

Einige histologische Befunde an Coelenteraten.

Erster Teil.

Von

Dr. Karl Camillo Schneider, Breslau.

Mit Tafel X—XVI.

Einleitung.

In meiner Arbeit über die Zelle (14) war ich betreffs des Zellbaues von Eiern zu Ergebnissen gelangt, die sich folgendermaßen formulieren lassen:

1) Die Zellen (speziell die von mir untersuchten) bestehen aus einem Maschenwerk von geschlängelt verlaufenden, gleichmäßig starken Fäden (Fasern, Balken, Fibrillen, *λίον*); aus körnigen Gebilden (z. B. Chromatin) und aus einer, der Substanz nach nicht näher zu charakterisierenden, Grundmasse (Zwischenmasse, Interfilarsubstanz).

2) Die Fasern sind kontraktionsfähig und besorgen die Bewegungen (aktive) der Zelle (z. B. durch Hervorragen aus der Grundmasse als Wimpern) und die Verlagerungen bewegungsunfähiger Substanzen in der Zelle.

3) Die Kern-, Vakuolen- und viele Zellmembranen erscheinen als Verkittungsprodukte der Fibrillen; ein Unterschied von Kern- und Protoplasmasubstanz besteht demnach in Bezug auf das Gerüst nicht.

4) Die Kernmembran bewirkt die dauernde Gruppierung der Chromatinkörner auf einen bestimmten Raum, indem sie die im Kern gelegenen Faserabschnitte in der Wandung fixiert und so

in ihren Bewegungsäußerungen behindert. Jedenfalls ist diese Vereinigung (meist Centrierung) für die vegetativen Vorgänge in der Zelle (Ernährung, Teilung) von größtem Werte.

5) Die Teilung (indirekte) äußert sich als eine Verlagerung der halben Chromatinmassen durch Arbeit der Fibrillen (Sphäre, Sonne, Spindel) in die zwei Zerfallprodukte des Zellkörpers.

Diese fünf Ergebnisse, die ja im großen Ganzen durch die so bedeutungsvollen Arbeiten VAN BENEDEN's, BOVERI's, FLEMING's, der Gebrüder HERTWIG, RABL's und vieler anderer Forscher angebahnt wurden und auf ihnen beruhen, bildeten für mich die Grundlage der in dieser Arbeit zu schildernden Untersuchungen. Als Arbeitsmaterial dienten mir während eines fast 6-monatlichen Aufenthaltes an der Zoologischen Station zu Neapel Vertreter aller Coelenteratengruppen (mit Ausnahme der Spongien); da die Untersuchung bei einzelnen Species sich nur auf einen Vergleich mancher Verhältnisse mit denen anderer, ausführlicher untersuchter, beschränkte, so werde ich die Befunde an ersteren Formen nur kurz der Beschreibung letzterer zufügen.

Für die Ermöglichung der Arbeit bin ich dem sächsischen Ministerium des Kultus, welches mir einen Arbeitsplatz bewilligte, sowie dem Ministerium des Königlichen Hauses, welches mir ein reichhaltiges Stipendium aus der „König-Johann-Stiftung“ erwirkte, zu besonderem Danke verpflichtet. Auch spreche ich für die Zuvorkommenheit, mit der von den Beamten der Station meinen Wünschen Berücksichtigung zu teil wurde, meinen aufrichtigen Dank aus.

Methoden.

Als günstig für die Untersuchungen erwies sich nur das Mazerationsverfahren in Verbindung mit Tinktion durch Pikrokarmarin oder BEALE's Karmin. Färbungen des lebenden Tieres mit Methylenblau, die ich bei Ctenophoren und acraspeden Medusen versuchte, mißglückten durchaus; ich gab deshalb die Versuche, die mir nur Zeit raubten, bald auf; vielleicht ist der Erfolg bei andauernder und methodischer Behandlung größer. Schnitte wurden nur zur Orientierung angefertigt; für rein histologische Fragen fand ich sie nicht brauchbar. Als mazerierende Flüssigkeit gebrauchte ich eine dem HERTWIG'schen Gemisch (5) ähnliche Mischung der Osmium- und Essigsäure: auf 22 Teile Seewasser kamen 2 Teile 1-proz. Osmiumsäure und 1 Teil Eisessig.

Diese Mischung war gleich günstig für alle untersuchten Tiere, nur mußte die Anwendungsdauer wechseln. Maßgebend für diese erschien mir die Färbung, welche die Tiere in der Flüssigkeit annahmen; sobald eine lichte Bräunung eintrat, war meist die Härtung und Mazerierung eine genügende (die Zeit schwankte zwischen $1\frac{1}{2}$ für sehr zarte bis gegen 10 Minuten für widerstandsfähigere Objekte). Die Erfahrung ist hier die einzige, ausreichende Lehrerin; auch ertragen die Tiere oft ganz verschieden lang die Einwirkung der Reagentien, was mir vor allem bei Abtötung des Stammes der Siphonophoren unangenehme Schwierigkeiten bereitete.

Untersuchungen.

A. Siphonophoren.

Forskalea contorta LEUCK.

Das Ektoderm des Mauerblattes der Polypen bildet eine flache Zellenlage (Fig. 1), in welcher die Zellumrisse nur hie und da zu erkennen sind. Man sieht, in Protoplasma eingeschlossen, große, meist ovale, sich nur sehr leicht tingierende Kerne mit großem Nucleolus, und einzelne, deutlich begrenzte Zellen, entweder mit mehr homogenem, sich gleichfalls färbendem Inhalt, oder von vakuolärem Bau. Vielleicht haben wir in diesen Elementen Drüsenzellen zu erkennen. Die längsverlaufenden Muskelfasern sind schmal-bandförmig, mit spitz zulaufenden Enden, die öfters direkt in die Stützlamelle eingehen; basale Fortsätze in letztere fand ich nirgends. Die untere Kante der Bänder ist etwas in die Lamelle eingesenkt; hieraus erklärt sich die feste Vereinigung beider. Ganglienzellen konnten bei guter Mazeration isoliert werden; sie zeigen (Fig. 2 u. 3) große Kerne mit kleinen Kernkörperchen und stimmen in Form und Verhalten zu Farbstoffen ganz mit den von den Medusen bekannten überein. Die Stützlamelle enthält feinste Fasern, die viel zarter als die Muskelbänder sind und gestreckt verlaufen. Außerdem finden sich auch vereinzelt spiralig gewundene, die an elastische Fasern erinnern.

