

Aus dem zoologischen Institut der Westfälischen Wilhelms-Universität
zu Münster.

Morphologie und Histologie von
Hippopodius hippopus Forskal
nebst
entwicklungsgeschichtlichen Bemerkungen.

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktor~~würde~~
der
hohen philosophischen Fakultät
der
Westfälischen Wilhelms-Universität zu Münster

vorgelegt von

Heinrich Münter
aus Herford in Westfalen.

Mit 5 Tafeln und 7 Textfiguren.

Erfurt
Ohlenroth'sche Buchdruckerei Georg Richters
1912.

Dekan: Prof. Dr. Spannagel.
Referent: Prof. Dr. Stempell.

Einleitung.

In Forskals „Descriptiones animalium“ (1775) findet sich unter anderen Funden über Siphonophoren auch eine allerdings unvollkommene Beschreibung von Hippopodius. Im Jahre 1823 beschrieb Otto die Schwimmglocken als selbständige Organismen unter dem Namen „Gleba excisa“, wobei er annahm, daß sie nach Salpenart aneinander gereiht seien und jede für sich ein einheitliches Individuum darstelle. Andere Forscher untersuchten Hippopodius dann genauer und erkannten ihn als Siphonophore, so Quoy et Gaimard (1827) und Delle Chiaje (1829). Von weiteren Beobachtern sind noch Kölliker, Vogt und Leuckart zu nennen, von denen namentlich der letztere erwähnt zu werden verdient. Da er sich jedoch mehr oder weniger auf die Beschreibung makroskopischer Verhältnisse beschränkt und den feineren histologischen Bau fast ganz außer acht läßt, so dürfte eine neue Untersuchung dieses in mancher Hinsicht äußerst interessanten Organismus auf jeden Fall berechtigt erscheinen.

Das mir für meine Untersuchung zu Gebote stehende Material habe ich teilweise unter dem Namen „Hippopodius Neapolitanus“ aus Neapel erhalten, teilweise verdanke ich es der Liebenswürdigkeit meines Lehrers, des Herrn Professor Dr. Stempell, dem ich an dieser Stelle hierfür, wie für die mancherlei Anregungen, die mir von seiner Seite zuteil geworden sind, meinen Dank ausspreche. Desgleichen möchte ich es nicht unterlassen, dem Assistenten des hiesigen zoologischen Instituts, Herrn Dr. Jakobfeuerborn, für das Interesse, das er meiner Arbeit entgegengebracht hat, wie auch für seine des öfteren von mir in Anspruch genommene tatkräftige Unterstützung zu danken.

Das mir von Herrn Prof. Dr. Stempell unter dem Namen „Hippopodius luteus“ zur Verfügung gestellte Material wurde von

ihm in Villefranche bei Nice gesammelt und ist von ihm seit [redacted] konserviert worden. Da die Frage nach der Artberechtigung der im Mittelmeer vorkommenden Formen noch im Argen liegt, und der Unterscheidung in erster Linie die variierende Anordnung der Gonophoren zu Grunde gelegt wird, so halte ich es für angebracht, die diesbezüglichen Angaben kurz zu rekapitulieren.

Wie schon erwähnt, haben die ältesten Untersucher von Hippopodius, Forskal und Otto, nur Bruchstücke desselben beschrieben, die ersterer mit dem Namen „Gleba hippopus“, letzterer mit dem Namen „Gleba excisa“ bezeichnet. Auch in den Angaben von Quoy et Gaimard 1827, die ihre Form als „Hippopodius luteus“ beschreiben, und von Delle Chiaje 1829, der bald die Bezeichnung „Hippopodius excisus“, bald „Hippopodius luteus“ gebraucht, finden die Geschlechtsorgane noch keine Erwähnung. Erst Kölliker (1853), der durchgängig je ein männliches und ein weibliches Gonophor vereinigt am Polypenstamm fand, gibt eine eingehende Beschreibung der Geschlechtsindividuen hinsichtlich ihrer Zahl und Stellung. Er bereichert die Nomenklatur durch die von ihm zum ersten Male angewandte Bezeichnung „Hippopodius Neapolitanus“, obwohl die von ihm untersuchte Form den von Quoy et Gaimard und Delle Chiaje, die nach Leuckarts Angaben wahrscheinlich dieselbe Art beschrieben haben, untersuchten zum mindesten sehr nahe steht. Vogt (1853), der allem Anschein nach überhaupt keine Geschlechtsorgane hat auffinden können, bestimmt seine Form wieder als „Hippopodius luteus“.

Leuckart hält in seinen 1854 gemachten Angaben eine Artunterscheidung zwischen „Hippopodius luteus“ und dem „Hippopodius Neapolitanus“ von Kölliker, obwohl er einen nicht unwesentlichen Verschiedenheit konstatieren konnte, für nicht angängig, daß zahlreiche Übergangsformen die Differenzen auszugleichen schienen. Seine schon ein Jahr früher gemachten, die Geschlechtsorgane betreffenden Angaben, nach denen männliche und weibliche Gonophoren zwar an demselben Stock vereinigt, jedoch an verschiedenen Stellen verteilt seien, hält er auch in dieser Arbeit aufrecht. Die nach seiner Meinung in wesentlich geringerer Zahl vorhandenen männlichen Gonophoren sollen unterhalb der weiblichen in gleicher Weise wie diese in Gruppen zu drei bis sechs angeordnet an der Basis der Magenschläuche stehen. Aus verschiedenen Gründen

glaubt Leuckart die Bezeichnung von Quoy et Gaimard aufzugeben und den alten Forskalschen Namen, wenn auch in etwas veränderter Form, als „Hippopodius gleba“ wiederherstellen zu müssen.

Wer sich nun dem Glauben hingeben würde, nach dieser endgültigen Erklärung des letztgenannten Forschers seien die Differenzen in der Nomenklatur ein für alle Mal beseitigt, der würde sich in einem groben Irrtum befinden. Schon P. E. Müller (Naturhist. Tidsskr. 3. Roek, 7. Bd., 1807—71) bedient sich wieder des Namens „Hippopodius luteus“, was um so weniger verständlich erscheint, als er sich hinsichtlich der Geschlechtsorgane durchaus den von Leuckart gemachten Angaben anschließt. Weismann 1883 läßt den „Hippopodius Neapolitanus“ Köllikers wieder auflieben, wobei er dessen Beobachtungen, nach denen männliche und weibliche Gonophoren ständig zusammen anzutreffen seien, bestätigt. Jedoch betont er im Gegensatz zu diesem Forscher, daß die Geschlechtstrauben in allen Fällen aus je einem an der Spitze stehenden weiblichen und zwei darunter befindlichen männlichen Gonophoren zusammengesetzt seien. Da Weismann die Auffassung, daß die Geschlechtsorgane hinsichtlich ihrer Zahl und Stellung bei einer Art einer so weit gehenden Variation unterworfen seien, für durchaus unbegründet hält, so glaubt er mit gutem Recht auf die Artberechtigung der Mittelmeerformen zurückkommen zu dürfen.

Aus dieser Reihe von Angaben, die an Mannigfaltigkeit nichts zu wünschen übrig lassen, ragen die Leuckarts und Müllers, nach denen die Gonophoren beiderlei Geschlechts getrennt, die weiblichen oben, die männlichen unten, auftreten sollen, durch die Einzigartigkeit ihrer Auffassung besonders hervor. Richter (Zeitschrift f. wiss. Zool., Bd. 86, 1907) glaubt ihre Angaben auf einen Irrtum zurückführen zu müssen, insofern die kleinen Anlagen der männlichen Gonophoren leicht zu übersehen seien, weshalb der Anschein erweckt würde, als ob im oberen Teile des Stockes nur weibliche Gonophoren vorhanden seien. Andererseits wiederum seien die letzteren im unteren Teile oft schon zu Grunde gegangen, woraus eine scheinbare alleinige Besetzung dieser Partie durch männliche Geschlechtsindividuen resultiere. Eine Erklärung für die widersprechenden Angaben Köllikers und Weismanns glaubt Richter in dem Umstande zu finden, daß

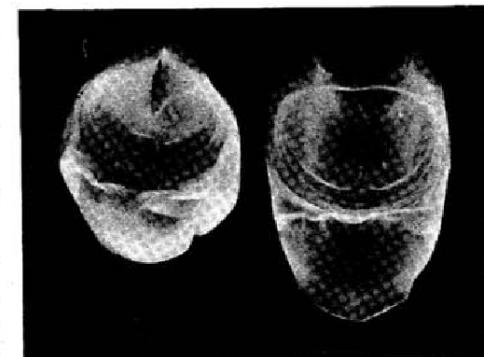
entgegen der Annahme von Weismann Zahl und Stellung der Geschlechtsorgane bei ein und derselben Art tatsächlich variiere, insofern seine eigenen Untersuchungen nicht geeignet seien, die Angabe Weismanns, daß „immer“ je ein weibliches mit zwei männlichen Gonophoren zusammen vorkomme, in dieser Allgemeinheit zu bestätigen. Da er der Ansicht ist, daß es verfehlt sei, auf Grund von nur unbedeutenden Verschiedenheiten in der Anordnung der Sexualorgane zwei Arten aufzustellen, so schließt sich Richter den Angaben Schneiders an, der „Hippopodium Neapolitanus“ und „Hippopodium gleba“ unter dem Namen „Hippopodium hippopus Forskal“ zusammenfaßt. — Da sich mir selbst keine hinreichenden Anhaltspunkte bieten, so sehe ich mich genötigt, vorläufig denselben Weg einzuschlagen. Ich werde also im Folgenden „Hippopodium luteus“ und „Hippopodium Neapolitanus“ unter dem gemeinsamen Namen „Hippopodium hippopus Forskal“ behandeln. Wo eine Unterscheidung der Untersuchungsobjekte erwünscht erscheint, werde ich mich der alten Namen bedienen.

Allgemeine Morphologie.

Wie allgemein beim Organismus der Siphonophoren haben wir auch bei Hippopodium zu unterscheiden zwischen der Schwimmstange oder dem Nektosom und dem Nährkörper oder dem Siphosom.

Das Nektosom, zu dessen Betrachtung wir uns zunächst wenden, besteht aus einem zweireihigen Schwimmkegel, der aus einer Anzahl ineinander gefügter Schwimmstücke gebildet wird.

Was die Form der einzelnen Schwimmstücke anbetrifft, so kann man sie am besten mit einem Pferdehuf vergleichen, dessen Unterfläche nach oben gekehrt ist. Im großen Ganzen lassen sich an ihnen drei Flächen unterscheiden, eine obere nach der Schwimmkegelachse gerichtete, die schräg zu dieser verläuft, eine untere mit etwas weniger starkem Neigungswinkel und eine hufeisenförmig gekrümmte Seitenfläche, der unsere Siphonophore ihren Namen verdankt.



Textfig. 1.
Zwei Schwimmglocken von Hippopodium von der Außenfläche gesehen. Nach der Natur aufgenommen.

Eine nähere Beschreibung der Schwimmstücke, soweit es sich um die äußere Morphologie handelt, hat in befriedigender Weise zuerst Leuckart gegeben. Der Vollständigkeit meiner eigenen Darstellungen halber und zur Orientierung gebe ich hier die Ergebnisse seiner Untersuchungen, denen ich im Ganzen wenig hinzuzufügen habe, dem Inhalte nach wieder.

Die erste der oben genannten Flächen (s. Textfig. 1) ist zu einer tiefen und breiten schaufelförmigen Wölbung ausgebuchtet, deren Längsachse, wie schon gesagt, diagonal zur Schwimmkegelachse eingestellt ist. Die Ränder, die die Wölbung zu beiden Seiten einfassen, sind in zwei kräftige, nach innen vorgewölbte Flügel ausgezogen, die nach unten an Breite zunehmen, am unteren Rande in zwei abgestumpfte Fortsätze auslaufen und eine leicht vor springende bogenförmige Ausbuchtung zwischen sich fassen. An der unteren Seite des Schwimmstückes befindet sich eine kreisrunde, ziemlich beträchtliche Öffnung, die fast die ganze Fläche ausfüllt und in einen abgeflachten Schwimmsack führt. An dem nach außen gerichteten Rande des Schwimmsackes laufen die oben erwähnten Flügel zwischen der unteren, seitlichen und vorderen Fläche in vier abgerundete gleichartig entwickelte Höcker aus, zwischen die jedesmal ein bogenförmiger Ausschnitt mit nach außen gerichteter Konvexität eingeschaltet ist. Auf der vorderen Seitenfläche verstreichen die Höcker allmählich nach oben zu. An dem oberen Rande dieser Fläche befindet sich ebenfalls eine Anzahl buckelförmiger Erhebungen, zwei lateral und zwei medial gelegene (wobei die durch Glockenträger und Nektosom gezogene Ebene als Symmetrieebene zu denken ist), die, was Größe und Entwicklung anbetrifft, den zwischen den Höckern des unteren Randes gelegenen Vorbuchtungen entsprechen.

Ungeachtet alle Schwimmstücke von Hippopodius nach diesem Schema gebaut sind, so finden sich doch — auf diese Tatsache weist schon Leuckart hin — gewisse Differenzen, die in dem Gesamthabitus des Schwimmkegels zum Ausdruck kommen. Diesem Umstande ist es zuzuschreiben, daß genannter Forscher bei seinen ersten Arbeiten einen deutlichen Dimorphismus hinsichtlich der Form des Schwimmglockenkegels an den verschiedenen ihm zur Verfügung stehenden Exemplaren konstatieren konnte. Die eine Gruppe der von ihm untersuchten Objekte zeigte nämlich einen stark gewölbten, halbkugeligen Habitus, während die andere eine mehr schlankere und nach oben zugespitzte Form besaß. Noch in seinen „zoologischen Untersuchungen“ neigte er der Ansicht zu, es handele sich hier um zwei besondere Arten. Aber schon in seiner im folgenden Jahre erschienenen Arbeit „Zur näheren Kenntnis der Siphonophoren von Nizza“ sah er sich zur Aufgabe dieser An-

sicht gezwungen, da ihm eingehendere Studien von der zweifellosen Existenz zahlreicher Zwischenformen überzeugten.



Textfig. 2.
Hippopodius hipp. Forsk.
Die ältesten Glocken sind entfernt, so daß die Anhänge sichtbar sind. Nach der Natur aufgenommen.



Textfig. 3.
Hippopodius hipp. Forsk.
Die ältesten Glocken sind entfernt, so daß die Anhänge sichtbar sind. Nach der Natur aufgenommen.

Diese eigentümlichen Differenzen im Habitus des Schwimmglockenkegels beruhen, wie gesagt, darauf, daß die einzelnen Schwimmstücke bald langgezogen und schmal sind, bald eine mehr gedrungenere und gekrümmtere Form aufweisen; daß andererseits der mehr nach vorn gelegene Teil der Seitenfläche bald einen höheren und gewölbteren Bau besitzt, bald von niedrigerer und flacherer Konvexität ist; daß drittens bei einigen Exemplaren die Höcker an den Flächenflügeln besonders stark ausgebildet sind, bei anderen wieder gänzlich fehlen.

Was die Konsistenz der Schwimmstücke von Hippopodius anbetrifft, so ist sie eine bedeutend größere, als es bei an-



Textfig. 4.
Habitusbild von *Hipp. hipp.* Forsk.
Die Anhänge sind hier nicht sichtbar.
Nach der Natur aufgenommen.

deren Siphonophoren der Fall zu sein pflegt, weshalb sich auch diese Art ganz besonders gut zum Studium eignet. Bestimmte Teile der Glocken fand ich von nahezu knorpelartiger Beschaffenheit, so daß ich einige Gewalt aufwenden mußte, um sie mit Hilfe von Präpariernadeln zu zerzupfen. Indessen sollen nach Leuckart bisweilen Exemplare vorkommen, bei denen sich die Schwimmstücke hinsichtlich ihrer physikalischen Eigenschaften nur wenig von denen der übrigen Siphonophoren unterscheiden.

Nach ihrer Ursprungsstelle zu nehmen die Schwimmstücke an Größe ab. Da die Knospungszone an der Spitze des Kegels liegt, sind die distalwärts gelegenen immer die größeren.

Die Zusammensetzung des Schwimmkegels und die gegenseitige Verankerung der einzelnen Stücke hat Leuckart in eingehender und richtiger Weise beschrieben. Sie geschieht, wie auch bei manchen anderen Siphonophoren, durch Einkeilung der einzelnen Stücke ineinander, indem zwischen die Flügel der schaufelförmig ausgehöhlten oberen Fläche einmal das hintere durch seine Zwangslage etwas komprimierte Ende der nächst höheren auf der anderen Seite befindlichen und sodann die untere Fläche der darüberliegenden Glocke sich einzwängt; was indessen in der Figur Leuckarts nicht klar zur Anschauung kommt. Wie denn überhaupt die zur Erläuterung dienende Zeichnung infolge ihrer schematischen Darstellung geeignet ist, falsche Vorstellungen wachzurufen.

Der Zusammenschluß der einzelnen Schwimmstücke (s. Textfigur 4) ist ein so vollkommener, daß die bogenförmigen Fortsätze am oberen Rande einer jeden Glocke in die Ausbuchtungen zwischen den entsprechenden Fortsätzen am unteren Rande der nächst höherliegenden Glocke derselben Seite hineingreifen. Auf diese Weise kommt ein geschlossener Schwimmkegel zustande, dessen Seitenflächen ausschließlich von den hufeisenförmigen Seitenflächen der Schwimmstücke gebildet werden. Die Schwimmsäcke der einzelnen Glocken liegen im Innern des Kegels, nur die der beiden untersten treten offen zu Tage.

Infolge dieser Anordnungsweise der Schwimmstücke und der verdeckten Lage ihrer Schwimmsäcke, wie auch des flachen Baues der letzteren, kann, abgesehen vielleicht von den beiden ältesten, von einer lokomotorischen Bedeutung dieser Anhänge wohl kaum

die Rede sein. Da der Raum, in den die Schwimmsäcke münden, einerseits durch zwischen den einzelnen Schwimmstücken noch frei bleibende Spalten mit dem Meerwasser der Umgebung, andererseits aber auch mit dem Hohlraum in dem Innern des Schwimmkegels kommuniziert, so denkt Leuckart für diese Schwimmstücke an die Aufgabe der Wasserzufluhr nach Innen. Möglich, daß ihnen diese Funktion zuzuschreiben ist, jedenfalls weist die feste, oft geradezu knorpelige Beschaffenheit des Schwimmkegels im Verein mit der geschlossenen Ineinanderfügung seiner Teile und dem gänzlichen Mangel an Deckstücken neben seiner Bedeutung als hydrostatischer Apparat in erster Linie auf die Aufgabe hin, den retraktilen Körperstamm zu schützen. Im ganzen ist die Eigenbewegung unseres Hippopodius, wenn sie nicht aus den angeführten Gründen überhaupt aufgegeben wurde, auf das Mindestmaß reduziert.

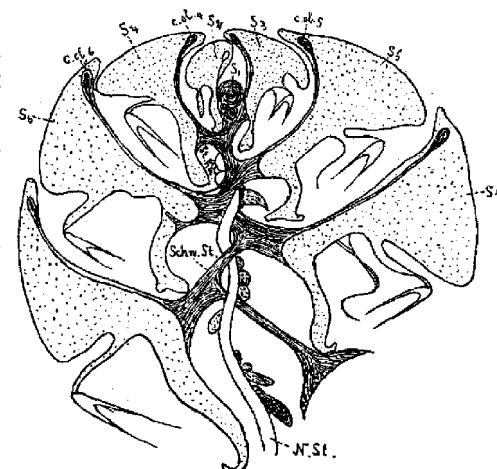
Hinsichtlich seiner Stellung im System gehört Hippopodius zu den Calycothorace, die im Unterschied von den mit einer Luftpflasche ausgerüsteten Physophoren ein derartiges hydrostatischen Zwecken dienendes Organ nicht aufzuweisen haben. Des näheren ist er der Familie der Polyphyiden einzuführen.

Was uns im Hinblick auf den äußeren Habitus am meisten interessiert, ist die originelle Befestigungsweise des Schwimmkegels. Auf diese bei Hippopodius einzig dastehende Tatsache, die Forschern wie Vogt und Kölliker entgangen zu sein scheint, hat Leuckart zuerst aufmerksam gemacht. Bei allen anderen mit einer Schwimmsäule versehenen Siphonophoren sind die Schwimmglocken am oberen Ende des Körperstamms angebracht, bei Hippopodius allein besitzt der Schwimmkegel eine besondere Achse, die sich schon auf den ersten Blick durch ihre auffallende Lage vom Körperstamm unterscheidet. Genau genommen handelt es sich hier allerdings, wie Chun in seiner Arbeit „Über den Bau und die morphologische Auffassung der Siphonophoren“ dargelegt hat, um eine bloße Scheinachse, welche ihre Entstehung dem Umstande verdankt, daß die älteren Schwimmglocken im Laufe der Entwicklung durch die nachwachsenden jüngeren ständig nach abwärts gedrängt werden, während diese an den sich stielförmig ausziehenden Basalabschnitten jener ihren Ansatz finden (s. Textfigur 5).

Das Vorhandensein einer eigenen Schwimmkegelachse ist nun aber im Hinblick auf den schon erwähnten gänzlichen Mangel an Deckstücken von hervorragender physiologischer Bedeutung, da hierdurch die Möglichkeit gegeben ist, die Anheftungsstelle des Körperstammes, gegen die derselbe sich im Moment der Kontraktion zurückzieht, möglichst weit in das Schwimmkegelinnere zu verlegen. Denn nur unter diesen Umständen ist es möglich, den oft recht ansehnlichen Körperstamm mit seinen zahlreichen des Schutzes bedürftigen Anhängen in der schirmenden Hülle zu bergen.

Um dieser Aufgabe, als Schutz des Stammes zu dienen, in vollem Maße gerecht werden zu können, besitzen die Schwimmglocken, wie schon erwähnt, eine ziemlich hohe Widerstandsfähigkeit. Da sie demnach von einer zweifachen physiologischen Bedeutung sind, so wäre es ohne Zweifel zutreffender, sie mit dem Namen Deckschwimmglocken zu bezeichnen.

Was nun die Orientierung am Stamm im allgemeinen anbetrifft, so liegt das Vorderende desselben zweifelsohne am Vorderende des Tieres, d. h. an der Knospungsstelle des Nektosoms und nicht, wie Schneider (1896) annimmt, bei der ältesten Glocke, was schon aus dem Umstände hervorgeht, daß wir es, wie gesagt, gar nicht mit einem Stamm im eigentlichen Sinne zu tun haben. Auf die eigenartige Knospungsweise der Glocken werde ich übrigens noch an anderer Stelle zurückkommen.



Textfig. 5.

Längsschnitt durch die Schwimmstule von Hippopodius. (Aus Chun: Ueber den Bau und die morphol. Auffassung der Siphonophoren. In Verh. d. Zool. Ges. 1897, Fig. 11). Die Bezeichnungen nach Richter: Die Entwicklung der Gonophoren einiger Siphonophoren. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 86, Jahrg. 1907. c. ob., Oelbehälter; N. St., Nährstamm; Schw. St., Schwimmstamm; St. Kn., Stammknospe; S., Schwimmglocken.

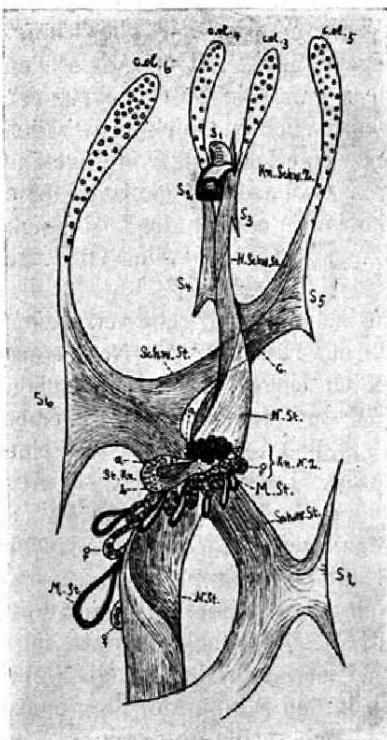
Die erste genauere Beschreibung und Abbildung des Nekto- und Siphosoms von Hippopodius hat Claus gegeben. Nach ihm ist, und zwar im Gegensatz zu der Darstellung von Leuckart, die Knospungsstelle des Nektosoms von derjenigen des Siphosoms durch den ziemlich beträchtlichen oberen Abschnitt des Nektosoms getrennt. Schneider dagegen läßt die Ursprungsstellen beider „unmittelbar oder wenigstens ganz dicht nebeneinander“ gelegen sein. Da ich an den von mir untersuchten Objekten zwischen der Lage der beiden Knospungszenen eine Differenz von ungefähr zwei Millimeter -- bei der geringen Größe des Organismus eine ziemlich bedeutende Strecke -- konstatieren konnte, so bin ich in der Lage, die Ansicht von Claus in ihrem vollen Umfange bestätigen zu können.

Indessen möchte ich, da mir die Sache wichtig genug erscheint, auf die Art und Weise, in der sich der Übergang des Nektosoms in das Siphosom vollzieht, etwas näher eingehen. Vor der schon zitierten Arbeit Richters (1907), der diese Verhältnisse einer genauen Untersuchung unterzogen hat, liegen meines Wissens keine näheren Angaben in der Literatur vor. Desgleichen sind die Abbildungen Chuns (1897 b), Haekels (1888), Claus und Schäppis (1898), wie genannter Autor bemerkte, nicht geeignet, Klarheit in den Sachverhalt zu bringen.

Nach den Darlegungen Richters findet die Trennung unterhalb der Ansatzstelle der vierten Schwimmglocke statt, und zwar in der Weise, daß die meisten Fasern spiraling gedreht direkt nach unten weiter verlaufen und so in den Stamm des Siphosoms übergehen, während andere Fasern nach rechts abbiegen und in die Ansatzstelle der fünften Glocke verlaufen. Hier sollen sich die Fasern abermals teilen, indem ihr weitaus größerer Teil über das Siphosom hinweg zur Ansatzstelle der sechsten Glocke geht, ein kleinerer dagegen unterhalb des Stammes nach abwärts zieht und sich oberhalb der Stammknospe mit dem Siphosom vereinigt (s. Textfigur 6). — Demzufolge unterscheidet Richter zwei Teile am Nektosom, einen Hauptschwimmstamm — von der Knospungsstelle des Nektosoms bis zu seiner Teilung — und einen durch sekundäre Abzweigung entstandenen freien Schwimmstamm. Damit lehnt er Schneiders „Befund“ von fundamentaler Bedeutung“ natürlich ab und verlegt das Vorderende des Stammes

an die Knospungsstelle des Nektosoms. Verglichen mit den Verhältnissen bei anderen Siphonophoren liegt der einzige Unterschied darin, daß „der Schwimmstamm bei seinem Übergang in den Nährstamm bei Hippopodius noch einen Seitenzweig bildet, der nun zur freien Schwimmsäule auswachsend sich über den Nährstamm ausbreitet“.

Ich habe die Befunde Richters einer Nachprüfung unterworfen und sie im ganzen bestätigt gefunden. Nur in einem Punkte kann ich ihm nicht beistimmen. Nach seinen Angaben enthält der Hauptschwimmstamm stets vier Glocken; an allen von mir untersuchten Exemplaren war es mir möglich deren sieben zu konstatieren, von denen sich die drei ersten allerdings noch auf einem sehr wenig vorgeschrittenen Entwicklungsstadium befanden. An diesen letztgenannten konnte ich indessen sehr schön die fortschreitende Verdrängung der älteren durch die jüngeren Glocken und die dadurch hervorgerufene spirale Drehung des Nektosoms beobachten. Während die zweizeilige Anordnung der Schwimmglocken am gesamten Schwimmkegel gewahrt erschien, machten die



Textfig. 6.

Oberer Teil einer Kolonie von Hippopodius, die älteren Schwimmglocken sind abpräpariert. (Aus Richter: Die Entwickl. der Gonophoren einiger Siphonophoren, Zeitschr. für wiss. Zool., Bd. 86, Jahrg. 1907.) S., Schwimmglocken; c. ol, Oelbehälter; S. 3—7, Ansatzstellen der entfernten Schwimmglocken; H. Schw. St., Hauptschwimmstamm; Schw. St., Freier Teil der Schwimmsäule; N. St., Nährstamm; St. Kn., Stammknospe; Kn. Schw. Z., Knospenstätte der Schwimmzone; M. St., Magenschleuse; Kn. N. Z., Knospenstätte der Nährzone; b, basaler Teil der Stammknospe; ♀ weibl. Gonophor.

drei ersten eine Ausnahme. Die beiden jüngsten standen sich zwar auch gegenüber, nahmen jedoch im ganzen eine zu den anderen

Glockenpaaren senkrecht gerichtete Stellung ein. Die dritte Glocke endlich war etwa um 45° aus der Richtung der übrigen verschoben und bildete so einen Übergang zwischen dem ersten und den übrigen Glockenpaaren. Ziemlich direkt unter der Verzweigungsstelle liegt die Knospungsstätte der Nährzone, die Stammzone Richters.

