

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

Einige histologische Befunde an Siphonophoren

nebst Bemerkungen über die Verdauung

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwurde
der
hohen philosophischen Fakultät
der
Westfälischen Wilhelms-Universität

vorgelegt von

KURT EHLE
aus Hüls in Westfalen.

Mit 12 Textfiguren

1913
Ohlenroth'sche Buchdruckerei Georg Richters
Erfurt

Dekan: Prof. Dr. Ehrenberg.
Referent: Prof. Dr. Stempell.

Einleitung.

Als ich mich auf Anregung von Herrn Professor Dr. Stempell der Siphonophorenforschung zuwandte, hatte ich zunächst die Absicht, eine einheitliche Darstellung der Morphologie und Histologie von Apolemia uvaria Les. zu geben. Im Verlauf meiner Arbeit traten jedoch Gesichtspunkte allgemeinerer Art in den Vordergrund meines Interesses. Ich untersuchte daher zum Vergleiche Teile von *Praya maxima*, *Halistemma rubrum* und *Forskalea spec.* und beschränkte meine Untersuchungen an *Apolemia uvaria* auf Stamm, Deckstücke, Magenschläuche und Taster.

Bei meiner Abschweifung von dem ursprünglichen Thema, sowie bei meinen Untersuchungen überhaupt fand ich die bereitwillige Unterstützung und regste Förderung von seiten meines hochverehrten Lehrers des Herrn Professor Dr. Stempell, dem ich dafür an dieser Stelle meinen wärmsten Dank ausspreche. Seiner Fürsorge verdanke ich auch Material, das von der zoologischen Station in Villefranche geliefert wurde, und Arbeitsplatz. Desgleichen möchte ich den Assistenten des zoologischen und des anatomischen Instituts der hiesigen Universität, Herrn Dr. Jakobfeuerborn und Herrn Dr. Münter, für das meiner Arbeit entgegengebrachte Interesse herzlichst danken. Da Herr Dr. Münter selbst sich mit der Untersuchung von Siphonophoren befaßt hat, so waren mir seine Ratschläge ganz besonders wertvoll. Auch war er in liebenswürdigster Weise bereit, mir seine Schnitte von *Hippopodius hippopus* Forsk. zur Einsichtnahme zu überlassen, wodurch mir manche förderliche Vergleichsmöglichkeit gegeben wurde.

Meine Resultate stützen sich auf Untersuchungen von Quer- und Längsschnitten, deren Dicke zwischen 5 und 10 μ variiert, sowie auf Betrachtung mit Lupe und Binokular. Als Färbemittel benutzte ich Hämatoxylin, Eosin und Parakarmin entweder einzeln, oder je eins der beiden letzteren mit dem ersten kombiniert.

Beim Einbetten gebrauchte ich zunächst Xylol, mußte jedoch die unliebsame Erfahrung machen, bei zarten Objekten bedeutende Schrumpfungen auftreten zu sehen. Infolgedessen zog ich es vor, an Stelle von Xylol Chloroform zu benutzen, wobei ich das verbesserte, Giesbrechtsche Verfahren anwandte. Bekanntlich besteht dieses in einer ganz allmählichen Überführung vom absoluten Alkohol zum Chloroform.

Diese Behandlung mit Chloroform ist, besonders bei zarten Objekten, der mit Xylol entschieden vorzuziehen. Bei Untersuchung der Deckstücke z. B. konnte ich nur mit Hilfe der Giesbrechtschen Methode, wenn auch nicht gute, so doch einigermaßen übersichtliche Präparate erhalten. Die Schrumpfung der hyalinen Substanz war viel geringfügiger.

Die Resultate meiner Untersuchungen werde ich in der Reihenfolge ihrer Entstehung wiedergeben. Ich werde daher zunächst meine Befunde an Apolemia uvaria, soweit sie sich auf Deckstücke, Magenschläuche und Taster beziehen, zu einem speziellen, alle übrigen Befunde sodann zu einem allgemeinen Teil zusammenfassen.

Apolemia uvaria Les.

Die Magenschläuche.

Die Magenschläuche der Siphonophoren sind, wie Chun (1891) bemerkt, ein beliebtes Untersuchungsobjekt gewesen. Dieses gilt ganz besonders für die Magenschläuche der Apolemia. Um daher nicht längst Bekanntes wiederholen zu müssen, möchte ich den ganzen Bau dieser Anhänge hier nicht schildern. Eine verhältnismäßig gute Darstellung der obwaltenden Verhältnisse finden wir bei Claus (1863) und Ergänzungen bei Schneider (1893). Mich interessieren hier lediglich zwei Zellarten, nämlich Sinneszellen und Drüsenzellen.

Nach Schneider sollen sich im Ektoderm der Magenschläuche vielfach Sinneszellen vorfinden. Als Beispiel erwähnt er derartige Gebilde bei *Apolemia uvaria*. Leider wollte es mir durchaus nicht gelingen, die Sineszellen bei der genannten Siphonophore aufzufinden. Jedoch liegt es mir vollkommen fern, die Angaben Schneiders bestreiten zu wollen. Die geringe Größe der in Frage kommenden Elemente lässt ein Übersehen bei nicht ganz günstigem Schnittpräparat nur zu leicht zu.

Da wir auch bei Münter (1912 S. 48) über Sinneszellen mit distal gelegenem Kern an den Magenschläuchen von *Hippopodius* Angaben finden, und ich selbst bei *Forskalea spec.* Elemente, deren Bau mir vollkommen der Beschreibung Münters zu entsprechen scheint, gefunden habe, so ist ein allgemeineres Vorkommen fraglicher Zellen an den genannten Anhängen, wie Schneider annimmt, vielleicht nicht von der Hand zu weisen.

Ich muß jedoch gestehen, daß eine Untersuchung von *Praya maxima* in dieser Hinsicht erfolglos war. Hierbei ist allerdings zu bemerken, daß gerade das Vorkommen der Sinneszellen den Forschern mehrfach Anlaß zu Meinungsverschiedenheiten geboten hat. Ich erinnere nur an die Angaben Korotneffs (1884) über Sinneszellen am Stamm und an die entgegengesetzte Ansicht Schneiders (1893) und Schäppis (1898).

Bei Krukenberg (1882) finden wir die Behauptung, daß zwischen den Drüsenzellen des Ektoderms und Entoderms der Siphonophoren ein Unterschied nicht bestände. Auf Grund meiner Untersuchungen bin ich zu einer anderen Ansicht gekommen.

Die Drüsenzellen des Entoderms unterscheiden sich nicht nur von denen des Ektoderms, sondern sie zeigen auch unter sich noch eine besondere Differenzierung.

Am distalen Ende, also in der Gegend der Mundöffnung der Magenschläuche unserer Apolemia, finden wir im Entoderm Zellen von keulenförmiger Gestalt mit körnigem Inhalt, die in gefülltem Zustand — Konservierung in Flemmingscher Lösung und Behandlung mit Hämatoxylin vorausgesetzt — eine tief dunkelblaue Färbung annehmen. Proximalwärts nehmen diese ab und machen Platz den typischen Zellen der Leberstreifen — so bezeichnet man bekanntlich die durch Faltung des Entoderms entstandenen, in den Magenschläuchen fast aller Siphonophoren vorhandenen drüsigen Längsstreifen — die bei gleicher Konservierung und Behandlung eine fadenförmige Struktur und hellblaue Färbung zeigen und mehr den Eindruck von Schleimzellen erwecken.

Eine sehr schöne Bestätigung meiner Befunde an Apolemia gab mir übrigens eine Schnittserie durch einen Polypen von *Praya maxima*. Ich setzte meine Schnitte zunächst etwa drei Minuten in eine Hämatoxylin- und dann ungefähr zehn Sekunden in eine ziemlich starke Eosinlösung. Die

konservierende Flüssigkeit war wiederum Flemmingsche Lösung. Es zeigte sich, daß die keulenförmigen Zellen in der Gegend der Mundöffnung außerordentlich starke Eosin-, also Rotfärbung angenommen hatten, während die übrigen Zellen der Leberstreifen sowie die Zellen des Ektoderms lediglich Hämatoxylin, also Blaufärbung angenommen hatten.

Bei den keulenförmigen Drüsenzellen der Apolemia fand ich oft eine fast regelmäßige Alternanz zwischen gefüllten und ungefüllten Zellen. Möglicherweise haben wir es jedoch hier mit einem Zufallsprodukt zu tun.

Auf den Einfluß der konservierenden Flüssigkeit möchte ich die oft runden, manchmal auch ellipsenförmigen Höfe zurückführen, mit denen die Kerne besonders der Drüsenzellen versehen sind, und die auch von Münter an Hippopodius bei gleicher Konservierungsflüssigkeit beobachtet sind.

Die Taster.

Wenn ich für die wurmförmigen, ständig sich bewegenden polypoiden Anhänge unserer Apolemia die Bezeichnung Taster gebrauche, so folge ich hiermit lediglich altem Brauche, in Wirklichkeit ist vielleicht die Tastfunktion die am wenigsten ausgebildete unter den Funktionen dieser Anhänge.

Die Frage, ob wir bei Apolemia zwei verschiedene Arten von Tastern haben, finde ich bei allen in Betracht kommenden Forschern bejaht. Während jedoch die älteren Forscher wie Leuckart (1854) und Claus (1863) ektodermale Unterschiede angeben, nämlich dichteren oder dünneren Nesselkapselüberzug, Pigment oder Pigmentlosigkeit, verweist Schneider (1896) auf entodermale und funktionelle Verschiedenheiten. Ich möchte beide Unterscheidungen verwerfen.

Wir haben bei Apolemia uvaria nur eine Art Taster. Hierbei sind natürlich die Genitaltaster, jene eigentümlichen bei den Physophoriden weit verbreiteten rudimentären

Anhänge, an deren Basis Geschlechtsprodukte ansitzen, nicht mit berücksichtigt.

Die Frage der ektodermalen Unterschiede ist leicht gelöst. Wir haben hier mehr oder weniger fortgeschrittene Entwicklungsstadien vor uns.

Schwieriger gestaltet sich die Sachlage bei Behandlung der Schneiderschen Unterscheidungsmerkmale. Im Anschluß an eine Kritik der Häckelschen Einteilung der Taster in Palponen und Cystonen beschreibt Schneider die beiden Tasterarten wie folgt (1896 S. 585): „Die Häckelschen Cystonen¹ sind eigenartige, zu Nesselzellträgern umgebildete Polypen“, deren blasiges Entoderm nicht exkretorisch tätig ist. „Die exkretorisch tätigen Taster zeigen durch allmähliche Umbildung im Entoderm während des Wachstums so beträchtliche Annäherung an die Polypen, daß ich nicht anstehe, eine direkte Entwicklung zu solchen anzunehmen.“ Anhänge letzterer Art konnte ich bei den von mir untersuchten Tieren nicht auffinden, es sei denn, daß ich junge Freßpolypen als solche anzusprechen hätte. Diesen aber auf irgendeinem Entwicklungsstadium die Bezeichnung „exkretorisch tätige Taster“ beizulegen, halte ich für unzulässig. Ein solcher Fall von Umbildung und Funktionswechsel einzelner Anhänge während des Wachstums wäre meines Wissens unter den Siphonophoren einzig dastehend. Von exkretorischer Tätigkeit kann überhaupt ganz sicher keine Rede sein. Diese wird vielmehr entgegen der Auffassung Schneiders von den „Nesselzellträgern“ ausgeübt, wie besonders aus der Arbeit Willem's (1894) hervorgeht, die, wie es scheint, von Schneider gänzlich übersehen wurde.