Die Verdickung des Ektoderms an der Basis der Polypen zeigt bei Osmium-Essigsäuremazeration eine Fülle merkwürdig gestalteter, locker zusammengefügtter Elemente, die sofort an die Knorpelzellen des Nesselwulstes der *Carmarina*, wie sie von den Gebrüdern HERTWIG (5) beschrieben wurden, erinnern; sie erscheinen

höchst unregelmäßig umrissen und von starrem, solidem Aussehen; es treten glänzende, meist symmetrisch angeordnete Leisten hervor, die dem Ganzen allerdings den Charakter eines Stützelementes verleihen. Lebend ähneln diese Gebilde indessen durchaus den Jugendstadien der Nesselzellen, und es gelang mir in der That auch, die Identität beider festzustellen. Da das Gleiche nach meinen Beobachtungen auch für *Carmarina hastata* gilt — eine sekundäre Umbildung der jungen Nesselzellen zur Erhöhung der Stützfähigkeit konnte ich nirgends auffinden — so erscheint mir die Deutung der ektodermalen Verdickungen als Stützwulste nicht allgemeingiltig und ihre Funktion genügend erschöpfend. Denn inwiefern hätte ein leicht beweglicher Polyp, wie die Nährtiere der Siphonophoren, eine Stütze nötig? Sollte dagegen nicht die überall zu konstatierende Nebeneinandergruppierung der Bildungsstätten von Nesselzellen mit den Verbrauchsstätten auf Beziehungen zwischen beiden hinweisen? Vom Stiel der Polypen, direkt an deren Basis, entspringen die Fangfäden, auf denen, und zwar in den Nesselknöpfen, ein enormer Verbrauch an Geschossen statthat; bei *Carmarina* erheben sich die Tentakeln aus dem Nesselwulst, bei *Cunoctantha octonaria* oberhalb der Peronien (die WILSON (15) gleichfalls als Stützwulste auffaßt) — daraus scheint mir zu folgen, daß eine Wanderung der jungen Nesselzellen von dem Entstehungsherde nach den Punkten reichlichen Verbrauches angenommen werden muß. Diesen Vorgang direkt zu beobachten, war mir indessen unmöglich.

Der Zusatz der Osmium-Essigsäure zum lebenden Objekt wirkt auf die jungen Nesselzellen des Wulstes stark verändernd und selbst zerstörend ein. Die Wandung um den inneren, sekretgefüllten Raum zerplatzt meist, und die Zelle gewinnt hierdurch, wie durch die gleich noch zu schildernde Lagerung des Schlauches ihr groteskes Ansehen. Da man an den lebenden Zellen außer den Widerhaken nichts vom Schlauch wahrnimmt, so muß ich es als einen glücklichen Zufall betrachten, der mich versuchsweise 50 Proz. Essigsäure dem Gewebe zusetzen ließ und die überraschendsten Bilder lieferte. Man kann die Einwirkung erwähneter Säure an den isoliert im Wulst liegenden, nur in geringer Anzahl vorhandenen, Jugendstadien der großen, ovalen Nesselzellen, die uns in den Nesselknöpfen begegnen werden, sehr gut beobachten; es macht sich sogleich eine Wandung um einen homogenen Raum und röhrenförmige, lichte Streifen im Umkreis derselben, wo auch Protoplasma vorhanden ist, bemerkbar. Die

Streifen sind Fortsetzungen des scharf umgrenzten Raumes und stellen als solche die Anlage des Nessel Schlauches außerhalb der Kapsel dar. Von einer Auswerfung des etwa beim lebenden Objekte im Innern der Kapsel gelagerten Schlauches durch den Reiz, wie die starke Essigsäure ihn ausübt, kann nicht die Rede sein, denn dieser Vorgang müßte zur Beobachtung gelangen — er ist sonst mit Leichtigkeit bei jeder Nesselzelle zu konstatieren —; ferner ist die Lagerung des Schlauches um die Kapsel eine durchaus regelmäßige und drittens erscheint der Schlauch nicht frei aufgerollt, sondern von den Fasern der Protoplasma-decke dicht umspinnen. Schließlich deutet die Anordnung des Protoplasmagerüstes an ganz jungen Stadien, die einen Schlauch noch nicht wahrnehmen lassen, auch auf eine Entwicklung desselben außerhalb der Kapsel. In der gleich folgenden Schilderung des Entwicklungsganges, wie ich ihn jetzt annehme, werde ich daher die auf Tafel X dargestellte Bilderreihe im angegebenen Sinne zu deuten versuchen, und wenn es mir auch nicht gelang, sämtliche Einzelheiten physiologisch aufzuklären, so scheint mir doch die fernere Vertretung einer Entstehung im Kapselinnern, wie ich sie in meiner Arbeit über Hydra (13) annahm, durchaus unstatthaft (siehe weiteres in der Litteraturbesprechung).