Bevor ich auf die nähere Darlegung meiner histologischen Befunde eingehe, möchte ich mir noch eine kurze Bemerkung über die Bestimmung von Dorsal und Ventral bei Hippopodius erlauben. Schneider (1896) hält eine solche Bestimmung überhaupt für unmöglich und begründet seine Ansicht durch einen Hinweis auf den eigenartigen Bau dieses Organismus und die morphologische Bewertung des Nektosoms. Da wir nun aber diese Ansicht Schneiders, nach der „das Vorderende des Stammes nicht am Vorderende des Tieres, sondern um die Nährzone zurückgeschlagen, dort, wo die älteste größte Deckglocke sich befindet“, liegt, als nicht zutreffend zurückgewiesen haben, so steht uns nichts im Wege uns bei der Bestimmung dessen, was Dorsal und Ventral bei Hippopodius zu nennen ist, lediglich an den Bau des Siphosoms zu halten. Dieses wird aber, wenn man sich den gewundenen Stamm gerade gestreckt denkt, durch eine durch die Ansatzlinie der zahlreich vorhandenen Anhänge und Knospen und die Stammachse gelegte Ebene in zwei spiegelbildlich gleiche Hälften zerlegt. Durch eine zweite auf dieser senkrecht stehende Ebene wird das Siphosom und somit der Organismus von Hippopodius in eine dorsole und ventrale Hälfte geschieden. Die mit den Anhängen versehenen Seite der Siphonophoren hat man nun, offenbar aus dem naheliegenden Grunde, weil hier die Magenschläuche ihren Platz haben, als die ventrale bezeichnet. Nennenswerte Bedenken den gleichen Orientierungsmodus auch bei Hippopodius anzuwenden liegen meines Erachtens nicht vor.

Der Stamm.

Wir wenden uns nunmehr zum speziellen Teile und beginnen mit der Beschreibung des Stammes. Wegen seiner hochgradigen Kontraktilität sind wirklich gute Querschnitte nur in den seltensten Fällen zu bekommen. Diesem Umstände mag es auch wohl zuschreien sein, daß man über die Struktur dieses wichtigsten

Teiles des Siphonophorenorganismus so lange im Unklaren gewesen ist.

Korotneff (1884) empfiehlt für die Behandlung eine eigene Konservierungsmethode mit Chloroform, $\frac{1}{2}\%$ ige Lösung von Chromsäure oder eine 1%ige heiße Lösung von Sublimat. Ich bin leider nicht in der Lage gewesen diese Methode auf ihre Brauchbarkeit hin nachprüfen zu können, da mir nur konserviertes Material zur Verfügung stand. Empfehlen möchte ich meinerseits die Konservierung mit Flemmingscher Flüssigkeit, die von Herrn Prof. Stempell an einem Teile des mir von ihm überlassenen Materials angewandt wurde.

Von den üblichen Tinktionsmethoden habe ich die mit Hämatoxylin benutzt, wobei ich ein Objekt in Toto gefärbt, bei einem anderen Schnittfärbung angewandt habe. Ich halte letztere für entschieden vorteilhafter, da man es hier in der Hand hat, die einzelnen Schnitte beliebig lange der Einwirkung des Tinktionsmittels auszusetzen und somit in der Lage ist, in relativ kurzer Zeit und mit wenig Aufwand an Material das Zeitoptimum für die Tinktion festzustellen.

An einigen Schnitten habe ich einen Versuch mit Doppelfärbung gemacht, indem ich die Schnitte, um das Plasma deutlicher hervortreten zu lassen, auf kurze Zeit — es kommen hier nur Sekunden in Betracht — in eine schwache Eosinlösung brachte. Diese Methode ist indessen wenig zu empfehlen, da sie die Präparate in den meisten Fällen nur undeutlich macht.

An dem mit Flemmingscher Flüssigkeit konservierten Material war die Wirkung der Hämatoxylintinktion hinsichtlich der einzelnen Teile des Organismus eine gänzlich verschiedene. Der Stamm erschien hellgelb, während die männlichen Gonophoren eine tiefblaue Färbung annahmen. Letzteres war auch bei den jüngeren Stadien der weiblichen Gonophoren der Fall, wohingegen die älteren Stadien wie auch die Magenschläuche größtenteils eine braune Färbung zeigten. Da die nicht mit Flemmingscher Flüssigkeit behandelten Objekte mit Ausnahme ihres Stammes, der eine mattgraue Färbung zeigte, sich in allen ihren Teilen intensiv blau färbten, so nehme ich an, daß die eigenartige Wirkung der Tinktion auf die Einwirkung der Flemmingschen Flüssigkeit zurückzuführen ist. Allerdings habe ich bei letzteren zufälliger-

weise Schnittfärbung angewandt, während ich die mit Flemmingscher Flüssigkeit behandelten Objekte in toto gefärbt habe. Indessen habe ich auch die Schnitte mehrerer Organe, wie Magenschläuche, Gonophoren etc., die ich von einem in Flemmingscher Flüssigkeit konservierten Objekte abpräpariert hatte, einzeln gefärbt, wobei die nämliche Wirkung wie bei dem in toto gefärbten Präparate zu erkennen war. Im ganzen kann ich sagen, daß mir gerade diese Präparate bei meinen histologischen Untersuchungen ausgezeichnete Dienste geleistet haben, insofern, als durch die Einwirkung der Flemmingschen Flüssigkeit und der daraus resultierenden verschiedenen Färbung die größeren Strukturverhältnisse besonders deutlich zutage traten.

Beim Einbetten habe ich meine Objekte mit Hytol behandelt und dabei die Erfahrung gemacht, daß die sonst so widerstandsfähigen Schwimmlocken fast ganz zusammenschrumpften, so daß von ihrer ursprünglichen Form fast nichts mehr zu erkennen war. Vielleicht ist in vorliegendem Falle eine langsame Überführung von Alkohol in Hytol zu empfehlen.

Was nun den Stamm des Siphosoms von Hippopodius anbetrifft, so ist derselbe, wie Schneider in seinen Mitteilungen über Siphonophoren (1898) angibt, von schraubensförmiger Drehung. Und zwar handelt es sich, so geht wenigstens aus Schneider's Abbildung wie aus der von Chun in seiner Arbeit „Bau und morphologische Auffassung der Siphonophoren“ (1897) gelieferten Zeichnung hervor, um eine Rechtsdrehung.

Im Gegensatz zu diesen beiden Abbildungen findet nun Schäppi (1898) das Siphosom an „allen seinen Präparaten in einer Deltaspirale (Linksrotation) verlaufend“.

Durch diese sich widersprechenden Ansichten veranlaßt, habe ich den Verlauf des Siphosoms einem eingehenden Studium unterzogen und sehe mich in die Lage versetzt, allen drei genannten Autoren, wenigstens was die Einseitigkeit ihrer Auffassung anlangt, widersprechen zu müssen.

Hierzu möchte ich gleich bemerken, daß eine Untersuchung an makroskopischen Präparaten allerdings mit einigen Schwierigkeiten verbunden sein dürfte, da man zur Orientierung lediglich auf den Verlauf der Ansatzlinie der Anfangsgruppen angewiesen ist. Da auf diese Weise bei der Kleinheit des Objektes leicht ein

Irrtum unterlaufen kann, so habe ich es für ratsam gehalten, meine Untersuchungen durch das Studium von Schnittserien zu ergänzen. Da man hier nicht auf die Lage der Anfangsgruppen beschränkt ist, vielmehr die Richtung der Radialsepten als weiterer guter Anhaltspunkt dienen kann, so ist hier jeder Zweifel ausgeschlossen.

Ich habe nun meine Untersuchungen an Schnittserien verschiedenem Materials, sowohl der mir von Herrn Prof. Stempell unter dem Namen „Hippopodius luteus“ ausgehändigten, als auch der von Neapel unter der Bezeichnung „Hippopodius Neapolitanus“ bezogenen Objekte — von letzteren habe ich allerdings nur ein Exemplar untersucht — vorgenommen und bin zu einem sehr interessanten Ergebnisse gekommen. Das Siphosom der ersten verläuft in einer deutlich sichtbaren Lambdaspirale (Rechtsdrehung). Die Verhältnisse sind hier also die nämlichen, wie die durch die Zeichnungen Schneiders und Chunn's zur Anschauung gebrachten. Die Untersuchung an dem letztgenannten Objekte („Hipp. Neap.“) hat dagegen wesentlich andere Resultate gezeitigt. Ich fand das Siphosom hier nach einem kleinen Ansatz zur Rechtsdrehung in einer ausgesprochenen Deltaspirale verlaufend. Eine längere Strecke schien mir die Drehung überhaupt auszusetzen. Zum Schluß trat die Linksdrehung jedoch wieder unzweideutig zutage. Demnach decken sich die Verhältnisse hier mit den Befunden Schäppis.

Dem Gesagten zufolge schließen sich die zunächst in einem Widerspruch stehenden Ansichten der genannten Forscher also keineswegs aus, bestehen vielmehr beide zu Recht. Zweifelsohne ist zu ihren Untersuchungen verschiedenes Material verwendet worden.

Die von mir gemachte Feststellung ist insofern äußerst interessant, als sie vielleicht geeignet sein dürfte, die Streitfrage über die Artberechtigung der Mittelmeerformen noch einmal aufzurollen, da durch sie ein bisher noch nicht berücksichtigtes Unterscheidungsprinzip eingeführt würde. Also unter Umständen ein kleiner Beitrag zur „Geschichte der Nomenklatur von Hippopodius.“ Indessen halte ich meine Untersuchungen noch nicht für abgeschlossen und bevor ich nicht noch weiteres Material von „Hippopodius Neapolitanus“ beobachtet habe, behalte ich mir ein endgültiges Urteil in dieser Frage noch vor.

Hinsichtlich des beiderseitigen Verlaufes von Nekto- und Siphosom heißt es bei Schneider: „Die innige Verbindung von Drehschwimmzone und Nährzone hat eine Verflechtung beider Stammstücke zur Folge, indem das vordere dünnere Stück sich um das hintere aufs engste spiralig herumschlingt und hierdurch auch letzteres in seinem Verlaufe beeinflußt. Es ergeben sich zwei Spiralen von gleicher Krümmungsrichtung, wenn wir die Verbindungsstelle beider Zonen als Ausgangspunkt für die Drehung annehmen, wie es dem Wachstum des Tieres entsprechend geschehen muß. Dann windet sich die Nährzone in enger flacher Spirale um eine angenommene imaginäre Achse, und der dünne Stamm der Schwimmzone wiederum umschlingt, sich eng dem Stamm der Nährzone anlegend, diesen in einer weiteren, viel stärker gekrümmten Spirale.“ — Zu dieser Stelle bemerkt Schäppi: „Im Gegensatz hierzu (zu den angeführten Worten Schneiders) finde ich, daß das Nektosom (die Scheinachse) in entgegengesetzter Richtung gewunden ist wie das Siphosom, also in einer Lambdaspirale.“ Da ich die Spiralen an den von mir untersuchten Objekten stets in gleicher Krümmungsrichtung (das Nektosom von „Hippopodius luteus“ war rechts, — das von „Hippopodius Neapolitanus“ linksgewunden) angetroffen habe, so muß ich der Ansicht Schäppis widersprechen. Es bleibt somit bei den Befunden Schneiders.

Um Mißverständnissen vorzubeugen, möchte ich mir bei der Bestimmung der Begriffe Rechts- und Linksdrehung der Spirale eine kurze Erläuterung an dem Beispiele des Schneckengehäuses erlauben. Denken wir uns in den Windungen von der Spitze nach der Öffnung zu herabsteigend, und liegt dabei die Achse rechts, so wäre das Gehäuse rechts-, im umgekehrten Falle linksgewunden.

Was nun die histologische Struktur des Stammes anbetrifft, so ist hier die für den ganzen Siphonophorenorganismus charakteristische Stützlamelle besonders stark ausgebildet. Sie dient, wie schon ihr Name besagt, dem Stamm zur Stütze und gibt die Angriffsfläche für die Muskulatur ab, ist demnach dem Achsenknochen der Vertebraten und dem Integumentalskelett der Arthropoden analog.

Die Stützlamelle läßt in zentrifugaler Richtung, auf Querschnitten durch den Stamm baumartig verzweigte erscheinende

Leisten, die sogenannten Radialsepten aus sich hervortreten. Diesen mehr oder weniger stark hervorspringenden Radialsepten, in denen uns in geradezu klassischer Weise das Prinzip der Oberflächenvergrößerung entgegentritt, liegt eine mächtige Lage longitudinaler Muskelfasern auf, bestehend aus kräftig entwickelten Muskelbändern, denen der Stamm seine außerordentliche Kontraktilität zu verdanken hat. An der Innenseite der Stützlamelle kann man eine Schicht von sehr feiner Ringmuskulatur beobachten, deren Fasern als Antagonisten der Longitudinalfasern dem kontrahierten Organe seine ursprüngliche Lage wiederzugeben imstande sind.

Als größte Eigentümlichkeit der Stammesstruktur der Siphonophoren beschreibt Korotneff (1884), der die histologischen Verhältnisse dieser Organismen eingehend untersucht hat, Zell-elemente zwischen den äußeren Enden der Muskelsepten, dicht unter dem äußeren Epithel. Es sind dies Zellen von eigentümlich konischer Form, deren zentripetale außerordentlich lange Ausläufer oft bis zur Stützlamelle zu verfolgen sind. Diese an Zahl nicht konstanten Ausläufer glaubt Korotneff nicht als Fibrillen im Sinne von echten Muskelfibrillen werten zu können. Da er zudem ihre innige Beziehung zu den Längsmuskelfibrillen — jede endet unmittelbar an einer Fibrille — nachweisen konnte, so hält er sie der Art ihrer Entstehung nach für metamorphosierte Epithelmuskelzellen und erklärt sie des näheren für Neuromuskelzellen.

Was die Entwicklung dieser Zellgebilde anbetrifft, so hat genannter Forscher an Zupfpräparaten und Querschnitten von ganz jungen Halistemma die Beobachtung gemacht, daß die Muskel-fasern hier schon bedeutend entwickelt und mit einer einzigen Schicht Zellen bedeckt waren. Und zwar sind dies echte Epithelmuskelzellen, denen die mächtigen Muskelfibrillenzüge ihren Ursprung verdanken. An den Epithelmuskelzellen ist indessen schon auf diesen Stadien ein Dimorphismus zu verzeichnen, insoffern als die direkt über den Muskelsepten liegenden sich hinsichtlich ihres Baues um ein bedeutendes von den auf die Zwischenräume fallenden unterscheiden. Die ersten sind nämlich glatt und mit verlängerten Kernen versehen, wogegen die letzteren, trotz ihrer ebenfalls oberflächlichen Lage, zentripetalwärts verlängert sind,

einen bedeutend größeren Kern besitzen und zu den Muskelfibrillen Ausläufer abgeben, die allerdings noch keine große Bedeutung erlangt haben. Korotneff hält es für unzweifelhaft, daß diese zweiten Zellgebilde ihre Entstehung den benachbarten gewöhnlichen Epithelmuskelzellen verdanken. Im Laufe der Entwicklung sollen diese in der Entstehung begriffenen konischen Zellen ihre oberflächliche Lage verlieren, in die Tiefe sinken und von den benachbarten Epithelzellen gänzlich überwuchert werden.

Durch diese Schilderung Korotneffs an Halistemma angeregt, habe ich den Stamm von Hippopodius auf Querschnitten sehr eingehend untersucht, jedoch nur zum Teil ähnliche Verhältnisse konstatieren können. Im Gegensatz zu den Beobachtungen Korotneffs an Halistemma habe ich die Zellen des Stammektodermis, deren Kerne sich durch außerordentliche Größe auszeichnen, bei Hippopodius in einschichtiger Lage vorgefunden. Und zwar liegt jede Zelle, soweit ich das an meinen Präparaten, bei denen das Ektoderm sich vielfach abgelöst hatte, feststellen konnte, direkt oberhalb eines Muskelseptums. Das Zellplasma teilte sich in zwei Portionen, die je ein Muskelseptum von zwei Seiten umfaßten. Hier löste sich seine Masse regelmäßig in eine Anzahl Fibrillen auf, von denen die einzelnen an die Muskelstränge des Septums herantraten. Es liegt demnach der Fall hier so, daß eine Zelle mit ihren Fibrillen ein Muskelseptum versorgt.

Als ich die Fibrillen zum ersten Male beobachtete, hielt ich sie, noch unter dem Eindruck von Korotneffs Ausführungen stehend, für nervöse Elemente. Aus dem Umstand, daß die Fibrillen in direkter Beziehung zu den Muskelbündeln standen, schien mir dies mit Evidenz hervorzugehen. Durch folgende Überlegung, die ich seinerzeit anzustellen unterlassen hatte, wurde ich eines anderen belehrt. Korotneff unterscheidet, wie wir gesehen haben, am Stammektoderm von Halistemma zwei Schichten, die zwar einer einzigen Lage ihre Entstehung verdanken, sich aber im Laufe der Entwicklung differenziert haben. Die Elemente der oberflächlichen Schicht haben ihren Charakter als Muskelzellen beibehalten, jene ist somit als Matrix der Muskelbündel anzusehen, während die in die Tiefe verlagerten Zellen sich zu Nervenzellen entwickelt, demnach ihre Bedeutung für jene verloren haben.

Bei Hippopodius liegen nun aber die Verhältnisse wesentlich anders. Die Zellen des Stammesektoderms hatten sich hier nicht differenziert. Infolgedessen entstand für mich die Frage, sind die betreffenden Gebilde Myo- oder Neuroepithelzellen? Sollten die erwähnten Fibrillen lediglich nervöser Natur sein, so könnten ihre Zellen nicht Urheber der Muskelfibrillen sein, mithin wären diese von anderen abzuleiten. Da es mir nicht gelang, irgendwelche Zellreste in den Muskelsepten nachzuweisen, so blieb mir nichts anderes übrig, als auf die nervöse Natur der Fibrillen zu verzichten und ihre Zellen zu bloßen Muskelzellen zu degradieren.

Sohatte ich nun zwar einen früheren Irrtum beseitigt, war dadurch aber noch keineswegs zu positiven Ergebnissen gekommen. Glaubte ich die Auffassung der epithelialen Zellgebiude durch den Hinweis auf den gänzlichen Mangel irgendwelcher sonstigen Muskelzellen sichergestellt zu haben, so war damit noch nicht die Frage nach dem Formenwert der Zellfibrillen und nach der Entstehungsweise der Muskelzüge beantwortet. Nach weiteren eingehenden Untersuchungen glaube ich nun die richtige Erklärung gefunden zu haben.

Zur besseren Darlegung meiner Befunde sei es mir gestattet, ein wenig weiter auszuholen. Die einfachsten Epithelmuskelzellen überhaupt haben wir in der Form, wie sie die schematische Fig. 1 darstellt. Die Zelle nimmt an ihrer Basis kontraktile Beschaffenheit an und scheidet zarte Fibrillen aus, die sich dicht aneinanderlegen und so eine einschichtige muskulöse Lage bilden. Macht sich nun das Bedürfnis nach Vermehrung der kontraktilen Substanz bemerkbar, so tritt fast allgemein das Prinzip der Oberflächenvergrößerung in Kraft. Es kommt zu einer Faltung der Muskelfibrillen in der Form, daß sich diese zentripetalwärts vorbuchen (s. Fig. 2). Derartige Formen finden sich z. B. bei Ascaris. Eine ähnliche Oberflächenvergrößerung scheint mir nun auch bei den Muskelfibrillen des Stammesektoderms von Hippopodius vor sich gegangen zu sein, allerdings mit der Modifikation, daß sie sich nicht in der oben beschriebenen Weise nach außen vorbuchen, sondern nach innen einfalten. So kommt ein Bild zustande, wie ich es schematisiert in Figg. 3 u. 4 dargestellt habe. Nehmen wir nun noch hinzu, daß im Verlaufe fortschreitenden Wachstums das Zellplasma im Anschluß an die Muskelfibrillenbündel in einzelne

Fäden zerfällt, und zwischen den letzteren gallertige Substanz (Ausläufer der Stützlamelle) ausgeschieden wird, so kommt es in etwa zu Gebilden, wie wir sie bei Hippopodius vor uns haben. — Um es noch einmal kurz zu wiederholen: Je eine Ektodermzelle und das von ihr eingeschlossene Muskelseptum bilden eine Einheit, in der erstere den Nährkörper, letzteres das Ausscheidungsprodukt darstellt. Die von mir anfangs für nervöse Leitungsbahnen gehaltenen Elemente sind die letzten Verbindungsbrücken plasmatischer Substanz. Querschnitte durch einen jungen Stamm würden diese Verhältnisse mit viel größerer Deutlichkeit zutage treten lassen. Leider hat es mir die Ungunst der Jahreszeit nicht gestattet, geeignetes Material zu beschaffen. Infolgedessen halte ich meine Untersuchungen noch keineswegs für abgeschlossen und werde bei Gelegenheit auf den hier erörterten Gegenstand zurückkommen.

Was nun das Vorhandensein von nervösen Elementen anbetrifft so habe ich solche, wie wir später sehen werden, im Ektoderm der Magenschläuche tatsächlich nachweisen können. Obwohl mir das Gleiche nun bei dem Ektoderm des Stammes bis jetzt noch nicht gelungen ist, so bin ich nichtsdestoweniger doch von ihrem Vorhandensein überzeugt, und zwar schon allein aus dem Grunde, weil wir es im Stamm von Hippopodius mit einem äußerst kontraktilen Gebilde zu tun haben.

Das Nektosom.

Der Stamm des Nektosoms hat dieselbe Organisation wie der des Siphosoms. Er stellt ein Rohr dar mit festen muskulösen Wandungen, das in regelmäßigen Abständen die Träger der Schwimmglocken aus sich hervorheben läßt. Diese sich abzweigenden Seitenäste stehen, was ihren Ursprung anbetrifft, alle genau untereinander, nehmen aber nichtsdestoweniger in Übereinstimmung mit dem Verhalten der Schwimmglocken eine nach rechts und links alternierende Lage ein. Auf die Spiraldrehung des Nektosoms ist schon oben hingewiesen worden. Die als Glockenträger fungierenden Seitenäste treten an die Schwimmglocken ungefähr in der Mitte von deren innerer Fläche heran und gabeln sich in einen vorderen und hinteren Ast, von denen der erstere die ursprüngliche Richtung beibehält und in der Medianlinie der Innenfläche nahezu

bis zum vorderen Rande der Glocke verläuft, wo er blind geschlossen endigt. Er erweitert sich hier zu einem kleinen Bläschen, dem Ölbehälter, der als hydrostatischer Apparat anzusprechen ist. Der hintere Ast des Glockenträgers ist bei Hippopodius äußerst rudimentär und daher leicht zu übersehen. Aus der nach außen gewandten Seite dieses Astes nimmt das Stielgefäß des Schwimm-sackes seinen Ursprung, das in ziemlich senkrechtem Verlaufe zu diesem hinabsteigt. Aus diesem Stielgefäß entspringen wieder vier Radialgefäße, die allerdings infolge des eigenartigen Baues der Schwimmglocke von einer außergewöhnlichen Bildung sind. Kölliker kennt nur zwei Radialgefäße, ein vorderes und ein hinteres, die in ein gemeinsames Ringgefäß führen. Indessen schon Leuckart macht auf die Existenz von zwei weiteren Radialgefäßen aufmerksam. Diese, deren Vorhandensein Kölliker völlig entgangen ist, verlaufen eine Strecke weit mit dem vorderen Radialgefäß, um dann nach rechts und links abzuzweigen. Der Verlauf des hinteren Gefäßes ist insofern bemerkenswert, als es sich zu einem ziemlich ansehnlichen flachen Sinus erweitert, der ungefähr die Gestalt eines Kartenherzens besitzt und sich fast bis an das Ringgefäß (Leuckart schreibt wohl fälschlich Radialgefäß) erstreckt.

Betrachten wir einmal einen Teil dieses Kanalsystems auf Querschnitten, z. B. den genannten aufsteigenden Ast des Glockenträgers. Wie schon erwähnt blind geschlossen endigend, erweitert er sich nach abwärts zunächst zu einem geräumigen Bläschen, dem bekannten Ölbehälter, das im Querschnitt eine etwas ovale Form aufweist und auf besonders frühen Entwicklungsstadien, wie ich in Fig. 6 eines wiedergegeben habe, ein ziemlich langgestrecktes Gebilde darstellt. Allmählich verengert sich der Hohlraum, nimmt auf dem Schnitt kreisförmige Gestalt an und wird zu dem eigentlichen Kanal, dessen Lumen sich bis zu seiner Einmündung in den Stammkanal gleich bleibt (Fig. 8).

Die Wandungen dieses Kanals werden von großen, langgestreckten, äußerst saftreichen Zellen gebildet, deren Kerne sich, wie das überhaupt bei unserem Organismus die Regel ist, durch außerordentliche Größe auszeichnen. Als besonders bemerkenswert möchte ich erwähnen, daß jede dieser Zellen zum wenigsten zwei, häufig auch drei und mehr Kerne aufzuweisen hat. Und zwar

scheinen mir diese Kerne auf frühen Stadien eine mehr langgestreckte Form zu besitzen und von weniger kompakter Natur zu sein, während sie auf etwas späteren Stadien äußerst feste und mehr oder weniger kugelige Brocken darstellen. (s. Chunn, Sitz.-Ber. K. preuß. Acad. d. Wiss. Berlin, 31. Jahrg. 1886.)

Auf diese letzte interessante Beobachtung, die bei diesen Kernen übrigens noch wenig deutlich in Erscheinung tritt, werde ich noch im Laufe meiner Darlegungen zu sprechen kommen und an der Hand besonders charakteristischer Kerngebilde den Entwicklungs-gang dieser für unseren Organismus jedenfalls sehr wichtigen Zell-elemente zu schildern versuchen.

Zuvor möchte ich indessen auf eigenartige Strukturverhält-nisse der eben besprochenen Kerne hinweisen. Sie besitzen nämlich in ihrem Innern eine größere Anzahl verschieden gestalteter stark tingierbarer Gebilde, die sämtlich von einem hellen Hof umgeben sind. Bald machen sie den Eindruck kleiner runder Körperchen, bald erscheinen sie fadenartig ausgezogen, nicht selten sogar hufeisen- oder schlingenförmig gekrümmmt. Allem Anschein nach handelt es sich hier überhaupt nicht um einzelne voneinander getrennte Gebilde, vielmehr glaube ich mit Bestimmtheit annehmen zu dürfen, daß alle auf den einzelnen Schnitten zusammenhanglos erscheinenden Stücke miteinander in Verbindung stehen. Wahrscheinlich haben wir in ihnen Chromatinfäden zu sehen, die in kontinuierlichem Zusammenhange die einzelnen Kerne durchsetzen. Besonders auf-fallend bleiben dabei jedenfalls die hellen Höfe, die, wie unter No. 8 abgebildete Figur zeigt, jedes der erwähnten Gebilde einschließen. Vielleicht handelt es sich um Ausscheidungen von Kernsaft, die auf eine mir unbekannte Weise hervorgerufen werden und mit den Fäden zweifelsohne in engem Zusammenhange stehen, wenn wir es nicht überhaupt mit Kunstprodukten zu tun haben, die ihre Entstehung Schrumpfungsvorgängen verdanken.

Ich komme nunmehr zu der Beschreibung besonders charakte-ristischer Zellgebilde. Es handelt sich um die Zellen der platten-artigen, verdickten, dem Stämme zugewandten entodermalen Wan-dung des Schwimmsackes. Wie in den Wandungen des Kanal-systems treffen wir auch hier äußerst umfangreiche und saftige Zellen an. Ich habe in Fig. 9 drei solcher Zellen abgebildet. Das Plasma hat sich, offenbar infolge reichlichen Wachstums, in einzelne

Stränge ausgezogen. Die hierdurch entstandenen Gebilde stellen teilweise Ornamente von außerordentlicher Schönheit dar.

Betrachten wir nun die Zellen vom entwicklungsgeschichtlichen Standpunkte aus, so machen wir die Beobachtung, daß sowohl das Plasma wie auch die Kerne einen eigenartigen Umwandlungsprozeß durchmachen. Namentlich die letzteren habe ich zum Gegenstand eingehender Untersuchungen gemacht und bin dabei zu folgenden Schlüssen gekommen.