Willem stellte durch Fütterungsversuche fest, daß genannte Anhänge Organe der Exkretion und intrazellularen,

¹ Bekanntlich bezeichnet Haeckel die blind geschlossenen Taster als Palponen, die mit einer distalen Öffnung versehenen als Cystonen.

phagozytären Verdauung sind. Daß sie jedoch auch nebenbei bis zu einem gewissen Grade die bei Apolemia uvaria fehlenden Nesselknöpfe ersetzen, beweist zur Genüge ihre eigentümliche Länge und das dichte Nesselpolster ihrer Spitzen.

Die Befunde Willems in bezug auf das Entoderm kann ich größtenteils bestätigen. Nur bezüglich der Lage und Form der Flimmerzellen vermag ich die von Willems gezogenen scharfen Grenzen nicht anzuerkennen. Diese Zellen liegen nicht nur auf den drei Entodermerhebungen, sondern wir finden sie auch an den drei Zotten des distalen Endes. Sodann geht die Zelle in sehr vielen Fällen, wenn nicht immer, bis zur Stützlamelle hinunter.

Die für das Entoderm unserer Anhänge ganz besonders charakteristischen Flimmertrichterzellen sind nicht von Chun, wie Willems (1894) annimmt, sondern von Dönitz (1871 S. 83—88) zuerst aufgefunden. Dieser Irrtum Willems ist um so leichter erklärlich, als auch Chun die Arbeit von Dönitz wohl kaum gekannt haben dürfte. Chun kommt nämlich im Gegensatz zu Dönitz, dessen Beobachtungen durch Willems eine Bestätigung erfahren haben, bezüglich des Baues und der Funktion dieser Gebilde zu einer ganz falschen Ansicht. Chun hält die Flimmertrichterzellen für Exkretionsorgane und verlegt die Anheftungsstelle für die Flimmerhärtchen an die Mündung des Kanals.

Über das Ektoderm der Taster finden wir genauere Angaben zunächst bei Claus (1863) und Ergänzungen vorzüglich bei Chun (1881) und Schneider (1892). Wer von den beiden letztgenannten bezüglich der Anheftungsweise der Nesselzellen im Recht ist, kann ich mit Sicherheit nicht entscheiden, neige jedoch, soweit eben Beobachtungen an Querschnitten bei derart feinen Untersuchungen entscheidend sein können, der Ansicht Chuns zu, der die Nesselzelle mit der Muskulatur in Verbindung bringt.

Bekanntlich zeigt der Taster der Apolemia und besonders die Spitze eine außerordentlich dichte und mannigfaltige

Bewaffnung mit Nesselkapseln. Den vier von Leuckart, Claus und Schneider gefundenen vermag ich noch eine neue Kapsel anzureihen. Es ist dieses eine große länglich elliptische Kapsel (Fig. I), die zur Bewaffnung der Tasterspitze dient.

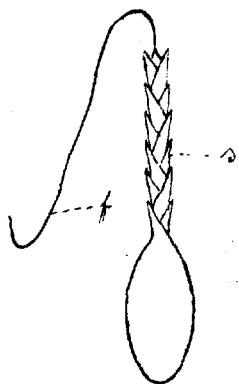


Fig. I. Vergr. 581
Nesselkapsel von der
Spitze des Tasters der

Apolemia uv.
s. Stiel f Faden

Der Faden (f) ist einfach, wird jedoch von einem Stiel (s) getragen, der auf seiner ganzen beträchtlichen Länge mit Borsten dicht besetzt ist.

Die Deckstücke.

Die Deckstücke der Apolemia lassen sich bezüglich der Form am besten mit einer Bohne vergleichen. An der konkaven Seite würde sich dann ein Kanal hinziehen.

Wie Leuckart (1854) ganz richtig bemerkt, erweitert sich dieser Kanal am distalen Ende und endet in einem Blindsack. Eschscholtz (1829), der die obwaltenden Verhältnisse zuerst untersucht hatte, beschreibt noch einen Zweigkanal, der von dem erweiterten distalen Ende, also dem Blindsack abzweigend, mit einer verhältnismäßig großen Öffnung nach außen münden soll. Dieser Befund wird von Leuckart bestritten, der weder Kanal noch Öffnung gefunden hat.

Auf Grund meiner Untersuchung bin ich zu dem Resultat gekommen, daß weder Eschscholtz noch Leuckart richtig beobachtet hat. Der Zweigkanal ist da, aber die Öffnung fehlt.

Es fragt sich nun, wie kommen die beiden Forscher zu ihrer irrtümlichen Ansicht? Auch darüber gelang es mir Aufschluß zu erhalten. Fast wäre ich zunächst auf den einen, und als ich diesen ansah, auf den anderen Irrtum verfallen. Unter den Deckstücken finden wir nämlich stets eine Anzahl,

die sich durch ihre geringe Größe als jugendliche Stadien kennzeichnen; diesen fehlt noch der Zweigkanal. Möglicherweise hat Leuckart seinen Untersuchungen zufällig derartige Formen zugrunde gelegt. Als ich dann die mit einem Zweigkanal versehenen Formen bei Lupenvergrößerung betrachtete — wahrscheinlich hat Eschscholtz hierauf seine Untersuchung überhaupt beschränkt —, glaubte ich ebenfalls an das Vorhandensein einer Öffnung. Erst eine genauere Untersuchung an der Hand von Querschnittsserien belehrte mich eines Besseren. An der Stelle, an der der Zweigkanal das Ektoderm trifft, fehlt, eine Tatsache, die bekanntlich auch bei anderen Siphonophoren festzustellen ist, die trennende Stützlamelle. Wir haben hier also einen unvermittelten Übergang vom Ektoderm zum Entoderm. Infolgedessen erscheint diese Stelle bei Lupenvergrößerung heller als die nächste Umgebung und konnte so Eschscholtz Anlaß zu seinem Irrtum geben.

Der Zweigkanal ist an seinem distalen Ende trichterförmig erweitert und das Ektoderm nach außen vorgewölbt. Die entodermale Auskleidung des Zweig- und Hauptkanals zeigt im Verhältnis zur Weite der Gefäße außerordentlich große Zellen, so daß das Lumen nur sehr eng ist.

Bezüglich weiterer Einzelheiten, den Bau der Deckstücke betreffend, verweise ich auf Leuckart (1854).

An dieser Stelle möchte ich nur noch einer eigentümlichen Zelle Erwähnung tun, die sich isoliert am Außenrande in der Gallertmasse der Deckstücke eingebettet

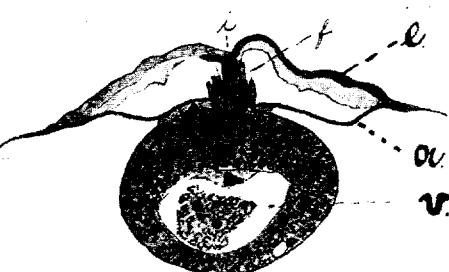


Fig. II. Vergr. 581
Zelle vom Deckstück der Apolemia
a äußerer Rand der Gallertmasse, e Epithel,
f Plasmafortsatz, i Einbuchtung des Epithels, v Vakuole

findet. Wir haben es mit großen kugeligen Zellen (Fig. II) zu tun, deren Protoplasma meist wandständig und von körniger Struktur ist. Inmitten befindet sich sodann ein Hohlraum (v), in welchem der Kern liegt, nur lose der Protoplasmawand angelehnt. Bei manchen Zellen war dieser Hohlraum noch durch eine Plasmabrücke in zwei Teile zerlegt. Bei anderen war die Verteilung des Protoplasmas wiederum anders. An der Stelle des kleinsten Zwischenraums zwischen der betrachteten Zelle und dem epithelialen Außenrand des Deckstückes finden wir einen Plasmafortsatz (f), der von der Zelle ausgehend diese mit dem Epithel des Deckstückes (e) zu verbinden scheint, wahrscheinlicher aber nach außen führt. An einer Stelle hatte sich, wie unter dem Drucke des Fortsatzes, das Epithel von der Gallertmasse (a) abgehoben. An der Vereinigungsstelle des Epithels mit dem Fortsatz zeigte ersteres eine kleine Einbuchtung (i). Der Fortsatz selbst schien aus einer Menge feiner Borsten oder Fäden zu bestehen. Wieder ein anderes Mal lag die ganze Zelle innerhalb einer solchen Abhebung des Epithels.

Eine befriedigende Erklärung über Natur und Herkunft dieser Zellen habe ich leider nicht finden können. Wir werden daher wohl nicht fehl gehen, wenn wir in ihnen Parasiten sehen. Für diese Ansicht spricht auch die Tatsache, daß sich manchmal im Innern der Zelle schwärzliche Konkremente finden, die sich so leicht als Nahrungspartikelchen deuten lassen.

Ich fand die oben beschriebenen Zellen bei allen von mir untersuchten Deckstücken. Leider bin ich jedoch nicht in der Lage, über die örtliche Verteilung auch nur einigermaßen genaue Angaben zu machen. Der Grund liegt darin, daß, wie ich schon in meiner Einleitung erwähnte, die Deckstücke besonders bei Behandlung mit Xylol, aber auch mehr als wünschenswert bei Behandlung mit Chloroform, kollabieren und so eine genaue Untersuchung unmöglich machen.

Die Verdauung.

Während die älteren Forscher sämtlich die Ansicht vertreten, daß wir bei den Siphonophoren wohl nur einen Modus der Verdauung, nämlich den extrazellulären durch Sekrete vorfinden dürften, und amöboider Bewegungen seitens des Entoderms keine Erwähnung tun, ist es zuerst Dönnitz (1871) der derartige Bewegungen beobachtet hat.

Da die Arbeit Dönnitz' sämtlichen interessierten Forschern, wie Metschnikoff, Chun, Willem und Münter, entgangen zu sein scheint, so sei es mir erlaubt, an dieser Stelle den wichtigsten Passus derselben mit Einschluß einer Kritik Claus' anzuführen. Claus ist nämlich der erste und meines Wissens auch der einzige Forscher, der die Dönnitz'sche Arbeit erwähnt und sie einer Nachprüfung und Kritik unterzogen hat.

