen von der allgemeinen Leibeshöhle abgetrennt; sowohl zwischen den Fühlerkanälen als auch zwischen Ringkanal und Oesophagus sind zahlreiche Lücken vorhanden. ¹

Die ganze Leibeshöhle ist innen von einem Plattenepithel ausgekleidet. Auch hier ist jedoch, wie wir schon von andern Stellen

erwähnten (und wie auch HAMANN für *Cucumaria cucumis* angibt 1883, 1), die Form dieser Epithelzellen von dem Kontraktionszustand der Muskulatur abhängig. Wimpern habe ich auf denselben niemals nachweisen können. Obgleich nun auch bei einigen Synaptiden die Bewimperung der Mesenterien zu fehlen scheint, so bin ich doch zweifelhaft, ob eine genaue Untersuchung des lebenden Gewebes nicht auch bei *Rhabdomoligus* das Vorhandensein von Wimpern ergeben würde.

LUDWIG (1889—92) hat die Frage aufgeworfen, ob sich nicht vielleicht in unmittelbarer Verbindung mit dem Leibeshöhlenepithel eine Bindegewebsschicht nachweisen ließe, die mit dem Epithel zusammen als Peritoneum bezeichnet werden könnte. Dafür spricht die Angabe von DANIELSEN und KOREN (1882), die eine derartige Bindegewebslage in der Körperwand antrafen. Auch die äußere Bindegewebsschicht des Darmes ließe sich, wie LUDWIG gleichfalls ausführt, zu dem visceralen Blatte dieses Peritoneums rechnen.

Bei Gelegenheit unsrer Erörterungen über die Muskulatur und die Bindegewebsschicht des Darmes haben wir bereits dargetan, daß das Auftreten einer solchen Schicht abhängt von der Trennung der Muskulatur von dem Epithel, dem dieselbe ihre Entstehung verdankt. Wo diese Muskulatur, wie bei *Rhabdomoligus*, fast überall in Zusammenhang bleibt mit ihrer Matrix — wenn wir so sagen dürfen —, da fehlt auch jede Spur einer peritonealen Bindegewebslage.

Muskulatur der Körperwand.

Aus dem soeben Bemerkten geht hervor, daß der unmittelbare Kontakt von Muskulatur und Cölomepithel im allgemeinen erhalten ist. Bei der Ringmuskellage ist dieser Verband ein so inniger, daß man die Muskelfasern auf Längsschnitten deutlich in die Cölomepithelzellen eingedrückt sieht (Taf. XXXIV, Fig. 22). Wie bei allen Synaptiden, so ist auch bei *Rhabdomoligus* die Quermuskulatur als Ringmuscularis ausgebildet. Ihre durchaus parallelen Fasern liegen niemals übereinander, sondern bilden nur eine einfache Schicht. HAMANN (1883, 2) hat darauf hingewiesen, daß die Quermuskulatur von *Synapta* unterhalb der Längsmuskeln starke Querfalten bildet, wodurch auf Längsschnitten das Vorhandensein einer breiten besonderen Gewebslage zwischen Radialmuskel und Nerv vorgetäuscht wird. Diese Eigentümlichkeit ist auch bei *Rhabdomoligus* zu beobachten, nur daß bei dieser Art die Wülste der Ringmuscularis bei weitem nicht so hoch werden und keine so weitgehende Trennung bedingen, wie das bei *Synapta digitata* der Fall zu sein scheint (vgl. HAMANN, Fig. 26).

Die fünf Längsmuskeln sind bei *Rhabdomolqus*, wie bei den Synaptiden überhaupt, einfach. Ihre Gestalt wechselt in hohem Maße, je nach dem Zustand der Kontraktion. Auf Querschnitten erkennt man, daß ein Radialmuskel innen von einer dicken Lage Cölomepithel überkleidet ist (Taf. XXXIV, Fig. 28). Unter dieser folgt eine dünne Bindegewebsschicht, die mit der gegenüberliegenden Lamelle des Bindegewebes durch zahlreiche Blätter verbunden ist. An diesen Bindegewebsblättern, die sich in unregelmäßiger Weise durch das Muskelbündel hindurchziehen, sind die Fasern befestigt. Zur Bildung von Muskelprimitivbündeln, wie sie bei Pedaten anzutreffen sind (HAMANN 1883, 1 und 1884, JOURDAN 1883 und HÉROUARD 1890), kommt es bei *Rhabdomolqus* so wenig, wie bei andern Synaptiden.

In den Radialmuskeln trennen sich also auch bei *Rhabdomolqus* die Fasern vom Epithel, um alsdann von Bindegewebe umhüllt und in ihrer Lage gehalten zu werden. An jungen Fünftentakelstadien läßt sich die Bildung der Längsmuskulatur deutlich erkennen. Die Fasern entstehen unter einem Längsstreifen stark verdickter Entero-cölzellen. Zuerst liegen diese Längsfasern in geringer Zahl genau parallel nebeneinander und bilden nur eine einzige Lage. Später schieben sich neue Fasern zwischen die alten und das Epithel ein; letzteres wird nach innen gedrängt und springt gegen die Leibeshöhle zu als Ausbuchtung vor. Zwischen die vom Cölomepithel abgedrängten Fasern schiebt sich von den Seiten Bindegewebe ein, und dieses dient dann später zur Einbettung und weiterhin zur Befestigung der Fasern. SEMON (1888) war der erste, der die Herkunft der Radialmuskelfasern an *Synapta digitata* richtig erkannte und ihre Ableitung vom Mundschild (BAUR 1864, METSCHNIKOFF 1869) oder vom Radialwassergefäß mit Recht zurückwies. Bei *Synapta vivipara* entstehen die Radialmuskeln in einer ziemlich geräumigen Falte des Cölomepithels (CLARK 1898); doch scheint auch diese Entstehungsweise von der oben beschriebenen nicht prinzipiell verschieden zu sein.

Die Ringmuscularis wird bei *Rhabdomolqus* ungefähr gleichzeitig mit den Radialmuskeln gebildet. SEMON (1888) hat für *Synapta digitata* behauptet, daß die Quermuskulatur früher angelegt würde und darauf die Anordnung: Ringmuskulatur außen, Längsmuskeln innen zurückgeführt. Indessen scheint mir diese Lagerung auch dann erklärbar, wenn die Längsmuskulatur früher gebildet wird. In der Tat hat CLARK (1898) diese umgekehrte Ordnung in der Entstehung der Muskulatur beobachtet. Man braucht ja nur anzunehmen, daß sich die wachsenden Ringmuskelfasern zwischen den in die Cölomfalte verlegten Längs-

muskeln und dem Radiärkanal bzw. Nerv durchschieben, um auch dann die tatsächliche Anordnung verständlich zu finden. Man muß jedoch zugestehen, daß die Angaben über das frühere oder spätere Auftreten der verschiedenen gerichteten Muskellagen immer unsicher sind, denn die dicken Längsfasern können schon wahrgenommen werden, wenn die dünnen Querfasern kaum mit Bestimmtheit nachzuweisen sind, so daß leicht eine Täuschung entstehen kann.

Auch beim ausgebildeten Tier unterscheiden sich Ring- und Längsmuskulatur bekanntlich durch die auffallend verschiedene Dicke ihrer Elemente. Die längsverlaufenden Fasern können bei unsrer Art häufig eine Dicke von 5μ erreichen. Auf dem Querschnitt sind dieselben nicht rund, sondern zeigen die Gestalt unregelmäßiger Polygone mit abgestumpften Enden (Taf. XXXIV, Fig. 28), eine Eigentümlichkeit, die durch den seitlichen Druck der Muskelfasern (bei Kontraktion) gegeneinander vollauf erklärt wird. Dieser seitliche Druck, der bei der Anspannung der Radialmuskeln auftritt, erklärt auch, daß die Kerne derselben häufig zu der Gestalt spitzer Keile deformiert sind (s. Taf. XXXII, Fig. 4).

Bezüglich der feineren Histologie der Längsmuskelfasern will ich hier nur noch der Angabe von LEYDIG (1854) gedenken, nach welcher dieselben aus keilförmig ineinander geschobenen Querstücken zusammengesetzt sein sollen. Man kann diese Zusammensetzung aus einzelnen Stücken, die von den meisten Forschern nicht gesehen wurden, dadurch hervorheben, daß man mit Eisenhämatoxylin färbt und vorsichtig differenziert. An so behandelten Präparaten wird deutlich, daß in einer Faser geschwärzte und ungeschwärzte Stücke aufeinander folgen. Da genau dasselbe Verhalten gegen den genannten Farbstoff eine Eigentümlichkeit aller quergestreiften Muskelfasern ist, so könnte man geneigt sein, die alte Auffassung von VALENTIN und von QUATREFAGES (1842) über die Querstreifung der Muskelfasern bei Holothurien wieder aufzunehmen. Obwohl jedoch die erwähnte Differenzierung auch an Material zu sehen ist, das in FLEMMINGScher Lösung fixiert wurde, so halte ich doch die Erklärung der Erscheinung durch Faltungen des Sarcolemms, die sich auf Beobachtungen von LEYDIG, JOURDAN (1883) und GEROULD (1896) stützt und zuerst von JOURDAN gegeben wurde, für wahrscheinlicher. Auch die Annahme eines postmortalen Zerfalls der Fasersubstanz (SEMPER) hat vieles für sich.

Contractile Rosetten.

Über die Wiederauffindung dieser rätselhaften Organe habe ich bereits in einer vorläufigen Mitteilung kurz berichtet (BECHER 1906).

Ein sonderbarer Zufall wollte, daß die contractilen Rosetten, die fast genau so lange vergeblich gesucht worden sind wie der verschollene *Rhabdomolgus*, gerade an dieser Art wieder entdeckt wurden. Sie sind jedoch in ihrem Vorkommen durchaus nicht auf diese Art beschränkt; denn JOH. MÜLLER (1850 u. 1852) sah dieselben zum ersten Male an jungen Fünftentakelstadien der *Synapta digitata* und WYV. THOMSON (1862), der einzige Forscher, der dieselben nach JOH. MÜLLER in Tätigkeit beobachtet hatte, konstatierte dieselben bei Jungen der *Synapta inhaerens* von demselben Entwicklungsstadium. Die Richtigkeit seines Befundes habe ich selbst bestätigen können, nachdem ich die Rosetten bei *Rhabdomolgus* wiedergefunden und sie auch bei meiner *Synapta minuta* nachgewiesen hatte. Da das Vorkommen derselben nunmehr schon von vier sehr verschiedenen Arten (aus zwei Gattungen) der Synaptiden nachgewiesen ist, so darf man wohl mit Recht eine weite Verbreitung der Organe in der Familie der Synaptiden voraussetzen.

Die naheliegende Annahme, daß es sich in diesen Organen um Bildungen handle, die nur den älteren Larven, d. h. Fünftentakelstadien der Synaptiden zukämen, ist jetzt unhaltbar geworden, da dieselben nach meinen Beobachtungen nicht nur an älteren, schon völlig ausgebildeten Tieren von *Synapta inhaerens* zu sehen sind, sondern auch den adulten Exemplaren von *Rhabdomolgus* und *Synapta minuta* ebenso gut zukommen, wie deren Jugendstadien.

Die Hauptschuld an der Tatsache, daß die pulsierenden Rosetten während 44 Jahren von keinem Forscher gesehen wurden, liegt vielleicht an dem Urteil von BAUR (1864), der dieselben als rudimentäre Kalkrädchen erklärte und so die Aufmerksamkeit von denselben ablenkte. Ob BAUR die in Rede stehenden Bildungen überhaupt gesehen hat, scheint mir einigermaßen zweifelhaft; es wäre sonst kaum denkbar, daß ihm die Kontraktionen — auf die er doch geachtet hat — entgangen wären.

Diese Kontraktionen finden etwa vier- bis sechsmal in der Minute statt. Nach einer Kontraktion dehnt sich die Rosette sofort wieder aus; Kontraktion und Dilatation dauern zusammen etwa eine Sekunde.

Um die Art dieser Kontraktionen genauer kennen zu lernen, müssen wir das Aussehen der Organe im Leben schildern. JOH. MÜLLER hatte erkannt, daß in jeder Rosette, die sich bei Beobachtung unter dem Compressorium als ungefähr kreisförmig darstellt, eine hellere Mitte vorhanden ist, und daß von dieser dunkle Radialien ausgehen, die den Rand der Rosette nicht erreichen.

THOMSON zeichnet die Rosetten aus Segmenten zusammengesetzt,

deren Grenzen den dunklen Radien JOH. MÜLLERS entsprechen. Er irrt insofern, als er die Segmente innen bis zur Mitte und außen bis zum äußersten Rand reichen läßt.

Zu einer genaueren Beschreibung können wir an das Bild eines Rades anknüpfen (vgl. Textfig. 4 und Taf. XXXV, Fig. 34). Die dunklen Radien entsprechen den Speichen des Rades; sie laufen außen nicht bis zum äußersten Rand, sondern setzen sich mit kurzer Verbreiterung an den inneren Rand des Radkranzes an. Dieser Radkranz hat an lebenden Exemplaren einen Durchmesser von etwa 30–40 μ . Die Nabe, zu der hin die Radien (etwas an Dicke zunehmend) zusammenlaufen und sich zum Teil vereinigen, ist nicht kreisförmig, sondern von unregelmäßiger Gestalt. Die Helligkeit der Mitte wird durch Lichtbrechung in der Nabe hervorgerufen.

Bei der Kontraktion (Taf. XXXV, Fig. 34 *crz*) verkürzen sich nun die Radien; die Nabe wird etwas kleiner, wogegen der Radkranz dadurch breiter wird, daß sein innerer Rand von den Speichen mehr nach innen gezogen wird, als der äußere Rand. Kurz, es entsteht der Anschein, als ob die Segmente zwischen den Speichen nach der Mitte hin zusammenrückten, um sich bei der Dilatation wieder zu entfernen. Bei der Kontraktion verkleinert sich der Durchmesser der Rosetten um $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ ihres Durchmessers.

Fügen wir noch hinzu, daß die Rosetten bei den von uns untersuchten Arten nicht in der geringen Zahl von drei bis vier, wie JOH. MÜLLER angibt, sondern viel zahlreicher (z. B. 15) vorhanden sind (vgl. Textfig. 4), daß dieselben in unregelmäßiger Anordnung auftreten und niemals die braune Färbung aufweisen, die THOMSON den Rosetten der *Synapta inhaerens* zuschreibt, so haben wir das Wesentlichste, was an lebendem Material von diesen Organen zu erkennen ist, erwähnt.

Für histologische Untersuchungen dieser Gebilde erwies sich eine Fixierung der Tiere mit Sublimat-Eisessig (nach CLARK; siehe Einleitung) als allein befriedigend. Bei Anwendung anderer Fixierungsflüssigkeiten und ungeeigneter Färbungen sind die Rosetten an Schnitten sehr leicht zu übersehen. Mir hat die Kombination von Eosin und Wasserblau dabei die besten Dienste getan.

Am lebenden Tier sieht man die contractilen Rosetten immer in der Nähe des Kalkringes; auf Schnitten erkennt man nun, daß dieselben in den Räumen der Leibeshöhle befestigt sind, die zwischen den basalen Teilen der Tentakel und der Körperwand liegen (siehe z. B. Taf. XXXVI, Fig. 41 C). Dort sitzen dieselben teils in Form einer runden, an einem Stiel hängenden Blase, teils in Gestalt einer Halbkugel oder eines

kleineren Kugelabschnittes an der Körperwand oder auch an andern Stellen des oben angegebenen Raumes (Taf. XXXIII, Fig. 15—18). Auf ihrer Oberfläche werden diese Gebilde von Cölomepithel überzogen, das auch einige wenige Kerne enthält; halten wir also fest, daß die contractilen Rosetten zunächst als Ausstülpungen des Cölomepithels aufzufassen sind, deren Inneres nach der Bindegewebslage der Körperwand hin geöffnet ist.

Über den Inhalt dieser Ausstülpungen gelang es mir anfangs nicht vollkommen ins klare zu kommen. Färbemittel wie Hämatoxylin, Thionin oder Dahlia hoben diesen Inhalt gegenüber dem wenig gefärbten Epithelüberzug scharf hervor und zeigten mir, daß die keilförmigen Stücke oder Segmente, von denen wir oben sprachen, aus stark färbbarer Bindegewebsgrundsubstanz bestehen. An den so gefärbten Präparaten traten die »dunklen« Radien als helle ungefärbte Streifen hervor, die mit dem gleichfalls ungefärbten Epithel und der Mitte in Verbindung standen. Die gleichfalls ungefärbte Mitte schien bei so gefärbten Schnitten einen Hohlraum darzustellen, der sich zum Bindegewebe der Körperwand hin öffnete.

Wenn anders die Tätigkeit der pulsierenden Rosetten verständlich werden sollte, mußte es sich jedoch in erster Linie um den Nachweis contractiler Substanz in den Gebilden handeln. Was mich aber längere Zeit störte, an eigentliche Muskelfasern zu denken, war einerseits die Kleinheit der Organe, und andererseits das gänzliche Fehlen von Kernen in dem Innenraum. Indessen bewies die Differenzierung mit Eosin und Wasserblau, wie auch das Verhalten gegenüber andern Farbstoffen, daß nicht nur die Radien, sondern auch die Nabe muskulöser Natur sind (Taf. XXXIII, Fig. 15—18). Es mußte also scheinen, als ob in den contractilen Rosetten eine dicke centrale Muskelmasse vorhanden wäre, die in radiärer Richtung feinere, sich allmählich verzweigende und verjüngende Fasern abgäbe. Ob übrigens diese Verzweigung der Radien ursprünglich ist oder nur durch eine Verklebung dünnerer Fasern in der Nähe der Mitte vorgetäuscht wird, konnte ich nicht mit Sicherheit entscheiden.

Der Mangel der Kerne und der histologisch seltsame Bau einer Muskelmasse von der eben beschriebenen Form brachte mich jedoch zu der Vermutung, daß die einzelnen radial verlaufenden Fasern nicht central zu einer großen Muskelmasse verschmelzen, sondern daß diese Muskeln getrennt von der Oberfläche des Cölombläschens durch die Mitte zu der Öffnung der Ausstülpung hin liefen. Demnach mußte die centrale Muskelmasse nur als Kreuzungspunkt der zahlreichen Einzelfasern aufgefaßt werden. Endlich würde sich daraus das Fehlen der Kerne so

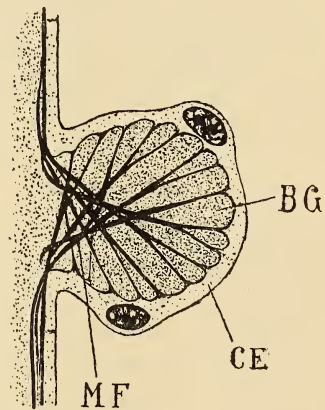
erklären, daß jeder der Radien seinen Kern hätte, daß dieser aber außerhalb der Rosette läge, an demjenigen Teil der Muskelfaser, der in ganz gewöhnlicher Weise dicht unter dem Cölomepithel verlief.

Diese Auffassung würde die scheinbar rätselhaften Bildungen morphologisch auf eine Modifikation des Cölomepithels und seiner Muskulatur zurückführen. Bei Anwendung starker Vergrößerungen gelingt es denn auch, den unabhängigen Verlauf jeder Muskelfaser durch den centralen Kreuzungspunkt nachzuweisen. Auch konnte ich erkennen, wie die Fasern sich an der Ansatzstelle der Organe in die subepitheliale Muscularis der Körperwand fortsetzen (Taf. XXXIII, Fig. 16—18).

Wir können die Resultate unsrer Untersuchung zusammenfassen, indem wir sagen: Die contractilen Rosetten stellen Ausstülpungen des Cölomepithels dar, die mit Bindegewebsgrundsubstanz gefüllt sind. An dieses Cölomepithelsäckchen setzen sich von innen in gleichmäßiger Verteilung die Außenenden von Muskelfasern an, die aus der Hautmuskelschicht kommen und sich an einer Stelle kreuzen. Jede Muskelfaser hat das Cölomepithel an ihrem Ansatzpunkt in eine kleine Spitze ausgezogen (s. Textfig. 4 und 7; ferner Taf. XXXIII, Fig. 16 u. 17).

Nebenstehende Textfig. 7 gibt eine schematische Darstellung der Organisation einer contractilen Rosette. Eine Betrachtung derselben wird auch die Funktionsweise derselben leicht verständlich machen. Eine Kontraktion der Muskelfasern bewirkt die Verkleinerung des Durchmessers, und nach Erschlaffung der Muskulatur wird die ursprüngliche Größe — vielleicht durch den Druck der Binde substanz — schnell wieder angenommen.

Nachdem ich die contractilen Rosetten, die nach ihrem Bau übrigens besser als pulsierende Peritonealsäckchen bezeichnet würden, auf Schnitten untersucht hatte, fiel mir die Ähnlichkeit derselben mit den Figuren auf, die CUÉNOT (1891) von »rätselhaften Bildungen« der *Synapta inhaerens* gibt (s. dessen Fig. 13). Auch die Lage und das Vorhandensein eines Cölomepithelüberzuges würde für die Identität



Textfig. 7.

Schema einer contractilen Rosette.
MF, Muskelfasern; BG, Binde substanz; CE, Cölomepithel.

mit den contractilen Rosetten sprechen. Das Innere der Ausstülpung ist zwar von diesem Autor als »fibrilläres Bindegewebe« bezeichnet worden, indessen bin ich überzeugt, daß es sich dabei um eine Verwechslung mit den Muskelfasern handelt. Ich glaube daher annehmen zu können, daß CUÉNOT an Schnitten die contractilen Rosetten gesehen hat, obgleich ihm die Identität mit den von JOH. MÜLLER und THOMSON beobachteten Organen gar nicht in den Sinn gekommen zu sein scheint. CUÉNOT dachte vielmehr, es handelte sich vielleicht um eigenartige »organes vibratiles« der Leibeshöhle.

JOH. MÜLLER hat die Vermutung ausgesprochen, die von ihm beobachteten contractilen Rosetten seien identisch mit den von QUATRE-FAGES (1842) an *Synapta inhaerens* beobachteten »Spiracula«. Auch THOMSON hat vermutet, die Rosetten stellten Sphincter von Poren dar, die die Leibeshöhle mit der Außenwelt in Verbindung setzten. Diese Annahme ist jedoch nach unsrer Darstellung sicher unhaltbar. Höchstens könnte man denken, die pulsierenden Peritonealsäckchen dienten zur Verbindung von Leibeshöhle und Bindegewebe und stellten Pumpwerke dar, durch welche Wasser in der einen oder andern Richtung vielleicht im Dienste der Atmung bewegt werden könnte.

IX. Wassergefäßsystem¹.

Der Wassergefäßring von *Rhabdomolqus ruber* liegt hinter dem Kalkring in einer Entfernung, die kaum größer ist, als die Dicke des letzteren. Der Gesamtdurchmesser des Ringkanals (125—250 μ) ist kleiner als der des Kalkringes, und dementsprechend verläuft der erstere näher am Oesophagus. Der Durchmesser des Kanals selbst beträgt ungefähr 17 μ ; er ist also ganz außerordentlich eng und um nichts weiter als etwa die Fühlerkanäle. Die Wand des Wassergefäßringes besteht aus nur drei Schichten, die alle sehr dünn und zum Teil schwer nachzuweisen sind. Außen wird er von einem flachen Cölomepithel überkleidet; dann folgt nach innen eine ganz dünne, nur mit Dahlia gut nachweisbare Bindegewebsmembran. Von einer Muskelschicht, die bei andern Holothurien kräftig ausgebildet ist, kann bei *Rhabdomolqus* keine Rede sein. Ich habe niemals Muskelfasern am Ringkanal nachweisen können, sondern immer gefunden, daß auf die Bindegewebschicht nach innen direkt das innere Epithel folgt.

Die POLISCHE Blase von *Rhabdomolqus* liegt genau ventral. CUÉNOT (1891) gibt für *Synapta inhaerens* genau die gleiche Stellung an. Eine

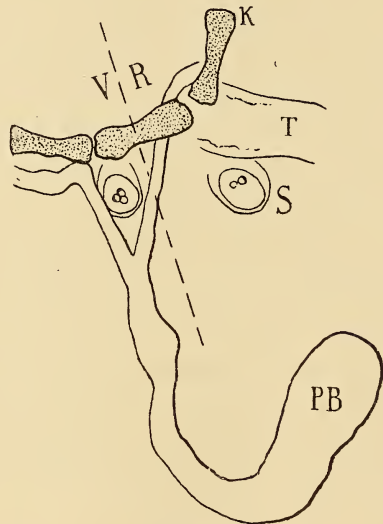
¹ Über die zelligen Elemente der ganz klaren Inhaltsflüssigkeit des Wassergefäßsystems siehe unter II. Haut, Wanderzellen.

linksseitige Lage, die sonst bei Holothurien mit nur einer POLischen Blase immer nachzuweisen ist, habe ich weder bei alten noch bei jungen Tieren finden können (s. Textfig. 9). Die POLische Blase unserer Art ist von keulenförmiger Gestalt und kann eine Länge von 0,8 mm, d. h. zuweilen $\frac{1}{4}$ der Körperlänge, erreichen. Die Ansatzstelle der POLischen Blase liegt nicht mit dem Ringkanal in einer Ebene. Dieser letztere ist nämlich zwischen den beiden Tentakeln, die der ventralen Mittellinie am nächsten liegen, nach hinten V-förmig ausgezogen, und die Blase setzt sich an die Spitze dieses V an (s. Textfig. 8). Dadurch gewinnt es bei oberflächlicher Betrachtung den Anschein, als ob die POLische Blase durch zwei Kanäle mit dem Ringkanal kommunizierte. Diese beiden Kanäle sind jedoch meiner Ansicht nach nichts anderes als Teile des nach hinten gezogenen Ringkanals selbst.

Die Wand der POLischen Blase stimmt, verglichen mit der des Ringkanals, in bezug auf die äußere und innere Plattenepithellage sowie in dem Vorhandensein einer dünnen Bindegewebsschicht überein; sie unterscheidet sich aber durch den Besitz einer kräftigen Ringmuskellage, deren Fasern in einfacher Schicht und streng parallel zueinander zwischen Bindegewebe und innerem Epithel verlaufen.

Wie die POLische Blase, so ist auch der Steinkanal bei

Rhabdomolgus nur in der Einzahl vorhanden. Seine Einmündungsstelle in den Ringkanal liegt genau dorsal der POLischen Blase gegenüber. Das proximale Ende des Steinkanals setzt sich von hinten und etwas von innen an den Wassergefäßring an. Von dort läuft der Steinkanal in einem nach vorn offenen Bogen (Taf. XXXIV, Fig. 37 u. 38) an der linken Seite des dorsalen Mesenteriums entlang der Körperwand zu, ohne dieselbe jedoch zu erreichen. Nur bei ganz jungen Fünftentakelstadien



Textfig. 8.

Ansatz der POLischen Blase (PB) an den Ringkanal. VR, ventraler Radius; K, Kalkringglied; T, Tentakel; S, Statocysten. Nach dem Leben mit Benutzung des Zeichenapparates gezeichnet. Projektion auf den Arbeitstisch bei zusammengeschobenem Tubus. WINKEL, Obj. 3, Oc. 1.

findet man den Steinkanal noch an der Körperwand befestigt. Auch bei *Synapta digitata* tritt nach BAUR (1864) und SEMON (1888) der Schwund des äußeren Teiles des Steinkanals schon beim Übergang der tonnenförmigen Larve in die junge *Synapta* ein, wogegen LUDWIG (1881) bei *Chiridota rotifera* noch bei Jungen mit sieben Fühlern das distale (geschlossene) Ende des Steinkanals in der Körperwand antraf. Bei *Rhabdomolpus* scheint die Verbindung des Steinkanals von der Körperwand dadurch gelöst zu werden, daß die Mesenchymschicht der letzteren an Dicke bedeutend abnimmt und eine Vergrößerung der Leibeshöhle eintritt. Es beginnt alsdann die Kommunikation von Steinkanal und Leibeshöhle, die die meisten adulten Formen der Holothurien auszeichnet.

Rhabdomolpus steht nun insofern einzig da in der ganzen Klasse, als diese Verbindung des Wassergefäßsystems mit der Leibeshöhle nicht durch ein durchlöchertes Madreporenköpfchen hergestellt wird, sondern dadurch, daß der Steinkanal sich einfach mit seinem etwas trichterförmig erweiterten Ende in die Leibeshöhle öffnet (Taf. XXXV, Fig. 35).

Histologisch betrachtet, besteht der Steinkanal aus drei Schichten; außen dem flachen Plattenepithel, mit dem die ganze Leibeshöhle ausgekleidet ist, dann einer dünnen Bindegewebsschicht, die der Kalk-einlagerungen ebenso entbehrt wie die Bindegewebsschicht des Ringkanals, und endlich ein inneres Wimperepithel. Eine Muskelschicht fehlt wie bei allen Holothurien. Das innere Epithel verdient eine besondere Betrachtung. Seine Dicke beträgt ungefähr 7—10 μ und bedingt den relativ beträchtlichen Durchmesser des Steinkanals, der denjenigen des Ringkanals um etwa 7 μ übertrifft, eine Eigentümlichkeit, in der sich unsre Art — wie mir scheint infolge ihrer geringen Größe — embryonalen Verhältnissen nähert.

Das Lumen des Steinkanals hat einen Durchmesser von etwa 7,5 μ . Das innere Cylinderepithel fällt durch die längliche Gestalt seiner Kerne auf, die fast von einem Ende der Zellen bis ans andre reichen. An gefärbten Schnitten sind diese Kerne immer besonders intensiv tingiert.

Was die Bewimperung des Steinkanals angeht, so kann man deutlich konstatieren, daß die Wimpern die Höhe des Epithels nicht nur erreichen (HAMANN 1884, GEROULD 1896), sondern oft genug weit übertreffen. HAMANN behauptet, bei *Synapta digitata* trüge jede Zelle nur eine Wimper; bei *Rhabdomolpus* scheint mir das nicht zuzutreffen, wenn auch die Zahl derselben ohne Zweifel gering ist. Es mag noch erwähnt werden, daß die Wimpern bei *Rhabdomolpus* an konservierten Tieren so gebogen sind, daß sie ihr freies Ende der Öffnung des

Steinkanales in die Leibeshöhle zukehren; doch kann ich nicht sagen, ob die Wimpern im Leben dieselbe Lage einnehmen.

Bei gut gelungener Eisenhämatoxylinchwärzung kann man nachweisen, daß jedes Wimperhaar in der Zelle einem deutlich sichtbaren Basalkorn aufsitzt. Diese Basalkörner scheinen bei Holothurien noch niemals nachgewiesen worden zu sein. HAMANN (1884) glaubt bei *Synapta digitata* eine quergestreifte Cuticula im Steinkanal gesehen zu haben. Dagegen kann ich mit voller Sicherheit behaupten, daß diese Cuticula bei *Rhabdomolgus* fehlt und nur bei oberflächlicher Beobachtung durch die Reihe der Basalkörner vorgetäuscht werden kann.

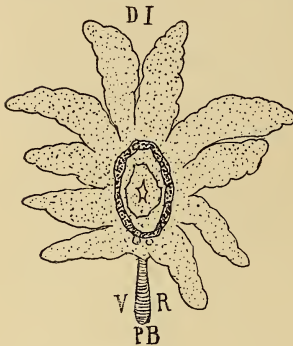
Von HAMANN (1884) ist man zum erstenmal darauf aufmerksam gemacht worden, daß die Epithelzellen des Steinkanals auf einer Seite viel höher sind als auf der gegenüberliegenden. LUDWIG (1889—92) hat diese Beobachtung für eine ganze Reihe von Holothurien aus verschiedenen Familien bestätigt, bestreitet aber, daß die dünnere Wandseite immer dem Mesenterium zugewendet sei, was HAMANN von den von ihm untersuchten Arten angegeben hatte. Auch HÉROUARD (1890) bemerkte wohl die ungleiche Dicke des Innenepithels, erwähnt aber nichts von einer regelmäßigen Orientierung der hohen und der niedrigen Seite. GEROULD (1896) dagegen fand bei *Caudina arenata* auch diesen Teil der Beobachtung HAMANNs zutreffend. Bei *Rhabdomolgus* ist die Differenz der Höhen des Epithels im Steinkanal nur eine geringe. Die extremsten Zellen mögen sich in bezug auf ihre Länge wie 2 : 3 verhalten. Die kürzeren Epithelzellen liegen bei unsrer Art immer an der konkaven oberen Seite des Bogens, den der Steinkanal auf seinem Verlauf macht.

Fühler, Tentakelkanäle und Fühlerampullen.

Rhabdomolgus ruber besitzt zehn Tentakel, hat mithin diejenige Anzahl Fühler bewahrt, die früher einmal allen Holothurien eigentümlich gewesen zu sein scheint und noch bei den jetzt lebenden Formen der Dendrochiroten und Synaptiden häufig anzutreffen ist. Die Fühler von *Rhabdomolgus* sind untereinander nicht genau gleich lang; die dorsalen sind länger als die ventralen. Der Übergang in der Größe ist jedoch ein ganz allmählicher, und insbesondere sind die beiden ganz ventral stehenden Fühler vor den übrigen niemals so scharf ausgezeichnet, wie das bei vielen Dendrochiroten der Fall ist (Textfig. 9).

Die verschiedene Größe der Fühler läßt schon äußerlich die bilaterale Symmetrie hervortreten, die wir oben Gelegenheit hatten, für verschiedene Organe hervorzuheben. Indessen würde äußerlich die

durch die Größenverschiedenheit bedingte Symmetrie wenig auffallen, wenn nicht die Stellung der Fühler wesentlich dazu beitrüge. Die Tentakel unsrer Art sind durchweg so angeordnet, daß jeder auf einer Trennungsstelle von zwei Kalkringgliedern aufsitzt. Da nun, wie oben



Textfig. 9.

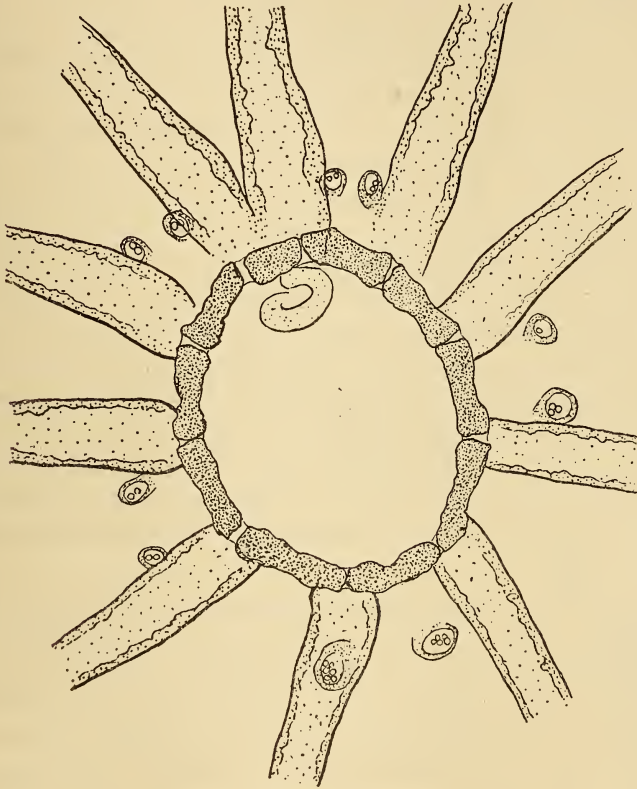
Tentakelkranz, Kalkring und Polische Blase *P.B.* *DI*, dorsaler Interradius; *VR*, ventraler Radius. Nach dem Leben mit Hilfe des Zeichenapparates gezeichnet. Projektion auf den Arbeitstisch bei zusammengesobem Tubus. WINKEL, Obj. 1, Oc. 1.

gezeigt wurde, das Kalkringstück des mittleren dorsalen Interradius durch sekundäre Verwachsung sehr klein geworden ist, so müssen auch die beiden dorsalen (also größten) Tentakel einander ganz genähert stehen, und das um so mehr, als zwischen ihnen kein Radialnerv durchläuft. Dagegen sind die beiden ventralen Tentakel ziemlich weit getrennt, und diese Eigentümlichkeit in Verbindung mit der ovalen Form des Kalkringes bedingen die schon äußerlich auffallende Bilateralsymmetrie des Fühlerkranzes.

In histologischer Beziehung wurden die Epidermis, Bindegewebs- und Nervenschicht der Fühler schon früher besprochen. Weiter nach innen soll nun nach SEMPER (1868), MORTENSEN (1894) und GEROULD (1896) eine hyaline Membran folgen¹. LUDWIG (1889—92) fragt, ob diese Membran innen oder außen vom Fühlernerv verläuft. Darauf läßt sich nach der von uns vertretenen Auffassung der hyalinen Membran antworten, daß sie sowohl zwischen Nerv und Tentakelwassergefäß, als auch auf der Außenseite des Nerven verläuft (Taf. XXXV, Fig. 36). Es handelt sich eben — wie mehrfach erwähnt — in der hyalinen Membran lediglich um eine Bildung des Bindegewebes (GEROULD), die überall dort auftreten kann, wo dieses mit andern Organen in Berührung steht. Unter der hyalinen Membran folgt dann eine einschichtige Längsmuskellage, die lediglich aus kräftigen, parallel verlaufenden Fibrillen gebildet wird (Taf. XXXII, Fig. 2). Eine Durchtrennung dieser Fasern, wie sie HAMANN (1884) von *Synapta*

¹ Es scheint mir übrigens, als ob SEMPER in den Fühlern die eigentliche hyaline Membran gar nicht gesehen hat; denn was er (1868, S. 125, Taf. XXXIV, Fig. 10 c) beschreibt und zeichnet, ist meiner Ansicht nichts anderes als der röhrenförmige Tentakelnerv. Die feinen Querstriche sind die Stützfaseren, und SEMPER'S Pseudoepithel ist die Lage der Randzellen! (Die Figurenerklärung: »Radialkanal« scheint auf einem Irrtum zu beruhen.)

digitata angibt, habe ich bei *Rhabdomolgus* nicht auffinden können. Die von QUATREFAGES (1842) behauptete äußere Ringmuskellage, die auch DANIELSSEN und KOREN (1882) gefunden zu haben glauben, könnte leicht auf einer Verwechslung mit ringförmigen Falten oder Fasern der



Textfig. 10.

Kalkring und Stellung der Tentakel. Nach dem Leben mit Hilfe des Zeichenapparates entworfen. Projektion auf den Arbeitstisch bei zusammengeschobenem Tubus. WINKEL, Obj. 3, Oc. 1.

hyalinen Grundsubstanz beruhen. Die Fasern der Längsmuskelschicht haben einen Querschnitt eines Rechteckes, dessen lange Achse dem Centrum des Tentakelhohlraumes zugewendet ist (Taf. XXXII, Fig. 2). An ihrem basalen Ende, dicht über dem Kalkring, zeigen die Längsfasern eine stärkere Anschwellung.

Das Innenepithel der Fühler ist von sehr variabler Höhe und ganz unebener innerer Oberfläche. Seine histologische Natur bedarf noch einer genaueren Aufklärung. HÉROUARD (1890) hat behauptet, zwischen

Bindegewebe und Muskulatur einerseits und den Epithelzellen andererseits befände sich ein subepithelialer Raum, der nur von ganz feinen Ausläufern durchsetzt sei, welche dazu dienten, das Epithel mit der dichteren Bindegewebslamelle, die die Muskulatur außen umgibt, in Verbindung zu setzen. Auch bei *Rhabdomolgas* sieht man innerhalb des Epithels helle Hohlräume in Menge; indessen ist es mir zweifelhaft, ob HÉROUARDS Erklärung dieser Erscheinung zutrifft. Es scheint sich mir vielmehr um stark vacuolisierte Zellen zu handeln, deren Protoplasma auf einen Wandbeleg und dünne Stränge bzw. Lamellen reduziert ist. Dieses Plasma liegt in etwas dichterer Schicht zwischen den riemenförmigen Muskelfasern und in der Umgebung des Kernes (vgl. Taf. XXXV, Fig. 36). Was mich besonders von der Annahme der Deutung HÉROUARDS zurückhält, ist der Umstand, daß man auf Längsschnitten, die das Innenepithel etwas nach innen von der Muskulatur flachgeschnitten haben, eine deutliche polygonale Felderung wahrnimmt, die mir einfach den Querschnitt der Zellgrenzen darzustellen scheint. Nach HÉROUARD müßten derartige Schnitte doch lediglich quergeschnittene Zellfortsätze in Form von Punkten aufweisen. Auch HAMANN (1884) ist der eigentümliche Habitus des Innenepithels der Tentakel aufgefallen. Seine Erklärung desselben durch den schrägen Verlauf der Muskelfasern trifft jedoch kaum zu, da bei *Rhabdomolgas* alle Fasern genau parallel angeordnet sind.

Eine Bewimperung des Innenepithels ist auf Schnitten ebensowenig nachzuweisen, wie beim Cölomepithel. Jeder Tentakelhohlraum wird durch einen Fühlerkanal mit dem Ringkanal in Verbindung gesetzt. Die Tentakelkanäle sind etwa von demselben Durchmesser wie der Ringkanal, wogegen der Hohlraum im basalen Ende der Fühler etwa viermal so weit ist (65—70 μ). Trotz dieses Unterschiedes bilden beide Teile der Fühlerwassergefäße morphologisch ein Ganzes. Der obere Abschnitt wird infolge seiner Funktion stark vergrößert und mit seinem basalen Ende auf den Kalkring gestützt. Der letztere ist mit seinen Ecken von unten ganz in den Tentakelschlauch eingedrückt, so zwar, daß vor und hinter dem Kalkring kurze, etwa 37 μ lange, weite Aussackungen entstehen. Der hintere Blindsack ist die bei den Synaptiden wie bei den Dendrochiroten nur gering entwickelte Fühlerampulle; die vordere Verlängerung enthält das Ventil, das den Tentakelhohlraum mit dem Fühlerkanal verbindet.

Die Fühlerampullen stimmen im Bau ihrer äußeren freien Wand mit dem Tentakel überein; dort besitzen sie eine kräftige Muskulatur und ein großzelliges Innenepithel. Die innere Wand, die dem Kalkring

anliegt, trägt dagegen keine Muskelfasern und wird lediglich durch ein ganz flaches Epithel gebildet.

Genau Entsprechendes gilt von dem histologischen Bau des inneren Blindsackes, so daß im ganzen der basale, befestigte Teil des Fühlers genau so gebaut ist wie der obere Teil, nur mit der Besonderheit, daß die ganze innere, vom Kalkring gleichsam eingestülpte Fläche der Tentakelwand einen andern Bau aufweist.

Die vordere Aussackung des Tentakelhohlraumes dient dem Fühlerkanal zum Ansatz und enthält die von HAMANN sogenannten Semilunarklappen. Diese Ventile sind zuerst von W. THOMSON (1862) an Jungen der *Synapta inhaerens* beobachtet und dann von HAMANN (1884) für *Synapta digitata* genauer beschrieben worden. Später sind dieselben von SEMON (1887, 1) bei *Chiridota venusta*, von HÉROUARD (1890) bei *Cucumaria*, *Semperia* und *Colochirus*, von LUDWIG (1891, 1) an jungen Cucumarien, sowie bei einer ganzen Reihe Synaptiden (LUDWIG u. BARTHEL 1891) und endlich von GÉROULD bei *Caudina* (1896) und von CLARK (1898) bei *Synapta vivipara* nachgewiesen worden. Der Bau der Ventile scheint im einzelnen Verschiedenheiten aufzuweisen. Während HAMANN (1884) und GÉROULD (1896) dieselben aus nur einer muskulösen Platte bestehen lassen, beobachtete CUÉNOT immer zwei muskulöse Membranen, die sich nach der Mitte des Kanales zu an einen »bouton saillant« des mit Epithel bekleideten Bindegewebes anlegen können und so das Entweichen von Wasser aus dem Tentakelhohlraum unmöglich zu machen.

Diese Beschreibung paßt im allgemeinen auch auf *Rhabdomolgus*; von dem Bindegewebss Balken habe ich aber bei dieser Art niemals etwas wahrnehmen können. Die Konstruktion der Klappen entspricht bei *Rhabdomolgus* dem nebenstehenden Schema. Im Ende des Tentakelhohlraumes spannen sich senkrecht zum Kalkring zwei Membranen aus, die an ihrem oberen Ende fast zusammenstoßen, nach unten zu aber etwas divergieren. Sie schließen einen Hohlraum ein, der sich (nach unten zu) in den Fühlerkanal fortsetzt, oben aber nur durch einen engen (30 μ langen) Spalt mit dem Lumen des Tentakels kommuniziert (Textfig. 11).

In den beiden Membranen, die als Falten des Epithels aufgefaßt werden müssen und etwas Bindegewebe enthalten, verlaufen nun Muskelfasern in zwei Richtungen: erstens ziehen einige Fasern an der oberen freien Grenze jeder Membran (also senkrecht zum Kalkring und



Textfig. 11.

Fühlerventil, Schema.
 TH, Tentakelhohlraum;
 FK, Fühlerkanal;
 V, Ventil.

Fühlerkanal); zweitens gehen von dem oberen freien Rand und besonders seiner Mitte dünnere Muskelfäden zu den Ansatzlinien jeder Hautfalte. Eine Kontraktion dieser letzteren bewirkt offenbar eine Öffnung des Ventiles. Dagegen wird eine Kontraktion der darauf senkrecht stehenden Muskelfasern des oberen Randes der Klappen ein enges Zusammenrücken der freien Ränder der Membranen bewirken, zumal dann, wenn der Druck im Innern des Tentakelschlauches steigt und durch Aufblähung des unteren Ventilateiles eine Streckung des Spaltes und ein Zusammenlegen der Falten begünstigt wird.

In der Entwicklung treten die Fühlerventile bei *Rhabdomolgus* schon bei Fünftentakelstadien auf. Auch W. THOMSON sah die von ihm entdeckten Organe an ganz jungen Pentactulastadien der *Synapta inhaerens*, wogegen SEMON (1888) sie an entsprechenden Entwicklungsstadien der *Synapta digitata* noch vermißte. Bei *Synapta vivipara* treten die Fühlerklappen erst auf, nachdem das Pentactulastadium schon überschritten ist (CLARK 1898). Bei *Chiridota contorta* fand LUDWIG (1898) die Semilunarklappen bei einem Tier mit sieben Tentakeln, und bei *Cucumaria planci* werden dieselben nach dem genannten Autor (1891, 1 u. 2) schon am 6. Tag angelegt, also zu einer Zeit, wo die larvale Gestalt des Tieres noch nicht ganz überwunden ist.

Der Fühlerkanal zeigt auf seinem weiteren Verlauf zum Ringkanal nichts Bemerkenswerthes. Sein ganzer Habitus (wie seine histologische Struktur) ist demjenigen des Ringkanals ähnlich. Ringmuskelfasern, wie sie HAMANN (1884) in den beiden entsprechenden Teilen bei *Synapta digitata* fand, fehlen vollkommen, dagegen besitzt der Fühlerkanal einige Längsfasern. Ob diese Längsfasern nach außen von der Bindegewebsschicht liegen, wie HAMANN (1884) angibt, demnach also vom Cölomepithel sich ableiteten, scheint mir wahrscheinlich; doch gelang es mir nicht, in diesem Punkte volle Sicherheit zu erreichen.

Die Fühlerkanäle sind bei Fünftentakelstadien noch sehr kurz, und CLARK (1898) hat mit Recht auf eine beträchtliche Verlängerung derselben während der postlarvalen Entwicklung aufmerksam gemacht. Die Tatsache dieser außerordentlichen Verlängerung erklärt auch, daß die Fühlerventile bei jungen Tieren fast ganz am Ringkanal liegen (vgl. W. THOMSON 1862, Taf. V, Fig. 3), bei alten Tieren aber ziemlich weit davon entfernt sind.

Primär- und Sekundärfühler.

Bekanntlich besitzen die Jugendformen aller Holothurien fünf Primärtentakel. Diese Primärtentakel entstehen bei *Synapta* aus den

Primärausstülpungen des Hydrocölringes, wogegen die Sekundärausstülpungen die Anlagen der Radiärkanäle darstellen. SEMON (1888 u. 1889) hat die Primärausstülpungen mit äußerlich entsprechenden Gebilden von Jugendstadien der andern Echinodermenklassen zu homologisieren versucht und ihnen dementsprechend eine eigentlich radiale Stellung bei den Holothurien zuschreiben wollen. Soweit diese Annahme in der Lage der Einmündung des Steinkanals eine Bestätigung suchte, hat sich dieselbe als haltlos erwiesen; denn BURY (1889 u. 1895) hat dargetan, daß der Steinkanal nicht einer Sekundärausstülpung gegenüberliegt, sondern adradial einmündet; und CLARK hat die Richtigkeit dieser Beobachtung an *Synapta vivipara* bestätigt (1898).

Gegenüber der früher, auf Grund der Angaben von KOWALEVSKY (1867) und SELENKA (1876) herrschenden Ansicht, daß auch bei den Actinopoden die Primärausstülpungen zu den Fühlern würden, bewies LUDWIG (1891, 1 u. 2) an *Cucumaria planci*, daß die Tentakelgefäße während der Entwicklung nicht vom Ringkanal, sondern (wie beim fertigen Tier) von den Radiärkanälen entspringen, eine Tatsache, die die SEMONschen Annahmen für die pedaten Holothurien hinfällig macht.

Denselben Untersuchungen LUDWIGS ist die Entdeckung der merkwürdigen Tatsache zu danken, daß die fünf Primärfühler der *Cucumaria planci* in einer asymmetrischen, aber streng gesetzmäßigen Weise aus den jungen Radiärkanälen entspringen. Es zeigte sich, daß bei dieser Art zwar jeder Interradius einen Tentakel enthielt, daß jedoch je zwei dieser Tentakel vom mittleren ventralen und linken dorsalen Radiärkanal abgegeben werden, und daß der Fühler des rechten dorsalen Interradius vom rechten dorsalen Radius ausgeht (s. Taf. XXXVI, Fig. 43).

Aus dieser Anordnung hat LUDWIG den Schluß gezogen, daß die Ergänzung der Tentakelanzahl zu zehn in der Weise zu denken sei, daß die beiden seitlichen ventralen Radien (die keine Primärtentakel tragen) je zwei, und der rechte dorsale Radiärkanal (nach oben) einen Sekundärfühler abgeben müssen.

In der Tat ließ sich feststellen, daß der sechste und siebente Fühler der *Cucumaria planci* von den beiden seitlichen ventralen Radien nach oben in die seitlichen dorsalen Interradien abgegeben werden (LUDWIG 1891, 1).

Es mußte auffallen, daß auch bei *Chiridota rotifera* und *contorta* (LUDWIG 1881 u. 1898) der sechste und siebente Fühler an denselben Stellen auftreten wie bei *Cucumaria*. Eine volle Übereinstimmung in

der Anordnung der fünf Sekundärfühler zu Radien und Primärfühlern bei *Synapta vivipara* und *Cucumaria planci* stellte dann H. L. CLARK (1898) fest und zog daraus mit Recht den Schluß, daß die Sekundärausstülpungen der Synaptiden den Radiärkanälen der übrigen Holothurien homolog sein müssen.

Diese Übereinstimmung in der Fühlervermehrung einer Synaptide mit derjenigen der *Cucumaria planci* ist meiner Ansicht nach eine der wichtigsten morphologischen Tatsachen der Holothurienorganisation. Ihre Bedeutung wird uns in dem phylogenetischen Teil unsrer Abhandlung noch weiter beschäftigen.

Da es mir nicht gelang, von *Rhabdomolgus* so junge Entwicklungsstadien zu erhalten, daß ich die erste Anlage des Wassergefäßsystems hätte verfolgen können, so legte ich, um die Beziehungen unsrer Art zu den Actinopoden richtig beurteilen zu können, mein besonderes Augenmerk auf die Vermehrung der Fühler und ihre Anordnung. Es gelang mir, nachzuweisen, daß bei *Rhabdomolgus* genau dieselbe symmetrische Anordnung der Sekundärfühler vorhanden ist, die bei *Cucumaria* zur Ergänzung der asymmetrischen Stellung der Primärfühler dient (s. Taf. XXXVI, Fig. 43 u. 44).

Im speziellen ist über die Fühlervermehrung folgendes zu sagen: bei den meisten Arten folgt auf das Fünftentakelstadium ein solches mit sieben Fühlern; das ist der Fall bei *Synapta inhaerens* (W. THOMSON 1862), *Chiridota rotifera* und *contorta* (LUDWIG 1881 u. 1889) und *Cucumaria planci* (LUDWIG 1891, 1). Bei *Synapta digitata* treten nach BAUR (1864) drei neue Fühler zugleich auf, so daß das junge Tier zeitweilig acht Tentakel zeigt. EDWARDS (1889) sah die Vermehrung der Tentakel von fünf auf neun bei *Mülleria agassizii* successive vor sich gehen, und endlich gibt CLARK (1898) von *Synapta vivipara* an, daß die Sekundärtentakel alle zu ungefähr derselben Zeit erscheinen.

Bei *Rhabdomolgus* werden wie bei *Synapta digitata* zuerst drei Tentakel hinzugefügt. Diese entstehen ungefähr zu gleicher Zeit und liegen rechts im mittleren dorsalen Interradius und unten in den beiden seitlichen dorsalen Interradien. Unter diesen drei Tentakeln sind mithin auch diejenigen beiden, die nach LUDWIG bei *Chiridota* zuerst auftreten. Der Sekundärfühler des rechten dorsalen Interradius scheint bei *Rhabdomolgus* eine Kleinigkeit früher gebildet zu werden als die beiden andern.

Auf dem Achttentakelstadium verharret *Rhabdomolgus* längere Zeit. Die weitere Vermehrung auf zehn beginnt erst, wenn die drei

ersten Sekundärfühler von den fünf primären nicht mehr zu unterscheiden sind.

Die beiden letzten Fühler entstehen in den beiden ventralen Interadien, und zwar dorsal von den beiden ventralen Primärtentakeln (Taf. XXXVI, Fig. 39—41), also — wie alle Sekundärfühler — gerade dort, wo sie entstehen müßten, wenn Primär- und Sekundärfühler wie bei *Cucumaria* von den Radiärkanälen aus ihren Ursprung nähmen (siehe das Schema Taf. XXXVI, Fig. 43 u. 44).

Bevor man die neu angelegten Fühler äußerlich sieht, sind dieselben an Schnitten aufzufinden. Sie entspringen fast radial und legen sich mit ihrem Ende schräg über den Nervenring gerade neben die Otolithenbläschen. Sie bestehen zunächst lediglich aus der Ausstülpung des Hydrocöls, die keulenförmige Gestalt besitzt. Das verbreiterte runde Ende gleicht in seinem Aussehen außerordentlich den Otolithenbläschen, an deren Seite es liegt (Taf. XXXVI, Fig. 42). Auch seine Zellen sind bedeutend dicker als die des Stieles, dessen Durchmesser nicht einmal den des Ringkanals erreicht. Die Ähnlichkeit embryonaler Tentakelwassergefäße und der Otolithenbläschen ist so auffallend, daß ich vermute, diese Ähnlichkeit ist es gewesen, die JOH. MÜLLER (1852), BAUR (1864) und METSCHNIKOFF (1869) zu der irrümlichen Annahme verleitete, diese Hörbläschen entstünden als Ausstülpungen des Ringkanales.

Durch weiteres Wachstum drängt die Ausbuchtung des jungen Tentakelkanals die Haut vor sich her, diese verdickt sich am Ende des jungen Fühlers, so daß auch äußerlich der Fühler zunächst eine Anschwellung zeigt. Die Form der neuen Fühler nähert sich jedoch wie ihre Größe in kurzer Zeit der Gestalt und Größe der fertigen Tentakel.

Radiärkanäle.

LUDWIG und BARTHELS (1891) haben dem Hin- und Herschwanken der Ansichten über das Vorhandensein von Radiärkanälen bei Synaptiden dadurch ein Ende gemacht, daß sie an zahlreichen Arten, unter denen die Gattungen *Synapta*, *Chiridota* und *Myriotrochus* vertreten waren, das Fehlen der Radiärwassergefäße nachwiesen. HAMANN (1884), der die entgegengesetzte Ansicht JÄGERS (1833) und QUATREFAGES' (1842) gegenüber einer ganzen Reihe anderer Beobachter wieder zu Ehren gebracht hatte, muß also irgendwie — vielleicht, wie CUÉNOT vermutet, durch den Hyponeuralkanal — getäuscht worden sein; denn auch die Forscher, die sich neuerdings mit der Anatomie der Synaptiden beschäftigt haben (CUÉNOT 1891, CLARK 1898), konnten die Resultate von LUDWIG und BARTHELS bestätigen.

Das Fehlen der Radiärkanäle ist deshalb morphologisch von hoher Bedeutung, weil dieselben nach den übereinstimmenden Angaben von THOMSON¹ (1862), METSCHNIKOFF (1869), SEMON (1888) und auch BURY (1889 u. 1895) bei den Larven oder jungen Tieren vorhanden sind. Nur *Synapta vivipara* macht nach CLARK (1898) insofern eine Ausnahme, als bei dieser Art die Radialwassergefäße wohl noch angelegt werden, aber nicht mehr über den Kalkring nach hinten verlaufen.