Was das Plasma anbetrifft, so hat es zunächst einen ziemlich gleichförmig körnigen Charakter und wächst erst allmählich zu jenen schönen strangförmigen Gebilden aus, die wir an Fig. 9 gesehen haben. Weit merkwürdiger ist, wie schon angedeutet, die Entwicklung der Kerne. An einer ziemlich jungen Schwimmglocke, bei der die erwähnte Zellplatte gerade zur Ausbildung gelangt war, beobachtete ich Zellen mit Kernen, wie sie uns Fig. 10 darstellt. Es waren äußerst voluminöse Kerngebilde, die zu der Größe der Zellen in keinem rechten Verhältnis standen. Was ihre Dichte anbetrifft, so schienen mir die Kerne eine noch verhältnismäßig lockere Masse darzustellen. An einigen dieser Kerne schien mir indessen schon eine Umwandlung vorgegangen zu sein, insofern sie Bilder boten, wie sie uns Fig. 11 zur Anschauung bringt. Die Kerne schienen — bei einigen konnte ich das sehr schön feststellen — in mehrere Stücke zu zerfallen, wobei sich gleichzeitig eine Zusammenziehung und Verdichtung der Kernsubstanz bemerkbar machte.

Ich untersuchte nun die Zellplatte der nächst älteren Glocke und fand hier sämtliche Kerne ohne Ausnahme in zwei, drei, vier und mehrere Teilstücke zerklüftet. Im einzelnen stellten diese Kernballen äußerst kompakte Gebilde dar, an denen nichts mehr an die ehemalige lockere Natur erinnerte. An den Zellplatten noch älterer Glocken konnte ich Kerne mit sechs und mehr Teilballen beobachten, von denen schon einige sich von der Masse der übrigen losgelöst hatten (vergl. Fig. 12). Eingebettet waren die Kerne in dem Gewirr der erwähnten Plasmastränge.

Im ganzen betrachtet haben wir es demnach mit einem Verdichtungs- und Zerklüftungsprozeß ursprünglich einheitlicher und relativ loser Kerngebilde zu tun. Als besonders bemerkenswert möchte ich hervorheben, daß es sich um einen wirklichen Kern-

Zerfall handelt, und daß die einzelnen Teilstücke nicht durch Brücken verbunden bleiben.

Hinsichtlich ihrer Grundsubstanz stellt die Schwimmglocke von Hippopodius eine strukturlose gallertige Masse dar. Allerdings finden wir sie auf Schnitten von zahlreichen Adern, nach Art der Blattnervatur, durchzogen, in denen wir indessen zweifellos künstliche, vermutlich durch die Konservierung hervorgerufene Falungen der zarten Glockensubstanz zu sehen haben. Das Epithel dieser durchsichtigen, glasartigen Gebilde habe ich an meinen sämtlichen Präparaten als eine überaus feine, körnige, in Abständen von Kernen durchsetzte Membran wahrnehmen können, die sich zudem noch größtenteils losgelöst hatte.

Was nun die Entwicklungsgeschichte der Schwimmglocken anbetrifft, so stellt sich ihre erste Anlage als eine ektodermale Ausstülpung des Stammes dar, wenn man am Vorderende der Kolonie, wo noch durchaus embryonale Verhältnisse herrschen, überhaupt von einem Stamme reden kann. In Wirklichkeit stehen die Glocken hier so dicht, daß ihre Lumina in direkter Kommunikation miteinander stehen. Beide Lamellen bestehen aus hohen und schmalen Zylinderzellen (Fig. 13).

Nachdem die Ausstülpung, die sich allmählich blasenförmig erweitert und in primäre Glockenhöhle und Stiel differenziert, eine gewisse Größe erreicht hat, stülpen sich beide Zelllagen am distalen Pole ein, während sich — wahrscheinlich aus mechanischen Gründen — die Zellen von der Stelle der Einstülpung aus proximalwärts abplatten und eine mehr kubische Gestalt annehmen. So entsteht ein linsenförmiger Hohlraum, die Anlage der sekundären Glockenhöhle. Auf diesen Stadien finden sich somit vier Schichten, zwei ektodermale und zwei entodermale, von denen die letzteren zwischen den ersten liegen (Fig. 14).

Die sekundäre Glockenhöhle beginnt nunmehr durch intensive Zellvermehrung sich rasch zu vergrößern und verdrängt nach und nach die primäre vom Entoderm ausgekleidete Höhle bis auf einen schmalen Spalt. Schließlich schwindet auch dieser, die beiden Platten des Entoderms legen sich aneinander und scheinen zu verschmelzen.

Ein Verschmelzungsprozeß wäre an sich durchaus nicht unmöglich, da beide Zelllagen durch keine Stützlamelle getrennt sind.

In diesem Falle müßten — vielleicht durch mechanischen Druck — die Zellen beider Lamellen ineinander geschoben werden. Übrigens komme ich im Laufe meiner Darlegungen noch darauf zu sprechen. Tatsache ist jedenfalls, daß auf den Schnitten etwas vorgesetzter Stadien nur eine Entodermlamelle sichtbar ist.

Dem Gesagten zufolge kommt es zur Bildung der definitiven Glockenhöhle, die sich von dem zuletzt geschilderten Stadium dadurch unterscheidet, daß sie, wie gesagt, von nur drei Schichten begrenzt wird: Zu innerst von dem später als subumbrellar bezeichneten inneren Ektoderm, zu zweit von dem durch, sagen wir einstweilen, Verschmelzung seiner beiden Blätter entstandenen Entoderm und zu äußerst von dem ursprünglichen, später als exumbrellar bezeichneten, Ektoderm.

Im fernerem Verlaufe der Entwicklung oder vielleicht besser gleichzeitig mit den geschilderten Vorgängen kommt es in einiger Entfernung von der Kommunikationsstelle zwischen Blase und Stiel zu einer beiderseitigen Faltenbildung des äußeren Ektoderms. Diese Ektodermduplikatur wächst hernach zu den ziemlich mächtigen „bogenförmigen oder flügelartigen“ Fortsätzen aus, die wir oben bei Beschreibung der fertigen Glocke kennen gelernt haben, und die durch ihr gesetzmäßiges Ineinandergreifen zur Bildung des geschlossenen Schwimmkegels führen.

Zu derselben Zeit beginnt zwischen dem äußeren Ektoderm und dem Entoderm die Ausscheidung einer gallertigen Masse, der späteren Glockengrundsubstanz, die bald an Umfang zunimmt und das angrenzende Ektoderm zu einem äußerst zarten Plattenepithel umwandelt. Das subumbrellare Ektoderm — wir wollen uns von jetzt ab der Bezeichnungen exumbrellar und subumbrellar bedienen — erleidet ebenfalls eine Abplattung, desgleichen das Entoderm, von dem allerdings der dem Stamm zugewandte Teil seine ursprüngliche Mächtigkeit beibehält.

Die im fortschreitenden Wachstum sich bildende Gestalt der Schwimmglocke wird durch die „ungleichmäßige aber symmetrische Wucherung“ des Ektoderms veranlaßt. Da während dieser Wachstumsvorgänge in besonders reichlichem Maße Glockengrundsubstanz ausgeschieden wird, und in erster Linie das Ektoderm von einer Abplattung betroffen wird, so dürfte man wohl nicht fehl gehen, wenn man annimmt, daß letzteres vornehmlich die Absonderung der

Gallerte besorgt, somit als Matrix derselben aufzufassen ist. Damit soll natürlich keineswegs gesagt sein, daß nicht auch das Ektoderm an diesem Ausscheidungsprozesse beteiligt ist. Für die früheste Periode der Mantelbildung scheint mir dies hinsichtlich der dem Entoderm zunächst liegenden Gallertschicht sogar sehr wahrscheinlich zu sein.

Unsere nächste Frage gilt der Entstehung der Radiärgefäße. Wenn ich etwas weiter oben bei der Schilderung des Entwicklungsvorganges der definitiven Glockenhöhle gesagt habe, beide Blätter des Ektoderms verwachsen in irgendeiner Form zu einer einzigen Lamelle (Cathamalplatte), so ist das genau genommen nicht ganz richtig. Eine Umbildung zu einer Zellenlage findet allerdings zum großen Teile statt, doch bleiben gewisse Partien von ihr unberührt. Eben diese bilden sich zu den Radiärgefäßen aus.

Wenn wir demnach eine genaue Schilderung der betreffenden Vorgänge geben wollen, so müssen wir uns die sich entwickelnde Knospe auf dem Stadium vergegenwärtigen, wo die primäre Glockenhöhle infolge der ekto- und entodermalen Einstülpung des Glockenkernes becherförmige Gestalt annimmt. Dieser „spaltförmige Gastralraum“, der sich von vornherein weit nach dem distalen Pole zu erstreckt, bildet die zunächst noch einheitliche Anlage der nachmaligen Radiärgefäße (Fig. 15 und 16).

Ältere Autoren hielten die Anlagen der Radiärgefäße für Ausstülpungen des zunächst kreisförmigen Randes des Hohlbeckers, mithin für sekundäre Bildungen. Erst Claus (Arbeiten d. zool. Inst. Wien 1878) machte auf die wahren Verhältnisse in seiner Untersuchung über „Halistema tergestinum“ aufmerksam. Fast gleichzeitig stellten die Brüder Hertwig für die Medusen fest, daß Ringkanal und Radiärkanäle die offengebliebenen Reste der primären Glockenhöhle darstellten, während die zwischen ersteren gelegene „Gefäßplatte“ die verödeten Teile repräsentierte und durch „Verklebung und Verwachsung des aboralen und oralen Entoderms“ entstanden sei.

Über den weiteren Verlauf der Entwicklung der Radiärgefäße gehen die Ansichten der Forscher — es kommen hier in erster Linie Claus und Korotneff in Betracht — auseinander. Zweifellos kommt es an vier Stellen in den Wandungen des Glockenkernes (den Interradien) zu stärkeren Wucherungen, wodurch der

peripherische Hohlraum in vier Kanäle zerlegt wird, die zunächst noch durch enge Spalten miteinander kommunizieren, durch Obliterierung der letzteren als Radiärgefäße dicht nebeneinander zu liegen kommen und erst bei fortschreitender Zellvermehrung auseinanderrücken. Zerlegt man Knospen auf den betreffenden Stadien in Längsschnitte, so bekommt man Bilder, wie ich sie in Figg. 15 und 16 wiedergegeben habe. Auf der ersten der beiden Zeichnungen sehen wir rechts die Anlage eines Kanals, links ein Interradium angeschnitten. Auf der zweiten Zeichnung liegen die Verhältnisse umgekehrt, links erscheint der Anschnitt eines Kanales, rechts der eines Interradiums.

Was nun die Entstehung der einheitlichen Gefäßplatte anbetrifft, so faßt sie Claus als ein aus beiden Entodermlamellen hervorgegangenes Gebilde auf, indem er ihr Zustandekommen auf mechanisches Zusammenpressen zurückführt. Ihm gegenüber leitet Korotneff, dem dies von vornherein unwahrscheinlich zu sein scheint (Zur Histologie der Siphonophoren), die Gefäßplatte ausschließlich vom inneren Entoderm ab. Nach ihm ist der Hergang folgender. Auf dem erwähnten vierblättrigen Stadium der Knospe zerfällt das äußere Blatt des Entoderms in vier Abteilungen, zwischen welche sich „eckige Zellen“ des inneren Entoderms hineinschieben. Auf diese Weise entsteht im Innern der Knospe eine viereckige Figur, deren Ecken aus je zwei Zellen von größerer Dimension gebildet werden. Diese acht Zellen sind nach Korotneff als Ausgangspunkt der Bildung der Gefäßplatte zu betrachten. Da sie sich im Laufe der Entwicklung in radialer Richtung vermehren, so rücken die Radiärkanäle mehr und mehr auseinander. Bei zunehmender Größe der Glocke verdünnt sich die interradiäre Zellschicht, bis sie zu dem bereits beschriebenen zarten Plattenepithel wird.

Etwas anders verhält es sich nach Claus — und Korotneff bestätigt seine Auffassung — mit der Anlage des Ringgefäßes. Da er ihr Vorhandensein erst auf relativ späten Stadien nachzuweisen vermochte, so kommt er zu dem zweifellos richtigen Schluß, daß sich das Ringgefäß im Gegensatz zu dem von vornherein angelegten Radiärgefäßen überhaupt nicht von Anfang an als Grenzteil des Hohlraumes am Rande des Entodermbechers entwickelt, vielmehr als eine durch nachträgliches Wiederauseinander-

weichen der Gefäßplatte, in welche zirkuläre Fortsätze der Radiärkanäle hineinwachsen, bedingte sekundäre Bildung aufzufassen ist.

Dem Dargelegten zufolge haben wir es, um es noch einmal kurz zusammenzufassen, in den Radiärkanälen mit Resten der primären Glockenhöhle zu tun, während der Ringkanal durch Neubildung entstanden ist. Demnach ist das Kanalsystem von den beiden Entodermlamellen, die Gefäßplatte nach Claus ebenfalls von diesen, nach Korotneff dagegen ausschließlich vom inneren Entoderm abzuleiten. Nach Korotneff kann man sich die Sache auch in der Weise vorstellen, daß „von den zwei aneinander gekehrten Entodermlamellen nur die eine innere wächst, die äußere aber stehen bleibt und wegen der Ausdehnung der ganzen Bildung in vier Streifen zerfällt, welche, der inneren Entodermlamelle anwachsend, die äußeren Wandungen der vier Radikanäle bilden.“

Was nun die beiden Ansichten hinsichtlich des Ursprungs und der Entstehungsweise der Gefäßplatte anbetrifft, so halte ich, wie schon gesagt, die von Claus vertretene durchaus nicht für unmöglich. Indessen läßt mich der Umstand, daß ich auf keinem meiner Schnitte einen Verwachsungsprozeß der entodermalen Schichten, mithin eine Übergangsform zwischen dem vierblättrigen und dem dreiblättrigen Stadium der sich entwickelnden Schwimmglocke beobachten konnte, der Auffassung Korotneffs zuneigen.

Leider ist es mir trotz vieler Mühe nicht gelungen, Querschnitte durch die in Frage kommenden Stadien zu bekommen. Da mich die geringe Größe meiner Objekte daran hinderte, die jungen Anlagen mit Hilfe von Nadeln herauszupräparieren und einzeln zu behandeln, so war ich auf Längsschnitte durch die ganze Kolonie angewiesen. Da hier wieder alles dem Zufall überlassen bleiben mußte, so war meine Arbeit von vornherein ziemlich aussichtslos. Jedoch glaube ich aus dem oben genannten Grunde, dem gänzlichen Mangel von Übergangsbildungen, die Ansicht Korotneffs auch für Hippopodium in Anspruch nehmen zu dürfen, wobei ich der Hoffnung Ausdruck gebe, daß mich, wenn mir weiteres Material zur Verfügung steht, ein günstiger Zufall noch in den Besitz von instruktiven Querschnitten bringen möge.

Die von Claus für Galistemma beschriebene Entstehungsweise des Ringgefäßes kann ich für Hippopodium bestätigen. Auf

keinem der jüngeren Entwicklungsstadien, an denen der übrige Teil des Kanalsystems schon seine völlige Ausbildung erlangt hatte, habe ich ein Gefäßlumen beobachten können. Das Einzige, was auf eine nachmalige Entstehung hindeutete, war das Vorhandensein einer wulstartigen Verdickung der entodermalen Zellenmasse am Rande der Subumbrella. Durch Auseinanderweichen der Elemente dieser Zellanhäufung, das von den freien Enden der Radiärkanäle seinen Ursprung nimmt, geht auf relativ vorgerückten Stadien der Ringkanal hervor.

Eine für den Organismus der Siphonophoren äußerst wichtige Einrichtung ist das Velum, eine am Rande des Glockenmundes angebrachte Hautduplikatur, deren Zweck, auf den schon Leuckart in seinen „zoologischen Untersuchungen“ hingewiesen hat, nicht zweifelhaft sein dürfte. Nach ihm ist die Bedeutung dieser Einrichtung eine rein mechanische und erschöpft sich darin „den Wasserstrom, der bei der Kontraktion des Schwimmsackes aus der Öffnung hervorstürzt, zusammenzuhalten und die Kraft des Rückstoßes dadurch zu verstärken“. Kontraktilität, die Kölliker behauptet hatte, wagte Leuckart dem Velum nicht zuzusprechen, glaubte vielmehr, daß deren Bewegungen rein passiver Natur seien. Im ganzen wird Leuckarts Ansicht das Richtige getroffen haben, dem letzten Punkte muß ich indessen durchaus widersprechen. Ich werde übrigens an anderer Stelle auf die Einrichtung des Velums im allgemeinen noch zu sprechen kommen und an der Hand geeigneten Materials die von Leuckart geäußerte Ansicht hinsichtlich der passiven Funktion dieses Organes zu widerlegen suchen.

Wie schon Leuckart beobachtet hat, fehlt den Schwimmglocken unserer Siphonophore ein eigentliches Velum. Nach den Angaben Schäppis wird indessen „ein solches dadurch vorgetauscht, daß die Peripherie des subumbrellaren Ektoderms und der Cathamalplatte (Entoderm) als freier Raum in die Schwimmsackhöhle hineinragt“. Demnach zeige sich hier die „auffallende Erscheinung, daß das Entoderm direkt der Außenwelt zugewendet“ sei. Ich kann diesen Angaben Schäppis vollkommen bestimmen. Wenn es dann aber weiter heißt, subumbrellares Ektoderm und Cathamalplatte (die von mir beschriebene Entodermlamelle) seien im mittleren Teile außerordentlich flach, so muß

ich dem, vorausgesetzt, daß ich Schäppi recht verstanden habe, was das Entoderm anbetrifft, durchaus widersprechen. Gerade in seiner mittleren Partie besteht dieses aus sehr saftreichen hohen Zellen. Es sind dies dieselben Zellen, von denen ich in Fig. 9 einige wiedergegeben und deren Kernaltwicklung ich eingehend beschrieben habe. Lateralwärts verdünnt sich diese entodermale Zellplatte, wie man das auf Schnitten sehr schön beobachten kann, allerdings sehr plötzlich. Das subumbrellare Ektoderm ist dagegen auch in der mittleren Partie äußerst zart. Muskulatur fehlt hier, wie Schäppi richtig bemerkte, gänzlich, so daß nicht einmal „eine Streifung als Andeutung einer solchen“ zu sehen ist. Nach der Peripherie zu und in dem als Pseudovelum frei hervorragenden Teile, wo übrigens subumbrellares Ektoderm sowohl wie Entoderm wieder etwas verdickt erscheinen, habe ich mit genanntem Autor an beiden Blättern eine relativ kräftig entwickelte Muskulatur vorgefunden. Die ektodermale quergestreifte Muskulatur verläuft nach Schäppi „ringförmig und ist besonders stark ausgebildet gegen den freien Rand des Pseudovolums, während sie gegen den Glockenscheitel hin schwächer wird und aus dem ringförmigen Verlauf bogenförmig in radiale Richtung übergeht“. Im Gegensatz hierzu soll die Muskulatur der Cathamalplatte (Entoderm) radial angeordnet sein und etwas weiter nach dem Glockenscheitel zu reichen als die ektodermale, wo sie dann in Form von kegelförmigen Bündeln endigen soll. Leider habe ich diese zuletzt geschilderten Verhältnisse an meinen Schnitten nicht gut beobachten können, habe indessen auch keine Ursache, Schäppis Angaben zu bezweifeln.

Schäppi berichtet dann weiter im Verlauf der oben zitierten Stelle, daß er zwischen den Entodermzellen „hie und da kleinere, mit kurzen Fortsätzen behaftete Zellen“ bemerkte und sie anfänglich ihrer Form halber für Ganglienzellen angesprochen habe, die sich indessen bei näherer Untersuchung als „interstitielle Zellen“, die einen Nachwuchs neuer Entodermelemente vermittelten, herausgestellt hätten. Ich habe diese Zellen auf meinen Schnitten nicht vorgefunden. Desgleichen kann ich leider die von Schäppi am Ektoderm der Exumbrella gemachte zweifellos sehr interessante Beobachtung, obwohl ich meine Schnitte daraufhin genauer untersucht habe, nicht bestätigen. Es handelt sich hier um kleine infolge

ihrer eigenartigen Form an Cnidoblasten erinnernde Zellen, die mit einem kleinen, dunkel tingierten Kern, der einer dünnen Kapsel aufsitzt, versehen sein sollen. Der Inhalt der Kapsel ist nach Schäppi kein Cnidocil, sondern „ein mucinähnliches, oft vakuolisierendes Plasma, das an zahlreichen Stellen teilweise aus der Kapsel herausgestoßen erscheint“. Schäppi hält diese Gebilde für modifizierte Cnidoblasten und vermutet, daß sie die Träger der an Hippopodius beobachteten Phosphoreszenz seien. Das Fehlen einer exumbrellaren Muskulatur wie auch eines Randwulstes, wie es das exumbrellare Ektoderm der Physophoriden auszeichnet, kann ich bestätigen, desgleichen den gänzlichen Mangel von nervösen Elementen.

Die Magenschläuche.

Wie schon Kölliker (1853) und Leuckart (1853) angegeben haben, kann man an den Magenschläuchen mehrere Abschnitte unterscheiden, die sowohl in morphologischer, wie in physiologischer Hinsicht einen verschiedenen Charakter aufweisen. Wir bezeichnen sie nach dem Vorgange von Leuckart als Basalstück, Magen und Rüssel.

Bei Hippopodius sollen sich nach genannten Forschern diese Abschnitte kaum merklich gegeneinander abgrenzen. Ich bin aber nicht in der Lage, dieser Ansicht, wenigstens ihrem ganzen Umfange nach, beizupflchten. Für den Übergang von Basalstück und Magen mag sie bis zu einem gewissen Grade zutreffend sein, da diese Teile hinsichtlich ihrer physiologischen Verhältnisse auch mir ineinander überzugehen scheinen. Was indessen die Grenzen zwischen Stiel und Basalstück sowohl wie zwischen Magen und Rüssel anlangt, so haben meine Untersuchungen zu wesentlich anderen Resultaten geführt, auf die ich jedoch an den hierfür in Frage kommenden Stellen noch zu sprechen kommen werde. Das allmähliche Übergehen von Basalstück und Magen finde ich, wie gesagt, aus dem Grunde verständlich, weil beiden Abschnitten eine wesentlich gleiche physiologische Bedeutung zukommen dürfte. Weshalb ich auch hier eine Unterscheidung zweier Abschnitte aufrecht halten möchte, wird aus meinen späteren Darlegungen ersichtlich werden.

Der zum eigentlichen Verdauungsgeschäft bestimmte Abschnitt, der Magen oder Hauptmagen, wie ihn Chunn nennt, ist von allen Teilen der voluminöseste. Man findet ihn in den verschiedensten Formzuständen, was mit seinem Vermögen, beliebig seine Gestalt zu ändern, zusammenhängt. Dasselbe gilt übrigens auch von dem Basalmagen, den ich bald lang ausgezogen, bald blasig erweitert antraf.

Einer noch größeren Formveränderung ist indessen der Rüssel fähig, der, im gewöhnlichen Zustande konisch zugespitzt, bisweilen, so beim Anhaften an Dingen der Umgebung, eine saugnapfförmige Gestalt annimmt oder sich sogar über das distale Ende des Magens zurückstülpen kann. Als bemerkenswert möchte ich erwähnen, daß ich an einem von mir untersuchten Exemplare von „Hippopodius Neapolitanus“ die Rüssel sämtlicher Magenschläuche ohne Ausnahme trompeten- oder kelchförmig erweitert antraf.

Der ganze Magenschlauch befindet sich auf einem kurzen, kräftigen Stiel.

Nach Leuckart soll die äußere Fläche der Magenschläuche mit einem zarten Flimmerkleide bedeckt sein. Leider muß ich gestehen, daß ich dies bei Hippopodius nicht habe konstatieren können. Das Nämliche gilt von den von Leuckart beschriebenen „Wimperhaaren“ der Innenfläche.

Bei einem Querschnitt durch den Rüssel eines in normalem Zustande sich befindenden Magenschlauches, wie ihn Fig. 17 darstellt, sehen wir eine Öffnung mit dicht aneinander gepreßten und infolgedessen spindelförmig ausgezogenen Zellen. Ektoderm und Entoderm gehen hier fast noch ineinander über. Bei weiteren Schnitten tritt eine deutliche Sonderung der voluminösen keulenförmigen Ektodermzellen und den eine mehr und mehr schlanken stäbchenförmige Gestalt annehmenden Entodermzellen zutage.

Nunmehr erweitert sich die zentrale Öffnung und schneidet nach mehreren Richtungen — im vorliegenden Falle waren es vier — in die Masse der Entodermzellen ein, so daß sie nunmehr ein sternförmiges Aussehen gewinnt. Auf diese Weise kommt es zur Bildung von Entodermwülsten.

Die medianwärts gelegenen Zellen dieser Wülste sind äußerst langgezogen, während die mehr lateralwärts gelegenen an Größe abnehmen und mit ihren freien Enden, an denen eine lebhafte

Sekretabsonderung wahrzunehmen ist, den Spalten zugewandt sind. Offenbar handelt es sich bei der Bildung dieser Entodermwülste um das Prinzip der Oberflächenvergrößerung, das an sezernierenden Epitheliien eine bekannte Erscheinung ist. Die Kerne der Zellen liegen basalwärts. Am distalen Ende sind äußerst kräftig entwickelte Geißeln befestigt — offenbar die von Leuckart konstatierten „Wimperhaare“ — die den Zweck haben, die aufgenommenen Nahrungspartikelchen weiter zu transportieren. Auf Längsschnitten treten namentlich die zwischen den Entodermwülsten befindlichen Geißeln deutlich in Erscheinung, da sie sich hier in großer Anzahl dicht aneinanderlegen und so bisweilen den Eindruck eines kräftigen Stranges hervorrufen.

Verfolgen wir den Verlauf der Ektodermwülste an einer Serie von Querschnitten, so können wir nicht selten die Beobachtung machen, daß sich die Spalten zeitweise gabeln, mithin eine abnormalige Vergrößerung der Resorptionsfläche bewirken. Weiter proximalwärts verstreichen die Wülste. Die Zellen nehmen hier im Gegensatz zu den fast stäbchenförmigen an der Mundöffnung mehr blasigen Charakter an und buchten sich teilweise beträchtlich in das Lumen des Schlauches vor, weshalb auch die Zellgrenzen weit weniger deutlich hervortreten. Geißeln konnte ich in diesem Teile nicht mehr wahrnehmen. Ihr gänzlicher Mangel scheint mir mit der veränderten Natur der Zellen zusammenzuhängen. In der Gegend der Mundöffnung und noch ein ziemliches Stück proximalwärts zeigten diese, wie gesagt, eine durchaus regelmäßige (stäbchenförmige) Gestalt und waren nach Art von Zylinderepithelzellen dicht nebeneinander angeordnet. Da ihnen infolgedessen im einzelnen nur eine verhältnismäßig geringe Beweglichkeit eignet, und da zudem die Nahrung nur bis in den „Magen“ befördert zu werden braucht, wo sie von den Wandungen resorbiert wird, ist hier das Vorhandensein von Geißeln physiologisch recht gut verständlich.

Dagegen ist es mir gelungen, in dem geißellosen Teile eigenartige Gebilde zu konstatieren, deren Existenz bislang allen Forschern entgangen zu sein scheint (s. Fig. 18). Auf relativ wenigen, besonders stark in das Lumen des Schlauches vorgebuchtenen Zellen fand ich kappenförmige Gebilde, deren zentral gerichtet Konvexitäten dicht mit Borsten besetzt waren. Besonders hervor-

zuheben ist der Umstand, daß es sich hier nicht um einen kontinuierlichen Wimperüberzug, sondern um lokal begrenzte Gebilde handelt.

Schon bei meiner ersten summarischen Untersuchung der Magenschläuche fielen mir dieselben auf. Da Leuckart indessen in seinen zoologischen Untersuchungen die Existenz eines Wimperüberzuges konstatiert hatte, so hielt ich die erwähnten Gebilde für abgerissene Stücke desselben und schenkte ihnen zunächst weiter keine Beachtung. Da ich mich nun aber, wie erwähnt, von der Irrigkeit der Leuckartschen Behauptung überzeugen konnte, so wandte ich besagten Gebilden mein erneutes Interesse zu.

Nach dem allgemeinen Bau zu urteilen, haben wir es mit Sinnesorganen, deren Existenz noch Leuckart in Abrede stellte, zu tun und zwar mit Sinnesorganen von nicht geringer Komplikation. Bei allen konnte ich eine median gelegene außergewöhnlich große Zelle mit schlankem Basalstück und Hals, dagegen bauchartig erweitertem, in das Lumen des Schlauches weit hineinragendem Kopfstück konstatieren. In diesem letztgenannten Teil befindet sich durchgängig ein ziemlich bedeutender Hohlraum, der einen ansehnlichen Kern enthält. Was mir besonders auffiel, war der Umstand, daß dieser Kern in nicht wenigen Fällen frei in dem Hohlraum zu liegen schien, bei anderen sich nur lose an die eine Seite der Wandung legte.