Im Anschluß an eine Mitteilung über von ihm beobachtete amöboide Bewegungen des Ento- und Ektoderms bei Siphonophoren bemerkt Claus (1874 S. 31) folgendes:

„Ganz unbemerkt sind dieselben wenigstens am Entoderm nicht geblieben, wie ich aus einem kleinen Aufsatz von Dönnitz ersehe, der leider nur eine vollständige Unkenntnis der bisherigen Arbeiten über Siphonophoren bekundet.“

Dönnitz steht auf dem Standpunkt der völligen Ignorierung aller seitherigen histologischen Untersuchungen des Siphonophorenleibes und der aus demselben bekannt gewordenen Tatsachen. Er scheint nicht einmal zu wissen, daß sich alle Knospen und Anhänge aus zwei Zellschichten entwickeln. Das eigentümliche Organ, welches Dönnitz nun in den „Saugtentakeln“ gefunden zu haben glaubt, wird in folgender Weise beschrieben:“

„„Es bilden sich öfter unter den Augen des Beobachters vorausgesetzt, daß das Präparat von einem ganz frischen Exemplar entnommen ist, kleine anfänglich spitze Fortsätze, welche in den Hohlraum des Tentakels hineinragen, an Größe zunehmen und sich auch wohl verästeln. Bei *Forskalea*

fand ich sie gewöhnlich klein spitz, selten schwach verzweigt. Geradezu baumförmige Figuren fand ich bei *Hippopodius neapolitanus*. Eine eigentümliche Erscheinung boten sie bei *Apolemia contorta(?)* und *uvaria* dar. Dort traten sie zunächst auch als spitze hyaline Fortsätze auf und wurden dann an dem vorher spitzen Ende breiter. Dann entstanden in ihrem Innern Hohlräume, die bald miteinander verschmolzen und so einen in der Achse gelegenen Kanal bildeten. Endlich öffnete sich der Kanal, nachdem der Fortsatz sich hakenförmig gekrümmmt hatte. Unterdessen haben die starren Cilien schwach zu vibrieren angefangen und neigen allmählich ihre Spitzen gegen die Mündung des Kanals im Haken. Dann beginnt eine lebhafte Bewegung; es sieht aus, als ob der Haken die Cilien verschlänge, die jetzt in Schwingungen geraten. Diese Schwingungen entsprechen denen eines an beiden Enden befestigten in Bewegung gesetzten Stranges. Manchmal auch sieht man, wie der Haken seine Beute wieder losläßt, sich verkleinert und verschwindet, während die Bewegung der Cilien aufhört.”“

Die Bewegungserscheinungen, um welche es sich hier handelt, habe ich in den Magenschläuchen derselben Siphonophoren zum Teil beobachtet, ich bin jedoch zu einer ganz andern Deutung gelangt. Es sind sehr ausgebildete amöboide Bewegungsvorgänge des kontraktilen Protoplasmas der Ektodermzellen (Entodermzellen!). Die Hohlräume und Kanäle sind nichts anderes als Vakuolen, die wohl zusammenfließen und sich verstärken können, von denen ich jedoch ein Öffnen, also „eine Mündung des Kanals“, nicht konstatieren konnte. Ebensowenig konnte ich mich von einer Beziehung des hakenförmig gekrümmten Fortsatzes zu der Ruhe und Bewegung der benachbarten Cilien, von einem Vorgange, welcher einem Verschlingen der Cilien ähnlich gesehen habe, überzeugen und muß deshalb die Vorstellung, welche sich Dönitz von der Bedeutung dieser Bewegungserscheinungen macht, daß dieselben „Flüssigkeiten in ein

System von Vakuolen hineinpumpten“, als höchst wunderliche zurückweisen.“

Claus hat unter „Saugtentakel“ offenbar Magenschläuche verstanden und seine Nachprüfung nur auf diese ausgedehnt. Dönitz dagegen hat, verführt durch die Gleichartigkeit der beobachteten Erscheinungen, unter diesem Namen Taster bei Apolemia, und Magenschläuche bei Hippopodius zusammengefaßt.

Wenn Claus daher bemerkt, daß er die Dönitzschen Beobachtungen nur teilweise bestätigt gefunden, so dürfte erklärlicherweise dieser Teil sich auf die Beobachtung der Vorgänge bei Hippopodius und evtl. Forskalea beschränken. Daher denn auch seine falsche Beurteilung und schroffe Zurückweisung vor allem der Dönitzschen Angaben über die Flimmertrichterzellen der Apolemia.

Von ganz besonderer Wichtigkeit für die Beurteilung der Dönitzschen Arbeit ist die Tatsache, daß Dönitz als charakteristisch bei den beobachteten Erscheinungen das Vorhandensein nur zu gewissen Zeiten bewegter, im allgemeinen starrer Cilien angibt. Claus hat, wie es scheint, diesem Befunde Dönitz' nicht die gebührende Beachtung geschenkt.

Und doch spielen diese „starren Cilien“, oder nach unserer besseren Erkenntnis Zellen mit starren Cilien im Organismus der Siphonophoren eine wichtige Rolle. Sie sind der Hauptbestandteil des intracellular verdauenden Entoderms, und nur an diesem Teil des Entoderms kommen nach meiner Ansicht amöboide Bewegungen vor.

Wenn Claus daher von amöboiden Bewegungen in den Magenschläuchen von Apolemia spricht, sowie von solchen des Ektoderms, so stehe ich derartigen Angaben einigermaßen skeptisch gegenüber.

Veranlaßt durch die Untersuchungen von Willem und Münter, die bekanntlich (l. c.), ersterer an Apolemia uv., letzterer an Hippopodius hippocampus, die Cilienzellen genau

untersucht und beschrieben haben, untersuchte ich, da ich für Apolemia und Hippopodius Ausnahmefälle nicht annehmen möchte, zur Klarlegung der Verhältnisse die in Frage kommenden Anhänge von *Forskalea spec.* und *Praya maxima*. Bei beiden Siphonophoren konnte ich das Vorhandensein der Cilienzellen feststellen.

Bei *Praya maxima* liegen die Verhältnisse genau wie bei Hippopodius, d. h. der basale Abschnitt der Magenschläuche ist mit den der phagozytären Nahrungsaufnahme dienenden Cilienzellen besetzt.

Bezüglich der Verhältnisse bei *Forskalea* konnte ich jedoch zu einer zweifelsfreien Lösung leider nicht gelangen. Das Vorhandensein unserer Cilienzellen vermochte ich zwar, wie schon erwähnt, festzustellen, nicht aber die Art ihrer Verteilung. Die Gründe hierfür liegen in der schlechten Konservierung des mir zu Gebote stehenden Materials. Einerseits nämlich hatten sich sämtliche Anhänge vom Stämme abgelöst, und anderseits befand sich gerade der in Frage kommende Teil der Magenschläuche in einem derart zerrissenen und zerfetzten Zustande, daß eine genaue Untersuchung schlechterdings unmöglich war.

Infolge ersteren Übelstandes war ich nicht in der Lage, eine zusammenhängende Gruppe von Anhängen schneiden und auf diese Weise über die Arten der Anhänge des *Forskalea*-stammes mich genau orientieren zu können. Zumal da die Flemmingsche Lösung eine gleichmäßige dunkelbraune, fast schwarze Färbung des ganzen Siphonophorenkörpers hervorruft, und somit eine Unterscheidung der Anhänge auf Grund äußerer Merkmale sehr erschwert ist.

Unter den von mir für Anhänge des *Forskalea*-stammes gehaltenen Gebilden befand sich eins, das ich auf Grund äußerer Ähnlichkeit als Taster ansprechen zu müssen glaubte. Besagter Anhang zeigte in seinem basalen Abschnitt eine Fülle unserer Cilienzellen. Da ich bis dahin nur einen Magenschlauch der *Forskalea* untersucht, Cilienzellen darin aber

nicht gefunden hatte, so nahm ich zunächst keinen Anstand, den Tastern der *Forskalea* dieselbe physiologische Bedeutung wie denen der *Apolemia* zuzuschreiben, d. h. ich hielt sie für Phagozytosemägen. Zu meiner Überraschung fand ich jedoch an einem Querschnitt eines zweiten Magenschlauches ebenfalls eine ganz charakteristische Cilienzelle (Fig. III). Dieses erregte in mir Bedenken gegen meine frühere Annahme. Ich

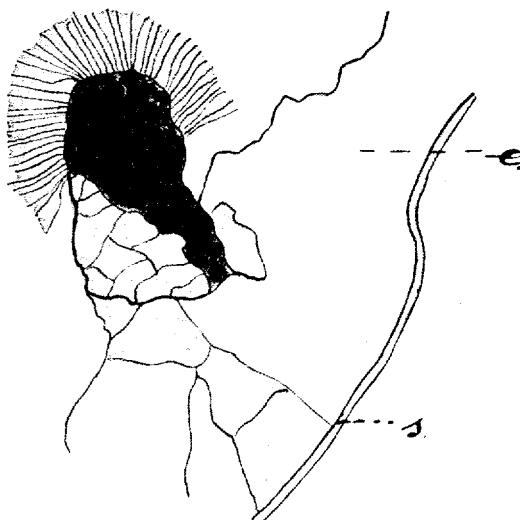


Fig. III. Vergr. 581
Cilienzelle aus dem Magenschlauch der *Forskalea*
e Entoderm, s Stützlamelle.

untersuchte daher noch eine ganze Reihe von Anhängen, sowohl vom Magenschlauch als auch vom Tasterotypus, fand jedoch nur die bekannten dünnwandigen Taster und regelrechte Magenschläuche, und in einem der Magenschläuche mehrere Cilienzellen. Die Echtheit meines zuerst untersuchten „intrazellular verdauenden Tasters“ scheint mir infolgedessen sehr zweifelhaft. Zu einer sicheren Entscheidung konnte ich jedoch aus den oben erwähnten Gründen nicht gelangen,

und ich muß es mir daher versagen, über die in Frage kommenden Verhältnisse bei *Forskalea* schon jetzt Vermutungen auszusprechen, halte jedoch meine Untersuchungen über diesen Punkt noch nicht für abgeschlossen.

Bei *Praya maxima* finden sich, wie schon erwähnt, die Cilienzellen im basalen Abschnitt der Magenschläuche. Sie sind von bedeutender Größe, variieren aber bezüglich der Anordnung ganz außerordentlich. Manchmal ragen sie weit in das Lumen des Magenschlauches hinein und gleichen dann mit ihren Begleitzellen, abgesehen von der Größe, ungefähr den durch Münter (l. c. S. 38)

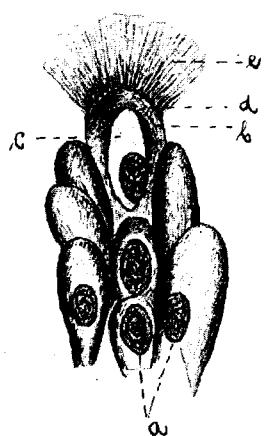


Fig. IV. Cilienzelle aus einem Magenschlauch von *Hippopodius*
(nach Münter) Vergt. 465
a Kerne, b Cilienzelle
(Sinneszelle Münters),
c Vaknole, d Stöckerchen
(Sinneshügel), e Borsten
(Sinnesborsten).

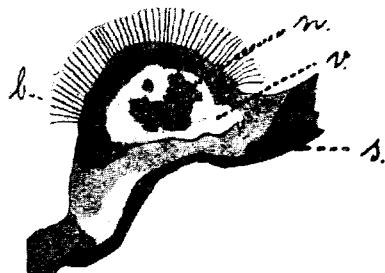


Fig. V. Vergt. 581
Cilienzelle aus dem Magenschlauch
der *Praya max.*
s Stützlamelle, v Vakuole,
n Nahrungspartikelchen, b Borsten

dargestellten analogen Gebilden von Hippopodius (Fig. IV); manchmal ragen sie aus dem hier gleichmäßigen Entodermbelag des Polypen als kleiner mit Borsten (b) dicht besetzter Hügel¹ hervor (Fig. V). Begleitzellen sind in diesem Fall nicht zu erkennen. An einigen Zellen glaube ich auch die von Münter beschriebenen, auf den Zellen sitzenden Höcker-

¹ Die Bauart dieser Zellen unterscheidet sich mithin von der von Münter bei Hippopodius beschriebenen.

chen („Sinneshügel“) wahrgenommen zu haben; die überwiegende Mehrheit zeigt jedoch nichts Derartiges. In den meisten Fällen stehen die Cilienzellen einzeln, zuweilen jedoch zu zweien.