Ich habe nur die Ausbildung der großen, ovalen Nesselkapseln genauer studiert; von der der übrigen kann ich allein angeben, daß der Faden auch außerhalb der Kapsel angelegt wird. Alle gehen hervor aus indifferenten, kleinen Zellen, die in der Tiefe des Wulstes liegen und oft fast nur aus dem Kern bestehen. Die Umrisse sind sehr verschieden, die Protoplasmastruktur aber in allen die gleiche (siehe Fig. 22 u. 23), d. h. das Protoplasma stimmt im Bau überein mit dem der Eier des *Strongylocentrotus lividus*, die ich in meiner diesbezüglichen Arbeit (14) als ganz ursprünglich in der Substanzanordnung hinstellte (siehe S. 3—5 der citierten Arbeit und Nr. 1 der Zusammenstellungen in der oben gegebenen Einleitung). Als jüngstes Entwicklungsstadium ist Fig. 4 aufzufassen; es zeigt sich hier im Innern der stark vergrößerten, indifferenten Zelle ein sekretgefüllter Raum, um welchen sich die Protoplasmafäden zum Teil ziemlich regelmäßig anordnen. Daß der Raum von einer Membran umschlossen wird, deutet schon die scharfe, rundliche Begrenzung desselben an; Fig. 7, die die Protoplasmahülle vermissen läßt — sie ist jedenfalls durch Druck abgestreift worden — zeigt die Wandung

jedoch sehr klar und gibt zugleich über deren wahrscheinliche Entstehung willkommen Aufschluß. Wir bemerken nämlich dort, wo das verjüngte Kapselende abgerissen erscheint, die Enden zarter Fibrillen, welche letztere direkt in die Membran eingehen und in dieser noch streckenweise zu verfolgen sind. Hieraus folgere ich, daß die inneren Kapselwandungen auf gleiche Weise entstehen, wie die Kern-, Vakuolen- und andere Membranen (siehe Einleitung); daß sie Verklebungsprodukte der Linien des Gerüsts sind. Nur der Unterschied würde zu den anderen, angeführten Membranen vorliegen, daß hier der Zusammenhang der Fäden in der Membran mit denen des Protoplasmas und Kerns aufgegeben wird. Dies darf uns indessen gar nicht befremden, da ja bei Zellteilungen gleichfalls eine teilweise Ablösung der Linien von der Membran statthat. — Wie die Kapselwand, so scheint auch die Schlauchwandung durch Fibrillenverklebung sich zu bilden, denn an Stelle der gleichmäßig den Sekretraum umziehenden Fasern finden sich an vorgeschrittenen Stadien die Windungen des fast immer ebenso regelmäßig gelagerten Schlauches, nachdem schon früher (Fig. 5 u. 6) der dickere Anfangsteil als buckelförmiger Aufsatz auf der Kapsel oder als weiter, lichter Streifen in deren Umkreis bemerkbar wurde. Fig. 6 zeigt noch, daß die gleichmäßig verteilten Fasern nicht die ganze Wandung der Kapsel überziehen; der rundliche, hellere Fleck läßt Fibrillen überhaupt fast ganz vermissen. An Fig. 8 fällt außer der extrakapsulären Lagerung des Schlauches und des hier etwas unregelmäßigeren Verlaufes desselben vor allem seine relativ ziemlich bedeutende Dicke auf, die wir an allen späteren Stadien, welche ihn noch außerhalb der Kapsel zeigen (Fig. 9, 10, 11 u. 12), gleichfalls erkennen, und die beweist, daß mit der fortschreitenden Schlauchbildung auch eine Verschiebung oder Neubildung von Sekret in dem Schlauchinnern sich vollzieht. Sobald der Schlauch sich im Kapselinnern befindet, erscheint er sehr dünn, also sekretleer, und es ist daher denkbar, daß die Verdrängung des Sekretes aus dem Schlauch mit der Einstülpung desselben in einem bestimmten kausalen Verhältnis steht. Da jedoch hierfür kein direkter Beweis erbracht werden konnte, begnüge ich mich damit, die vorliegenden Bilder in der Reihenfolge, in der sie aufeinander zu folgen scheinen, morphologisch zu deuten. Wie Fig. 9, wo durch Druck die Protoplasmahülle von der Kapsel abgestreift sich darstellt, zeigen Fig. 11, 12 und 13 den Schlauch entweder völlig isoliert von der Kapsel abgehoben oder doch im Verein mit dem Protoplasma von dieser entfernt; die beiden letzteren geben aber auch

in klarster Weise ein Bild von der Verlagerung des Schlauches in das Kapselinnere, und zwar sehen wir, daß das Schlauchende, nicht der dicke Anfangsteil, zuerst in die Kapsel eintritt. Ein Teil des dünnen Abschnittes, wie auch der dickere befinden sich noch in der Protoplasmadecke, während ein anderer Teil bereits als zarter, dicht zusammengerollter Faden im Sekretraum glänzt; in Fig. 13 ist sogar nur noch die der Kapsel nächste Partie des Anfangsstückes außerhalb zu sehen, und auch diese deutet durch die Querrunzelung auf eine baldige Einstülpung hin. Völlig vollzogen ist sie in Fig. 14, wo der Anfangsteil des Schlauches noch stärker geschrumpft sich darstellt, als in Fig. 13 außerhalb der Kapsel. Wie es scheint, geht die Streckung desselben, die Fig. 15 und 16 wiedergeben, Hand in Hand mit der Ausbildung der Widerhaken, die sich in seinem Innern vollzieht. Da ich jedoch mehr, als die zuletzt genannten Bilder darstellen, nicht ermitteln konnte, so muß ich hier die Entwicklung der Nesselkapseln abschließen, und es bleibt daher die Lösung der Fragen nach Ursprung der Haken und der äußeren Kapselwandung (die aber sicher im Wulst der Polypen sich nicht ausbildet) der zukünftigen Forschung vorbehalten.