Auf dem freien Ende der Zelle befindet sich ein kappenförmiger Aufsatz, bestehend aus einer Anzahl eng nebeneinander stehender Erhebungen, die dicht mit Borsten besetzt sind. Diese eigentliche „Sinneszelle“ wird rechts und links von zwei ähnlich gebauten, jedoch etwas kleineren und der Sinneskappe entbehrenden Zellen eingerahmt. Um diese drei — auf den einzelnen Schnitten sind nur diese drei sich durch ihre Größe auszeichnenden Zellen sichtbar, möglicherweise befindet sich distal und proximal (in bezug auf den Magenschlauch) von der Sinneszelle noch je eine etwas größere Zelle — gruppiert sich dann noch eine ganze Reihe von kleineren Zellen, in denen sich ebenso wie in den großen Zellen nicht selten Vakuolen befinden. Auch in diesen scheinen die Kerne, die übrigens teilweise von nicht unbeträchtlichen Dimensionen sind, frei zu liegen.

Über die physiologische Bedeutung der „Sinneszellen“ selbst eine Hypothese aufzustellen, scheint mir ein müßiges Unterfangen

zu sein. Auf jeden Fall stehen sie mit der Nahrungsaufnahme in irgendeinem Zusammenhange. Als bemerkenswert möchte ich hervorheben, daß Neurite an den erwähnten Stellen von mir nicht nachgewiesen werden konnten. Das kappenförmige Gebilde nenne ich „Sinneskappe“, die Erhebungen „Sinneshügel“, die Haare „Sinnesborsten“.

Nun muß ich allerdings gestehen, daß ich diese „Sinnesorgane“ in der eben beschriebenen typischen Form nur auf Querschnitten eines einzigen Magenschlauches, den ich aus dem Verbande der übrigen Anhänge herauspräparierte und für sich behandelte, vorgefunden habe, Bruchstücke der Organe konnte ich indessen auch an Längs- und Schrägschnitten beobachten. Es steht somit außer Zweifel, daß alle Magenschläuche mit ihnen ausgestattet sind.

Größe und Form differiert bei den einzelnen Sinneszellen. Was die Breite der „Kappen“ anbetrifft, die im ganzen bei den verschiedenen Zellen nicht sonderlich divergiert, so dürfte nach einer Messung an einer besonders typischen Zelle das Durchschnittsmaß 50μ betragen. Eine größere Schwankung habe ich hinsichtlich der Dicke der „Kappen“ konstatieren können. Von den Kappen der 21 Sinneszellen, die von mir in dem betreffenden Magenschlauch gefunden wurden, habe ich bei 4 Exemplaren eine Dicke von 40μ , bei 6 Exemplaren eine solche von 20μ festgestellt. Die übrigen fünf habe ich auf nur je einem Schnitte beobachten können.

Daraus resultiert eine Verschiedenheit hinsichtlich der Form der „Sinneskappen“, die zum Teil eine mehr ovale, zum Teil eine mehr runde Gestalt aufweisen, was indessen in der Anordnung der einzelnen Sinneszellen nicht zum Ausdruck kommt. Was diese (die Verteilung) anbetrifft, so weist sie, bis zu einem gewissen Grade wenigstens, allerdings einige Regelmäßigkeit auf. Und zwar fand ich, mit einer einzigen Ausnahme, die Sinneszellen auf zwei Seiten des Entoderms beschränkt, dermaßen, daß auf der einen $\frac{2}{3}$, auf der anderen $\frac{1}{3}$ der Gesamtziffer standen. Des näheren scheinen sie mir, soweit ich das durch Verfolgung der Schnittserie feststellen konnte, in je drei Reihen, einer medianen und zwei lateralen, angeordnet zu sein, von denen sich hinsichtlich der Zahl der sie zusammensetzenden Sinneszellen allerdings nur die beiden medianen — sie enthalten beide vier — gleichen. Von den lateralen Reihen

der größeren Hälfte enthält die eine vier, die andere fünf Zellen, von denen der kleineren die eine zwei, die andere nur eine Zelle. Eine einzige Sinneszelle macht, wie schon erwähnt, eine Ausnahme von dieser immerhin eine gewisse Regelmäßigkeit aufweisenden Anordnung. Sie befindet sich an einer der beiden im übrigen organfreien Seiten. Erwähnt sei noch, daß die Komponenten der einzelnen Reihen in den seltensten Fällen auf gleicher Höhe stehen.

Hierzu möchte ich jedoch bemerken, daß es sich hier um einen einzelnen zufälligen Befund handelt, dem ich leider weitere an die Seite zu stellen augenblicklich nicht in der Lage bin, daß somit auch die Zahlenangabe nur von bedingtem Werte sein kann, wobei der Fall auch nicht ausgeschlossen ist, daß dieses oder jenes Organ meiner Beobachtung entgangen oder überhaupt beim Konservieren oder Schneiden zerstört worden ist. Letzteres ist sicher bei den Sinnesorganen der übrigen auf Längs- und Schrägschnitten von mir untersuchten Magenschläuchen der Fall, die ich nur, wie ich schon an anderer Stelle hervorhob, in einigen spärlichen Resten vorgefunden habe.

Neuerdings habe ich die Magenschläuche einiger direkt aus Neapel bezogener Exemplare („Hipp. Neap.“) einer eingehenden Untersuchung unterzogen und in ihnen eine auffallend große Zahl der erwähnten Sinnesorgane konstatieren können. Was mir besonders an ihnen auffiel, war die außerordentliche Größe des bereits erwähnten Hohlraumes, der hier fast die ganze Zelle ausmachte. Die Zellen selbst schienen, wenigstens was den blasig aufgetriebenen Kopfteil anbetrifft, nur aus der mit einem dünnen Plasmabelag versehenen Membran zu bestehen. Jedoch deuten die Schnitte einiger Zellen zweifelsohne darauf hin, daß es sich hier in größerem oder geringerem Maße um Kunstprodukte handelt, insofern zerrissene Überreste auf das ursprüngliche Vorhandensein reichlicher Protoplasmamassen schließen lassen. Von einem Kerne innerhalb des Hohlraumes, wie ich ihn an meinem ersten Exemplar beschrieben habe, habe ich nichts wahrnehmen können. Vielmehr schien er mir in dem wandständigen Plasma eingebettet zu sein. Möglich, daß das veränderte Bild auf Rechnung der Schnittrichtung zu setzen ist. Auch von den oben beschriebenen „Zellen“, die sich sowohl durch ihre Größe als auch durch ihre besondere Form und Lage von den gewöhnlichen Zellen unterschieden, habe

ich an diesen Exemplaren nichts wahrnehmen können. Desgleichen traten die Sinneshügel nicht deutlich in Erscheinung, wie denn überhaupt die Sinnesorgane hier bei weitem nicht so schöne und klare Bilder darboten, als ich sie an den Querschnitten meines ersten Untersuchungsobjektes beobachten konnte. Von den Sinneszellen waren teilweise nur mehr Bruchstücke vorhanden. Was mir infolgedessen um so mehr auffiel, war der Umstand, daß die „Sinnesborsten“ hier gut erhalten und außerordentlich kräftig entwickelt waren. Trotz ihrer verhältnismäßig enormen Länge und obwohl sie in äußerst feine Spitzen ausgezogen waren, boten sie den Eindruck noch größerer Starrheit als die oben beschriebenen. Auch schienen sie sich — an einigen Exemplaren trat das wenigstens deutlich zutage — durch eine noch größere Dichtigkeit auszuzeichnen, ein Umstand, auf den vielleicht zum Teil die weniger gute Sichtbarkeit der „Sinneshügel“ zurückzuführen ist.

Soviel von den „Sinnesorganen“. Möglich, daß manches in Zukunft noch eine Berichtigung erfahren wird. Immerhin schien mir das Vorhandensein von Sinnesorganen in den Magenschläuchen schon an sich eine bemerkenswerte Tatsache zu sein.

Kurz nach Abfassung meiner Arbeit las ich nun in den „Bulletins de l'académie royale des sciences, des lettres et des Beaux-arts de Belgique“ (pag. 354—363) einen Artikel von Victor Willems, der einem bei mir rege gewordenen Zweifel hinsichtlich meiner Auffassung der beschriebenen „Sinnesorgane“ neue Nahrung gab. Willems beschreibt hier neben anderen der Absorption dienenden Elementen ähnliche mit einem Borstenbüschel versehene Zellen, wie folgt: „Les cellules ciliées (Fig. 2 et 4) sont garnies de cils raides, dressés côte à côte sur la surface libre. Chut les a considérés à tort comme des cils vibratiles: ils ne se meuvent que lorsqu'ils sont portés par une cellule voisine d'une flamme vibratile, et sous l'influence du courant produit par celle-ci; ou les voit alors trembler, animés d'un mouvement vibratoire qui ne ressemble en rien à celui des cils vibratiles. On peut d'ailleurs les observer tout à fait immobiles dans la région c du palpon, ou encore, par exemple, dans la cavité gastrique des gastrozoïdes de *Liliopsis diphyses* Vogt.“

Ce sont aussi des cellules absorbantes: dans des conditions appropriées, leur zone externe présente de nombreuses vacuoles

remplies de matières provenant de la cavité du palpon. On peut assister aussi à l'introduction de ces substances: sur la figure 4, on voit un globule graisseux pénétrer dans le protoplasme cellulaire, suivi d'autres globules, insinués entre les cils écartés; la figure 2 montre des particules ténues de charbon alignées en files parallèles aux cils et rejoignant d'autres particules déjà contenues dans les vacuoles.

Quel est le mécanisme de cette absorption? Ce ne me l'explique pas. Les cils jouent-ils un rôle actif dans le phénomène, ou servent-ils seulement à retenir les corpuscules flottants et à amener la stagnation du liquide qui les baigne? C'est ce que j'ignore encore.

Was diese Ausführungen Willems anbetrifft, so deckt sich zwar die Schilderung genannter „cellules ciliées“ nicht ganz mit der von mir gegebenen Beschreibung der „Sinnesorgane“, insofern als meine „Sinneshügel“ von Willems weder in der Zeichnung noch in dem sie begleitenden Text Erwähnung finden. Auch weist der allgemeine Habitus der in Frage kommenden Organe einige Differenzen auf, die indessen nicht schwerwiegend genug sind, um eine Vergleichungsmöglichkeit auszuschließen. Vielmehr bin ich im Hinblick auf die mancherlei Vergleichungspunkte und vornehmlich in Anbetracht dessen, daß mir die Annahme von Sinnesorganen in Magenschläuchen etwas reichlich gewagt erscheint, durchaus geneigt, eine nähere Beziehung zwischen den „cellules ciliées“ Willems und den von mir beschriebenen Gebilden zur Debatte zu stellen.

Bei der Anwendung der Willemschen Auffassung für unsere Zellgebilde würde sich auch die funktionelle Bedeutung der großen Hohlräume erklären, in denen wir dann nichts weiter als Digestionsvakuolen zu sehen hätten. Da ich nun oben den mit Flagellen versehenen Zellen der distalen Zone neben ihrer motorischen Tätigkeit nur die Aufgabe der Sekretabsonderung, nicht aber zugleich auch ein Resorptionsvermögen zugeschrieben habe, so hätten wir zwei Zonen zu unterscheiden, eine sezernierende und eine resorbierende. Hippopodium hätte demnach hinsichtlich seiner assimilierenden Funktion eine Arbeitsteilung aufzuweisen, womit jedoch keineswegs gesagt sein soll, daß die Nahrungsparikelchen unter dem sezernierenden Einfluß der ersten Zone voll-

ständig resorbierbar gemacht würden, eine intrazellulare Verdauung somit in Wegfall käme.

Chun spricht in seiner Arbeit über die kanarischen Siphonophoren von den Magenschläuchen als einem beliebten Untersuchungsobjekt und geht aus diesem Grunde nicht näher auf deren Bau ein. Indessen kann ich es mir, der Vollständigkeit meiner Darstellung halber, nicht versagen, wenigstens mit einigen Worten der verschiedenen Schichten dieses Organes zu gedenken.

Leuckart lässt uns bei der Beschreibung histologischer Verhältnisse begreiflicherweise im Stich. Obwohl ihm die auffallende Kontraktilität der Magenschläuche auf das Vorhandensein von Muskelfasern hinzudeuten schien, ist es ihm nicht gelungen, ihre tatsächliche Existenz zu erweisen. Auch über die allgemeine Zusammensetzung dieser Organe und die Beschaffenheit der einzelnen Schichten sind seine Anschauungen — was übrigens bei der immerhin noch relativ mangelhaften Untersuchungstechnik damaliger Zeit nicht zu verwundern ist — äußerst lückenhaft. Nach ihm besteht die Grundmasse der Magenschläuche aus einer „ziemlich homogenen (hier und da körnigen) Substanz, in welcher der innere Hohlraum ohne besondere Wandungen eingeschlagen ist“.

Daß diese Angaben der Wirklichkeit nicht entsprechen, ist heute eine bekannte Tatsache. In derselben Weise wie beim Stamm — denn genau genommen haben wir in sämtlichen Stammesanhängen nichts weiter als Ausstülpungen dieses Organes zu sehen — haben wir auch bei den Magenschläuchen zu unterscheiden zwischen Ektoderm und Entoderm, die von der Stützlamelle getrennt sind. Letztere wird von den beiden Zellschichten durch je eine muskulöse Lage geschieden, die allerdings bei der Mächtigkeit jener nicht leicht in die Augen fallen, auf Längsschnitten indessen deutlich in Erscheinung treten. Zwischen Stützlamelle und Ektoderm finden wir eine Schicht longitudinaler Muskelfasern, einem Derivat der letzteren, zwischen Stützlamelle und Entoderm eine von diesem abgeschiedene Lage zirkulärer Muskulatur. Im Gegensatz zu dem Bau des Stammes ist zu bemerken, daß die Stützlamelle und mit ihr die Muskelschichten hier, wenn sie auch zwecks Oberflächenvergrößerung in kurzen Zwischenräumen regelmäßig gefaltet ist, doch nicht auf Querschnitten baumartig verästelt erscheint.

Da Kerne in den beiden Schichten nicht zu finden sind, so handelt es sich zweifelsohne um Epithelmuskeln. Allerdings kann man, namentlich in den longitudinalen Muskelfasern, deutlich stark lichtbrechende Körperchen wahrnehmen. Bei genügend starker Vergrößerung und namentlich bei Anwendung von Ölémersion kann man sich indessen leicht davon überzeugen, daß es sich um Teile der Muskelfibrillen selbst handelt, die im ganzen von Spindelform in ihrer Mitte eine starke Verdickung aufweisen. Die Epithelzellen beider Schichten laufen an ihrem basalen Ende spitz zu, nehmen allmählich kontraktile Natur an und gehen an eben diesen Verdickungen in die Fibrillen über. Diesen Übergang der Epithelmuskelzellen in die Muskelfibrillen kann man bei oberflächlichen Längsschnitten besonders deutlich am Ektoderm verfolgen. Bei der Muskulatur des Entoderms sind die verdickten Stellen zwar ebenfalls sichtbar, hier ist indessen der Übergang, da es sich um äußerst zarte Gebilde handelt, sehr schwer zu beobachten.

Das Ektoderm der Magenschläuche besteht aus typischen Becherzellen von teils schlankerem, teils mehr gedrungenerem Bau, die ein dickes körniges Sekret in Form kompakter Ballen absondern. Im Unterschied von dem Sekret des Entoderms, das ich, so namentlich in der Gegend der Mundöffnung, wo die Zellen besonders deutlich hervortreten, als eine gleichmäßig körnige Masse vorfand, sind die Sekretballen des Ektoderms von weniger gleichförmig granulierter Beschaffenheit. Sie enthalten vielmehr eine Anzahl größerer dunkler Körner, die von hellen Ringen umschlossen sind, und zeigen im ganzen ein erdbeerförmiges Aussehen. In Anbetracht der Tatsache, daß es sich in vorliegendem Falle um ein mit Flemmingscher Flüssigkeit konserviertes Präparat handelt, dürften wir in den dunklen Körnern wohl Fettkonkretionen zu sehen haben. Ich habe die Sekretballen auf verschiedenen Stadien des Austretens gefunden und dabei die Beobachtung gemacht, daß sie stets als eine kompakte Masse nach außen gelangen, was bei dem Sekret des Entoderms keineswegs der Fall ist. Indessen glaube ich, daß auch dieser Umstand mehr oder weniger auf die Konservierung zurückzuführen ist. Denn, wie wir später sehen werden, zeigen die Ektodermzellen anderer nicht mit Flemmingscher Flüssigkeit behandelter Präparate die Sekretballen nicht in der oben beschriebenen typischen Form.

Die Zellwandungen der Ektodermzellen erscheinen auf Querschnitten häufig als gewundene Linien. Ob ihnen eine kontraktile Fähigkeit eignet, und sie für die Hinausbeförderung der Sekretballen von Bedeutung sind, kann ich nicht entscheiden.

Was nun die Zellen selbst anbetrifft, so gewinnt man auf den ersten Blick — ich beziehe mich hier besonders auf das mit Flemmingscher Flüssigkeit behandelte Präparat, wo die Verhältnisse besonders klar liegen — leicht den Eindruck, als bestehen das Ektoderm aus zwei verschiedenen Zellarten, einer mit dunklem Sekret gefüllten und einer durchsichtig erscheinenden von mehr schlankem Aussehen. Dies ist indessen keineswegs der Fall, vielmehr haben wir es durchaus mit Zellen von ein und derselben Art zu tun, von denen die einen noch prall gefüllt sind, die anderen dagegen ihr Sekret schon ausgestoßen haben und infolge ihrer kollabierten Wandungen ein mehr gestrecktes Aussehen gewinnen. Denn daß es sich hier in der Tat um geleerte Sekretzellen handelt, dafür legen die verschiedenen Übergangsstadien, bei denen das Sekret noch nicht ganz ausgetreten ist, ein deutliches Zeugnis ab. Dieselbe Unregelmäßigkeit kann man übrigens auch bei den Entodermzellen, soweit diese deutlich zu unterscheiden sind, d. h. also in diesem Falle bei den Entodermzellen des distalen Abschnittes, beobachten. Und zwar konnte ich hier an einigen Stellen ein so auffälliges Alternieren von gefüllten und geleerten Zellen feststellen, daß ich zunächst in der Tat zu der Annahme zweier Zellarten geneigt war.

Auch am Ektoderm tritt, wenn wir Längsschnitte zur Beobachtung heranziehen, das Prinzip der Oberflächenvergrößerung in Erscheinung, insofern als sich einzelne Partien des Epithels mit ziemlicher Regelmäßigkeit vorbuchen.

Was die Größe der Sekretzellen im allgemeinen anbetrifft, so sind sie in der Gegend des Rüssels und des Hauptmagens am voluminösesten, nach dem proximalen Teile zu nehmen sie allmählich an Umfang ab, um am Stiel endlich ganz zu verschwinden.

Übrigens möchte ich bemerken, daß die Entodermzellen sowohl wie die Ektodermzellen, wie ich das an verschiedenen Präparaten beobachten konnte, keineswegs formbeständig sind, daß ihre Gestalt vielmehr von den verschiedensten Faktoren bedingt ist. In erster Linie kommt hier ohne Zweifel die Kontraktionsstufe

des Organes im Augenblick der Abtötung des Tieres in Betracht. Dann scheinen mir auch die Konservierungs- und Tinktionsmittel nicht ohne wesentlichen Einfluß auf die Gestalt der einzelnen Zellen zu sein.

Die Kerne beider Zellschichten, die meist von einem schmalen Hof umgeben sind, zeigen nach der Tinktion mit Hämatoxylin eine mehr oder weniger blaßblaue Färbung und lassen in ihrem Innern eine größere Anzahl von Chromatinkörperchen erkennen, die sich in der Regel konzentrisch um ein sich durch besondere Größe auszeichnendes Körperchen, allem Anschein nach den Nukleolus, anordnen. Dieser ist meist von rundlich ovaler Gestalt, während die ihn umgebenden Chromatinkörperchen teils eine runde, teils eine mehr gestreckte und gekrümmte Form aufweisen. Vermutlich handelt es sich bei diesen letzteren in ähnlicher Weise, wie wir das bei den Kernen des Kanalsystems der Schwimmglöckchen gesehen haben, überhaupt nicht um einzelne Stücke, sondern um ein zusammenhängendes Netzwerk, dessen eigentliches Bild auf den meisten Schnitten nicht zum Ausdruck kommt. Einzelne scheinen mir indessen, soweit ich das bei der immerhin geringen Größe der Objekte feststellen konnte, eine derartige Deutung nahe zu legen, insofern als ich an ihnen einen offensichtlichen Zusammenhang zwischen den einzelnen Stücken wahrgenommen zu haben glaube. Wir hätten es in diesem Falle mit Kernen zu tun, die von einem aus chromatischer Substanz bestehenden Netzwerk, auf dem der Nukleolus ruht, durchsetzt würden. Bemerkenswert erscheint mir der Umstand, auf den ich schon oben hingewiesen habe, daß die Kerne größtenteils von einem mehr oder weniger großen Hof umgeben sind. Möglicherweise handelt es sich um Ausscheidung von Kernflüssigkeit oder um eine vom Plasma ausgehende Vakuolenbildung. Auch an durch den Einfluß der Konservierung hervorgerufene Schrumpfungserscheinungen könnte man denken.

Unter den mir von Neapel zugegangenen Exemplaren befand sich ein einziges, das mit langen faden- oder schlauchförmigen, an den Enden verdickten Gebilden versehen war, die weit aus dem Glockenkegel herausgingen. Da sämtliches übrige mir zu Gebote stehende Untersuchungsmaterial diese nicht aufzuweisen hatte, so erregten sie mein Interesse begreiflicherweise in außerordentlichem Maße. Ich hielt sie im ersten Augenblitze für Fangarme, die den

Zweck haben mußten, die gefangene Beute den Freßpolypen zuzuführen. Da mir ein zweites Exemplar nicht zur Verfügung stand, so mußte ich darauf verzichten, mein Objekt für Lupenbeobachtung zu präparieren und beschränkte mich auf die Anfertigung einer möglichst vollkommenen Schnittserie. Eine eingehende Untersuchung belehrte mich darüber, daß ich es gar nicht mit selbständigen Organen, vielmehr mit den langausgezogenen Enden der Magenschläuche zu tun hatte. Ich unterzog sodann die Schnitte eines anderen Objektes, an dem ich die „Arme“ nicht gefunden hatte, eines näheren Studiums und konnte konstatieren, daß auch hier die Enden der Magenschläuche, wenn auch bei weitem nicht in so hohem Maße als an dem ersteren, ausgezogen waren. Um ganz sicher zu gehen, untersuchte ich nun noch ein drittes Objekt. Hier fand ich die Magenschläuche nicht ausgezogen, wohl aber ihre Enden zu einem voluminösen Sack erweitert. Und zwar wiesen die Schläuche die verschiedensten Formen auf. Waren die Mundöffnungen mancher, wie das auch an den langausgezogenen der Fall war, kaum oder gar nicht wahrzunehmen, so wiesen sie bei anderen wieder ganz gewaltige Dimensionen auf. Oft war das Vorderende eines Magenschlauches kugelig aufgeblasen, oft zeigte es nahezu tellerförmige Gestalt.

Die Präparate mit den ausgezogenen Schläuchen waren für meine Untersuchung insofern von besonderem Werte, als ich an ihnen die einzelnen Bestandteile der Muskulatur sowohl, wie auch der Zellenlagen ausgezeichnet studieren konnte. Infolge der Kontraktion der entodermalen Ringmuskulatur traten die kleinen Fortsätze der entodermalen Longitudinalmuskulatur, denen die einzelnen Zellen aufsaßen, deutlich in Erscheinung.

Sämtliche Ektodermzellen besaßen an ihrer Basis einen Kern, der ein kappenförmiges Aussehen zeigte und nach Behandlung mit Hämatoxylin eine dunkelblaue Färbung aufwies. Teilweise und ganz geleerte Zellen überzeugten mich indessen davon, daß ich mich hinsichtlich der Form der Kerne in einem Irrtum befand, insofern als nur die Kerne prall gefüllter Zellen diesen Eindruck hervorriefen, da bei ihnen der distalwärts gelegene Teil des Kernes durch Sekret verdeckt worden war (Fig. 20 b).

Auffallend war die Tatsache, daß die zentralwärts gelegenen, meistens birnförmig ausgezogenen, oft mit einem stiftchenartigen

Aufsätze versehenen Teile der Ektodermkerne sowohl wie der Entodermkerne eine tiefblaue Färbung aufwiesen, während die peripher gelegenen fast durchsichtig erschienen (Fig. 21 a, b). Der Grund für diese auffallende Erscheinung ist mir nicht klar. Vielleicht ist an Arbeitsteilung innerhalb der Kerne selbst zu denken, in der Weise, daß die chromatischen Partien nach Art der Blepharoblasten motorische Funktion besäßen, während den chromatinfreien anderweitigen Zellfunktionen zufielen. — Allerdings muß ich auf einen Umstand hinweisen, der mir bezüglich der Kerne des Entoderms eine motorische Funktion der chromatischen Partien als ziemlich ausgeschlossen erscheinen läßt. Die stiftchenförmigen Aufsätze der Kerne sind nämlich hier nicht dem basalen Teile der Zellen, mithin der Muskulatur, zugewandt, wie im Ektoderm, sondern weisen zentralwärts in das Zellinnere, sind somit sonderbarweise gleichsinnig gerichtet wie die der Ektodermkerne (Fig. 20).

Das Sekret der Ektodermzellen weist im basalen Teile der Zellen eine schaumige Struktur auf, während es im distalen Teile einen mehr homogenen kompakten Charakter annimmt.

Die Tatsache nun, daß nicht allen Muskelfortsätzen des Entoderms Zellen aufzusitzen, vielmehr Fortsätze mit Zellen mit Fortsätzen ohne diese zu alternieren schienen, führte mich, was mir bei den kontrahierten Magenschläuchen bis dahin nicht gelungen war, zur Entdeckung nervöser Elemente. Obwohl meine Schnitte, wie schon erwähnt, fast durchweg mehr oder weniger zerrissen waren, konnte ich doch an der Peripherie des Ektoderms zwischen den keulenförmig verdickten Enden der Sekretzellen Kerne wahrnehmen, deren zentralwärts gelegener Teil in gleicher Weise wie bei den übrigen Kernen birnförmig ausgezogen erschien, sich aber insofern von diesen unterschied, als die Spitze in einen überaus zarten Faden verlief, der an einem der zellenfreien Muskelfortsätze endete. Namentlich dieser letzte Umstand, der auf eine Innervation der Longitudinalmuskulatur hindeutete, überzeugte mich von dem nervösen Charakter dieser Elemente (Fig. 20).

Die nähere Untersuchung geeigneter Schnitte hat übrigens ergeben, daß es sich in Wirklichkeit nicht um einen, sondern vielmehr um zwei Fäden, in denen wir offenbar Zellwandungen zu sehen haben, handelt, zwischen denen wahrscheinlich noch ein

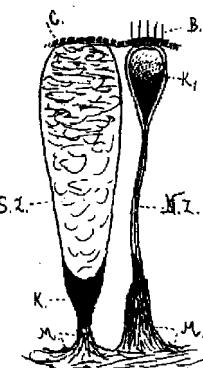
dritter als eigentliche Leitungsbahn zu suchen ist. An einer Stelle glaube ich diesen sogar bemerkt zu haben. Das ganze Gebilde stellt somit eine überaus schlanke Zelle dar, deren distaler Teil infolge der Anwesenheit des Kernes eine kugelige Verdickung erfahren hat. An ihrem basalen Ende verläuft die Zelle, wie gesagt, in einen der Muskelfortsätze, die wir zwischen den Sekretzellen angetroffen haben. Der birnförmig ausgezogene Teil des Kernes reicht ein Stück in den schlauchförmigen Teil der Zelle hinein. In

welcher Beziehung er zu der eigentlichen Leitungsbahn steht, habe ich nicht feststellen können. Was die Muskelfibrillen selbst betrifft, so handelt es sich um die nämlichen Gebilde, die ich bei den Sekretzellen beschrieben habe (s. Textfigur 7).