CUÉNOT (1891) bezweifelt die Angaben der an vorletzter Stelle genannten Autoren mit Unrecht. Bei *Rhabdomolqus* kann man z. B. an ganz jungen Tieren die Radiärkanäle auf ihrem Verlauf vom Ringkanal zum Kalkring verfolgen, und auch in der Körperwand sind dieselben gelegentlich noch deutlich zu sehen. *Rhabdomolqus* ist also in bezug auf die Vereinfachung des Wassergefäßsystems in der Ontogenie noch nicht so weit fortgeschritten, wie das bei *Synapta vivipara* der Fall zu sein scheint.

Bei den ausgebildeten Tieren sind die Radiärkanäle verschwunden — wenigstens als Kanäle. So weit gelten die Resultate von LUDWIG und BARTHELS (1891) auch für unsre Art. Sollte aber noch jemand im Sinne CUÉNOTS (1891) Zweifel an dem Vorhandensein der Radiärkanäle im Jugendzustande hegen, so bin ich wenigstens für *Rhabdomolqus* imstande, dieselben als irrig zurückzuweisen, denn es ist mir gelungen, Rudimente der Radialwassergefäße der Haut auch bei völlig ausgebildeten Tieren nachzuweisen.

Es war mir bei Betrachtung von Querschnitten der Körperwand aufgefallen, daß bei Anwendung von Dahliafärbung in dem Radialnerv nicht eine, sondern zwei parallele bzw. konzentrische Scheidewände verliefen. Die äußere Bindegewebswand ist die bekannte Trennungsschicht des äußeren und inneren Nervenbandes. Die innere, viel kleinere Haut verläuft dagegen, wie ich mich bald überzeugte, nicht im Nerven, sondern schließt dessen innere Seite gegen eine dünne längliche und homogene Schicht ab, die an der Mittellinie des inneren Nervenbandes

¹ Daß THOMSON die jungen Radiärkanäle nicht über den Kalkring, sondern direkt nach hinten verlaufen läßt, beruht offenbar auf einem Irrtum. Auch vermute ich, daß die angeblich einseitig verzweigte Form der zehn kleinen Kalkringglieder ebenfalls den Tatsachen nicht entspricht. Es scheint mir, als ob THOMSON Larven vor sich hatte, die (zum Teil) erst die fünf primären Kalkringglieder besaßen, und daß diese letzteren ihm deshalb als je zwei Stücke erschienen, weil über jedem der Radialkanal verlief und eine Trennung vortäuschte. Dementsprechend hat THOMSON jedes >—< förmige Kalkringglied als zwei angesehen von folgender Form >— —<. (S. 1862, Taf. V, Fig. 1 und Taf. VI, Fig. 1 u. 2.)

entlang verläuft und zuweilen auch einen Kern aufweist (Taf. XXXIV, Fig. 28 r).

Daß es sich in dieser Schicht nicht um ein Blutgefäß handelt, lehrt das Fehlen der charakteristischen Inhaltsflüssigkeit dieses letzteren, und daß ebensowenig an eine Identifizierung mit dem Hyponeuralkanal gedacht werden kann, beweist schon das Fehlen eines Lumens. Somit lag die Annahme nahe, daß wir es mit einem Überbleibsel des radiären Wassergefäßes zu tun haben.

Diese Annahme bestätigte sich dadurch, daß sich in der fraglichen Schicht bei Anwendung von Eosin-Wasserblau oder Eisenhämatoxylinfärbung dünne Längsmuskelfasern nachweisen ließen. Diese Längsmuskelfasern haben mit denjenigen der Radiärmuskeln nichts zu schaffen: sie reichen vorn bis unter die Ursprungsstelle der Radialnerven, sind lange nicht so dick wie die Fasern der Längsmuskeln und obendrein durch die Ringmuskulatur und Bindegewebe von jener scharf getrennt (s. Taf. XXXIV, Fig. 28). Der Umstand, daß diese Muskelfasern in ganz geringer Zahl (etwa 2—3) neben einem kräftigen Längsmuskel auftreten, bestärkt die Ansicht, daß es sich dabei um ein Überbleibsel eines rückgebildeten Organs handelt. Bedenkt man nun, daß bei allen Actinopoden-Holothurien außen von der Längs- und Quermuskulatur eine Schicht von längsverlaufenden Fasern an der Außenseite vom Epithel des Radiärkanals gebildet wird, so wird man nicht umhin können, anzunehmen, daß bei *Rhabdomolgus* wie bei allen Synaptiden die radiären Wassergefäße obliterieren, daß aber bei dieser Art auch beim alten Tier vorhandene äußere Längsmuskelfasern als Rudimente der Radiärkanäle persistieren und Zeugnis ablegen von den Rückbildungen, denen *Rhabdomolgus* im Laufe der phylogenetischen Entwicklung ausgesetzt war.

Durch Nachprüfung an jungen Tieren fand ich auch dort die Muskelfasern wieder und konnte erkennen, daß dieselben hier zu den noch besser erhaltenen Radiärgefäßen in genau derselben Beziehung stehen, wie das nach SEMONS (1888) Zeichnung (Taf. IV, Fig. 7) und Schilderung bei der tonnenförmigen Larve der *Synapta digitata* der Fall ist. Wenn sich aber bei andern Synaptiden die Radiärkanäle in der Jugend anlegen und auch Muskelfasern bilden, so können wir als wahrscheinlich annehmen, daß sich bei diesen wie bei *Rhabdomolgus* auch im ausgewachsenen Zustande Rudimente der Radiärkanäle bei erneuter Untersuchung auffinden werden.

Phylogenetische Bedeutung von *Rhabdomolgus*.

SEMPER hat den Versuch gemacht, die Organisation von *Rhabdomolgus* bei seinen phylogenetischen Betrachtungen über den Ursprung der Holothurien zu verwerten. Bei seiner Auffassung der genetischen Beziehungen der Holothurienfamilien und Echinodermenklassen weist er gerade die wichtigste Stellung dem *Rhabdomolgus* zu. Diese Form soll die Stammform der Holothurien und weiterhin auch die der Asteriden und Echiniden darstellen (vgl. SEMPER 1868, S. 194); denn die letztgenannten Gruppen sollen ihrer ausgeprägten radiären Gliederung wegen aus den Holothurien, die noch mannigfache Reminiscenzen an die ihnen nächststehende Urform aufweisen, hervorgegangen sein.

Um SEMPER'S Ansichten getreu wiederzugeben, gestatte ich mir, folgende Stellen wörtlich anzuführen (l. c., S. 190): »Zwischen den Lungenholothurien und den Lungenlosen, den Synaptiden, wird endlich die Verbindung hergestellt durch eine ähnliche Urform, bei welcher weder Lungen noch die für die Synaptiden so charakteristischen Wimperorgane gefunden werden. Eine solche Holothurie ist vielleicht auch schon bekannt, es ist dies der pelagische, von KEFERSTEIN bei St. Vaast aufgefundene *Rhabdomolgus*. Leider ist dies Tier nicht hinreichend genau bekannt, um ganz ohne Zweifel über seine Beziehungen zu bleiben. So wäre es sehr gut möglich, daß bei dem einzigen untersuchten Exemplare die Wimpertrichter übersehen wären, welche dasselbe zu einer entschiedenen Synaptide machen würden. Sollte es aber wirklich ohne diese Organe, sowie ohne die auch nicht gesehenen radialen Wassergefäße sein, so würde hier eine lebende Form vorliegen, welche als Überbleibsel der ältesten Holothurienfamilie anzusehen wäre, aus der sich allmählich durch Weiterentwicklung die anderen Familien hervorbildeten. Was dieser Deutung des *Rhabdomolgus* meiner Meinung nach eine ganz besondere Stütze giebt, ist das Vorkommen von nur zwei Otolithenblasen an der durch die POLISCHE Blase bezeichneten Bauchseite. Wenn man bedenkt, daß bei den Synaptiden solche Otolithenblasen an allen fünf Radialnerven durch BAUR nachgewiesen sind, so möchte man fast vermuten, daß hier auch nur der eine ventrale Radialnerv entwickelt sein möchte. Sollte sich diese Vermutung bestätigen, so würde damit einmal der Beweis geliefert sein, wie richtig es war, alle Holothurien mit scharfem Gegensatz zwischen Bauch und Rücken als früher entstandene aufzufassen. Zweitens aber würde durch ein solches Verhalten — und dies ist bei Weitem bedeutungsvoller — eine so auffallende Brücke zu einer Tiergruppe geschlagen

werden, die man bisher meist zu den echten Würmern stellt, nämlich zu den Sipunculiden, daß man sich die Holothurien als aus den letzteren oder ihnen ähnlichen Würmern hervorgegangen denken kann. Und hierdurch wäre wieder eine Erläuterung gegeben für den auffallenden Parallelismus, der zwischen den zwei Ordnungen der Holothurien und den beiden der Gephyreen, nämlich den Echiuriden und Sipunculiden, besteht. Den Lungen der Lungenholothurien entsprechen ohne Zweifel die Excretionsorgane der Echiuriden; und die Sipunculiden, welche der letzteren vollständig entbehren, aber — soweit ich selbst dies constatiren konnte — ausnahmslos trichterförmige Wimperorgane an dem Darmaufhängeband oder am Darme selbst besitzen, lassen sich hierdurch den Synaptiden parallelisiren.«

Weiter heißt es bei SEMPER (l. c., S. 191): »Als Urform der Holothurien und Sipunculiden betrachte ich somit ein wurmförmiges Tier von der Gestalt des *Rhabdomolgus* mit Wassergefäßring und POLischen Blasen — welche den Sipunculiden ebenfalls zukommen —, einfachem ventralen Nervenstamm und Schlundring und kreisförmig um den Mund gestellten papillenförmigen Tentakeln, die vom Wassergefäßring aus geschwellt werden.« Auf S. 193 heißt es ferner: »In der Gattung *Rhabdomolgus* glaubte ich eine Form erkannt zu haben, welche wahrscheinlicherweise nur einen einzigen Nervenstrang besitzt«, und auf S. 190: »Allerdings fehlen dem *Rhabdomolgus*, den ich hiernach als eine direkt von Sipunculiden oder diesen verwandten Würmern abstammende Urform der Holothurien ansehe, die Segmentalorgane, welche ja für die Würmer von so großer Bedeutung sein sollen. Die phylogenetischen Beziehungen dieser Organe sind aber sehr untergeordneter Art.« Endlich sei noch die Stelle (S. 194) angeführt: »Ich wiederhole, daß ich in dem *Rhabdomolgus* eine Holothurie vermuthe, welche uns durch einen einfachen ventralen Nerv eine Übergangsform zu der angenommenen Urform liefert, wie sie notwendig einmal vorhanden gewesen sein muß, wenn meine Ansicht von der Entstehung der Holothurien richtig ist.«

Es hieße offene Türen einrennen, wenn man noch heute eine Kritik der von SEMPER angenommenen Beziehungen von Holothurien und speziell von *Rhabdomolgus* zu den Sipunculiden geben wollte. Nur darauf müssen wir hinweisen, daß auch diejenige anatomische Eigentümlichkeit, die *Rhabdomolgus* im besonderen den Sipunculiden nahe bringen soll, nämlich das Vorhandensein von nur einem ventralen

Radialnerv, in Wirklichkeit gar nicht besteht. KEFERSTEIN hatte an seinem Exemplar nur zwei Hörbläschen gesehen; in Wirklichkeit besitzt deren *Rhabdomolgus* jedoch fünf Paare, und dementsprechend sind auch fünf unter sich ganz gleiche Radialnervenstämme vorhanden. Ebenso unberechtigt scheint es mir zu sein, wenn man die Tatsache der frühzeitigeren Ausbildung des mittleren ventralen Radius während der Ontogenese zu ähnlichen Folgerungen verwenden wollte.

Die SEMPERsche Ansicht über den Ursprung der Holothurien und die Stellung von *Rhabdomolgus* würde daher heute keine sachliche Beachtung mehr beanspruchen können, wenn nicht schon dieser Zoologe dieselbe mit der Frage nach dem Verwandtschaftsverhältnis von Synaptiden und Pedaten-Holothurien aufs engste verknüpft hätte. Gerade die Beantwortung dieser Frage, die ganz unabhängig ist von dem Problem der Verwandtschaft mit den Gephyreen, führt nach SEMPER zu der Annahme, daß *Rhabdomolgus* als Stammform der Holothurien aufgefaßt werden müßte. Wie aus dem ersten der obigen Zitate hervorgeht, würde das Zweifelhafte dieser Ansicht für SEMPER ganz geschwunden sein, wenn er volle Sicherheit über das Fehlen von Wimperorganen und radialen Wassergefäßen gehabt hätte. Die von SEMPER gemachten Voraussetzungen haben sich also wenigstens dem ersten Anschein nach bestätigt: denn *Rhabdomolgus ruber* entbehrt der »für die Synaptiden so charakteristischen Wimperorgane« in der Tat völlig, und ausgebildete Radiärkanäle sind gleichfalls nicht vorhanden.

Da unsre Untersuchung ferner in der Gestalt des Kalkringes wie besonders in dem durchaus geradlinigen Verlauf des dorsalen Mesenteriums eine Bilateralsymmetrie ergeben hat, die ganz im Sinne der SEMPERschen Deutung zu sein scheint, so bedarf es einer genauen Prüfung der von SEMPER in ihrer vollen Wichtigkeit erkannten Frage nach der Verwandtschaft von Apoden- und Pedaten-Holothurien, um die Bedeutung und Stellung von *Rhabdomolgus* richtig beurteilen zu können.

SEMPER wird von folgendem Gedanken geleitet: der Ringkanal ist derjenige Teil des Wassergefäßsystems, der früher angelegt wird als die Wassergefäße der Haut. Es werden also diejenigen Holothurien, die der Körperwassergefäße entbehren, phylogenetisch älter sein als die übrigen. Ferner entstehen erst die Fühler, dann erst die Füßchen, woraus wiederum hervorgeht, daß die Apoden der Urform näher stehen, als die füßigen Holothurien. Die ursprünglichste Gestalt der Fühler ist die Papillenform; auch diese Tatsache scheint mit der obigen Folgerung zu harmonieren; denn die Molpadiiden und Synaptiden zeigen die am einfachsten gebildeten Tentakel. Die Füßchen treten erst

später an den Radiärkanälen auf, mithin sind die Pedaten jünger als die Apoden, und von diesen wieder die Synaptiden älter als die Molpadiiden, bei denen — schon — Radiärkanäle vorhanden sind.

Wie man sieht, stützt sich SEMPERs Ansicht ganz auf Daten der Ontogenie und vergleichenden Anatomie, die sich auf das Wassergefäßsystem beziehen. Dieses Organsystem stellt er auch in den Vordergrund, wenn er wegen der früheren Ausbildung des ventralen Radius und seiner Füßchen alle Formen mit ausgeprägtem Unterschied von Bauch und Rücken in den Gruppen der Pedaten als ursprünglich ansieht. Der phylogenetische Wert der Kalkteile wird sehr gering angeschlagen, und auch die paläontologischen Befunde, die SEMPERs Ansicht bestätigen sollen, sind so dürftig, daß dieser Forscher selbst schon die Bedeutung derselben nicht hoch anschlägt (l. c., S. 199).

Es ist auffallend, daß SEMPER nicht die Möglichkeit erörtert hat, daß die Radialwassergefäße der Synaptiden — von deren Fehlen er überzeugt ist (l. c., S. 123) — durch Rückbildung verloren gegangen sein könnten. Dieser Gedanke war sogar sehr naheliegend; denn W. THOMSON (1862), dessen Abhandlung SEMPER benutzt hat, zeichnet und beschreibt die Radiärkanäle von den Jungen der *Synapta inhaerens*.

Gegenüber SEMPER wird die entgegengesetzte Anschauung, die das Fehlen der Radialwassergefäße bei den Synaptiden und der Füßchen bei den Molpadiiden durch Rückbildung erklärt, von H. THÉEL (1886, S. 4—5) vertreten. Aber auch dieser Forscher benutzt nicht die Angaben der Entwicklungsgeschichte, obwohl die Untersuchungen von METSCHNIKOFF die embryonale Anlage der Radiärkanäle bei den Synaptiden wiederum dargetan hatten. THÉEL stützt sich lediglich auf vergleichend anatomische Erwägungen. Er hat den von SEMPER vertretenen Gedanken, daß die Echiniden und Asteriden auch von *Synapta*-ähnlichen Vorfahren abstammen sollen, aufgegeben, hält aber an der Ableitung der Holothurien, Echiniden und Asteriden von einem primitiven Typus fest. Nun entsteht für ihn folgende Schwierigkeit: wenn die Pedaten von Formen abstammen, die der Radiärkanäle vollständig entbehren, so sind wir gezwungen, anzunehmen, daß die Radiärkanäle und ihre Anhangsorgane in der Klasse der Holothurien sich unabhängig von denen der Echiniden und Asteriden entwickelt haben und lediglich auf Grund einer außerordentlichen Konvergenz einen bis in zahlreiche Details ähnlichen Bau aufweisen. Hier bei THÉEL taucht also schon — als Fiktion — der Gedanke auf, daß die Radiärkanäle der Holothurien denen der übrigen Echinodermen nicht speziell homolog seien, eine Ansicht, die später von SEMON in ausgebildeter Form als Stütze

seiner Pentactaea-Theorie verwandt worden ist. THÉEL hat diesen Gedanken als unwahrscheinlich verworfen und die andre Möglichkeit gewählt: er sieht die *Cucumaria*-artigen und überhaupt die pedaten Holothurien als die ursprünglichen Formen an; als Formen, von denen sich die Synaptiden und Molpadiiden nur durch Rückbildung und schließlichen Schwund einiger Organe entfernt haben. Dementsprechend kommen die Synaptiden auch mit wenigen Ausnahmen in der Nähe der Küste vor, d. h. in einem Gebiet, wo in den schwierigen Existenzbedingungen die Voraussetzungen einer schnellen und starken Umbildung gegeben sind.

Die Konsequenzen der THÉELSchen Ansicht würden es unmöglich machen, *Rhabdomolpus* als Stammform der Holothurien aufzufassen. Diese Stammform hätte man sich vielmehr nach diesem Forscher als ein *Cucumaria*-ähnliches Tier vorzustellen, das einen nach außen mündenden Steinkanal besaß und Füßchen längs der Ambulacren aufwies.

P. und F. SARASIN (1888, S. 152) vertreten jedoch wieder eine ganz entgegengesetzte Ansicht. Sie versuchen nicht nur die Echiniden (durch die Echinothuriden), sondern »alle Echinodermenstämme direkt oder indirekt von den Holothurien« abzuleiten und nähern sich damit den SEMPERSchen Anschauungen. Innerhalb der Holothurienklasse suchen sie (S. 140) dann den Gegensatz von Pedaten und Apoden durch die eben bekannt gewordenen Elaspipoden zu überbrücken, welche in ihrer Organisation an Jugendstadien von Cucumarien erinnern und jene Übergangsform von fußlosen zu füßigen Holothurien noch jetzt repräsentieren sollen. Die SARASINS »halten es also für höchst wahrscheinlich, daß die sogenannten pedaten Holothurien nicht aus den Echiniden, sondern aus den Elaspipoden und diese aus den Apoden sich entwickelt haben«; denn den letzteren fehlt in der Entwicklung ein Elaspipodenstadium (S. 152). Apodenähnliche Geschöpfe bilden nach diesen Forschern somit auch »die unscheinbare Urwurzel«, »welcher der zweig- und blüthenreiche Baum der Echinodermen entsproß« (S. 152). Sieht man von der Verwertung der Elaspipodenorganisation ab, so bedeuten die SARASINSchen Darlegungen für die Frage nach der Beziehung von Synaptiden und Pedaten gegenüber SEMPER keinen bedeutenden Fortschritt.

Im Gegensatz zu THÉEL geht SEMON von entwicklungsgeschichtlichen Tatsachen aus; es wäre also unmöglich gewesen, daß diesem Forscher der Widerspruch entgangen wäre, in welchem die Existenz von Radiärkanälen bei Jugendstadien der Synaptiden (die er selbst

bestätigte) zu der Annahme der Ursprünglichkeit der Synaptiden stand. Unglücklicherweise hatte aber HAMANN (1884, S. 34 u. 35) damals die alte Lehre von der Existenz der Radiärwassergefäße bei den Synaptiden gegenüber der schon herrschend gewordenen entgegengesetzten Anschauung von neuem zur Anerkennung gebracht. Damit gewann es in der Tat den Anschein des Rechtes, wenn SEMON (1888, S. 63) behauptete, »daß keine anatomische und keine entwicklungsgeschichtliche Tatsache dafür spricht, die einfache Organisation der Synaptiden als durch Reduktion aus der komplizierteren der füsigen Holothurien entstanden anzusehen«. Auch in der Lebensweise findet SEMON nicht diejenigen Bedingungen erfüllt, die nach seiner Meinung allein eine Degeneration verursachen können.

Trotz der Übereinstimmung in einem Cardinalpunkte würde man SEMON unrecht tun, wenn man seine Ansicht von derjenigen SEMPERS nicht aufs schärfste trennte. SEMON hat die unzulängliche Beziehung der Synaptiden zu den Gephyreen ganz aufgegeben, und ebenso betont er mit Nachdruck, daß es unmöglich sei, eine Echinodermenklasse aus einer andern abzuleiten. Anstatt die Urform der Echinodermen in einer Gruppe derselben zu suchen, glaubt er dieselbe durch ein Stadium der Entwicklung repräsentiert, dem sich die cenogenetisch modifizierten Formen der *Dipleurula* während ihrer Umbildung nähern, um erst späterhin durch divergente Entwicklung die spezielle Organisation der verschiedenen Klassen anzunehmen. Dieses palingenetische Zwischenstadium entsteht aus der *Dipleurula*-Larve durch das Auftreten der radiären Gliederung. Diese prägt sich zunächst in der Ausbildung von Wassergefäß- und Nervensystem aus, wogegen das dorsale Mesenterium als deutliche Spur der primären Bilateralsymmetrie (der Cölomanlage) erhalten bleibt. Das Nervensystem schließt sich in seiner Entwicklung dem dominierenden Wassergefäßsystem an. Dieses letztere verdient daher in erster Linie Berücksichtigung.

Es besteht nun in bezug auf das Wassergefäßsystem des erwähnten gemeinsamen Entwicklungsstadiums bei den verschiedenen Echinodermenklassen ein fundamentaler Unterschied. Während nämlich bei allen übrigen Echinodermen fünf Ausbuchtungen des Hydrocölringes entstehen (abgesehen von den POLISchen Blasen), treten deren bei den Synaptiden — und wie SEMON auf Grund von SELENKAS Angaben annimmt, bei allen Holothurien zunächst fünf, unmittelbar darauf aber wiederum fünf, im ganzen also zehn Ausbuchtungen auf. Dieser fundamentale Unterschied ist an erster Stelle festzuhalten (1889, S. 260); unmittelbar damit gegeben ist aber die weitere Frage: welche der zehn

Ausstülpungen sind den fünf Primärtentakeln der Echiniden und Asteriden homolog?

Es scheint SEMON kein Zweifel daran möglich, daß die fünf primären Ausstülpungen denen der übrigen Klassen entsprechen (1888, S. 64—65). Das geht nicht nur aus der Zeit des Auftretens, sondern auch daraus hervor, daß diese fünf ersten Ausstülpungen, wie bei den »Pentactulastadien« der übrigen Gruppen, nach vorn weiter wachsen, die Körperhaut ausstülpfen und damit auch äußerlich als Fühler sichtbar werden. Den schwerwiegendsten Grund für diese Art der Homologisierung, auf die zuerst von W. THOMSON (1861 u. 1862¹), dann von GÖTTE (1876) hingewiesen worden war, soll jedoch die Lage des Steinkanals bilden. Nach SEMON mündet der Steinkanal immer zwischen dem dritten und vierten Primärtentakel, also gegenüber einer Sekundärausstülpung; da nun der Steinkanal im mittleren dorsalen Interradius liegt, so würden hiernach die Primärfühler radial, die Sekundärausstülpungen, die zu den »Radiär«-kanälen werden, ursprünglich interradial liegen.

Die Lage der Primärfühler würde nach dieser Darstellung allerdings vollkommen mit der Stellung der fünf Hydrocölausstülpungen anderer Echinodermen übereinstimmen. Die interradiale Lage der Körperwassergefäße aber steht mit den Befunden an erwachsenen Holothurien in scharfem Widerspruch. Allerdings wird dieser Widerspruch insofern gemildert, als durch Einschiebung von fünf neuen Kalkringstücken immer zwei Glieder in die Interradien treten sollen, so daß die Radiärkanäle, die samt den zugehörigen Nerven über die Mitte eines Radialgliedes nach hinten biegen, eine adradiale Verschiebung erleiden würden. SEMON denkt sich beim ausgebildeten Tier die Primärtentakel genau radial, die Sekundärtentakel genau interradiell liegen, und dementsprechend müßten dann die Kalkringglieder mit den Nerven (usw.) adradiale Stellung besitzen (vgl. SEMON 1888, Taf. II, Fig. 1).

Die Konsequenz dieser Betrachtungsweise ist, daß die Radiärkanäle der Holothurien wie auch die Radialnerven (vgl. 1888, S. 101) nicht mit den entsprechenden Organen der übrigen Echinodermklassen homologisiert werden dürfen. Es sind vielmehr die Fühler der Holothurien, die den eigentlichen Radien, z. B. den Armen der Asteriden

¹ Übrigens ist die Übereinstimmung mit W. THOMSON doch eine sehr geringe; denn dieser zweifelte nicht an der Homologie der Ambulacren von Holothurien und Echiniden, sah sich vielmehr umgekehrt genötigt, die Arme der Crinoiden nicht als Ambulacren, sondern als Fühler anzusehen. Die Ambulacren sollen bei den Crinoiden nicht entwickelt sein. Vgl. 1862, S. 146.

entsprechen. Nach der verschiedenen Ausbildung der Radien und Arme werden die Holothurien als »*Angiochirota*« den »Achiroten« (Echinoidea) und Cöломachiroten gegenübergestellt.

HAMANN, der doch durch seine Behauptung der Existenz von Radiärkanälen SEMON in seinen Spekulationen bestärkt hatte, war gleichwohl der erste, der die Konsequenzen derselben angriff (1889). Aus der früheren Anlage der Primärausstülpungen der Holothurien folgt noch nicht ihre primäre Natur gegenüber den Anlagen der Radiärkanäle. Der Zeitpunkt des ersten ontogenetischen Auftretens kann leicht verschoben worden sein (S. 148), und wir müssen das annehmen, weil es völlig ungereimt wäre, die Homologie zwischen den fünf Wassergefäßen und Nervenstämmen der Holothurien, Echiniden, Asteriden usw., sowie das von SEMON in Frage gezogene Bestehen echter Homologien in der Anordnung der Kalkplatten zu leugnen (S. 147 u. 149).

SEMON weist in seiner Abhandlung über die Homologien innerhalb des Echinodermenstammes zu seiner Verteidigung darauf hin, daß es sich in der Beziehung der Radiärkanäle und Nerven der Holothurien zu denen der übrigen Echinodermen auch nach seiner Meinung nicht um eine Analogie, sondern um eine allgemeine Homologie handelte: es handelt »sich hier um die Frage nach spezieller oder nicht spezieller Homologie, nicht aber um die Frage nach Homologie oder Analogie« (SEMON 1889, S. 266). Die in Rede stehenden Organe gehen in beiden Fällen aus einer gemeinsamen Uranlage hervor. Die weitere Differenzierung dieser Uranlage ist jedoch eine selbständige, gleichwohl aber durch ähnliche Bedingungen in ähnliche Bahnen gedrängt worden (SEMON 1889, S. 255).

Es ist ohne Zweifel möglich, sich in der von SEMON angedeuteten Weise die Übereinstimmung in dem Bau der Radien bei Holothurien, Echiniden usw. verständlich zu machen, indessen bleibt eine solche Deutung immer gesucht und die entgegengesetzte Annahme wahrscheinlicher — falls nicht andere Gründe für SEMONS Auffassung angeführt werden können.

Prüfen wir also die übrigen, von HAMANN in seiner Kritik nicht berührten Argumente SEMONS. Am »beweisendsten« (1888, S. 65) soll nach diesem Forscher das Verhalten der Einmündungsstelle des Steinkanals zu den primären und sekundären Ausstülpungen des Ringkanals sein. Bei SEMON selbst (1888, S. 23 u. 22) heißt es darüber: »Die Einmündungsstelle des Steinkanals liegt dem Ansatz des vierten dieser sekundären Ausstülpungen genau gegenüber, also genau in demselben Radius beziehentlich Interradius wie diese Sekundärausstülpung«

und »stets zwischen dem dritten und vierten Primärtentakel«. Demgegenüber behauptet jedoch BURY (1889, S. 428), daß der Steinkanal nicht genau mitten zwischen zwei Primärausstülpungen, sondern adradial zwischen einer Primär- und Sekundärblase einmündet. SEMONS eigne Fig. 3, Taf. II kann zur Illustration des genaueren Verhaltens dienen. Aber auch diese Figur entspricht nicht ganz den von BURY gefundenen Verhältnissen. Nach dem englischen Forscher liegt nämlich die Einmündungsstelle nicht zwischen der dritten und vierten, sondern zwischen der vierten und fünften Sekundärausstülpung — wie das SEMON in einer andern schematischen Figur auch dargestellt hat.

SEMON verkennt die Bedeutung dieser neuen Beobachtungen, wenn er aus seinen und BURYS Beobachtungen folgern will, daß die Einmündungsstelle des Steinkanals um den von ihm als normal angegebenen Punkt gegenüber der vierten Sekundärausstülpung schwanken soll. BURY ist später (1895, S. 55) auf diese Frage zurückgekommen und hat auf Grund einer Nachprüfung seiner Angaben an Schnittserien jede Annahme einer Variabilität zurückgewiesen. CLARK (1898, S. 82) bestätigte BURYS Darstellung an *Synapta vivipara*, und da selbst CUÉNOT, der im übrigen in seiner Auffassung der Synaptidenorganisation SEMON näher steht, sich mit Recht für BURY ausgesprochen hat (1891, S. 529), so läßt sich die adradiale Lage der Steinkanalmündung kaum noch bestreiten.

Damit haben die SEMONSchen Folgerungen den »beweisendsten« Teil ihrer Grundlage verloren. SEMON selbst hat sich in seiner Abhandlung vom Jahre 1889 bedeutend vorsichtiger ausgedrückt: die Homologisierung der Ausstülpungen des Hydrocölrings von Holothurien scheint ihm eine sekundäre Frage zu sein (1889, S. 262 u. 264). Was ihn aber immer noch hindert, die Radiärkanäle der Holothurien mit denen der andern Echinodermen in nähere Beziehung zu setzen, ist das Vorhandensein der Primärtentakel und deren früheres Auftreten bei den Holothurien (l. c., S. 264).

SEMON hat sehr wohl erkannt, daß an diesem Punkt eine Dunkelheit herrschte und aus diesem Grunde neue, auch auf andre Holothurien ausgedehnte entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen gefordert. Und in der Tat warfen die Daten, die LUDWIG (1891) über die Entwicklung der *Cucumaria planci* beibrachte, neues Licht auf diese Fragen. LUDWIG untersucht, ob das Auftreten von zehn Hydrocölausstülpungen, das einen großen Teil der Schwierigkeiten mit sich bringt, auch von dieser pedaten Holothurie gilt. Es ergibt sich, daß hier — wie bei allen Echinodermen nur fünf Ausstülpungen auftreten; diese werden zu den

Radiargefäßen, und von ihnen entspringen die Primärfühler. Für die actinopoden Holothurien war damit den SEMONSchen Annahmen der Boden entzogen. Hier liegt kein Grund vor, die spezielle Homologie der Radiärkanäle mit denen anderer Echinodermen zu bestreiten. Da es ferner völlig ungereimt wäre, den Gegensatz, den SEMON zwischen den Holothurien und den andern Klassen konstruieren wollte, auf die Beziehung der Synaptiden zu den übrigen Holothurien zu übertragen, so ist man gezwungen anzunehmen, daß auch die Radiargefäße der Synaptiden denen aller Gruppen speziell homolog sind. Es war ein unglücklicher Zufall, der es fügte, daß gerade Synaptiden, die nach dem obigen als stark modifizierte Formen angesprochen werden müssen, am genauesten untersucht und als Norm für alle Holothurien betrachtet wurden. Dazu kam — wie LUDWIG (1889—92, S. 458) mit Recht hervorhebt, daß SEMON durch KOWALEVSKYS (1867) und SELENKAS (1876) Angaben über das frühere selbständige Auftreten der Primärfühler bei Pedaten veranlaßt wurde, die Verhältnisse, wie sie *Synapta digitata* aufweist, auf alle Holothurien zu übertragen.

Auch die unzweifelhafte Tatsache, daß bei alten pedaten Holothurien alle Fühlerwassergefäße von den Radiärkanälen abgegeben werden, hätte schon einen Zweifel an SEMONS Auffassung wachrufen können, einen Zweifel, der sich durch die gesuchte Annahme, daß die eigentlichen Primärfühler von *Cucumaria* rückgebildet würden und nun erst neue von den Radiärkanälen entspringende Tentakel aufträten, nicht beseitigen läßt, vielmehr durch LUDWIGS Befunde durchaus gerechtfertigt wurde (s. SEMON, 1889, S. 262 Anm.).

Y. DELAGE und E. HÉROUARD (1903) schließen sich an LUDWIG an, indem sie die Art, in der die Fühler der *Cucumaria planci* auftreten, für das normale, dasjenige der Synaptiden für das sekundäre, durch zeitliche Verschiebung einer rudimentären Anlage entstehende Verhalten ansehen (S. 315). Nicht berechtigt scheint es mir jedoch zu sein, wenn diese Autoren annehmen, LUDWIG habe den Unterschied von Actinopoden und Paractinopoden zu stark betont, der Gegensatz der beiden Gruppen sei weniger fundamental und würde besser auf den Unterschied im Besitz von Füßchen und Lungen gegründet. LUDWIG hat zwar den Unterschied von Actinopoden und Synaptiden scharf betont (LUDWIG u. BARTHELS 1891; ferner LUDWIG 1889—92, S. 315, 460), indessen ist doch gerade dieser Forscher weit entfernt, denselben für unüberbrückbar zu halten. LUDWIG betrachtet die Synaptiden als eine frühzeitig abgezweigte und in bezug auf das Wassergefäßsystem umgebildete und rückgebildete Gruppe; damit ist die Beziehung zu den

übrigen Holothurien voll anerkannt; indessen dürfte diese Anerkennung nicht den geringsten Hinderungsgrund bieten, um die Bedeutung der Rückbildungen und, wenn man so will, sekundären Abweichungen im Bau des Wassergefäßsystems scharf hervorzuheben und systematisch zu verwerten.

Und wie steht es heute mit der Annahme, die Synaptiden seien rückgebildete Formen? Unsrer bisherigen Ausführungen dürften gezeigt haben, daß eine vom Urtypus stark ablenkende Entwicklung der Paractinopoden stattgefunden haben muß. Es ist jedoch eine viel speziellere und besondere Betrachtung erfordernde Frage, ob diese divergente Entwicklung teilweise eine rückschreitende war.

Nach SEMON gibt, wie wir sahen, die Lebensweise der Synaptiden ebensowenig die Ursachen, wie die Morphologie irgendwelche Anzeichen von Rückbildung.

Zunächst also sollen die Ursachen einer Rückbildung fehlen. Indessen ist es ein gewagter Schluß, aus unsrer Unkenntnis der Ursachen auf deren Nichtvorhandensein und auf das Fehlen der entsprechenden Wirkungen zu schließen. Nach SEMON hat rückschreitende Entwicklung »im Tierreich immer und allein seinen Grund in der Lebensweise« (1888, S. 61), und zwar spezieller entweder in parasitären Lebensgewohnheiten, in dem Aufgeben der freien Ortsbewegung oder endlich in unterirdischer Lebensweise.

Selbst wenn wir zugeben würden, daß das Graben der Synaptiden nicht den Verlust der Füßchen und weitere korrelative Umänderungen zur Folge gehabt hätte, so bliebe doch die allgemeine Behauptung SEMONS im höchsten Maße anfechtbar. Wir sind der Ansicht, daß im Leben der Organismen eine Menge innerer — durch die Lebensweise nicht direkt bedingter — Ursachen eine langsame, aber sichere Rückbildung bewirken können. So wie es progressive Wachstumsvorgänge gibt, die sich nicht auf die Lebensweise zurückführen lassen, vielmehr selbst eine Umänderung der Lebensweise, wenn nicht das Aussterben der Art bedingen, so gibt es auch Rückbildungen, die durch die Teile und Bausteine des Organismus bedingt werden und mit der Lebensweise keine causale Verkettung aufweisen. Selbst bei der Rückbildung von Organen durch Nichtgebrauch, also in Fällen, wo die Beziehung zur Lebensweise auf der Hand liegt, ist durchaus nicht immer die Annahme gestattet, daß die Änderung der Lebensweise immer das Prius und die Ursache, die Reduktion des Organs das Posterius war. Es dürfte eine Menge von Fällen geben, in denen umgekehrt die Lebensweise die von der Rückbildung der betreffenden Teile abhängige Variable darstellte.

Wir sehen hier davon ab, daß, wenn ein Schritt einmal gemacht ist, eine gegenseitige Beeinflussung von Änderung im Bau und entsprechendem Wechsel der Funktion in den meisten Fällen von entscheidender Bedeutung wird; für uns bleibt nur festzuhalten, daß die Bedingungen von rückschreitender Entwicklung nicht auf dasjenige Gebiet von Ursachen beschränkt zu sein brauchen, das man in dem Worte Lebensweise zusammenzufassen pflegt.

Daß ferner die Rückbildung eines Organs oder Organkomplexes nicht mit Degeneration der Art überhaupt identisch ist, daß z. B. Rückbildung des Wassergefäßsystems eine hohe Ausbildung des Nervensystems nicht ausschließt, und daß auch rückschreitende Entwicklung in vielen Fällen eine Förderung der Art bedeutet, das alles ist von H. L. CLARK (1898) gerade für unsern Fall mit Recht betont und mit hinreichender Klarheit dargelegt worden.

Bleibt also der zweite Teil von SEMONS Behauptung zu prüfen und zu untersuchen, ob wirklich »keine anatomische und keine entwicklungsgeschichtliche Tatsache dafür spricht, die einfache Organisation der Synaptiden als durch Reduktion aus der komplizierteren der füsigen Holothurien entstanden anzusehen« (1888, S. 63). Wir versuchten schon oben zu zeigen, daß SEMON diese Behauptung nur deshalb aufstellen konnte, weil kurz vorher durch HAMANN wieder die Ansicht vertreten worden war, daß die alten Synaptiden ebensowohl Radiärkanäle besäßen wie die Jugendformen. Eine auf zahlreiche Arten ausgedehnte Nachprüfung dieser Angabe HAMANNs durch LUDWIG und BARTHELS (1891, Zool. Anzeiger Nr. 360) ergab jedoch, daß die in der Jugend angelegten Radialkanäle bei erwachsenen Tieren vollständig geschwunden sind.

Noch in demselben Jahre, 1891, überzeugte sich ein anderer ausgezeichnete Forscher, L. CUÉNOT, ebenfalls von dem Fehlen der Radiärkanäle bei den Synaptiden. Da auch die übrigen nachfolgenden Untersuchungen (z. B. die von CLARK an *Synapta vivipara* 1898) dasselbe Resultat ergaben, so mußte es den Anschein gewinnen, als ob das Auftreten rückschreitender Entwicklung bei den Synaptiden einen Zweifel nicht mehr zuließ.

Um so mehr muß es überraschen, daß eben CUÉNOT (1891), der selbst das Fehlen von Radiärkanälen bestätigt hatte, an der Ursprünglichkeit der Synaptidenorganisation festhält. Er verwirft die THÉEL-LUDWIGSche Ansicht von der Rückbildung der Synaptiden (S. 523—524); für ihn ist das aber ohne Widerspruch nur möglich, wenn er die ihm bekannten Angaben von METSCHNIKOFF (1869), SEMON (1888) und

auch BURY (1889, S. 427), die die Existenz von Radiärkanälen bei den Larven behaupten, in Zweifel zieht (1891, S. 527).

Bevor wir die Berechtigung dieses Zweifels prüfen, mögen jedoch CUÉNOTS Vorstellungen über die Phylogenie der Echinodermen etwas genauer betrachtet werden — wenigstens soweit dieselben unsre Fragen berühren. Eine kritische Prüfung der Hypothesen früherer Forscher (S. 639—642) und ausgedehnte eigne Untersuchungen über das Gesamtgebiet der Echinodermenmorphologie geben seinen Ansichten eine vorzügliche Basis. Die Betrachtung der recenten Formen wird für die phylogenetischen Erörterungen in den Vordergrund gerückt. Dabei soll das biogenetische Grundgesetz in vorsichtiger Weise nur zu Schlüssen benutzt werden, die sich auf die Entwicklung der einzelnen Organe stützen. Die phylogenetische Benutzung einzelner Entwicklungsstadien als ganzer wird verworfen.

Wie SEMON, so ist CUÉNOT der Ansicht, daß keine Klasse der Echinodermen während der Entwicklung durch eine andre »hindurchgegangen« ist (SEMON 1888, S. 111). Eine klare verwandtschaftliche Abhängigkeitsbeziehung besteht nicht zwischen den ausgebildeten Typen, sondern zwischen den Stammformen der einzelnen Gruppen. Auch haben sich die Echinodermenklassen nicht alle »divergent aus einer sehr einfachen Stammform entwickelt« (wie SEMON annimmt, 1888, S. 125). Die fünf Stammformen »*Prosynapta*«, »*Proholothuria*«, »*Pro-cystus*«, »*Proechinus*« und »*Proaster*« sind vielmehr verschieden, haben sich in direkter, einfacher Aufeinanderfolge auseinander entwickelt und ihrerseits erst den ausgebildeten Typen zum Ursprung gedient. Sie geben uns gleichsam diejenigen Stellen der geraden Hauptachse des Stammbaumes, von denen die Seitenäste abgehen (1891, S. 643 u. 646).

Am Grunde des ganzen Stammbaumes steht nach CUÉNOT eine Form, die der *Pentactaea* von SEMON sehr nahe verwandt ist (S. 643). Nur betrachtet der französische Forscher die *Pentactaea* nicht als unmittelbare Stammform der Echinodermenklassen, sondern als Stammform der Stammformenreihe. SEMONS Vorstellung von dem Echinodermenstammbaum wird verworfen, der Typus der *Pentactaea* aber beibehalten.

Die Verschiedenheit (bei aller Ähnlichkeit) der beiden phylogenetischen Theorien wird deutlich, wenn wir die Beziehungen der *Pentactaea* zu den Synaptiden erörtern. Nach SEMON stehen die Synaptiden der Urform näher als die pedaten Holothurien, weil die Körperwassergefäße bei den ersteren »noch« keine locomotorische Funktion haben (SEMON 1888, S. 93), weil dieselben in bezug auf den Ursprung der Fühler (1889, S. 262) sowie in anderer Beziehung ursprüngliche Ver-

hältnisse bewahrt haben. Trotzdem aber bilden die Synaptiden eine Untergruppe der Holothurienklasse (= *Angiochirota*), einer Klasse, die sich durch die Ausbildung interradianaler (adradianaler) Körperwassergefäße vom Urtypus ebensogut entfernt hat, wie die übrigen Klassen! (Vgl. auch 1889, S. 306—307.)

Anders CUÉNOT. Nach ihm ist der Mangel der Radiärkanäle primär. Synaptiden und Actinopoden sind also außerordentlich verschieden und bilden zwei selbständige Echinodermenklassen. Mit SEMPER und den SARASINS hält er die Synaptiden für den ältesten Zweig des Stammbaumes, der direkt von der *Pentactaea* ausgeht, die von CUÉNOT deshalb als *Prosynapta* bezeichnet wird. Mit den Holothurien haben die Synaptiden keine unmittelbare »relation ancestrale«. Diesen Punkt betont CUÉNOT mit ganz besonderem Nachdruck; denn er ist »capital pour la fixation de l'arbre généalogique des Echinodermes«. Die gemeinsamen Merkmale von Synaptiden und Holothurien sind teils darauf zurückzuführen, daß sie schon sowohl der *Prosynapta* als auch der *Proholothuria* angehörtèn, zum andern Teil aber könnten sie — wie nach CUÉNOT z. B. der Kalkring (!) — in beiden Gruppen unabhängig voneinander entstanden sein (S. 653).

CUÉNOT geht also bedeutend weiter als SEMON. Der letztere hielt die Synaptiden für Formen, die der Urform der Holothurien nahe ständen, der erstere dagegen findet in der *Prosynapta* die Stammform, aus der einerseits die Synaptiden, andererseits aber auch die Holothurien und mittelbar alle übrigen Echinodermenklassen hervorgehen.

Betrachtet man die Organisation dieser allgemeinen Echinodermenstammform »*Prosynapta*«, so drängt sich ohne Zweifel zunächst eine Ähnlichkeit mit *Rhabdomolgus* und besonders mit älteren Fünftentakelstadien dieser Art auf. Sie stimmen überein in dem Besitz eines geraden Darmes, in dem Wassergefäßring mit seinen fünf interradianalen einfachen Tentakeln, in dem Besitz eines einzigen Steinkanals mit einfacher Öffnung (die bei *Rhabdomolgus* allerdings frühzeitig in die Leibeshöhle mündet), in der genau ventralen Lage der POLischen Blase, in der geringen Ausbildung des Blutlacunensystems und endlich in dem Mangel von Wimperurnen. In dem Fehlen der Kalkkörper der Haut und im Bau der Geschlechtsorgane scheint *Rhabdomolgus* sogar einen noch tieferen Stand der Entwicklung bewahrt zu haben, als ihn CUÉNOT für die *Prosynapta* fordert. Sehen wir von einigen nicht einwandfreien Punkten ab (Kalkring, radiale Sinus), so ist die Ähnlichkeit in der Tat auf den ersten Blick eine so frappante, daß man im Sinne CUÉNOTS *Rhabdomolgus* als eine Form auffassen müßte, die der *Prosynapta*,

also der Stammform aller Echinodermen, außerordentlich nahe stände.

Damit aber wird deutlich, daß die Auffassung CUÉNOTS in den für uns in Betracht kommenden Gedanken zu dem Standpunkt von SEMPER zurückführt (CUÉNOT 1891, S. 654). SEMON würde *Rhabdomolgus* höchstens als eine der Holothurien-Urform nahestehende Art angesehen haben. CUÉNOT dagegen, dem doch die gewichtigen Tatsachen bekannt waren, die LUDWIG gegen SEMONS Ansichten vorgebracht hatte, gibt dem ganzen Problem eine Form und Lösung, die in mancher Beziehung sogar extremer ist, als die Behauptungen SEMPERs.

Der vorliegende Fall von fortwährender Wandlung einer phylogenetischen Hypothese dürfte wenig dazu angetan sein, die Lust zu wecken, jene Annahmen noch um eine zu vermehren. Trotzdem scheint uns die Möglichkeit zu bestehen — an der Hand von Tatsachen — einige Cardinalpunkte jener Fragen zu entscheiden. Die Frage nach der Entwicklung der Echinodermen überhaupt, werden wir hier nur so weit heranziehen, als sie in Kontakt steht mit dem uns hier allein berührenden spezielleren Problem. Die allgemeine Frage nach der Entstehung der Echinodermenorganisation, nach der Phylogenie dieser Gruppe, läßt sich in drei Spezialfragen zerlegen: in die nach dem Ursprung und der palingenetischen Organisation der *Dipleurula*, in das Problem der Umwandlung der bilateralen in die radiäre Symmetrie und endlich in die Frage nach der Ausbildung der verschiedenen jetzt lebenden Echinodermotypen. Uns kann hier nur das dritte Problem interessieren. Scharf abzusondern ist die Betrachtung dieses Punktes von den übrigen freilich nicht; denn das setzte voraus, daß die Trennung der großen Typen erst stattfand, als die radiäre Symmetrie von allen gemeinsam erworben worden war, und daß erst dann die Verzweigung des Echinodermenstammbaumes (wenigstens der jetzt noch lebenden Äste) einsetzte!

Wenn somit die letzte der drei Fragen einige Cardinalpunkte der Echinodermenmorphologie gar nicht berührt, so ist sie doch für die Erkenntnis der verwandtschaftlichen Beziehungen unter den einzelnen Klassen von der größten Bedeutung. Wir werden uns hier damit begnügen, dieses Problem von einer Seite zu behandeln: nämlich von der der Holothurienmorphologie. Wir beschränken uns hier auf die Behandlung der Fragen: kommt den Synaptiden gegenüber den übrigen Holothurien jene Stellung als selbständige Klasse im System zu, die ihnen CUÉNOT anweist, und: ist die Urform der Synaptiden (*Prosynapta-Rhabdomolgus*) so organisiert, daß sie (mittelbar) als Stammform der

Holothurien und der übrigen Echinodermenklassen angesehen werden muß?

CUÉNOT (1891, S. 652) faßt seine Argumente in drei Punkten zusammen. Wir betrachten zunächst den entscheidendsten Grund. Dieser betrifft das Fehlen der Radiärkanäle, das CUÉNOT entschieden für primär hält (S. 523—524 u. 652) und dementsprechend auch auf die Urform überträgt (S. 643). Die Richtigkeit dieser Auffassung hängt aber von der Berechtigung der Annahme ab, daß die Radiärkanäle auch bei den jungen Tieren nicht vorübergehend auftreten. Ohne sich auf eigne Nachprüfungen stützen zu können, glaubt CUÉNOT die entgegengesetzten Angaben von THOMSON (1862), METSCHNIKOFF (1869), SEMON (1888, S. 35) und BURY (1889, S. 427 u. 1895, S. 57) bezweifeln zu müssen (CUÉNOT 1891, S. 527). Wir besitzen aber nur von einer paractinopoden Holothurienform bestimmte Angaben über das primäre Fehlen von Körperwassergefäßen, nämlich von *Synapta vivipara*. Aber selbst bei dieser Art, bei der nach CLARKS (1898) Untersuchungen die Radiärkanäle nicht über den Steinkanal nach hinten biegen, werden dieselben gleichwohl angelegt! Bei den meisten Formen haben wir jedoch keinen Grund, zu bezweifeln, daß hier die Radiärkanäle bei jungen Tieren genau so über den Kalkring nach hinten verlaufen wie bei den Pedaten. Für *Rhabdomolgus* z. B., wo diese Frage besonders interessieren muß, haben wir durch Auffindung unzweifelhafter Rudimente der Körperwassergefäße den Nachweis geführt, daß die jungen Tiere eine fundamentale Eigentümlichkeit besitzen, die den ausgewachsenen Tieren fehlt. CUÉNOTS Annahme ist also nach allen vorliegenden Angaben für die Synaptiden ungerechtfertigt und für *Rhabdomolgus* sicher falsch.

Von weit geringerer Bedeutung ist CUÉNOTS zweites Argument, welches die große Verschiedenheit der Schizocölkanäle und des Blutgefäßsystems bei Synaptiden und Actinopoden betont. Gerade Spaltbildungen im Mesenchym können sehr leicht eine selbständige ähnliche Ausbildung bei den verschiedenen Klassen erfahren haben. CUÉNOT selbst nimmt ja an, daß der Stammform ein Blutgefäßsystem noch fehlte (S. 643). Andererseits aber sind die Verschiedenheiten des Lacunensystems bei Synaptiden und Actinopoden nicht derart, daß sie die Annahme einer gemeinsamen Anlage derselben bei der Urform ausschließen. Die Einfachheit der Synaptiden in bezug auf diesen Punkt könnte teils ursprünglich sein, zum Teil vielleicht auch auf Rückbildung beruhen. Ein Grund zu einer scharfen Trennung in zwei Klassen liegt daher nicht vor.

Die Ausbildung anderer Spalträume im Mesenchym, etwa der Epineural- und Hyponeuralkanäle, kann aber ebensowenig für CUÉNOTS Anschauung einen Beweis erbringen. Schon früher haben wir die außerordentliche Verschiedenheit der Angaben über diese Bildungen erwähnt, die irgendwelche Schlüsse über die Phylogenie, besonders der Synaptiden, ganz unzuverlässig macht.

Weit größeres Interesse beansprucht der von CUÉNOT an erster Stelle angeführte Grund, der die Rückbildung der Synaptiden aus Holothurien-artigen Formen unannehmbar machen soll. Er stützt sich auf den Umstand, daß die fünf Primärtentakel, die sich bei den Synaptiden »erhalten«, nicht mehr in derselben Weise bei den Holothurien auftreten (S. 652). Die Primärtentakel der Holothurien entspringen zwar nach der Angabe einiger Forscher ebenfalls vom Ringkanal; doch findet CUÉNOT es mit Recht auffallend, daß einerseits die fünf Primärtentakel persistieren sollen, und daß andererseits doch alle zehn (oder mehr) Fühler der fertigen Actinopoden genau wie modifizierte Füßchen von den Radiärkanälen entspringen. Trotz dieser Unklarheiten in den entwicklungsgeschichtlichen Daten ist CUÉNOT unbedenklich, anzunehmen, daß die Holothurien während der Ontogenie ein Synaptiden-ähnliches Stadium durchlaufen, deren Ambulacralsystem ein phylogenetisch ursprünglicheres Stadium repräsentiert (S. 527) und ungefähr die Form bewahrt hat, die das Wassergefäßsystem bei seinem ersten Auftreten aufwies (S. 524).

R. SEMON, dessen Hypothese über die Rückbildung der Primärfühler der Synaptiden bereits oben zurückgewiesen wurde, hat gleichwohl jene Dunkelheit in der Bildung der Fühler besser erkannt als CUÉNOT und treffend bemerkt: »Ich bin weit entfernt, die sehr schwierige und nicht allein entwicklungsgeschichtlich zu lösende Frage für vollkommen beantwortet und sicher entschieden zu halten.«

»Ein volles Verständnis wird auch erst dann zu gewinnen sein, wenn wir über die Entstehung und Lage der später auftretenden Mundtentakel der Holothurien genauer unterrichtet sein werden« (1889, S. 262).

Wie bereits erwähnt, verdanken wir die genaueren Daten über die Art des Auftretens der Primärtentakel der Pedaten (*Cucumaria*) den Untersuchungen von H. LUDWIG. Dieser Autor hat einerseits gezeigt, daß die Primärtentakel der *Cucumaria planci* nicht vom Ringkanal (wie SELENKA behauptete), sondern von vornherein von den Radiärkanälen entspringen und andererseits nachgewiesen, daß dabei nicht jeder Radiärkanal in symmetrischer Weise je einen Fühler abgibt, sondern

daß der mittlere ventrale Radiärkanal die zwei Tentakel der beiden ventralen Interradien trägt und der linke dorsale wiederum zwei, nämlich die des linken und mittleren dorsalen Interradius abgibt (siehe Taf. XXXVI, Fig. 43). Der Primärtentakel des rechten dorsalen Interradius entspringt vom rechten dorsalen Radiärgefäß.

Diese Angaben, die CUÉNOT bekannt waren, haben denselben auffallenderweise in seiner Anschauung, daß die Holothurien ein Synaptiden-ähnliches Stadium durchlaufen, nicht gestört. Der genannte Autor scheint uns ferner die Ansichten LUDWIGS mißzuverstehen, wenn er glaubt, nach jenen Untersuchungen und Resultaten LUDWIGS seien die Primärtentakel der Holothurien denen der Synaptiden in keiner Weise vergleichbar. Wollte man konsequent sein, so müßte man nach CUÉNOT annehmen, daß die Primärtentakel der Synaptiden bereits während der Entwicklung der *Proholothuria* aus der Echinodermenstammform endgültig verloren gingen.

Schon den SEMONSchen Auffassungen gegenüber haben wir die bei *Cucumaria* gefundenen Verhältnisse als die normalen hingestellt, von denen der Ursprung der Primärtentakel aus dem Ringkanal nur eine sekundäre Modifikation darstellt.