Zwischen den Jugendformen der Nesselzellen finden sich im Basalwulst der Polypen längliche Elemente, die als Stützzellen aufgefaßt werden können. Fig. 17 und 18 geben ein Bild ihrer unregelmäßigen Formen; die rundlichen Einbuchtungen rühren vom Druck der angelagerten Nesselzellen her. In der zweiten Abbildung habe ich mich bemüht, die Struktur des Protoplasmas, die eine für die Stützzellen im allgemeinen sehr charakteristische — meinen Befunden gemäß — zu sein scheint, darzustellen. Es fallen sofort Verdickungen der Gerüstsubstanz auf, die im großen Ganzen längs ziehen und ganz regellos sich spalten oder mit anderen vereinen. Die Übergänge zwischen diesen groben Gerüstbildungen zu den zarten, welche in den indifferenten Zellen von mir beschrieben wurden (siehe Einleitung) und auch hier vorkommen und von mir, so gut es ging, als zartes Maschenwerk angedeutet wurden, machen es mir höchst wahrscheinlich, daß die dicken Balken auch aus Fäden aufgebaut sind, die, wie in den Membranen, untereinander verkleben. Als Anlaß für diese sekundäre Vereinigung dürfen wir jedenfalls die Druckäußerung der umgebenden Nesselzellen ansehen, die ja schon die Einbuchtungen in Protoplasma der Stützzellen und deren lang ausgezogene Form hervorrief.

Litteratur: Da ich die verschiedenen Auffassungen über die Bedeutung der Wulstbildungen, die sich aus Jugendstadien von Nesselzellen zusammensetzen, schon im Text erwähnt habe, so bleibt hier nur noch eine Besprechung der Ansichten betreffs der Nesselkapsel- und Schlauchentwicklung übrig. Nur JICKELI (6) und NUSSBAUM (12) vertraten eine Schlauchbildung außerhalb der Kapseln, welcher Auffassung sich neuerdings auch ZOJA (17) anschloß; sämtliche übrige Autoren, wie auch ich selbst (13) früher, beobachteten aber eine intrakapsuläre Anlage; so zuerst MÖBIUS (11) in seiner vorzüglichen Schilderung der Nesselgeschosse, weiterhin BEDOT bei Hydra, Porpita und Velella (1), ferner WILSON (16) bei einer neuen Actinie, Hoplophoria coralligena, und vor kurzem noch CHUN (3) bei Stephanomyiden der Canarischen Inseln. So schwerwiegend diese Ansichten auch den von mir jetzt vertretenen gegenüber erscheinen müssen, so kann ich sie doch nicht als beweiskräftig genug ansehen; denn ebensogut, wie ich glaube, bei Hydra verschiedene Stadien der Entwicklungsreihe übersehen zu haben — bedarf es ja doch einer vorzüglichen Konservierung des lebenden Gewebes, um klare Bilder zu gewinnen — möchte ich dies auch für jene Beobachtungen für möglich erachten.

Im Entoderm der Polypen fanden sich vier Zellarten, deren eine aber nur durch besonders günstige Mazeration isoliert werden konnte. Wir müssen in dieser Nährzellen erkennen, da die übrigen sich als Sekret-, indifferente und Ganglienzellen erweisen. Die Struktur der ersteren ist eine außerordentlich lockere und unregelmäßige; wir sehen in Fig. 19 und 20 dicke Gerüstbildungen welche gerüstleere Räume umschließen (vielleicht Vakuolen) und die selbst wieder von zartem Maschenwerk mit glänzenden, körnigen Einlagerungen, welche in Fig. 19 am deutlichsten gezeichnet sind, umspinnen werden. Diese merkwürdige strukturelle Ausbildung der Nähr- oder Epithelmuskelzellen ist Ursache, daß bei Zusatz der Reagentien die einzelnen Elemente leicht in eine Menge Bruchstücke zerfallen, wodurch natürlich eine Diagnose unmöglich wird. Nur peripher und in der Kern- und Muskelregion ist das Gerüst engmaschiger; die schmal-bandförmigen Muskeln werden von ihm in ihrem ganzen Verlauf, welcher ein weit kürzerer, als der der ektodermalen Muskeln, ist, begleitet. Mit der Lamelle sind die Muskeln, wie ja auch jene nicht durch Zapfenbildungen (was z. B. bei Hydra (13) der Fall ist) verbunden; da sie auch nicht im geringsten in diese eingesenkt erscheinen, so ist erklärlich, daß sie sich sehr leicht ab-

lösen und in Verbindung mit der Zelle isoliert werden können. Von den Strangbildungen im Gerüst sind die Bänder trotz des gleichen Glanzes — ich habe nur der Unterscheidung wegen erstere dunkel, letztere hell gezeichnet — leicht durch die regelmäßige Begrenzung und den sich gleichbleibenden Durchmesser zu unterscheiden; die Stränge in ihrer wechselnden Ausbildung erinnern sofort an jene in der Stützzelle (Fig. 18) und können vielleicht wie diese gedeutet werden.

Daß die in Fig. 21 dargestellte Zellform als drüsiges Element aufzufassen ist, unterliegt wohl keinem Zweifel, obgleich eine ausgesprochene körnige Struktur nicht zu Tage tritt. Das kompakte Aussehen jedoch, die Lage des Kerns am basalen Zellende, die faserige Gerüstanordnung und vor allem die ausgesprochene Färbbarkeit erscheinen wohl hierfür beweisend; auch vermißt man Körnerbildungen ja nicht durchaus. Bei *Apolemia* werden wir ganz ebenso geformte Zellen finden, die aber dicht angefüllt von glänzenden Körnern sind und daher keinen Zweifel an ihrer drüsigen Natur aufkommen lassen.

Die Gerüststruktur der indifferenten Zellen (siehe Einleitung) ist in Fig. 22 und 23 sehr gut wahrzunehmen. Die Formeninkonstanz derselben habe ich schon weiter oben erwähnt; als charakteristisch für indifferente Zellen erscheint mir, meinen Befunden gemäß, nur die Gerüstverteilung, die mit der von den Eiern des *Strongylocentrotus* geschilderten (14) übereinstimmt.