Bei genauer Untersuchung schienen mir der peripheren Seite einer besonders gut erhaltenen Zelle überaus feine Borsten aufzusitzen. Eingehende Bemühungen, diese Borsten auch an weiteren Zellen zu konstatieren, wurden bei einigen mit Erfolg gekrönt. Da die Schnitte indessen, wie schon bemerkt, ziemlich zerrissen waren, das Material außerdem durch die Konservierung sehr gelitten hatte, so schien mir die ursprüngliche Existenz der Borsten auch auf den anderen Zellen außer Zweifel zu stehen. Es handelt sich somit bei den vorliegenden Gebilden allem Anschein nach um Tastzellen.

Textfig. 7.
Schema einer Sekretzelle und einer Sinneszelle aus dem Ektoderm von Hippopodius.
S.Z., Sekretzelle; N.Z., Sinneszelle; K., Kern der Sekretzelle (nur der chromatische Teil des Kernes sichtbar); K.1, Kern der Sinneszelle; M., Muskulatur; B., Sinnesborsten; C., perforierte Cuticula.

Nicht unerwähnt lassen möchte ich ferner das Vorhandensein von kleinen Anhäufungen körniger Massen an den distalen Enden der Tastzellen. Manchmal schien es mir sogar, als ziehe sich eine kontinuierliche mit kleinen Körnchen besetzte zarte Cuticula um die Peripherie aller Zellen herum. Da es sich hier um äußerst minutiöse Elemente handelt, über deren wahren Charakter mich nicht einmal Untersuchungen mit Ölemersion aufzuklären vermochten, so ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß es sich hier um Perforationen einer Cuticula handelt, die sich dem beobachtenden Auge als feine Körnchen darstellen.



Da die Untersuchung der Längsmuskelfibrillen, wie schon an anderer Stelle bemerkt, den gänzlichen Mangel von Kernen oder Zellresten erwiesen hat, so erhellt daraus, daß sie ihre Entstehung besonderen Zellen zu verdanken haben. Daß hierfür nur die Ektodermzellen in Betracht kommen können, liegt auf der Hand und wurde etwas weiter oben hervorgehoben. Hier sei nur noch darauf hingewiesen, daß beide Zellarten, sowohl die Sekretzellen als auch die Tastzellen, in gleicher Weise für diesen Zweck herangezogen werden müssen. Wir hätten es also bei letzteren mit Neuromuskelzellen zu tun. Eine gründliche Untersuchung der Histogenese des Ektoderms und nicht minder eine phylogenetische Vergleichung wären hier am Platze und würden diese Verhältnisse wie auch den Differenzierungsmodus der beiden Zellarten des Ektoderms zweifellos in befriedigender Weise aufklären. Da mir indessen das geeignete Material hierfür nicht zur Verfügung steht, so muß ich mich auf einige persönliche Bemerkungen beschränken. Ich will an dieser Stelle gleich vorausschicken, daß ich den hypothetischen Charakter derselben keineswegs in Abrede stelle und mir ein abschließendes Urteil in dieser Frage noch vorbehalte.

Was die Ektodermzellen und ihre Differenzierung in zwei verschiedenen Zellarten betrifft, so bin ich der Überzeugung, daß die Zellen ursprünglich als gleichartige angelegt werden und erst im Laufe ihrer Entwicklung getrennte Wege einschlagen. Die einen bilden sich zu voluminösen Drüsenzellen aus, wobei die Kerne ihre ursprüngliche basale Lage beibehalten. Die anderen müssen sich, um als Tastzellen die Außenwelt erreichen zu können, außerordentlich in die Länge ziehen. Da die Kerne zu den Leitungsbahnen und damit auch zu den Tastborsten zweifellos in näherer Beziehung stehen, so sind sie gezwungen, ihre basale Lage aufzugeben und peripher vorzurücken. Es ist demnach der proximale Teil der Zelle, der eine Auswachsung erfährt.

Außer den peripher gelegenen Kernen der Tastzellen und den basal gelegenen der Sekretzellen fand ich häufig eine dritte Art von Kernen vor, die gewöhnlich wie letztere der Ektodermmuskulatur aufsaßen und nur ausnahmsweise peripher verschoben erschienen. Der Gestalt nach waren sie in der Regel etwas gestreckter als die der Sekretzellen. Indessen fehlte es auch nicht an Übergangsformen. Noch deutlicher als an den übrigen Kernen traten

hier die zentralwärts gerichteten stiftchenartigen Aufsätze hervor, auf die das Chromatin fast ganz beschränkt war. Da sie sich im übrigen von den Kernen der Sekretzellen kaum unterschieden und sich auch bei diesen wie bei jenen hinsichtlich der Gestalt und Länge Übergangsformen vorfanden, so bin ich zu der Ansicht gekommen, daß wir es auch hier mit Kernen von Sekretzellen zu tun haben und zwar von solchen, deren Inhalt schon entleert ist, so daß die übrige Plasmamasse nicht mehr deutlich in Erscheinung tritt. Möglicherweise — und das scheint mir am wahrscheinlichsten zu sein — ist auch die ganze Zelle bis auf den ziemlich festsitzenden Kern auf künstlichem Wege abgetrennt worden. Was die Fälle anbetrifft, in denen der Kern peripher verschoben ist — nicht selten fand ich einen Kern in der Mitte zwischen Muskulatur und Zellperipherie, einige Male sogar dicht an der Peripherie selbst —, so ist offenbar der Kern selbst von der Muskulatur losgelöst worden.

Was mich in meiner Auffassung von den genannten Kernen noch bedeutend bestärkte, ist der Umstand, daß ich bei einigen Sekretzellen, deren Inhalt erst teilweise ausgetreten war, so daß ich über ihre wahre Natur nicht in Zweifel sein konnte, in der Tat derartig ausgezogene Kerne beobachtet zu haben glaube.

Den Abschluß meiner Untersuchungen über die Magenschläuche möge ein Befund bilden, der für den Siphonophorenorganismus von hervorragender physiologischer Bedeutung ist und zugleich eine Bestätigung einer von Chunn gemachten Beobachtung enthält.

In seiner Beschreibung der Challenger-Siphonophoren erwähnt Haeckel die Existenz einer Klappe zwischen Basalmagen und Hauptmagen, die den Zweck haben soll, beide Hohlräume gegeneinander abzuschließen. Diese Beobachtung beruht nun, wie Chunn durch zahlreiche Untersuchungen festgestellt hat, auf einem Irrtum. Für Hippopodius bin ich in der Lage, dies bestätigen zu können. — Dagegen konstatiert genannter Forscher bei sämtlichen Calycophoriden und einem großen Teile des Physophoriden eine kräftig entwickelte Klappe zwischen Stiel und Basalmagen, die er nach dem Vorgange Huxleys, dem ersten Entdecker derselben, als Pylorusklappe bezeichnet. Die von mir an Hippopodius vorgenommenen Untersuchungen weisen denselben Befund auf. Und zwar liegen hier die Verhältnisse genau so wie bei Stephanocephalus. Wie dort, so liegt die Klappe auch hier in der Höhe der

Tentakelbasis und kann wohl mit einer Mondsichel verglichen werden, deren Breitseite der letzteren gegenüber liegt, während die sichelförmig auslaufenden Seitenflügel an den oberen verdickten Rand der Tentakelwurzel herantreten. An einigen Exemplaren schien es mir fast, als habe die Klappe die Gestalt eines völlig geschlossenen Ringes gehabt.

Aus der Form der Pylorusklappe und der Dicke der ihr benachbarten Muskulatur läßt sich mit ziemlicher Sicherheit auf ihre Funktion schließen. Kontraktion der entodermalen Ringmuskulatur hat einen völligen Abschluß zwischen Stiel und Basalmagen zur Folge.

Über die Bedeutung dieser Einrichtung könnte man im Zweifel sein. Der Umstand, daß der Fangfaden in den Basalmagen des Polypen mündet, legt den Gedanken nahe, es handle sich hier um eine Einrichtung zur Schwellung dieses Organes, insofern eine Kontraktion des Polypen bei geschlossenem Munde und gleichzeitig geschlossener Pylorusklappe die Flüssigkeit desselben in den Fangfaden pressen würde. So einfach und einleuchtend dieser Gedanke auch ist, so ließe sich doch vielleicht manches dagegen sagen. Möglich, daß die Klappenvorrichtung nur den Zweck hat, den verdauenden Körperteil zeitweilig vom Stamm abzuschließen.

Als bemerkenswert möchte ich hier noch die Tatsache hervorheben, daß ich die genannte Pylorusklappe auch an Magenschläuchen beobachtet habe, die sich noch auf einem sehr wenig vorgesetzten Entwicklungsstadium befanden, und an denen von der Anlage eines Fangfadens noch nichts zu bemerken war. Offenbar wird sie gleich bei Entstehung des Magenschlauches angelegt.

Zum Schluß sei noch der Ektodermbelag des Basalmagens erwähnt, der, wie bekannt, aus einem Nesselpolster gebildet wird und bei Hippopodius eine beträchtliche Dicke erreicht. Nach Chunn werden die Nesselkapseln der Polster nie entladen und zur Betäubung von Beutetieren verwandt. Selbst in den Fällen, wo ein Nesselfaden in der Kapsel angelegt wird, soll die Kapsel auf einem früheren Entwicklungsstadium stehen bleiben. Meine Beobachtungen an Hippopodius scheinen die Angaben Chuns zu bestätigen.

Möglich, daß diese Nesselpolsterzellen früher von größerer Bedeutung für den Organismus gewesen sind und dieselbe erst durch Ausbildung der Fangfäden verloren haben. Diese Annahme

gewinnt an Wahrscheinlichkeit, wenn man den Magenschlauch als ein ursprünglich selbständiges Individuum auffaßt. Demnach hätten wir in den genannten Nesselkapseln rückgebildete Organe zu sehen, zu denen im Tierreich in reichem Maße Parallelen aufzuweisen sind.

Gonophoren.

Hippopodius ist eine monöcische Siphonophorenkolonie. In seinen Untersuchungen an *Stephanophyes superba* konstatiert Chunn als erste Anlage der Geschlechtstraube eine Hervorwucherung des Stammes, die er mit dem Namen „Urknospe“ bezeichnet. Aus dem Entoderm dieser Knospe sollen die Ei- resp. Samenzellen hervorgehen. Für *Stephanophyes* hat Chunn nun nachgewiesen, daß die Urknospe, an der die definitiven Gonophoren sukzessive hervorsprossen, zeitlebens persistiert. Es soll somit die Urknospe für die weiblichen Gruppen als Ovarium, für die männlichen als Hoden fungieren. Das Ektoderm ist nach seiner Angabe dünn und einschichtig, während das Entoderm mehrschichtig ist und die Matrix für die sich entwickelnden Sexualprodukte abgibt.

Für die Calycophoriden und Physophoriden hatte schon Weismann den entodermalen Ursprung der Sexualzellen nachgewiesen. Zum ersten Male wird hier das Auftreten einer mit jugendlichen Sexualprodukten erfüllten Knospe, von der sich später die definitiven Gonophoren als Divertikel abschnüren, für die Calycophoriden konstatiert.

Ähnliche Verhältnisse beobachtete Weismann bei den Physophoriden, insofern auch bei ihnen die Bildung der Sexualprodukte derjenigen der sekundären Geschlechtsdivertikel vorauseht.

Auf einen grundlegenden Unterschied zwischen Physophoriden und *Stephanophyes superba* macht nun Chunn aufmerksam. Bei ersteren persistiert die Urknospe nicht — während dies doch bei letzteren, wie gesagt, nach Chunn's Angaben der Fall ist —, sondern geht schon in ihren Anfangsstadien in den definitiven Gonophoren auf. Nehmen wir hierzu noch den Fall, daß die Gonophoren getrennt aus dem Stamm hervorgehen, so ergeben sich drei Möglichkeiten, auf die Chunn in seiner Darstellung hinweist:

1. Jedes Gonophor knospt selbständig an der Basis eines älteren aus dem Stamm.

2. Die Gonophoren knospen an einer Urknospe, welche nicht an der Basis des Stieles der Gonophorentraube erhalten bleibt, sondern ganz in die Bildung der ersten aufgeht.
3. Die Gonophoren knospen an einer Urknospe, welche zeitlebens an dem Stiele der Gonophorentraube persistiert.

Meine Untersuchungen an *Hippopodius* versetzen mich in die Lage, für diesen Organismus die Theorie Weismanns bestätigen zu können. Und zwar wurde ich auf den Gedanken eines einheitlichen Entstehungsherdes der Sexualprodukte und der späteren Einwanderung derselben an ihren endgültigen Bestimmungsort durch die Beobachtung gebracht, daß die schon ziemlich entwickelten Eier der sich herausbildenden Gonophoren miteinander in Verbindung standen. Es war mir gleich klar, daß sie ihre Entstehung nicht dem Entoderm dieser Organe, sondern einem gemeinsamen Bildungsherde zu verdanken hatten. Bestärkt wurde ich in meiner Ansicht noch durch folgende Beobachtungen. Was die Größe der einzelnen Sexualprodukte (ich beziehe mich hier zunächst nur auf die weiblichen) anbetrifft, so war sie im großen ganzen ziemlich gleich; proximalwärts wurden die Eier vielleicht um ein geringes kleiner. In einem einzigen Divertikel, das auf meinen Schnitten zuerst auftrat, fanden sie sich noch auf einem ziemlich unentwickelten Stadium, was darauf schließen ließ, daß hier der eigentliche Bildungsherd zu suchen war.

Dieser Gedanke lag um so näher, als dieses Divertikel das größte war, und die Eier in ihm durchweg auf dem relativ unentwickelten Stadium verharrten. Indessen fanden sich hier die verschiedensten Entwicklungsstadien vor, ein Umstand, der im Verein mit dem gänzlichen Mangel dieser bei den Eiern der übrigen Divertikel wohl den sichersten Beweis eines einheitlichen Bildungsherdes für sämtliche weiblichen Sexualprodukte liefert.

Zudem habe ich aus der Anordnung dieses die Beobachtung gemacht, daß sie auf vorgeschrifteneren Stadien ihren Weg von diesem größten Divertikel zu den übrigen nahmen. Und zwar liegt der eigentliche Bildungsherd am proximalen Ende des Urdivertikels, von wo aus sich die relativ reifen Eier nach dem Ausführungsgange bewegen, um von da in die sekundären Divertikel zu gelangen. Während in diesen zudem die Eier schon mehr oder

weniger regelmäßig, nicht selten in einschichtiger Lage, angeordnet erscheinen, liegen sie in jenem größtenteils in einem Haufen zusammengeballt und nehmen erst nach dem Ausführungsgange zu und zwar, wie mir schien, längs der Wandung desselben, eine schichtenmäßige Anordnung an. Da die Sexualprodukte in reicherlicher Menge an ihrem Bildungsserde entstehen, so ist ein vorläufiges Zusammenballen die notwendige Folge.

Auch nach Richter erfolgt die Bildung der Eizellen von Hippopodius schon im basalen Teil der von Chunn als Urknospe benannten Stammesausbuchtung, die von ihm mit dem indifferenten und deshalb zutreffenderen Namen Stammknospe bezeichnet wird. Von hier aus geht die weitere Entwicklung in der von mir beschriebenen Weise vor sich. Die Eizellen rücken immer mehr nach dem distalen Teile der Knospe zu, wo sie in Divertikel derselben eintreten, um dann „sich immer weiter von der Knospe abschnürend und in einer spiralen Drehung über den Stamm erhebend in der Nähe der Ansatzstelle der Knospe den Stamm wieder zu erreichen und nun an den gleichfalls spiralig gewundenen Nährstamm herabzurücken.“

Daß die Eizellen selbst die Veranlassung zur Ausbuchtung des Ektoderms geben sollen, weist Richter, und ich kann ihm hierin nur beistimmen, als unwahrscheinlich zurück. Zweifellos wird die Ausbuchtung durch das „allgemeine, auch im Ektoderm herrschende, nach einer Richtung fortschreitende Wachstum“ bedingt sein, aus dem dann auch die spiralige Erhebung der Gonophoren über den Stamm seine Erklärung findet.

Einen sicheren Beweis dafür, daß wir es bei den geschilderten Vorgängen in der Tat mit einem allgemeinen von der Entstehung der Keimzellen unabhängigen Wachstum zu tun haben, sieht Richter in der von ihm gemachten Beobachtung, daß die Bildung der Geschlechtsdivertikel nicht zuerst erfolgt. Vielmehr zeige sich vor dem Auftreten dieser „eine von den Eiern völlig unabhängige starke Wucherung des Ekto- und Entoderms, die zu einer anfangs stets zweischichtigen Knospe mit ganz engem Lumen“ führe. Erst wenn diese Knospe, die sich im weiteren Verlaufe als die Anlage eines Magenschlauches herausstellt, eine gewisse Größe erreicht habe, beginne das Ektoderm, das sich an dieser Knospe staue, sich auszubuchen. Nach Erreichung dieses

Stadiums werde es erklärlieh, daß die unter starkem Drucke nachwachsenden Eizellen in diese Ausbuchtung einträten, womit die Gonophorenbildung ihren Anfang nähme. Während sich nun das so entstandene erste Geschlechtsdivertikel in die Länge dehne, bilde sich neben ihm an der Stammknospe eine weitere Knospe (Magenschlauch 2), desgleichen nach einer gewissen Zeit eine weitere Ausbuchtung (Gonophor 2). Im Verlaufe dieser fortschreitenden stets Neubildungen im Gefolge habenden Entwicklung von paarweis auftretenden Anlagen von Magenschlauch und Gonophor rücken die ersten dem Laufe der Stammknospe folgend in einer Spiralwindung vor, bis sie „den Stamm unterhalb ihres Entstehungsortes wieder erreicht haben, wo sie mit dem jetzt nach unten fortschreitenden Wachstum langsam am Stämme herabrücken.“

Ich habe die Angaben Richters einer genauen Nachprüfung unterzogen und habe sie, was die Anordnung von Magenschlauch und Gonophor anbelangt, bestätigt gefunden. Am deutlichsten zeigte sich mir diese Anordnung in der mittleren Partie, wo beide Organe schon eine ziemliche Größe erreicht hatten, und ihr basaler Ansatz klar in Erscheinung trat. Weit schwieriger wurde mir das Verständnis des oberen Abschnittes, wo die einzelnen Organe sehr dicht gedrängt standen und noch zu wenig entwickelt waren, um ein klares Bild ihrer basalen Verhältnisse geben zu können. Auch schienen mir häufig die distalen Enden der einzelnen Anhänge regellos durcheinandergewachsen zu sein und in ihrer Anordnung keineswegs der Lage ihrer basalen Ansatzstellen zu entsprechen, wodurch das Verständnis noch um ein bedeutendes erschwert wurde. Bilder von so klassischer Klarheit, wie sie Richter in Fig. 35 wiedergegeben hat, habe ich zu meinem größten Bedauern auf meinen Schnitten nicht entdecken können; und wenn mir, wie schon gesagt, ältere Stadien nicht den von Richter geschilderten Knospungsmodus zu bestätigen schienen, würde ich seine Wiedergabe für eine phantasievolle Konstruktion zu halten geneigt sein. Möglicherweise hat genannter Autor jüngeres Material zur Verfügung gehabt. Jedenfalls war die Stammesausbuchtung auf allen meinen Präparaten bedeutend umfangreicher, bildete auch nicht einen so verhältnismäßig schmalen und begrenzten Keimstreifen, wie ihn Fig. 35 der Richterschen Wiedergaben darstellt, sondern machte ganz den Eindruck einer geschlossenen

voluminösen Blase, die an ihrem basalen Abschnitte durch einen relativ englumigen Kanal mit dem Stämme in Kommunikation stand und in distaler Richtung die einzelnen Divertikel aus sich hervorgehen ließ.

Zudem schienen mir, wie ich das schon am Anfang dieses Abschnittes hervorgehoben habe, verschiedene jüngere Geschlechtsdivertikel untereinander in Verbindung zu stehen, ein Umstand, der, wenn tatsächlich vorhanden, allerdings recht wenig geeignet sein dürfte zur Klärung der Verhältnisse beizutragen, insofern als er in offenbarem Widerspruch zu dem Richterschen Knospungsgesetze stehen würde. Indessen sind meine Schnitte, wie gesagt, in der Region der Stammesknospe zu wenig übersichtlich, als daß ich mir ein abschließendes Urteil über die embryonalen Verhältnisse erlauben könnte.

Daß die Stammknospe zeitlebens am Stämme zersistiert, dürfte aus dem oben Angeführten wohl ohne weiteres hervorgehen. Tatsächlich kann man ihr Vorhandensein denn auch an sehr alten Kolonien nachweisen.

Demzufolge muß die Annahme Weismanns, daß die Keimdrüse von Hippopodius im Laufe der Entwicklung zum Stiel der nachmaligen Gonophorentraube wurde, und damit auch die Behauptung Chuns, daß Stephanophyes superba die einzige Calycophoride mit persistierender Urknospe sei, als nicht zu Recht bestehend zurückgewiesen werden.

An einem Exemplare des mir aus Neapel zugegangenen *Materiales* (Hipp. Neap.) habe ich eine in verschiedenen Stadien verlaufende Entwicklung des Eikernes beobachtet. In den sich aus dem Verbande des Keimepithels loslösenden Sexualprodukten, deren Plasma — vielleicht infolge der Konservierung — überhaupt nicht in Erscheinung trat, konnte ich lose Aufknäuelungen langer Chromatinfäden unterscheiden, die auf etwas älteren Stadien dichtere Form annahmen und sich im Kernzentrum zusammenballten (Fig. 23). Nach Untersuchung mit zweitausendfacher Vergrößerung und bei Anwendung von Ölemersion war es mir möglich, die verschiedensten Kernteilungsfiguren wahrzunehmen. Es handelt sich somit bei diesen Stadien um Oogonien.

Allerdings muß ich, um Mißverständnissen vorzubeugen, noch einmal ausdrücklich hervorheben, daß ich genannte Entwicklungs-

vorgänge nur an dem einen Exemplare habe beobachten können, wie ich überhaupt bemerken möchte, daß dieses Exemplar hinsichtlich seiner Tinktion etwas andere Verhältnisse aufweist als die übrigen, die ich der Liebenswürdigkeit des Herrn Prof. Steimpell verdanke. Während bei diesen letzteren die Plasmafärbung — und das gilt vornehmlich von den Eiern — ziemlich deutlich in Erscheinung tritt, ist das bei ersteren, wie ich schon oben angedeutet habe, keineswegs der Fall.

Es ist immerhin möglich, daß dieser Unterschied auf ungleiche Färbung zurückzuführen ist; da ich aber meines Wissens die in Frage kommenden Exemplare gleich lange der Einwirkung des Hämatoxylins ausgesetzt habe, so könnte nur die verschiedene Güte des angewandten Färbematerials in Betracht kommen, wenn nicht überhaupt in verschiedenartiger Konservierung der Grund für diese eigenartigen Differenzen zu suchen ist.

Richter (1907), der die Entwicklung der Eier von Hippopodius ebenfalls untersucht hat, ist fast zu denselben Resultaten gekommen. Nach seinen Befunden handelt es sich im wesentlichen um sechs oder besser noch um sieben Entwicklungsstadien. In Fig. 28 seiner Abbildungen gibt er zweider jüngsten von ihm beobachteten Stadien wieder. — Zelle a zeigt den ersten Anfang der Eibildung; Zellplasma, Kern und Nukleolus sind deutlich gegeneinander abgegrenzt. In b hat der Kern „fast die ganze Größe der Zelle erreicht“, während der Nukleolus in mehrere Brocken zerfallen ist. Von nun ab sind nach Richters Angaben die Zellgrenzen nicht mehr sichtbar. Die Kerne nehmen erheblich an Umfang zu, ihr Plasma ist „ganz mit kleinen Chromatinbrocken angefüllt, die sich zu einem dunklen Körper in der Mitte des Zellkernes anhäufen“ (Fig. 29). Auf dem nächsten, Fig. 30, wiedergegebenen Stadium erfüllt die in zahlreichen Fäden geordnete Chromatinmasse die wieder um ein beträchtliches Stück gewachsenen Kerne ganz. In Fig. 30, b, c rückt das Chromatin zum größten Teil an die Kernperipherie, während im Zentrum ein immer größer werdender Nukleolus entsteht. Fig. 31 c bringt die schichtenmäßige Anordnung des peripherischen Chromatins und die „lappig-zackige“ Form des ungefärbten Kernplasmas zum Ausdruck. In dieser charakteristischen Form wandern die Eizellen in die sekundären Divertikel, während von nun an die Zellgrenzen wieder sichtbar werden sollen.

Wie schon erwähnt, decken sich meine Befunde im großen ganzen mit denen Richters. Auf eine Differenz mögen die folgenden Bemerkungen hinweisen. Was das in 28 a wiedergegebene Stadium betrifft, so ist es mir nicht möglich gewesen, an den entsprechenden Stadien meiner Schnitte Zellgrenzen zu konstatieren. Diese traten vielmehr zum ersten Male erst an ziemlich entwickelten Eiern in Erscheinung. Ihr Auftreten dürfte vielleicht mit dem von Richter zum zweiten Male (an den in die Gonophoren einwandernden Eizellen) beobachteten zusammenfallen. Kernteilungsfiguren hat Richter offenbar nicht beobachtet.

Im weiteren Verlauf seiner Darstellungen schildert genannter Autor dann einen Prozeß, der in einem Austritt der peripher angeordneten Chromatinmasse besteht. Nach Richter ballt sich die zunächst zu einer soliden Schicht angeordnete Masse des peripheren Chromatins zu einer Anzahl von Klumpen zusammen und wandert in dieser Form in das Eiplasma.

Gegen einen solchen Austritt chromatischer Kernsubstanz in das Zellplasma ist an sich nichts einzuwenden, wenn man bedenkt, daß Kern und Protoplasma nach neuerer Anschauung als Modifikationen derselben Substanz aufzufassen sind, nur muß dann zuvor eine Auflösung der Kernmembran stattfinden. Einen derartigen Vorgang scheint Richter aber keineswegs beobachtet zu haben; wenigstens geht das weder aus seinen Zeichnungen noch aus dem sie begleitenden Texte hervor. — Da genannter Autor (Fig. 33) Chromatinbröckchen innerhalb und außerhalb der Kernmembran beobachtet, so lag der Gedanke einer Chromatinauswanderung allerdings sehr nahe. Ich habe außerhalb des Kernes keine Chromatinbrocken vorgefunden. Aus diesem und dem oben erwähnten Grunde möchte ich einen Austritt von Chromatinmassen zum wenigsten in Zweifel ziehen.

Die die Kerne umgebenden Plasmamassen, die bei dem einen Exemplar in den ersten Stadien, wie gesagt, überhaupt nicht sichtbar sind und erst allmählich in Erscheinung treten, entwickeln sich zum Teil im Laufe der Wanderung, zum Teil, und hier in ganz besonderem Maße, am endgültigen Bestimmungsorte der Sexualprodukte selbst. Hier wachsen sie dann zu jenen voluminösen Gebilden heran, die wir in reifen Gonophoren beobachten können, und die eben durch ihre Größe dem Beobachter leicht zu falschen Schlüssen

Anlaß geben, worauf ich übrigens noch im Verlaufe meiner Darlegungen zu sprechen kommen werde.

Eine deutliche Scheidung von Kern und Plasma konnte ich erst auf relativ späten Stadien, wenn die Eier schon längst in den Gonophoren ihren Platz gefunden hatten, beobachten. Zunächst boten sich mir Bilder mit unregelmäßig geformt erscheinenden Kernen, die dem ganzen Gebilde ein geflecktes Aussehen verliehen. Der Grund für dies Verhalten liegt in der oben erwähnten klumpenförmigen Chromatinansammlung. Erst allmählich hob sich eine trennende Zone zwischen beiden Zellelementen hervor, und der Kern grenzte sich nach und nach gegen das ihn umgebende Plasma ab (Fig. 29—32).

Was nun die fertigen Eier von Hippopodius anbetrifft, so sind sie, wenn man sie im Hinblick auf ihre Formentwicklung betrachtet, infolge der verschiedenen Lage- und Druckverhältnisse oval oder unregelmäßig gebaut. Das erstere ist fast durchweg bei jugendlichen Stadien der Fall. Bei der intensiven Zunahme des Dotters paßt sich die Eiform den Raumverhältnissen an und gewinnt dann ein mehr oder weniger unregelmäßiges Aussehen.

Die Eizelle ist von einer einfachen Haut umgeben. Der Kern ist trotz Kerntinktion außerordentlich hell und durchsichtig, was auf ein reichliches Vorhandensein von Kernsaft schließen läßt. Der Nukleolus ist nach Behandlung mit Hämatoxylin von intensiv blauer glänzender Färbung. In seinem Innern kann man bei verschiedener Einstellung eine dunkle und eine weniger dunkle Zone unterscheiden. Außerdem sind in ihm eine Anzahl von helleren Flecken wahrzunehmen, deren Vorhandensein schon Leuckart beobachtete (Fig. 24). Er bezeichnet sie als Kernkörperchen und führt sie auf Gerinnungsprozesse der Nukleolarsubstanz zurück.