Letzteres gilt ganz besonders für die Cilienzellen von Apolemia uv., wie auch aus der Willemschen Arbeit hervorgeht, scheint dagegen bei Hippopodius nicht vorzukommen; Münter erwähnt wenigstens diesen Umstand nicht.

Der innere Bau der Cilienzellen von Forskalea, Praya, Apolemia und Hippopodius zeigt vollkommene Übereinstimmung, was ja auch durch die Analogie der Gebilde leicht erklärlich erscheint. Überall haben wir meist wandständiges, körniges Protoplasma, zentral gelegene Vakuole (v) und einen oder zwei Kerne. Die bei den Cilienzellen eines einzelnen Magenschlauches etwa vorhandenen geringfügigen Unterschiede dürften vielleicht eine Erklärung darin finden, daß man verschiedene Funktionszustände annimmt.

Die Cilienzellen sind nämlich, wie ich schon erwähnte, die Hauptfaktoren der intrazellularen Verdauung. Fast immer finden sich in der Vakuole fremde Elemente, Konkremente, die man als Nahrungspartikelchen zu deuten hat.

Willems schreibt über die Cilienzellen speziell der Apolemia uv. folgendes (l. c. S. 360): Les cellules ciliées (fig. 2 et 4) sont garnies de cils raides dressés côte à côte sur la surface libre. Chon les a considérés à torte 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; on 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 gashozoïdes de Liliopsis diphyses Vogt.

Ces 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 des 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? Il 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 (1) qui les baigne? C'est ce que j'ignore encore (1). Ces cellules sont aptes à absorber non seulement des granulations flottantes, mais aussi les substances liquides.

Nach Dönnitz (l. c.) sind die Flimmertrichterzellen der Apolemia uv. keine festen einheitlichen Zellen, sondern Cilienzellen in Verbindung mit einem durch amöboide Bewegung entstandenen Fortsatz, der nach einiger Zeit wieder verschwindet. Willem dagegen und Chun halten genannte Zelle offenbar für einheitlich und konstant. Auf Grund meiner Untersuchungsmethode bin ich natürlich nicht in der Lage, zu diesen Auffassungen Stellung zu nehmen, bin jedoch im übrigen nicht abgeneigt, mich der Dönnitzschen Ansicht zuzuneigen, da durch diese die durch den Alleinbesitz der eigenartigen Flimmertrichterzellen geschaffene Ausnahmestellung der Apolemia wegfallen würde. Amöboide Bewegungen des Entoderms in Verbindung mit den Cilienzellen dürften wir nämlich wohl bei allen Siphonophoren antreffen, wie man aus den Beobachtungen von Dönnitz (1871) Claus (1874) und Metschnikoff (1882) entnehmen kann.

Es erhebt sich nun sofort die Frage, ob es sich bei den erörterten Tatsachen um allen Siphonophoren gemeinsame Verhältnisse handelt, d. h. ob wir bei allen Siphonophoren derartige Cilienzellen und somit amöboide Bewegung des

Entoderms und intrazellulare Verdauung vorfinden? Soweit ich die Sachlage überschauen kann, möchte ich diese Frage bejahen. Wir haben nämlich unsere Zellen bei Formen der verschiedensten Familien gefunden, und es bedarf nach meinem Dafürhalten nur zielbewußter Untersuchungen, um die Lücken auszufüllen.

Metschnikoff war es, der für die Verdauung der Siphonophoren die Parole intrazellular ausgab. Er fiel jedoch bei seiner Entdeckung, wie dieses oft geschieht, ins Extrem, d. h. er lehnte jede extrazellulare Verdauung bei Cölenteraten und somit auch bei Siphonophoren ab (Zool. Anz. 1882, S. 315: „In keinem Falle hat man das Vorhandensein von Verdauungssäften konstatieren können“). Auch Krukenberg verwirft, dieser jedoch speziell für die Siphonophoren, jede Verdauung durch Sekrete. Die Drüsenzellen des Entoderms der Magenschläuche unterscheiden sich nach ihm überhaupt nicht von denen des Ektoderms. Nachdem schon durch Balfour aus entwicklungsgeschichtlichen Gründen, sowie durch Willème (l. c.) und Schäppi (1899) auf Grund von Beobachtungen eine derartig einseitige Auffassung von dem Verdauungsmodus der Siphonophoren zurückgewiesen ist, bin ich in der Lage, besonders entgegen der Beweisführung Krukenbergs noch folgendes anzuführen: Das Drüsengewebe der Magenschläuche zeigt bekanntlich stets eine außerordentliche Oberflächenvergrößerung. Diese kann doch nur den Zweck haben, der Siphonophore zu ermöglichen, große Sekretmengen an den betreffenden Stellen abzusondern, und letzteres wiederum legt den Gedanken an eine Verwendung dieser Sekrete als Verdauungssäfte sehr nahe. Sodann gelang es mir, nachzuweisen, wie ich schon im ersten Teil meiner Arbeit erwähnte, daß die Drüsenzellen der Leberstreifen noch eine besondere Differenzierung aufweisen. Haben wir aber verschiedene Arten von Drüsenzellen im Entoderm, so erledigt sich damit die Behauptung Krukenbergs von selbst.

Ich fasse somit das Resultat meiner Untersuchungen betreffs der Verdauung folgendermaßen zusammen. Wir haben bei den Siphonophoren zwei Arten der Verdauung¹, die stets zusammen vorkommen: eine extrazellulare und eine intrazellulare. Die extrazellulare Verdauung geht bei allen Siphonophoren in den Magenschläuchen vor sich, und zwar mit Hilfe von Sekreten. Für die intrazellulare Verdauung haben wir einen besonderen Abschnitt des Siphonophorenliebes, der durch das Vorhandensein von Zellen mit eigentümlichen starr erscheinenden Cilien charakterisiert ist. Dieser Abschnitt bildet bei manchen z. B. *Praya*, *Hippopodius* den basalen Teil der Magenschläuche, bei anderen Siphonophoren, z. B. *Apolemia*, finden wir ihn in besonderen, dickwandigen, tasterähnlichen Anhängen.

Taster.

Aus dem zuletzt Gesagten ergibt sich sofort eine Haupteinteilung der bisher im allgemeinen als Taster bezeichneten Anhänge in solche, die die intrazellulare Verdauung übernommen haben — diese und nur diese dürften wohl zugleich auch der Exkretion dienen — und solche, die an der Verdauung nicht beteiligt sind. Für die ersten, die wir uns stets mit einer distalen Öffnung versehen denken müssen, dürfte die von Häckel eingeführte Bezeichnung Cystonen nicht unpassend anzuwenden sein. Bezüglich der nicht intrazellular verdauenden tasterähnlichen Anhänge bedarf es in betreff ihrer genauen Klassifizierung noch weiterer Untersuchungen. Auch hier dürften sich noch grundlegende Unterschiede ergeben.

Chun (Bronns Klassen und Ord. d. Tierr. Bd. II, 2. Abt. S. 291) sondert z. B. die Genitaltaster der Physophoriden und die Tentakelpolypoide an der Basis der Senkfäden von *Physalia* und *Stephanophyes* als „mundlose Formen, die wir mit Häckel als Taster im engeren

¹ Vgl. Jordan 1913.

Sinne aufzufassen hätten“, von den übrigen als alleinstehende Gruppe ab.

Die Ansicht Schneiders (1896), der die Taster in ihrer Gesamtheit als Exkretionsorgane, „die in manchen Fällen besonders zur Tastfunktion geeignet sind, in anderen dagegen wieder zum Schutze und vielleicht auch zu einer, wenn auch nur geringfügigen Lokomotion dienen“, dürfte dem Gesagten zufolge nur für wenige Einzelfälle zutreffend sein.

Eine allgemein gültige Definition der Taster ist, wie wir gesehen haben, vollkommen unmöglich, eher schon ließen sich die „Cystonen“ mit den Magenschläuchen unter dem Namen „Verdauungsschläuche“ zusammenfassen.

Häckel (Jen. Zeitschr. 1888 S. 23) schreibt über die Funktion der Tasterspitze bei einigen Agalmiden wie folgt: „Bei einigen Agalmiden scheinen die Tasterspitzen als Otocysten zu fungieren, indem sie sich durch einen starken Sphinkter von der weiten Tasterhöhle abschnüren und eine kugelige Endblase bilden, in welcher ein kristallinischer Otolith durch Flimmerepithel in rotierender Bewegung erhalten wird.“

Mit dieser Darstellung möge man die von Claus (1878 S. 43) herrührende Beschreibung der Tasterspitze der bekanntlich zu den Agalmiden gehörigen Halistemma tergestinum Claus vergleichen. Claus erwähnt ebenfalls einen auf starken Wimperhaaren rotierenden Ballen, der jedoch aus „gesprengten Nesselkapseln und festen, unverdaulichen Überresten verschiedener Nahrungskörper“ bestehen soll. Eine Abgeschlossenheit des mit „besonders mächtig“ entwickelten Wimperhaaren ausgerüsteten Abschnittes gegenüber dem übrigen Körperteil erwähnt er jedoch nicht und bringt überhaupt die ganze Erscheinung mit der Exkretion in Verbindung.

Da es sich jedoch offenbar bei beiden Forschern um dieselben Verhältnisse handelt, so untersuchte ich zur Klar-

legung derselben die Tasterspitze der Agalmide *Halistemmarubrum*. Auch hier finden wir den Hohlraum der Tasterspitze (Fig. VI) durchaus nicht getrennt von dem eigentlichen Tasterlumen, von einer abgeschlossenen „kugeligen“ Endblase kann also hier sowie bei *Forskalea spec.*, die auf diesen Punkt hin von mir auch untersucht wurde, keine Rede sein. Bezuglich des „rotierenden Ballens“ glaubte ich zunächst den beiden Forschern bestimmen zu können. Als ich jedoch mein Objekt an der Hand von Längsschnittserien untersuchte, fand ich zu meiner Überraschung, daß wir hier nicht einen allseitig von Wimperhaaren getragenen



Fig. VI. Vergr. 124.
Tasterspitze von *Halistemmarubrum*
im Längsschnitt
b Wimperhaare, z Zapfen, m dunkel
pigmentierte Masse.

Ballen, sondern einen vom distalen Ende her in das Lumen der Tasterspitze hineinragenden Zapfen (z) haben, der allerdings, was die Elemente des Aufbaues betrifft, zu irgendwelchen sicheren Angaben keinen Anhalt bietet. Vor allem fand sich stets darin eine undefinierbare dunkel pigmentierte Masse (m).

Daher ist es mir leider unmöglich, über den Zweck dieser Einrichtung eine gut begründete Vermutung auszusprechen. Als Exkretionsorgan oder als Otocyste dient sie jedoch unter diesen Umständen wohl kaum. Ein Sinnesorgan scheint jedoch auch mir die Tasterspitze vorzustellen, besonders mit Rücksicht auf die eigentümlichen, mit langen Härchen versehenen, stäbchenförmigen Zellen, die das Entoderm der Seitenwandungen der Tasterspitze ausmachen. Möglicherweise könnten gerade die bei den Agalmiden obwaltenden Verhältnisse eine Begründung der im allgemeinen so wenig passenden Bezeichnung Taster bilden, indem eine Berührung der Tasterspitze eine

Bewegung des Zäpfchens nach sich ziehen und so ein Reiz auf die benachbarten Flimmerzellen ausgeübt würde.