Litteratur: CLAUS (4) erwähnt aus dem Entoderm der Nährpolypen nur unregelmäßige, drüsenähnliche Zellen, die mit großen rundlichen Körnern erfüllt sind. Welcher der beiden, von mir beschriebenen Zellarten jene Art entspricht, ist nicht zu bestimmen.

Um den Bau der Nesselknöpfe verstehen zu können, bedarf es zuerst einer Klarstellung der Verhältnisse am Fangfaden, weil beide direkt ineinander übergehen. Da ich weder die Beschreibung KOROTNEFF'S (9), noch die mit vorzüglichen Bildern versehene Darstellung CHUN'S (3) für ganz erschöpfend halte, so werde ich auf die so komplizierten Wehrgane der Siphonophoren möglichst genau eingehen und an die Schilderung der Verhältnisse bei *Forskalea* sogleich die des Nesselknopfes einer verwandten Art, die ich leider nicht genau bestimmen konnte, anschließen. Bei ersterer Species zeigt der Durchschnitt der Seiten- oder Nebenfangfäden, welche die Knöpfe tragen, vor allem eine bedeutende Entwicklung der Lamelle (Fig. 24). Es erheben sich eine Menge

oft sich wieder spaltender Längsleisten, die wir auf Fig. 25, welche ein abgespaltenes Stück des Fangfadens, seitlich betrachtet, repräsentiert, von der Fläche sehen. Hier zeigt sich ferner, daß die Lamelle auch quere Fortsätze in den vom Entoderm umkleideten inneren Kanal abgiebt, die eine eigentümliche Anordnung des Entoderms, und zwar geldrollenartig, veranlassen. Fig. 27 giebt ein Bild von einer isolierten derartigen Abteilung des Entoderms; wir bemerken, daß die Zellenleiber in eins zusammengeflossen sind und einen, nach der ventralen Seite des Fangarms geöffneten, Ring bilden. Vier Kerne finden sich mit großer Regelmäßigkeit vor. Das Ektoderm besteht aus einfachen Epithelzellen, aus drüsenähnlichen, d. h. mit weitmaschigem Gerüstwerk versehenen und halbkugelig hervorragenden, Elementen und aus jugendlichen Nesselzellen. Fig. 25 und 28 geben ein Bild von diesen Verhältnissen. In den Nesselzellen ist hie und da (Fig. 29) ein dunkler Streifen angedeutet, der wahrscheinlich auf den dicken Anfangsteil des Schlauches und die Widerhaken zu beziehen ist. Die Längsleisten der Lamelle zeigen isoliert und von der Seite gesehen (Fig. 26) eine längsfaserige Beschaffenheit; die Fasern ziehen wellenartig gebogen dahin und sind hie und da, wie die linke isolierte Faser der Figur darstellt, abgeplattet und in feinere Fäden aufgelöst. Daß diese Fasern nicht als Muskeln des Ektoderms zu deuten sind, sondern zur Lamelle gehören, beweist einmal ihr Verhältnis zum elastischen Band des Nesselknopfes, und zweitens die Anwesenheit anderer, zarter Fasern, die im Ektoderm, vom Protoplasma umspinnen, längs dahinziehen und als Muskeln, am Fangfaden zwar nicht leicht, am Knopf jedoch mit Sicherheit, zu erkennen sind. — Betreffs der jugendlichen Nesselzellen muß ich noch anführen, daß diese stellenweis in Menge (Fig. 28), stellenweis gar nicht (Fig. 25) vorkommen; es könnte dies immerhin auf eine zeitweise Beförderung größerer Mengen der Jugendformen vom Wulst der Polypen nach den Knöpfen zu hindeuten.

Der Knopf besteht, wie aus Fig. 33 zum Teil ersichtlich ist, aus dem flach ausgebreiteten Entoderm, das allseitig von der Lamelle und deren Umbildungsprodukten (elastische Fasern und Angelband) umhüllt ist und aus dem Ektoderm, welches einseitig (dorsal) sehr hoch ist, und hier das Nesselpolster bildet, ventral dagegen sich sehr abplattet und hier die Muskelfasern enthält. Seitliche Partien fehlen auf Grund der flächenartigen Ausbildung des Entoderms ganz. Der Nesselkopf ist in anderthalb Spiral-