Daß diese Ansicht zutreffend ist und auch die richtige Deutung von LUDWIGS Angaben enthält, ergibt sich aus einer Vergleichung der Stellung der Sekundärfühler von *Cucumaria* und *Synapta*. Wir brauchen bezüglich dieses Punktes nur die Darlegung unseres speziellen Teiles zu rekapitulieren: da die Primärfühler in asymmetrischer Weise auftreten, sich später aber mit den fünf Sekundärfühlern derart zu einer radiären Anordnung ergänzen, daß von einem Radiärkanal immer zwei Tentakel entspringen, so müssen auch die Sekundärfühler asymmetrisch angeordnet gewesen sein: die beiden seitlichen ventralen Radien, die gar keine Primärfühler trugen, werden je zwei Sekundärfühler abgeben, und der fünfte Sekundärtentakel wird von der noch freien dorsalen Seite des rechten dorsalen Radiärkanales in den mittleren dorsalen Interradius abgehen müssen (s. Taf. XXXVI, Fig. 43). Damit hat jeder Interradius einen neuen Tentakel bekommen. Die eigenartige asymmetrische Anordnung der Primär- und Sekundärtentakel läßt sich aber, wie unser Schema lehrt, auch dann noch wahrnehmen, wenn wir von der Verbindung mit den Radiärkanälen ganz absehen und nur die Stellung zueinander (und zu den Radien) beachten. Bezeichnen wir die Primärtentakel mit *P*, die Sekundärfühler mit *S*, so folgen sich dieselben in der eigenartigen Reihenfolge:

$$P \mid P S \mid S P \mid P S \mid S P \mid S$$

wenn wir den Ringkanal (wie in Taf. XXXVI, Fig. 43 u. 44) von hinten gesehen denken und die Fühler von der dorsalen Mitte links herum zählen. Da diese Anordnung noch zu erkennen ist, wenn die Radiärkanäle fehlen, so muß dieselbe auch bei Formen ausgeprägt sein, die zwar von pedaten Holothurien abstammen, die Radiärwassergefäße aber verloren haben und deren Fühlerkanäle alle direkt vom Ringkanal entstehen.

Somit gibt uns diese Anordnung der Tentakel ein Mittel an die Hand, das Problem der Verwandtschaft von Synaptiden und Holothurien zu entscheiden: ist die THÉEL-LUDWIGSche Ansicht von der Rückbildung der Synaptiden richtig, so muß auch bei diesen, trotz des Ursprunges der Fühlerkanäle aus dem Ringkanal, jene Trennung der Primärfühler in der oben hingeschriebenen Weise bei der Fühlervermehrung zu konstatieren sein. Wie im IX. Abschnitt gezeigt wurde, fügt sich *Rhabdomolgus* in der Tat dem obigen Schema (s. Taf. XXXVI, Fig. 37—41) ein. Für sich allein betrachtet, würde diese Stellung der Primär- und Sekundärfühler bei *Rhabdomolgus* ein unerklärliches Kuriosum sein. Dieses Kuriosum erklärt sich aber, wenn wir es in Beziehung setzen zu den Verhältnissen bei den Actinopoden, wo die Anordnung der Sekundärfühler durch den asymmetrischen Ursprung der Primärtentakel aus den Radiärkanälen verständlich wird.

Daß diese Übereinstimmung in der Anordnung der Primär- und Sekundärfühler nicht allein von *Rhabdomolgus* gilt, ist höchst wahrscheinlich. Der sechste und siebente Fühler von *Chiridota rotifera* und *contorta* fügen sich diesem Gesetz (s. LUDWIG 1881 u. 1898) der Tentakelordnung, so daß eine völlige Übereinstimmung zu vermuten ist. Für *Synapta vivipara* hat CLARK (1898) sogar den Nachweis führen können, daß auch die Primärtentakel von den Stummeln der Radiärkanäle nach der bei *Cucumaria* festgestellten Weise abgegeben werden. Aber auch bei den meisten übrigen Synaptiden, bei denen die Radiärkanäle völlig geschwunden sind, ließe sich in der oben dargelegten Weise lediglich an der Stellung der jungen Fühler eine Nachprüfung der hier vertretenen Ansichten anstellen.

Wir glauben indessen, daß unsre Darlegungen genügen, um die Unzulänglichkeit auch der CUÉNOTSchen Ansichten über die Stellung der Synaptiden und über die Bedeutung einer *Rhabdomolgus* ähnelnden *Prosynapta* zu erweisen. Einen klareren morphologischen Hinweis, wie derjenige, der sich aus der Fühlerstellung ableiten läßt, wird man bei phylogenetischen Untersuchungen nur selten erlangen können.

Symmetrieverhältnisse der Holothurien.

Bevor wir dazu übergehen, *Rhabdomolgus* im speziellen nach seiner Stellung und seiner Bedeutung genauer zu betrachten, verdienen die Symmetrieverhältnisse der Holothurien kurz erörtert zu werden.

Sehen wir davon ab, daß bei der Umwandlung der *Dipleurula*-Larve deren ursprüngliche Bilateralsymmetrie fast ganz verloren geht, so bleibt noch immer in dem Bau der Holothurien eine primäre Bilateralsymmetrie von einer sekundären zu scheiden. Wenn auch die erstere vielleicht nur durch die Anlage der Geschlechtsorgane mit jener Symmetrie der *Dipleurula*-Larve zusammenhängt, so verdient dieselbe gleichwohl die Bezeichnung primär im Gegensatz zu noch später erworbenen Symmetrieverhältnissen. So ist die Bilateralsymmetrie, die in der Lage des Steinkanals und des dorsalen Mesenteriums ihren Ausdruck findet, ohne Zweifel ursprünglicher als die Ausbildung von Trivium und Bivium usw. Freilich scheint das Auftreten der sekundären Bilateralsymmetrie trotzdem durch die ursprünglichere Symmetrie beeinflusst worden zu sein, wenigstens fallen die beiden Symmetrieebenen zusammen. Eben dieser Umstand verführt leicht zur Verwechslung. Doch hat schon SEMON (1888, S. 114) die Notwendigkeit einer Trennung der primären und sekundären Bilateralsymmetrie mit Nachdruck hervorgehoben. Nur hat SEMON weit mehr von jener primären Symmetrie als Erbteil von der *Dipleuraea* aufgefaßt. Auch dürfte die ursprünglichste Symmetrieebene (der *Dipleurula*) mit der Ebene der primären Symmetrie der Holothurien nicht zusammenfallen.

Sekundärer Natur ist z. B. die Bilateralsymmetrie des Fühlerkranzes, die auf der Stellung kleinerer Tentakel oder auf der Verteilung von mehr als zwölf Fühlern in den Interradien beruht. Die Bilateralsymmetrie des Kalkringes scheint ebenfalls sekundär zu sein, wenigstens konnten wir bei *Rhabdomolgus* an der Hand der Entwicklung nachweisen, daß die Verkürzung der in der Medianebene liegenden Glieder durch nachträgliche Verwachsung entsteht. Endlich konnte man auch den geraden Verlauf des dorsalen Mesenteriums, den wir bei *Rhabdomolgus* fanden, als sekundär bilateralsymmetrisch betrachten.

Die fünfstrahlige Radiärsymmetrie der Echinodermen prägt sich bei den Holothurien lediglich in den Organen der Radien aus, die zu der Hauptsymmetrieebene derart angeordnet sind, daß einer derselben (der ventrale) in diese Ebene hereinfällt. Vielleicht ist auch die Radiärsymmetrie des Kalkringes primärer Natur. Die Entscheidung dieser Frage hängt davon ab, ob man annimmt, die fünf zuerst auftretenden

Radiärstücke würden durch die Lage der über sie umbiegenden Radiärkanäle und Nerven bedingt, oder ob man mit SEMON (1887, 2, S. 404 und 1888, S. 109) den ursprünglichen Zweck der Kalkringstücke in der Stütze der Tentakel erblickt!

Denn die (fünf oder zehn) Tentakel stehen zwar auch in äußerlich radiärer Anordnung, aber diese radiäre Anordnung ist von der primären Radiärsymmetrie ebenso scharf zu scheiden, wie die sekundäre Bilateral-symmetrie von der primären.

Beim ausgewachsenen Tier (mit den zehn Haupttentakeln) ist die radiäre Anordnung der Tentakel besonders auffallend. Die rein anatomische Untersuchung würde in der Ansicht, es handelte sich dabei um echte Radiärsymmetrie nur bestärken; besonders bei den Synaptiden, bei denen nicht einmal eine Beziehung zu den Radiärkanälen und deren Radiärsymmetrie besteht. Erst die Entwicklungsgeschichte lehrt, daß von der radiären Anordnung der Tentakel das im besonderen gilt, was A. LANG (1894, S. 1139) von dem Seltsamen des radiären Baues der Echinodermen überhaupt bemerkt: diese radiäre Anordnung ist nur die »Maske«, »hinter welcher sich eine uns noch unverständliche, komplizierte Asymmetrie verbirgt«.

Bei der scheinbaren Radiärsymmetrie der Tentakel ist es gelungen, diese Maske wegzureißen. Bei den Pedaten konnte für die Primärtentakel direkt der Nachweis ihres asymmetrischen Ursprunges aus den Radiärkanälen beobachtet werden. Daraus folgte, wie wir sahen, daß auch die Sekundärtentakel nicht einen radiären, sondern ebenfalls einen asymmetrischen Ursprung nehmen.

Verwickelter liegen die Beziehungen bei den Paractinopoden: hier weisen nicht nur die zehn Haupttentakel, sondern auch die fünf Primärfühler eine vollkommene Radiärsymmetrie auf! Nur die eigentümliche Art, in der Primär- und Sekundärtentakel einander in Gruppen trennen, legt hier Zeugnis davon ab, daß der früher asymmetrische Ursprung der Primärfühler nur verwischt ist.

Sowohl bei Actinopoden als auch bei den Synaptiden besteht also eine doppelte Asymmetrie, zwei regelmäßig-asymmetrisch auftretende Gruppen von Bildungen, die sich jedoch immer zu einer — sekundären — Radialsymmetrie ergänzen. Die sekundäre Radialsymmetrie der Holothurien ist somit komplexer Natur, und das scheinbar radiäre Ganze besteht aus zwei asymmetrischen Teilen.

Die asymmetrische Anordnung der Primär- und Sekundärfühler verdient noch einige Worte. In Wirklichkeit ist dieselbe nicht so

unregelmäßig, wie es auf den ersten Blick scheinen muß. Verbindet man nämlich in dem Tentakelkreis alle Primärfühler für sich und ebenso die Sekundärfühler der Reihe nach durch gerade Linien, so ergeben sich zwei Fünfecke. Die entsprechenden Seiten dieser symmetrischen Fünfecke laufen einander alle parallel, mit Ausnahme von zwei Seiten, die sich im rechten dorsalen Radius schneiden. Durch eine Linie, die diesen Schnittpunkt mit der Mitte des Fühlerkranzes verbindet, ist eine senkrechte Ebene bestimmt, zu der die eben konstruierten Fünfecke symmetrisch liegen.

Die Konstruktion dieser Symmetrieebene erinnert an den Nachweis der eigentümlichen symmetrischen Beziehungen der Ambulacrallplatten der Echiniden, auf die LOVÉN (1874) zuerst die Aufmerksamkeit der Morphologen gelenkt hat (s. die Textfig. 12). In beiden Fällen läßt sich die Regelmäßigkeit sehr einfach durch die Buchstabenreihe ausdrücken:

$$a \ a \ b \ b \ a \ | \ b \ a \ a \ b \ b$$

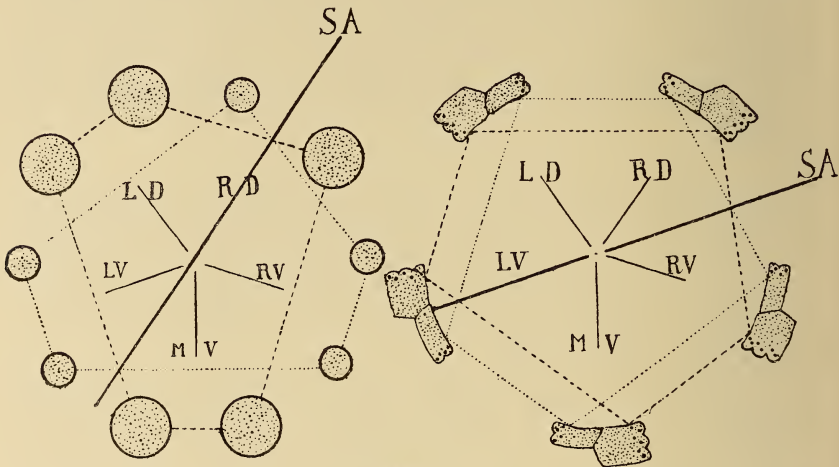
in der uns *a* die Gebilde (Platten oder Tentakel) der einen, *b* diejenigen der andern, damit abwechselnden Art bezeichnet. Der mittlere Strich gibt uns die Symmetrieachse, die so beschaffen ist, daß an entsprechenden Stellen der linken und rechten Seite immer ungleichartige Stücke (Platten oder Fühler) liegen.

Die Lage dieser Symmetrieachse ist jedoch bei Holothurien und Echiniden nicht dieselbe. Um die obige Anordnung der Buchstaben zu erhalten, muß man bei der Seeigelschale an einer andern Stelle zu zählen beginnen als bei dem Tentakelkranz einer Holothurie. Orientieren wir die in Rede stehenden Symmetrieebenen der beiden Klassen nach der Lage des Steinkanals, so ergibt sich, daß dieselben miteinander einen Winkel von $1/2 \times 360/5$ Grad bilden: diejenige der Holothurien geht durch den rechten dorsalen Radius, diejenige der Echiniden durch die Mitte des rechten dorsalen Interradius (s. die Textfig. 12).

Diese Lagedifferenz weist darauf hin, daß die besprochenen Symmetrieverhältnisse in beiden Klassen verschiedener Natur sind, daß sie verschiedene Ursachen haben müssen und wahrscheinlich nur durch Zufall die oben erwähnte Übereinstimmung aufweisen.

O. BÜTSCHLI (1892, S. 150ff.) hat den Versuch gemacht, die merkwürdige Symmetrie der Seeigelschale zu erklären und glaubt in der Reduktion von $1\frac{1}{2}$ Doppelradien der rechten Körperseite der noch bilateral-symmetrischen Urform eine Ursache dafür gefunden zu haben, die mit seinen Vorstellungen über die Entwicklung der fünfstrahligen Radiärsymmetrie in gutem Einklang steht.

Anders liegen die Verhältnisse bei den Holothurien. Um die oben erwähnte Symmetrie der Tentakelstellung zu erklären, braucht man sicherlich nicht bis auf die Organisation der bilateralsymmetrischen Urahnen zurückzugehen. Die Entwicklungsgeschichte scheint hier einen deutlicheren Hinweis zu geben: an Jungen der *Cucumaria planici* hat nämlich H. LUDWIG (1891, 1) festgestellt, daß von den ersten fünf Füßchen vier am mittleren ventralen Radius und das fünfte am linken dorsalen Radialkanal auftritt. »Es sind also dieselben beiden Radialkanäle jetzt an der Füßchenbildung beteiligt, welche auch in der Fühlerbildung den übrigen Radialkanälen insofern vorausgingen, als sie zuerst



Textfig. 12.

Vergleich der Konstruktion und Lage der Symmetrieachse (*SA*) des Fühlerkranzes der Holothurien (links) mit derjenigen der Lovénschen Symmetrieebene der Seeigel (rechts). Beide Figuren sind so gezeichnet, daß man die Fühler, bzw. Ambulacralplatten vom Apicalpol des Tieres sieht. Es bedeuten *LD* und *RD* den linken und rechten dorsalen, *LV*, *RV* und *MV* den linken, rechten und mittleren ventralen Radius.

ihre definitive Zahl von je zwei Fühlern lieferten« (l. c. S. 8). Hier liegt es somit nahe, anzunehmen, daß die stärkere Entwicklung des mittleren ventralen und linken dorsalen Radius die Ursache war dafür, daß dieselben je zwei Fühler ausbildeten, während die übrigen drei schwächeren Radiärkanäle noch überhaupt keinen oder erst einen Fühler trugen. Von diesen letzteren drei Radiärgefäßen ist nun das rechte dorsale (wie auch der zugehörige Nerv) in der Entwicklung gegenüber den seitlichen ventralen Kanälen ähnlich — wenn auch nicht so weit — voraus, wie der linke dorsale und besonders der mittlere ventrale Radiärkanal (s. LUDWIG 1891, 1, S. 3 u. 9). Damit wird auch

verständlich, daß der allein noch freie rechte dorsale Interradius seinen Primärfühler eben von jenem in der Entwicklung vorgeschrittenen rechten dorsalen Radiärkanal erhält (s. hierzu das Schema Taf. XXXVI, Fig. 43).

Nehmen wir also an, daß die stärkere Ausbildung des mittleren ventralen, des linken und auch des rechten dorsalen Radialkanals eine palingenetische Erscheinung der Ontogenese darstellt, so erklärt sich der asymmetrische Ursprung der fünf Primärfühler von *Cucumaria* in ungezwungener Weise dadurch, daß zur Zeit ihres ersten Auftretens eben nur jene drei stärkeren Radiärkanäle an ihrer Bildung teilnahmen. Erst viel später — nachdem die ungleiche Ausbildung der einzelnen Radien sich wieder verloren hatte — begannen dann auch die beiden seitlich ventralen Radiärkanäle durch die Umbildung der vordersten Füßchen eine Vermehrung der Tentakel herbeizuführen.

Bedenkt man nun, daß die radiäre Anordnung der Primärfühler der Synaptiden, wie wir sahen, erst sekundär aus derselben asymmetrischen Ursprungsweise hervorgegangen ist, die die Actinopoden noch heute aufweisen, so wird es wahrscheinlich, daß auch bei den Paractinopoden der mittlere ventrale, der linke dorsale und auch der rechte dorsale Radiärkanal ihre vordersten Füßchen oder Füßchenpaare (= Fühler) früher entwickelten als die beiden seitlichen ventralen Radien. Damit aber wird vorausgesetzt, daß auch bei den Vorfahren der Paractinopoden jene stärkere Entwicklung dreier Radien bestand, die wir oben für die Actinopoden anzunehmen uns genötigt sahen.

Aus der Übereinstimmung in der Anordnung der Primär- und Sekundärfühler bei Actinopoden und Paractinopoden folgt somit, daß uns die bei *Cucumaria*-Jungen beobachtete stärkere Ausbildung des mittleren ventralen und der beiden dorsalen Radien (besonders des linken) eine Eigentümlichkeit eines phylogenetischen Entwicklungsstadiums repräsentiert, eines Stadiums, bei dem die Trennung der Klasse in Actinopoden und Synaptiden noch nicht vollzogen war: da schon die Entstehung der Primärfühler durch das Dominieren jener drei Radien bedingt wurde, so muß diese stärkere Ausbildung derselben schon eine Eigentümlichkeit von Echinodermenformen gewesen sein, die eben erst begonnen hatten, die typischen Eigentümlichkeiten der Holothurienklasse anzunehmen.

Rhabdomolgus ruber nach seinen Beziehungen zur Urform und nach seiner Stellung im System.

Von der Urform der Holothurien, von der wir oben eine ungleichmäßige Ausbildung verschiedener Radien wahrscheinlich zu machen suchten, bis zu dem Stadium, auf dem die Trennung in Actinopoden und Paractinopoden begann, ist es ein weiter Schritt. Mindestens ebenso beträchtlich, ja noch größer ist die Entfernung, die *Rhabdomolgus* von jener Urform trennt. In dem allgemeinen Teil unsrer Auseinandersetzungen waren wir bemüht, den Beweis zu erbringen, daß die Ahnen der Synaptiden, die eben anfangen, die Charaktere dieser Gruppe auszubilden, pedate Holothurienformen sein mußten. *Rhabdomolgus* ist nun eine Synaptide — das haben alle Forscher, die dieser Form eine systematische Stellung zu geben suchten, wie ihr erster Entdecker hervorgehoben. *Rhabdomolgus* unterscheidet sich mithin von der asymmetrischen Stammform der Holothurien nicht nur in den Merkmalen, welche die wenigstens scheinbar radiäre Urform der Synaptiden von jener unterscheidet, sondern außerdem durch die Eigentümlichkeiten, die die Paractinopoden gegenüber dem Actinotentypus auf ihrem getrennten Weg verloren oder neu erworben haben.

Daß *Rhabdomolgus* in der Tat jene rückschreitende Entwicklung mitgemacht hat, die den Paractinoten ihre Sonderstellung verschaffte, dürfte nach den Angaben unsres speziellen Teiles und nach unsern allgemeinen Darlegungen kaum bezweifelt werden: die Streckung der larvalen Darmwindung, das Vorhandensein von Rudimenten der Radiärkanäle und der Verlauf der Fühlervermehrung weisen unverkennbar auf jene Rückbildung hin, und der Mangel der Füßchen, der Besitz von fünf Paar Statocysten sowie eine Fülle kleiner Übereinstimmungen im anatomischen und histologischen Bau, die an dieser Stelle nicht wiederholt zu werden brauchen, bestätigen die nahe Verwandtschaft mit den Synaptiden.

Wenn aber kein Zweifel darüber bestehen bleiben kann, daß *Rhabdomolgus* sich gleichzeitig mit den Paractinopoden vom Stamme der Holothurien getrennt hat, so bleibt die Frage zu erörtern, welche Stellung *Rhabdomolgus* in der Gruppe der Synaptiden einnimmt, d. h. zu untersuchen, wie weit diese Form den gesonderten Weg und die Rückbildung der Paractinopoden mitgemacht hat.

Rhabdomolgus ruber ist eine sehr einfach gebaute Form, das muß von uns ebensogut wie von SEMPER betont werden. Diese Einfachheit des anatomischen Baues ist eine Tatsache: Gegenstand einer besonderen

Prüfung aber bleibt es, diese Einfachheit auf ihre Ursachen hin zu untersuchen. Schon jetzt sind wir in der Analyse jener Einfachheit so weit fortgeschritten, daß wir einen beträchtlichen Teil derselben als sekundär und als durch Rückbildung entstanden anzusehen gelernt haben. Zu dieser sekundären Einfachheit ist z. B. der Mangel der Füßchen zu rechnen. Die zickzackförmige Anordnung der Tastpapillen war es, die uns bei *Rhabdomolgus* jenen Verlust der Füßchen dokumentierte (vgl. oben S. 603—604).

Das Fehlen von Radiärkanälen gehört zu demselben sekundär einfachen Teil der Organisation. Das wird nicht nur durch das Auftreten der Sekundärausstülpungen (für die Synaptiden) bewiesen, sondern bei *Rhabdomolgus* noch in besonders deutlicher Weise durch das Vorhandensein bleibender Rudimente beim fertigen Tier garantiert.

Ebenso konnten wir den Nachweis erbringen, daß die einfach regelmäßige Art, in der Primär- und Sekundärfühler vom Wassergefäßbring entspringen, nicht primärer Natur ist, sondern erst später erworben wurde, und genau Entsprechendes ließ sich von dem einfach geraden Verlauf von Darm und Mesenterium zeigen (s. oben S. 620).

Nicht so deutlich sprechen die Tatsachen über die Art, in der das Fehlen der Kiemenbäume bei Synaptiden und bei *Rhabdomolgus* gedeutet werden muß, denn Rudimente dieser Bildungen sind bei Paractinoten bisher nicht aufgefunden worden — wenn man nicht die Darmausstülpung der großen *Auricularia* von *Orotava* — die vielleicht eine Synaptidenlarve ist — in diesem Sinne deuten will. Trotzdem hält LUDWIG es für wahrscheinlich, daß auch die Kiemenbäume von *Rhabdomolgus* und den Synaptiden sekundär verloren gegangen sind; denn Dendrochiroten und Aspidochiroten besitzen die Kiemen gleicherweise und haben sich jedenfalls schon zu einer Zeit getrennt, als die Synaptiden noch mit den ihnen ähnlicheren Dendrochiroten eine Gruppe bildeten. Die Vorfahren der Synaptiden scheinen also Kiemenbäume besessen zu haben; denn daß die Ausbildung von Wasserlungen bei Aspido- und Dendrochiroten auf Konvergenz beruhte, ist immerhin unwahrscheinlich. Aber wie bereits bemerkt: die Ontogenese gibt keine Daten, die diese Annahme stützten (s. hierzu LUDWIG 1889—92, S. 453 u. 455).

Die genannten Eigentümlichkeiten sind *Rhabdomolgus* und den Synaptiden gemeinsam und gemeinsam während der Entwicklung entstanden, die die ganze Gruppe so weit vom Grundtypus der Holothurien entfernte. Die Einfachheit von *Rhabdomolgus* weist aber noch andere Charaktere auf, die dieser Form im besonderen eigentümlich sind.

Auch bei dieser Einfachheit bleibt natürlich wieder scharf zwischen Primärem und Sekundärem zu trennen. Denn: es können einige Teile dieser besonderen einfachen Organisationsverhältnisse dadurch ihre Erklärung finden, daß *Rhabdomolgus* der Stammform der Synaptiden nahe stand, andre aber vielleicht durch eine Rückbildung entstanden sein, die bei einzelnen Organen von *Rhabdomolgus* weiter gegangen sein könnte als bei den übrigen Paractinopoden! Der Kalkring gibt ein Beispiel. Die unvermehrte Zehn-Zahl der Glieder weist auf einfache Verhältnisse hin. Die Form der einzelnen Stücke ist eine außerordentlich einfache und bei Radial- und Interradialgliedern übereinstimmend. Nichts spricht dagegen, diese einfache Gestalt, die sich, wie oben gezeigt wurde, leicht auf das Primärkreuz zurückführen läßt, als ursprünglich anzusehen. Der Kalkring von *Rhabdomolgus* gibt also eine Beziehung zur Urform der Synaptiden und (freilich mittelbar) zu der Urform der Holothurien überhaupt. Ganz gefehlt aber würde es sein, wenn man nun auch die Bilateralsymmetrie des Kalkringes als einen Hinweis auf die Verwandtschaft mit primitiven Formen benutzen wollte; denn die Verkürzung zweier dorsal und ventral einander gegenüberliegender Kalkringstücke ist, wie mehrfach erwähnt, eine ganz sekundäre!

Dagegen weist *Rhabdomolgus* in der einfach zickzackförmigen Anordnung der Tastpapillen wieder ein Merkmal auf, das, wie oben ausgeführt wurde, sicher primärer Natur ist und zudem einen sicheren Anhaltspunkt gibt, um die Stellung von *Rhabdomolgus* unter den Synaptiden festzulegen. Die zickzackförmige Doppelreihe der Tastpapillen weist darauf hin, daß *Rhabdomolgus* in diesem wesentlichen Punkt der Organisation auf einem phylogenetischen Entwicklungsstadium verharret, bei dem eben erst der Verlust der Füßchen stattgefunden hatte!

Weisen wir so *Rhabdomolgus* im Stammbaum der Holothurien eine Stelle an, die demjenigen Punkte nahe liegt, von dem aus die Synaptiden ihren besonderen Weg einschlagen, so erklärt sich die ursprüngliche Zahl und Form der Kalkringglieder in ungezwungener Weise. Ebenso stimmen die Zehn-Zahl der Tentakel, ihre unverzweigte einfache Form, ferner das Fehlen einer zweiten Bindegewebsschicht im Darm und andre geringfügigere, ursprünglich einfache Merkmale vorzüglich mit dieser Annahme überein.

Andere Verhältnisse sind weniger durchsichtig. So z. B. das Fehlen der Wimperurnen! Es liegt nahe, auch diesen Mangel als ursprüngliche Eigentümlichkeit aufzufassen. Andererseits wäre es denkbar, daß auch

die geringe Größe, wie in anderer Richtung, so auch hier vereinfachend gewirkt und den Besitz von Wimperurnen entbehrlich gemacht hätte. Mein Zweifel an der primären Natur jenes Mangels stützt sich vor allen Dingen auf die Entdeckungen ÖSTERGRENS (1905, 1), der bei *Synapta buskii* und andern typischen Synaptiden die Wimperurnen vergeblich suchte. Wenn einmal alle Synaptiden die Wimperurnen gemeinsam erworben haben, so ist es nicht unwahrscheinlich, daß jene kleinen Arten, die derselben entbehren, dieselben sekundär verloren haben! *Synapta minuta* scheint hier den Übergang zu vermitteln; denn es fand sich bei derselben, wie ich in einer vorläufigen Mitteilung angegeben habe, nur eine einzige Wimperurne in der Leibeshöhle vor! (S. BECHER 1906.) Indessen ist nicht abzustreiten, daß auch die Möglichkeit besteht, daß *Rhabdomolgus* niemals Wimperorgane besessen hat und schon zu einer Zeit seinen eignen Weg ging, als diese Organe von den Synaptiden noch nicht ausgebildet waren.

Das völlige Fehlen von Kalkkörpern bei *Rhabdomolgus* ist gleichfalls nicht leicht mit Sicherheit zu deuten! Ich habe bei Jugendformen dieser Art vergeblich nach kleinen Primärkreuzen oder irgendwelchen Kalkteilen gesucht, die auf einen sekundären Verlust der Kalkeinlagerungen der Haut hinwiesen! Trotzdem bin ich nicht der Ansicht, daß *Rhabdomolgus* unmittelbar von kalkkörperlosen Ahnen abstammt; denn gerade die Kalkabsonderung kann während der Ontogenese leicht überhaupt verschwinden, wenn das fertige Tier die Einlagerungen von kohlensaurem Kalk einmal verloren hat. Ferner ist zu bedenken, daß in allen Echinodermenklassen stark entwickelte Skeletteile in Menge vorkommen und es daher unwahrscheinlich ist, daß eine Gruppe oder gar eine Art — wie *Rhabdomolgus* — von vornherein kein Skelet besessen haben soll. Dazu kommt, daß *Rhabdomolgus* — wie oben dargelegt wurde — unmöglich als eine Form betrachtet werden kann, die den vielleicht skeletlosen Ur-Urahnen der Echinodermen sehr nahe steht. Zudem besitzt ja auch *Rhabdomolgus* einen Kalkring, d. h. ein Organ, dessen Homologisierung mit andern Skeletbildungen Schwierigkeiten macht und das infolgedessen wahrscheinlich viel späteren Ursprunges ist, als die Kalkablagerungen der Haut. Der Kalkring ist aber, morphologisch betrachtet, eine Bildung des Bindegewebes der Körperwand, so daß es in hohem Maße merkwürdig sein würde, wenn bei *Rhabdomolgus* von jeher lediglich jene Zone der Haut Primärkreuze und daraus Kalkringglieder gebildet hätte, während die übrige Körperwand, die bei fast allen Echinodermen Kalkkörper bildet, immer steril gewesen wäre. Es liegt somit näher anzunehmen, daß *Rhabdomolgus*

die Kalkkörper der Haut sekundär verloren hat und in dieser Richtung in der Rückbildung sogar weiter gegangen ist als die Synaptiden, bei denen die Reduktion des Kalkskeletes auch schon unverkennbar ist.

Mit dem Kalkkörpermangel hängt vielleicht das Fehlen eines Madreporenköpfchens zusammen. Ebenso gut aber könnte die einfache Öffnung des Steinkanals ein primäres Merkmal sein. Eine Entscheidung über diese Punkte ist vorläufig nicht zu treffen.

Etwas deutlicher sehen wir in bezug auf die Geschlechtsorgane. Der nur in der Einzahl vorhandene einfache Geschlechtsschlauch ist sicher eins jener Merkmale, die beweisen, daß *Rhabdomolpus* frühzeitig und vor der Ausbildung zahlreicher Komplikationen des anatomischen Baues von den übrigen Holothurien, speziell den Synaptiden, abzweigte. Nur bleibt, wie oben genauer ausgeführt wurde, zweifelhaft, ob nicht doch auch *Rhabdomolpus* früher wenigstens zwei, d. h. an jeder Seite, einen Geschlechtsschlauch besessen hat. Die Ausbildung eines zweiten kleinen Geschlechtsschlauches bei einer Achttentakeljugendform (die in Fig. 30 (Taf. XXXIV) abgebildet ist) gibt wenigstens einen Fingerzeig in dieser Richtung.

Einige andre Punkte der Organisation von *Rhabdomolpus* bleiben für die Phylogenie unfruchtbar, weil wir dieselben Verhältnisse bei den Synaptiden nicht klar durchschauen. So macht z. B. die Deutung der Tatsache Schwierigkeiten, daß die Actinopoden eine unterbrochene Quermuskelschicht, die Synaptiden und *Rhabdomolpus* dagegen eine ununterbrochene Ringmuskelschicht aufweisen. LUDWIG hält den Besitz einer Ringmuskelschicht für primär und schreibt dementsprechend auch der Urform eine ununterbrochene Ringmuscularis zu (s. 1889—92, S. 453). Bei den Paractinopoden müßte dementsprechend die Ringmuskulatur erst später in den Radien Unterbrechungen erfahren haben (l. c. S. 454), und dafür spricht die Tatsache, daß selbst bei Synaptiden (*Acanthotrochus mirabilis*) in der mittleren Körperregion eine Trennung der Ringmuskelschicht in fünf interradiale Felder eintreten kann! (DANIELSSEN und KOREN 1882.) Dagegen aber wäre es auch nicht vollkommen ausgeschlossen, daß die unterbrochene Quermuskulatur primärer Natur wäre und nur dadurch bei den Synaptiden sich zu einer Ringmuskelschicht ergänzt hätte, daß bei dieser Gruppe die Radiärkanäle rückgebildet wurden, und damit eine Stelle in den Radien frei wurde, an der die Quermuskelschicht sich ausdehnen konnte.

Auch bei einigen Sinnesorganen ist es schwer, genauer anzugeben, ob sie vor oder erst nach der Trennung der Synaptiden vom Actinopodentypus gebildet worden sind. So wahrscheinlich es ist, daß die

Statocysten (die eben auch bei einigen Elaspoden vorkommen) wie die Tastpapillen uralte Bildungen sind, so fraglich ist es, ob z. B. die Sinnesknospen der Tentakel oder der Körperwand später von den Synaptiden neu erworbene, oder alte bei den Actinopoden wieder verloren gegangene Bildungen darstellen.

Nicht weniger verfrüht würde es sein, wenn man über das erste Auftreten der contractilen Rosetten eine bestimmte Ansicht aussprechen wollte; denn die weite Verbreitung, die diesen Organen meiner Überzeugung nach bei den Synaptiden zukommt, gestattet nur den einen Schluß, daß dieselben schon frühzeitig in der Gruppe der Paractinopoden vorhanden gewesen sein müssen. Dafür spricht schon das Auftreten der Rosetten bei *Rhabdomolgus*, und mehr zu erschließen wird unmöglich bleiben, bis wir über das Vorkommen oder Nichtvorhandensein dieser Organe bei den Actinoten Gewißheit haben.

Die Analyse des morphologischen Baues von *Rhabdomolgus*, die wir im vorhergehenden zu geben versucht haben, dürfte deutlich machen, wie weit *Rhabdomolgus* davon entfernt ist, eine reine Urform darzustellen. Gerade das Beispiel unseres Tieres zeigt, wie große Vorsicht geboten ist bei der Annahme, eine einfach gebaute Form sei auch eine ursprüngliche: Urform. Primäre und sekundäre Einfachheit (die wieder doppelter Natur sind) greifen mit Neubildungen verschiedenen Alters in komplizierter Weise ineinander und täuschen eine Einheitlichkeit und Einfachheit vor, die den merkwürdigen vor- und rückschreitenden Gang der phylogenetischen Entwicklung mit ihren Seitenwegen verdunkeln. So nahe *Rhabdomolgus* z. B. der Stelle stehen mag, an der die Synaptiden eben ihre Trennung von den übrigen Holothurien vollzogen hatten, so sicher ist es andererseits, daß unsere Form auch von dieser Stelle aus sich durch eine eigene Entwicklung entfernt hat (Verlust der Kalkkörper usw.).

Reine Urformen zu suchen ist eben in vielen Fällen eine vergebliche Mühe. Haben dieselben in mancher fundamentalen Beziehung die Organisation des Urtypus bewahrt, so überzeugt doch die genauere morphologische Analyse, wie auch sie in andrer Richtung durch den unvermeidlichen Einfluß vielfach veränderter Lebensbedingungen modifiziert worden sind. Das gilt im besonderen von *Rhabdomolgus*. Einige Merkmale, wie z. B. der Bau der Kalkringglieder, erinnern noch an ganz ursprüngliche Verhältnisse der Holothurienurform, von der doch *Rhabdomolgus* durch die Rückbildungen, die er mit den Synaptiden gemeinsam durchmachte, so weit entfernt ist. Andere Merkmale wieder, wir denken hier in erster Linie an die Anordnung der Tastpapillen, repräsentieren

offenbar das phylogenetische Stadium, auf dem jene Synaptiden-Rückbildung (Radiärkanäle, Fühlerursprung) eben vollzogen war. Dazu treten dann noch eine Menge kleiner Neu- und Rückbildungen, die *Rhabdomoligus* erwarb, als diese Form, wie oben bereits erwähnt wurde, von jenem vorhin genannten Stadium aus eigene Wege ging.

Bonn, im Juli 1907.

Literaturverzeichnis.

1902. AUGUST ACKERMANN, Über die Anatomie und Zwitterigkeit der *Cucumaria laevigata*. Diese Zeitschrift. Bd. LXXII.
1891. PHILIPP BARTHELS, s. LUDWIG.
1864. ALBRECHT BAUR, Beiträge zur Naturgeschichte der *Synapta digitata*. Nova Acta Acad. Leop. Carol. Vol. XXXI.
1906. SIEGFRIED BECHER, Über *Synapta minuta* n. sp., eine Brutpflegende Synaptide der Nordsee, und über die contractilen Rosetten der Holothurien. Zool. Anzeiger Bd. XXX, Nr. 16.
1907. — *Rhabdomoligus ruber* und die Stammform der Holothurien. Inaug.-Dissert. Bonn 1907.
1899. L. BORDAS, Recherches sur les organes de la génération de quelques Holothuries. Annal. de la Faculté des Sciences de Marseille. T. IX, 4. 1.
1889. H. BURY, Studies in the Embryology of the Echinoderms. Quart. Journ. Micr. Science. Vol. XXIX.
1895. — The Metamorphosis of Echinoderms. Ibid. Vol. XXXVIII.
1892. O. BÜTSCHLI, Versuch einer Ableitung des Echinoderms aus der bilateralen Urform. Diese Zeitschrift. Bd. LIII.
1898. HUBERT LYMAN CLARK, *Synapta vivipara*: A Contribution to the Morphology of Echinoderms. Mem. Boston Soc. Nat. Hist. Vol. V, No. 3.
1891. L. CUÉNOT, Études morphologiques sur les Echinodermes. Arch. biol. Vol. XI.
1882. D. C. DANIELSSEN und J. KOREN, Holothurioidea. Norwegian North-Atlantic Exped. 1876—78. Zoology. Christiania 1882.
1903. Y. DELAGE et EDG. HÉROUARD, Traité de Zoologie concrète. T. III, Les Echinodermes. Paris 1903.
1889. CHARLES L. EDWARDS, Notes on the Embryology of *Mülleria agassizii* Sel. John Hopkins University Circulars. Vol. VIII, No. 70. Baltimore.
1896. JOHN HIRAM GEROULD, The Anatomy and Histology of *Caudina arenata* Gould. Bull. Mus. Comp. Zoology at Harvard College. Vol. XXIX, No. 3.
1876. A. GÖTTE, Vergleichende Entwicklungsgeschichte der *Comatula mediterranea*. Arch. mikr. Anat. XII.
- 1883, 1. OTTO HAMANN, Beiträge zur Histologie der Echinodermen. I. Mitteil. Diese Zeitschrift. Bd. XXXIX, S. 145—190.
- 1883, 2. — II. Mitteil. Diese Zeitschrift. Bd. XXXIX, S. 309—333.

1884. OTTO HAMANN, Beiträge zur Histologie der Echinodermen. Heft 1. Die Holothurien. Jena 1884.
1885. — Beiträge zur Histologie der Echinodermen. Heft 2. Die Asteriden. Jena 1885.
1889. — Beiträge zur Histologie der Echinodermen. Heft 4. Anatomie und Histologie der Ophiuren und Crinoiden. Jena 1889.
1887. EDGARD HÉROUARD, Sur le système lacunaire dit sanguin et le système nerveux des Holothuries. Compt. Rend. Acad. Sc. Paris. T. CV, No. 25, S. 1273—75.
1890. — Recherches sur les Holothuries des côtes de France. Paris 1890. Auch in Arch. Zool. Expér., 2 Sér. T. VII.
1886. W. H. HOWELL, Observations upon the Blood of Limulus, Callinectes and a species of Holothurian. Stud. Biol. Lab. J. Hopkins Univ. Vol. III.
1833. GUIL. FRID. JÄGER, De Holothuriis. Diss. inaug. Turici 1833.
1902. CARL JICKELI, Die Unvollkommenheit des Stoffwechsels usw. im Kampf ums Dasein. Berlin 1902.
1883. ET. JOURDAN, Recherches sur l'Histologie des Holothuries. Ann. du musée d'histoire nat. de Marseille. — Zoologie. T. I, No. 6.
1863. WILH. KEFERSTEIN, Über Rhabdomoligus ruber gen. et sp. n., eine neue Holothurie. In: Untersuchungen über niedere Seethiere. Diese Zeitschrift. Bd. XII.
1867. A. KOWALEVSKY, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Holothurien. Mém. de l'Acad. impér. des scienc. de St.-Pétersbourg. VII. Serie. T. XI, No. 6.
1885. KURT LAMPERT, Die Seewalzen. In: SEMPER, Reisen im Archipel der Philippinen. Bd. IV, Abt. 3. Wiesbaden.
1894. ARNOLD LANG, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Tiere. IV. Teil. Jena 1894.
1852. FRANZ LEYDIG, Anatomische Notizen über Synapta digitata. MÜLLERS Archiv 1852.
1854. — Kleinere Mittheilungen zur thierischen Gewebelehre. Ibid. 1854.
1857. — Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere. Frankfurt a. M. 1857.
1874. LOVÉN, Études sur les Echinoidées. Kg. Svenska Vetensk. Akad. Handlingar. Bd. XI, No. 7.
1881. HUBERT LUDWIG, Über eine lebendiggebärende Synaptide und zwei andere neue Holothurienarten der brasilianischen Küste. Arch. de Biol. Vol. II.
- 1889—92. — Echinodermen. II. Bd. 3. Abteilung von BRONN, Klassen und Ordnungen des Tierreichs. I. Buch. Die Seewalzen. Leipzig.
- 1891, 1. — Zur Entwicklungsgeschichte der Holothurien. Sitzungsber. der Kgl. Preuß. Akad. d. Wissensch. Berlin. 1891. X.
- 1891, 2. — Zweite Mitteil. Ibid. XXXII.
1898. — Holothurien. Hamburger Magalhaensische Sammelreise. Hamburg 1898.
1905. — Ein wiedergefundenes Tier: Rhabdomoligus ruber Keferstein. Zool. Anzeiger. Bd. XXVIII, Nr. 12.
1891. HUBERT LUDWIG und PHILIPP BARTHELS, Zur Anatomie der Synaptiden. Ibid. 1891. Nr. 360.

1869. E. METSCHNIKOFF, Studien über die Entwicklung der Echinodermen und Nemertinen. Mém. de l'Acad. impér. de St.-Petersbourg. VII. Sér. T. XIV, No. 8.
1850. JOH. MÜLLER, Über die Larven und die Metamorphose der Echinodermen. Abhandlungen der Berliner Akad. der Wissensch. 3. Abhandl. aus den Jahren 1849—50.
1852. — 4. Abhandl. aus den Jahren 1850 und 51.
1854. — Über den Bau der Echinodermen. Ibid., aus dem Jahre 1852. Berlin 1854.
1894. TH. MORTENSEN, Zur Anatomie und Entwicklung der Cucumaria glacialis Ljungman. Diese Zeitschrift. Bd. LVII.
1898. — Die Echinodermenlarven der Plankton-Expedition, nebst einer systematischen Revision der bisher bekannten Echinodermenlarven. Ergebn. Plankton-Exp. Bd. II.
1901. — Die Echinodermenlarven. Nordisches Plankton Kiel 1901, Nr. 9.
- 1905, 1. HJ. ÖSTERGREEN, Zur Kenntnis der skandinavischen und arktischen Synaptiden. Arch. zool. expér. et génér. 1905. [4] Vol. III. Notes et Revue, No. 7.
- 1905, 2. — Zwei Koreanische Holothurien. Ibid. No. 8.
1884. L. PETIT, Remarques sur la Synapta inhaerens. Bull. Soc. philom. Paris (2). Bd. VIII.
1842. A. DE QUATREFAGES, Mémoire sur la Synapte de Duvernoy (Synapta Duvernaea A. de Q.). Ann. des scienc. nat. 2 Sér. Zool. T. XVII.
1896. ACHILLE RUSSO, Nuovo contributo all' Embryologia degli Echinodermi. Bollet. della Società di Naturalisti in Napoli. Vol. X.
1900. — Sulla funzione renale dell' Organo Genitale delle Olothurie. Ricerche fatte nel Laboratorio di Anatomia normale della R. Università di Roma ed in altri Laboratori biologici. Vol. VIII, fasc. 1. 1900.
1902. — Studii sugli Echinodermi. Atti dell' Accad. Gioenia delle Scienze Natur. Catania. Ser. 4a. Vol. XV.
1888. P. und FR. SARASIN, Über die Anatomie der Echinothuriden und die Phylogenie der Echinodermen. In: Ergebnisse naturwissenschaftlicher Forschungen auf Ceylon. I. Bd. Wiesbaden 1887—1888.
1902. C. SCHNEIDER, Lehrbuch der vergleichenden Histologie. Jena.
1895. EUGEN SCHULTZ, Über den Proceß der Excretion bei den Holothurien. Biol. Centralblatt. Bd. XV.
1867. EMIL SELENKA, Beiträge zur Anatomie und Systematik der Holothurien. Diese Zeitschrift. Bd. XVII.
1876. — Zur Entwicklung der Holothurien (Holothuria tubulosa und Cucumaria doliolum). Ibid. Bd. XXVII.
1883. — Die Keimblätter der Echinodermen. (Studien über Entwicklungsgeschichte der Tiere. 2. Heft.). Wiesbaden 1883.
1883. RICHARD SEMON, Das Nervensystem der Holothurien. Jenaische Zeitschr. für Naturw. Bd. XVI.
- 1887, 1. — Beiträge zur Naturgeschichte der Synaptiden des Mittelmeeres. 1. Mittheilung. Mittheil. d. zool. Stat. Neapel. Bd. VII.
- 1887, 2. — 2. Mitteilung. Ibid.

1888. RICHARD SEMON, Die Entwicklung der Synaptad igitata und die Stammesgeschichte der Echinodermen. Jena 1888. Jen. Zeitschr. f. Naturw. Bd. XXII.
1889. — Die Homologien innerhalb des Echinodermenstammes. Morphol. Jahrbuch. Bd. XV.
1868. C. SEMPER, Reisen im Archipel der Philippinen. II. Theil. Wissenschaftliche Resultate. I. Bd. Holothurien. Leipzig 1868.
1876. R. TEUSCHER, Beiträge zur Anatomie der Echinodermen. V. Holothuriae. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. X.
1877. HJALMAR THÉEL, Mémoire sur l'Elpidia, nouveau genre d'Holothuries. Kg. Svenska Vetensk. Akad. Handlingar. Bd. XIV, No. 8. Stockholm.
1882. — Report on the Holothurioidea. Part I. Report on the Scientific Results of the Voyage of H. M. S. »Challenger«. Zoology. Vol. XIV. Part XIII.
1886. — Part II. Ibid. Vol. XIV. Part XXXIX.
1861. WYVILLE THOMSON, On a new palaeozoic Group of Echinodermata. The Edinb. new philos. Journal. Vol. XIII.
1862. — On the Development of Synapta inhaerens, O. F. Müller. Journ. Micr. Science. Vol. II. New Ser.
1816. FRIEDR. TIEDEMANN, Anatomie der Röhren-Holothurie, des pomeranzenfarbigen Seesterns und des Steinseeigels. Landshut 1816.
1887. CARL VOGT und EMIL YUNG, Lehrbuch der praktischen vergleichenden Anatomie. Braunschweig 1887.

Erklärung der Abbildungen.

Alle Zeichnungen sind, wenn nicht anders angegeben, unter Anwendung ZEISSscher Linsen und mit Benutzung des großen ABBÉschen Zeichenapparates angefertigt worden.

Allgemeigültige Bezeichnungen:

<i>bg</i> , Bindegewebe;	<i>k</i> , Kern;
<i>bl</i> , Blutlacune;	<i>m</i> , Muskelfaser;
<i>cle</i> , Cölomepithel;	<i>n</i> , Nerv;
<i>cu</i> , Cuticula;	<i>th</i> , Tentakelhohlraum.

Tafel XXXII.

Fig. 1. Ganzes Tier, stark vergrößert. Vgl. die Angaben über die natürliche Größe im Text.

Fig. 2. Querschnitt durch einen Tentakel. Färbung: Thionin-Eosin. *kdr*, Klebdrüsen. Vergr. 485. Apochr. 2,5 Wasser-Imm. Komp.-Ocul. 4.

Fig. 3. Einzelne Klebdrüse mit basalem Fortsatz, Kern und verbreiteter Ausmündung. Färb.: Thionin. Vergr. 915. Apochr. 2,5. Komp.-Ocul. 8.

Fig. 4. Querschnitt durch einen Radius der Körperwand. Färb.: Thionin. *sdr*, Schlauchdrüsen; *an*, äußeres; *in*, inneres Nervenband des Radialnerven; *bgs*, bindegewebige Scheidewand; *m*, Muskelfasern des Radialnerven. Vergr. 485. Apochr. 2,5. Komp.-Ocul. 4. Länge bzw. Breite der dickeren Drüse betragen 0,025 bzw. 0,012 mm.

Fig. 5. Teil eines Querschnittes durch die Stelle des Darmes, an welcher Magen und Dünndarm ineinander übergehen. Färb.: Eisenhämatoxylin (M. HEIDENHAIN)-Säurefuchsin. *ie*, vacuolisierte Zellen des Innenepithels; *krdr*, Körnerdrüsen. Vergr. 485; Apochr. 2,5, Komp. Ocul. 4.

Fig. 6—10. Verschiedene Formen von Wanderzellen. Fig. 6. Unbeladene Wanderzelle (Blutzelle). Fig. 7. Freßzelle mit normalem und gefressenem degenerierten Kern, *gk*. Färb. von Fig. 6 u. 7 Eosin-Wasserblau. — Fig. 8. Kleinere und größere Riesenwanderzelle. *gk*, gefressene Kerne; *v*, Vacuolen. Färb. Eisenhämatoxylin (HEIDENH.)-Pikrinsäure. Vergr. von Fig. 6—8 = 1380. Apochr. 2,5. Komp.-Ocul. 12. — Fig. 9. Excretionswanderzellen. Färb. Eosin-Wasserblau. a) Vergr. 1380. Apochr. 2,5. Komp.-Ocul. 12. b) Vergr. 485. Apochr. 2,5. Komp.-Ocul. 4. c) Schnitt durch einen Wanderzellenklumpen der Leibeshöhle. Vergr. wie b. — Fig. 10. Homogene Wanderzelle. Färb. wie Fig. 9. Vergr. 1380. Apochr. 2,5. Komp.-Ocul. 12.

Fig. 11. Pigmentzelle von einem jungen Tier. Nach dem Leben mit dem Zeichenapparat gezeichnet WINKEL Obj. 8. Ocul. 1. Tubus zusammengeschoben. Projektion auf den Arbeitstisch.

Fig. 12. Färb. Thionin-Eosin. Freßzellen mit Vacuolen (*v*) und gefressenen Kernen (*gk*). *a—d*. Allmähliche Umwandlung und Auflösung der gefressenen Kerne. Zwischen *b* und *c* zwei derselben allein während der Umänderung der Färbbarkeit. Fig. *e*. Freßzelle mit leerer Vacuole. *f*. Freßzelle mit gefressenem normalen Kern. *g*. Freßzelle mit einem noch nicht angegriffenen, einem fast aufgelösten Einschlußkern und mit Vacuole. Vergr. aller Fig. *a—g* = 1380. Apochr. 2,5. Komp.-Ocul. 12.

Fig. 13. Kleines Stück aus dem äußeren Epithel der Haut mit normalen und degenerierten (roten) Kernen (*dk*). Färb. Eosin-Wasserblau. Eine Wanderzelle (*fz*) ist in das Epithel eingedrungen und hat einen der degenerierten Epithelkerne in ihre Vacuole aufgenommen. Vergr. wie Fig. 12.

Tafel XXXIII.

Fig. 14. Querschnitt durch die Körperwand bei einem Radius. Färb.: Wasserblau-Safranin. Nur die Bindegewebsfasern sind blau gefärbt. Man sieht wie die Fasern über dem Nerv ein elastisches Gitterwerk bilden. *al*, äußere; *il*, innere Gerüstlage des Bindegewebes; *dk*, degenerierter Kern im Epithel; *an*, äußeres, *in*, inneres Nervenband. Vergr. 750. Apochr. 2,5, Komp.-Ocul. 6.

Fig. 15—18. Contractile Rosetten. Fixation: Sublimat-Eisessig nach CLARK. Färb. Eosin-Wasserblau. Fig. 15 zeigt dicht nebeneinander einen Kern des überkleidenden Cölomepithels und einen Kern des Bindegewebes (*k*). Bei Fig. 18 hängt das Cölomepithelsäckchen nur mit dünnem Stiele mit der Körperwand zusammen. Vergr. von Fig. 15—18 = 1786. ZEISS. Homog. Immers. 1/18. Komp.-Ocul. 8.

Fig. 19. Sinnesknospe. Längsschnitt durch das Körperepithel etwas hinter dem Tentakelkranz. Färb. Eisenhämatoxylin (HEIDENH.)-Pikrinsäure. Größe der ganzen Knospe = 0,05 mm. Tiefe der Öffnung = 0,012 mm. Vergr. 485. Apochr. 2,5. Komp.-Ocul. 4.

Fig. 20. Einzelne Sinneszellen mit Kern, Sinneshaaren und Basalkörnern aus einer Sinnesknospe. Färb. wie Fig. 19. Vergr. 1380. Apochr. 2,5. Komp.-Ocul. 12.

Fig. 21. Querschnitt durch den Steinkanal. Man sieht die Verdickung des Epithels am äußeren Rande und die Basalkörner der Wimpern. Färb. wie Fig. 19 u. 20. Vergr. 460. ZEISS Homog. Immers. 1/18, Komp.-Ocul. 2.

Tafel XXXIV.

Fig. 22. Interradialer Längsschnitt durch die Körperwand. Färb. Hämatoxylin-Eosin-Wasserblau. *kae*, Kern des äußeren Epithels; *rgm*, Ringmuscularis, quergetroffen. Vergr. 485. Apochr. 2,5. Komp.-Ocul. 4.

Fig. 23. Querschnitt durch die Körperwand bei einem Radius. Färb. Hämatoxylin-Eosin. Nur die Epidermis ist in der Zeichnung genauer ausgeführt. *bz*, Becherzellen. Läng und Breite der größeren = 0,015 mm. Der Kern derselben ist 0,005 mm lang und 0,0036 mm breit. *rn* u. *rm*, Radialnerv und Radialmuskel. Vergr. 915. Apochr. 2,5. Komp.-Ocul. 8.

Fig. 24. Querschnitt durch die Haut mit zwei Schlauchdrüsen, *sdr*. Färb. und Vergr. wie bei Fig. 23.

Fig. 25. Kalkringglied, Statocysten (*stc*) und contractile Rosetten (*cr*) eines jungen Fünftentakelstadiums (vom 28. III. 1906). Nach dem lebenden Tier mit dem Zeichenapparat gezeichnet. *rn*, Radialnerv; *iz*, Innenzellen; *rk*, Radiärkanal? — WINKEL, Obj. 5. Ocul. 4. Projektion auf den Arbeitstisch bei zusammengeschobenem Tubus.

Fig. 26. *a*, Kalkringglied eines ausgewachsenen Tieres. Länge = 0,144 mm. *b*, Umriß eines der beiden medianen Kalkringglieder von demselben Tier bei gleicher Vergrößerung. *c*, Länge eines Kalkringstückes von einem jungen Tier (fünf Tentakel) bei derselben Vergr. 280. Apochr. 16. Komp.-Ocul. 18.

Fig. 27. Längsschnitt durch die Epidermis mit Tastpapille. Kombiniert aus zwei aufeinander folgenden Schnitten. Färb. Eisenhämatoxylin (M. HEIDENH.) -Pikrinsäure. *sz*, Sinneszellen; *sdr*, Mantel von Schlauchdrüsen. Vergr. 485. Apochr. 2,5. Komp.-Ocul. 4.

Fig. 28. Querschnitt durch die Körperwand bei einem Radius. Färb. Eisenhämatoxylin (M. HEIDENH.)-Säurefuchsin. *tp*, Tastpapille. Man sieht den Tastpapillennerv (*tpn*) und seinen Ursprung aus dem Radialnerven (*rn*). *m*, Muskelfasern des Längsmuskels; *rgm*, Ringmuscularis; *ns*, Nervenfaserschicht; *r*, Rudiment des Radiärkanals mit zwei quergetroffenen Muskelfasern. Vergr. 750. Apochr. 2,5. Komp.-Ocul. 6.

Fig. 29. Längsschnitt durch einen Radius der Körperwand und durch die Mundscheibe. Färb. Hämatoxylin-Eosin-Wasserblau. *nr*, Nervenring; *g*, quergetroffenes Glied des Kalkringes; *sk*, Sinnesknospe; *ef*, Falten der Epidermis; *rn*, Radiärnerv; *rm*, Radialmuskel. Vergr. 70. Apochr. 16. Komp.-Ocul. 4.