Diskutabel für Halistemma und die übrigen Agalmiden ist vielleicht auch die Ansicht Schneiders über die Funktion der Tasterspitze der Agalmide *Forskalea*. Genannter Forscher beschreibt (Zool. Jahrb. 1896 S. 586) als charakteristisch für die *Forskaleataster* „die Abscheidung eines gelbroten Sekrets im Entoderm des Vorderendes“. Sicherlich aber ist Schneider im Recht, wenn er entgegen der Ansicht Häckels die gelegentlichen Auswurfstoffe des *Forskaleatasters* nicht als Exkrete, sondern als Sekrete bewertet wissen und eine distale Mundöffnung „zeitweilig sich öffnenden Mund“ an den Tastern nicht gelten lassen will¹.

Auch den Tastern der *Halistemma rubrum* fehlt eine Mundöffnung vollkommen, und eine exkretorische Tätigkeit dieser Anhänge ist somit nicht anzunehmen. Wohl aber könnte hier, wie Schneider bei *Forskalea* beobachtet hat (1896 S. 586), „bei Reizung des Tieres unter Berstung der seitlichen Körperwand“ ein Sekret ausgeworfen werden, um Feinde dadurch zu erschrecken. Die geringe Dicke der Tasterwandung sowie die eigentümliche dunkle Tasterflüssigkeit lassen diese Annahme wohl begründet erscheinen, zumal wenn man bedenkt, daß einer Reizung der Siphonophore stets eine Kontraktion zu folgen pflegt.

Aus alledem ergibt sich, daß unsere Kenntnisse von der Bedeutung und Einteilung der unter der Bezeichnung Taster zusammengefaßten Anhänge noch sehr im argen liegen. Infolgedessen finden wir denn auch bezüglich dieser Anhänge keinerlei Übereinstimmung bei unseren Siphonophorenforschern. Vollkommen sichere Resultate dürften hier überhaupt nur durch eine Untersuchung mit gleichzeitig angestellten biologischen und physiologischen Experimenten zu erzielen sein.

¹ Vgl. auch Korotneff 1884, S. 254.

Der Stamm.

Da sich meine im Folgenden mitgeteilten Resultate auf Untersuchungen an Längs- und Querschnitten stützen, so war es mir leider unmöglich, die höchst subtilen Untersuchungen Korotneffs, Schneiders und Schäppis, soweit die nervösen Elemente des Ektoderms in Frage kommen, einer Nachprüfung zu unterziehen, d. h. ich konnte die von den genannten Forschern beschriebenen nervösen Elemente durchaus nicht auffinden und schreibe dieses eben meiner primitiveren Untersuchungsmethode zu. Ich werde daher über das Ektoderm nur Angaben allgemeinerer Art machen, die keinen Anspruch auf erschöpfende Behandlung des in Frage kommenden Gebiets erheben können, und meine Hauptaufgabe darin suchen, über den Zweck des dorsalen Zellstranges und den feineren Bau der Stützlamelle genaueren Aufschluß zu erlangen, zumal da über den Zweck des dorsalen Zellstranges die Meinungen der Forscher auseinandergehen.

Meine Untersuchungen am Ektoderm habe ich auf die Stämme von *Apolemia uvaria* und *Praya maxima* beschränkt.

Schäppi (1898 S. 519) faßt die Verhältnisse bei den beiden Siphonophoren in folgende Bemerkung zusammen: „Die Epithelmuskelzellen haben überall die charakteristischen basalen und peripheren Fortsätze. Letztere sind hier besonders ausgebildet und fallen sofort dadurch auf, daß sich in ihnen glatte Muskelfasern gebildet haben, analog wie sich in den basalen Fortsätzen die Längsmuskeln ausbilden.“ Soweit sich diese Ausführungen auf *Apolemia uvaria* beziehen, sind sie nicht ganz den Tatsachen entsprechend. Wir finden bei unsrer *Apolemia* keine Spur von glatter Ringmuskulatur, sondern nur die peripheren Fortsätze. Diese Tatsache ist übrigens auch von Korotneff und wahrscheinlich auch von Claus — letzterer spricht von einer zarten Ringfaserung — schon richtig erkannt.

Korotneff beschreibt als charakteristisch für den Stamm der Apolemia im Gegensatz zu dem der Praya maxima eigentümliche, konische Zellen, die zwischen die Muskelfibrillen hinabgesunken. Derartige Zellen konnte ich sonderbarer Weise nicht bei Apolemia uvaria, wenigstens nicht mit Sicherheit, wohl aber bei Praya maxima auffinden, allerdings hier auch nicht überall.

Eine Erklärung für diese merkwürdige scheinbare Umkehrung der Verhältnisse ist vielleicht einer Theorie Schäppis zu entnehmen.

Schäppi (1898), der derartige zwischen den Muskelsepten liegende Zellen bei *Forskalea* beobachtete, glaubt diese als junge Epithelmuskelzellen bewerten zu müssen, die als Ersatz für zerfallene ältere Zellen — Schäppi glaubt die Reste von solchen bemerkt zu haben — und zum Wachstum zu dienen hätten. Genannter Forscher hält das Wachstum der Siphonophoren für unbegrenzt.

Demnach wären auch die „eigentümlichen, konischen Zellen“ Korotneffs, die dieser auf Grund seiner Neuron-muskelzellentheorie zu erklären sucht, ebenso wie die von mir bei *Praya maxima* beobachteten Zellen nichts weiter als derartige junge Epithelmuskelzellen.

Über die Lage der Epithelmuskelzellen zu den Septen finden wir allgemein die Angabe, daß eine Zelle über dem Zwischenraum zweier Septen gelegen, je eine Hälfte beider versorgt. Bei *Hippopodius* dagegen liegt nach Münter die Zelle über dem zugehörigen Septum. Weder bei Apolemia noch bei *Praya* waren die obwaltenden Verhältnisse mit Sicherheit zu erkennen, doch schien mir bei der letzteren Form ebenfalls die Zelle über dem Septum zu liegen.

Bei Apolemia uvaria sind die Zellkerne mit ihrer Längsrichtung radiär gestellt, bei *Praya maxima* dagegen mit Ausnahme der erwähnten jungen Epithelmuskelzellen peripher.

Bezüglich der nervösen Gebilde an den Stämmen der betrachteten Formen stimmen die Resultate der Unter-

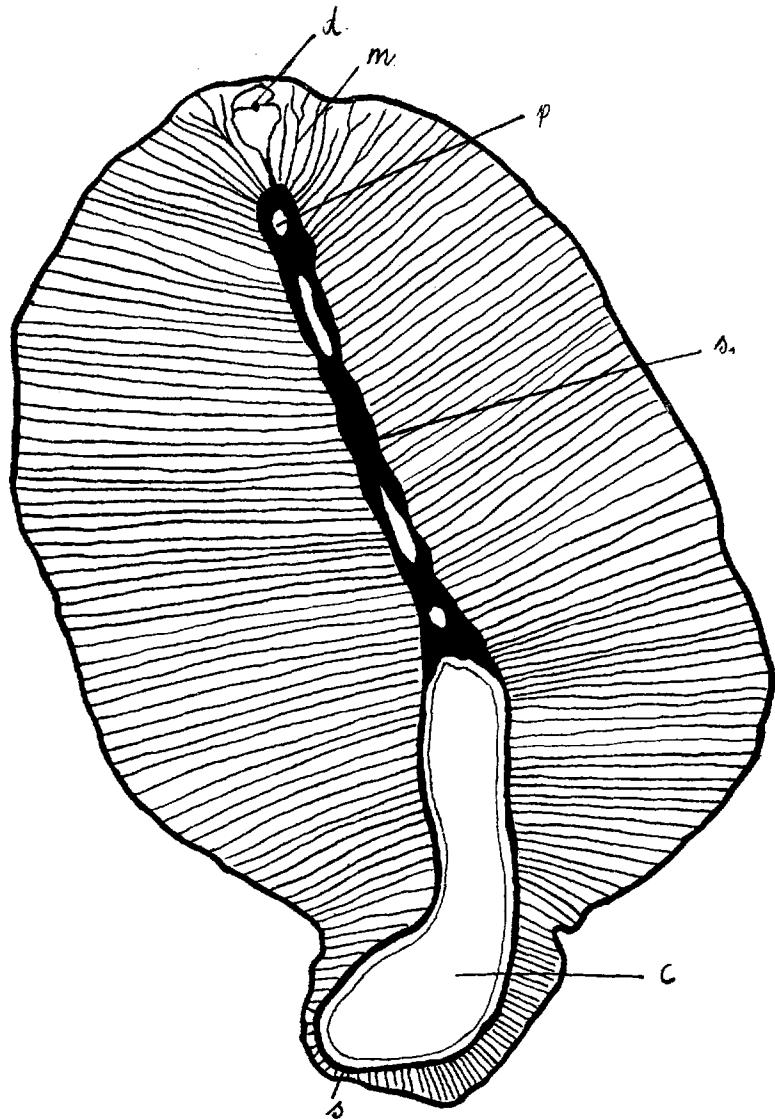


Fig. VII. Querschnitt vom Stamm der *Forskalea*
(Vergr. 103 etwas schem.)
c Zentralkanal, d dorsaler Zellstrang, p Parallel-Kanal,
ss₁ Stützlamelle, m Muskelsepten der dorsalen Seite.

suchungen von Korotneff, Schneider und Schäppi nur wenig überein. Aus den eingangs angegebenen Gründen muß ich es mir jedoch versagen, zu den Angaben der einzelnen Stellung zu nehmen.

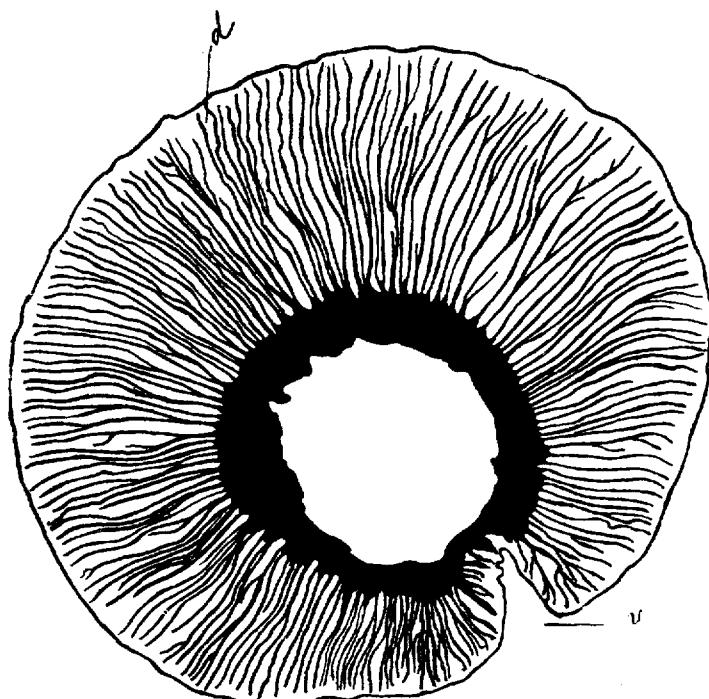


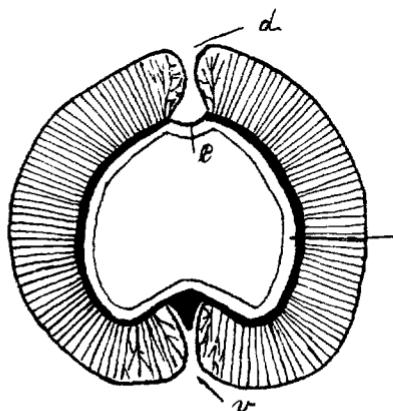
Fig. VIII. Querschnitt vom Stamm der *Praya maxima*
(etwas schem. Vergr. 103)
v ventrale Rinne, d Dorsalseite.