Hierzu möchte ich bemerken, daß die Nukleolen hinsichtlich ihres Verhaltens bei Kerntinktionen des öfteren untersucht worden sind und zwar bei den verschiedensten Tiergruppen. Obst gibt in seinen „Untersuchungen über das Verhalten der Nukleolen bei der Eibildung einiger Mollusken und Aracheoiden“ eine Übersicht über die in Frage kommenden Arbeiten mit einer kurzen Angabe der bezüglichen Resultate.

Dieser Angabe zufolge können „in einem und demselben Kern Nukleolen von zweierlei verschiedener Substanz vorkommen“,

die von O. H e r t w i g (Die Zelle und ihre Gewebe, Jena 1893) als Nuklein- oder Chromatinnukleolen und Paranuklein- oder Pyrenin nukleolen unterschieden werden.

Letztgenannte: Forscher stellte an Vertretern der verschiedensten Tiergruppen (Medusen, Siphonophoren, Gastropoden, Lamellibranchiaten, Asteroiden, Echinoiden und Ascidien) Untersuchungen an und kommt zu dem Resultate, daß beide Substanzen meistens nebeneinanderliegen und miteinander verbunden sind. Die einzige Ausnahme bilden die Nukleolen in den Eiern der Siphonophoren. Hier findet sich die hellere von der dunkleren Substanz rings umschlossen. Nach H e r t w i g entspricht nun die größere, blassere Zone des Keimflecks dem Nuklein (oder Chromatin), die kleinere, aber stärker tingierbare dem Paranuklein (oder Pyrenin).

Wie ich schon oben hervorgehoben habe, fand ich in den Nukleolen der Keimbläschen von Hippopodius in sehr vielen Fällen eine ganze Anzahl von helleren Flecken vor. Hierzu möchte ich bemerken, daß Lönnberg (Kernstudien. Verh. d. biol. Vereins in Stockholm, Bd. IV, Nr. 11, 1892) in den Einukleolen von *Mytilus* ähnliche Verhältnisse beobachtet hat. Er konnte hier in mehreren Fällen zwei große hellere Kugeln in zentrischer oder ein wenig peripher verschobener Lage konstatieren, läßt hier jedoch die Möglichkeit offen, daß es sich um Vakuolen handeln könne. R i c h - t e r denkt auch für die helleren Flecken in den Einukleolen von Hippopodius an eine ähnliche Erklärung.

Erwähnt sei auch noch, daß L i s t bei seinen Untersuchungen an den Eiern verschiedener Objekte durch chemische Reaktionen zu seinen Resultaten gelangte. Er kam zu dem Ergebnis, die Nukleolarsubstanzen stellten hinsichtlich ihres chemischen Verhaltens „drei verschiedene Gebilde dar, von denen jedes wahrscheinlich wieder eine eigene komplizierte chemische Zusammensetzung besitze“.

Ein oberflächlicher Beobachter der Eier von Hippopodius kommt übrigens, zumal wenn er sich nur an gewisse Stadien hält, leicht in Versuchung, die Nukleolen für den Kern selbst, diesen für das Ei, den Dotter aber für eine besondere Hülle zu halten. Indessen wird man sich bei der Untersuchung von jüngeren Stadien, die einen über die Kernnatur des hellen Bläschens nicht in Zweifel lassen, von der Unrichtigkeit dieser Auffassung leicht überzeugen können.

Allerdings scheint ein Umstand, auf den ich an anderer Stelle noch zurückkommen werde, für sie zu sprechen, nämlich die scheinbar geringe Größe und die Zusammensetzung des Eies im Augenblick, wo es das Gonophor verläßt. Das Ei macht auf diesem Stadium den Eindruck, als bestehé es eigentlich nur aus dem Kern, der mit einem mehr oder weniger deutlich sichtbaren Plasmabelag versehen ist.

Ich erwähne eine merkwürdige Erscheinung, die ich in vielen Fällen beobachtet habe. Ob die hier angedeutete Auffassung den Tatsachen entspricht, d. h. ob wir es in der Tat mit austretenden Eiern zu tun haben, oder ob es sich um Kunstprodukte handelt, werde ich etwas weiter unten erörtern.

Schon bei meiner ersten Untersuchung der Eier von Hippopodius fielen mir die erwähnten Nukleolen auf, was bei ihrer intensiven Färbung ja kein Wunder war. Nur befremde mich der Umstand, daß ich ihre Existenz bei weitem nicht an allen Eiern konstatieren konnte. Dies war vor allem bei sämtlichen jüngeren Stadien der Fall.

Hierzu muß ich allerdings bemerken, daß ich meine Beobachtungen bezüglich dieses eigentümlichen Verhaltens des Nukleolus seinerzeit an dem mit F l e m m i n g s c h e r Flüssigkeit behandelten Präparate gemacht habe. Wie wir oben gesehen haben, wies das von mir untersuchte Material aus Neapel schon auf sehr jungen Stadien einen deutlich sichtbaren Nukleolus auf.

Ich habe nun später das zweite Objekt, das mir Herr Prof. S t e m p e l l vor der Sendung aus Neapel (also auch Hipp. Iut.) zur Verfügung gestellt hatte, und das nach seinen Angaben mit Sublimat Alkohol Eisessig konserviert ist, einer näheren Untersuchung unterzogen und hier, ich möchte fast sagen zu meinem größten Bedauern, bei allen Entwicklungsstadien einen nur zu gut sichtbaren Nukleolus feststellen können. Die Färbung war hier, wie bei dem Materiale aus Neapel, ein helles Blau und unterschied sich in keiner Weise von der Färbung des Plasmas. Erst die Nukleolen der ältesten Stadien zeigten jenes glänzende durchsichtig klare intensive Blau, das wir bei den Nukleolen des mit Flemmingscher Flüssigkeit behandelten Präparates beobachten konnten, und das sie im Verein mit den von Leuckart als

„Kernkörperchen“ bezeichneten Gebilden, die auch an diesen Stadien auftraten, in geradezu plastischer Form erscheinen ließen.

Eine nochmalige Untersuchung des mit Flemmingscher Flüssigkeit behandelten Präparates führte zu keinen neuen Resultaten; die Nukleolen blieben hier bis auf die geschilderten nach wie vor unsichtbar.

Würde das eben geschilderte Verhalten der Nukleolen bei allen Objekten, die ich von vornherein in Händen hatte, und die meines Wissens in Villefranche gefangen worden sind, von mir beobachtet worden sein, und nur das Material aus Neapel eine andere Nukleolenentwicklung aufweisen, so würde ich den Grund hierfür eben in dem verschiedenen Materiale sehen, woraus sich dann wieder für die Artberechtigung der verschiedenen Mittelmeerformen folgenschwere Schlüsse ziehen ließen. Da dem aber nicht so ist, und sich mir eine andere Erklärung nicht bietet, so sehe ich mich veranlaßt, in der Konservierungsmethode die eigentliche Ursache zu suchen.

Nicht unerwähnt lassen möchte ich ferner, daß ich bei einem schon ziemlich vorgeschrittenen Stadium auf zwei oder drei Schnitten einen Nukleolus fand, der bei weitem nicht von der erwähnten typischen intensiven Färbung war, sich vielmehr als eine nur schwach tingierte mattgraue Scheibe darstelle, die sich von ihrer Umgebung nur undeutlich abhob (Fig. 25). Offenbar hatte ich es hier mit einem Stadium zu tun, auf dem der Nukleolus dem Einfluß der Flemmingschen Flüssigkeit schon einige Widerstand entgegengesetzt hatte. Dieser Fall blieb übrigens nicht einzig dastehend. Ich habe im Verlauf meiner Untersuchungen dieses Stadium des öfteren angetroffen.

An allen meinen Präparaten, sowohl an den mit Flemmingscher Flüssigkeit behandelten als auch an allen übrigen, konnte ich bei sämtlichen Eiern, deren Verhalten auf einen baldigen Austritt aus den Hüllen des Gonophors schließen ließ, Nukleolen nicht mehr wahrnehmen. Zweifellos waren sie schon einem Zersetzungsprozesse anheimgefallen.

Diesen letzteren habe ich an einigen Präparaten sehr schön verfolgen können. — Bei einem fast gänzlich ausgereiften Gonophor machte ich die Beobachtung, daß dessen Eikerne zwar alle noch mit einem deutlich sichtbaren glänzenden Nukleolus versehen

waren, daß dieser Nukleolus aber bei weitem nicht mehr die gewöhnliche Größe aufzuweisen hatte, auch nicht, wie es sonst mehr oder weniger der Fall war, in der Mitte des Kernes seinen Platz hatte, sich vielmehr dessen Rande näherte und in mehreren Fällen direkt an der Eikernperipherie gelegen war (Fig. 28). Namentlich auf diesen letztgenannten Stadien war der Nukleolus von sehr geringer Größe und immer von dunklen Körperchen, offenbar seinen Zersetzungprodukten, umgeben. Demzufolge vollzieht sich der Zersetzungsprozess des Nukleolus nicht im Zentrum des Eikerns, sondern an dessen Peripherie.

Fast gleichzeitig mit der Beobachtung des eben geschilderten Zersetzungsprozesses machte ich eine zweite, die, wie wir gleich sehen werden, mit dieser im engsten Zusammenhange zu stehen scheint. Es ist oben (S. 61) davon geredet worden, daß bei kurz vor dem Stadium des Austretens befindlichen Eiern die Größe des Kernes in keinem Verhältnis stehe zu der Menge des ihn umgebenden Plasmas, daß es vielmehr den Eindruck mache, als verlasse nur der Kern die ihn umschließende Umhüllung.

Indessen überzeugte ich mich bald bei den austretenden Kernen von dem Vorhandensein eines verhältnismäßig dünnen Plasmabelages, dessen Existenz mir bis dahin entgangen war.

Nachdem ich auf diese Entdeckung hin die Schnitte sämtlicher älteren Stadien einer eingehenden Untersuchung unterzogen hatte, machte ich folgende Beobachtung. An allen mit einem deutlichen Nukleolus versehenen Kernen war von einer Plasmaverdichtung nichts zu bemerken, vielmehr grenzte sich der Kern durch eine außerst zarte Membran gegen den ihn umgebenden Dotter ab (Fig. 24). An allen darauffolgenden älteren Stadien hingegen, bei denen der Nukleolus bereits dem oben erwähnten Zersetzungsprozesse anheimgefallen war, konnte ich eine deutliche Plasma-zusammenziehung im Umkreis des Kernes wahrnehmen, die sich als eine, wenn auch verhältnismäßig dünne, so doch immerhin deutlich sichtbare Plasmawandung darstellte (Fig. 26 und 27).

Den geschilderten Befunden zufolge haben wir es auch im Hinblick auf die sich allmählich bildende Plasmaverdichtung zweifels ohne mit Reifeerscheinungen des heranwachsenden Eies zu tun.

Hierzu möchte ich mir noch eine Bemerkung erlauben. Was die sich bildende Plasmaverdichtung anbetrifft, so beschränkt

sich die Differenzierung des Plasmas nicht auf diese allein, vielmehr konnte ich an gewissen Stadien noch drei weitere konzentrisch gelegene Zonen im Plasma unterscheiden, die sich bei fort schreitendem Wachstum immer deutlicher gegeneinander abgrenzten, eine relativ dunkle Zone im Anschluß an die eben beschriebene Plasmaverdichtung, dann eine hellere ziemlich mächtige Zone und zu äußerst wieder eine intensiv dunkel gefärbte. Die mittlere Partie nimmt im Laufe der Entwicklung an Mächtigkeit zu und verliert dabei noch an Farbe — in wiederholten Fällen sah ich in ihr nur noch einen kleinen Klumpen gefärbter Substanz; der Rest erschien weiß —, während die beiden sie einschließenden Zonen an Dichte und somit auch an Farbe zunehmen.

Im ganzen werden wir es bei diesen Differenzierungsvorgängen im Plasma ebenfalls mit Reifeerscheinungen zu tun haben. Bei Eiern in äußerst vorgeschrittenen Stadien finden wir denn auch das Plasma zum großen Teil, bei manchen sogar fast ganz aufgebraucht.

Ehe ich indessen diesen Gegenstand ver lasse, möchte ich noch auf einen Befund hinweisen, den ich an völlig ausgereiften Eiern gemacht habe. Um gute Längsschnitte zu bekommen, hatte ich ein Gonophor, dessen Hülle schon ganz zusammengeschrumpft waren, aus seinem Verbande gelöst und mir von ihm eine besondere Schnittserie angefertigt. Ich war erstaunt über die eigenartigen und geradezu wunderbaren plastischen Bilder, die sich meinem Auge boten. Das Eiplasma, das im ganzen eine homogene dünne Masse repräsentierte, war an einer Seite des Eies, in der Gegend des Kernes, dicht aufgehäuft und in viele Plättchen zerfallen. Peripher waren diese Dotterplättchen klein, zentralwärts nahmen sie kontinuierlich an Größe zu. Das Ganze zeigte eine grauschwarze Färbung, eine Tatsache, die, da es sich hier um ein mit Flemmingscher Flüssigkeit behandeltes Präparat handelte, auf reichen Fett gehalt schließen ließ, wie denn auch die Dotterplättchen durchaus den Eindruck von Ölplättchen machten (Fig. 28).

Über die Eikeime der Urknospe von *Stephanophyes superba* berichtet Chunn zwei Eigentümlichkeiten, die ihrer Einzigartigkeit wegen außerordentlich beachtenswert sind. Wie er schon in dem allgemeinen Teile seiner Darlegungen mitgeteilt hatte, enthält jedes Gonophor drei oder vier Eizellen, die gemeinschaftlich als

ein Divertikel über die Urknospe hervortreten und die erste Anlage des weiblichen Gonophors bilden. Eigenartig ist nun der Umstand, daß auch die übrigen Eizellen schon auf sehr frühen Stadien eine Anordnung zu Gruppen von je drei oder vier Eiern eingehen.

Diese merkwürdige Sonderung durch ein bestimmtes Zahlenverhältnis charakterisierter Gruppen gleichaltriger Eizellen habe ich an Hippopodius nicht beobachten können; wie denn die Gonophoren überhaupt eine bedeutend größere Zahl von Eiern enthielten. Die genaue Zahl derselben, die sich bei manchen bestimmt bis zwanzig und noch darüber beläuft, habe ich leider nicht feststellen können. Indessen glaube ich nicht, daß überhaupt ein bestimmtes Zahlenverhältnis vorliegt.

Die zweite von Chunn mitgeteilte Eigentümlichkeit betrifft das Verhalten der Eikerne. Während die jüngsten Eizellen nur einen runden Kern besitzen, treten an den mittleren und größeren Eizellen zwei Kerne von verschiedener Größe und Struktur auf. Diese von Chunn als Großkern und Kleinkern bezeichneten Kerne habe ich bei Hippopodius ebenfalls vergeblich gesucht.

Es sei mir gestattet, an dieser Stelle noch einmal hinzuweisen auf die oben geschilderten sich im Eidotter abspielenden Differenzierungserscheinungen, die eine Verdichtung des gesamten Nährmaterials bezweckten. Desgleichen möchte ich noch einmal hinweisen auf die Anhäufungen von Dotterplättchen im Umkreise des Kernes. Beide Tatsachen scheinen mir im Verein mit der an anderer Stelle gemachten Angabe, daß der Dotter auf manchen Schnitten fast gänzlich verbraucht erschien, auf wichtige Vorgänge, wahrscheinlich Ernährungsprozesse, hinzudeuten, die eine Reduktion des Eiumfangs zur Folge haben. Es würde sich demnach das in so reichlichem Maße angelegte Dottermaterial in zwei Teile scheiden, von denen der eine, solange das Ei in seinen Hülle weilt, aufgezehrt wird, während der andere letztere mit dem reifen Ei verläßt, um diesem nach seiner Befruchtung als Nährmaterial zu dienen.

Im ganzen stelle ich mir den Hergang etwa folgendermaßen vor. Im Spadixfollikel eingebettet erhält das heranwachsende Ei seine Nährsätze von dessen Zellen. Dies dauert so lange fort, bis das Ei die bekannte voluminöse Größe erreicht hat. Allmählich büßen dann die Follikelzellen ihre ernährende Funktion ein. Das

Ei, nunmehr sich selbst überlassen, zehrt den bei weitem größten Bestandteil des Dotters auf (hierauf deute ich wenigstens die Verdichtungsprozesse), um dann ganz die schützenden Hüllen zu verlassen. Ob die Bewegung des Plasmas zum Kern hin aktiver Natur ist, oder ob man den Kern als Attraktionssphäre zu betrachten hat, lasse ich dahingestellt, halte aber letzteres für wahrscheinlicher.

Nun ist ja allerdings eigentlich — und damit komme ich auf die an anderer Stelle erwähnte Tatsache, daß der Kern des austretenden Eies allem Anschein nach in keinem Verhältnis stehe zu der Menge des ihn umgebenden Plasmas, zurück, — daß bei Eiern mit so reichlichem Dottermaterial, wie sie Hippopodius doch in der Tat besitzt, wie es scheint, nur eine verhältnismäßig geringe Menge von Plasma zum Aufbau des reifen Eies verwandt wird. Aus dieser Erwägung heraus sind mir auch des öfteren Zweifel an der Richtigkeit der oben angedeuteten Auffassung gekommen. Ich suchte mir einzureden, daß mit dem Kern die gesamte Dottermasse die Eihüllen verlassen müsse, und die Wanderung jenes an die Eiperipherie nur den Zweck habe, die Befreiung des Eies anzubahnnen. Aber immer wieder wurden derartige Bedenken durch offenkundige Tatsachen zum Schweigen gebracht. Denn einerseits habe ich in wiederholten Fällen ausgetretene Eikerne mit der erwähnten Plasmaumhüllung wahrgenommen, die ich indessen getrost mit Richter, der dieselbe Beobachtung gemacht zu haben scheint, für Kunstprodukte erklären will; andererseits — dieser zweite Punkt scheint mir nun allerdings einiger Überlegung wert zu sein — machten mir die Eier auf manchen Schnitten (Fig. 28) einen dermaßen zerklüfteten Eindruck, stellte der Dotter derartig unzusammenhängende Massen dar, daß der Eicharakter völlig aufgegeben und der einheitliche Austritt des gesamten Dottermaterials so gut wie ausgeschlossen erschien.

Nach diesem notwendigen Exkurs über die sich in der Eizelle selbst abspielenden Vorgänge kehren wir zu der Entwicklung des Gonophors zurück. Wie wir gesehen hatten, schnürten sich die Gonophoren zusammen mit der Anlage je eines Magenschlauches, dem Laufe der Stammknospe folgend, von dieser ab. Die in ihre Lumina einwandernden Eizellen nehmen bald eine einschichtige Anordnung an und werden von dem inneren Hohlraum der Knospe durch eine zarte Entodermialmutter abgegrenzt. Da sich die Eizellen

erst allmählich aus dem Zellverbande der Stammknospe lösen, so sind einzelne Zellen dieser Lamelle noch längere Zeit zwischen ihnen nachweisbar.

Nun beginnt das Entoderm in die Länge zu wachsen und die am distalen Pole gelegenen Eizellen zurückzudrängen. Am Ektoderm angelangt bildet sie die von Weismann unter dem Namen „Entodermkuppe“ beschriebene, von Göttle aus genetischen Gründen besser als Spadixplatte bezeichnete solide Zellschicht (Fig. 29 und 30).

Über die jetzt einsetzenden Vorgänge berichten uns außer der schon wiederholt von mir angezogenen Arbeit Richters, auf die ich gleich noch zurückkommen werde, nur die Arbeiten von Weismann und Chun, von denen dieser die Angaben jenes bestätigt, zugleich aber darauf hinweist, daß es ihm nicht gelungen ist die Einwanderung der Eizellen in den Glockenkern zu verfolgen. Seine Mitteilung über den gleichen Vorgang im männlichen Gonophor ist so summarisch und unvollkommen, daß sie seine im Kapitel über weibliche Gonophorenentwicklung ausgesprochene Hoffnung, hier über den wahren Sachverhalt aufgeklärt zu werden, als unberechtigt erscheinen läßt.

Sehr eingehend und, soweit ich sehe, zutreffend behandelt Richter diese Fragen. Ich habe die Ergebnisse seiner Untersuchung an meinem Materiale, so gut es mir bei den keineswegs immer tadellosen Schnitten möglich war, nachgeprüft und bin in der Lage, dieselben bestätigen zu können. Sämtliche in Frage kommenden Stadien habe ich auf meinen Schnitten vorgefunden, wenn auch diejenigen, welche die Einwanderung der Eizellen in den Glockenkern zur Ansicht bringen, spärlich genug gesät waren.

Was zunächst die Entstehung der Radialkanäle anbetrifft, so hat Richter den Nachweis erbracht, daß sie in gleicher Weise vor sich geht wie die von Göttle für die Kanäle der Hydromedusen beschriebene, d. h. durch vier von vornherein getrennt angelegte Radialschlüche. Und zwar geht die Bildung folgendermaßen vor sich.

Während der Glockenkern bei den für unsere Frage in Betracht kommenden Stadien als eine distalwärts gerichtete Verdickung der inneren nach ihrer proximalen Seite ebenen Ektodermialmutter erscheint, ist die Spadixplatte nach dem Rande zu etwas aufwärts

gekrümmt und bildet infolgedessen mit dem äußeren Entoderm des Gonophors eine Falte, die als solche den Beginn der Kanalbildung repräsentiert. — Im Verlaufe der Entwicklung wächst dann der Glockenkern gegen die Spadixplatte vor und bettet sich, jetzt etwa linsenförmig, in dem aufwärts gekrümmten Entoderm ein, in dem die erwähnten vier Radialkanäle als getrennte Bildungen sichtbar werden.

Ähnliche Bilder wie das von Richter in Fig. 37 wiedergegebene, auf dem ein Kanal angeschnitten erscheint, habe auch ich, wenn auch bei weitem nicht in so schöner Ausbildung, auf meinen Schnitten angetroffen, muß aber gestehen, daß ich die erwähnten Einbuchtungen ohne vorhergegangenes Studium der Richterschen Arbeit nicht für die Anlage der Radialkanäle gehalten hätte. Auf der dieser Anlage gegenüberliegenden Seite geht das äußere Blatt des Entoderms direkt in die Spadixplatte über. Bei Verfolgung der Serie zeigt sich natürlich das entgegengesetzte Bild.

Die Einwanderung der Eizellen in den Spadix, die auf diesem Stadium ihren Anfang nimmt, vollzieht sich, wie Richter nachgewiesen hat, in den Interradien, und zwar an der Stelle, wo die Eizellen unmittelbar an die Spadixplatte grenzen (Fig. 29 und 30). Zweifellos hat dies den Vorteil, daß letztere sich, ohne hindernde Wandungen durchbrechen zu müssen, einfach in den Spadix einschieben können.

Es fragt sich nun, gelangen die Eizellen von hier aus zwischen die beiden Ektodermlamellen des Glockenkerns oder schieben sie nur die innere vor sich her und bleiben zwischen dieser und dem Entoderm liegen? Weismann tritt mit aller Kraft für die erste Auffassung ein, während Chun die zweite für wahrscheinlicher hält. Richter läßt die Frage offen mit der Begründung, daß bei der Größe der Eier und der dadurch hervorgerufenen Verdünnung der in Betracht kommenden Lamellen eine einwandfreie Entscheidung überhaupt ausgeschlossen sei. Zwar scheint auch er der zweiten Auffassung zuzuneigen, hält jedoch durch den in Fig. 39 wiedergegebenen Befund eine Einwanderung der Eizellen in das Glockenkerngewölbe noch nicht für widerlegt. Ich persönlich möchte der Ansicht Chuns beipflichten, indem ich zur Begründung meiner Auffassung auf Fig. 31 verweise, bei der am distalen Pole drei Schichten deutlich zu unterscheiden sind.

Die Eier, die nach ihrer Wanderung naturgemäß dicht gedrängt liegen, nehmen mit der Streckung des Gonophors wieder eine einschichtige Anordnung an. Gleichzeitig mit diesem Vorgange wächst der Glockenkern unter Abplattung seiner Bestandteile an seinen Enden proximalwärts vor, während sich das äußere Entoderm zu einer soliden Lamelle herausbildet und so zum Spadix wird (Fig. 31). Im Laufe der Entwicklung, während welcher das Gonophor bedeutend in die Länge wächst, rücken die anfangs dichtgedrängten Eier voneinander ab, so daß zwischen ihnen ziemlich beträchtliche Lücken entstehen. In diese zwängt sich der Spadix, dessen Bestandteile sich durch Teilung intensiv vermehren, hinein und umwächst die Eier bis auf einen kleinen Raum, der nachmaligen Austrittsstelle der letzteren, vollständig, sie gleichsam nach Art eines Follikels umgebend (Fig. 32). Während dieser Vorgänge wird der Eikern peripher verlagert und zwar an eben die von der Umwachung frei gebliebenen Stelle und baucht sich mitsamt dem ihn umgebenden Eiplasma warzenförmig vor (Fig. 26 und 27).

Die Umwachung der Eier durch die zum Spadix umgewandelte Spadixplatte habe ich an meinen Schnitten sehr gut beobachten können, desgleichen die von der Umwachung frei bleibende kreisrunde Öffnung. Auch trat das Heranrücken des Kernes an diese Partie und sein warzenförmiges Vorbuchten auf späten Stadien sehr schön in Erscheinung.

Im Verlaufe seiner Darstellungen berichtet Chun in der schon zitierten Arbeit von dem „Auftreten einer kreisförmigen, in der Mitte durchbrochenen Duplikatur des Entoderms an der Grenze von Gonophorenstiel und Manubrium“, durch die das Lumen des Manubriums von dem der Stielhöhle abgegrenzt wird. Er bezeichnet diese kreisförmige Falte als „Genitalklappe“ und die von ihr begrenzte Öffnung als „Genitalpforte“.

Schon bevor ich mich mit Chuns Arbeit beschäftigte, war mir das Vorhandensein dieses Klappenapparates, das bis Chun den Beobachtern entgangen zu sein scheint — auch Richter erwähnt bei Hippopodius nichts davon — aufgefallen. Ich stellte den Apparat unwillkürlich in Parallel mit der oben beschriebenen Vorrichtung der Magenschläuche. Aus dieser Vergleichung resultierte dann mein Zweifel an der von Chun geäußerten Ansicht hinsichtlich der Bedeutung des letzteren. Wie

es sich bei den Gonophoren lediglich um einen Abschluß des Manubriums dem Stielumnen gegenüber handelt, so glaube ich, wird damit auch die Bedeutung des Magenschlauchapparates erschöpft sein. Da wir es zudem bei dem Fangfaden mit einem äußerst muskulösen Organ zu tun haben, so dürfte sich die Arbeitsleistung der hineinschießenden Leibeshöhlenflüssigkeit ohnehin erübrigten.

Was nun das Auftreten „eines Ringkanals im Umkreise der von der Umwachsung des Spadix frei bleibenden Eiperipherie anlangt, die Chunn an *Stephanophyes superba* beobachtet hat, so glaube ich auch diesen Befund für Hippopodius bestätigen zu können. Allerdings war es mir nicht möglich das Lumen desselben an meinen Schnitten festzustellen, indessen scheint mir das Vorhandensein einer ringförmigen Verdickung eine hinreichende Gewähr für die Existenz desselben zu bieten.

Beschließen möchte ich meine Darlegungen in diesem Abschnitt mit dem Hinweis auf einen Vorgang, der in der Entwicklung des heranwachsenden Gonophors eine bedeutsame Rolle spielt. Es handelt sich um die Hinausbeförderung der reifen Eier, die sich in zwei Etappen vollzieht.

Chunn hat diesen Vorgang in seiner Arbeit ebenfalls geschildert. Obwohl ich zu Chuns Darstellung nichts Neues hinzuzufügen habe, weil die Verhältnisse bei Hippopodius die nämlichen zu sein scheinen wie bei *Stephanophyes superba*, möchte ich doch der Vollständigkeit meiner Darstellung halber und weil es sich in der Tat um ein wichtiges ontogenetisches Faktum handelt, auf eine kurze Wiedergabe des Herganges nicht gern verzichten. Bevor es zu den angedeuteten Ereignissen kommt, ist das Gonophor von dem Glockenmantel vollständig gegen die Außenwelt abgeschlossen. Noch Leuckart scheint allerdings anderer Meinung zu sein, da er in seinen zoologischen Untersuchungen für den Gonophorenmantel sämtlicher Siphonophoren eine Öffnung in Anspruch nimmt, die, wenn auch in manchen Fällen sehr klein und leicht zu übersehen, dennoch beständig vorhanden sei.