Fig. 30. Querschnitt durch die Körperwand (Cölomepithel) *w*, Geschlechtsschlauch, Mesenterium (*ms*) und Darm eines Achtentakelstadiums. Färb. Eisenhämatoxylin (M. HEIDENH.)-Wasserblau. Der Schnitt ist von hinten gesehen, rechts und links also vertauscht. Man sieht die Anlage zweier gegenüberliegender Geschlechtsschläuche, von denen nur der rechte beim ausgewachsenen Tier vorhanden ist. *de*, Darmepithel; *rm*, Ringmuscularis des Darmes, außen davon das Cölomepithel usw. mit Längsmuskelfasern; *eiz*, Eizellen; *bl*, dorsale Blutlacune mit Wanderzelle. Vergr. 750. Apochr. 2,5. Komp.-Ocul. 6.

Tafel XXXV.

Fig. 31. Querschnitt durch die Magenwand. Färb. Hämatoxylin-Eosin. *dcu*, dicke Cuticula des inneren Epithels (*ie*); *dk*, degenerierter Kern desselben; *bz*, Blutzelle in der Blutlacune *bl*, die von dünnen Bindegewebslamellen begrenzt wird. Vergr. 940. ZEISS homog. Immers. 1/18. Komp.-Ocul. 4.

Fig. 32. Querschnitt durch die Wand des hinteren erweiterten Oesophagus. Färb. Hämatoxylin-Eosin. *sdr*, Schlauchdrüsen; *bgl*, Bindegewebslamelle; *lm*, Längsmuskelfasern außen von der Ringmuscularis. Vergr. 485: Apochr. 2,5. Komp.-Ocul. 4.

Fig. 33. Längsschnitt durch die Darmwandung an der Stelle, wo vorderer und hinterer Teil des Enddarmes (Colon und Rectum) ineinander übergehen. Färb. Eisenhämatoxylin (M. HEIDENH.)-Orange-Dahlia. Man sieht den plötzlichen Übergang der Cuticula der Epithelzellen des Dickdarmes (*cz*) in die des Rectumepithels (*rz*). *dk*, degenerierte Kerne; *bgl*, Bindegewebslamelle mit dicht anliegender Ringmuscularis. Außen davon die Längsmuskelfasern *lm*. Vergr. 485. Apochr. 2,5. Komp.-Ocul. 4.

Fig. 34. Contractile Rosetten (*cr*) im ausgedehnten und kontrahierten Zustand nach dem Leben mit dem Zeichenapparat gezeichnet. *stc*, Statocyste; *pz*, Pigmentzellen; *g*, Kalkringglied. WINKEL, Obj. 8. Ocul. 4. Projektion auf den Arbeitstisch bei zusammengeschobenem Tubus.

Fig. 35. Querschnitt durch das dorsale Mesenterium (*dm*) mit längsgetroffenem Seitenkanal. Färb. Hämatoxylin-Eosin. *ea*, höheres Epithel der konvexen Außenseite; *ei*, niedrigeres Epithel der konkaven Innenseite; *w*, Ansatzstelle des Mesenteriums an die Körperwand; *o*, freie Öffnung des Steinkanals in die Leibeshöhle (ohne Madreporenköpfchen) mit langen, nach außen gerichteten Wimpern. Vergr. 460. ZEISS homog. Immers. 1/18. Komp.-Ocul. 2.

Fig. 36. Querschnitt durch einen Tentakel in der Nähe der Basis. Färb.: Hämatoxylin-Eosin. *ie*, Innenepithel mit Muskelfasern *m* und rings umgeben von den Tentakelnerven *tn*. Dieser Fühlernerv ist innen wie außen von einer Bindegewebslamelle umgeben; *ep*, Epidermis. Vergr. 460. ZEISS homog. Immers. 1/18. Komp.-Ocul. 2.

Tafel XXXVI.

Fig. 37 u. 38. Kopfstück eines jungen Tieres mit fünf Primär- und drei Sekundärtentakeln, von rechts (Fig. 37) und von links (Fig. 38) gesehen.

Es bedeutet: *Pmd* mittlerer dorsaler, *Prd* rechter dorsaler, *Pld* linker dorsaler Primärfühler, *Plv* linker ventraler, *Prv* rechter ventraler Primärfühler, ferner bezeichnen *Smd*, *Srd* und *Slid* die Sekundärtentakel des mittleren, rechten und linken dorsalen Interradius; *rdr*, *rvr* und *lvr*, rechter dorsaler, rechter ventraler und linker ventraler Radius. *st*, Steinkanal; *ag*, Anlage des Geschlechtsschlauches. Vergr. 138. Apochr. 16. Komp.-Ocul. 8.

Fig. 39—41. Querschnitte durch ein junges Tier mit acht ausgebildeten Tentakeln, das eben im Begriff ist, seinen neunten und zehnten Tentakel zu entwickeln. Färb. Eisenhämatoxylin (M. HEIDENH.)-Wasserblau. Fig. 39 zeigt, daß die drei dorsalen Interradien bereits je zwei Fühler besitzen. An einzelnen Tentakeln sieht man die Fühlerventile und die Fühlerkanäle (*fk*). *svr*, ein seitlicher ventraler Radius mit einer Statocyste. Im folgenden Schnitt ist der mittlere ventrale

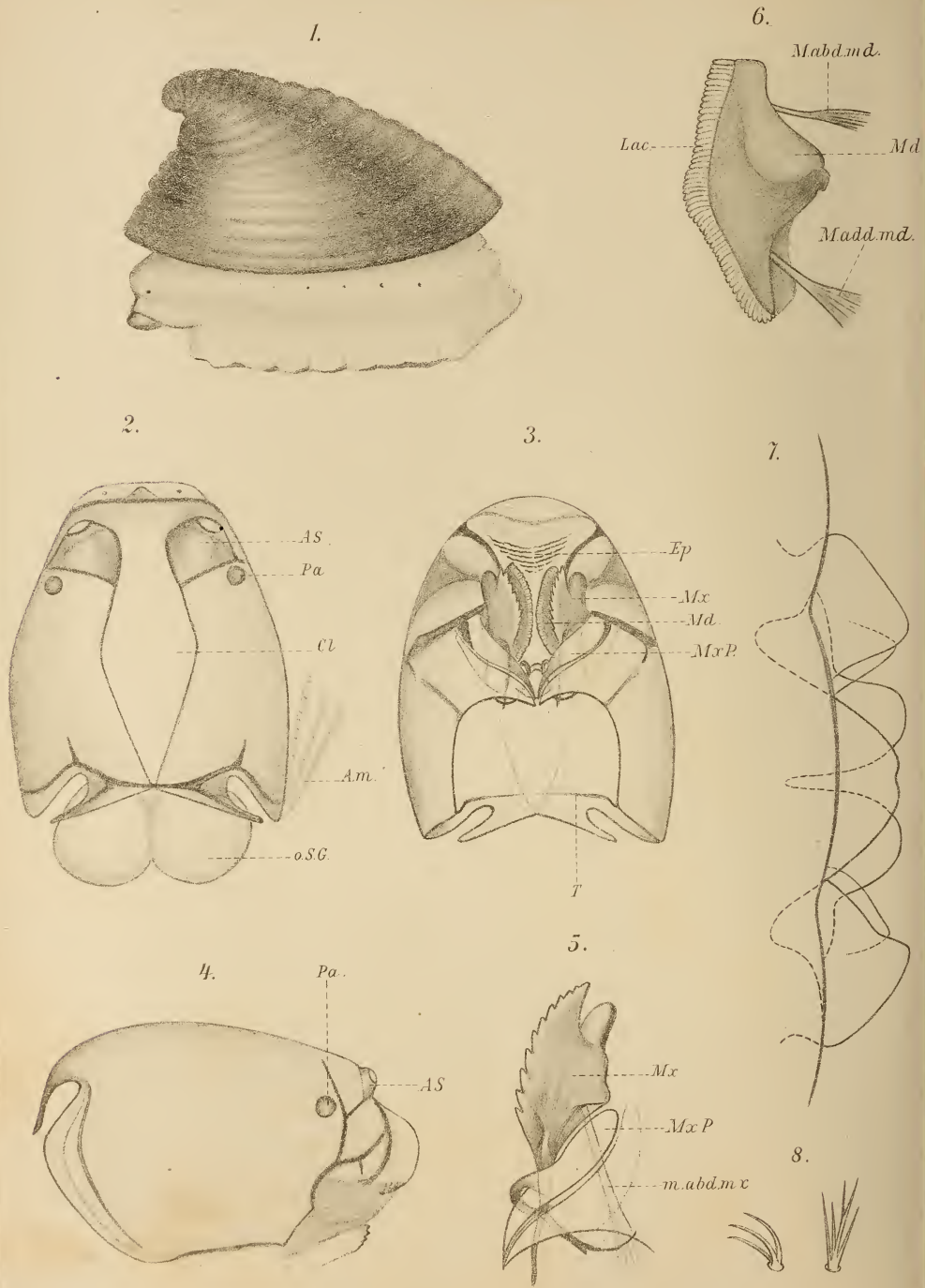
Radius (*mvr*) mit seinen zwei Statocysten deutlich zu erkennen. Die beiden ventralen Interradien besitzen nur je einen der acht ausgebildeten Fühler (*Pf*), indessen sieht man, wie bei *S* ein Sekundärtentakel neben einer Statocyste (*stc*) eines seitlichen Radius hinzutritt. In dem übernächsten Schnitt, nämlich dem in Fig. 41 dargestellten, ist auch schon der Sekundärfühler (*S*) des andern seitlichen Radius neben der Statocyste (*stc*) wahrzunehmen. — *C* gibt eine der Stellen an, wo die contractilen Rosetten in großer Zahl aufzutreten pflegen. Vergr. von Fig. 39, 40 u. 41 = 138. Apochr. 16. Komp.-Ocul. 8.

Fig. 42. Gibt die Stelle *S* von Fig. 40 bei stärkerer Vergrößerung. Man beachte die große Ähnlichkeit der Statocyste (*stc*) mit der kolbigen Anschwellung der Ausstülpung des Wassergefäßringes, die zu einem Sekundärtentakel wird (*sa*). *rn*, Radialnerv; *g*, ein Stück vom Grundgewebe des Kalkringes. Vergr. 750. Apochr. 2,5. Komp.-Ocul. 6.

Fig. 43 u. 44. Schematische Darstellung der Lage von Primär- und Sekundärfühlern, um die Übereinstimmung ihrer asymmetrischen Stellung zueinander bei Actinopoden (Fig. 43) und Paraactinopoden (Fig. 44) zu zeigen. Die Sekundärfühler sind durch kleinere Kreise kenntlich gemacht. Man sieht von hinten gegen den Ringkanal, so daß rechts und links bei den Figuren der rechten und linken Seite des Tieres entspricht. Die zwei bzw. drei zuerst auftretenden Sekundärfühler sind durch die hinzugesetzten Zahlen 6, 7 bzw. 6, 7, 8 hervorgehoben. Endlich bezeichnet *ldr* und *rdr* den linken und rechten dorsalen, *lvr*, *rvr* und *mvr* den linken, rechten und mittleren ventralen Radius.



Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.



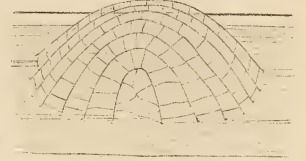
9.



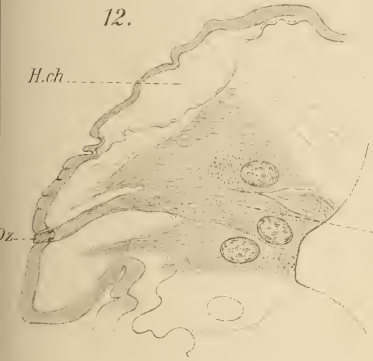
10.



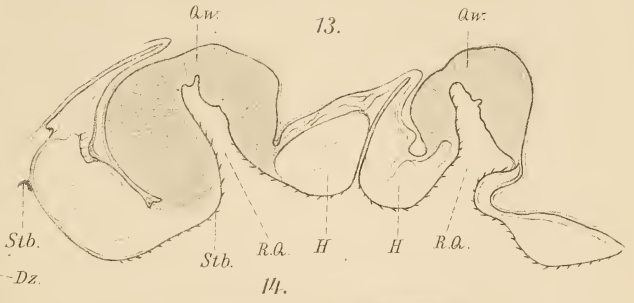
11.



12.



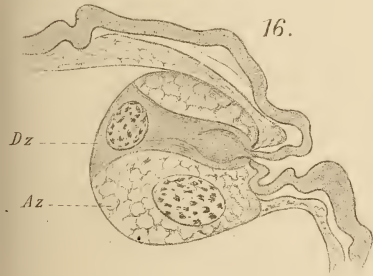
13.



14.



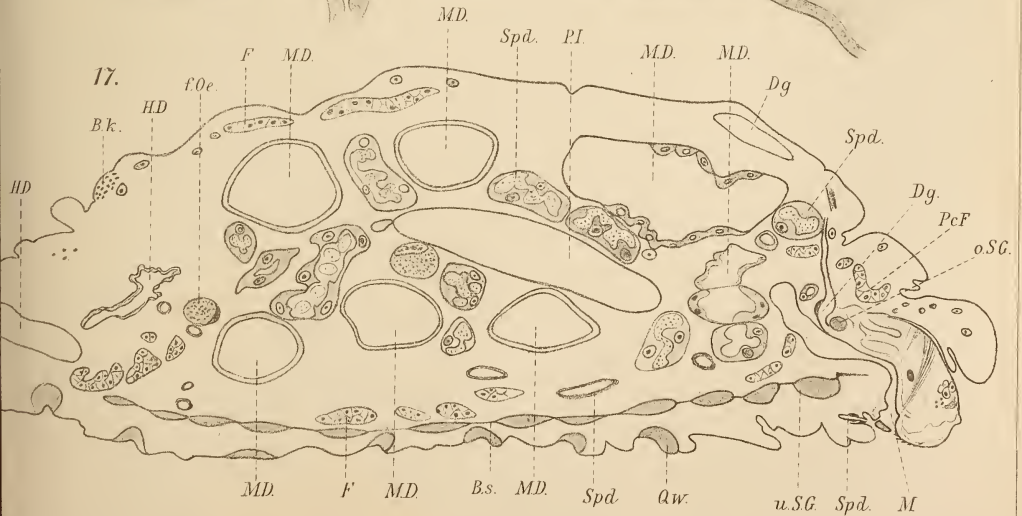
16.



15.

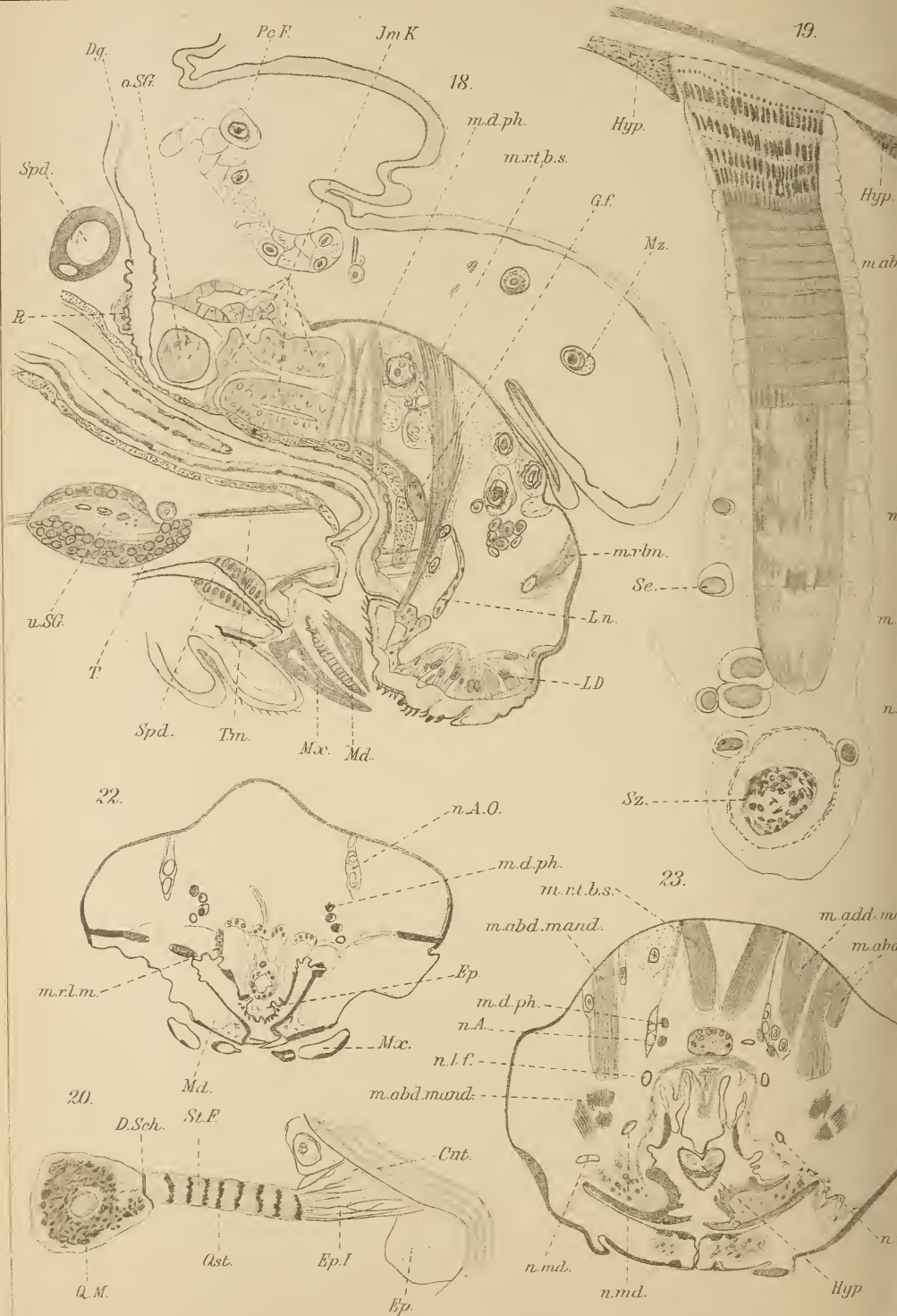


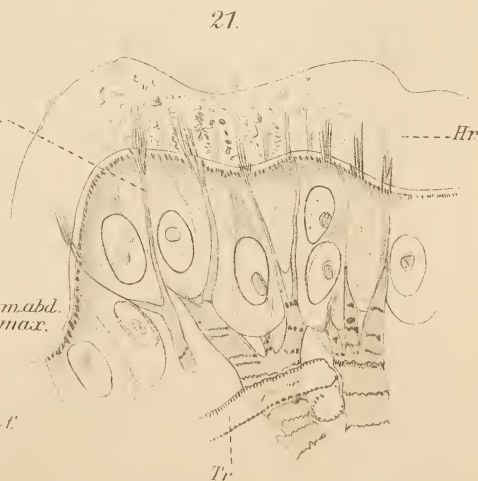
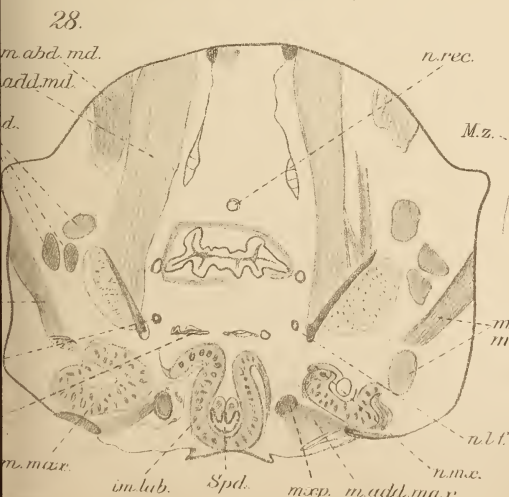
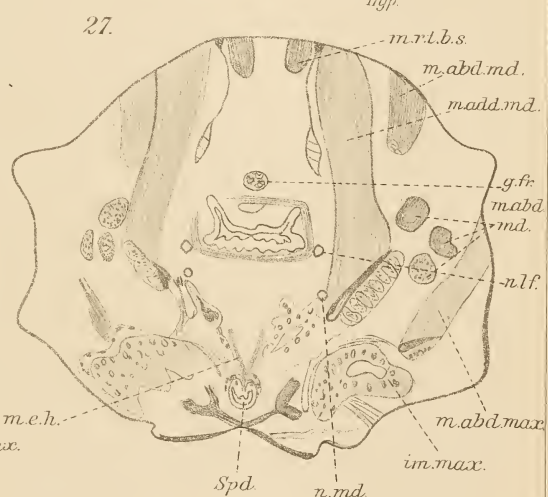
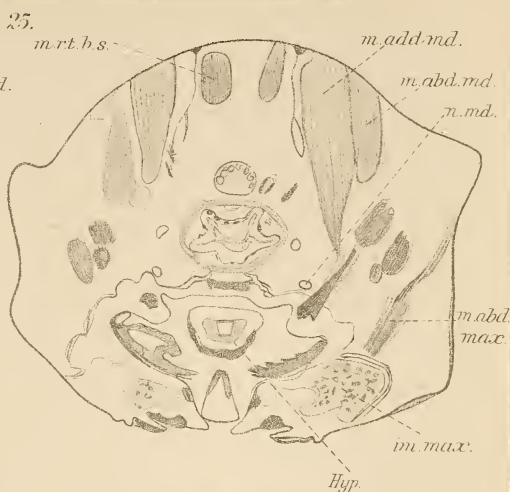
17.



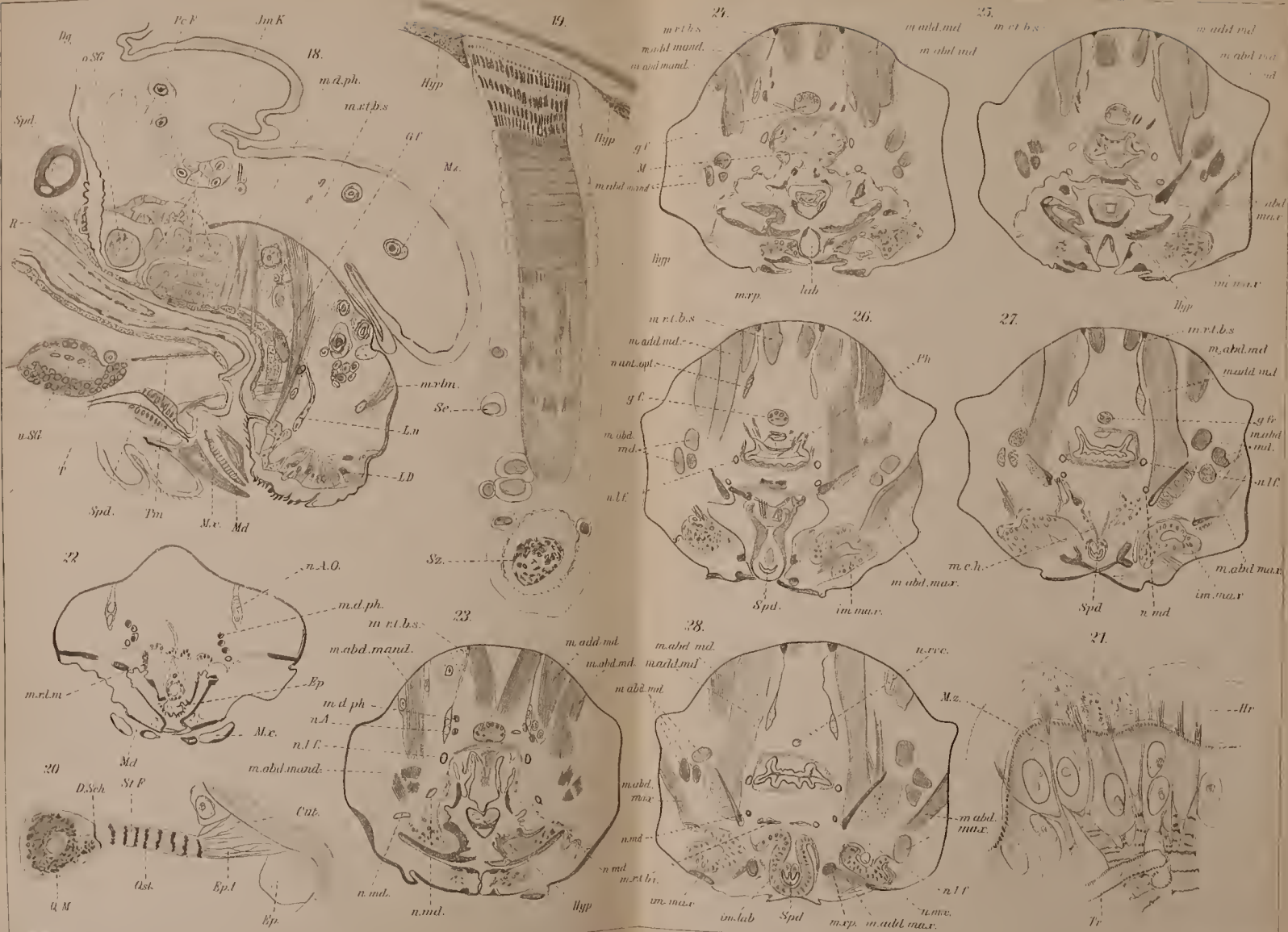




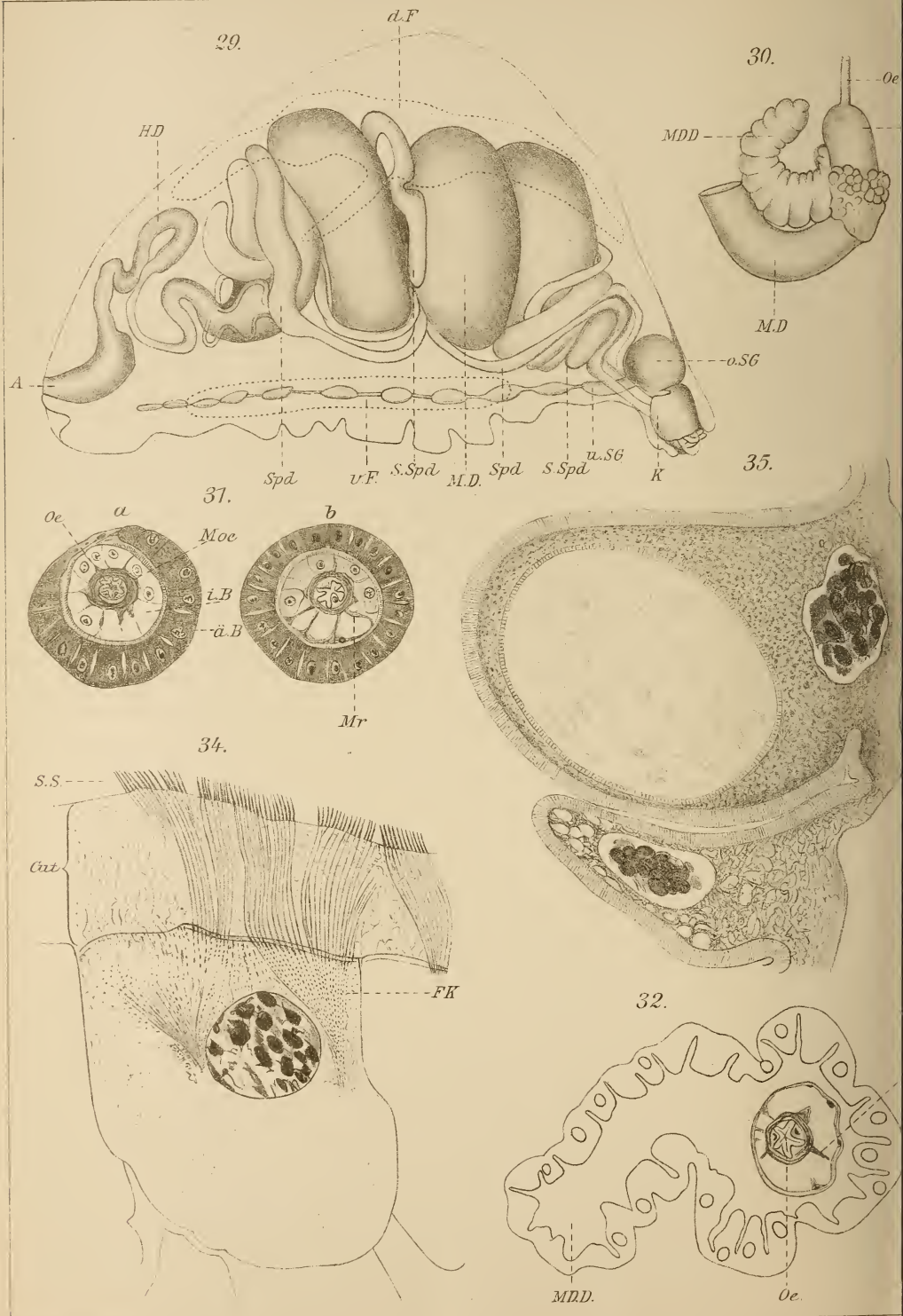


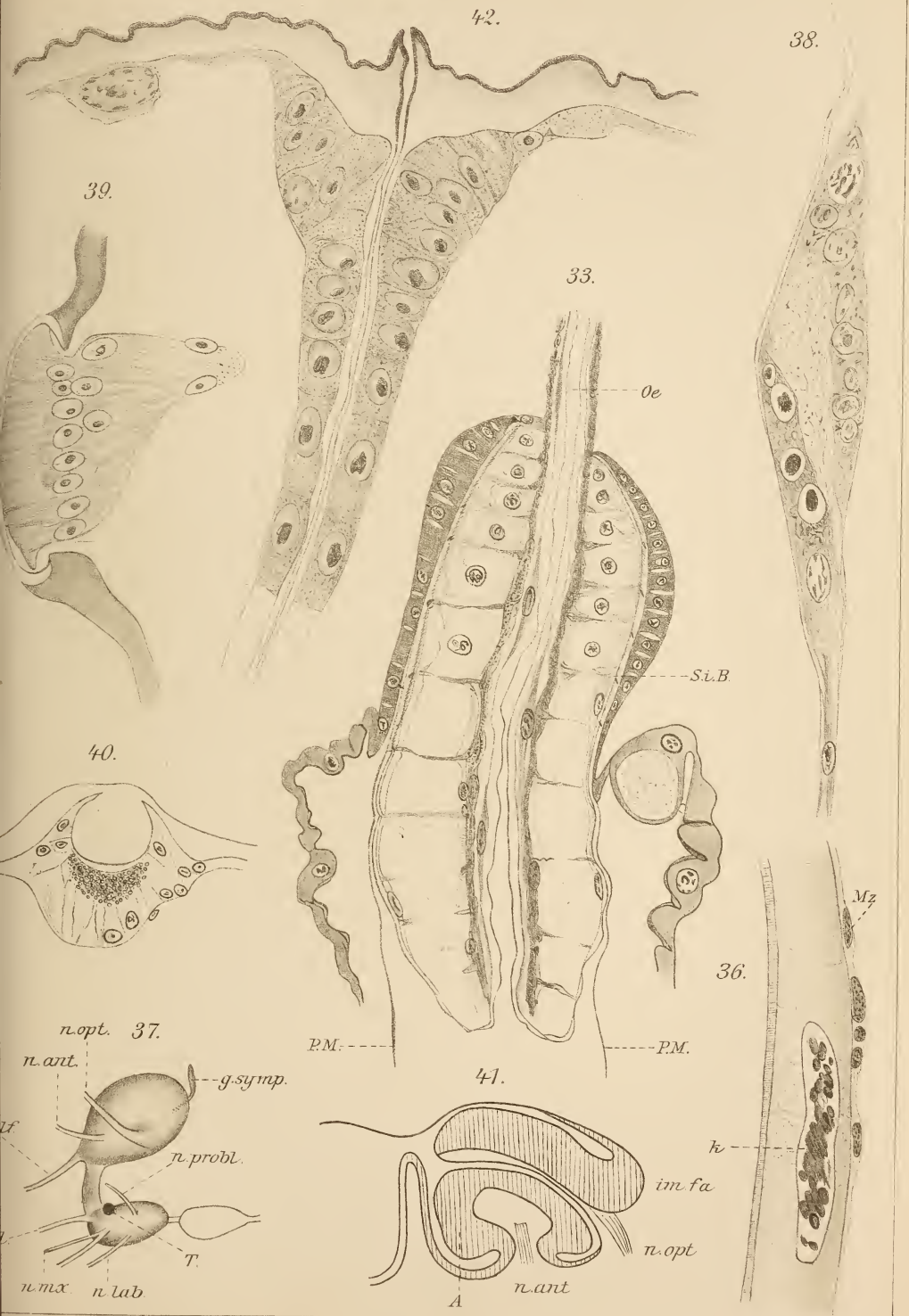




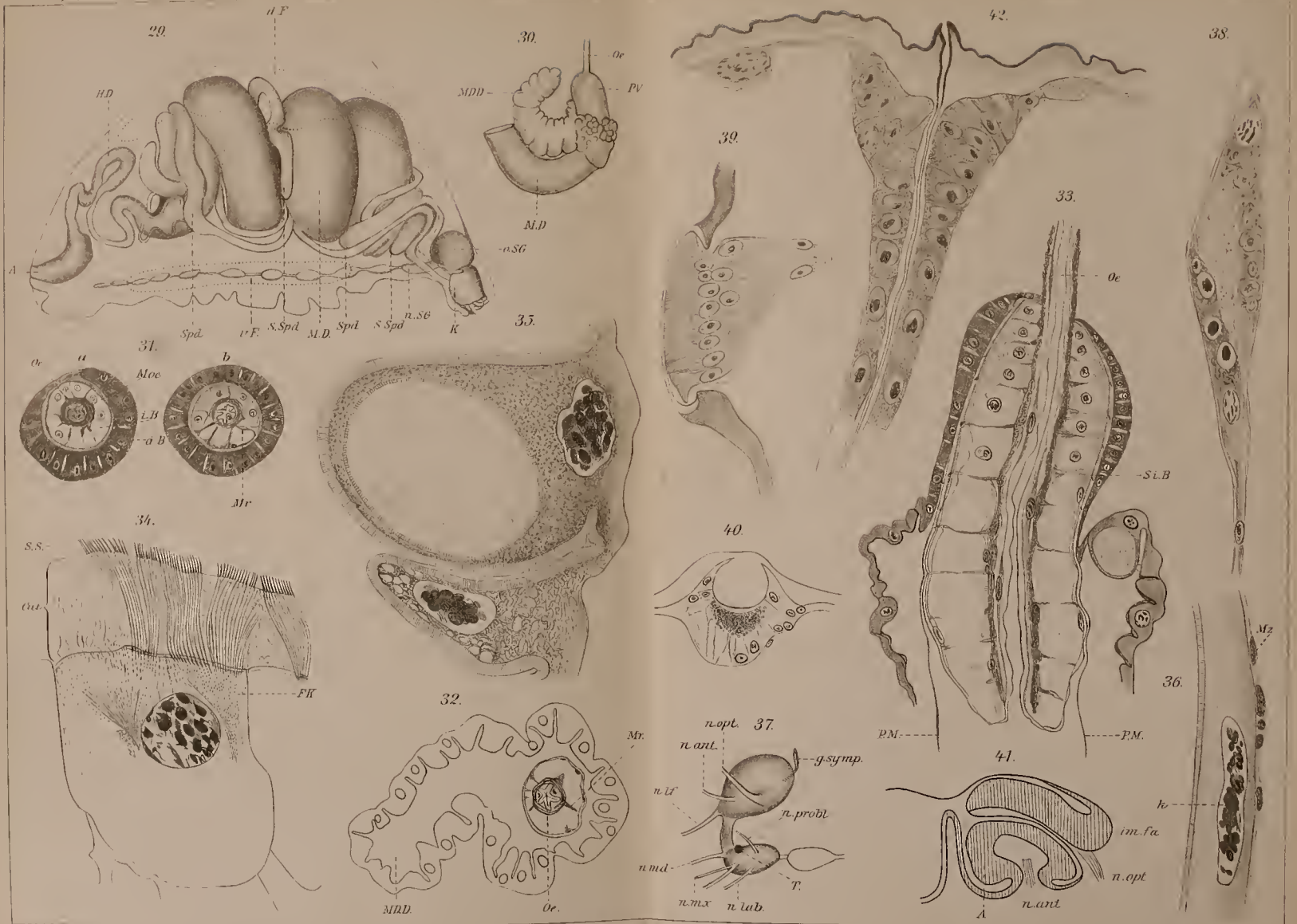








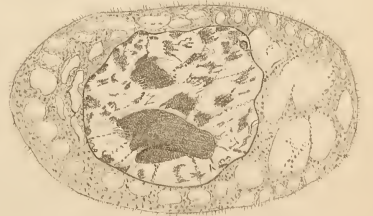
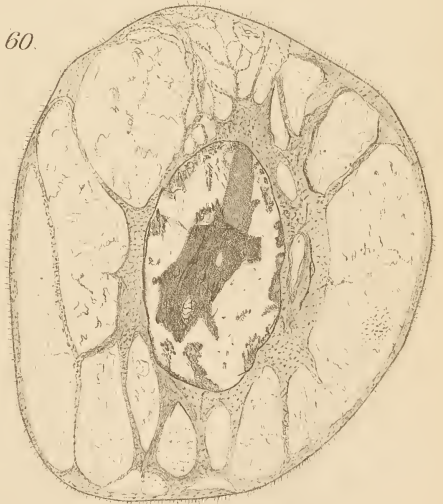
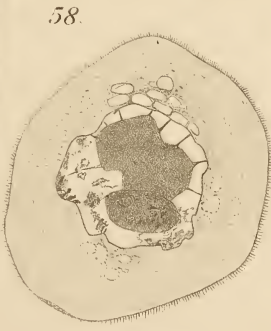
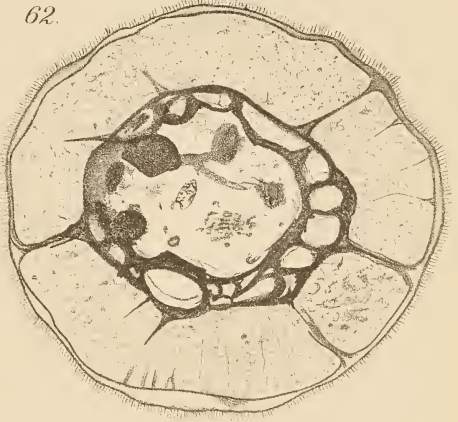
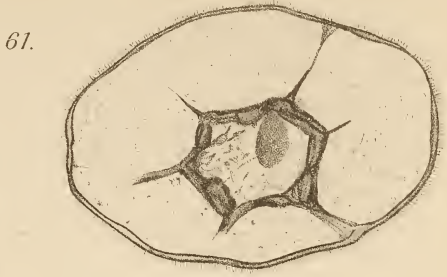
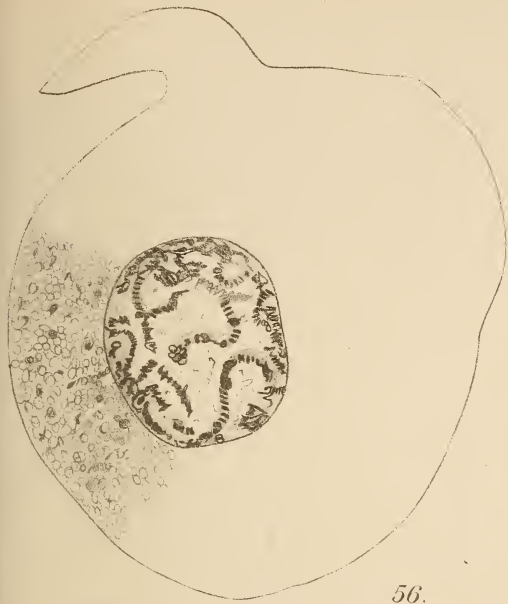




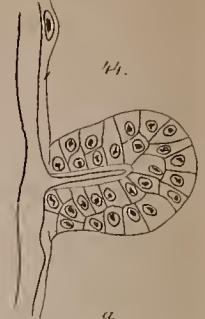
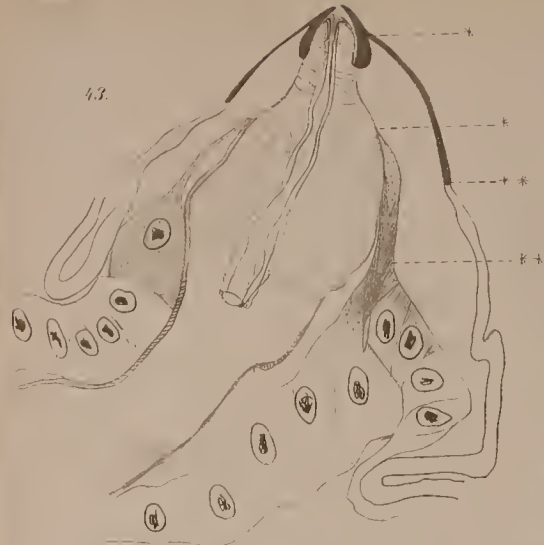








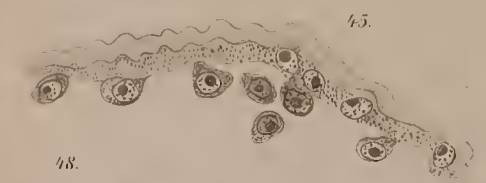
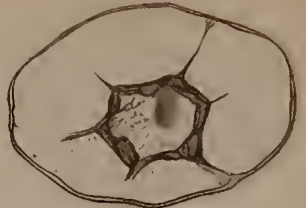




44.



61.



45.



47.

63.



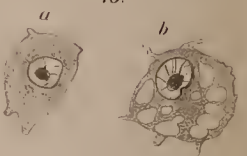
56.



62.



48.



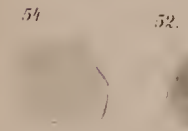
46.



57.



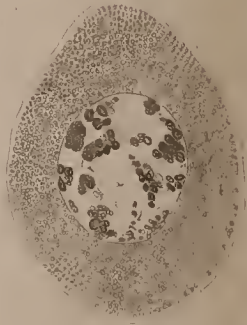
60.



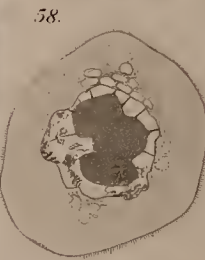
54.



49.

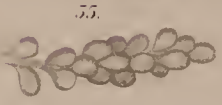


50.



58.

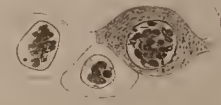
65.



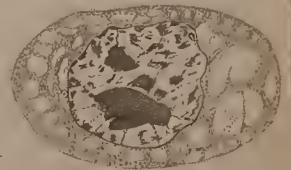
55.



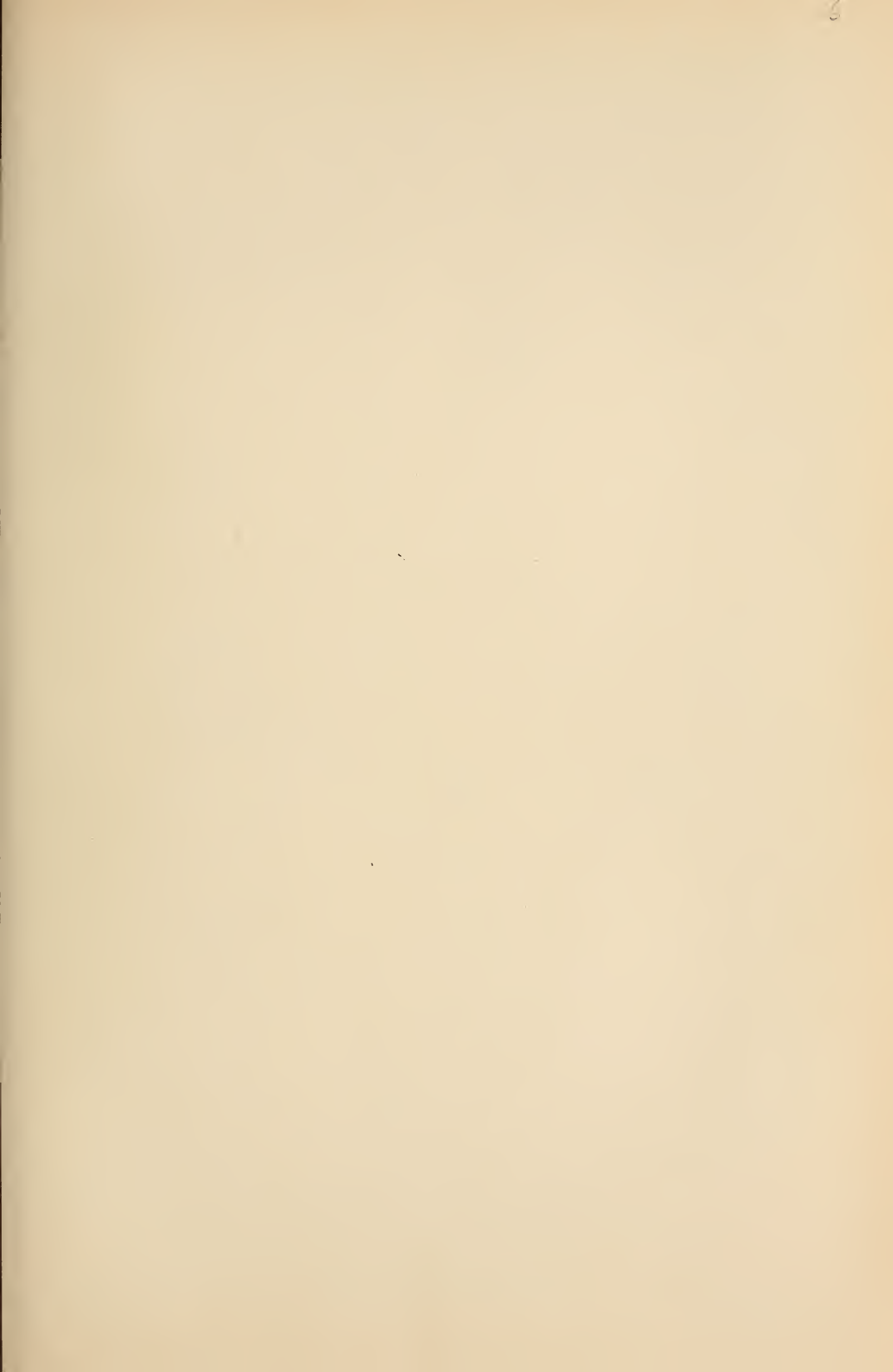
64.



59.

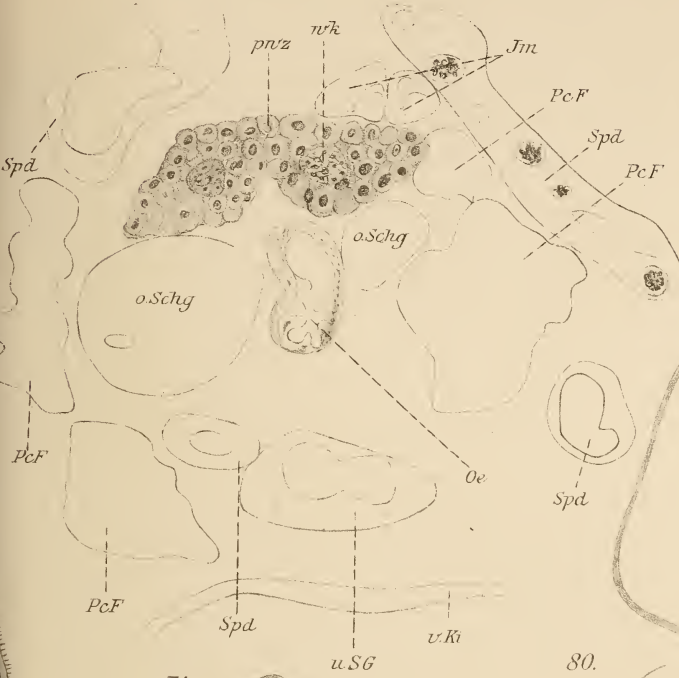








73.



77.



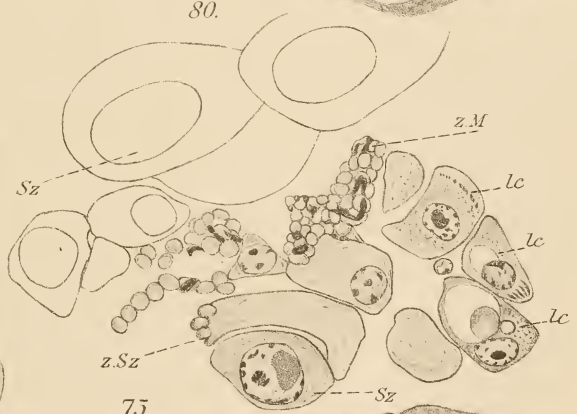
76.



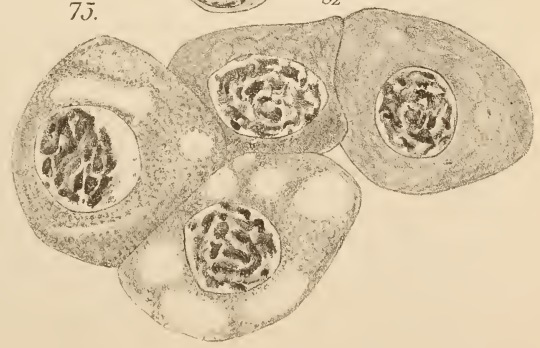
74.



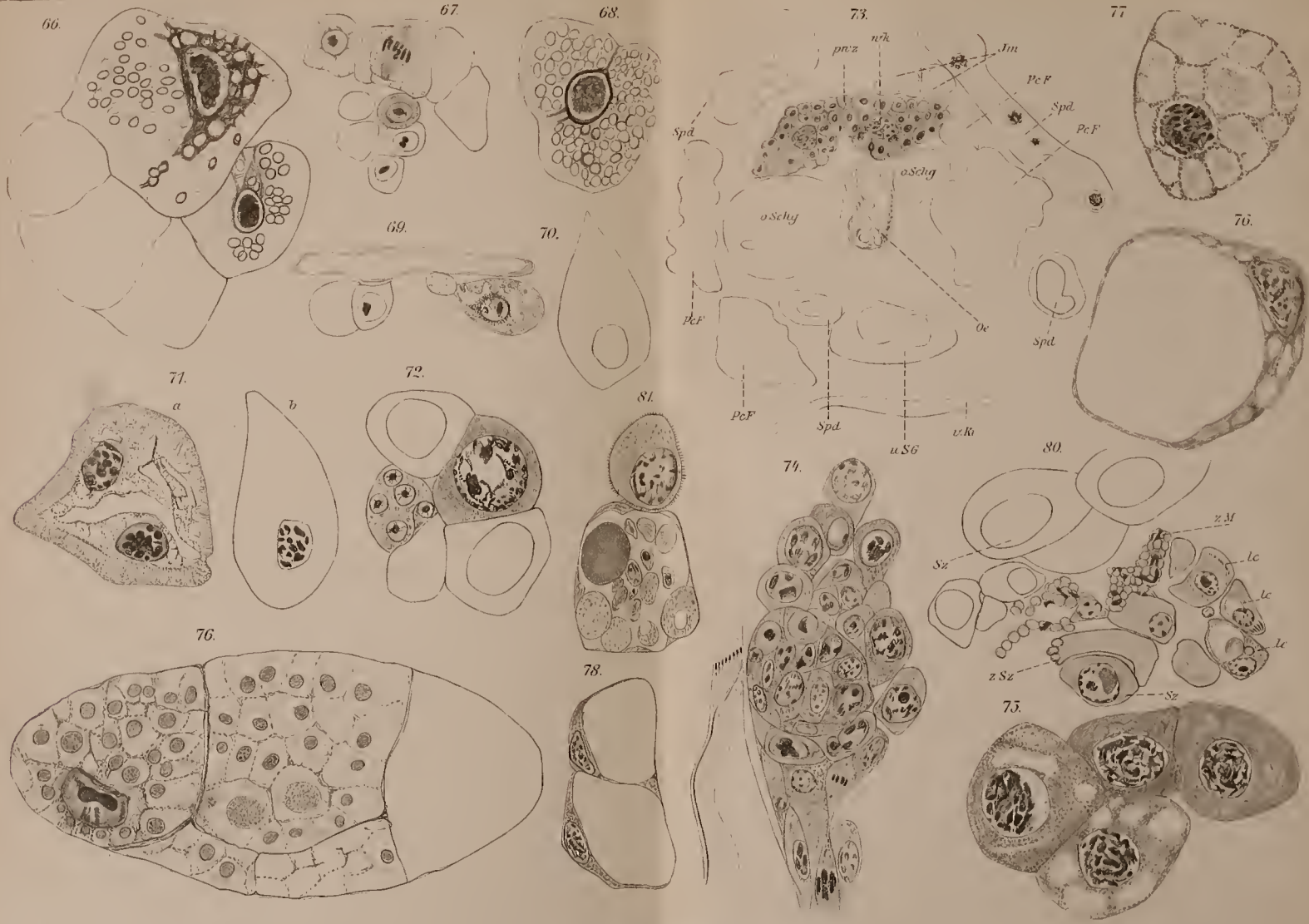
80.



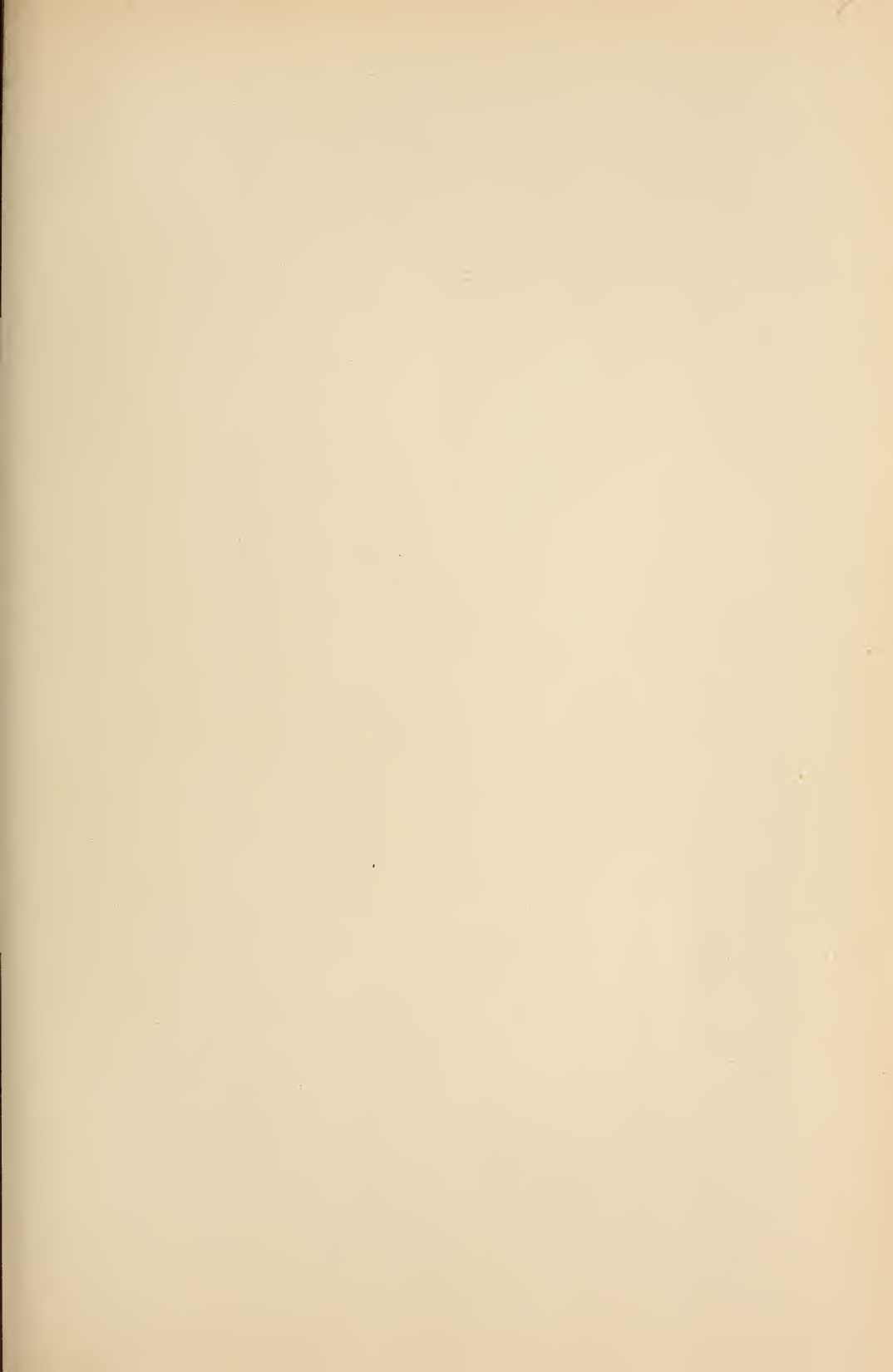
75.