Eine ventrale Rinne finden wir sowohl bei Apolemia uvaria (Fig. IX v) als auch bei *Praya maxima* (Fig. VIII v). Bei der ersteren Siphonophore haben wir jedoch an dieser Stelle noch eine Ausstülpung der Stützlamelle in Form einer Crista. Nach Claus soll diese stets solide bleiben und somit eine Gefäßausstülpung der Apolemia vollkommen abgehen. In Wirklichkeit finden wir aber, wie Korotneff

ganz richtig bemerkt, eine Gefäßausstülpung doch, aber nur an den Ansatzstellen der Anhänge, den Nodi.

Eine besonders auffällige Erscheinung zeigt sich uns an der Dorsalseite des Stammes mancher Siphonophoren. Ich meine jenen dorsalen Zellstrang, den wir bei Apolemia in einer offenen Rinne finden, und der bei anderen wie Forskalea und Halistemma ein vom Ektoderm bedecktes Rohr ausfüllt.

Genauere Untersuchungen über die Natur und Herkunft



dieses Zellstranges hat zuerst Korotneff (1884) angestellt. Er kommt hauptsächlich mit Rücksicht auf die Form der einzelnen Zellen und ihre Verbindung miteinander zu der Überzeugung, daß wir hier ein ektodermales nervöses Gebilde vor uns haben, analog etwa dem Rückenmark der Wirbeltiere.

Während Schneider im wesentlichen den Korotneffschen Ausführungen zustimmt,

Fig. IX. Querschnitt vom Stamm der *Apolenia uvaria* (schem. Vergr. 51)
e Verdünnungsstelle an der Stützlamelle,
d Dorsalrinne, v Ventralrinne,
e Entoderm

kommt Schäppi (1898) zu einem ganz andern Resultat.

Genannter Forscher studierte die in Frage kommenden Verhältnisse zunächst am Forskaleastamm, und zwar stützt er seine Ansicht von der Art und der Herkunft der Zellen des dorsalen Stranges speziell auf Befunde am Siphosom, das bekanntlich bei Forskalea eine regelmäßige Gliederung (Nodien und Internodien) aufweist. Ein „besonders starkes Radialseptum“, das in der dorsalen Mittellinie vom Zentralkanal ausstrahlen soll, trägt nach ihm „über einer Gabelung“ den dorsalen Zellstrang.

„Wir beobachten nun an der Grenze zweier aufeinander folgender Glieder. — schreibt er dann — daß das oben erwähnte, über einer Gabelung die dorsale Zellreihe tragende Radialseptum von oben bis unten in zwei Lamellen sich spaltet, die in parallelem Verlaufe zur Stützlamelle hinunterziehend einen schmalen Zwischenraum zwischen sich lassen, in welchen jenes dorsale Gebilde sich fortsetzt. Zwischen dem Ursprung der beiden Zellen zeigt sich uns nun aber der überraschende Befund, daß die Stützlamelle auf eine kurze Strecke hin durchbrochen ist, so daß demnach der von den Lamellen begrenzte Zwischenraum oder Kanal in direkte Kommunikation mit dem Zentralkanal des Stammes steht, woraus hinwiederum folgt, daß die, jenen Kanal auskleidenden, von der dorsalen Zellreihe ableitbaren Zellen an dieser Stelle in direktem Zusammenhang stehen mit dem den Zentralkanal auskleidenden Entoderm. Und in der Tat erweist schon ein flüchtiger Vergleich der Entodermzellen mit denen des dorsalen Zellstranges zur Evidenz ihre morphologische Gleichwertigkeit. Das von Korotneff und Schneider beschriebene Zentralnervensystem ist demnach nichts anderes als eine Fortsetzung des Entoderms des Zentralkanals.“

Nach der Ansicht Schäppis hätten wir hier also eine direkte Berührung zwischen Ektoderm und Entoderm, ein Zustand, der an sich wohl möglich ist, da wir derartige Verhältnisse schon gelegentlich der Besprechung der Deckstücke gefunden haben. Eine andere Frage ist jedoch, ob wir bei *Forskalea* wirklich die von Schäppi beschriebenen Verhältnisse antreffen? Meinen Befunden gemäß muß ich diese Frage verneinen.

Zunächst ist der Bau des *Forskaleastammes* (Fig. VII) ein ganz anderer als Schäppi ihn durch Wort und Bild beschreibt. Genannter Forscher läßt die Nervenrinne (d) Korotneffs durch eine gabelige Spaltung eines Radialseptums ihre Seitenwandungen finden, eines Radialseptums,

das sich von den übrigen nur durch „seine besondere Stärke“ unterscheidet. Wir sehen daher an seiner Figur (l. c.) die Muskelsepten sämtlich vom Zentralkanal des Stammes radiär ausstrahlen. In Wirklichkeit dient jedoch auch das besonders starke Radialseptum (s_1) Schäppis als Ausgangspunkt für die Muskelsepten, und der Bau des Forskaleastammes entspricht ziemlich genau der hier folgenden Schilderung Korotneffs (1884 S. 234): „Bei allen diesen Formen — er spricht von Praya, Apolemia und Halistemma — entspringen die Leisten — gemeint sind die Muskelsepten — von der Stützlamelle, welche den Stammkanal einschließt; bei Forskalea reicht hingegen die Stützlamelle nicht nur um den inneren Kanal, sondern auch um die Querkanäle (!), welche gänzlich in ihr eingeschlossen sind. Dabei bilden sie eine gemeinsame Scheidewand, die sich vom Stammeskanal in der Richtung der dorsalen Anschwellung hinzieht. Von dieser hyalinen Scheidewand gehen Leisten ab; dorsal sind diese am kleinsten und werden latteral höher, um ventral wieder ganz niedrig zu werden.“

Während also nach der Darstellung Schäppis die Septen der Dorsalseite (m) die größte Länge aufweisen, sind sie in Wirklichkeit dort am kürzesten. Die „gemeinsame Scheidewand“ Korotneffs oder, wie Schäppi sich unrichtigerweise ausdrückt, das „stärkere Radialseptum“ schließt jedoch nicht nur Querkanäle in sich, wie die beiden genannten Forscher angeben, sondern auch, wenigstens bei der von mir untersuchten Spezies, zum Zentralkanal des Stammes parallel verlaufende Kanäle (p), die durch die genannten Querkanäle, die nach Schäppi durch Spaltung eines Radialseptums entstehen sollen, mit dem Zentralkanal in Kommunikation stehen.

Aus dem Gesagten ergibt sich sofort, daß die ganze Theorie Schäppis, soweit sie sich auf die Verhältnisse bei Forskalea stützt, unhaltbar ist; denn nicht am proximalen Ausgang des Querkanals, also an der Eintrittsstelle in den

Zentralkanal, liegt die Ektoderm und Entoderm trennende Stützlamelle, sondern am distalen Ende, und hier ist sie an keiner Stelle unterbrochen. Es ist also richtig, wenn Schäppi die innere Bekleidung der Querkanäle als Entoderm deutet; nicht angängig ist es jedoch, daraus irgendwelche Schlüsse auf die entodermale Natur des dorsalen Zellstranges zu ziehen.

Um weitere Beweise für die Richtigkeit seiner Ansicht zu sammeln, untersuchte Schäppi noch die Verhältnisse bei *Apolemia uvaria* und *Praya maxima*. Das Resultat seiner Untersuchungen faßt er in folgende Sätze:

„Unter den Calycophoriden habe ich den Stamm von *Praya maxima* untersucht. Er zeigt so große Übereinstimmung mit demjenigen von *Apolemia uvaria*, daß ich den Stamm beider zugleich besprechen will. Schon bei Lupenvergrößerung zeigt der Stamm dieser Formen eine dorsale(!) und ventrale Rinne. Die erstere ist von Korotneff als „Nervenrinne“ bezeichnet und mit dem Zentralnervensystem der Anthemodinen homologisiert worden. Wir sahen nun aber, daß dies vermeintliche Nervensystem nichts anderes als eine Fortsetzung des Entoderms auf die Dorsalseite des Stammes ist, die an den Internodien (? cf. Knospungsstellen) des Siphosoms und am oberen und unteren Ende des Nektosoms durch eine Unterbrechung der Stützlamelle zustande kommt. Diesem Befunde entsprechend ist auch die sogenannte „Nervenrinne“ von *Apolemia* und *Praya* (?) keineswegs ein Nervensystem, sondern sie ist eine Einrichtung von gleicher physiologischer Bedeutung, wie der dorsale Entodermkanal der Anthemodinen.“

An dieser Darstellung Schäppis ist zunächst ganz besonders auffällig, daß genannter Forscher dem Stamm von *Praya maxima* eine Dorsalrinne zuschreibt und noch mehr diese in eine beigelegte Querschnittsfigur auch einzeichnet. In Wirklichkeit zeigt der Stamm der *Praya* (Fig. VIII d) nicht die leiseste Spur einer solchen Rinne. Diese Tatsache

befremdete mich derart, daß ich zunächst die Echtheit meines Materials bezweifelte. Erst eine bei Korotneff (1884) vorhandene Querschnittsfigur bewies mir, auf wessen Seite hier der Irrtum liegt.

Schäppi bespricht sodann das Zustandekommen der Dorsalrinne — es handelt sich für mich natürlich nur um Apolemia uvaria (Fig. IX) — durch ein Auseinanderweichen der Radialsepten auf der dorsalen Mittellinie und die Auskleidung derselben mit „Entodermzellen“ und fährt dann fort:

„Es fällt nun sofort auf, daß die den Boden der Rinne bildende Stützlamelle an dieser Stelle besonders dünn ist, während sie sonst überall die Dicke der Septen bedeutend übertrifft, und an den Internodien¹, d. h. den Knospungsstellen des Stammes ist sie auf eine kurze Strecke hin durchbrochen, so daß daselbst Ektoderm und Entoderm einander direkt berühren.“

Durchbruchsstellen konnte ich auch hier durchaus nicht auffinden. Richtig an den Ausführungen Schäppis aber ist, daß der den „Boden der Rinne bildende“ Teil der Stützlamelle (c) außerordentlich dünn ist.

Nach Schäppi soll durch die von ihm beschriebene Einrichtung sowohl ein Schutz gegen Selbstamputation, als auch eine Abflußmöglichkeit für Atemwasser geschaffen werden. Schäppi nimmt mit Kölliker an, daß die Siphonophoren durch die Mundöffnung der Freßpolypen beständig Wasser aufnehmen. Er deutet diesen Vorgang als eine Art Atmung und konstruiert mit Hilfe der Öffnungen in der Stützlamelle einen regelrechten Atmungsstrom. Abgesehen davon, daß der Verlauf eines solchen Stromes im Siphonophorenleibe mit seinem mannigfachen mundlosen und nicht mundlosen Anhängen — nach Schäppi beteiligt sich das gesamte Entoderm an der Atmung — ein recht komplizierter sein müßte, erklärt überhaupt der von genanntem

¹ Schäppi scheint fortgesetzt Nodium und Internodium zu verwechseln.