Da nun im Laufe der Entwicklung die zu bedeutender Größe heranwachsenden Eier auf ihre Hüllen einen namhaften Druck ausüben, so ist der Glockenmantel gezwungen, diesem in irgend einer Weise nachzugeben. Da ihm die hierzu nötige Elastizität abgeht, so zerreißt er an seiner dünnsten Stelle, am distalen Pole.

Sein nunmehr freigewordener Rand schnellt proximalwärts und nimmt ungefähr an der Grenze zwischen Stiel und Manubrium eine schleifenförmig gewundene Gestalt an. Auf diese Weise wird das Manubrium freigelegt, wodurch das Gonophor in sein zweites Entwicklungsstadium eintritt. (Vergl. die betreffenden Abbildungen Chuns u. Richters.)

Die von Chunn beschriebenen Verhältnisse dieses Stadiums habe ich an meinen Schnitten sehr gut beobachten können. So traten zum Beispiel die einzelnen Schichten des Glockenmantels, die nach Chuns Angaben — ich selbst habe das an meinen Objekten ebenfalls konstatieren können — vor dem Einreissen fast zu minutiös erscheinen, um sich auf Schnitten deutlich nachweisen zu lassen, nach dem Zurückschnellen desselben klar hervor. Vornehmlich gilt das für die Randpartie, welche die Anlage des Velums abgibt.

Daß ich gerade die von Chunn unter Nr. 18—20 abgebildeten Stadien auf meinen Schnitten nicht gefunden habe, ist einem unglücklichen Zufall zuzuschreiben und tut weiter nichts zur Sache. Dafür haben diese die weiteren Stadien, zu deren Schilderung ich nunmehr übergehe, in um so reichlicherem Maße aufzuweisen.

Nachdem nämlich der Glockenmantel längere Zeit in der schleifenförmigen Lage verharrt hat, und die Eier fast ihre definitive Größe erreicht haben, wächst er allmählich wieder über das Manubrium vor.

Leuckart hat diese Entwicklungsstadien allem Anschein nach auch beobachtet, da er (p. 32) von einer verschiedenen Ausbildung des glockenförmigen Mantels redet, auf die sich die Verschiedenheiten in der Ausbildung der Geschlechtsanhänge im wesentlichen reduzieren sollen. Indessen scheint er nur den wahren Sachverhalt verkannt zu haben, einmal schon aus dem Grunde, weil er, wie erwähnt, dem Mantel eine ständige terminale Öffnung zuschreibt.

Zwar spricht Leuckart in seiner Arbeit „Zur näheren Kenntnis der Siphonophoren von Nizza“, in der er Hippopodius besonders behandelt, ganz nebenbei auch von einem „Aufbrechen des Mantels“, wobei er offenbar das von Chunn an *Stephanophyes superba* beobachtete und von mir auch für Hippopodius beschriebene Verhalten des Mantels meint. Indessen braucht das mit dem eben

Gesagten durchaus nicht im Widerspruch zu stehen, da sich Leuckart vor dem Einreißen desselben den Mantel wohl mit einer terminalen Öffnung versehen gedacht haben kann.

Zudem hatte Gegenbaur (Zeitschr. f. wiss. Zoologie) an dem Mantel der Geschlechtskapseln von *Diphyes turgida* das Nichtvorhandensein einer Öffnung im Zentrum des Ringgefäßes nachgewiesen, was Leuckart in einer Fußnote als eine neue und ihm unbekannte Tatsache erwähnt.

Diese Verkennung der Tatsachen geht auch aus einer anderen Stelle (p. 36) hervor, an der er die Geschlechtsanhänge von Hippopodium mit einem „kurzen und dicht anliegenden Mantel“ versehen sein läßt, aus „dessen Öffnung der längliche Kern sehr weit, bis über die Hälfte, nach außen hervorragt“.

Dasselbe beweist uns eine Stelle der eben angezogenen Arbeit „Zur näheren Kenntnis der Siphonophoren von Nizza“, an der er über Hippopodium schreibt: „Die Geschlechtsorgane haben eine ganz ansehnliche Größe und sind sehr auffallend gebildet, indem nämlich der Mantel nicht bloß eng an dem stempelförmigen Kerne anliegt, sondern auch von dem letzteren sehr weit überragt wird. In der Regel bildet der Mantel nur eine kleine kragenförmige Aufwulstung an der Wurzel der mit Sperma oder Eiern angefüllten Beutel. . . Auch bei den reifen Geschlechtsanhängen findet man übrigens in der relativen Entwicklung dieser Teile mancherlei Verschiedenheiten. Ich habe Geschlechtskapseln, namentlich weibliche Geschlechtskapseln gesehen, deren Stempel bis weit über die Hälfte von dem Mantel bedeckt war.“

Wenn wir neben anderen von mir nicht angeführten Stellen, aus denen Ähnliches hervorgeht, namentlich die zuletzt genannten Abschnitte miteinander vergleichen, so wird sich uns zweifellos die Überzeugung aufdrängen, daß Leuckart es mit den verschiedenen Siphonophorenarten charakteristischen und selbst noch bei den einzelnen Geschlechtsindividuen verschiedenen Manteltypen zu tun zu haben glaubte, wo es sich aller Wahrscheinlichkeit nach um verschiedene Stadien eines bei allen Siphonophoren sich ziemlich gleichartig entwickelnden Organes handelte.

Wenn Leuckart weiter an einer Stelle in den „Untersuchungen“ bemerkt, die Bewegungen des Mantels seien schwach und außerstande, eine Lokomotion zu vermitteln, selbst wenn der

Anhang sich — was bei der Reife konstant der Fall zu sein scheine — abtrennen, so ist das an sich ohne weiteres zuzugeben. Was aber die Parenthese im besonderen anbetrifft, die offenbar besagen will, daß der Befruchtung der Eier eine Lösung der weiblichen Gonophoren vorangehen müsse, so möchte ich dem nicht so ohne weiteres bestimmen.

Ich habe allerdings nicht Gelegenheit gehabt, Hippopodium im lebenden Zustande beobachten zu können, infolgedessen möchte ich eine von Leuckart beobachtete Ablösung einiger Gonophoren nicht in Abrede stellen, indessen glaube ich mit einiger Wahrscheinlichkeit annehmen zu dürfen, daß dies keineswegs zu dem Zwecke geschieht, dem Ei den Austritt und die nachfolgende Befruchtung zu ermöglichen.

Erhärten möchte ich meine Annahme durch die von mir an meinen Schnitten gemachten Befunde, an denen ich im Stadium des Austretens befindliche Eier beobachtet habe, und das zu einer Zeit, wo sich das betreffende Gonophor noch im Zusammenhange mit dem Gesamtorganismus befand.

Aber schon in den von Leuckart festgestellten mangelhaften Bewegungen des Mantels allein sehe ich eine hinreichende Widerlegung der von ihm ausgesprochenen Ansicht, insofern letzterer, unter der Voraussetzung, daß wir es in den Gonophoren mit sessil gewordenen Medusen zu tun haben, deren Lokomotionsorgane infolge der veränderten Lebensweise verkümmert sind, noch auf einer höheren Ausbildungsstufe stehen würde, wenn ihm die Aufgabe zufiele, die Lokomotion der einzelnen Anhänge zu bewirken.

Daß eine schließliche Lösung der entleerten Gonophoren ausgeschlossen ist, soll damit keineswegs behauptet werden, vielmehr halte ich eine Abstoßung derartiger außer Funktion gesetzter Teile für durchaus wahrscheinlich, da ein längeres Haftenbleiben derselben dem Gesamtorganismus in der Ausübung seiner Funktionen hinderlich sein würde.

Es wäre nun noch einiges über den Austritt der Eier selbst zu sagen. Über diesen Vorgang schreibt Chun hinsichtlich der Eier von *Muggiaeae Kochii* in seiner 1882 in dem Sitzungsbericht der Berliner Akademie d. Wissenschaften erschienenen Arbeit „Über die zyklische Entwicklung und die Verwandtschaftsverhältnisse der Siphonophoren“ folgendes: „Der Kern mit dem um-

gebenden Plasma (offenbar unser Plasmabelag) wird gewöhnlich von dem angrenzenden Ektoplasma überwallt, so daß er im Grunde einer grubenförmigen Vertiefung gelegen ist. Beobachtet man nun die völlig reifen Eier, konstatiert man, daß nach und nach der Kern sich vorwölbt und die Einsenkung verschwindet, bis er schließlich, von dem anliegenden Eiplasma umhüllt, als linsenförmige Erhebung über die Eiperipherie hervorragt. Die zarte Ektodermhülle wird hierbei ebenfalls etwas vorgedrängt und gespannt. Nach kurzer Zeit verschwindet rasch die Hervorwölbung und der Kern zieht sich so weit zurück, daß wieder eine grubenförmige Vertiefung entsteht. So werden nun ziemlich regelmäßig, etwa zweimal in der Minute, Pumpbewegungen von einem Teile der Eioberfläche ausgeübt, die offenbar den Zweck haben, die dünne Ektodermhülle zu sprengen und dem Ei den Austritt und die Befruchtung zu ermöglichen.“ — Da ich bei den Eiern von *Hippopodius* ähnliche Stadien des austretenden Eies beobachtete, so liegt der Schluß nahe, daß es sich hier um die gleichen Vorgänge handelt.

Über die Entstehungsweise der männlichen Gonophoren gibt uns die schon erwähnte Arbeit Richters genauere Auskunft. Nach ihr knospen die männlichen Gonophoren am Stiele der weiblichen Gonophoren „derart, daß zuerst ein Gonophor als Ausbuchtung der unteren Wand des weiblichen Gonophors entsteht, während später an der Basis dieses ersten männlichen Gonophors das zweite Gonophor entsteht“.

Demnach zeigt sich in einer ausgebildeten Geschlechtsgruppe ein weibliches Gonophor auf schon ziemlich vorgesetztem Entwicklungsstadium und an seinem Stiele aufsitzend, zwei relativ junge männliche Stadien.

Die Annahme Weismanns, daß es sich hierbei um eine regelmäßige Anordnung handle, weist Richter als irrig zurück. Ich kann ihm hierin nur bestimmen, da ich an meinen Präparaten die männlichen Gonophoren zum mindesten eben so häufig in Einzahl wie in Zweizahl vorgefunden habe. Mit Recht schließt genannter Autor auf die Unzulänglichkeit der Stellung der Sexualorgane als Unterscheidungsprinzip für die Artbestimmung der Mittelmeerformen.

In der Mitte des männlichen Gonophors, dessen Inneres bei seiner ersten Anlage von dem mehrschichtigen Entoderm völlig

angefüllt erscheint, bildet sich allmählich ein Lumen aus, das distalwärts bis an die Spitze des Gonophors auswächst. Hier kommt es dann in genau derselben Weise, wie wir es bei der Entwicklung der weiblichen Gonophoren kennen gelernt haben, von Seiten des Entoderms zur Ausbildung der bekannten Spadixplatte, während der bei weitem größere Teil desselben sich zu einer dickwandigen Blase heranbildet und durch Differenzierungsvorgänge die Keimzellen aus sich hervorgehen läßt.

Die nun folgenden Vorgänge, Anlage des Glockenkerns, dessen proximalgerichtete Einsenkung, die vier Radialschläuche und die Wanderung der Spermatoblasten, bilden sich nach Richter in derselben Weise, wie wir es bei den weiblichen Gonophoren kennen gelernt haben, mit dem einen Unterschied, daß die Spermatoblasten nicht erst in die Spadixplatte eindringen, sondern auf direktem Wege in den zwischen Spadixplatte und proximalem Ektoderm gelegenen Raum einwandern. (Vergl. die Abbildungen Richters Taf. XXIX.)

Von den hier geschilderten Stadien habe ich leider die erste Anlage der Spadixplatte und die Einwanderung der Spermatozlasten auf meinen Schnitten nicht beobachten können, da indessen alle übrigen Verhältnisse mit den von Richter geschilderten übereinstimmen, so sehe ich keinen Grund, seine Angaben bestreiten zu sollen. Daß die Spermatozlasten tatsächlich in den Raum zwischen Spadixplatte und innerer Ektodermlamelle und nicht in die Glockenhöhle selbst einwandern, und dabei die genannte Lamelle vor sich herbuchten, habe ich dagegen sehr schön feststellen können, insofern auf einer ganzen Reihe von Schnitten drei deutlich sichtbare Lamellen am distalen Pole in Erscheinung traten.

Hinsichtlich der weiteren Stadien verweise ich auf meine Darstellung des Entwicklungsganges der weiblichen Gonophoren.

Abschließend möchte ich mir noch eine Bemerkung über die Anordnung der Anhänge im allgemeinen gestatten. Wie wir gesehen haben, ist die Annahme Leuckarts und Müllers, nach der die Gonophoren beiderlei Geschlechts getrennt, die weiblichen oben, die männlichen unten, auftreten sollen, mit Richter als irrig zurückzuweisen, da wir in der Tat schon an noch relativ jungen weiblichen Gonophoren das Auftreten von männlichen beobachten konnten. Daß dadurch ein ständiges Zusammensein

beiderlei Sexualträger behauptet werden sollte, ist damit keineswegs gesagt. Das geht schon aus der Richterschen Begründung der Leuckart-Müllerschen Auffassung hervor. Tatsächlich habe ich denn auch an keinem einzigen meiner Objekte im unteren Abschnitt weibliche Gonophoren beobachten können. Nur in einem kurzen Bezirk des oberen Abschnittes traten beide zusammen auf. Dann fand ich eine ganze Strecke nur männliche Anhänge vor. Schließlich hörten auch diese auf, so daß der bei weitem größte Teil des gesamten Stammes nur von Magenschläuchen besetzt erschien, deren Fangfäden hier eine bedeutende Entwicklung erfahren hatten.

Ob die Sexualanhänge hier abgefallen oder überhaupt nicht zur Anlage gekommen sind — ein Fall, der immerhin möglich wäre, da die Ausbildung der Fangfäden das Vorhandensein von Sexualträgern nicht wünschenswert erscheinen läßt; wie es denn auch auffallend ist, daß das Fehlen der letzteren mit dem Auftreten der ersteren zusammenzufallen scheint — wage ich nicht zu entscheiden.

Fangfäden.

Für den Organismus der Siphonophoren äußerst charakteristische Bildungen sind die Fangfäden. Was ihre feinere Struktur anbelangt, so ist sie den Forschern lange Zeit ein ziemlich unbekanntes Gebiet geblieben, und auch noch heute sind wir trotz eingehender Studien namhafter Forscher von einer genauen Kenntnis dieser Anhänge weit entfernt.

Dieser Umstand mag nicht zum wenigsten in der geringen Größe der Untersuchungsobjekte und den daraus resultierenden nicht unbeträchtlichen Schwierigkeiten hinsichtlich ihrer Untersuchung seinen Grund haben. Indessen ist, wie schon Kortnoff hervorgehoben hat, eine genaue Beschreibung der Fangfäden der verschiedenen Siphonophoren schon insofern besonders wünschenswert, weil sie im Hinblick auf Form und Bau ihrer Nesselknöpfe von hervorragender systematischer Bedeutung sind. Und zwar erklärt sich dies aus dem Umstande, daß die Fangfäden hinsichtlich ihrer morphologischen Eigentümlichkeiten überhaupt nur sehr wenige allen Formen gemeinsame Merkmale und, was ihre Nessel-

knöpfe anbetrifft, eine sehr weitgehende Divergenz aufzuweisen haben.

Es kann hier im Rahmen einer begrenzten Monographie selbstverständlich nicht meine Aufgabe sein, mich des weiteren über einen Gegenstand zu verbreiten, der in den letzten Jahrzehnten eine so stattliche Schar von Bearbeitern gefunden hat, daß man sich nur mit Mühe durch die vorhandene Literatur hindurchzulesen vermag. Es kann sich hier vielmehr nur darum handeln, die für die Behandlung unseres Gegenstandes in Betracht kommenden Tatsachen hervorzuheben und gegebenenfalls durch eigene Beobachtungen zu ergänzen resp. zu berichtigen. Die Entwicklung der immer wieder zu neuen Untersuchungen reizenden Nesselknöpfe, die neben anderen in Chum einen geradezu klassischen Darsteller gefunden hat, werde ich in vorliegender Arbeit gänzlich unberücksichtigt lassen.

Im ganzen betrachtet sind die Fangfäden schlauchartige Anhänge, die aus dem basalen Teil der Magenschläuche ihren Ursprung nehmen. Wenn wir von Formen wie *Physalia*, *Velella*, *Porpita* und *Rhizophysa* absehen, können wir den Fangfadentypus etwa in der von Kortnoff gemachten Weise charakterisieren. „An der Grenze des Stieles und des Basalteiles der Polypen findet sich gewöhnlich bei der Mehrzahl der Siphonophoren ein langer und äußerst kontraktiler Faden, der in bestimmten und gleichen Abständen Seitenzweige abgibt.“ Diese letzteren, gewöhnlich als akzessorische oder sekundäre Fäden bezeichneten Gebilde, die bei den einfachsten Arten, wie z. B. *Apolemia uvaria* noch fehlen, weisen eine außerordentliche Verschiedenheit auf. Man kann an ihnen drei Teile unterscheiden, die man gewöhnlich als Stiel, Nesselknopf und Endfaden bezeichnet. — Was nun *Hippopodius* im besonderen anbetrifft, so gehört er zu einer Reihe von Formen (*Praya*, *Epibulia*, *Forskalia*, *Apyla* und *Diphyes*), die sich durch einen bohnenförmigen Nesselknopf auszeichnen.

Eine ziemlich eingehende Beschreibung des Fangapparates von *Hippopodius* gibt Kortnoff. Charakteristisch ist das Vorhandensein von zweierlei Nesselkapseln, eine große Anzahl von kleinen, die in Reihen geordnet den Scheitel des Knopfes bedecken, und acht Kapseln zu beiden Seiten des Knopfes von relativ gewaltigen Dimensionen.

Als besonders bemerkenswert schildert Korotneff das Vorhandensein von mehreren lichtbrechenden Konkrementen von roher und zackiger Oberfläche, das er zu dem gänzlichen Mangel von Farbstoff in kausale Beziehung setzt. Er hält es für nicht ausgeschlossen, daß „die Konkremente hier den Farbstoff ersetzen und mit ihrem stärkeren Lichtberechnungsvermögen der Empfindung dienen“. Allerdings hat genannter Autor in der Nähe dieser Konkremente keine Anhäufung nervöser Elemente entdecken können, ist jedoch der Meinung, daß, unter der Voraussetzung, daß man den ganzen Knopf als Tastorgan ansehe, ein direkter Zusammenhang eines lichtbrechenden Körpers mit Nervenzellen nicht absolut nötig sei, wobei er sich in einer Fußnote auf die Lage der von Nervenelementen getrennten Augenlinse beruft.

Schon am unverletzten Nesselknopfe ist nach Korotneff im Lumen der Basis die Aufknäuelung eines schlingenförmigen Bandes wahrzunehmen. Seitlich von dieser Stelle und unterhalb des noch zu beschreibenden Endfadens befindet sich eine aus zylindrischen Wimperzellen aufgebaute Anschwellung, die sich scharf von der inneren Entodermmasse abhebt. An ihrem Grunde glaubt Korotneff eine Punktsubstanz beobachtet zu haben, über deren Natur er sich jedoch nicht im Klaren ist.

Weitere Untersuchungen an Zupfpräparaten haben zu dem Befunde geführt, daß es sich bei Hippopodium nicht um ein, sondern um zwei elastische Bänder handelt, die sich bis zum distalen Pol der Nesselbatterie hinziehen und dort ineinander übergehen, woraus sich ergibt, daß wir es letzten Endes mit einer elastischen unter der Außenfläche des Knopfes verlaufenden Schlinge zu tun haben. Proximalwärts sind die Bänder der Schlinge dünn, während sie distalwärts zu Mächtigkeit zunehmen. Die nach Korotneff wellenförmig verlaufende Bandschlinge trägt auf jedem seiner Bänder zwei Reihen Nesselkapseln, von denen die einen in den Hervorragungen, die anderen in den Einsenkungen befestigt sind. Bemerkenswert ist, daß die von Cnidoblasten begleiteten Nesselorgane an dem Bande mittels der Öffnungsenden angeheftet sind. An der Umbiegungsstelle des Bandes sind stielartige Auswüchse befestigt, die sich an ihrem distalen Ende zu tellerartigen Postamenten erweitern, denen die schon erwähnten großen Nesselkapseln mittels ihrer Öffnungsenden aufsitzen. Aus

diesem letztgenannten Grunde kann die Entladung derselben erst nach ihrem Freiwerden erfolgen.

Der Fangfadenstiel ist außen von Muskelepithel bekleidet, dessen Fibrillen sich nach Karotneffs Angaben von der Basis des Knopfes abtrennen und ein gemeinsames Endfadenbündel bilden. Diese Muskelfibrillen sollen in bestimmten Intervallen von Muskelzellen durchsetzt sein, von denen jede Nesselkapsel enthält, und zwar alternierend eine zwei ellipsoide, die folgende eine runde. Jede Nesselkapsel ist auch hier mit einem Cnidoblasten versehen.

Im ganzen betrachtet kann ich die Angaben Karotneffs durchaus bestätigen, sehe mich indessen genötigt, ihm in einigen Punkten zu widersprechen.

Was zunächst die von ihm an der Basis der Nesselknöpfe entdeckten lichtbrechenden Konkremente anbetrifft, so muß ich leider gestehen, daß ich dieselben an meinen Objekten nicht beobachtet habe. Chunn berichtet in seiner Abhandlung über Stephanophyes superba von dem Vorkommen eines schwarzen Pigmentfleckes in der Nähe des Stieles an der Ventralseite des Nesselknopfes auf etwas vorgerückten Entwicklungsstadien, den er anfänglich auch „für eine Art von lichtempfindlichen Apparat“ hielt. Möglicherweise steht dieser Pigmentfleck in näherer Beziehung zu den von Korotneff an Hippopodium beobachteten Konkrementen. Da nun der Pigmentfleck Chunn's nach dessen Angaben an konserviertem Material stets verschwunden war, und ich meinerseits meine Untersuchungen nur an konserviertem Material vorgenommen habe, so wäre der Fall immerhin denkbar, daß mir mit den Konkrementen Karotneffs der nämliche Umstand begegnet sei.

Hinsichtlich der von Korotneff beschriebenen, aus zylindrischen Wimperzellen aufgebauten Anschwellung muß ich ebenfalls zugeben, daß mir diese an meinen Objekten verborgen geblieben ist, wie ich überhaupt gestehen muß, daß meine Präparate bei aller nur wünschenswerten Deutlichkeit keine so klassischen Bilder darstellen, als sie genannter Autor in seinen Abbildungen wiedergegeben hat.

In seltsamem Kontraste hierzu steht wunderbarerweise Karotneffs Wiedergabe des „Endfadenbündels“ in Fig. 71, die im übrigen von geradezu verblüffender Deutlichkeit ist. Nach

dieser Zeichnung zu urteilen, handelt es sich um ein solides, mit zahlreichen Nesselkapseln besetztes Fibrillenbündel, was auch aus dem Text hervorzugehen scheint. Korotneff hat dieses Bündel zerzupft und an den einzelnen Fibrillen allerdings richtige Verhältnisse beschrieben (s. seine Fig. 68). Als Ergänzung hierzu möchte ich noch bemerken, daß die Cnidocile sowohl an den ellipsoïden als auch an den runden Kapseln des Endfadens äußerst kräftig entwickelt sind. Auch konnte ich an dem Faden selbst zwischen den Kapseln stachelige Anhänge beobachten, die teilweise eine bedeutende Größe erreichten. Die physiologische Bedeutung dieser Gebilde dürfte ohne weiteres einleuchten, da die Endfäden, wie wir gleich sehen werden, die Fangapparate im engeren Sinne repräsentieren.

Hinsichtlich der Zusammensetzung des ganzen „Bündels“ kann ich indessen aus der Zeichnung sowohl wie auch aus dem begleitenden Texte nichts anderes entnehmen, als daß es sich um parallele Fibrillenzüge handelt, die in ihrer Gesamtheit ein kurzes hornförmig gekrümmtes Organ bilden.

In Wirklichkeit liegen die Verhältnisse nun wesentlich anders. Das ganze Gebilde besteht aus einem einzigen Hohlfaden von ganz bedeutender Länge. Er ist von relativ geringer Stärke, um ein gut Stück dünner als die noch zu beschreibenden Nesselfäden, dabei aber von außerordentlicher Widerstandsfähigkeit. Ich habe ihn an meinen Präparaten des öfteren straff angezogen gesehen. Auch bedurfte es eines ziemlichen Kraftaufwandes, um ihn zu zerreißen. Diese Tatsache ist durchaus verständlich, wenn man bedenkt, daß dieser Faden den eigentlichen Fangapparat unseres Hippopodius darstellt, der unter Umständen bedeutenden Zuckungen des gefangenen Beutetieres widerstand zu leisten hat.

Um seine Brauchbarkeit als „Harpunenseil“ noch um ein bedeutendes zu erhöhen, ist er, wie schon bemerkt, von enormer Länge und — hierauf möchte ich besonders Gewicht legen — in Spiralwindungen aufgerollt. Er ist aus diesen Gründen mit keinem von Menschenhänden hergestellten Fangapparat besser zu vergleichen als mit einer Harpune. So funktioniert er auch genau wie diese. Hat der tödbringende Wurf des mit spitzigen Widerhaken versehenen Geschosses den Walfisch getroffen, so schießt dieser mit rasender Geschwindigkeit in die Tiefe, während das auf einer

Rolle befindliche Seil sich eben so schnell abwickelt. — Hat unser Hippopodius mit seinem Fangapparate ein kleines Krebschen oder ein sonstiges willkommenes Beutetier gefaßt, und sucht sich dieses der Verderben bringenden Umschlingung durch schleunige Flucht zu entziehen, so läßt Hippopodius seine „Rolle“ ablaufen, und alles geht vortrefflich.

Hinsichtlich der Einzelheiten dieses „Jagdzuges“ möchte ich es nicht unterlassen, auf die treffliche Schilderung Chuns in seiner des öfteren von mir angezogenen Arbeit über *Stephanophyes superba* p. 598 ff. hinzuweisen.

Gänzlich unberücksichtigt gelassen hat Korotneff in seiner Darstellung die Nesselfäden, was um so mehr zu bedauern ist, als wir es mit Gebilden von äußerst interessantem und kompliziertem Bau zu tun haben. Wie allgemein bekannt, handelt es sich hier nicht um Fäden im eigentlichen Sinne, sondern um feine Schläuche, die sich nach Art von Handschuhfingern umstülpen lassen. Daß diese Nesselfäden im ausgestülpten Zustande an ihrer Außenseite mit Widerhaken versehen sind, ist an sich auch eine längst bekannte Tatsache. Indessen scheint mir die eigenartige Beschaffenheit der Schläuche sowohl wie die der Widerhaken und die Anordnung der letzteren insbesondere einer Erwähnung wert zu sein.

Ich habe in Fig. 33 und 34 einen Nesselfaden wiedergegeben. Wie aus der Zeichnung ersichtlich, sind seine Konturen keineswegs glatt und gradlinig, sondern weisen vielmehr in gleichen Intervallen Einbuchtungen auf. Aus diesem Grunde macht der Schlauch den Eindruck, als ob er metamer gegliedert sei. Jedes Glied ist von dem nächstfolgenden durch eine ringförmige Verdickung getrennt, was den genannten Eindruck noch um ein bedeutendes erhöht. Offenbar gibt diese Gliederung dem Schlauche eine größere Biegsamkeit und ist für seine Bergung in der Kapsel von Bedeutung.

Ein wenig unterhalb der genannten ringförmigen Verdickung sind zu beiden Seiten des Schlauches je zwei bis drei scharfe Zacken zu unterscheiden, die denselben ringförmig umgeben mögen und proximalwärts an Größe abnehmen. An der Basis des Schlauches, die besonders kräftig entwickelt ist, ist eine Anzahl gewaltiger Stacheln befestigt. In bezug auf den ganzen Schlauch scheinen die oben erwähnten ringförmigen Verdickungen distalwärts an

Deutlichkeit abzunehmen, während die Zacken und die metamere Gliederung noch weiterhin sichtbar bleiben.

Des öfteren konnte ich abgerissene Fadenstücke von glatter Beschaffenheit, d. h. ohne Gliederung und Zacken, dabei aber von kantiger und torguierer Form, beobachten. Möglicherweise handelt es sich hier um die Enden der Schläuche. Da sie jedoch, wie gesagt, stets abgerissen waren, und ich infolgedessen einen eventuellen Zusammenhang mit den Nesselfäden nicht konstatieren konnte, so muß ich die Frage unentschieden lassen.