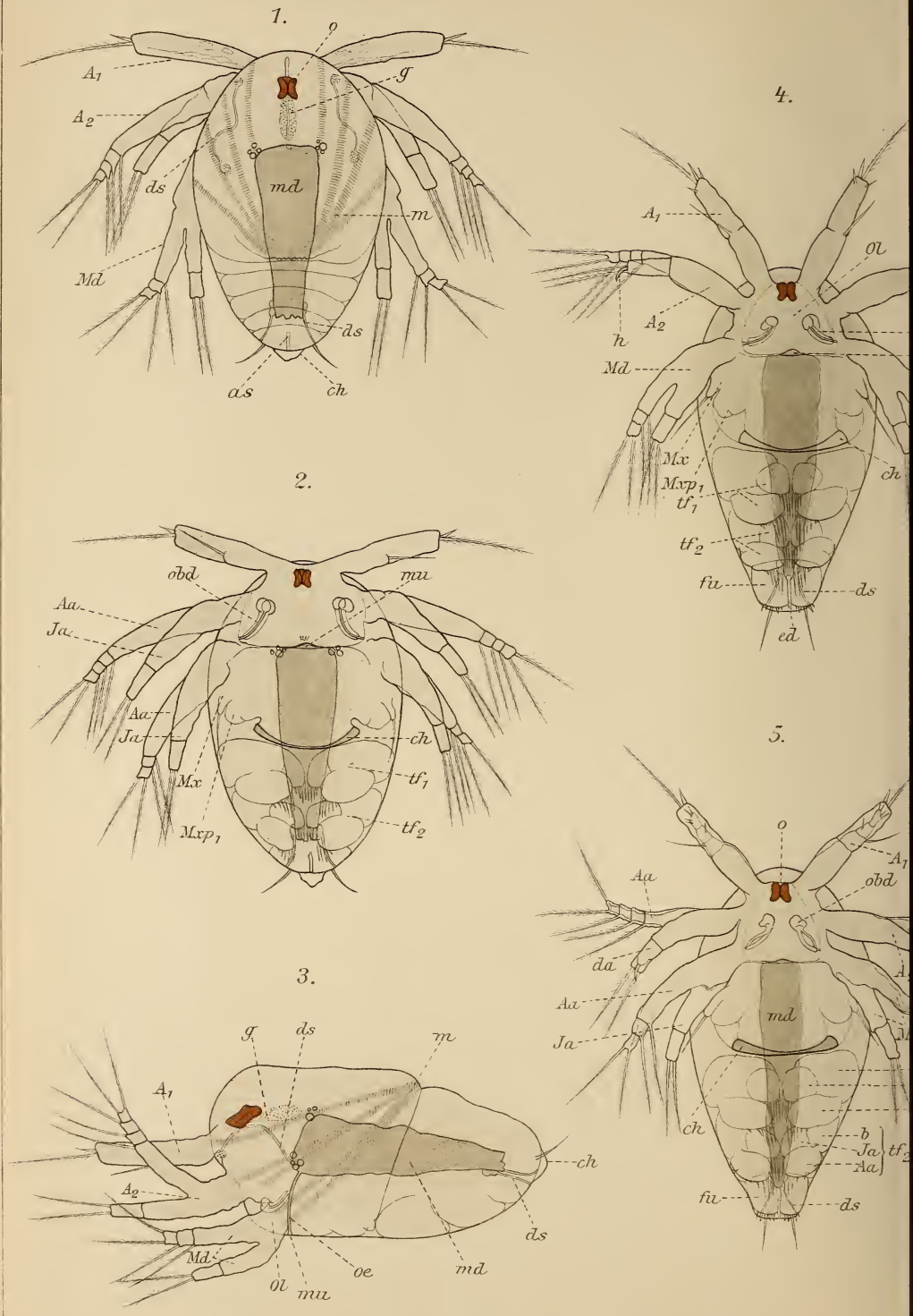




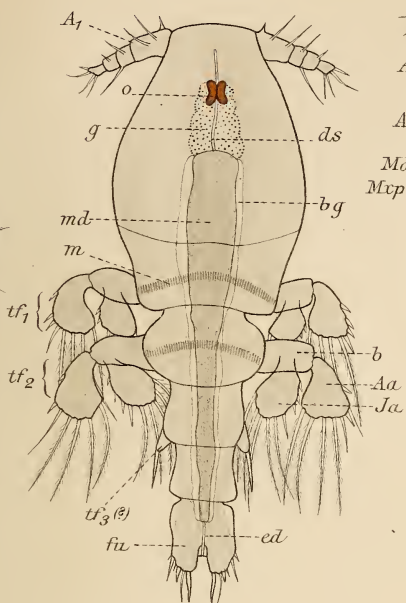




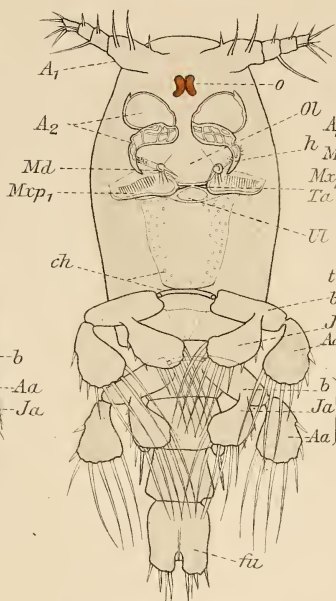




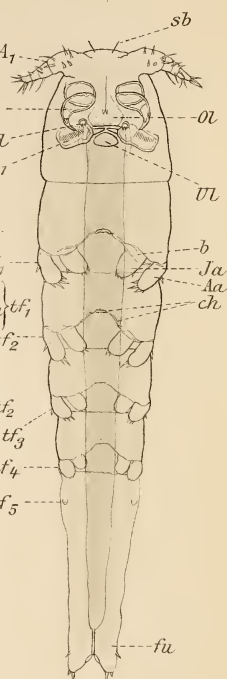
6.



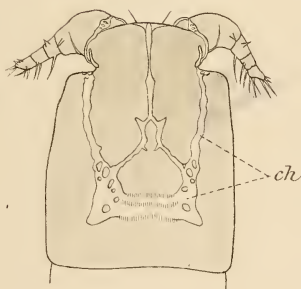
7.



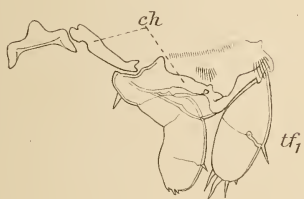
8.



10.

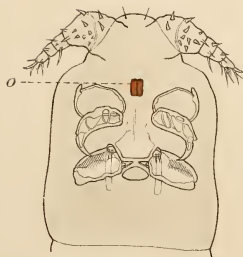


9.




U---tf5

12.



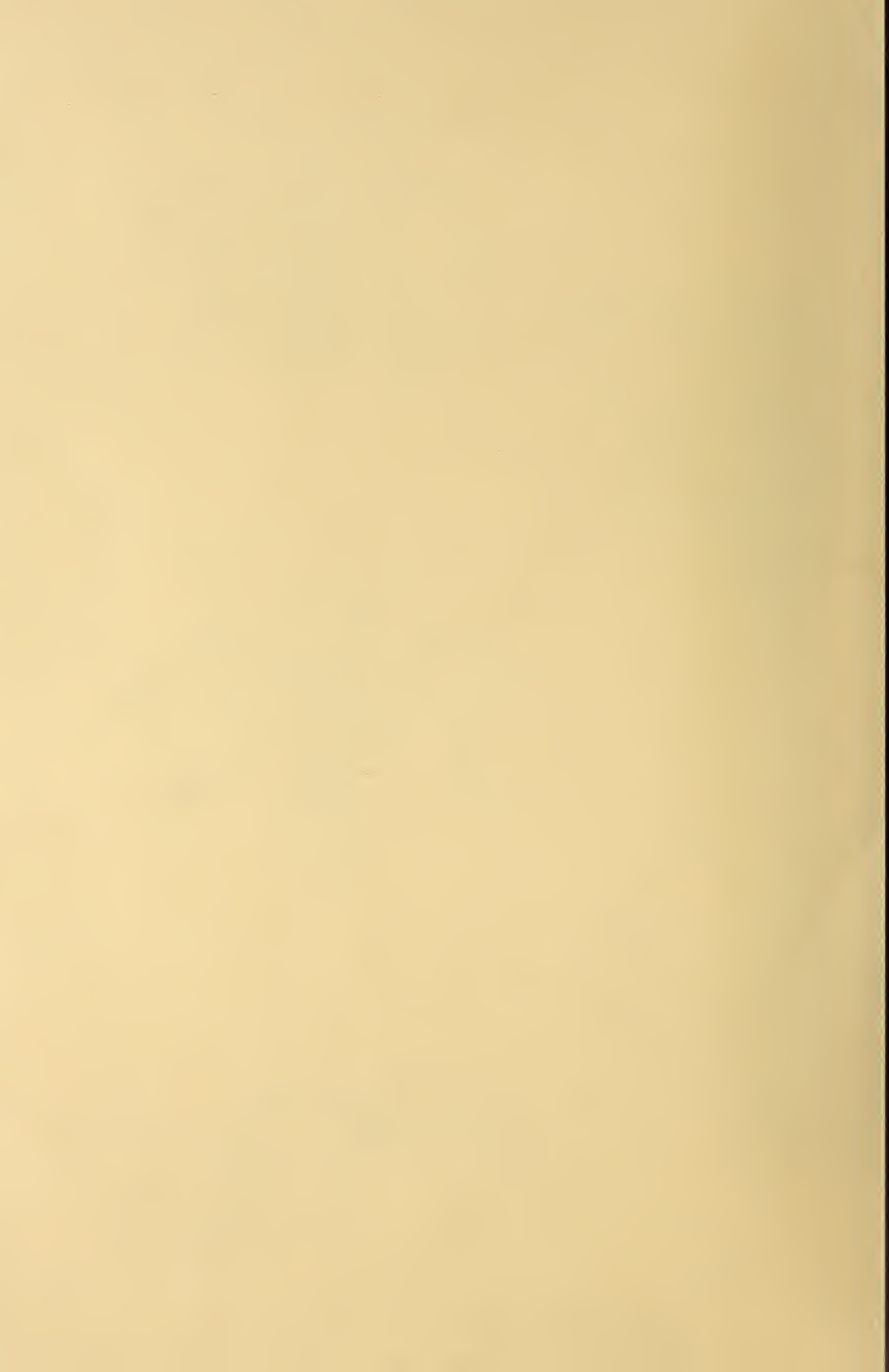
11.

 1.1mm

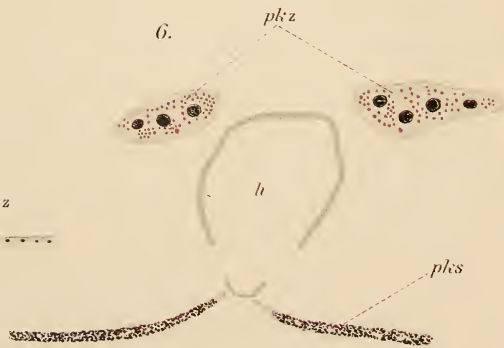
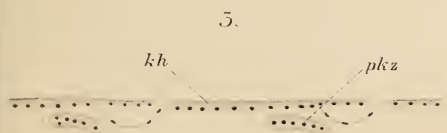
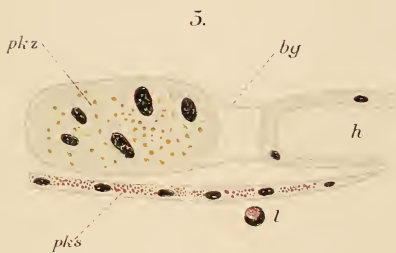
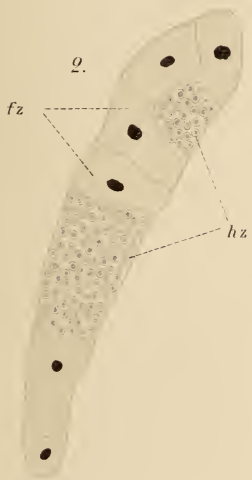
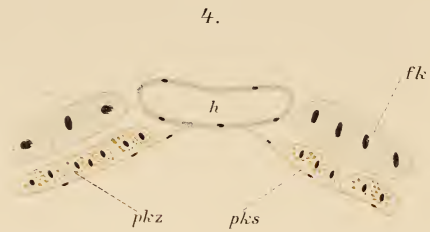
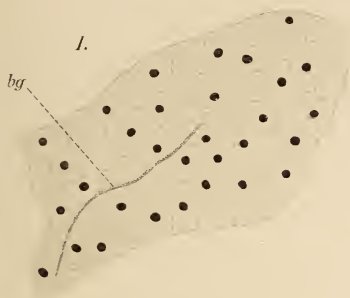
 1.3mm

 1.7mm

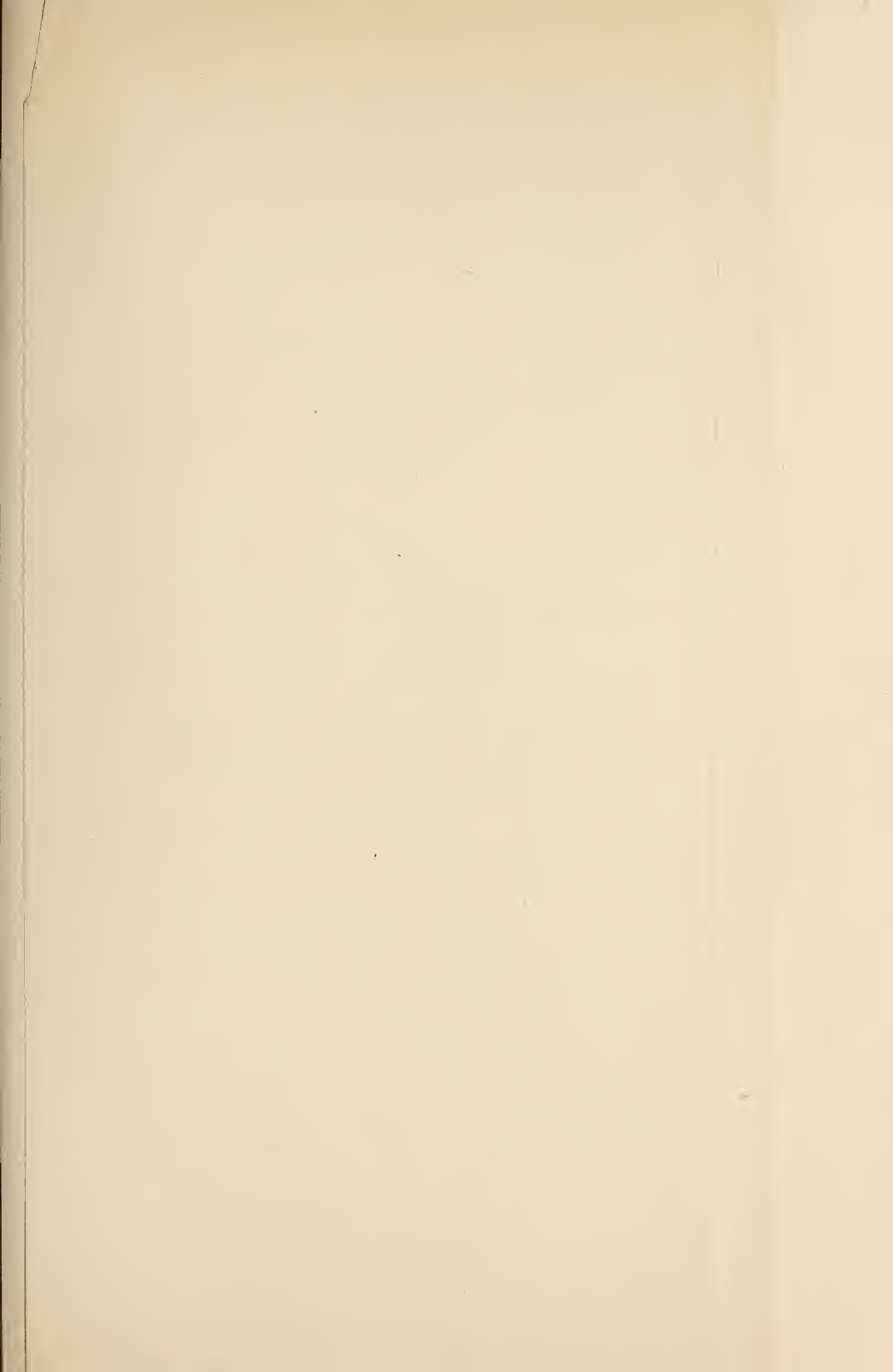
 1.9mm

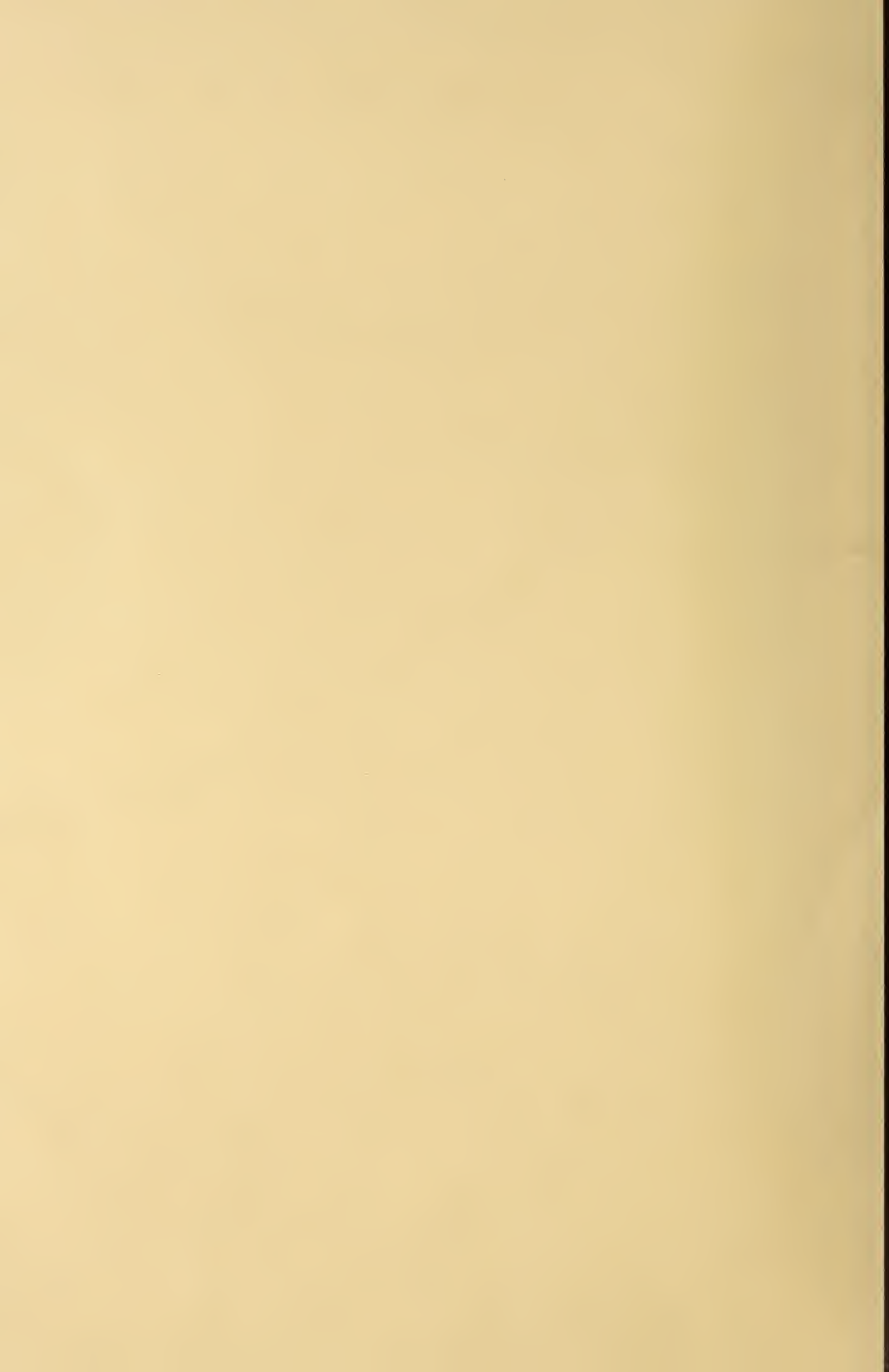












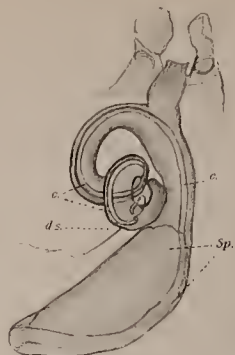


Fig. 1.

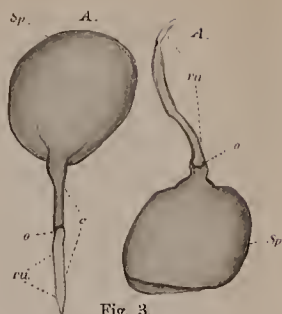


Fig. 3.

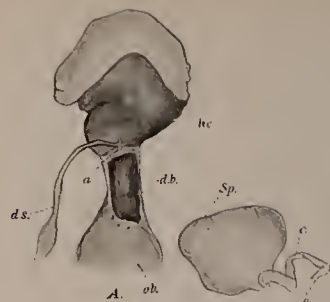


Fig. 7.

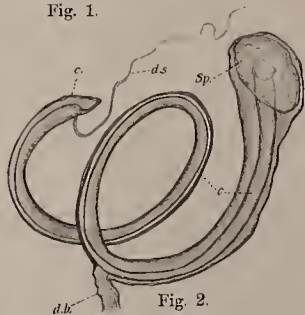


Fig. 2.

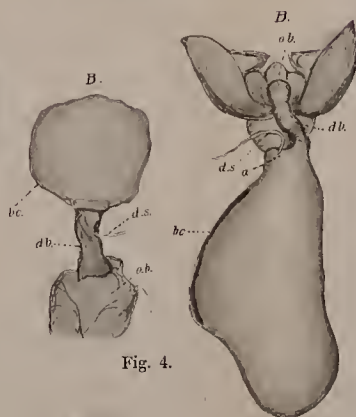


Fig. 4.

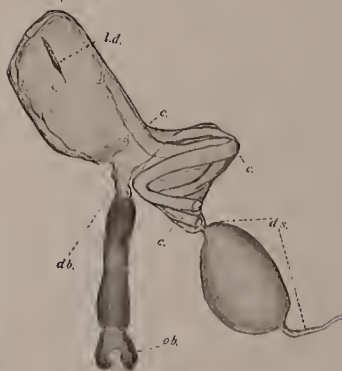


Fig. 6.

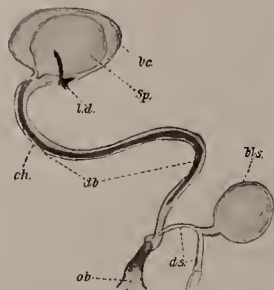
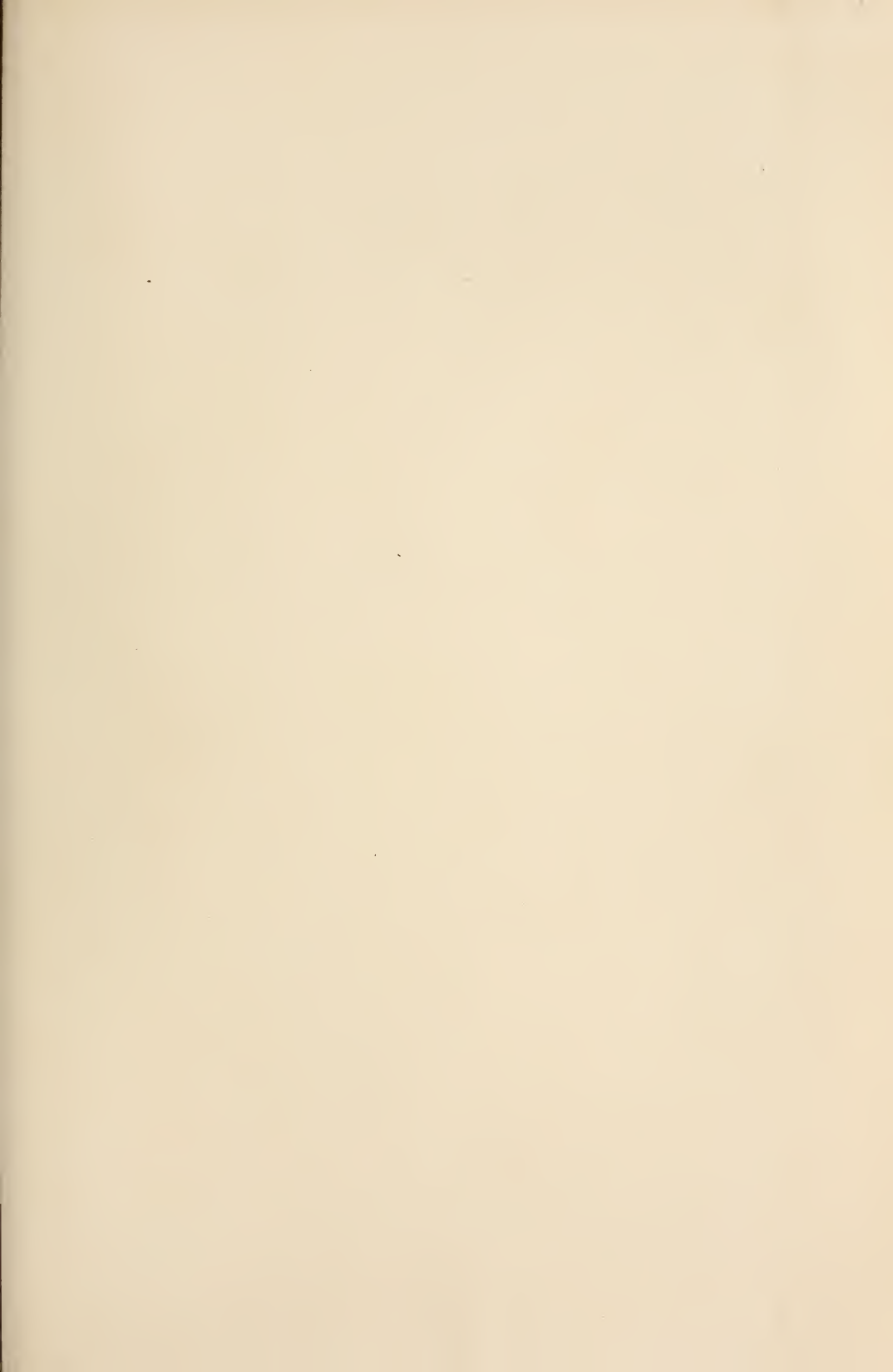


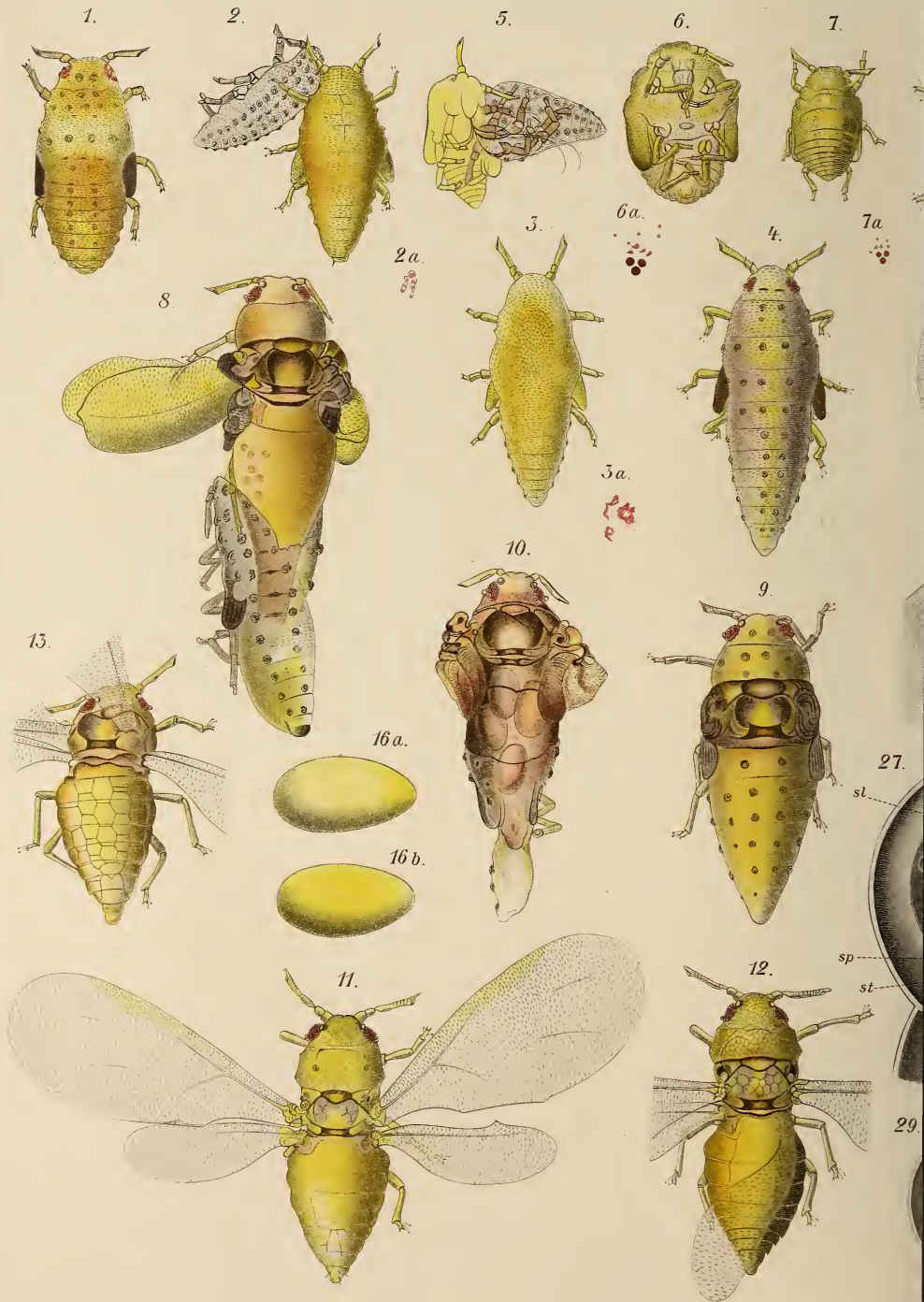
Fig. 5.

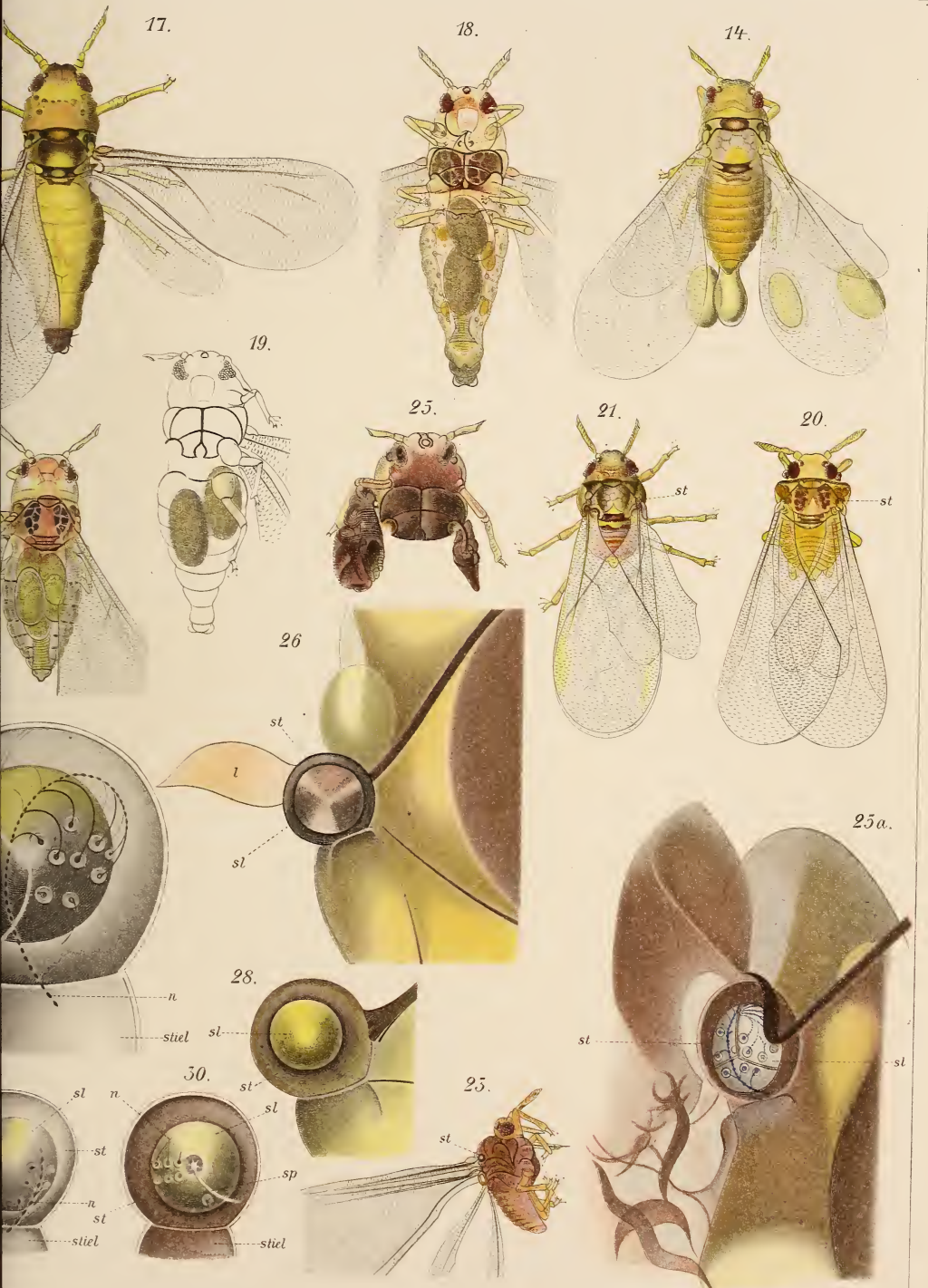


Fig. 8.





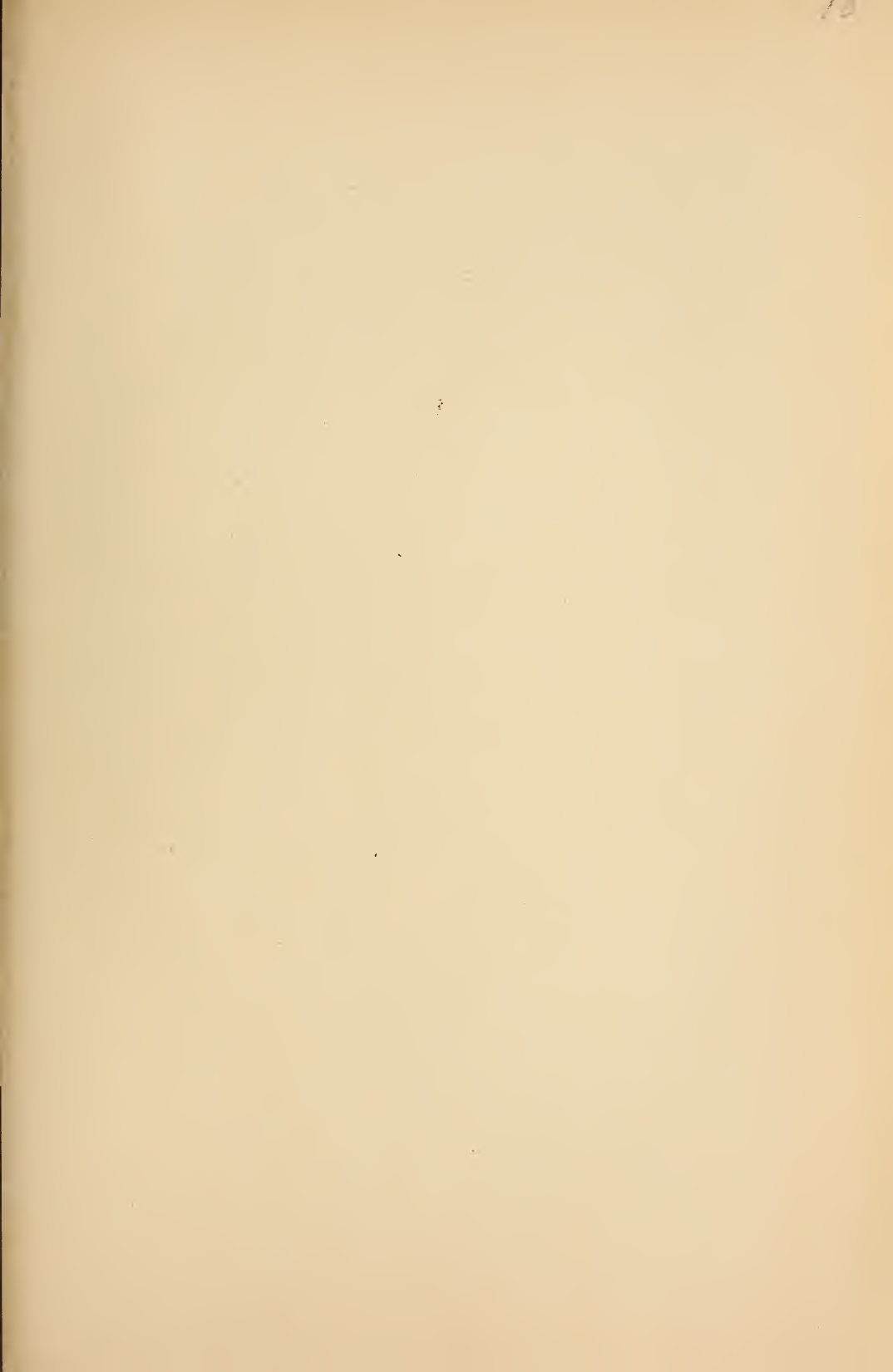






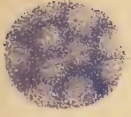








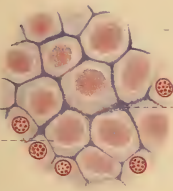
4.



gk

T

3.



bk

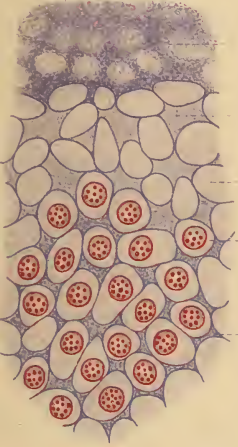
TZ

ZZ

rZ

Ep

8.



gk

zz

zz

rZ

rZ

zz

9.

T

Subt

Fs

Nf

Ep

Art

Ns

M

Bl

Bg

Ns

Aebk

10.

a

Cut

St. Post. Mic.

Ep

Bg

Meq

M

T

Art

Ep

C

L

St

T

rZ

zz

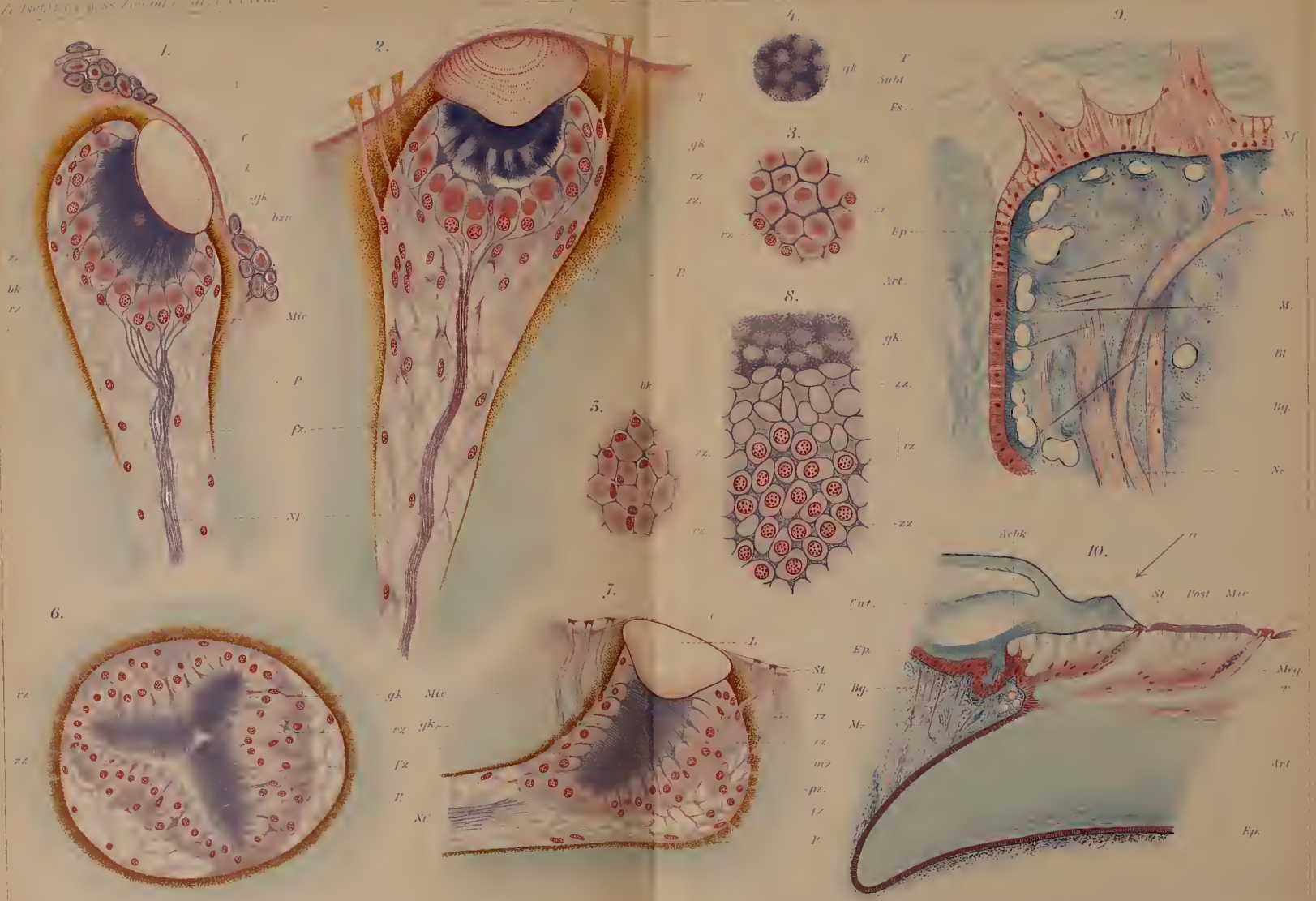
mz

pz

rZ

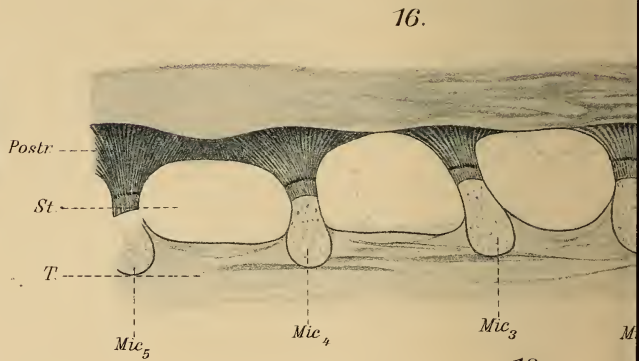
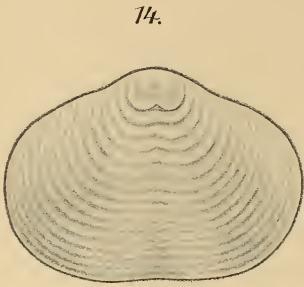
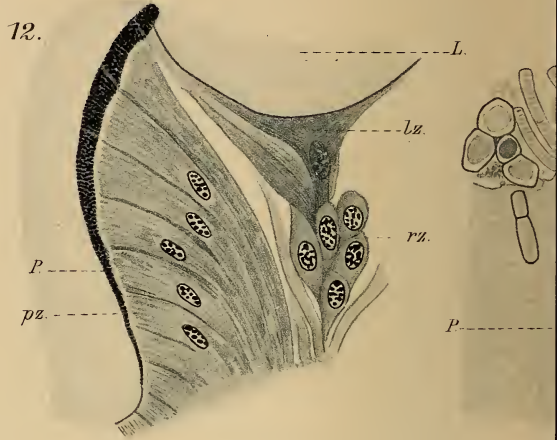
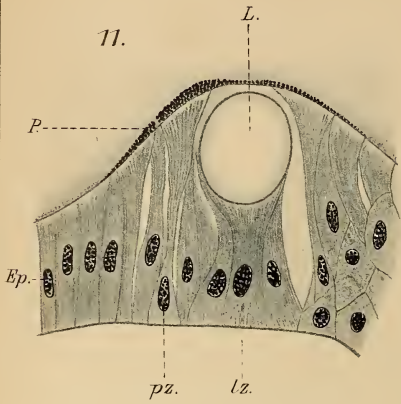
P





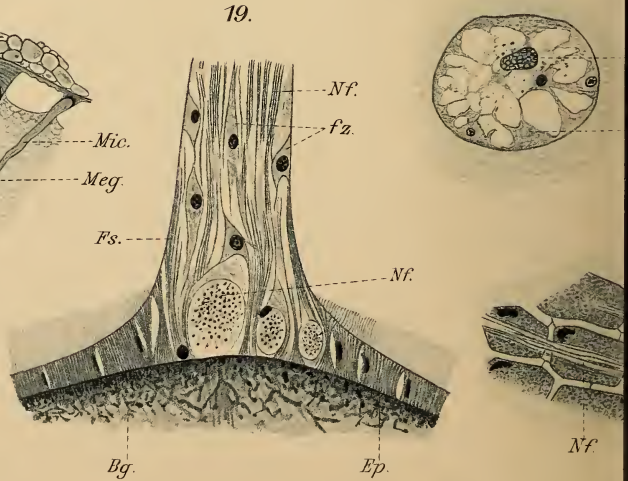
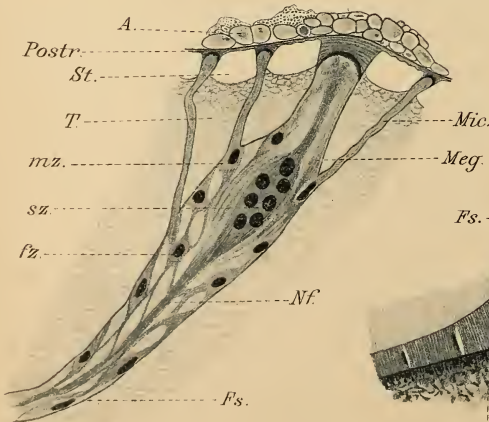


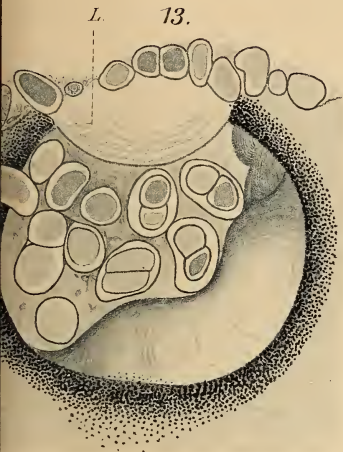




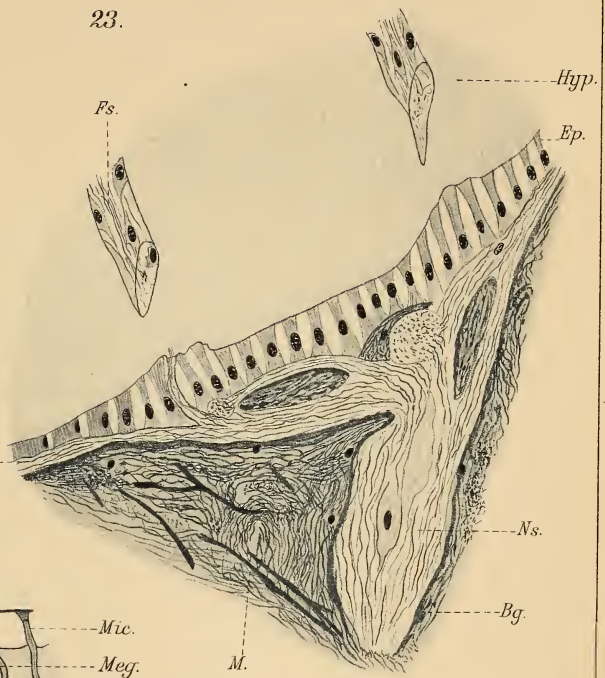
15.

18.





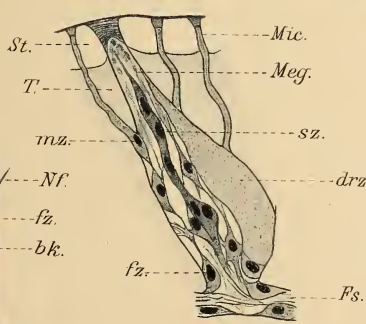
L. 13.



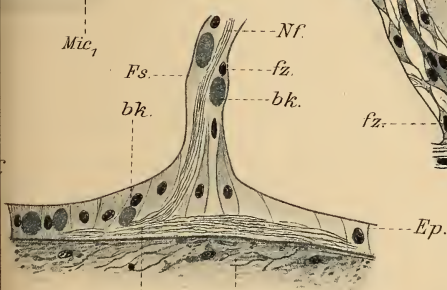
23.



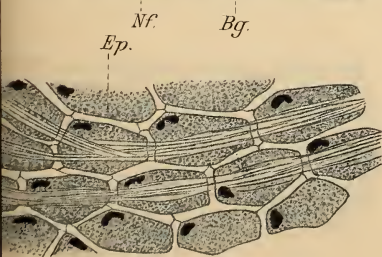
17.



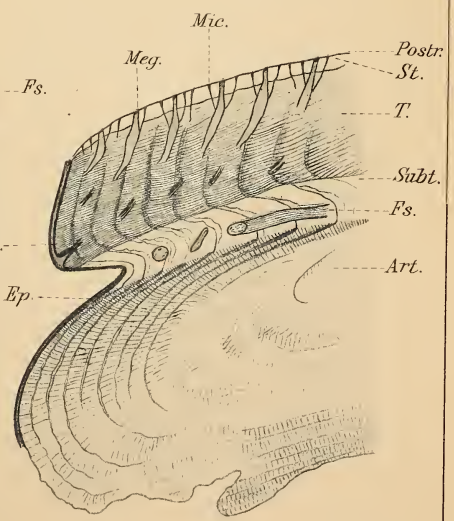
21.



24.

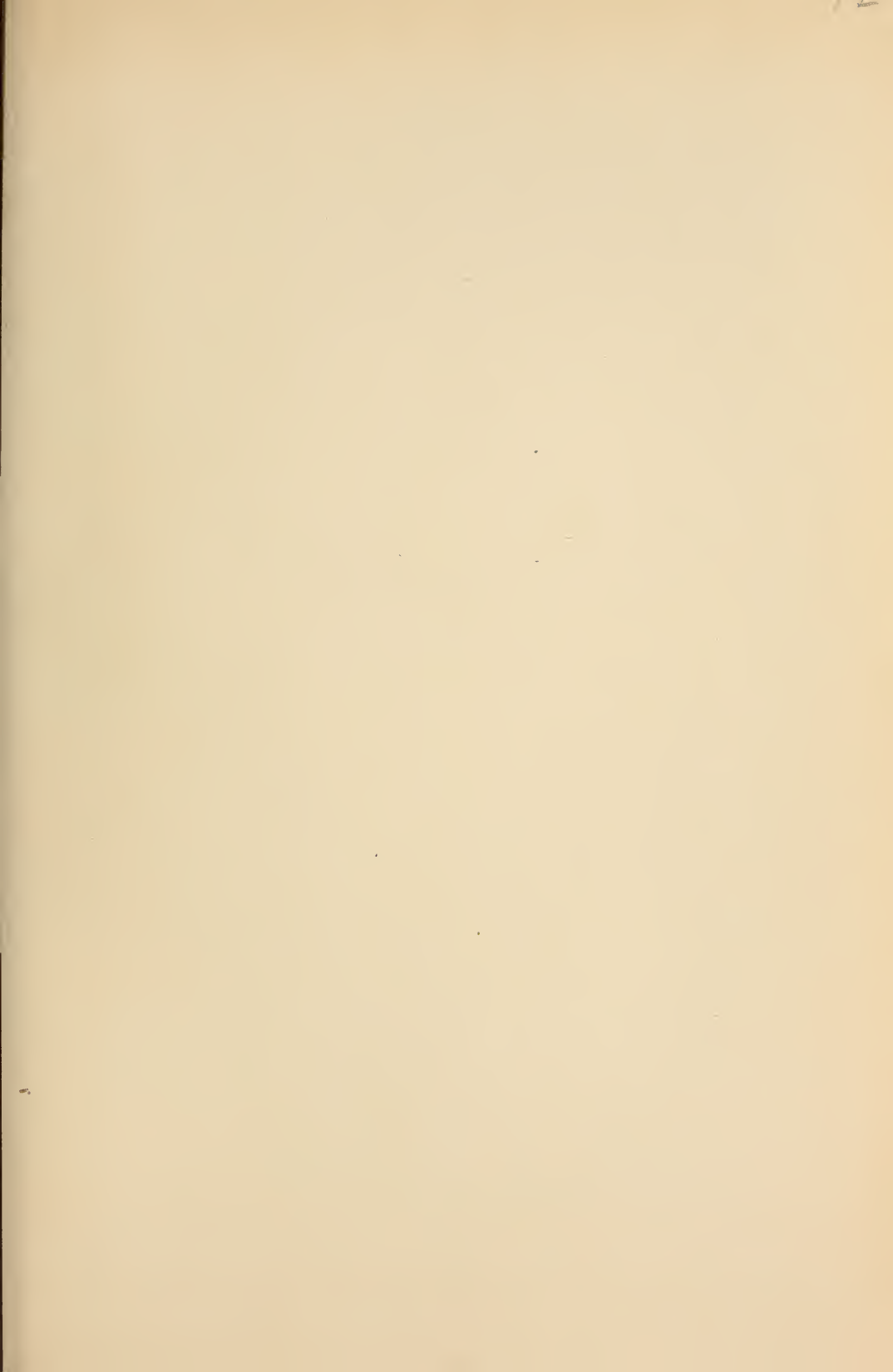


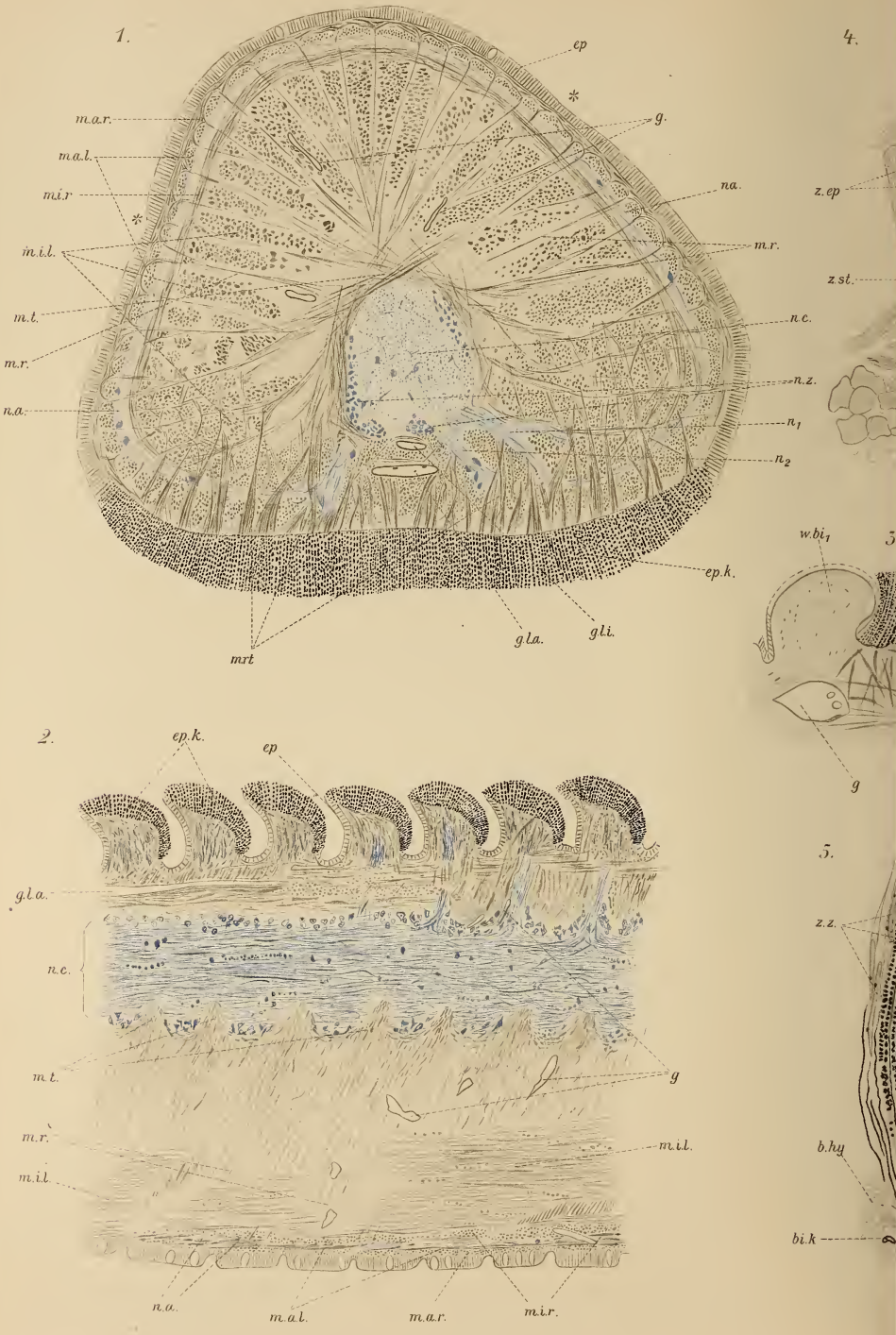
22.