Forscher angeführte doppelte Zweck nur einen Teil der beschriebenen Verhältnisse. Wir können uns wohl vorstellen, daß Öffnungen in der Stützlamelle als Ausflußporen für den Atmungsstrom und Verdünnungen an der Stützlamelle als Schutz gegen Selbstamputation zum Vorteil der Ansatzstellen der Anhänge dienen können, jedoch würde bei Forskaleaz.B., auch wenn Öffnungen in der Stützlamelle vorhanden wären, der Abfluß des Atemwassers durch das den dorsalen Zellstrang bedeckende Ektoderm verhindert sein. Gar nicht einleuchten aber will mir, was ein dorsaler Entodermstrang mit Atmungsstrom und Selbstamputation zu tun hat; diese Zwecke würden durch Öffnungen und Verdünnungen an der Stützlamelle vollkommen erreicht.

Ob ein Schutz gegen die Selbstamputation von der Siphonophore angestrebt wird, scheint mir bei der Bedeutung, die die Selbstamputation hat, immerhin zweifelhaft.

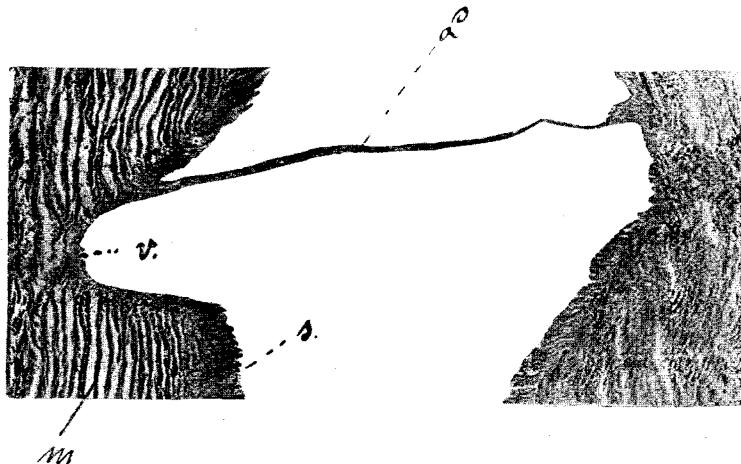


Fig. X. Längsschnitt vom Stamm der *Halistemma rubrum* (Vergr. 124)
v Verdünnung der Stützlamelle-s, L Verengerungslamelle,
m Muskelsepten.

Der Schnitt ist so gerichtet, daß die Stützlamelle noch radiär, die Verengerungslamelle dagegen tangential angeschnitten ist. Man beachte die radiäre Streifung der Stützlamelle.

Bei *Halistemma rubrum* z. B. (Fig. X) scheinen mir die Verdünnungen der Stützmembran geradezu zu dem Zwecke angelegt zu sein, um die Selbstamputation zu erleichtern. Wir finden nämlich bei der genannten Siphonophore eine in regelmäßigen Abständen wiederkehrende Verdünnung der Stützlamelle (v), die in Form eines Ringes den Stamm umgibt. An einem und zwar stets demselben, dem Nektosom zugekehrten Rande jeder dieser Ringverdünnungen sehen wir eine Lamelle (L) in das Lumen des Stammes vorspringen, so daß an dieser Stelle zwar kein vollkommener Verschluß, aber doch eine erhebliche Verengerung des Stammlumens hervorgerufen wird. Die regelmäßige Anordnung dieser Lamellen bewirkt, daß zwischen je zwei derselben eine Ringverdünnung vorhanden ist, und zwar liegt dieselbe unterhalb der dem Nektosom zunächst liegenden Lamelle.

Wir denken uns jetzt unsere *Halistemma* angegriffen; sie reagiert mit Kontraktion, und zwar kontrahiert sich infolge der verhältnismäßigen langsamem Reizleitung das zuerst angegriffene Segment des Stammes zuerst. Eine gleichmäßige Ausbreitung des Druckes der so verdrängten Leibesflüssigkeit auf alle Teile des Stammes wird jetzt durch die Lamellen verhindert. Es entsteht so in dem zuerst kontrahierten Segment ein Überdruck. Die Ringverdünnung reißt und der obere Teil der Siphonophore ist des Angreifers ledig.

Hand in Hand mit dieser der Siphonophore äußerst vorteilhaften Wirkung der Ringverdünnung dürfte noch die Aufgabe gehen, als Gelenk zu dienen, um die Beweglichkeit des Stammes zu erhöhen.

Über den dorsalen Zellstrang der *Halistemma* ebenfalls Untersuchungen anzustellen, war mir leider nicht möglich, da sich das Ektoderm wohl infolge mangelhafter Konser vierung fast überall abgelöst hatte, und insbesondere der dorsale Zellstrang an nur ganz wenigen Schnitten überhaupt zu sehen war.

Aber auch so müssen wir den Versuch Schäppis, die Korotneff-Schneidersche Ansicht zu widerlegen, als gescheitert ansehen. Ich nehme daher keinen Anstand, in dem dorsalen Zellstrang ein ektodermales Gebilde zu sehen, das gemäß der Korotneff-Schneiderschen Auffassung den Zweck hat, als nervöse Leitungsbahn zu dienen.

Den Versuch Korotneffs, den Unterschied zwischen der Länge der dorsalen und der ventralen Muskelsepten mit der Organisationshöhe der betreffenden Siphonophore in Verbindung zu bringen, dergestalt, daß einem größeren Unterschiede die höhere Organisation entspräche, halte ich nicht für gelungen. Bei *Praya maxima* (Fig. VIII) z. B. ist der Unterschied schon ein recht beträchtlicher, jedenfalls aber erheblich größer als bei der systematisch höher stehenden *Apolemia uv.* (Fig. IX).

Die Stützlamelle.

Die Stützlamelle ist durchaus nicht ein homogenes Gebilde, sondern sie besitzt, wie schon von Claus, Korotneff, Schneider und Schäppi hervorgehoben wurde, noch eine besondere Struktur.

Claus unterscheidet in der Stützmembran „aus verdichteter Substanz der hyalinen Stützlage gebildete Fibrillenzüge“ (1878). Diese Fibrillenzüge meint vielleicht auch Korotneff (1884), wenn er bemerkt, daß die Stützmembran „von feinen radial verlaufenden Fibrillen durchsetzt wird“. Er hält dieselben jedoch für direkte Fortsetzungen des Entoderms.

Karl Camillo Schneider (1893), der über die in Frage kommenden strukturellen Verhältnisse genauere Untersuchungen anstellte, kam zu dem Ergebnis, daß wir verschiedene Fasersysteme haben, die sich vom Protoplasma der Zellen herleiten, und zwar unterscheidet er z. B. am Stamm der *Apolemia* eine innere Ring- und eine äußere Längsfaserschicht, sowie eine Schicht radial verlaufender Fasern,

letztere in den Septen. Ferner konstatiert er eine die Fasern verbindende Kittsubstanz.

Die Befunde Schneiders bestätigt, soweit Apolemia in Frage kommt, Schäppi (1898). Letzterer untersuchte dann genauer die Verhältnisse am Stamm von Physophora und bestimmte Lage und Verlauf der einzelnen Fasern. Er unterscheidet am Physophorastamm Ring-, Längs- und Radialfasern. Die Radialfasern teilt er in Übereinstimmung mit Schneider in zwei Hauptgruppen ein, und zwar erstens in solche, die die Septen aufbauen und zweitens solche, die zwischen den Ursprungsstellen der Septen auftreten. Erstere klassifiziert Schäppi dann erstens in solche Fasern, die nach längerem oder kürzerem Verlaufe umbiegen und als Zirkularfasern im inneren oder peripheren Teile der Stützlamelle weiterlaufen; zweitens in solche Fasern, die in tangentialer Richtung umbiegend zu Längsfasern der Außen- und Innenschicht der Lamelle werden; drittens Fasern, die die ganze Dicke der Lamelle durchsetzen und so eine direkte Verbindung zwischen Ektoderm und Entoderm herstellen.

Da Claus und Korotneff ihre Beobachtungen nur nebenbei erwähnen, zog ich sie in den Kreis meiner Betrachtungen nicht hinein.

Auffällig an den Befunden Schneiders und Schäppis war mir zunächst der Umstand, daß durch diese zwischen den Stützlamellen von Apolemia und Physophora bezüglich ihrer Struktur ein Unterschied konstruiert wurde, während doch die bei allen Siphonophoren gleiche Entstehung und Funktion gerade das Gegenteil vermuten lassen sollte.

Zur Klarlegung der Verhältnisse untersuchte ich die Stützlamelle der Stämme zweier im System ziemlich weit voneinander stehenden Formen, nämlich von *Praya maxima* und *Halistemma rubrum* an Längs- und Querschnittserien während ich mich bei *Apolemia uvaria* und *Forskalea* mit der Untersuchung von Querschnitten begnügte. Hierbei bemerke ich jedoch, daß Querschnitte für die Untersuchung

der Stützlamelle fast wertlos sind und höchstens zur näheren Erläuterung der an den Längsschnitten angetroffenen Verhältnisse dienen können. Von Färbemethoden möchte ich die Doppelfärbung Hämatoxylin-Eosin ganz besonders empfehlen, da ich bei Anwendung derselben ganz außerordentlich übersichtliche und klare Präparate erhielt.

Von den von Schneider und Schäppi beobachteten drei Fasersystemen konnte ich nur zwei auffinden, und zwar das Zirkular- und das Radialfasersystem. Längsfasern, sowohl peripherie als im Innern verlaufende, waren weder bei Praya noch bei Halistemma aufzufinden. Überhaupt zeigten die Stämme der beiden genau untersuchten Arten in der Struktur ihrer Stützlamelle eine derartige Übereinstimmung, daß ich nicht anstehe, die im Folgenden beschriebenen Verhältnisse allen Siphonophoren zuzuschreiben, zumal auch die Querschnittbilder, soviel eben aus ihnen ersehen werden konnte, bei Praya, Halistemma, Apolemia und Forskalea eine gleiche Bauart der Stützlamelle verrieten.

Untersuchen wir die Stützlamelle an einem tangentialen Längsschnitt (Fig. XI), so zeigt sich uns die überraschende Tatsache, daß wir nur eine Art Fasern finden, nämlich zirkuläre. Diese verlaufen jedoch nicht gradlinig und auch nicht etwa parallel, sondern ihr Verlauf ist durchweg ein welliger, wobei sehr oft ein Wellenberg der einen Faser mit einem Wellental der benachbarten einen rundlichen Ausschnitt bildet, der von einer durch die Doppelfärbung Hämatoxylin-

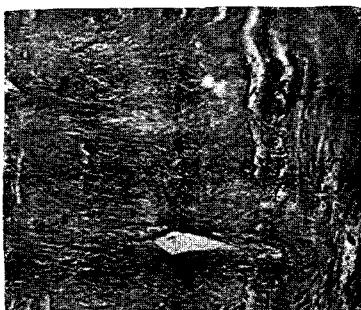


Fig. XI. Teil eines tangentialen Längsschnittes durch den Stamm der *Praya max.* um die zirkuläre Faserung der Stützlamelle zu zeigen. rechts einige Muskelsepten
(Vergr. 143).

Eosin nur wenig färbbaren Masse ausgefüllt ist. In dieser Masse haben wir wahrscheinlich die Schneidersche Kittsubstanz zu sehen. Was jedoch weder von Schneider noch von Schäppi erwähnt ist, ist die eigentümliche Tatsache, daß wir von der Kittsubstanz eingeschlossen stets ein dunkles Körperchen vorfinden, dessen Natur mir bis jetzt noch vollkommen rätselhaft erscheint. Querschnitte von Radialfasern können es nach ihrer Färbung und geringen Anzahl nicht sein. Möglicherweise haben wir in ihnen Reste zu sehen von Zellen, die an dem Aufbau der Stützlamelle beteiligt. Jedoch verhehle ich mir die geringe Wahrscheinlichkeit dieser Annahme nicht.