windungen gedreht; die Begriffe dorsal und ventral sind deshalb nur in Beziehung zum Bau des Fangfadens verwertbar. Die bedeutendsten Veränderungen unter den drei Schichten der Fangfäden macht bei Übergang dieser in die Nesselknöpfe die Stützlamelle durch. Nur ventral erhält sie sich als gleichmäßig dickes oder vielmehr dünnes Blatt; an den Seiten schwillt sie zu zwei außerordentlich kräftigen Bändern an (Fig. 33 u. 30), die am Ende des Knopfes ineinander übergehen (elastische Bandschlinge); dorsal schließlich bildet sie eine etwas gewölbte Decke, in welcher sich die Fasern, die wir an den Längsleisten auf den Fangfäden kennen lernten, regelmäßig, in stark geknicktem Verlauf, nebeneinander anordnen. Diese seltsame Anordnung lehrt, daß die Faser erst bei der Entladung des Knopfes ihre volle Länge entfalten soll, da dann die Verbreitung der Geschosse auf einem möglichst großen Raum von bedeutendem Vorteil ist. Deshalb sind aber die Kapseln nicht dicht nebeneinander, sondern in bestimmten, größeren Abständen der Faser angefügt (siehe in Fig. 32 die eine isolierte Faser links), denn wäre ersteres der Fall, so könnten nicht eine so große Menge Fasern der gegebenen Länge auf dem engen Polsterraum vereinigt sein, da dann die Zahl der Nesselzellen eine viel zu beträchtliche wäre. — In Fig. 30 ist die regelmäßige Anordnung der Krümmungen (die die dichte Aneinanderfügung der Kapseln im Polster zur Folge hat) nicht mehr ersichtlich, da die Zerstörung des Knopfes auch die Lagebeziehungen der Fasern veränderte und die starken Krümmungen entrollte. Das Gleiche gilt für das elastische oder Angelband, denn auch dies bestand aus einer Menge gleichmäßig zusammengefügter Fasern, die aber wie Fig. 31 zeigt, durch die Zertrümmerung des Ganzen sich entwirrten und dabei zumeist streckten. Während die dorsalen Fasern die kleineren, langen Nesselkapseln (Fig. 32, 33) tragen, stehen die Fäden des Angelbandes, wie es scheint, in Beziehung zu den großen, ovalen Kapseln (Fig. 33). Wir haben in diesen jedenfalls die gleichen Elemente, nur in vollendeter Ausbildung, zu sehen, die als Jugendstadien im basalen Ektodermwulst der Polypen sich vorfinden und oben beschrieben wurden. Ihre Wanderung vom Wulst zum Knopf konnte allerdings bis jetzt nur erschlossen werden; sichere Beobachtungen darüber sind noch zu gewinnen. Die schließliche Ausbildung geben Fig. 35, 38 und 39 wieder. Die innere, zartere Kapselwand, die sich in den dicken Anfangsteil des Schlauches fortsetzt — was Fig. 36 besonders klar zeigt — tritt

in Fig. 35 deutlich hervor, da sie sich lokal von der äußeren, stärkeren Wand etwas abhebt. Diese umschließt auch das Vorderende der Kapsel; ja, der Verschuß wird bei dieser Kapsel-form sogar noch durch einen polsterartigen Knopf von homogener Beschaffenheit verstärkt. Im Anfangsteil liegen die Widerhaken, die Fig. 38 außerhalb vorstellt; hier, wie in Fig. 37, sehen wir auch, wie der Prozeß der Kapselentleerung durch Ausstülpung des Schlauches bewirkt wird; wie der, im Kapselinnern dünne, weil sekretleere, Schlauch durch den Druck des eintretenden Sekretes außerordentlich erweitert wird, aus der Kapsel vortritt und den noch unumgestülpten Abschnitt in sich mit fortreißt. Was die Ursache des Vorganges ist, ist speziell für die Verhältnisse hier im Knopf kaum zu ersehen. Da die Beobachtung muskulöser Vorrichtungen im Umkreis der Kapseln (19), eine Druckwirkung von außen auf das Sekret über jeden Zweifel erhebt, so kann von einer Auslösung von Spannkraften im Sekret selbst nicht die Rede sein; in der Umgebung der Nesselkapseln des Knopfes findet sich aber nur eine ganz geringe Menge von stark pigmentiertem Protoplasma und nicht die Spur von muskulösen Gebilden — daher bleibt nur übrig, die äußere starke Wandung selbst als muskulös aufzufassen. Dem würde ja auch nicht die Anwesenheit echter Muskelhüllen bei anderen Kapselarten widersprechen, weil diese wohl nur eine Vervollkommnung der Druckäußerung bezweckt; dafür aber spricht das Vorhandensein einer zweiten Hülle um den Sekret-raum überhaupt, denn um das Austreten von Sekret aus dem gegebenen Raum zu verhüten, genügte ja schon die innere Wandung, wie wir dies an den Jugendstadien z. B., die sich auf den Fangfäden vorfinden, mit Sicherheit ersehen.

Die sonderbare Anordnung des Entoderms erhält sich auch am Nesselknopf, wie Fig. 33 lehrt; nur sind hier die Geldrollen flach ausgebreitet, da der Innenraum zwischen den beiden Flächen der Lamelle ein schmaler ist. Ventral auf dieser bildet das Ektoderm nur eine ganz dünne Schicht — während es hingegen dorsal zu dem hohen, dicken Nesselpolster anschwillt —; diese Schicht ist aber deshalb äußerst interessant, da sie deutlich längsziehende Muskelfäden erkennen läßt, die auf diesen Raum beschränkt sind. Es giebt also in der That Muskeln im Nesselknopf, deren Aussehen ein durchaus verschiedenes von dem der geknickt ziehenden Stützlamellenfasern ist. Diese Feststellung, die durch die Befunde bei der gleich zur Schilderung kommenden anderen Siphonophore

außerhalb jedes Zweifels gestellt wird, beweist sicher, daß die Musculatur mit den Nesselkapseln hier nichts zu schaffen hat; daß als Träger dieser vielmehr einzig und allein die im Fangfaden vorgebildeten, im Knopf so regelmäßig gelagerten Fasern der Stützlamelle bezeichnet werden müssen. Und daß diese Fasern selbst nicht muskulöser Natur sein können, erhellt aus ihrem eigentümlichen Verlauf, aus ihrer völligen Isoliertheit von Zellen so klar, daß außer KOROTNEFF, der sagt (9): „In diesem Sinne darf also das elastische Band als eine Muskelbildung figurieren“, wohl niemand dieser Ansicht entgentreten wird.

Der Endfaden ist ebenfalls an Nesselzellen reich, die, wie im Knopf, elastischen Fasern (Fig. 34), d. h. Fasern, die von der Lamelle sich herleiten, aufsitzen. Die Kapseln gehören der langen, schmalen Form (Fig. 32) an, welche die Hauptmasse des Nesselpolsters bildet. In diesem haften sie verkehrt, also mit dem Pol, durch den der Schlauch austritt, den elastischen Fäden an, die großen, ovalen Kapseln dagegen normal, nur etwas schräg geneigt (Fig. 33) am Polsterrand fixiert sind. Ich konstatierte stets 2 Fasern im Endfaden, die also, wie im Polster, Äquivalente der Lamelle sind; eine Verwechslung mit Muskeln ist hier ebensogut unmöglich, wie dort, denn es finden sich solche, die denen des Knopfes völlig gleichen, neben ihnen vor. Man erkennt längsziehende, gestreckte, zarte Fäden, die vom Protoplasma umspinnen sind — diese eigentümliche Lagerungsweise erklärt sich jedenfalls aus der Abwesenheit einer soliden Stützlamelle.