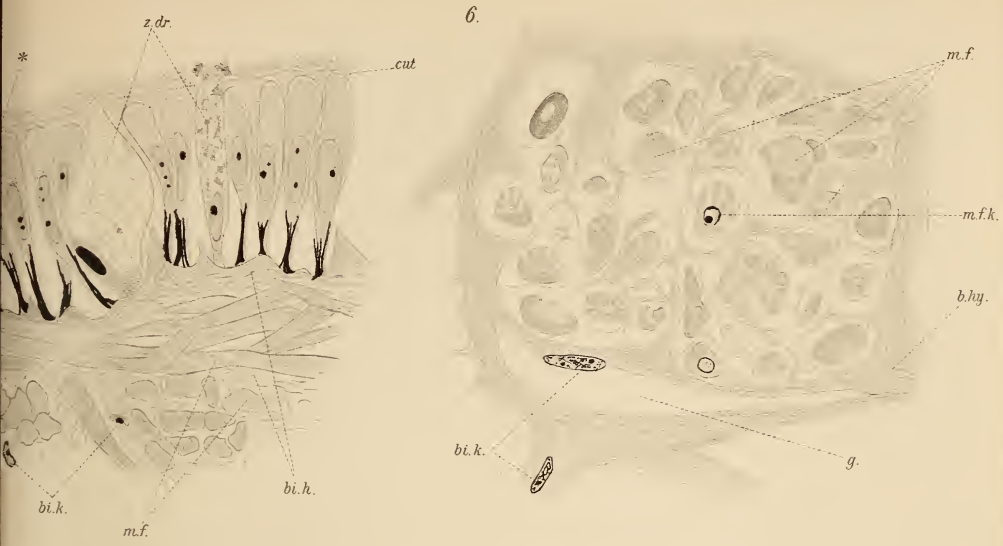




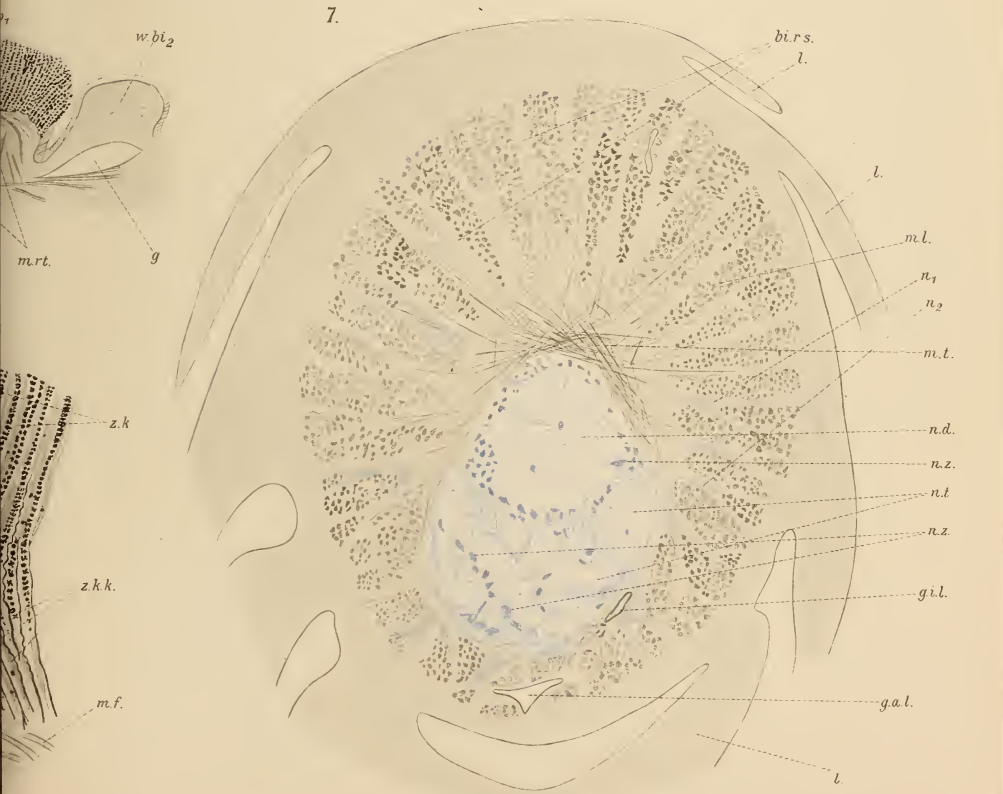




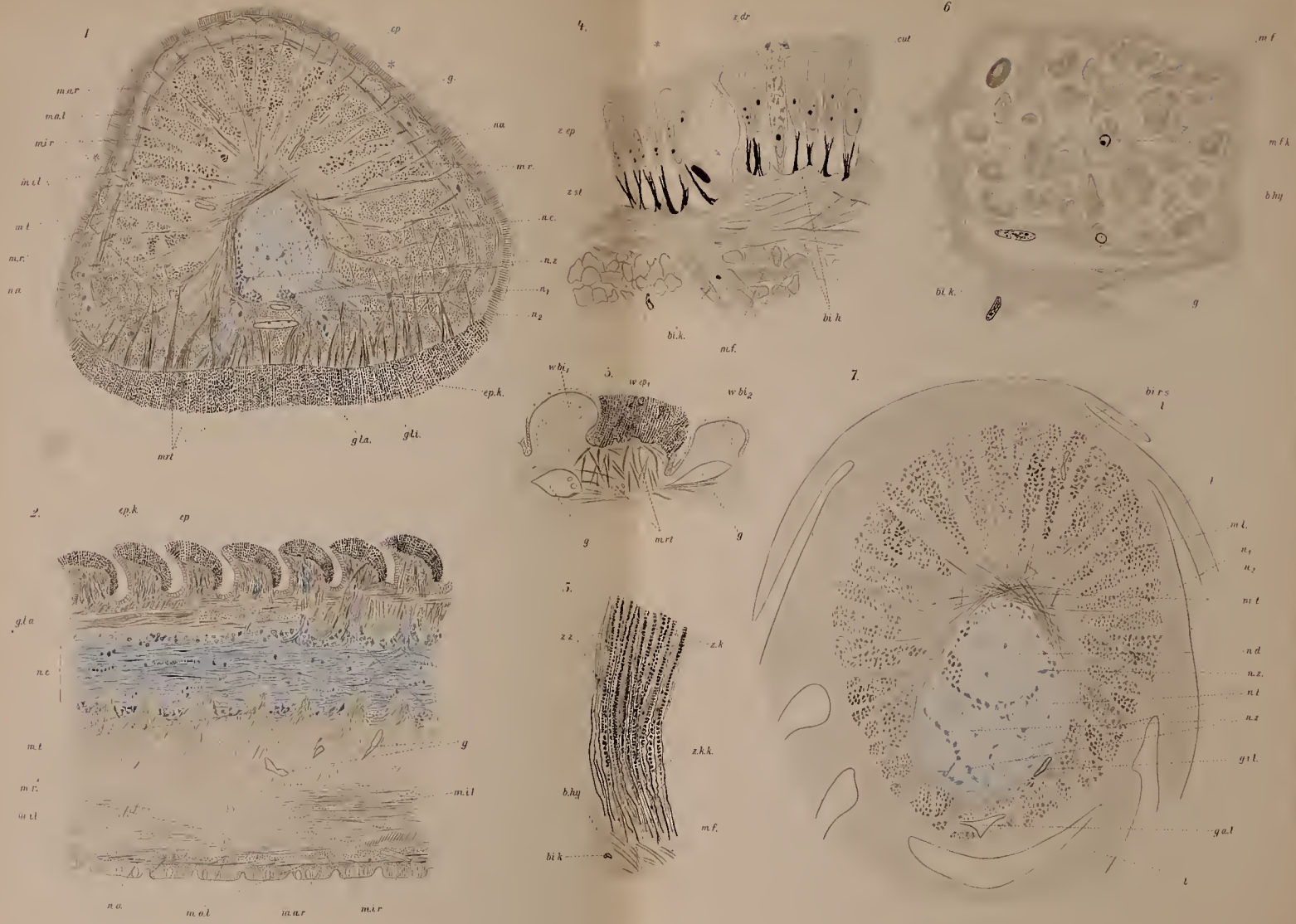
6.



7.



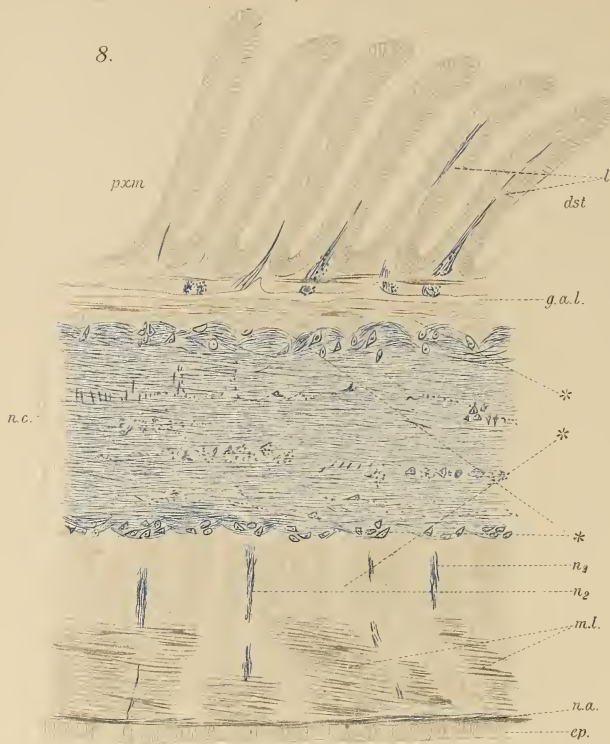




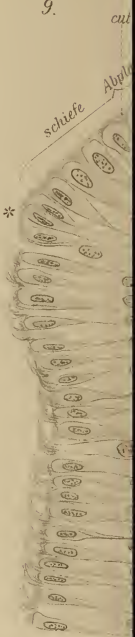




8.



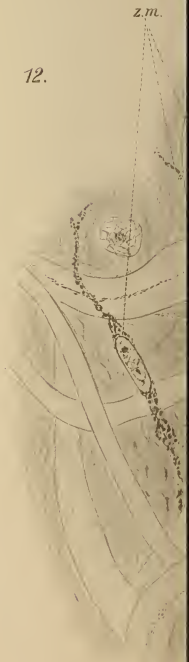
9.

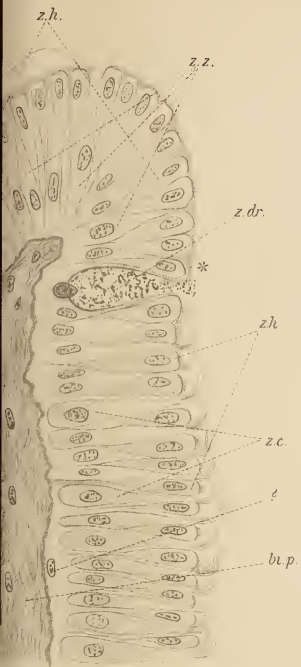


11.



12.





13.



14.

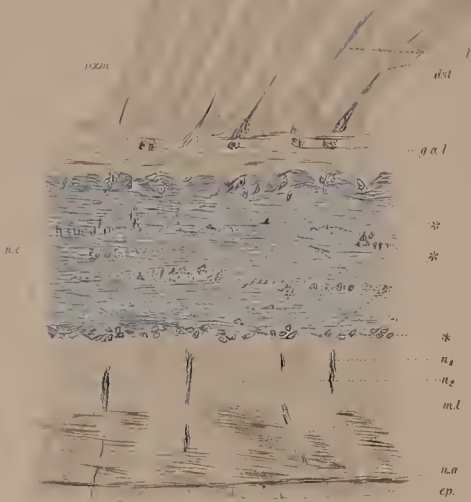


10.

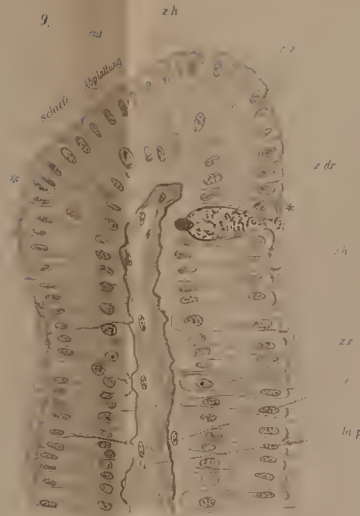




8



9



13



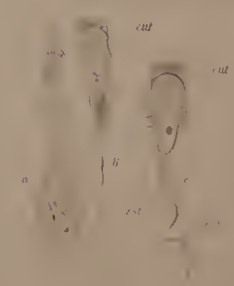
14



bi gr.

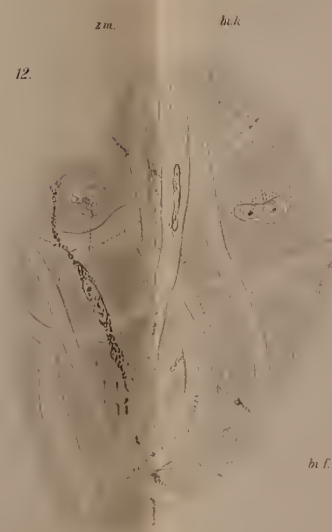
bi gr.

10



bi l.

12

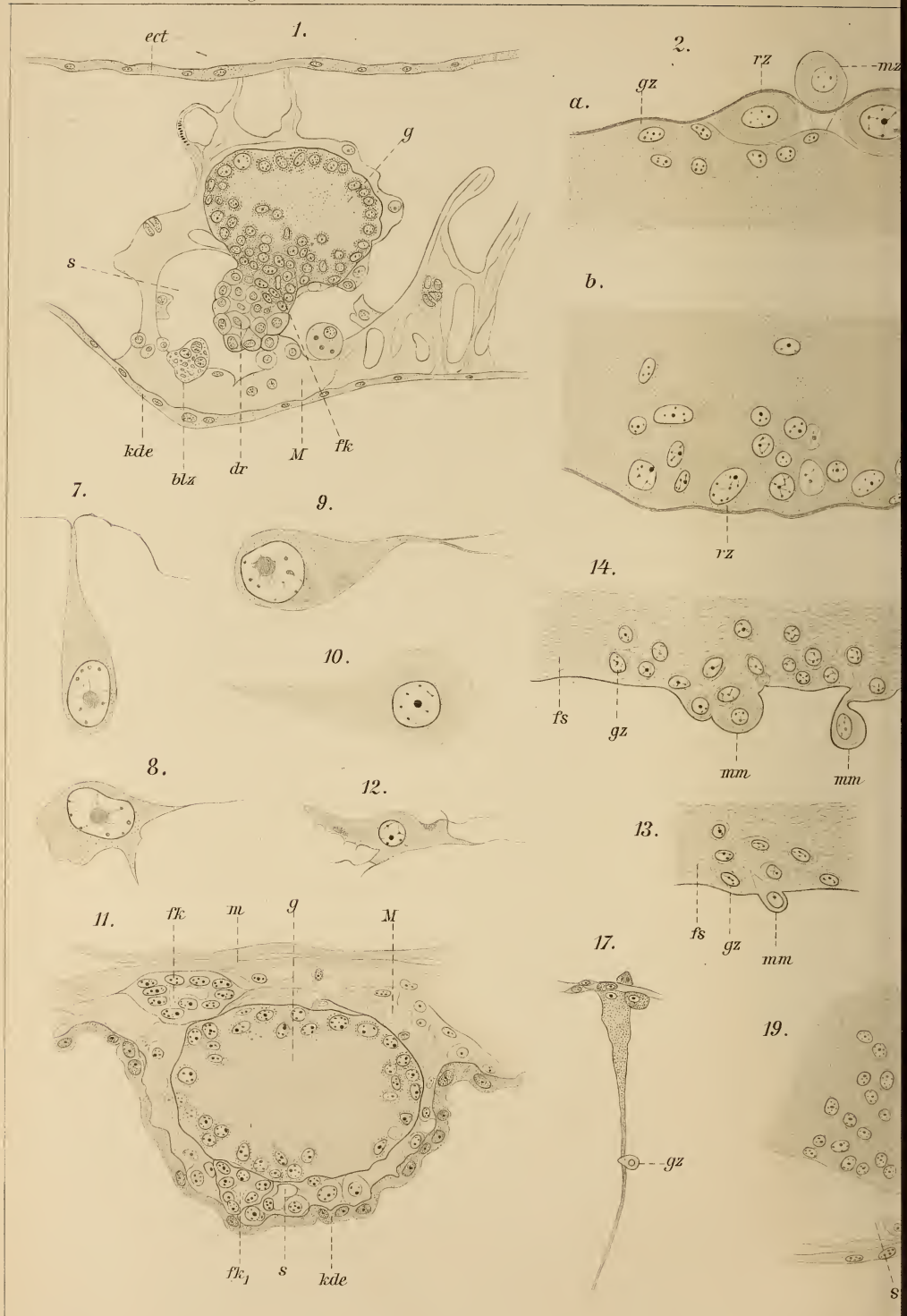


11





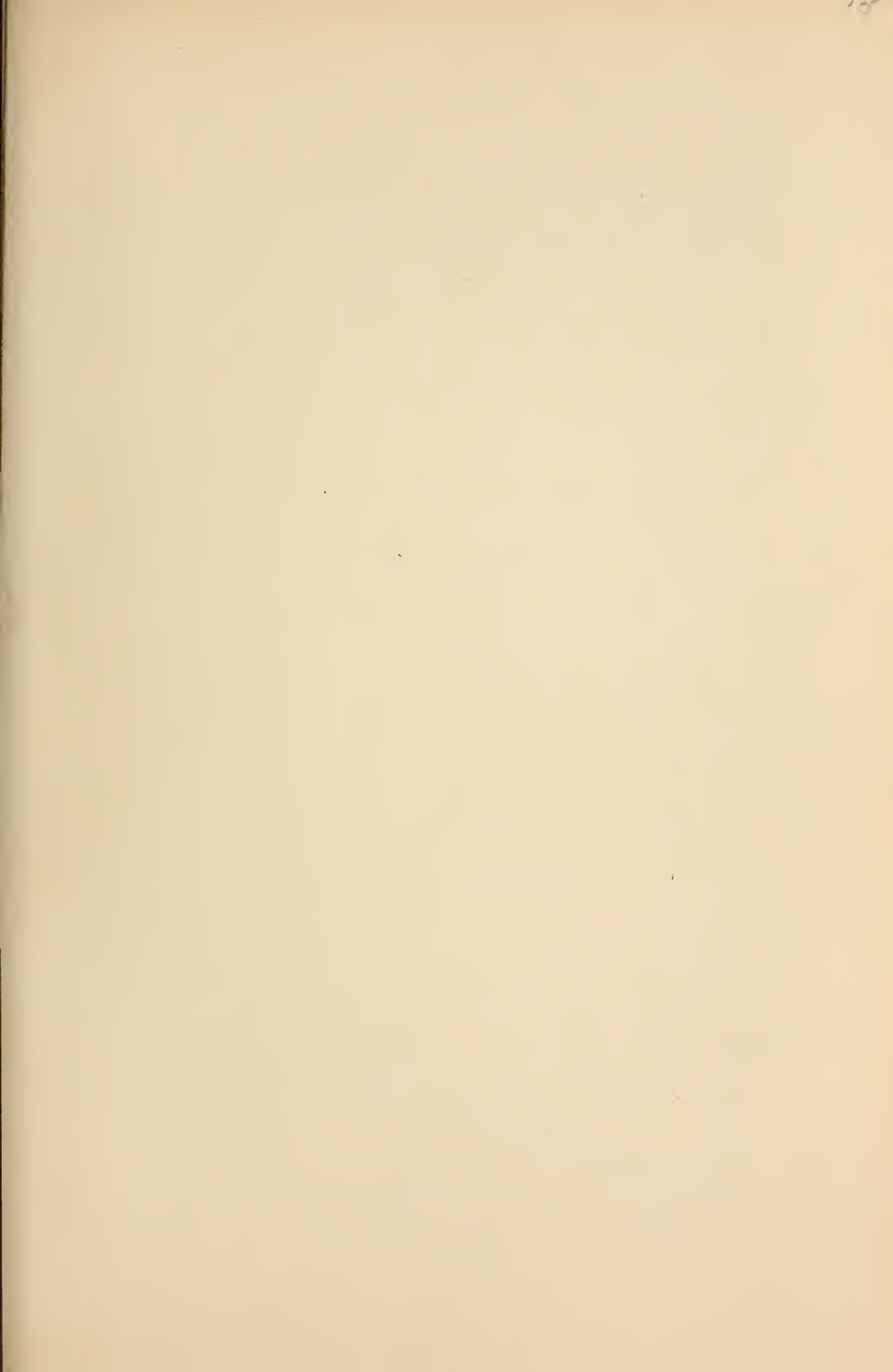


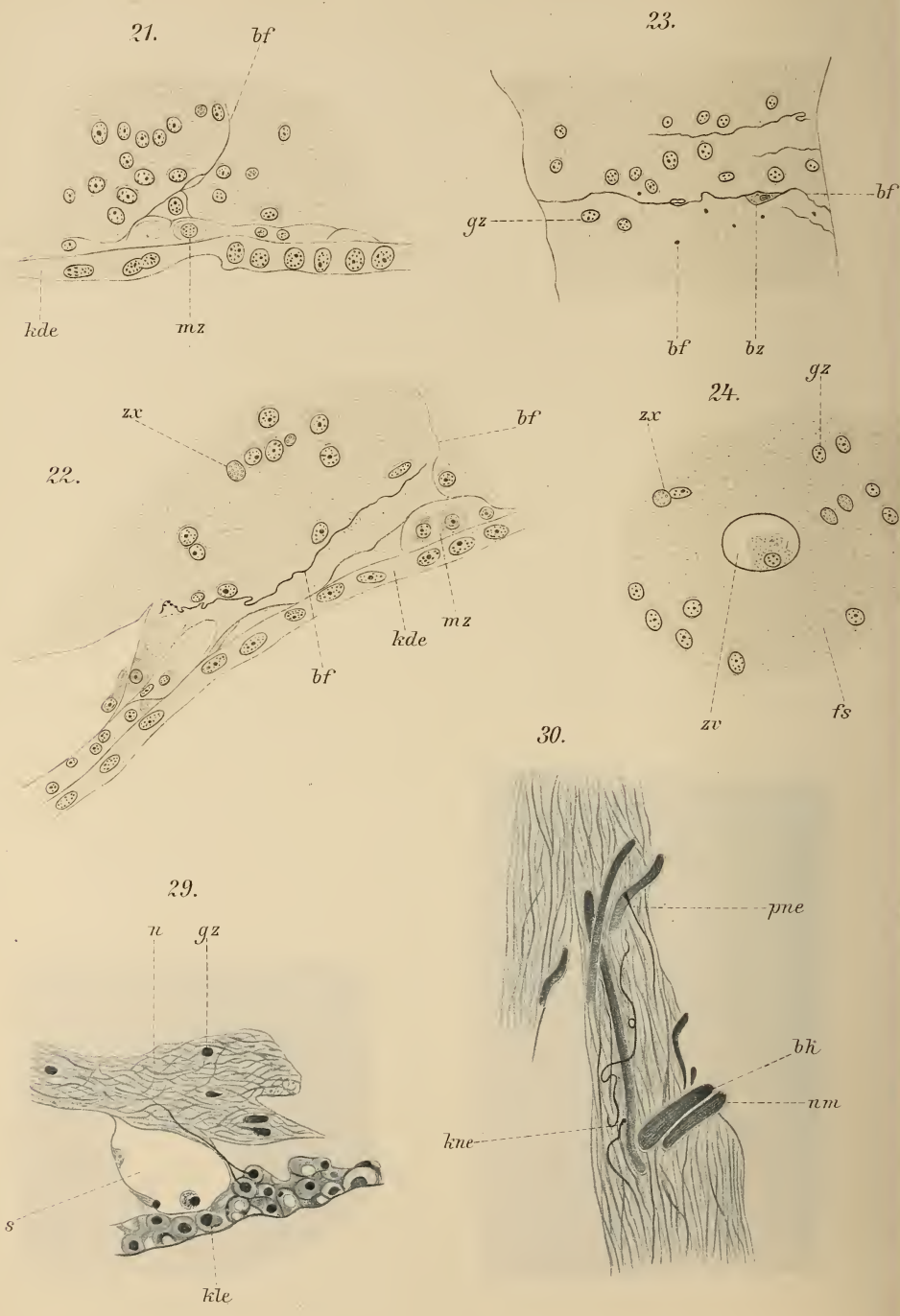












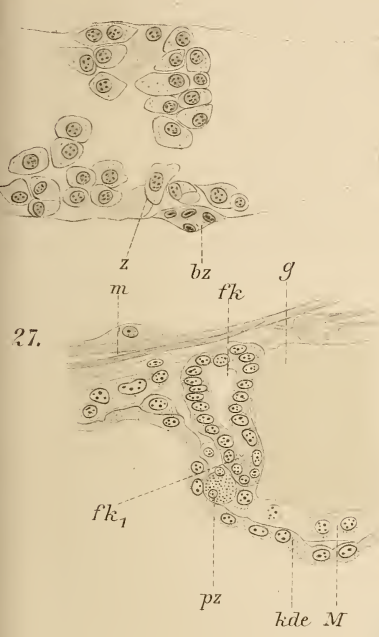
b.

25.

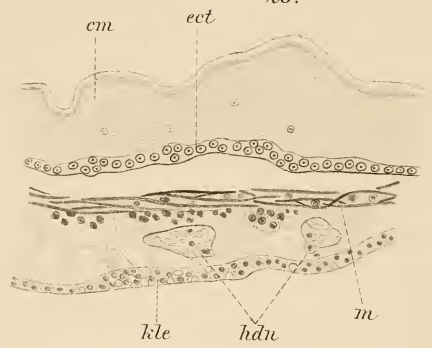
a.

26.

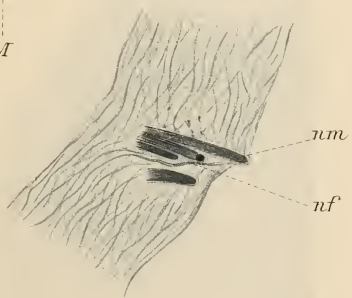
tz



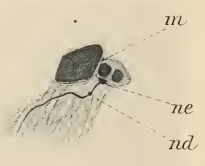
28.



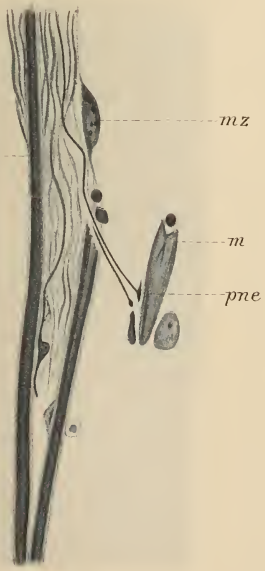
32.



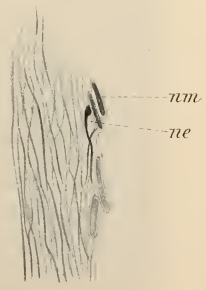
34.



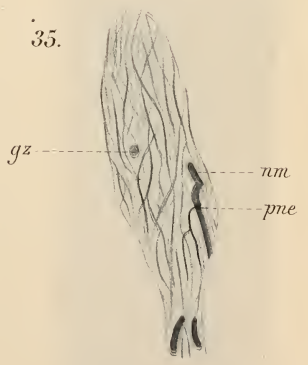
31.



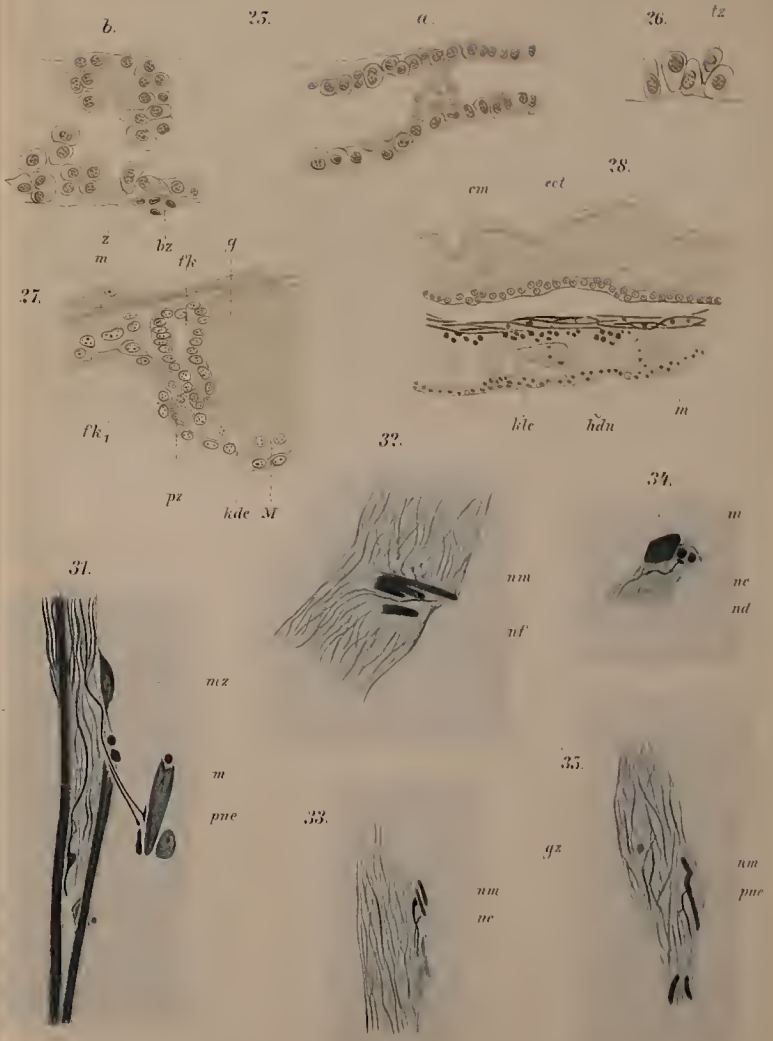
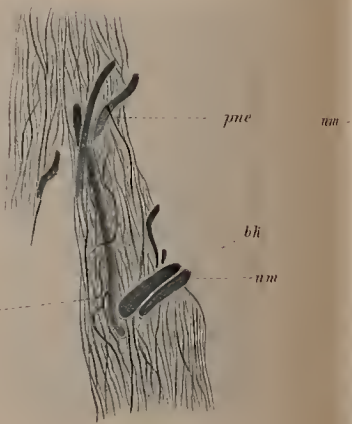
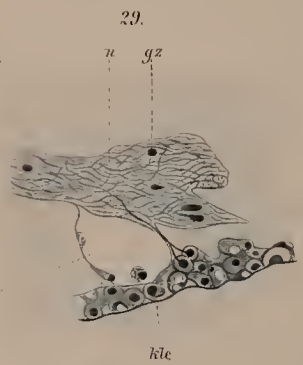
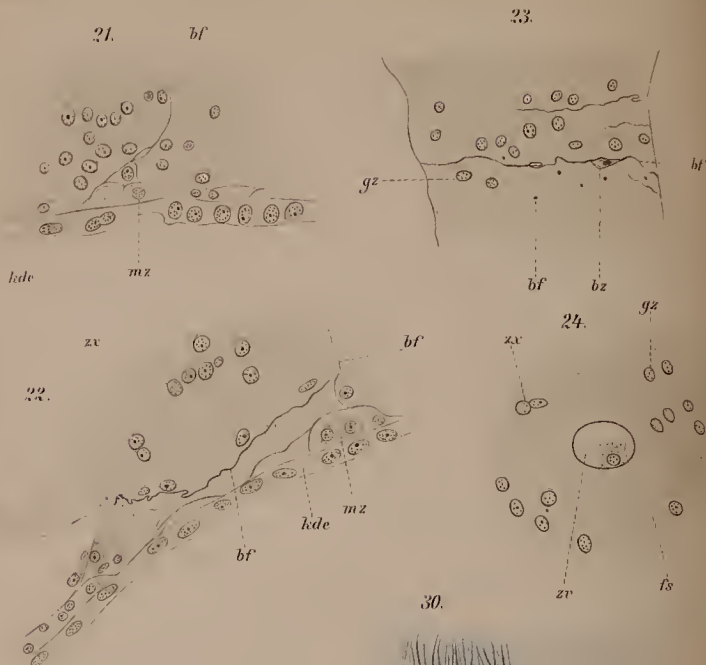
33.



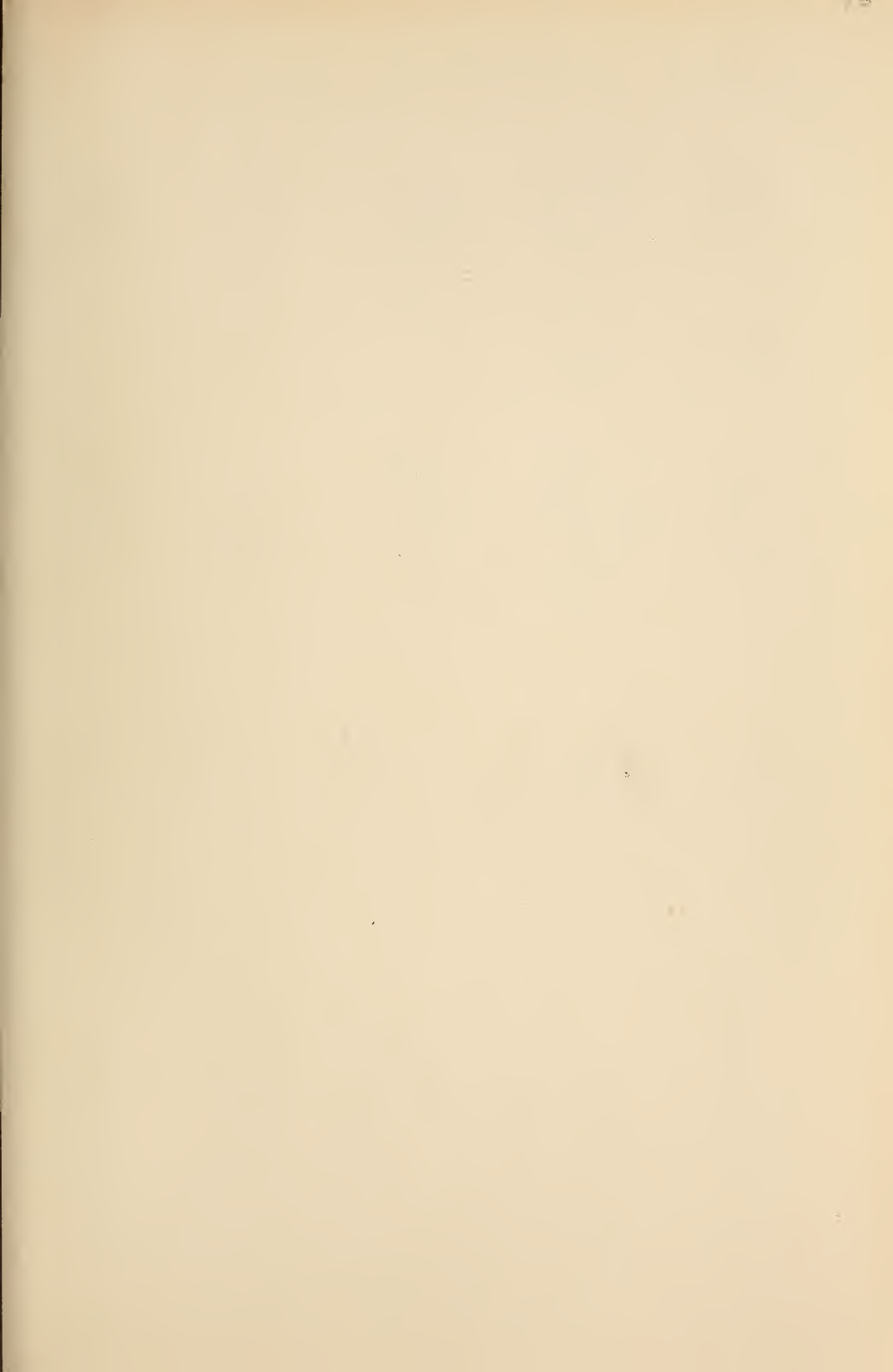
35.











1.



2.



3.



4.



5.



11.



12.



13.



14.



15.



21.



22.



23.



24.



25.



26.



32.



33.



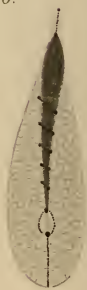
34.



35.



36.



6.



7.



8.



9.



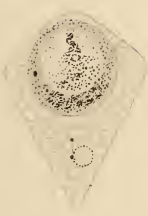
10.



16.



17.



18.



19.



20.



27.



28.



29.



30.



31.



37.



38.



39.



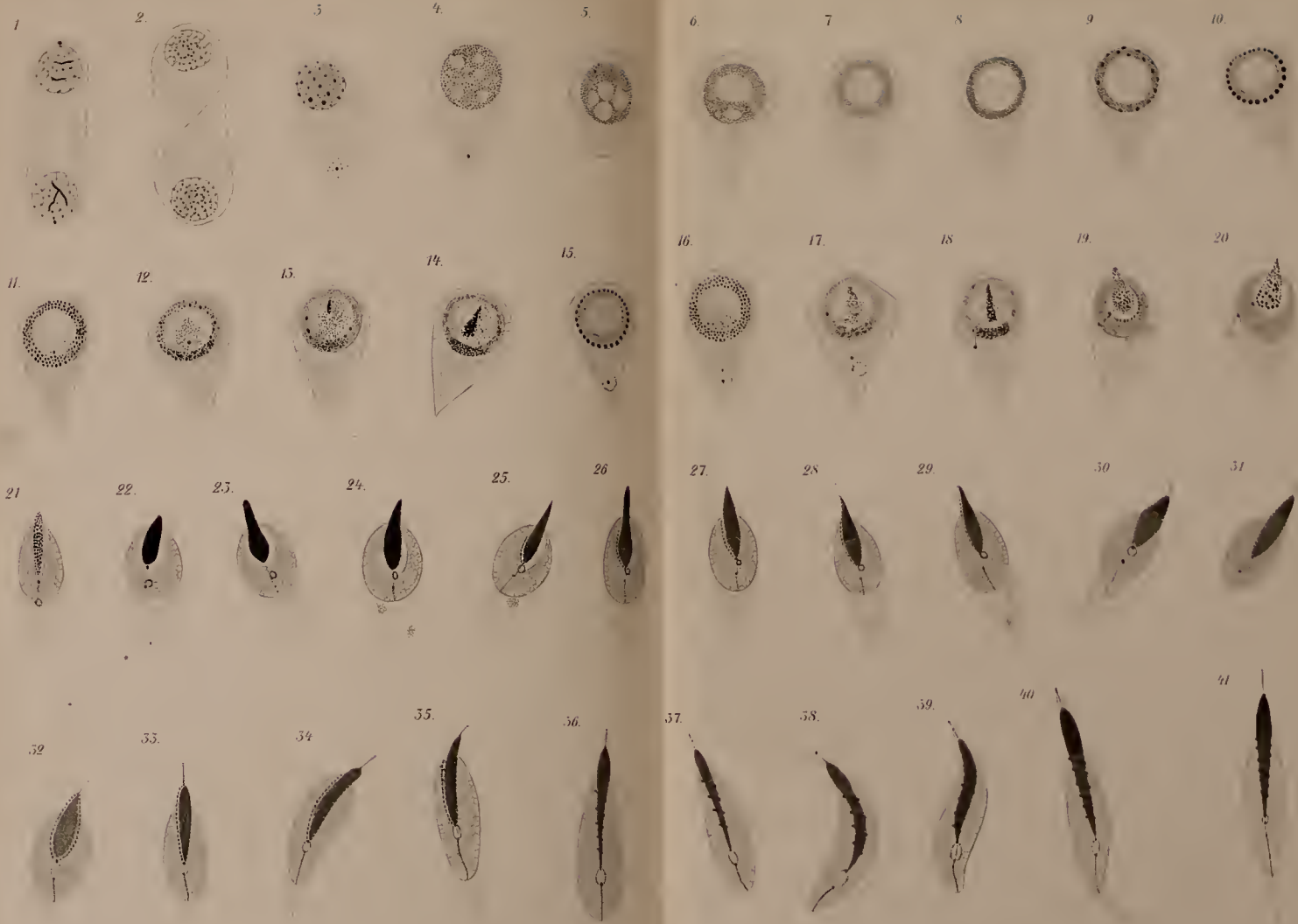
40.

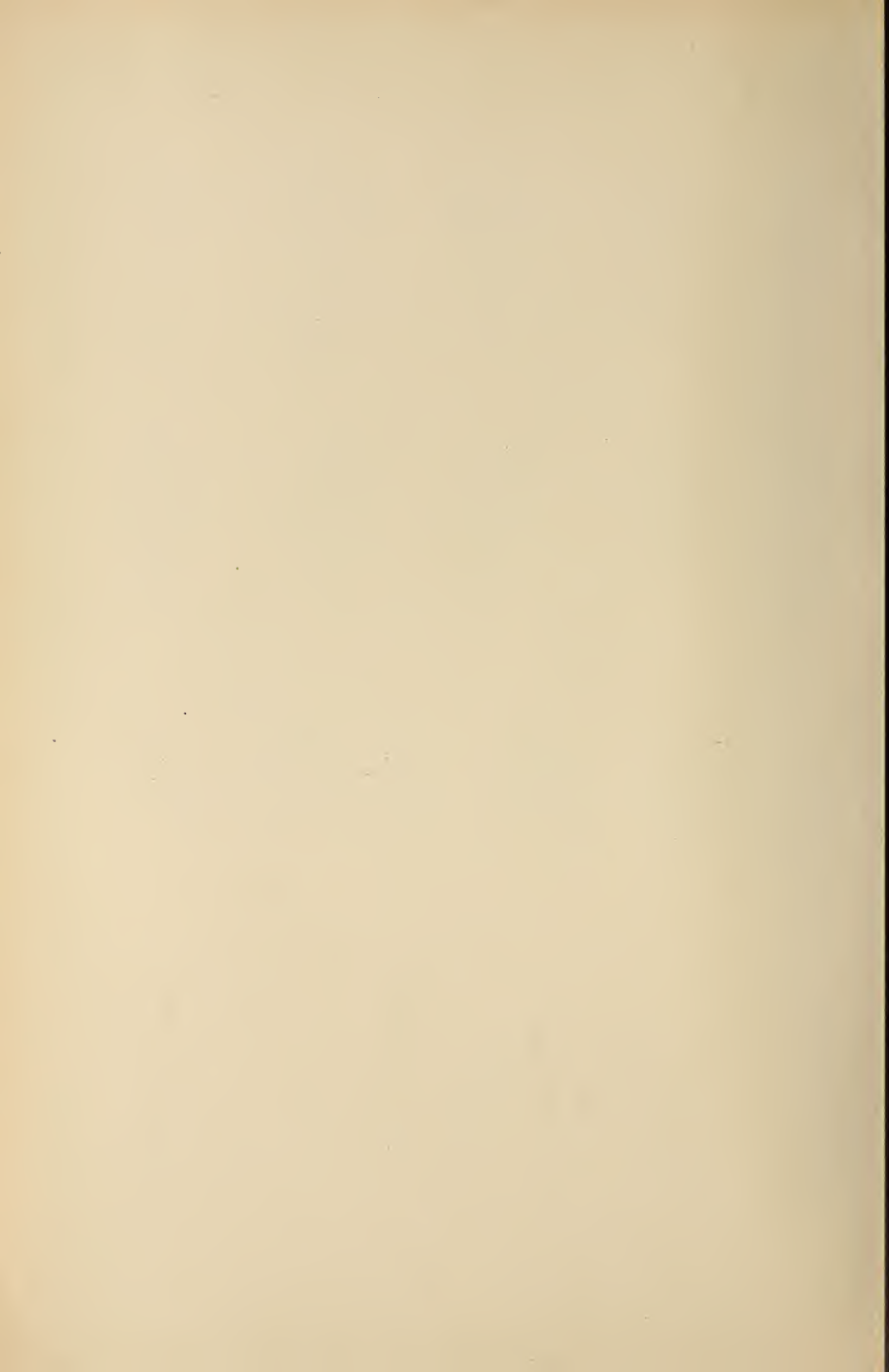


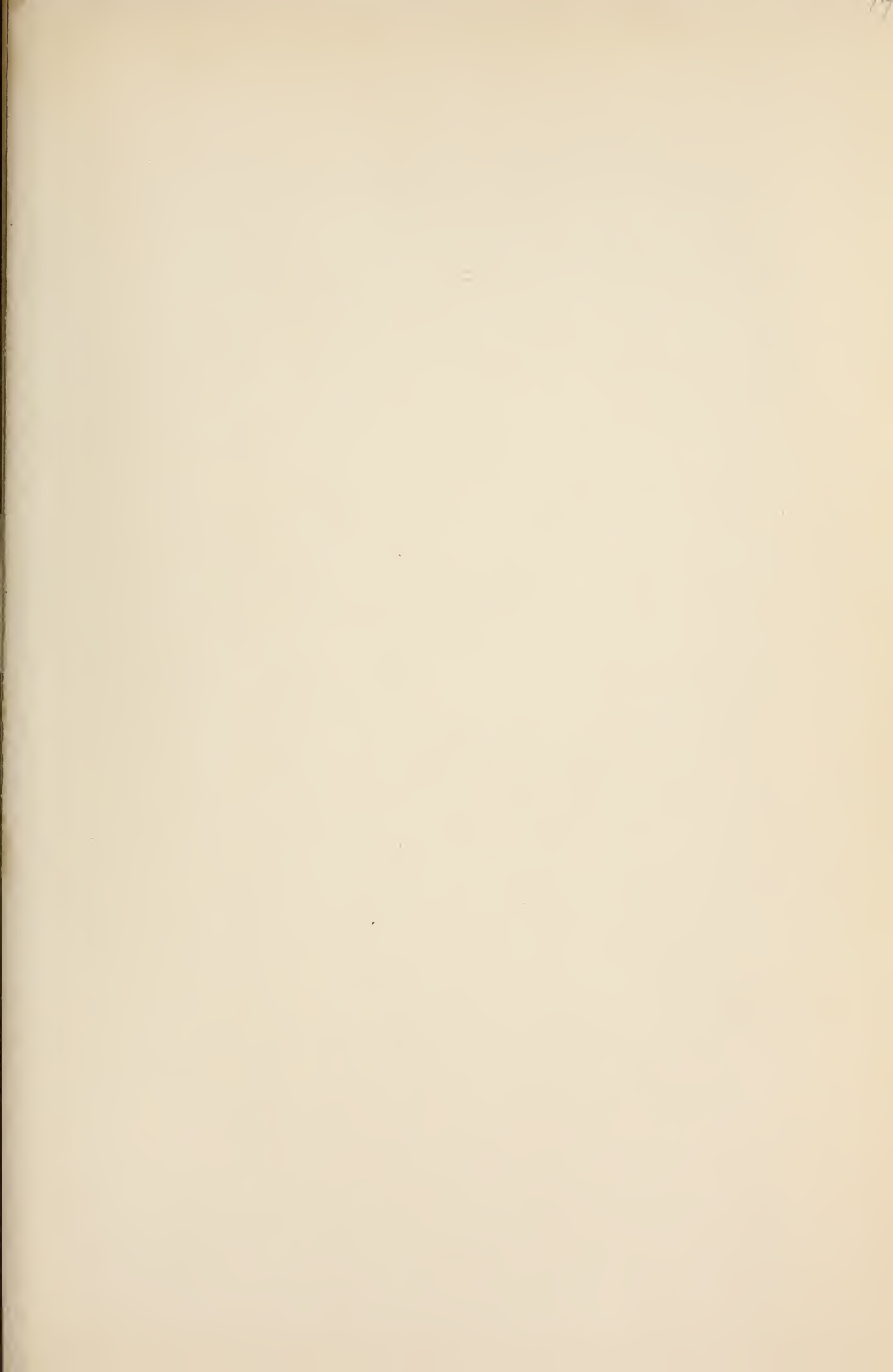
41.