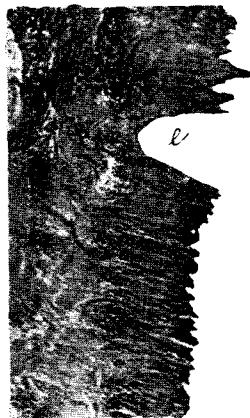


Fig. XII. Teil eines radiären Längsschnittes durch den Stamm der *Praya max.* um die radiäre Faserung der Stützlamelle zu zeigen
(Vergr. 143)
e Einschnitt in die Lamelle.

Letzteres war mir um so auffälliger, als hinwiederum die radialen Längsschnitte keinerlei quergeschnittene Ringfasern zeigten. Infogedessen sehen wir an den radialen Längsschnitten (Fig. XII) nur Radialfasern, die im übrigen denselben welligen Verlauf nehmen wie die Ringfasern am tangentialen Längsschnitt. Auffällig an den Radialfasern ist die Verschiedenheit ihrer Länge. Je eine Anzahl bildet zu einer Gruppe vereint einen Vorsprung in das Lumen des Stammes derart, daß mehrere solcher Vorsprünge den Eindruck einer Flamme hervorrufen. Zuweilen macht sich der Längenunterschied auch in Form eines tiefen Einschnittes (e) in die Lamelle bemerkbar.

Eigentümlicherweise fand ich an den untersuchten Querschnitten beide Arten von Fasern, also sowohl Ring- als

Radialfasern. Beide sind jedoch bei weitem weniger deutlich sichtbar und an manchen Stellen überhaupt nicht wahrzunehmen.

Der Verlauf der Fasern ist unregelmäßig. Die Ringfasern finden sich überhaupt nur im inneren Teil der Lamelle und entsprechen somit wohl dem Schäppischen „inneren Ringsystem“.

Wie lassen sich diese eigenartigen Verhältnisse erklären? Auf Grund der Annahme verschiedener Fasersysteme konnte ich eine befriedigende Erklärung nicht finden. Daher möchte ich eine solche Annahme überhaupt verwerfen. Nach meiner Ansicht baut sich die Stützmembran aus einer Menge ganz dünner aufeinander geschichteter, nicht vollkommen paralleler Lamellen auf, die von verschiedener Breite sind und eine wellige Oberfläche zeigen. Etwaige Zwischenräume zwischen den einzelnen Lamellen sind durch die erwähnte „Kittsubstanz“ ausgefüllt.

Ein großer Teil der angeführten Befunde würde auf Grund dieser Annahme eine Erklärung finden können. Es erklärt sich jetzt sofort, warum wir bei tangentialen Längsschnitten nur Ring- und bei radialen Längsschnitten nur Radialfasern vorfanden.

Schichten wir eine Anzahl runder, dünner Blättchen aufeinander und schneiden die so entstandene Säule tangential längs, so zeigt uns die Schnittfläche nur „Ringfasern“; schneiden wir jedoch die Säule radial längs, so weist unser Schnitt nur „Radialfasern“ auf.

Die an den Querschnitten auftretenden inneren Ringfasern würden auf Grund unserer Annahme ebenfalls eine sehr gute Erklärung finden.

Wie ich oben erwähnte, sind die Einzellamellen von verschiedener Breite. Es ist nun klar, daß bei der außerordentlichen Zartheit dieser Elemente ein Querschnitt sich aus mehreren Blättchen zusammensetzt. Bei Betrachtung durch das Mikroskop wird natürlich der innere Rand des schmäleren

Blättchens als „innere Ringfaser“ auf dem breiteren sichtbar werden.

Für die Entstehung der an den Querschnitten sichtbaren „Radialfasern“ können verschiedene Ursachen maßgebend sein. So muß z. B. ein nur ganz wenig schräg gerichteter Schnitt mehrere Lamellen anschneiden und dadurch Faserung vortäuschen, sodann sind die Einzellamellen, wie aus den „Ringfasern“ des tangentialen Längsschnittes hervorgeht, stets gewellt. Daher muß auch ein gerade gerichteter Schnitt eine solche Lamelle an mehreren Stellen anschneiden, wodurch wiederum Fasersysteme jeder Art hervorgerufen werden können.

Zu diesen meinen Ausführungen über die Struktur der Stützlamelle muß ich jedoch bemerken, daß es sich hier lediglich um den Versuch handelt, eine gemeinsame Erklärung für die zutage tretenden Erscheinungen zu finden. Hierbei verhehle ich mir durchaus nicht, daß vielleicht schon die nächste Untersuchung zu anderen Resultaten führen kann.

Literaturverzeichnis.

1829. Fr. Eschscholtz, System der Acalephen. Berlin.
1851. C. Vogt, Über die Siphonophoren. Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. III. R. Leuckart, Über den Bau der Physalien und der Röhrenquallen im allgemeinen. Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. III.
1853. A. Kölliker, Bericht über einige im Herbst 1852 in Messina angestellte vergleichend anatomische Untersuchungen. Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. IV. — Die Schwimmpolypen von Messina. Leipzig.
R. Leuckart, Zoologische Untersuchungen. 1. Heft, Siphonophoren. Gießen.
1854. G. Gegenbaur, Beiträge zur näheren Kenntnis der Schwimmpolypen. Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. V.
R. Leuckart, Zur näheren Kenntnis der Siphonophoren von Nizza. Archiv f. Naturg.
1860. C. Claus, Über Physophora hydrostatica nebst Bemerkungen über andere Siphonophoren. Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. X.
1861. G. Gegenbaur, Neue Beiträge zur näheren Kenntnis der Siphonophoren, Nova acta. Bd. XXVII. Jena.
1863. C. Claus, Neue Beobachtungen über Struktur und Entwicklung der Siphonophoren. Zeitschrift f. wiss. Zool.
1871. W. Dönitz, Über eigentümliche Organe in den Magenstückchen der Siphonophoren. Arch. f. Anat., Physiol. und wiss. Med.
1874. C. Claus, Schriften zool. Inhalts. Heft I. Wien.
Metschnikoff, Studien über Entwicklung der Medusen und Siphonophoren. Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. 24.
1878. C. Claus, Über Halistemma tergestinum. Arb. d. zool. Inst. Wien. Bd. I.
1881. C. Chun, Das Nervensystem der Siphonophoren. Zool. Anz.
C. Claus, Zur Kenntnis der Aufnahme körperlicher Elemente von Entodermzellen der Coelenteraten. Zool. Anz.
- Krukenberg, Vergl. Phys. Studien. Erste Reihe, V. Abt. Heidelberg.

1882. C. Chun, Die Gewebe der Siphonophoren. Zool. Anz.
— Über die zyklische Entwicklung und die Verwandtschaftsverhältnisse der Siphonophoren. I. Sitzungsbericht d. Akad. d. Wissensch. Berlin.
1882. Krukenberg, Vergl. Physiol. Stud. Zweite Reihe, I. Abt. Heidelberg.
Metschnikoff, Zur Lehre über die intrazelluläre Verdauung niederer Tiere. Zool. Anz.
Korotneff, Zur Kenntnis der Siphonophoren. Zool. Anz.
1884. — Zur Histologie der Siphonophoren. Mitt. aus d. zool. Station zu Neapel, Bd. V.
1885. C. Chun, Über die zyklische Entwicklung der Siphonophoren. II. Sitzungsbericht Akad. Wiss. Berlin.
1886. — Über Bau und Entwicklung der Siphonophoren. III ibid.
1887. — Zur Morphologie der Siphonophoren. Zool. Anz.
1888. — Bericht über eine nach den kanarischen Inseln im Winter 1887—88 ausgeführte Reise. Sitzungsb. Akad. Wiss. Berlin.
E. Häckel, System der Siphonophoren auf phylogenetischer Grundlage entworfen. Jena. Zeitschrift f. Naturw., Bd. XXII.
1891. C. Chun, Die kanarischen Siphonophoren in monographischen Darstellungen. I. Stephanophyes superba und die Familie der Stephanophyiden (III. Heft), Abh. der Senckenberg-Ges.
1892. A. Lang, Über die Knospung bei Hydra und einigen Hydropolypen. Zeitschrift f. wiss. Zool.
1893. K. C. Schneider, Einige histol. Befunde an Coelenteraten. Jena. Zeitschrift f. Naturw.
1894. W. Willem, La stucture des palpons de Apolemia uvaria et les phénomènes de l'absorption dans ces organes. Bull. Acad. Belg. (3) Tome 27.
1896. K. C. Schneider, Mitteilungen über Siphonophoren. Zool. Jahrb., Bd. IX.
C. Chun, Der Polymorphismus der Siphonophoren. Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreiches, Bd. II., 2. Abt., 11. bis 14. Lieferung. Leipzig.
1897. — Die Siphonophoren der Plankton-Expedition. Ergebn. d. Plankton-Expedition d. Humboldt-Stiftung, Bd. II.
— Über den Bau und die morphologische Auffassung der Siphonophoren. Verh. deutsch. zool. Ges.
1897. K. C. Schneider, Die Hydropolypen von Rovigno nebst Übersicht über das System der Hydropolypen im allgemeinen. Zool. Jahrb. Abt. Syst., Bd. X.

1898. C. Chun, Über K. C. Schneiders System der Siphonophoren. Zool. Anz.
- K. C. Schneider, Mitteilungen über Siphonophoren, III. Systematische und andere Bemerkungen. Zool. Anz.
- Th. Schäppi, Untersuchungen über das Nervensystem der Siphonophoren. Jena. Zeitschrift f. Naturw., Bd. XXXII.
- Raphael Dubois, Leçons de physiologie générale et comparée. Paris.
1899. Th. Schäppi, Zur Biologie der Siphonophoren. Mitt. Natur. Ges. Winterthur.
1906. E. Vanhöffen, 1. Siphonophoren. Nord. Plankton, 11. Heft. Kiel.
1907. W. Richter, Die Entwicklung der Gonophoren einiger Siphonophoren. Zeitschrift f. wiss. Zool., Bd. 86.
1910. A. Korotneff, Histologische Betrachtungen über die Mitochondrien sowie die Struktur und Entwicklung der Muskelfasern einiger Wirbellosen. Arch. Zellforsch., 5. Bd. Leipzig.
1911. Fanny Moser, Über Monophyiden und Diphyiden. Zool. Anz., 38. Bd.
1912. H. Münter, Morphologie und Histologie von Hippopodius hippopus Forskal. Erfurt.
Balfour, Handbuch der vergl. Embryol. Deutsche Übersetzung, Bd. II.
1913. H. Jordan, Vergleichende Physiologie wirbelloser Tiere. I. Band. Ernährung.
-

Lebenslauf.

Geboren wurde ich, Kurt Ehle, kath. Religion, den 23. November 1888 zu Huckarde, Kr. Dortmund. Ich besuchte die Volksschule zu Recklinghausen i. W. und eben-dort auch das Gymnasium. Dieses verließ ich März 1909 mit dem Zeugnis der Reife, um mich dem Studium der Mathematik und Naturwissenschaften zu widmen. Je ein Semester besuchte ich die Universitäten Freiburg i. B. und München. Alsdann bezog ich die Universität Münster. Die mündliche Doktorprüfung bestand ich am 18. Juli 1913.