Unbestimmte Agalmide. Unter dem von der Station gelieferten Material an Siphonophoren befand sich auch ein Exemplar einer kleineren Form, welches ich leider konservierte, ohne es vorher näher zu bestimmen, da ich es für eine Forskalea ansah. Wie ich später fand, unterschied es sich von dieser wesentlich auch nur in wenigen Stücken, vor allem im Bau der Nesselknöpfe; genau jedoch die Gattung zu ermitteln, der diese Art eingereiht werden muß, gelang mir weder nach den Zeichnungen von Nesselknöpfen der älteren Werke von LEUCKART (10) und KÖLLIKER (8), noch nach dem großen HAECKEL'schen Werke (18), oder den Arbeiten von KOROTNEFF (9) und CHUN (3). Ich muß mich deshalb begnügen, erwähnte Form als unbestimmte Agalmide anzuführen; um jedoch eine Nachbestimmung zu ermöglichen, werde ich in der Beschreibung der Knöpfe so genau wie möglich sein.

Der Nesselknopf (Fig. 40) stellt eine nicht allzu dicke, cylindrische Erweiterung des Fangfadens vor, die am freien Ende,

sich verschmächtigend, abgerundet endet und einen kurzen Endfaden trägt. Die peripheren Zellen sind großblasig und polygonal umrissen; sie umhüllen das starke, anfangs dicht aufgerollte elastische Band und nach vorn zu die Anhäufung der Nesselzellen, die gegen das Band zurückgebogen ist. Es kommt hierdurch also eine Involucralbildung zustande, denn das Nesselpolster, welches wie bei *Forskalea* auf einer Schlinge des Bandes ruht, müßte ja eigentlich in dessen Verlängerung liegen. In dieser Hinsicht unterscheidet sich der Knopf von denen aller anderen Siphonophoren, deren Beschreibung ich nachschlug. Ein sehr deutlicher Muskelstrang zieht an der gestreckteren Seite des Cylinders entlang und verliert sich vorn in einem dicken, kurzen, stark pigmentierten Wulst, der dem Ganzen aufsitzt und den Endfaden trägt. So leicht das bis jetzt Angeführte zu erkennen war, so schwer fiel die Spezialisierung der einzelnen Gewebe. Dies gilt vor allem für das Entoderm. Im Senkfaden stellt es einen dünnen Strang vor, der bei Beginn des Knopfes plötzlich stark anschwillt. Es bildet große Zellen, die aber dort, wo das elastische Band, dicht aufgerollt, anfängt, verschwinden. Daß es aufgehört haben sollte, schien mir der plötzlichen Verdickung wegen unwahrscheinlich; aber das solide, elastische Band zeigte in seiner Umgebung nur die großblasigen Zellen, die auch peripher lagen. Es fiel mir indessen auf, daß eine fortlaufende Membran 2 Schichten unter ihnen sonderte. (In der Figur sind die Zellen außerhalb der Membran dunkler als die innerhalb gezeichnet.) Untersucht man nun die Übergangsstelle der Lamelle in das Band genau, so kann man sehr mühsam erkennen, daß hier das Entoderm, das ja im Innern des Bandes nicht verbleiben könnte, durch allerdings nicht sicher darzustellende Lücken austritt und das Band im Knopfe umgiebt. Ektoderm und Entoderm sind morphologisch also gleichartig beschaffen und, statt durch eine Stützlamelle, die ja als Angelband vom Entoderm umhüllt wird, nur durch eine dünnere, sekundäre Membran getrennt. Das Entoderm ist mit seinen seitlichen Zellwandungen innig dem Band vereint, und man nimmt selbst am isolierten Band meist noch abgerissene Teile derselben war. Das Protoplasma der Zellen (auch im Ektoderm) erscheint völlig in die dicken, festen Zellwände umgewandelt; selbst am peripher gelegenen Kern ist kaum eine Spur noch nachzuweisen. Nach dem Nesselpolster zu verliert sich das Entoderm allmählich im Umkreis des elastischen Bandes; im Polster selbst ist es nicht mehr anzutreffen.

Das Angelband erscheint erst in enge Windungen zusammengelegt; diese werden jedoch lockerer, wobei sich das Band verdickt, und vor dem Polster ist es bei starker Verjüngung fast ganz gestreckt. Hier biegt es in das Polster um und teilt sich in zwei seitlich ziehende, starke Äste, die sich am Polster wieder vereinen. In ihrem Verlauf geben sie eine Menge dünner Seitenfäden (Fig. 41) ab, die, ganz wie bei *Forskalea*, in dicht aneinander gepreßten Windungen dahinziehen und die Nesselzellen tragen. Sie sind ebenfalls im Band bereits präformiert, wie die Figur lehrt, die letzteres etwas gelockert wiedergiebt; es zerfällt also auch hier die Lamelle der Senkfäden in eine Menge gleichmäßig starker, bald weniger, bald mehr, schließlich sogar sehr dicht gewundener Fasern, die völlig denen im Knopf der *Forskalea* gleichen.