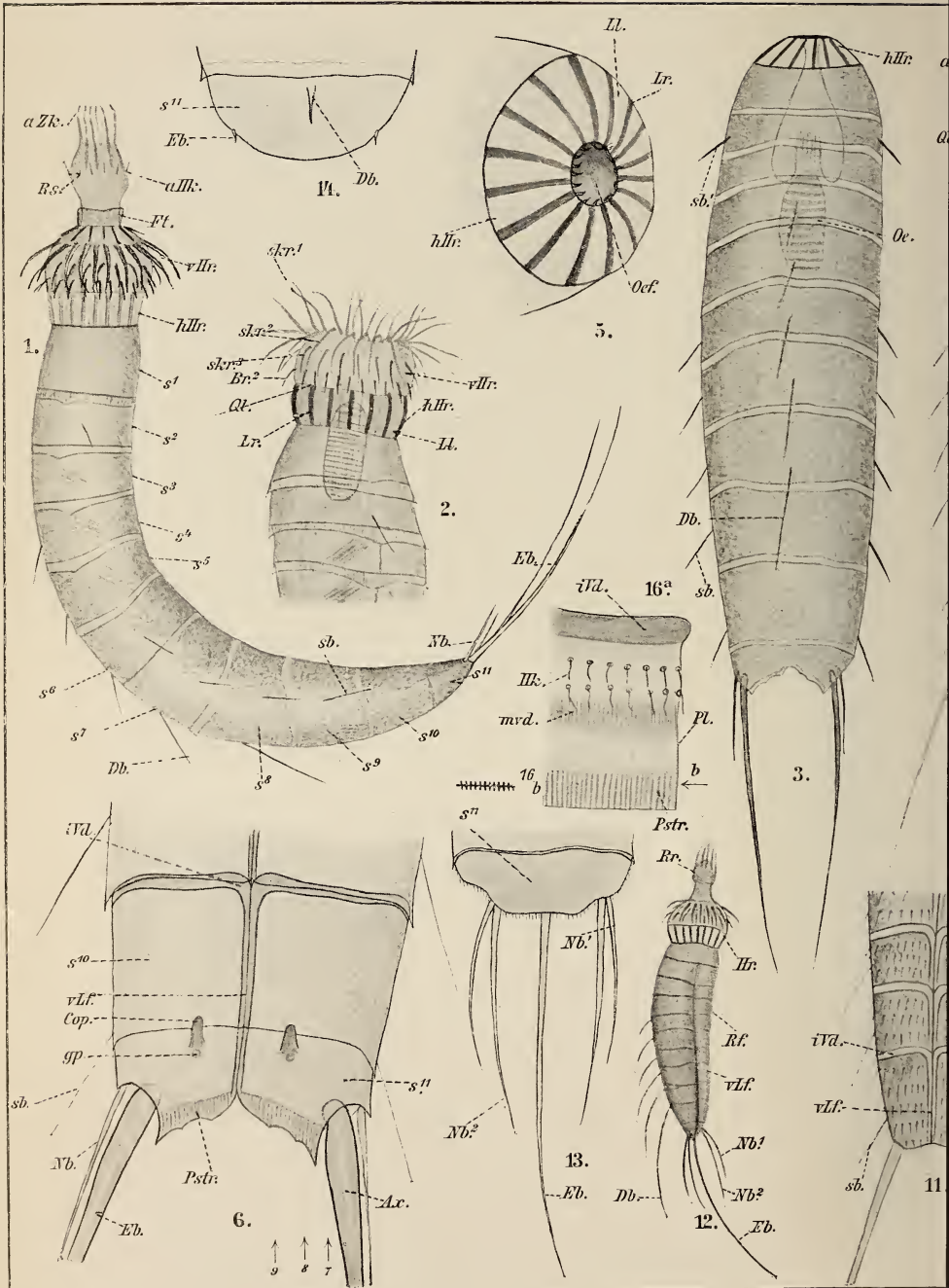






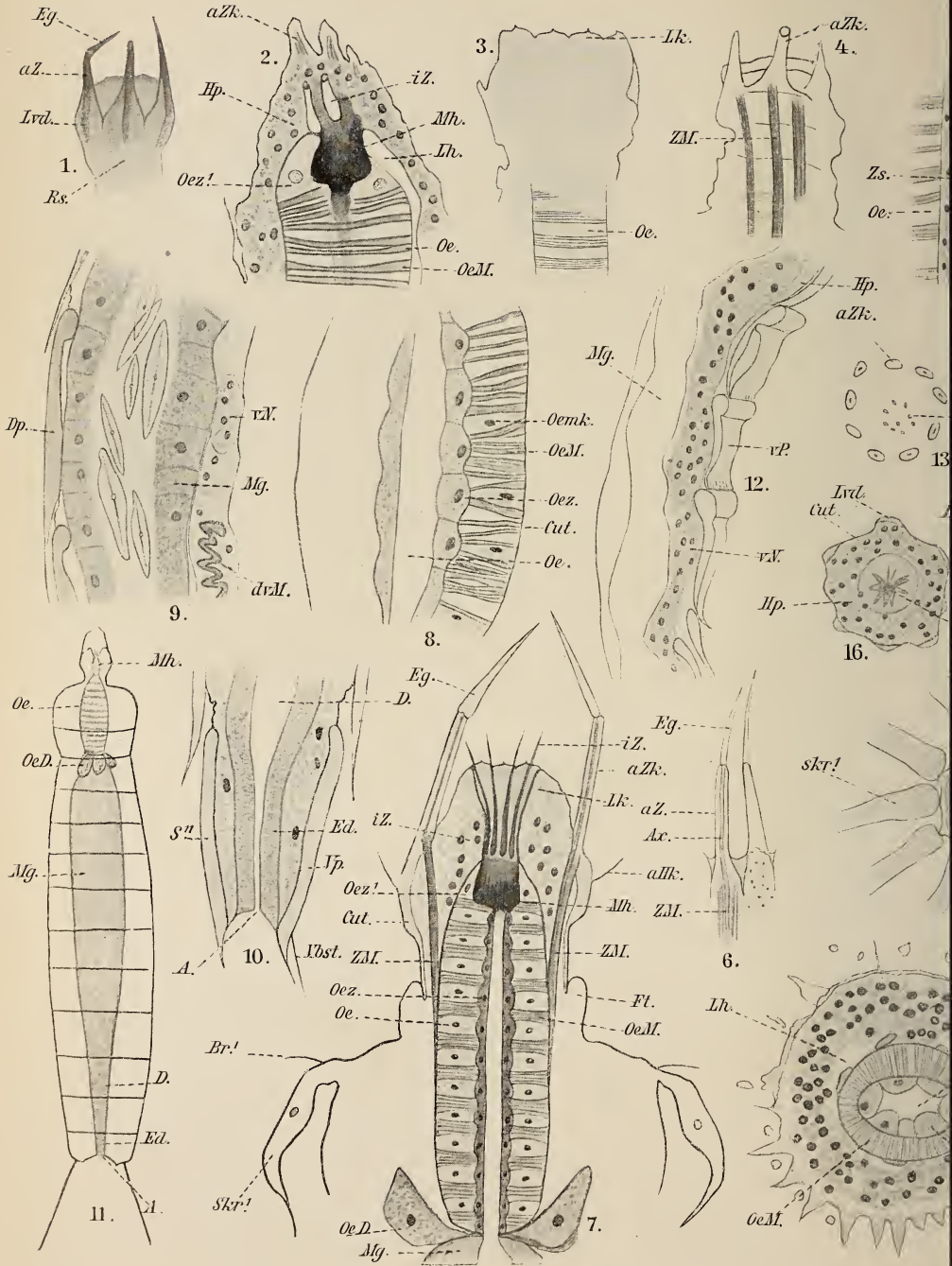






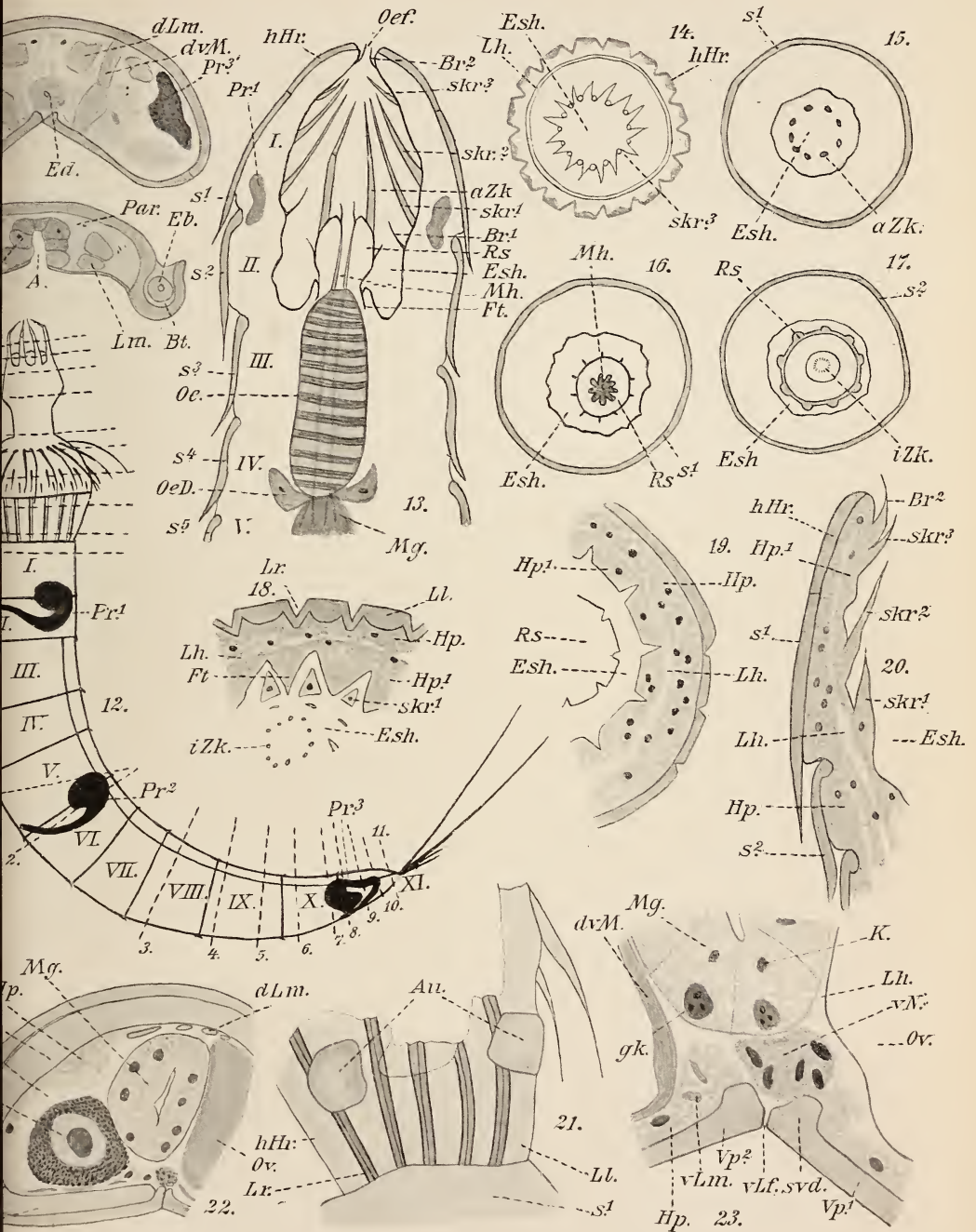






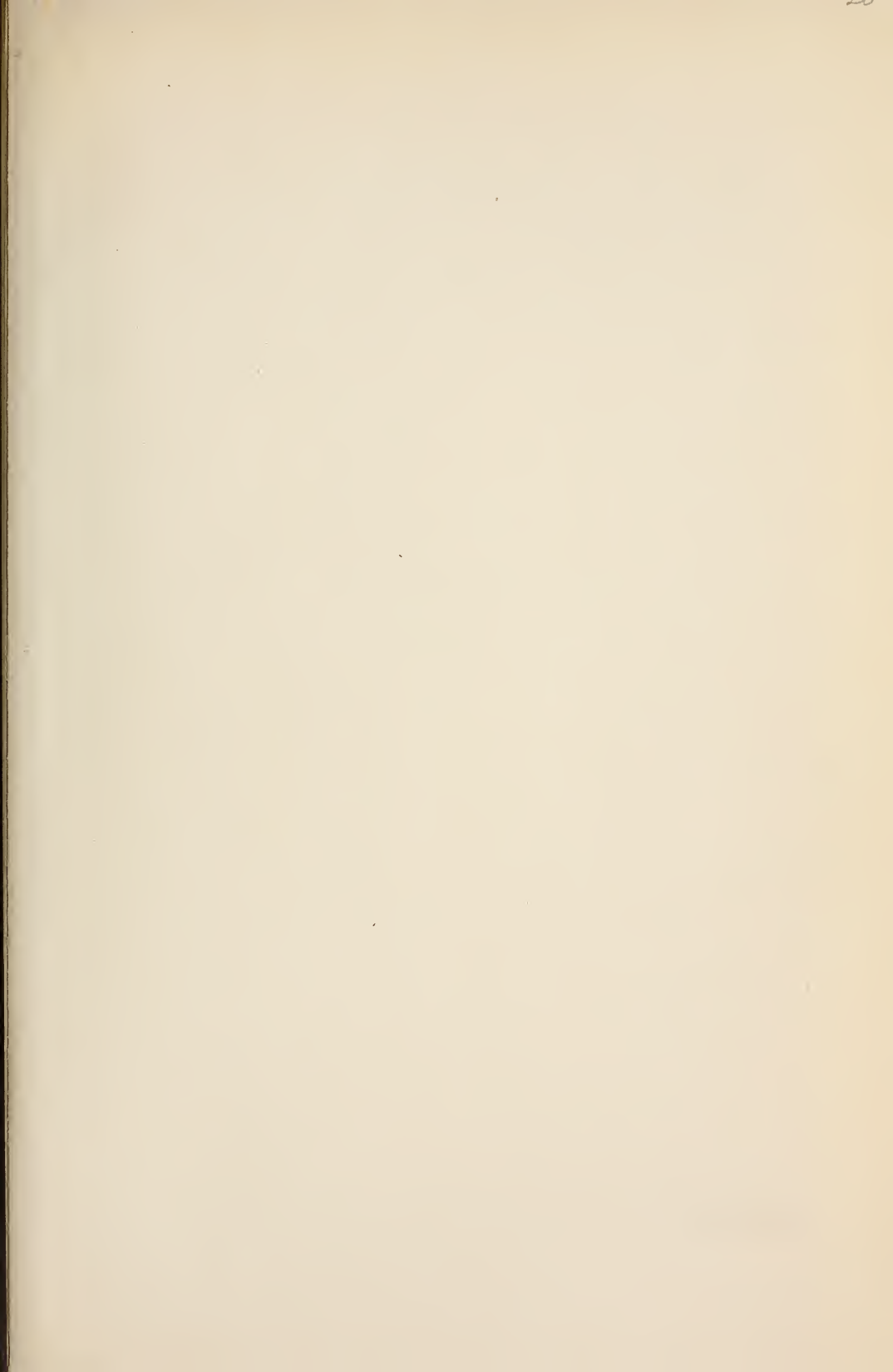


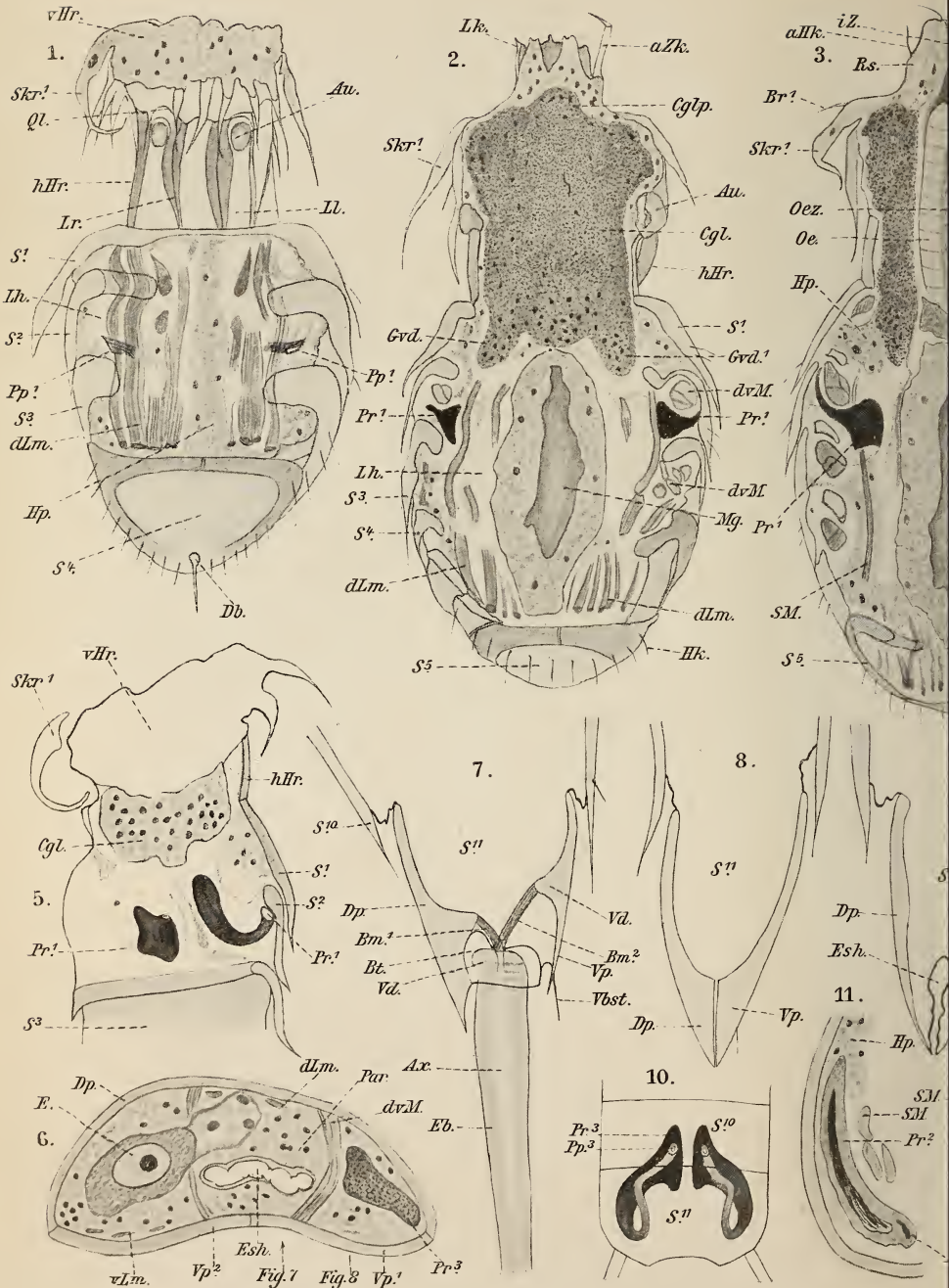






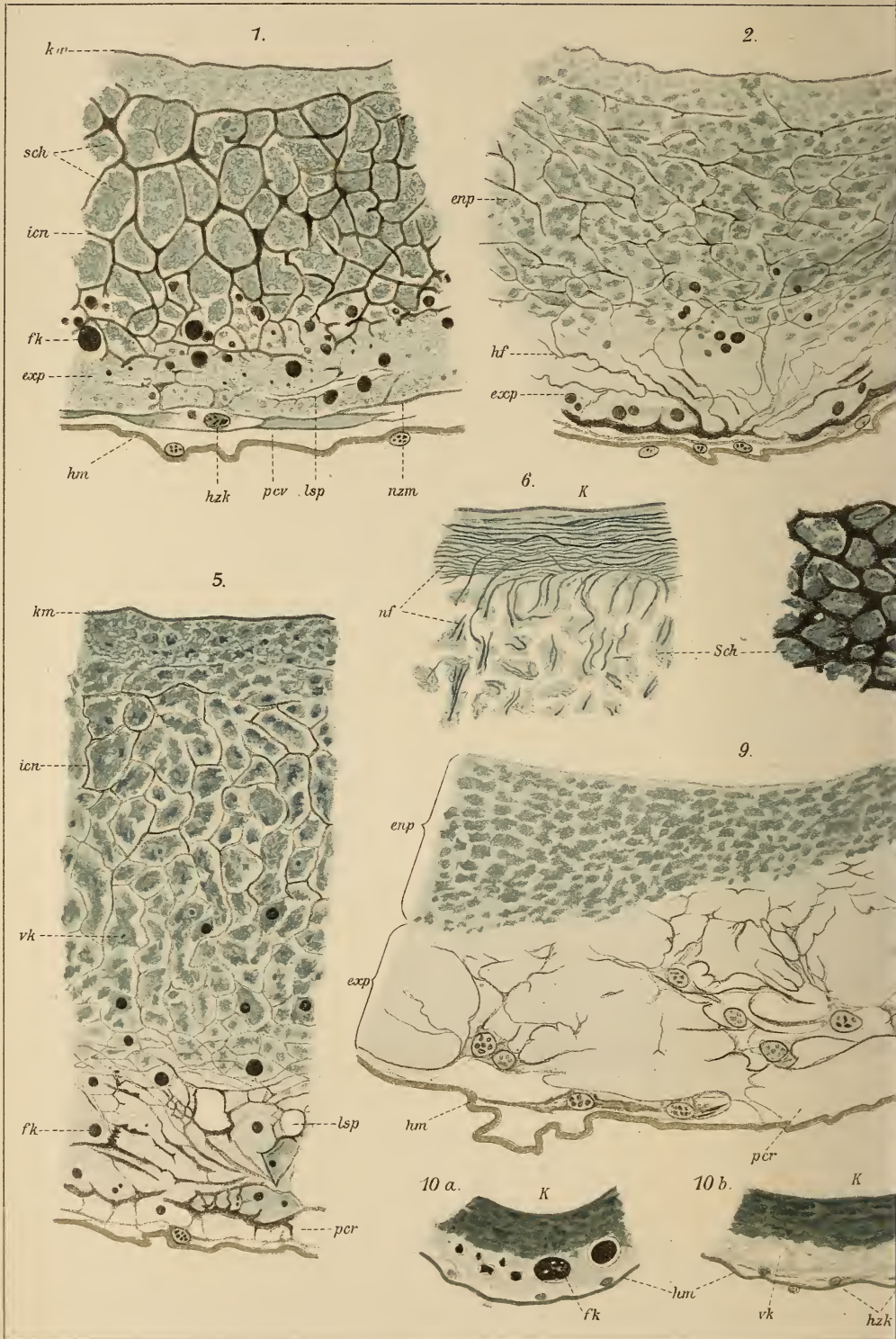






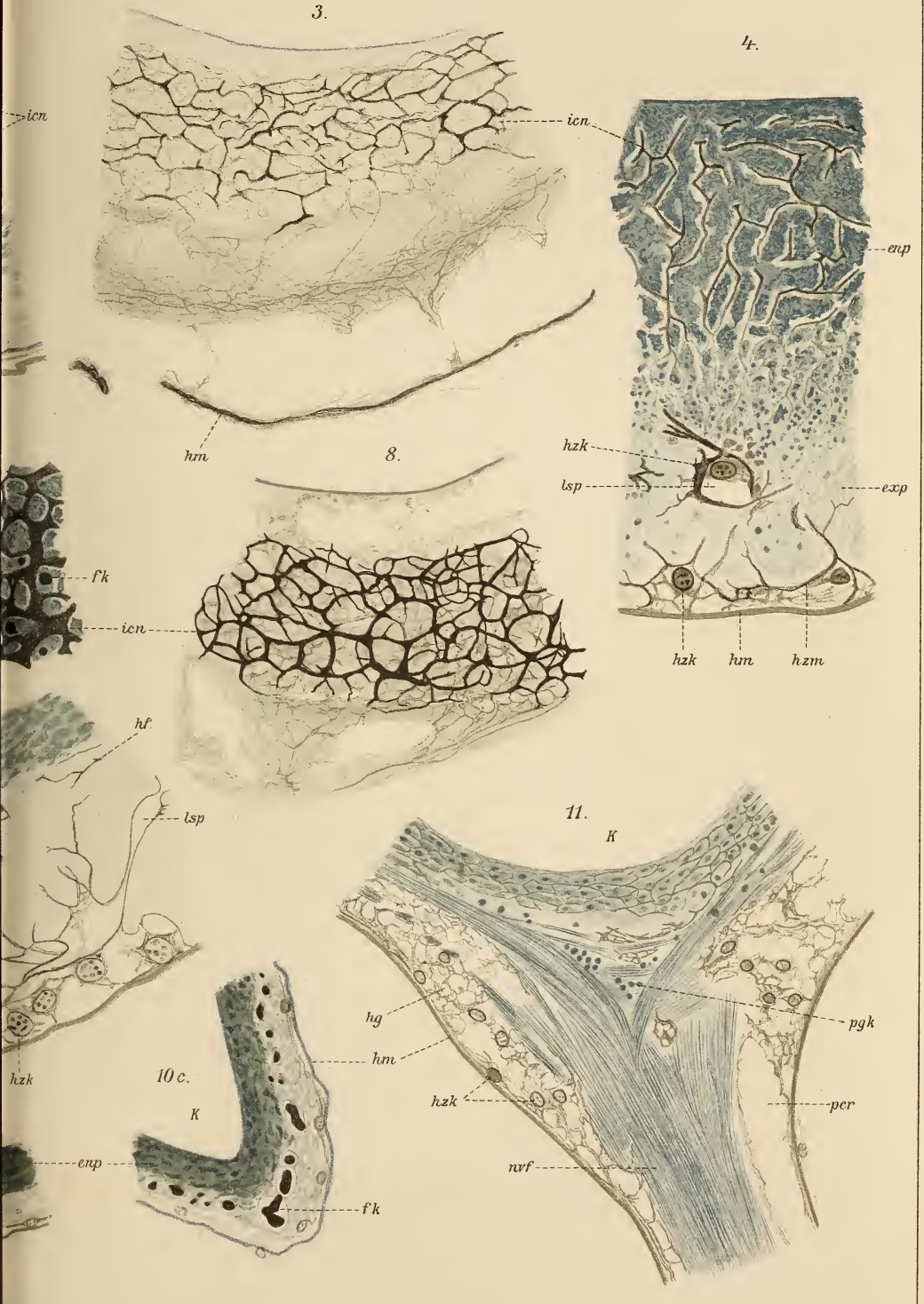






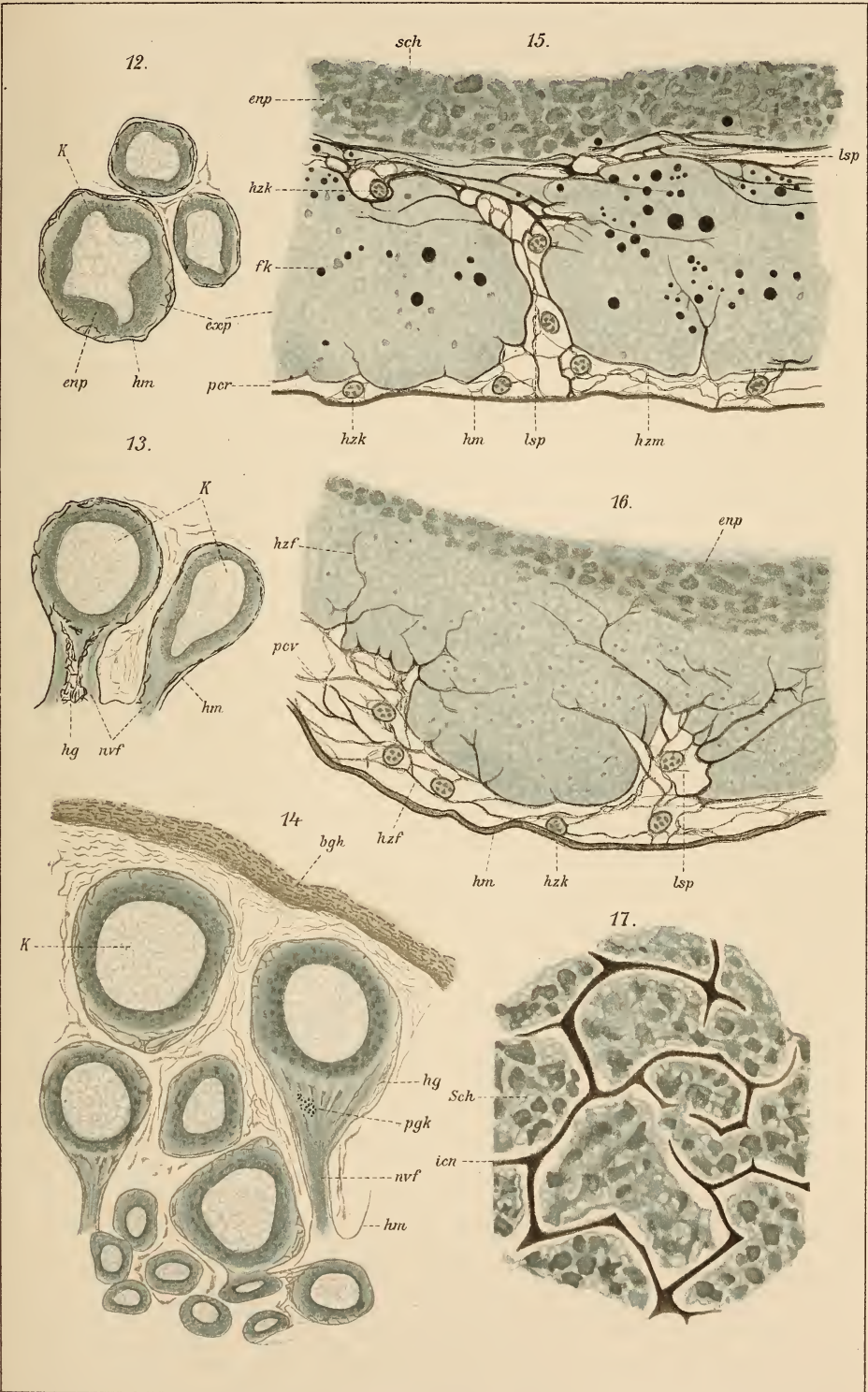
3.

4.

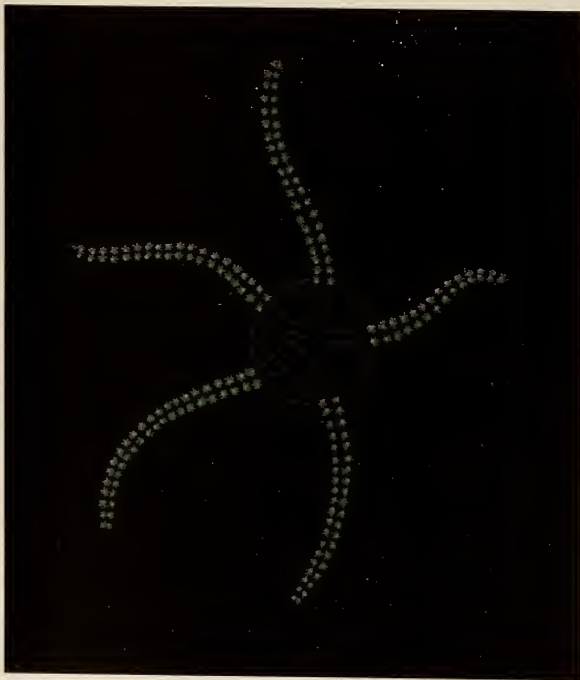




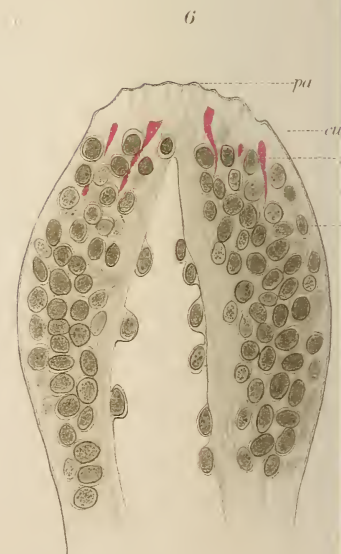
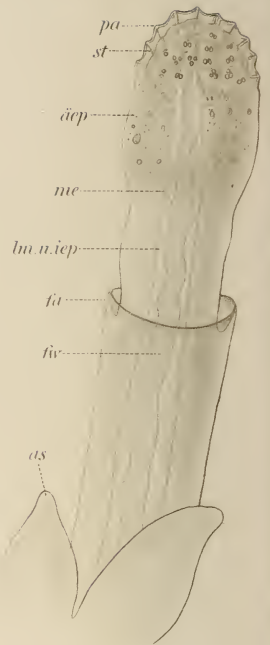


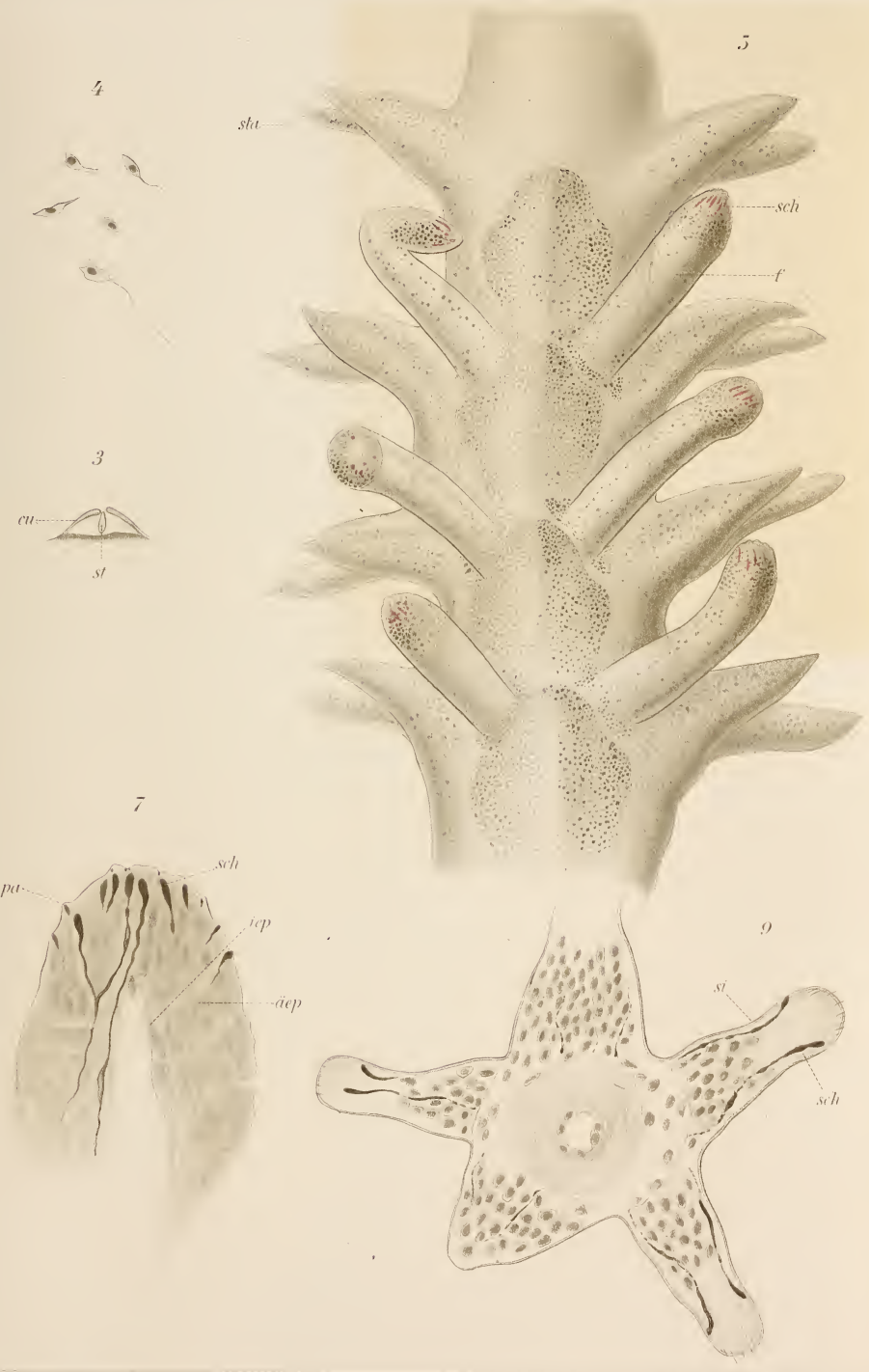




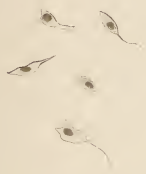


1





4



3



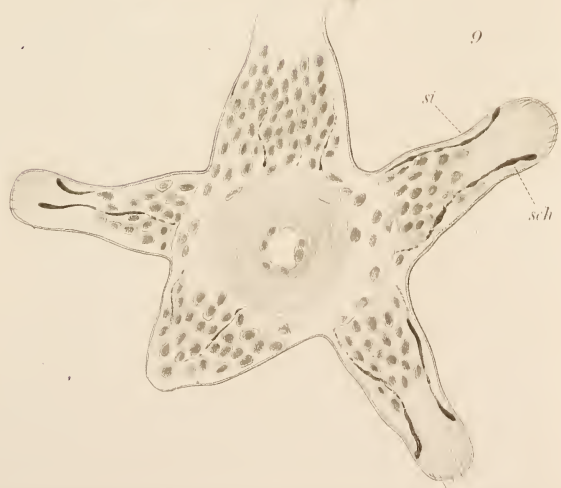
5



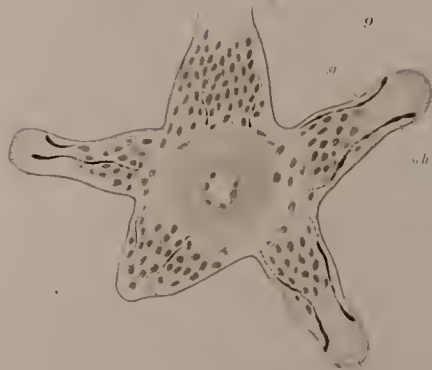
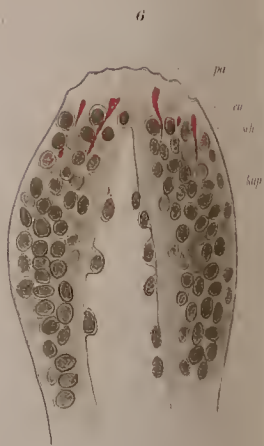
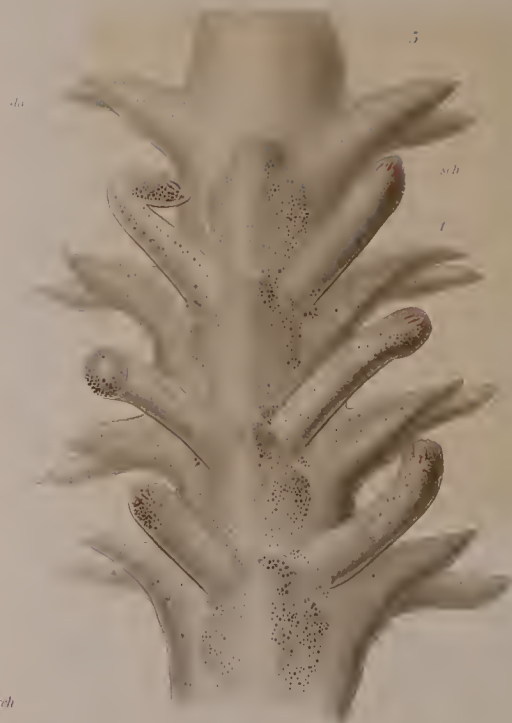
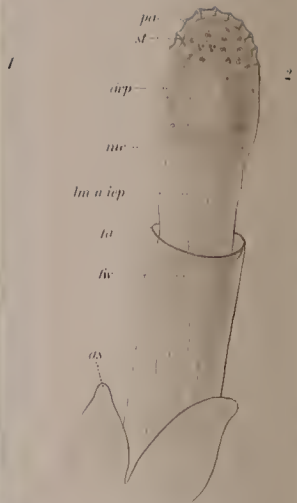
7



9

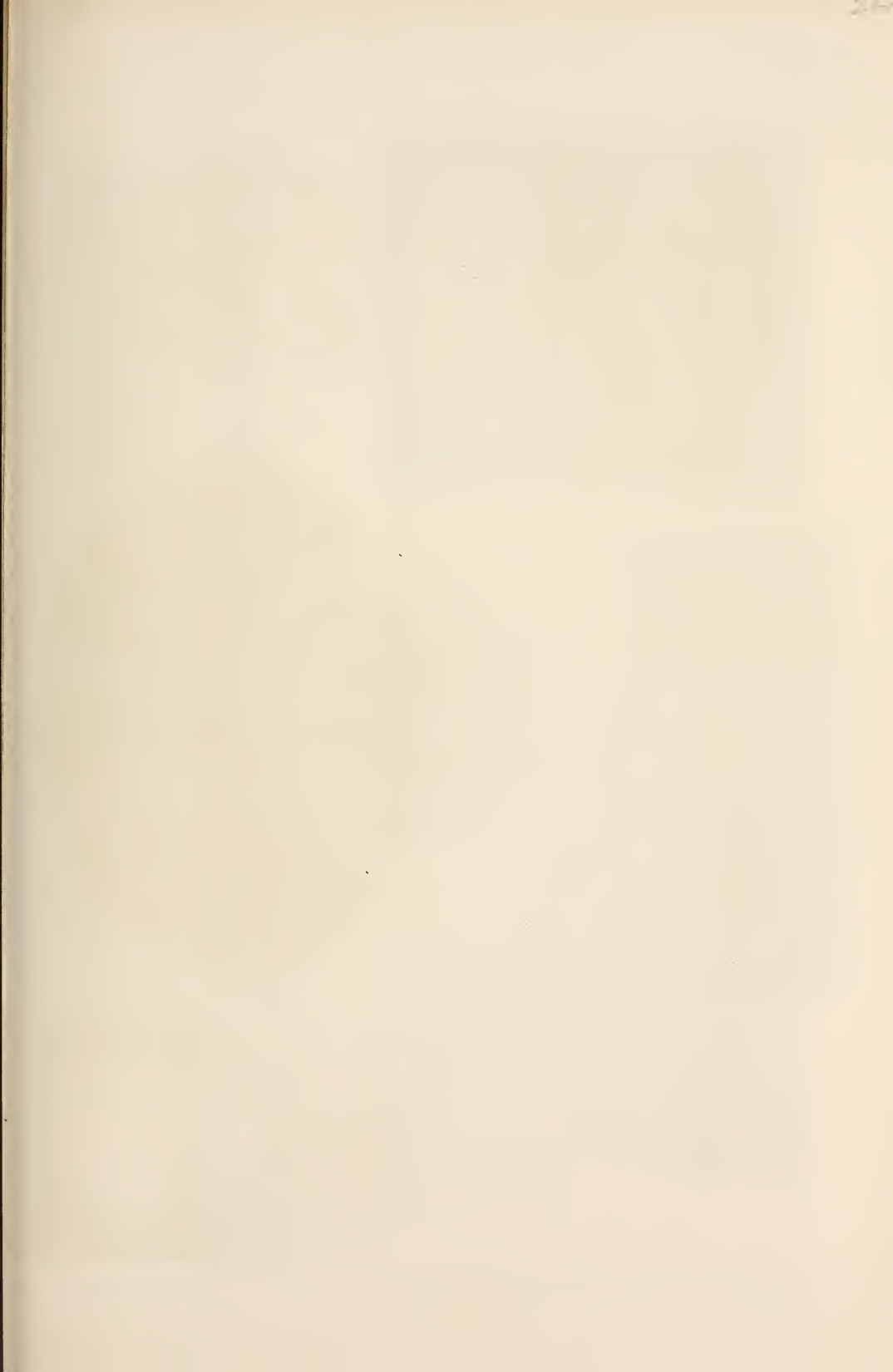


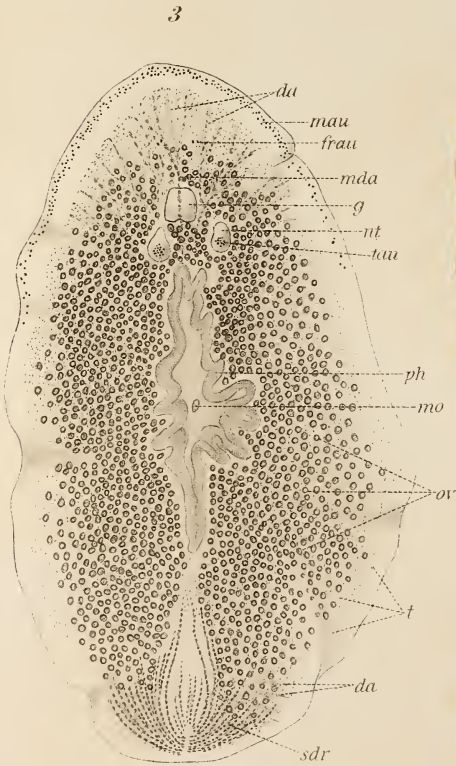
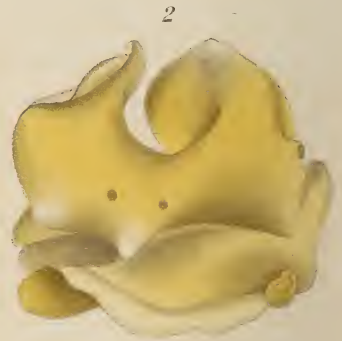










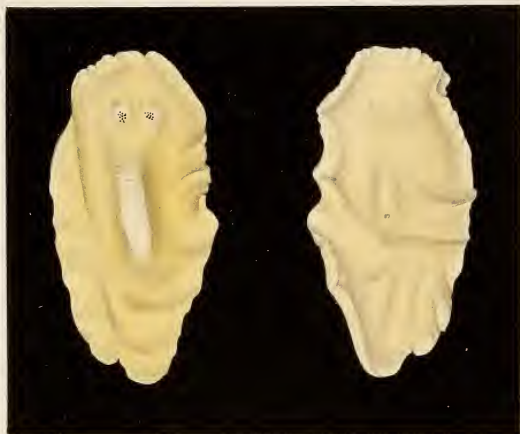


7



8^a

8^b



9



10



12



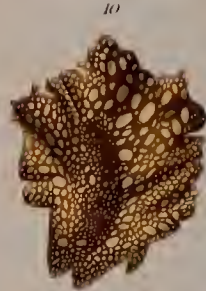
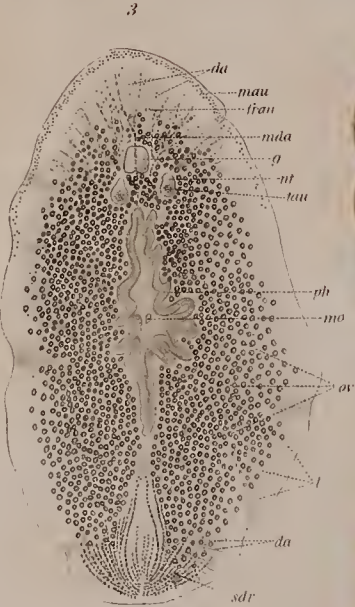
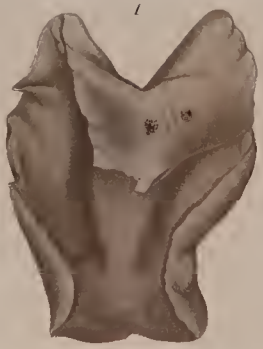
11



13

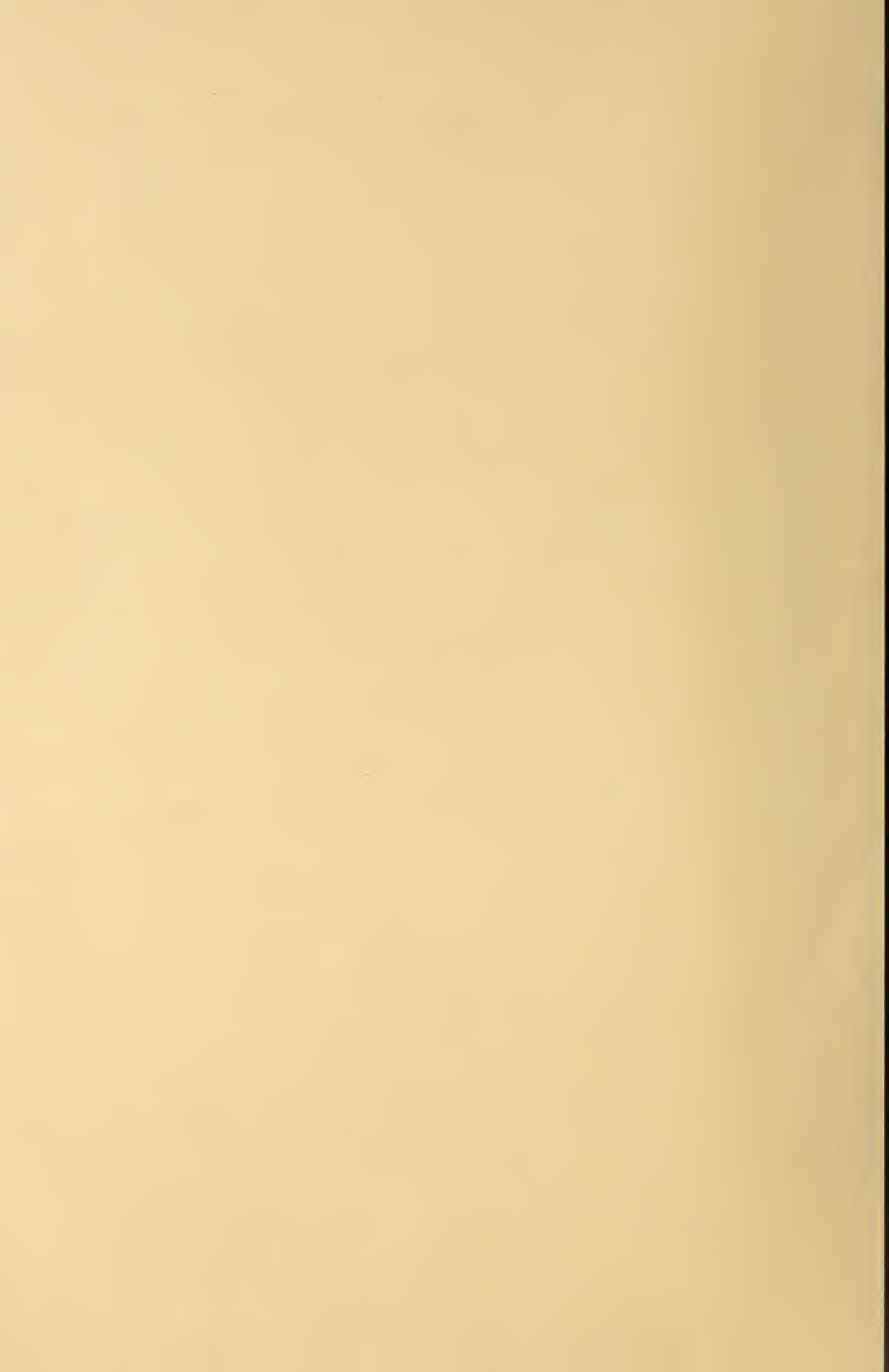




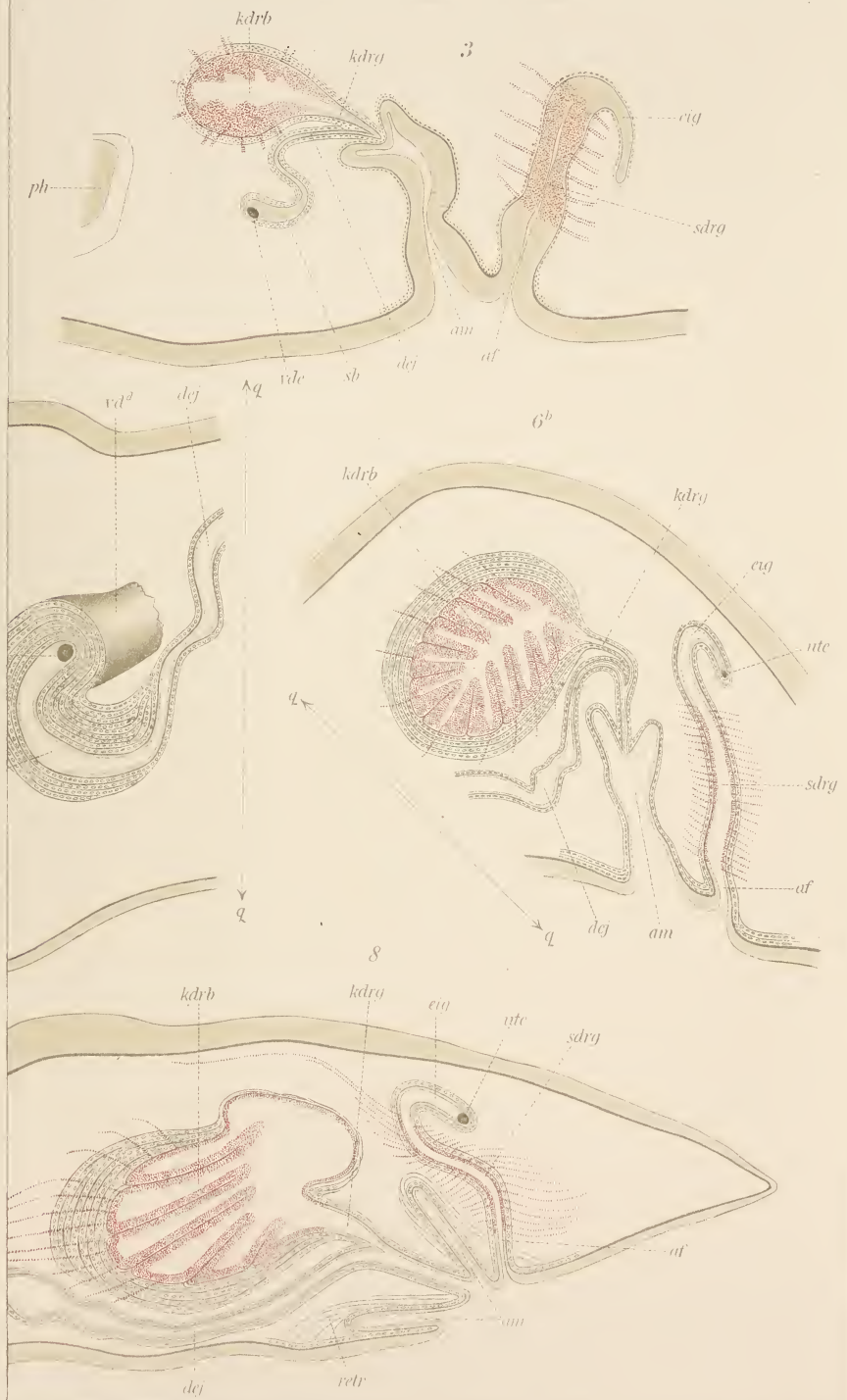
















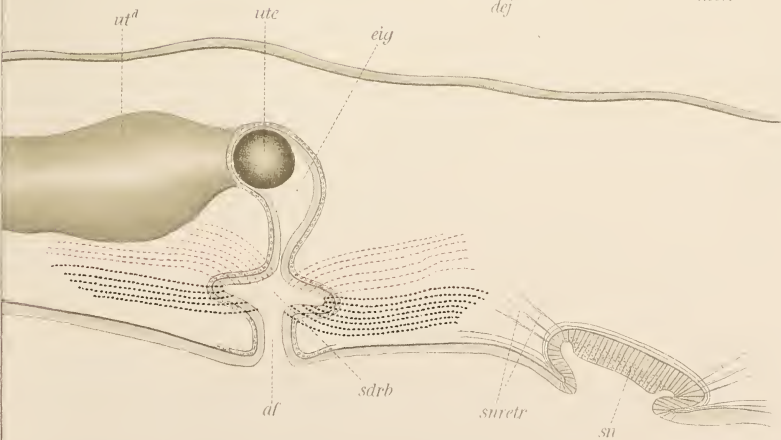


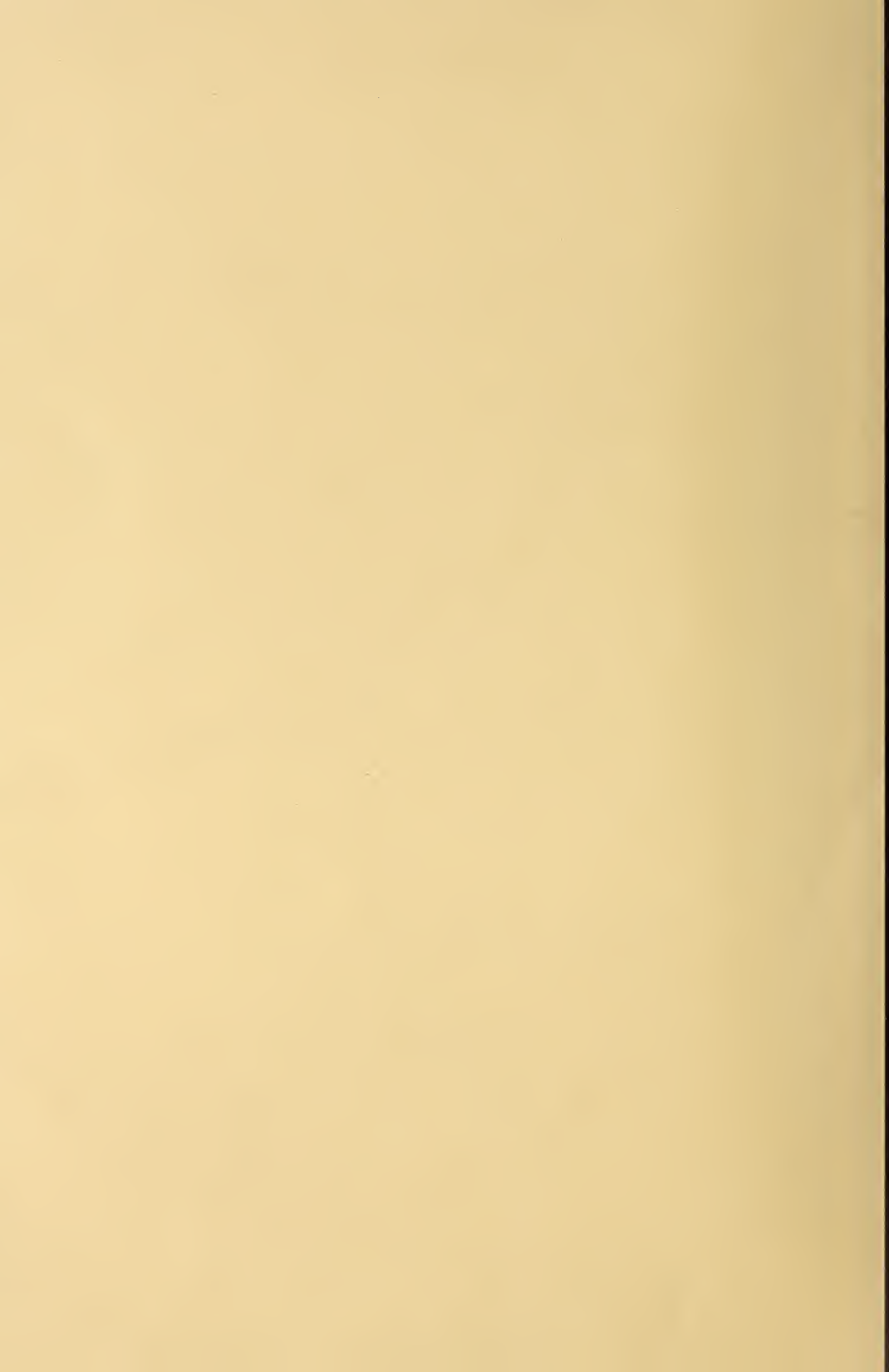


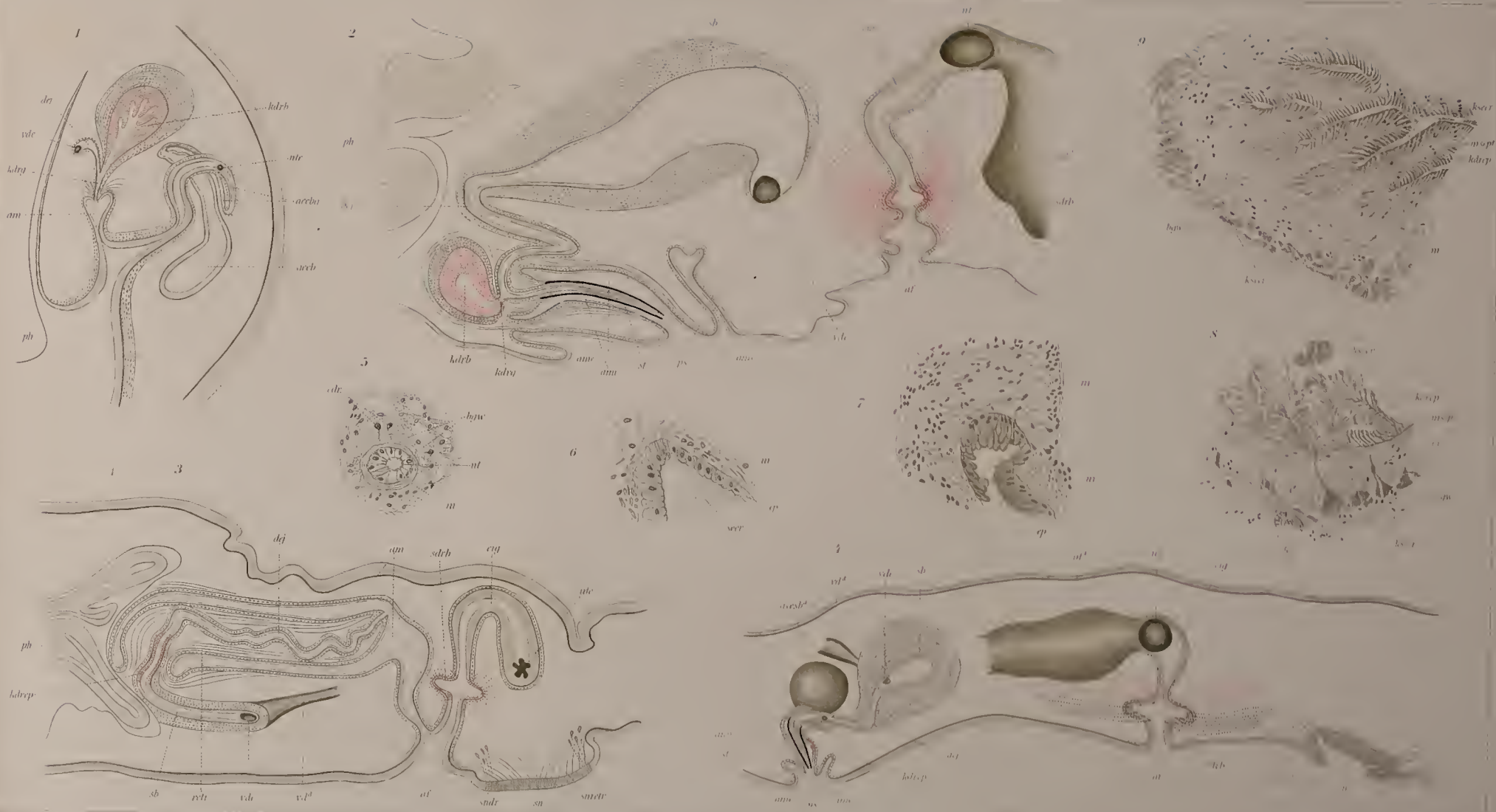
9



8









Zeitsc



Widakow



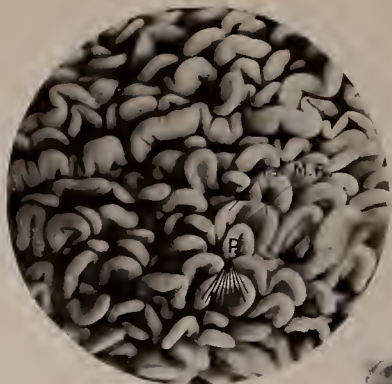


Fig. 1.

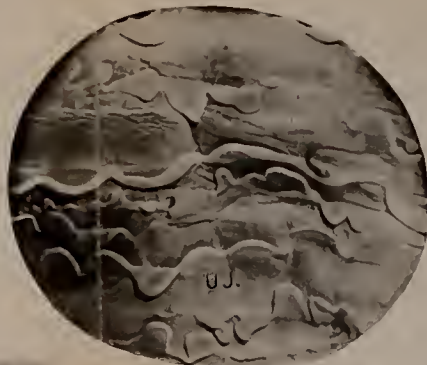


Fig. 3.



Fig. 6.



Fig. 5.