Auch die Nesselfäden sind von ganz enormer Länge. Es sei hier bemerkt, daß es sich bei dem eben Gesagten um die Fäden der acht akzessorischen Nesselkapseln handelt. Die der kleinen habe ich in nur wenigen Fällen ausgestülpft gefunden. Sie stellen einen kurzen spiraling gewundenen Schlauch dar.

Zum Schluß meiner Darstellungen möchte ich es nicht unterlassen, auf eine eigenartige Lebenserscheinung von Hippopodius hinzuweisen. Da mir selbst kein lebendes Material zur Verfügung stand, so muß ich auf diesbezügliche Schilderung K o r o t n e f f s Bezug nehmen. Ihr zufolge erscheint unser Hippopodius, wenn er sich in der Ruhe befindet, d. h. nicht gereizt oder gestört wird, durchsichtig und glashell. Auf eine nur leise Berührung hin ändert sich sein Verhalten, er wird matt und milchweiß.

Schneidet man ein Stück der Schwimmglöcke ab, so bleibt die Schnittfläche völlig ungetrübt. Aus dieser Beobachtung schließt K o r o t n e f f , daß die Trübung nicht die Gallertsubstanz, sondern lediglich die Zellschicht betrifft, welche die Glocke bedeckt, d. h. mit anderen Worten das Epithel, das, wie wir wissen, aus großen abgeplatteten Zellen mit ziemlich beträchtlichen Kernen und einem körnigen Plasma besteht. Nach K o r o t n e f f ist letzteres am lebenden Tiere hell und durchsichtig, wird indessen bei Reizung plötzlich matt und füllt sich mit molekulären Körnchen, die genannter Autor einige Male in Brownscher Bewegung gesehen haben will. Den ganzen Vorgang erklärt er als eine rein mechanische Erscheinung, die mit dem Leuchten der Tiere zusammenhänge. Bemerkt sei hier noch, daß die toten Tiere zwar auch milchweiß sind, im Dunkeln jedoch nicht leuchten.

In ähnlicher Weise äußert sich R a p h a e l D u b o i s in seinem „Leçons de physiologie générale et comparée.“ Ich gebe

die betreffende Stelle in der von J o h a n n in seiner Arbeit „Über eigentümliche epitheliale Gebilde (Leuchttorgane) bei Spinax niger“ zitierten Form wieder. „Infolge davon, daß auch Stücke von Hippopodius gleba auf einen Reiz hin zu leuchten anfangen, war es möglich, den Vorgang der plötzlichen Lichtentwicklung mikroskopisch zu beobachten. Es stellte sich heraus, daß im Moment der Reizung sich die Zellen, die vorher durchscheinend waren, trübten, indem das Protoplasma so die oben erwähnten Körner ausschied, wie sich in einer übersättigten Salzlösung bei einer Erschütterung die Kristalle bilden.“

Vorliegende Arbeit macht, wie ich das schon an einigen Stellen hervorgehoben habe, keineswegs den Anspruch, den Gegenstand ihrer Darlegungen erschöpfend behandelt zu haben. Insbesondere möchte ich darauf hinweisen, daß im Hinblick auf die nervösen Elemente und die Entwicklungsgeschichte unseres Hippopodius noch manche Lücken zu verzeichnen sind. Letztere an dieser Stelle eingehend zu behandeln, lag überdies nicht in meiner Absicht. Wo ich dieses Thema berührt habe, geschah es nur in dem Maße, als es das Verständnis des Gegenstandes wünschenswert erscheinen ließ. — Ich hoffe in einer späteren Arbeit die nötigen Ergänzungen nach dieser Richtung hin geben zu können.

Figurenerklärung.

- Fig. 1. Schema einer einfachsten Epithelmuskelzelle, *a* von der Seite gesehen, *b* Transversalschnitt.
- Fig. 2, 3 und 4. Schemata einer Epithelmuskelzelle mit vermehrter kontraktiler Substanz und angewandtem Prinzip der Oberflächenvergrößerung. 2 *a* von der Seite gesehen, 2 *b*, 3 und 4 Transversalschnitte.
- Fig. 2. Erster Modus der Oberflächenvergrößerung. Die Muskelfibrillen sind zentripetalwärts vorgebuchtet.
- Fig. 3. Zweiter Modus der Oberflächenvergrößerung. Die Muskelfibrillen sind centrifugalwärts eingefaltet.
- Fig. 4. Dasselbe mit sekundären Einfaltungen.
- Fig. 5. Transversalschnitt durch eine Epithelmuskelzelle des Stammesektoderm von Hippopodius. *a* Kern, *b* quergetroffene Muskelfibrillenbündel, *c* Zellplasmareste, *d* Stützlamelle.
- Fig. 6. Querschnitt durch den Ölbehälter einer Schwimmglocke. 82 mal vergrößert.
- Fig. 7. Querschnitt durch den aufsteigenden Kanal einer Schwimmglocke. 82 mal vergrößert.
- Fig. 8. Dasselbe 465 mal vergrößert. *a* zerklüftete Kerne.
- Fig. 8 a. Isolierte Kerne auf verschiedenen Zerklüftungsstadien. 1250 mal vergrößert.
- Fig. 9. Drei Zellen aus der verdickten entodermalen Zellplatte einer Schwimmglocke. 1560 mal vergrößert.
- Fig. 10. Zellen aus der entodermalen Zellplatte einer jungen Schwimmglocke. 1250 mal vergrößert.
- Fig. 11. Zellen aus der entodermalen Zellplatte einer jungen Schwimmglocke. Schon etwas differenziert. 1250 mal vergrößert.
- Fig. 12. Zerklüftete Kerne aus der entodermalen Zellplatte einer älteren Schwimmglocke auf verschiedenen Entwicklungsstadien. 1250 mal vergrößert.
- Fig. 13. Längsschnitt durch die erste Anlage einer Schwimmglocke. *a* Ektoderm, *b* Entoderm, *c* primäre Glockenhöhle. 290 mal vergrößert.
- Fig. 14. Längsschnitt durch ein etwas älteres Stadium, an dem die Einstülpung der beiden Zelllagen am distalen Pol zur Ansicht kommt. *a* exumbrellaes Ektoderm, *b* äußeres Entoderm, *a¹* subumbrellaes Ektoderm, *b¹* Entoderm des Glockenkernes (inneres Entoderm) *c* primäre, *d* sekundäre Glockenhöhle. 290 mal vergrößert.
- Fig. 15 und 16. Längsschnitte durch eine noch ältere Schwimmglocke. *a* exumbrellaes Ektoderm, *b* äußeres Entoderm, *a¹* subumbrellaes Ektoderm, *b¹* inneres Entoderm, *c* primäre, *d* sekundäre Glockenhöhle, *e* Längsschnitt durch die erste Anlage eines Radiärkanals, *f* Interradium. 290 mal vergrößert.
- Fig. 17. Querschnitt durch den Rüssel eines Magenschlauches, das Ektoderm nur oberflächlich angeschnitten. *a* Ektoderm, *b* Entoderm. 290 mal vergrößert.

- Fig. 18. „Sinneszelle“ aus einem Magenschlauche. *a* Kerne, *b* „Sinneszelle“, *c* Vakuole, *d* „Sinneshügel“, *e* „Sinnesborsten“. 465 mal vergrößert.
- Fig. 19. Drei Zellen aus dem Ektoderm eines mit Chromosmiumessigsäurelösung behandelten Magenschlauches. *a* Kerne, *b* Zellplasma, *c* Sekretballen, *d* Longitudinalmuskulatur (längsgeschnitten), ung. 700 mal vergrößert.
- Fig. 20. Querschnitt durch ein Stück eines langausgezogenen Magenschlauches von „Hipp. Neap.“. *a* Sekretzelle, *b* kappenförmiger chromatischer Teil des Kernes, *b¹* Kern nach Entfernung der Zelle, *c* Kern der Tastzelle, *d* Tastborsten, *e* perforierte Cutikula, *f* ektodermale Longitudinalmuskulatur, *g* Stützlamelle, *h* entodermale Zirkularmuskulatur, *i* Muskelfortsätze, ung. 700 mal vergrößert.
- Fig. 21. Isolierte Kerne, *a* des Entoderms, *b* des Ektoderms.
- Fig. 22. Sekretballen aus dem Ektoderm eines Magenschlauches. *a* Fettkongreme.
- Fig. 23. Jugendliche Eikerne aus einer Urknospe. *a* mit loser Aufknäuelung von Chromatinfäden, *b* mit zusammengeballten Chromatinfäden, ung. 700 mal vergrößert.
- Fig. 24. Ei im vorgeschrittenen Stadium. *a* Dotter, *b* Keimbläschen, *c* Nukleolus mit „Vakuolen“ (den Leuckartschen „Kernkörperchen“). 290 mal vergrößert.
- Fig. 25. Ähnliches Stadium mit in Erscheinung tretenden Nukleolus. *a* Dotter, *b* Keimbläschen, *c* Nukleolus. 290 mal vergrößert.
- Fig. 26. Ähnliches Stadium. Nukleolus aber schon verschwunden. Keimbläschen mit Plasmaverdichtung (*c*). *a* Dotter, *b* Keimbläschen. 290 mal vergrößert.
- Fig. 27. Etwas älteres Stadium. Dotter fast gänzlich aufgezehrt. *a* Dotter, *b* Keimbläschen, *c* Plasmaverdichtung. 290 mal vergrößert.
- Fig. 28. Ei auf sehr vorgeschrittenem Stadium. *a* Rest des Dotters, *b* Dotterplättchen, *c* Keimbläschen, *d* Nukleolus mit Zersetzungprodukten. 290 mal vergrößert.
- Fig. 29. Längsschnitt durch ein weibliches Gonophor. Glockenkern in Bildung. *a* Eier, *b* Glockenkern, *c* Spadixplatte, 290 mal vergrößert.
- Fig. 30. Längsschnitt durch ein weibliches Gonophor. Die Eier wandern in den Glockenkern. *a* Eier, *b* Spadixplatte. 290 mal vergrößert.
- Fig. 31. Längsschnitt durch ein weibliches Gonophor. Die Einwanderung der Eier (*a*) ist vollendet. Die Eier sind wieder einschichtig angeordnet. *b* Spadix, *c* innere Ektodermalamielle, *d* äußere Ektodermalamielle des Glockenkernes, *e* Ektoderm, *f* Entoderm. 290 mal vergrößert.
- Fig. 32. Querschnitt durch ein weibliches Gonophor. Die Eier sind vom Spadix umwachsen. *a* Ei, *b* Keimbläschen, *c* Follikelepithel des Spadix, *d* Mantel (die einzelnen Schichten zum Teil nicht erhalten). 290 mal vergrößert.
- Fig. 33. Stück eines Nesselfadens.
- Fig. 34. Akzessorische Nesselkapsel mit ausgestülptem Faden, *a* Kapsel, *b* basaler Teil des Fadens, *c* Widerhaken.

Literaturverzeichnis.

1775. P. Forskal, Descriptiones animalium, quae in itinere orientali obseruavit. Hafniae.
1823. A. H. Otto, Beschreibung einiger neuer Mollusken und Zoophyten. Nova acta Acad. Caes. Leopoldinae Carol. Bd. XI, pars 2, Bonn.
1827. Quoy et Gaimard, Observations zoologiques. Annales des Sciences Nat. Tom. X.
1829. Delle Chiage, Memoria sulla Storia nat. di regno de Napoli Tom. IV.
- F. Eschholtz, System der Acalephen, Berlin.
1851. C. Vogt, Über die Siphonophoren, Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. III.
- R. Leuckart, Über den Bau der Physalien und der Röhrenquallen im allgemeinen. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. III.
1853. C. Vogt, Recherches sur quelques animaux inférieurs de la Méditerranée. I. Les Siphonophores de la mer de Nice. Mém. Inst. Nation Genevois T. I.
- A. Kölliker, Bericht über einige im Herbst 1852 in Messina angestellte vergleichend anatomische Untersuchungen. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. IV. — Die Schwimmelpolypen von Messina, Leipzig.
- R. Leuckart, Zoologische Untersuchungen, 1. Heft Siphonophoren, Gießen.
1854. G. Gegenbaur, Beiträge zur näheren Kenntnis der Schwimmelpolypen, Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. V.
- R. Leuckart, Zur näheren Kenntnis der Siphonophoren von Nizza, Archiv f. Naturg.
1860. C. Glaus, Über Physophora hydrostatica nebst Bemerkungen über andere Siphonophoren, Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. X.
1861. G. Gegenbaur, Neue Beiträge zur näheren Kenntnis der Siphonophoren, Nova acta Bd. XXVII, Jena.
1863. C. Glaus, Neue Beobachtungen über Struktur und Entwicklung der Siphonophoren, Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 56.
- 1870—71. P. E. Müller, Jagthagelser over nogle Siphonophorer, Naturhist. Tidsskr. 3. Rœk. 7. Bd. Kopenhagen.
1874. Metzchnikoff, Studien über Entwicklung der Medusen und Siphonophoren, Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 24.
- 1876—77. O. Hertwig, Beiträge zur Kenntnis der Bildung und Befruchtung des tierischen Eies, Morphol. Jahrbuch Bd. I, II, IV.

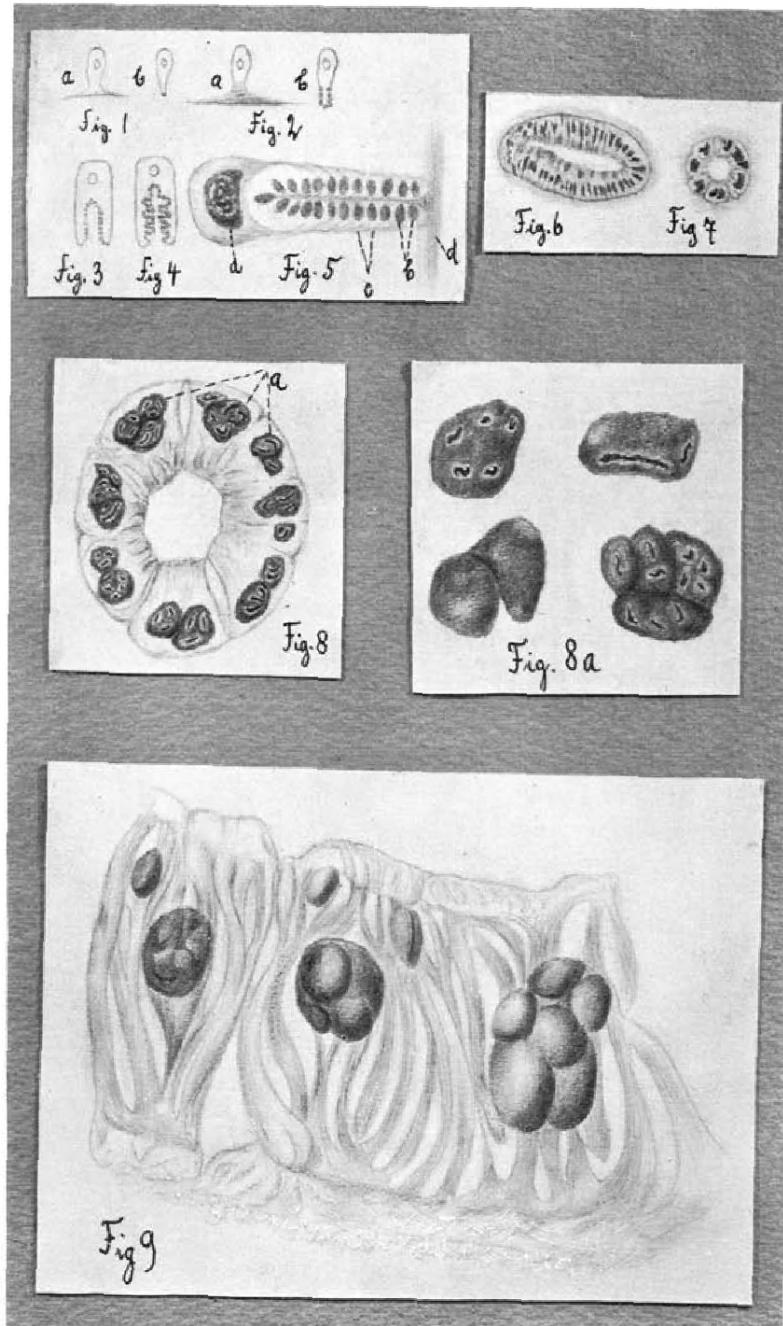
1877. O. Hertwig, *ibid.* Bd. III.
1878. — *ibid.* Bd. IV.
C. Claus, Über *Halistemma tergestinum*, *Arb. d. Zool. Inst. Wien* Bd. I.
1881. G. Chun, Das Nervensystem der Siphonophoren, *Zool. Anz.* Nr. 77.
1882. — Die Gewebe der Siphonophoren, *ibid.* Nr. 117.
— Über die zyklische Entwicklung und die Verwandtschaftsverhältnisse der Siphonophoren, I. *Sitzungsber. Acad. Wissensch. Berlin.*
1883. A. Weismann, Die Entstehung der Sexualzellen bei den Hydro-medusen. Zugleich ein Beitrag zur Kenntnis des Baues und der Lebenserscheinungen dieser Gruppe. Jena.
1884. A. Korotneff, Zur Histologie der Siphonophoren. *Mitt. aus d. zool. Station zu Neapel.* Bd. V.
1885. G. Chun, Über die zyklische Entwicklung der Siphonophoren, II. *Sitzungsber. Acad. Wissensch. Berlin.*
1886. — Über Bau und Entwicklung der Siphonophoren III. *ibid.*
1887. — Zur Morphologie der Siphonophoren, *Zool. Anz.* Bd. X.
1888. — Bericht über eine nach den kanarischen Inseln im Winter 1887-88 ausgeführte Reise, *Sitzungsber. Acad. Wiss. Berlin.*
E. Häckel, System der Siphonophoren auf phylogenetischer Grundlage entworfen, Jena. *Zeitschr. f. Naturw.* Bd. XXII.
Leydig, Beiträge zur Kenntnis des tierischen Eies im unbefruchteten Zustande, *Zool. Jahrb. Abt. f. Anat. und Ontog.* Bd. III, Heft 2, Jena.
1890. H. E. Ziegler, Über den Bau und die Entwicklung der Siphonophoren, *Humboldt, Monatsschr. f. Naturwissenschaft.* 9. Jahrg.
1891. G. Chun, Die kanarischen Siphonophoren in monographischen Darstellungen. I. *Stephanophyes superba* und die Familie der Stephanophyiden (III. Heft), *Abh. der Senckenberg-Ges.*
1892. Lönberg, Kernstudien, *Verh. d. biol. Ver. in Stockholm.* Bd. IV Nr. 11.
1893. O. Hertwig, Die Zelle und ihre Gewebe, Jena.
1893-94. Häcker, Das Keimbläschen, seine Elemente und Lageveränderungen, *Arch. f. mikr. Anat.* Bd. XL I u. XLII.
1895. — Die Vorstadien der Eireifung, *ibid.* XLV.
1896. G. C. Schneider, Mitteilungen über Siphonophoren, *Zool. Jahrb.* Bd. IX.
Th. List, Beiträge zur Chemie der Zelle und Gewebe, *Mitt. d. zool. Stat. zu Neapel.* Bd. XII, Heft 3.
G. Chun, Der Polymorphismus der Siphonophoren, *Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreiches*, Bd. II, 2. Abt. 11.—14. Lieferung, Leipzig.
1897. — Die Siphonophoren der Plankton-Expedition, *Ergebn. der Plankton-Exped. d. Humboldt-Stiftung,* Bd. II.
— Über den Bau und die morphologische Auffassung der Siphonophoren, *Verh. deutsch. zool. Ges.*

1898. G. Chun, Über C. C. Schneiders System der Siphonophoren, *Zool. Anz.* Bd. XXI.
G. C. Schneider, Mitteilungen über Siphonophoren, III. Systematische und andere Bemerkungen, *Zool. Anz.* Bd. XXI.
Th. Schäppi, Untersuchungen über das Nervensystem der Siphonophoren, *Jenaische Zeitschr. f. Naturw.* Bd. XXXII.
Raphael Dubois, *Lecons de physiologie générale et comparée*, Paris.
W. Willème, La structure des palpots de *Apolemia uvaria* et les phénomènes de l'absorption dans ces organes, *Bull. Acad. Belg.* (3) Tome 27 p. 354—363.
1899. Obst, Untersuchungen über das Verhalten der Nukleolen bei der Eibildung einiger Mollusken und Arachnoiden, *Zeitschr. f. wiss. Zool.* Bd. 66.
1907. W. Richter, Die Entwicklung der Gonophoren einiger Siphonophoren, *Zeitschr. f. wiss. Zool.* Bd. 86.
-

Lebenslauf.

Ich wurde am 7. Dez. 1883 zu Herford in Westfalen als Sohn des Kaufmanns Karl Heinrich Münter geboren. Nach dreijährigem Besuch der dortigen Volksschule kam ich auf das Herforder Fridericianum, das ich Ostern 1903 mit dem Zeugnis der Reife verließ. Ich bezog hierauf die Universität Erlangen, um Theologie zu studieren. Herbst 1904 setzte ich meine Studien in Berlin fort und beschloß sie Herbst 1906 in Greifswald. Ostern 1907 legte ich vor dem Konsistorium zu Münster das Examen pro licentia concionandi ab. Nach Ableistung meines Militärjahres war ich ein Jahr Mitglied des Predigerseminars in Soest. Ostern 1909 begab ich mich nach Bremen, wo ich bis zum Herbst 1909 eine Stellung als Erzieher bekleidete. Infolge dogmatischer Bedenken sah ich mich gezwungen, meinen Beruf aufzugeben und widmete mich an der Universität Münster dem Studium der Zoologie, Anatomie und Botanik. In den genannten Fächern waren meine Lehrer die Herren Prof. Stempell, Prof. Ballowitz, Prof. Correns und Prof. Tobler, denen ich an dieser Stelle meinen Dank ausspreche.

Münter.



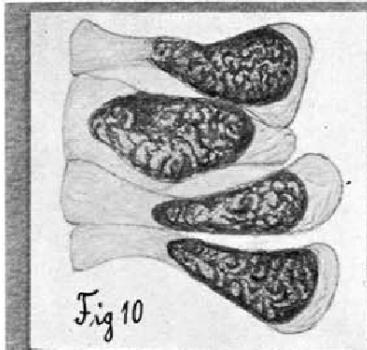


Fig. 10

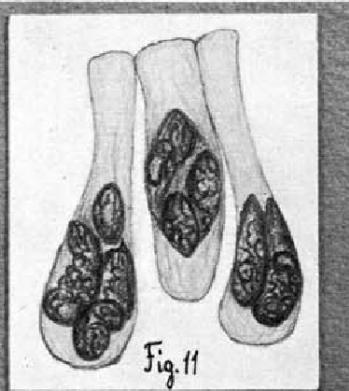


Fig. 11

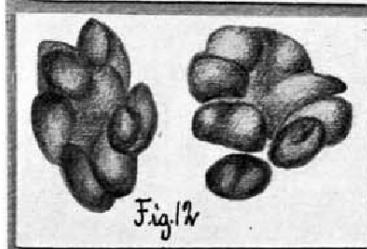


Fig. 12

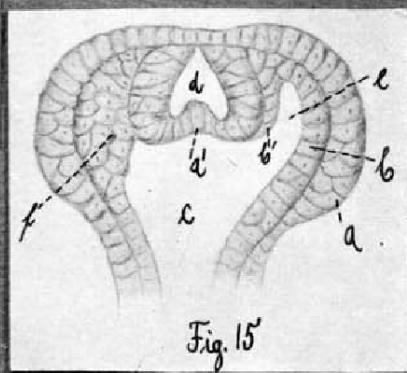


Fig. 15'

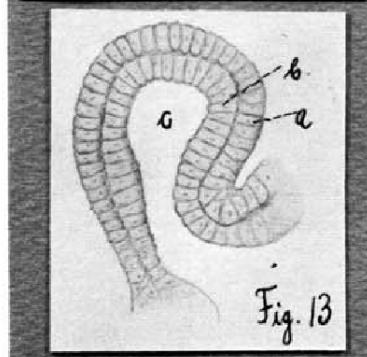


Fig. 13

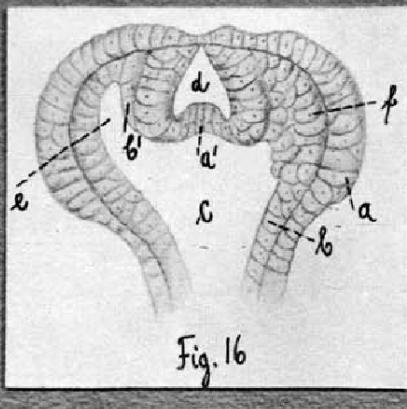


Fig. 16

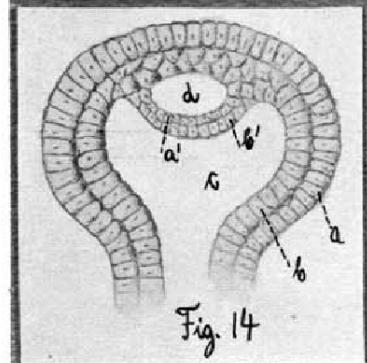


Fig. 14

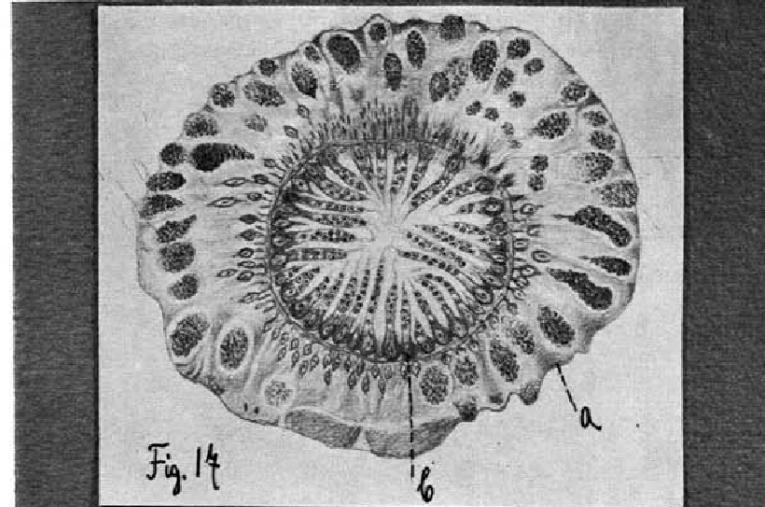


Fig. 14

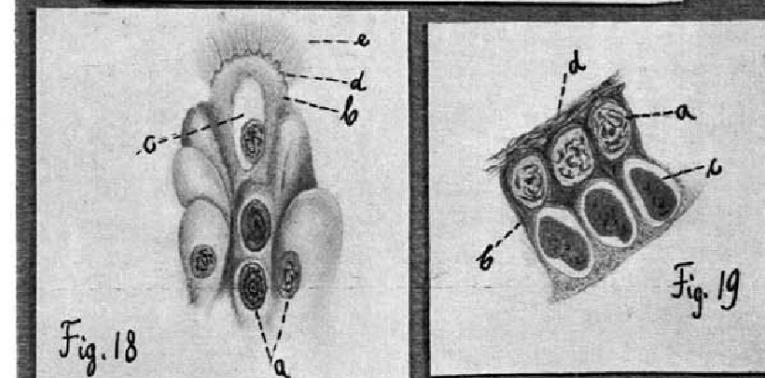


Fig. 18

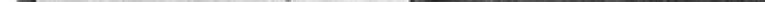


Fig. 19

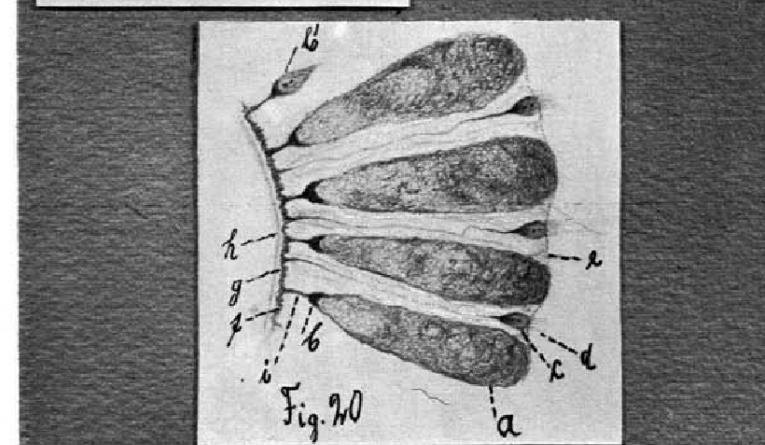


Fig. 20