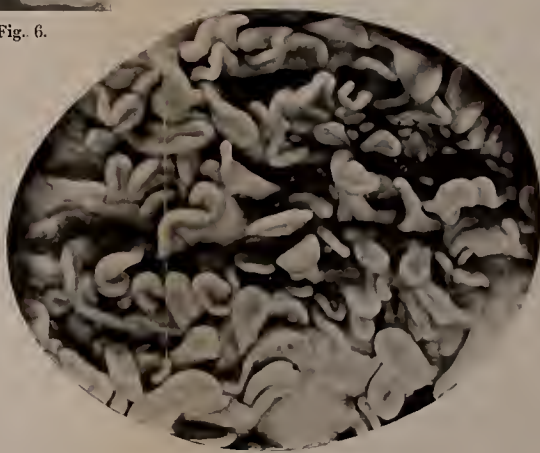


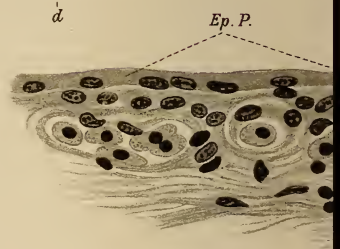
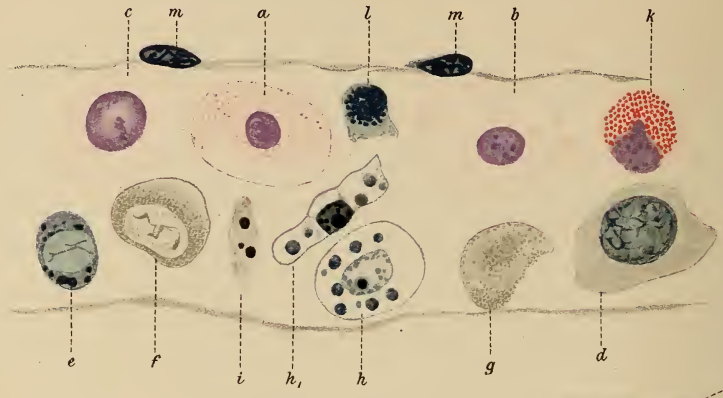
Fig. 4.





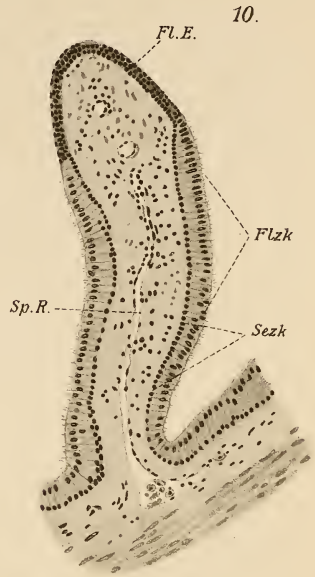
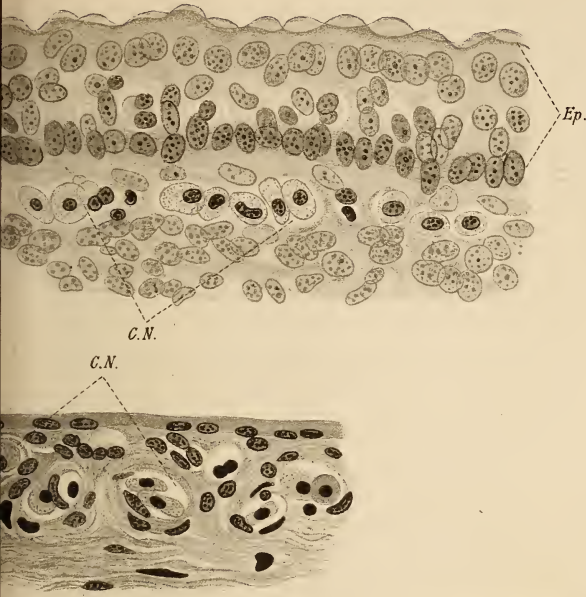
2.

80



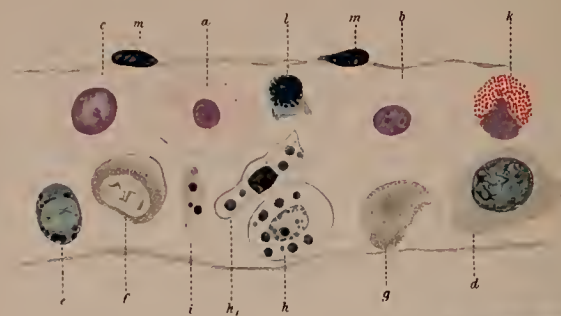
7.



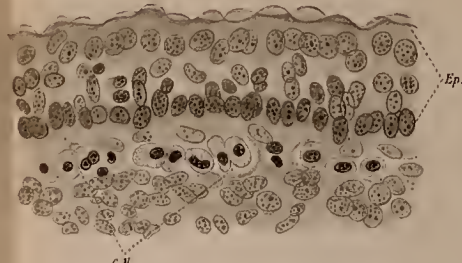




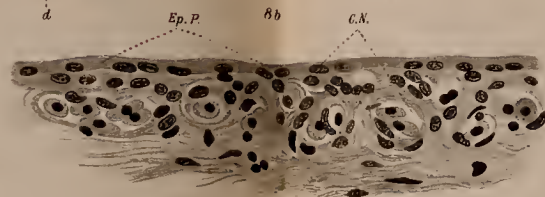
2



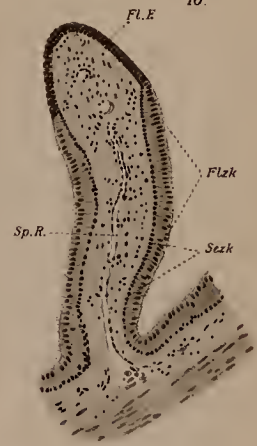
8a



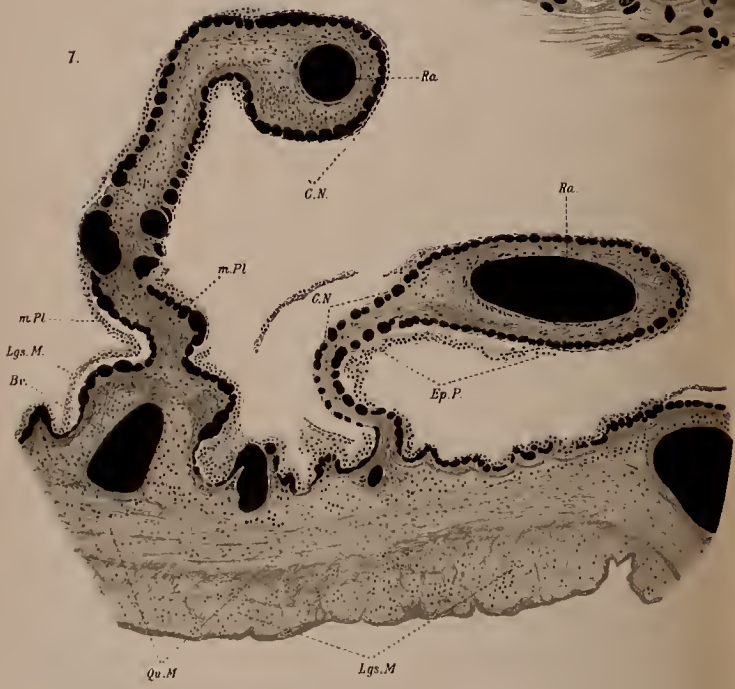
8b



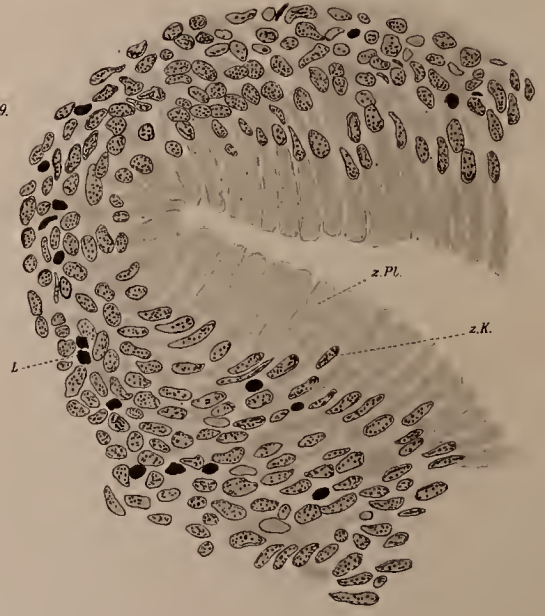
10



7.

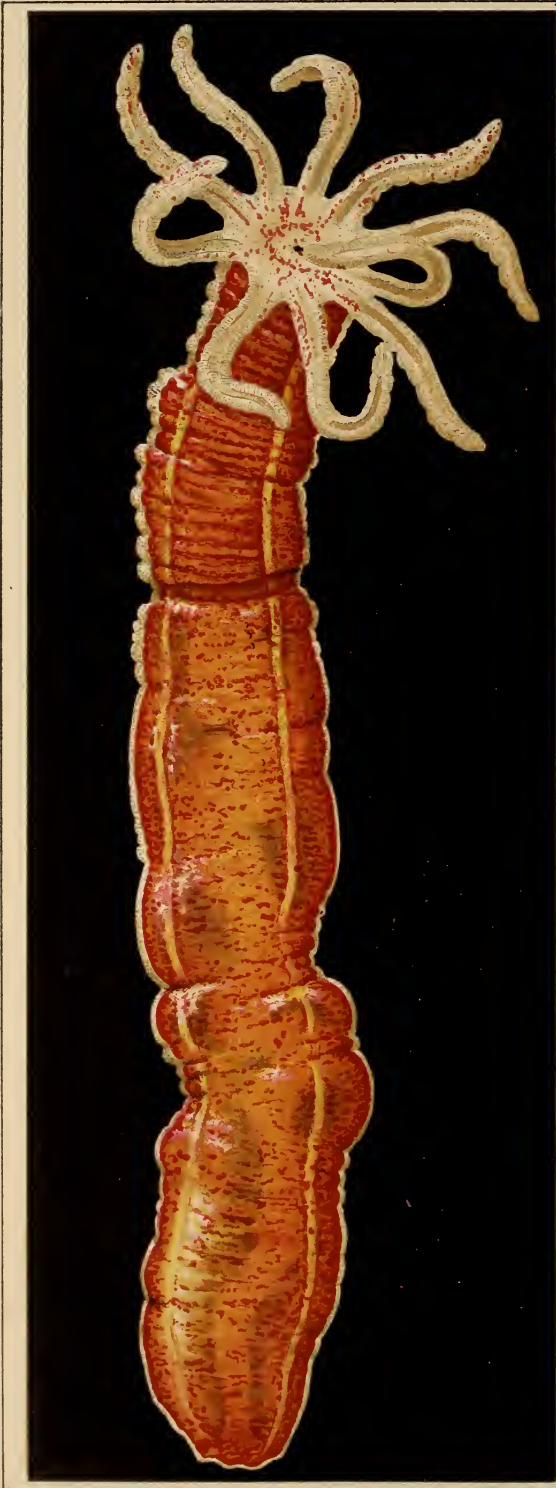


9.

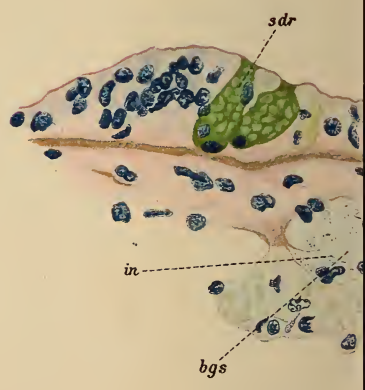
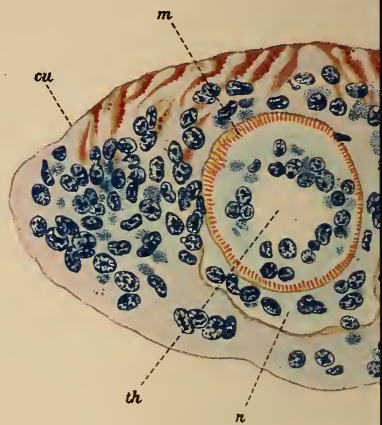








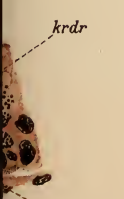
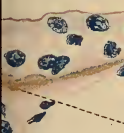
1.



5.



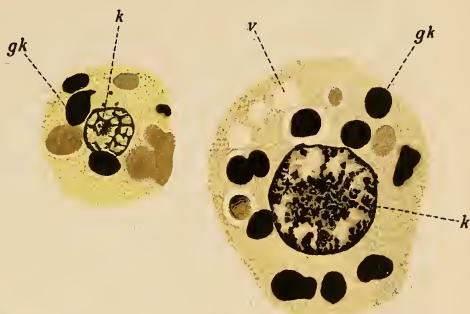
dr 2.



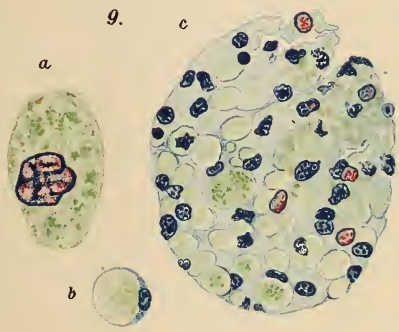
7.



8.



9.



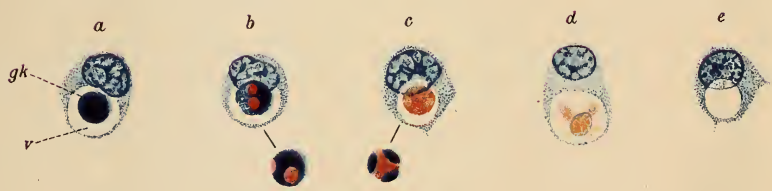
11.



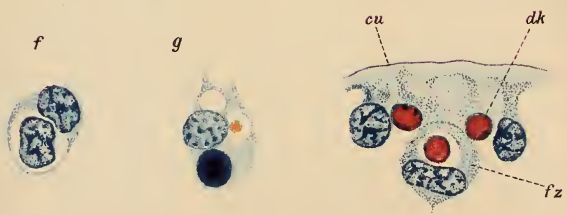
10.



12.



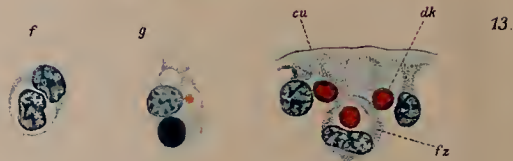
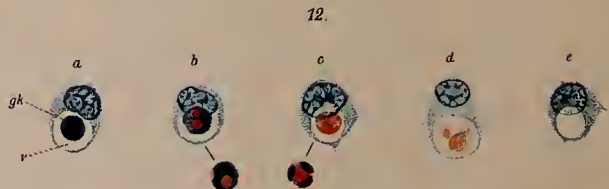
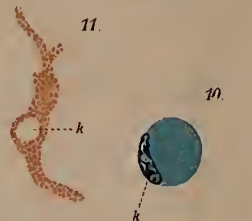
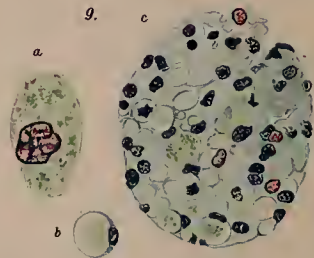
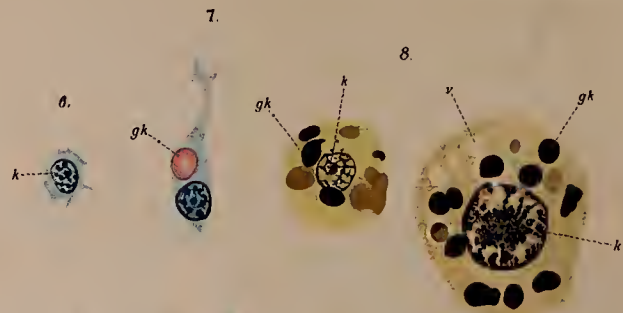
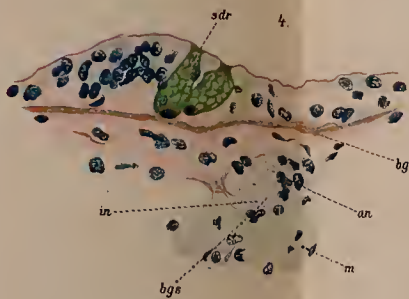
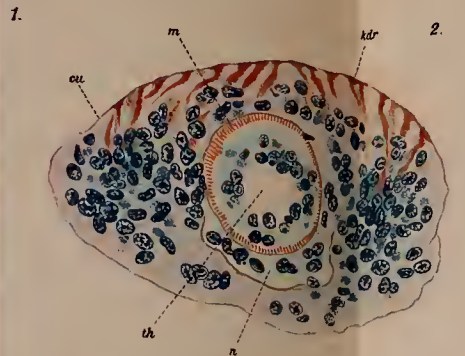
13.







Becher geze





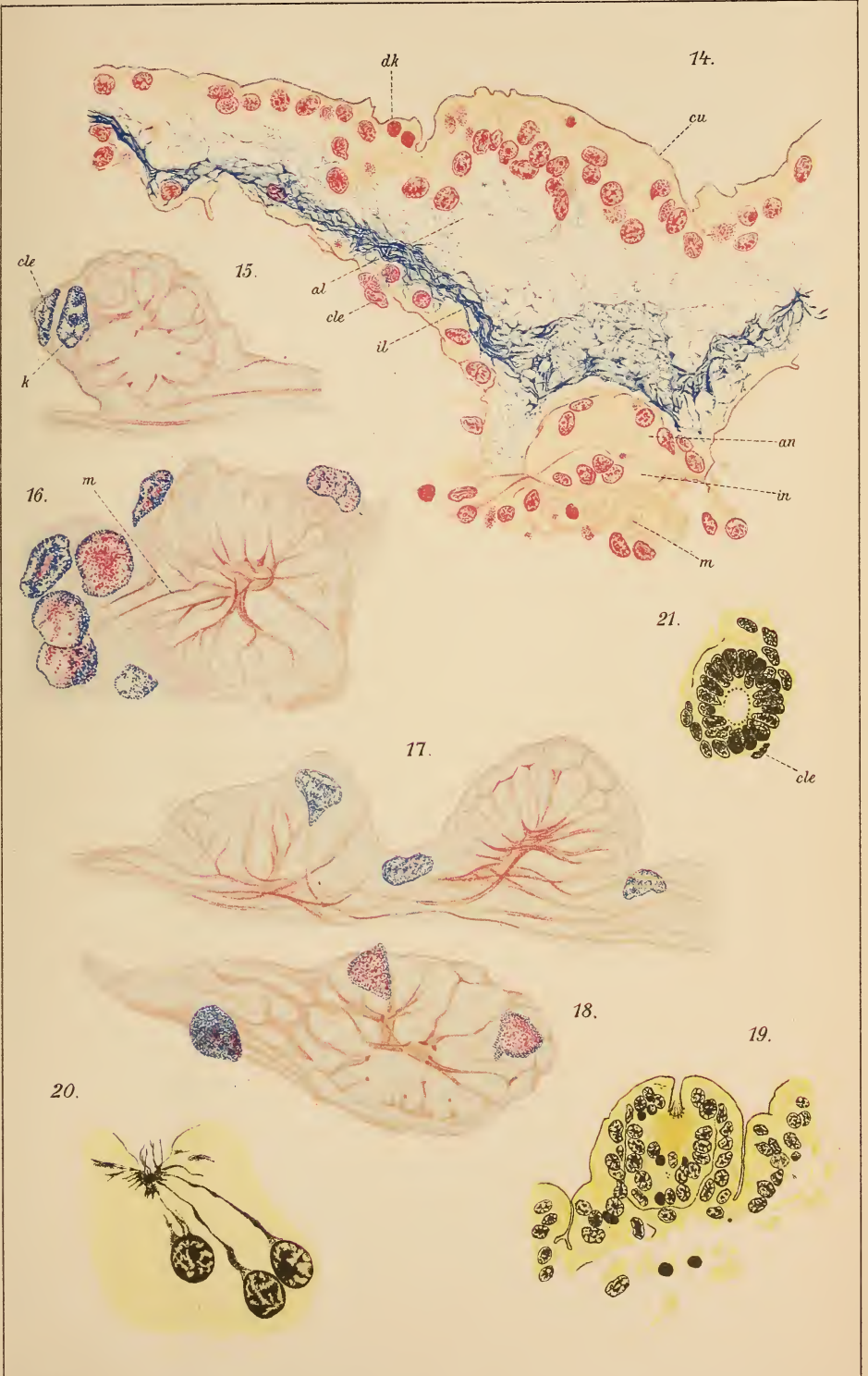






Fig. 23.

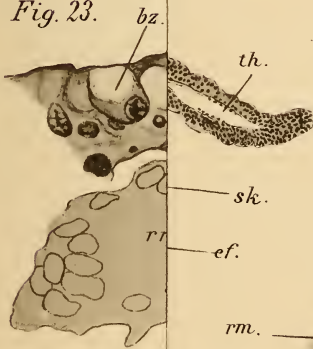
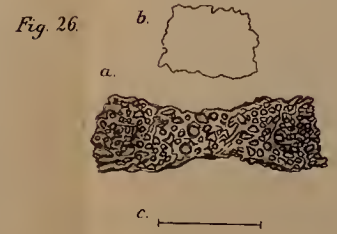
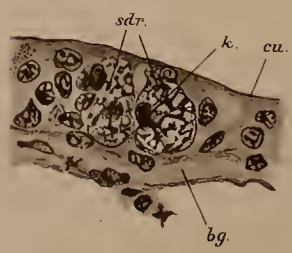
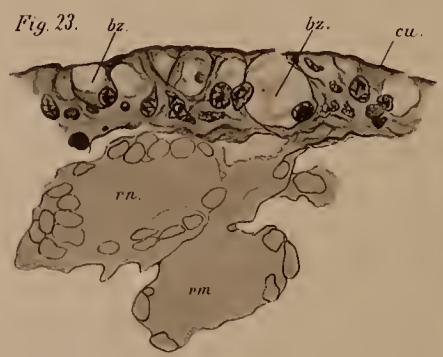
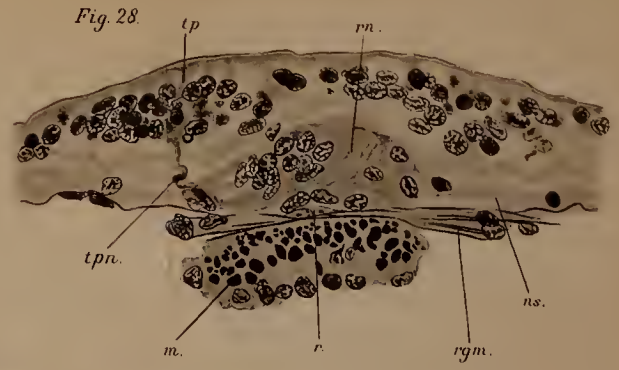
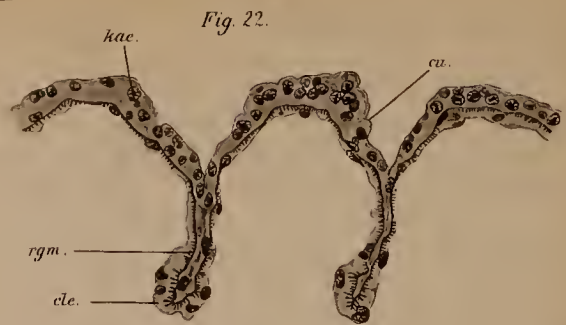


Fig. 30.







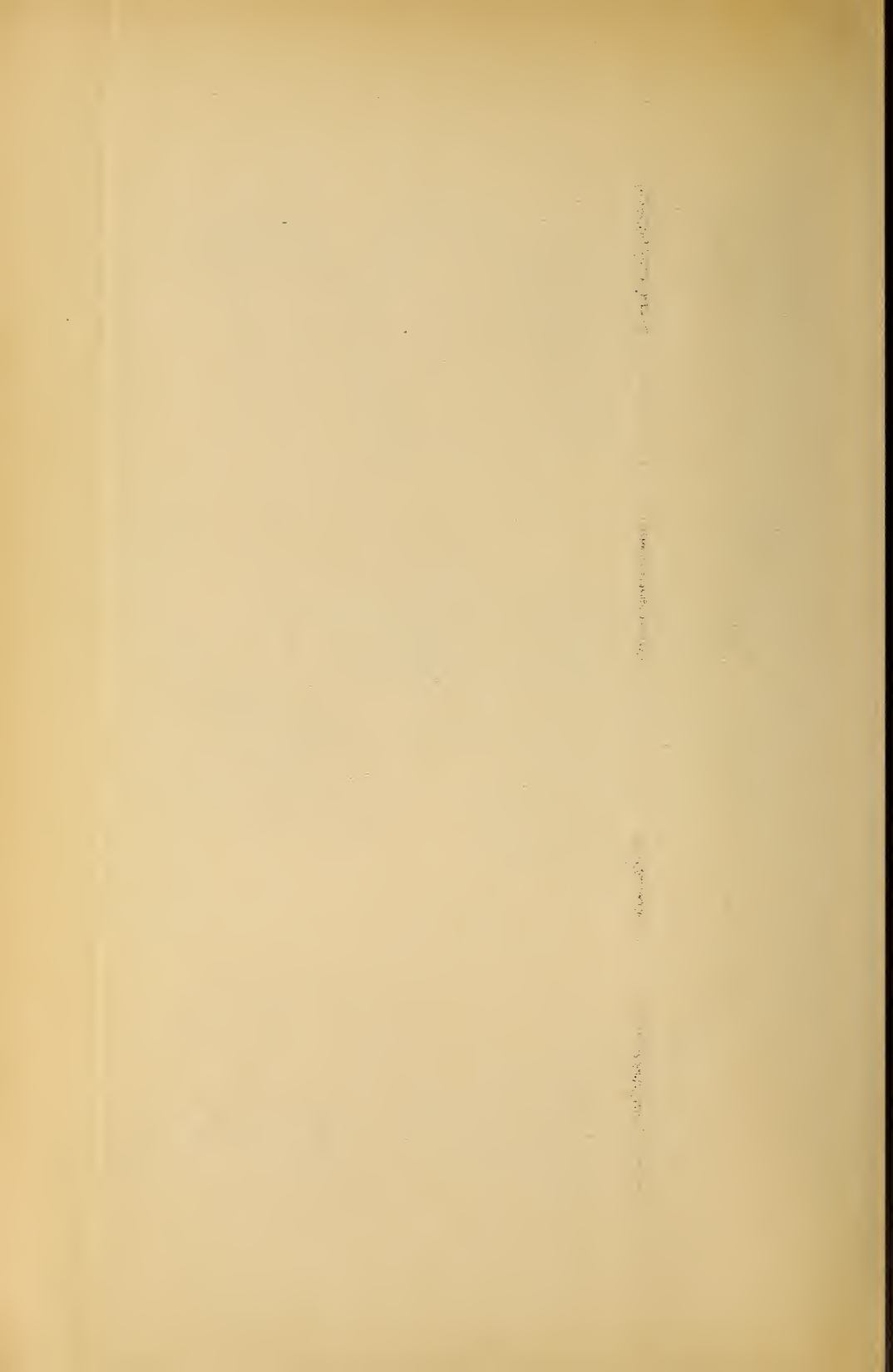


Fig.31.

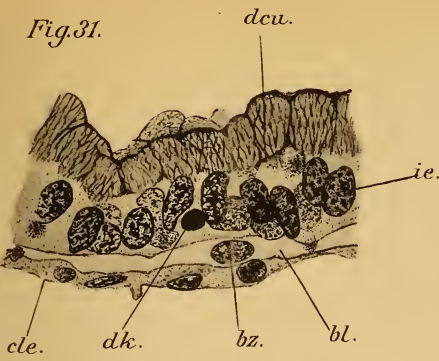


Fig.32.



Fig.33.

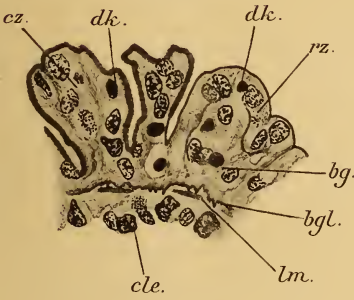


Fig.34.

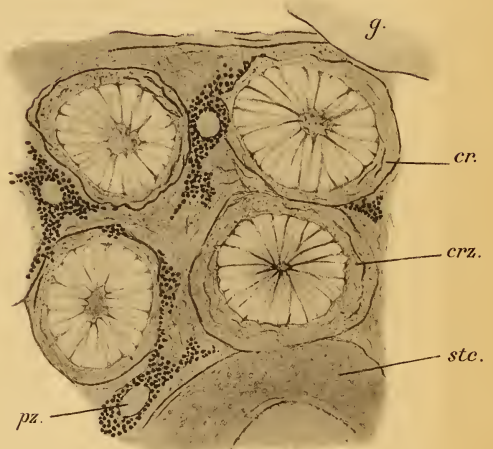


Fig.35.

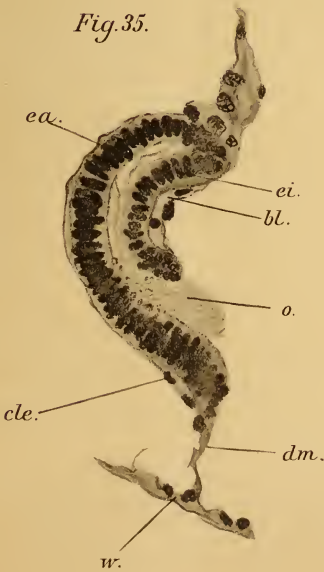


Fig.36.

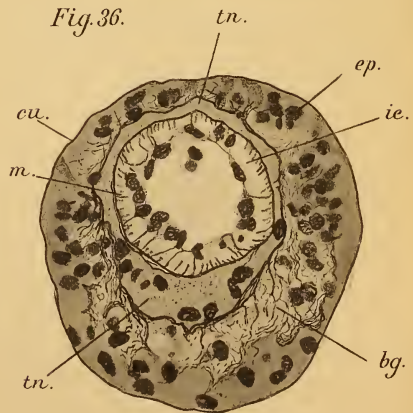






Fig. 37.

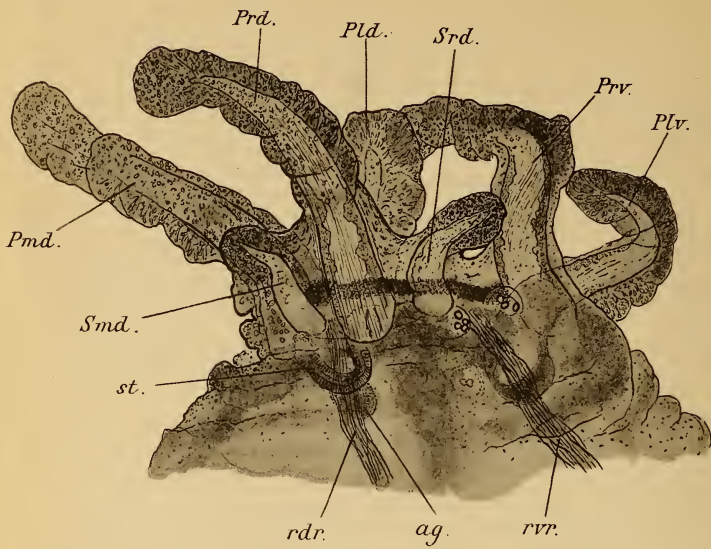


Fig. 38.



Fig. 43.

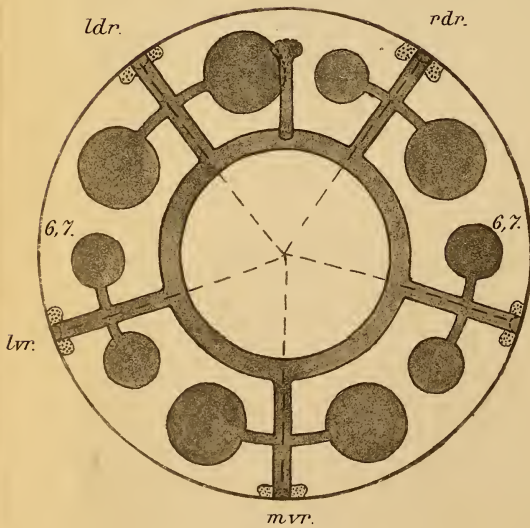


Fig. 44.

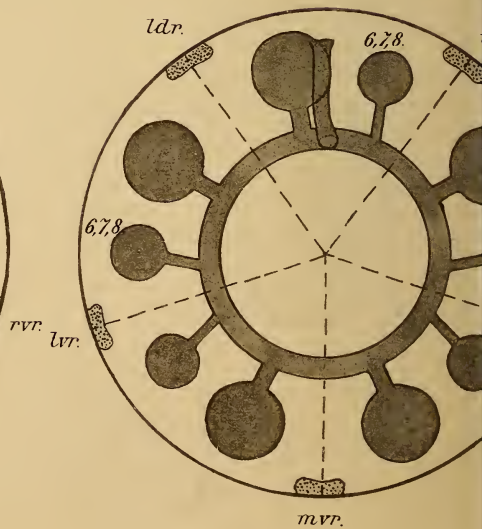


Fig. 39.

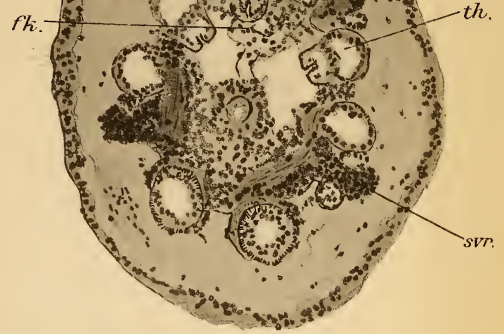
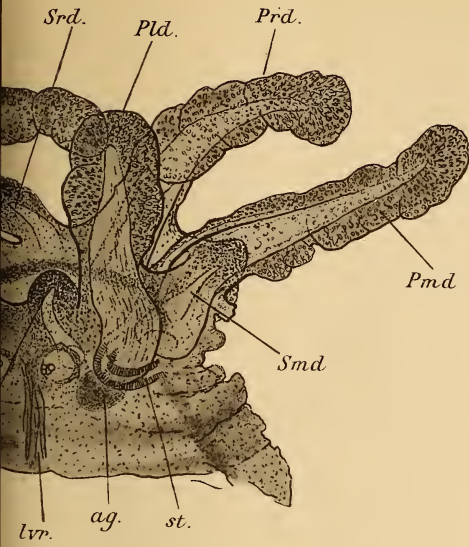


Fig. 40



Fig. 42.



Fig. 41.





Fig. 37.

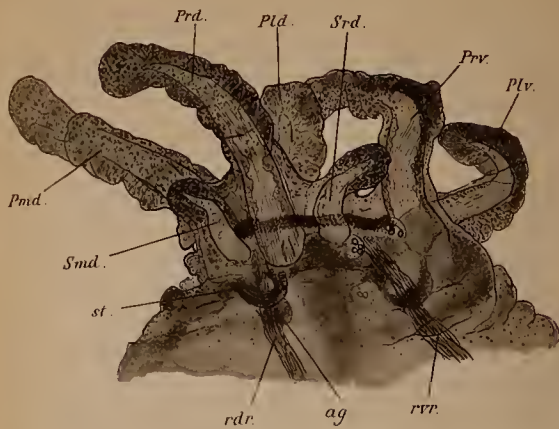


Fig. 38.

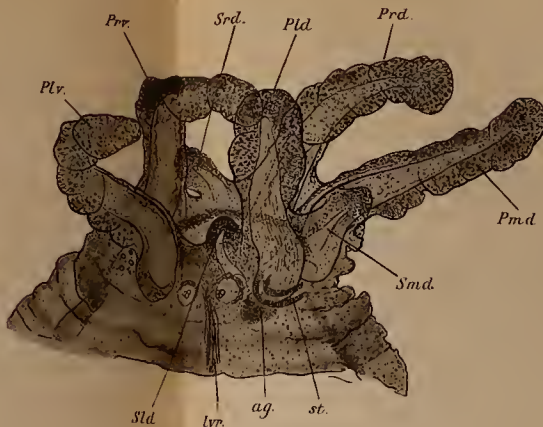


Fig. 39.



Fig. 43.

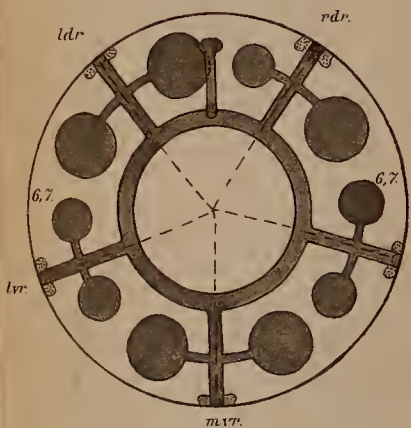


Fig. 44.

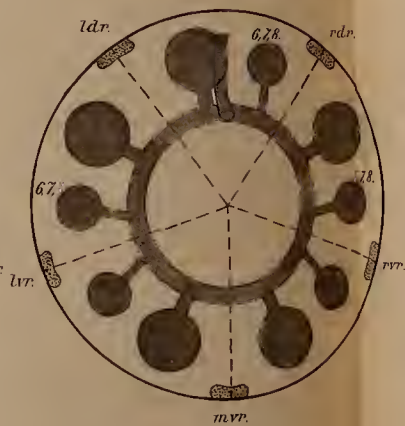


Fig. 42.



Fig. 40.

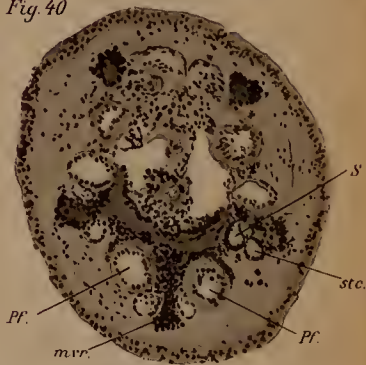
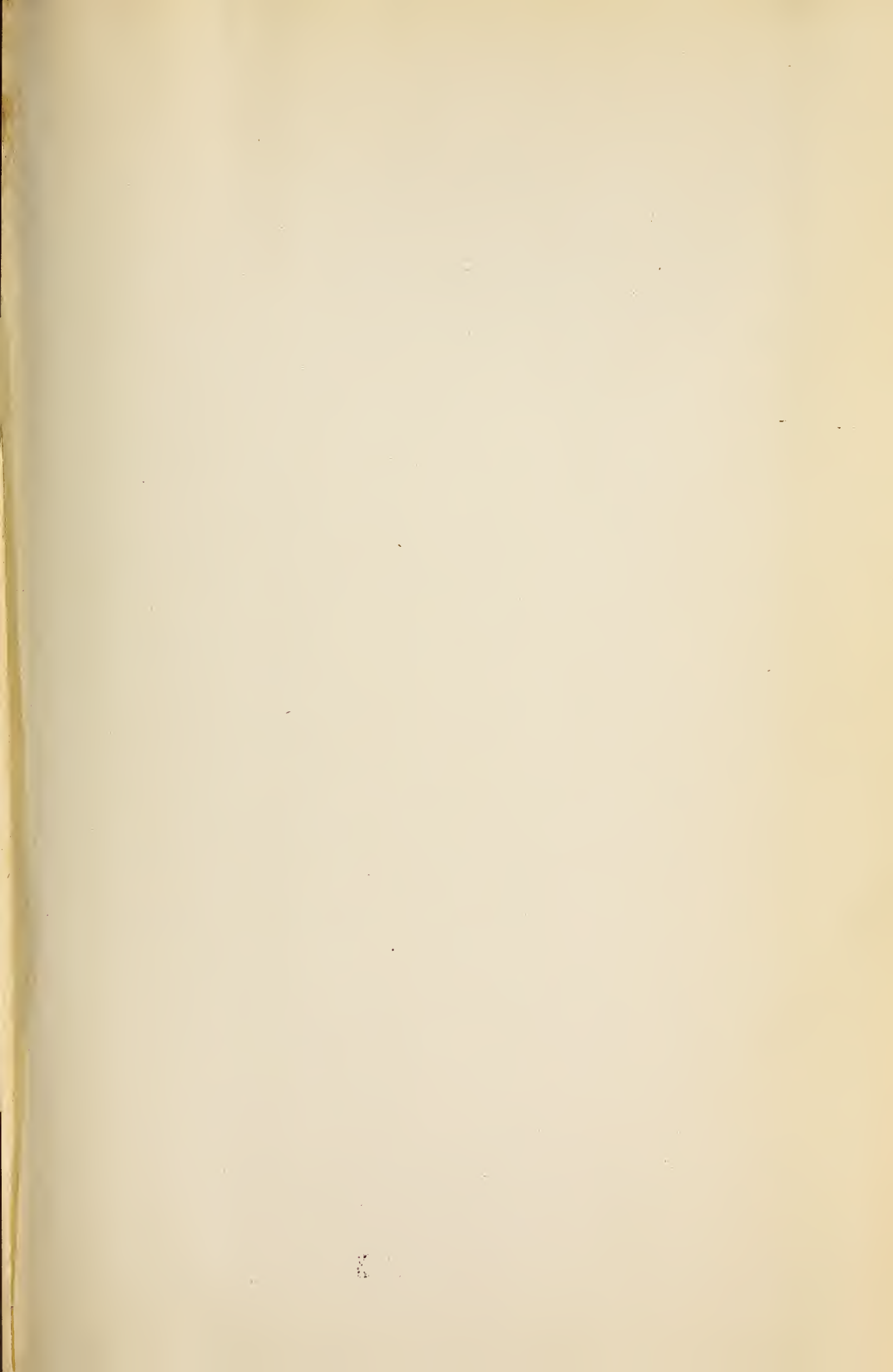
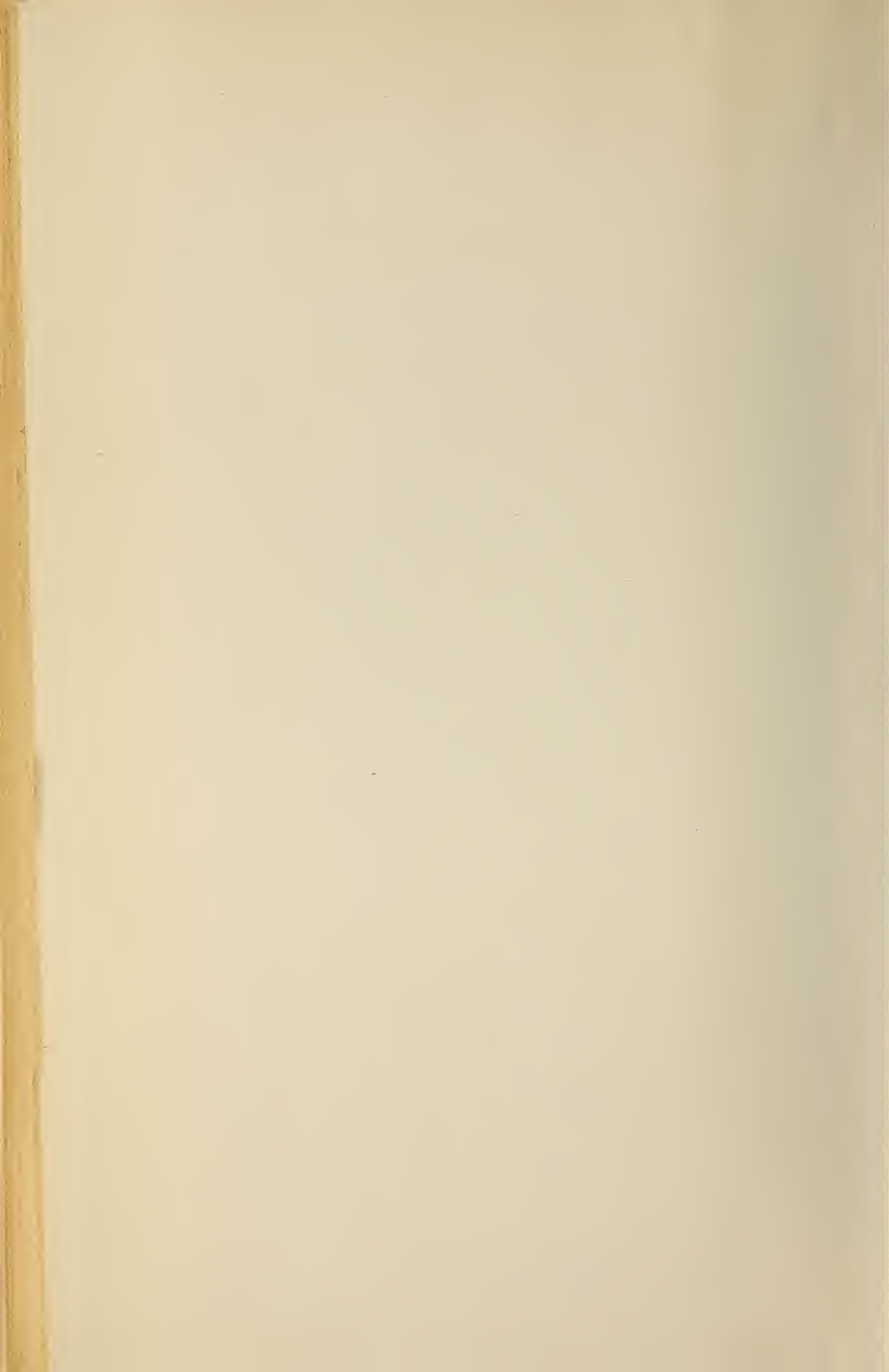


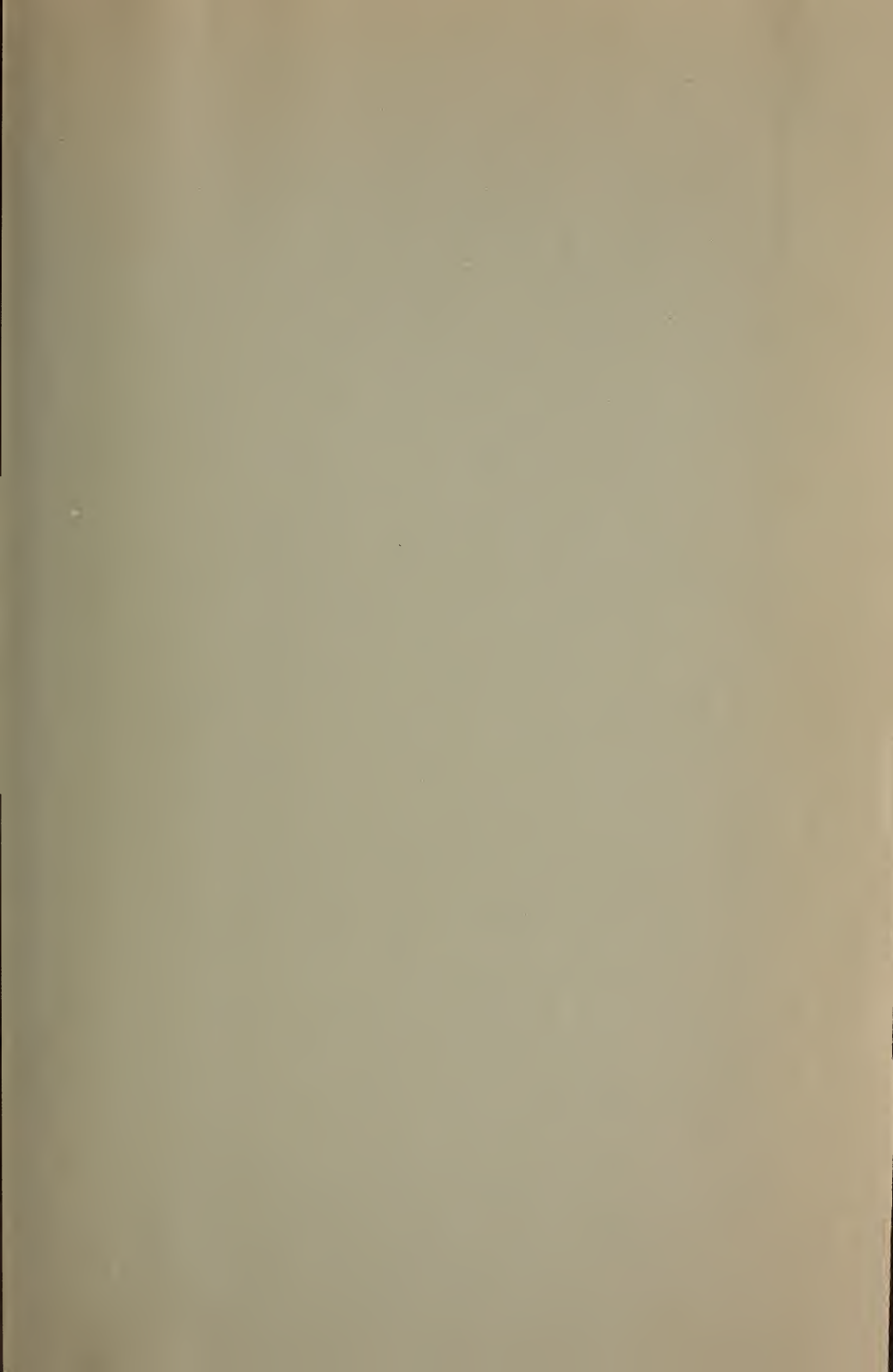
Fig. 41.

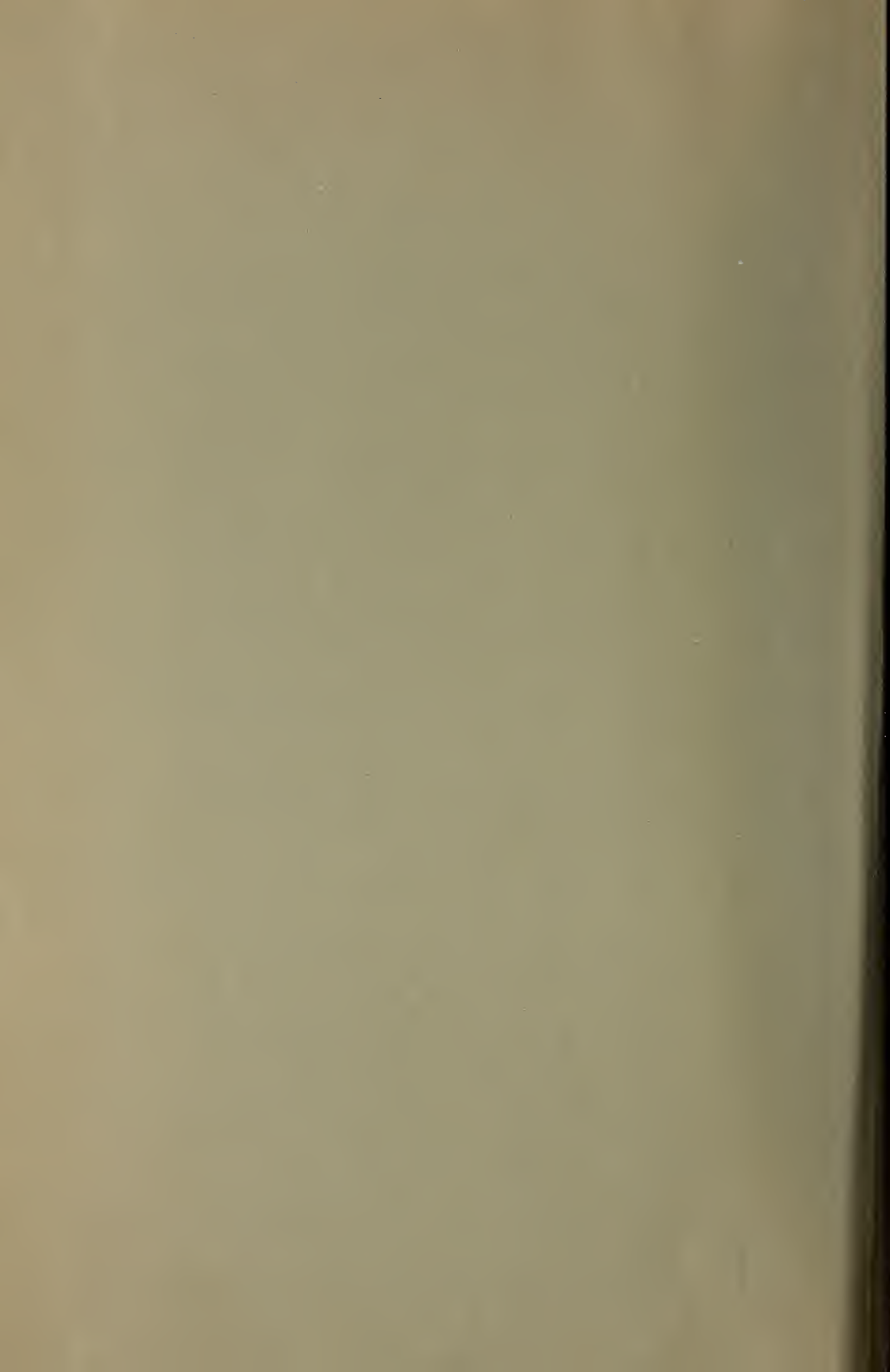


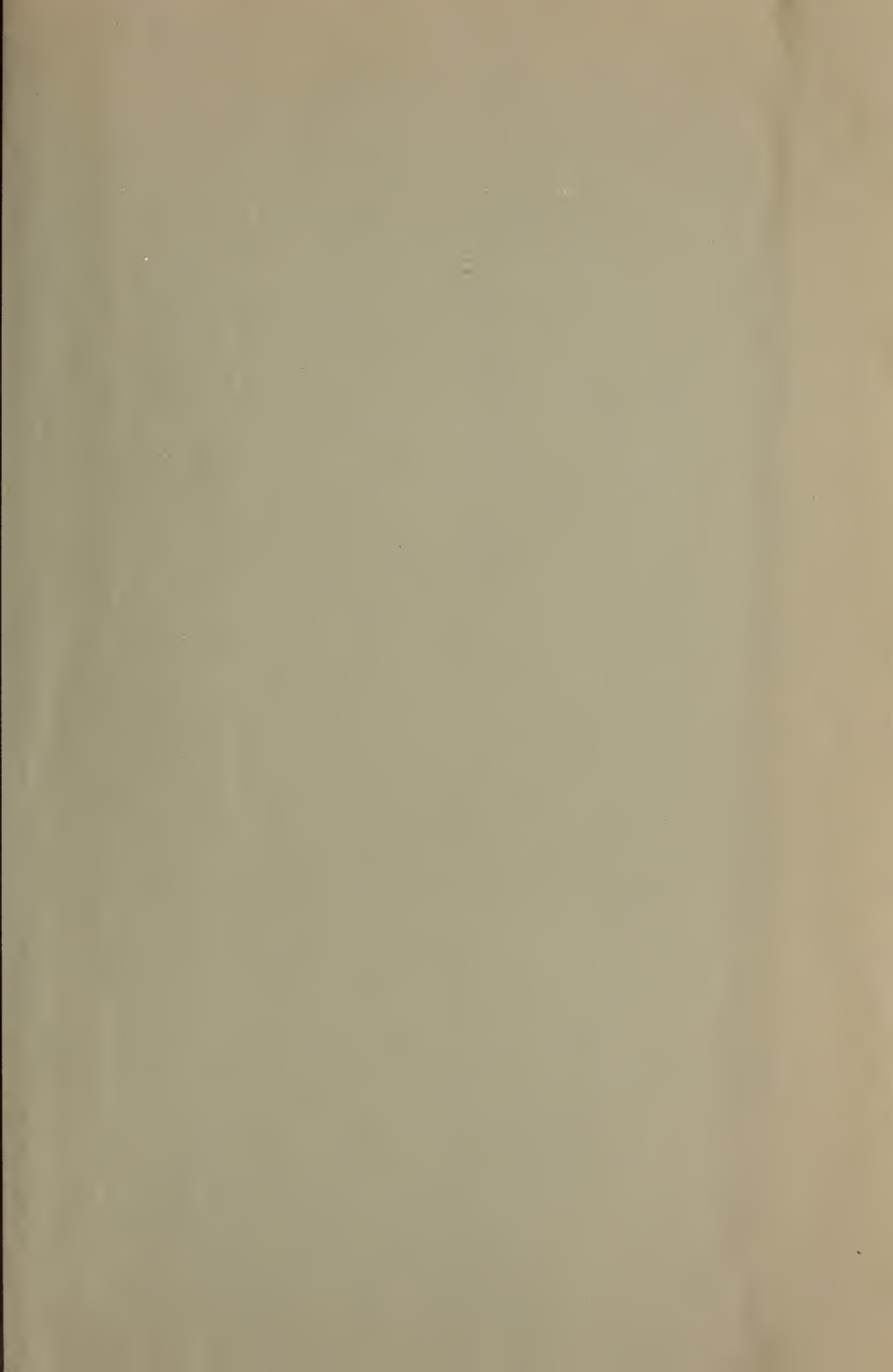
918⁵⁰











SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES



3 9088 01316 6343