Höchst interessant ist aber vor allem die Ausbildung der Muskulatur; sie ist eine derart klare und durchsichtige, daß auch die Beobachtungen über die Muskelfaser bei *Forskalea* wesentlich dadurch gestützt werden. Wie dort, ist auch hier die Muskulatur einseitig gelagert, und zwar ebenfalls auf der dem Polster entgegengesetzten Seite. Im Ektoderm der weniger gekrümmten Längsfläche des Knopfes tritt sehr deutlich ein faseriger Strang hervor, der sich dem Senkfaden zu in zartere Fäden auflöst. Isoliert erkennt man diese als selbständige Muskelzellen (Fig. 42) mit länglichem Kern und locker-fibrillärer Struktur. Jede Zelle besteht aus zarten Längsfasern, die — wie es scheint, durch den Reagentieneinfluß — leicht geschlängelt und wenig innig verbunden dahinziehen und nur hie und da durch eine homogene Binde-masse fester vereint und regelmäßiger geordnet, d. h. deutlich parallel gestreckt, erscheinen. Diese Zellen als andere denn muskulöse Elemente aufzufassen, scheint mir durchaus unhaltbar, denn die geschilderte morphologische und strukturelle Ausbildung spricht unzweideutig für die eben gegebene Erklärung. Ganglienzellen, die derart plump enden, habe ich nirgends gefunden, und noch andere Deutungen verbietet die ektodermale Lage. Was aus ihnen nach dem Eintritt in den terminalen dicken Wulst wird, konnte ich nicht feststellen, da mir eine selbst nur mäßige Isolation der Elemente desselben nicht gelang. Ich kann von ihm nur angeben, daß er stark pigmentierte Nesselzellen enthält.

Die Anordnung der Nesselzellen im Polster entspricht durchaus der bei *Forskalea* beobachteten; es finden sich gleichfalls normal befestigte, große, ovale und mit dem Vorderende angeheftete,

kleinere, längliche Kapseln vor. Der Endfaden enthält stark blasig vorgewölbte Gebilde und dürfte deshalb reich an Drüsenzellen sein. Eine Isolierung seiner Bestandteile gelang mir jedoch nicht.

Litteratur: CLAUS (4) hält die an den Septen der Stützlammelle in den Senkfäden verlaufenden Längsfasern, die ich als zu dieser direkt gehörig auffasse, für Muskelfibrillen; über die Beschaffenheit des Bandes ist er zweifelhaft. Doch ist ihm aufgefallen, daß die Nesselzellen sowohl an Lamelle (d. h. der aus dieser hervorgegangenen Bandschlinge), wie an Muskeln angeheftet sein sollten. Nur das erscheint ihm sicher, daß das Band nicht entodermalen Ursprungs sein kann, denn Entoderm findet sich ja innerhalb der Spiralzüge des Doppelbandes (siehe meine Fig. 33). KOROTNEFF'S (9) Untersuchungen verbreiten sich über eine Menge verschiedener Siphonophorenarten; es wird hierdurch sehr erschwert, seine ohnehin nicht leicht verständlichen Schilderungen, die sehr reich an Folgerungen sind, unter einander zu beurteilen und in ihren Beziehungen zu einander abzuschätzen. Da CHUN (3) in seiner letzten Siphonophorenarbeit bereits eine Kritik derselben bringt, so begnüge ich mich damit, nur Weniges hervorzuheben. Wie CLAUS hält auch KOROTNEFF die Fasern, welche die Zellen des Polsters tragen, für muskulös — wie schon oben angeführt, faßt er ja sogar auch das elastische Band als Muskelbildung auf, obgleich er dessen Zusammenhang mit der Stützlammelle bei *Abyla* konstatiert —; „da die Muskelfibrillen des Endfadens (womit er die zwei elastischen Fasern, welche die Nesselzellen tragen, meint) mit den Nesselkapseln ektodermal sind, so ist die entodermale Entstehung der Bandnesselorgane, welche zum elastischen Band gerade in dem gleichen Verhältnis stehen, wie die des Endfadens, sehr plausibel.“ Für das Ektoderm bleibt am Knopf da allerdings, wie auch CHUN hervorhebt, sehr wenig übrig. Auch die Erklärung des Entladungsvorganges wird durch die eben skizzierten Betrachtungen hinfällig. KOROTNEFF giebt für *Forskalea ophiura* an, daß die zwei Schnüre, in welche sich das Band teilt, ehe es in die Platte gelangt, sich spiralig umeinander winden und dann die bekannte Schlinge bilden. „Bei der größten Anstrengung der Gebilde können sich die Umbiegungen und die Spirale auseinanderwickeln — es ist also eine Reserve der kinetischen Kraft.“ Ich muß gestehen, daß mir diese Folgerung mehr als gewagt erscheint; denn wenn das Band in der That kinetische Kräfte in sich reserviert, also Spannkräfte enthält, so ist doch eine Entfaltung dieser bei größter Anstrengung der Gebilde selbst

nicht denkbar. Es ist indessen möglich, daß KOROTNEFF in seiner Deutung des Bandes als Muskelbildung eine Erklärung hierfür fand; ich kann mich derselben jedoch, ebensowenig wie CHUN, anschließen. Nach CHUN (3) hat jedoch das Band folgende Funktion; er giebt an, daß „nie ein Lockern der Serpentinwindungen zur Beobachtung gelangt“, daß vielmehr der „von elastischen Kräften ausgeübte Zug“ ein Zusammenziehen auseinandergedehnter Krümmungen bewirke. „Das Angelband spielt die Rolle eines Accumulators: ein Abreißen der Beute bei energischen Fluchtbewegungen wird verhütet durch das Lockern der Schleifen, welche andererseits bei dem Nachlassen solcher Versuche sich wieder eng aneinanderlegen.“ Ich schließe mich dieser Deutung völlig an; bei einem Zug am Bande wird in dieses Spannkraft eingeführt, die eine Rückkehr in die alte Lage bewirkt. Die Windungen müssen also präformierte, von allem Anfang an vorhanden gewesen sein, da sonst umgekehrt, bei Annahme einer Druckwirkung auf das ursprünglich gestreckte Band, die Windungen sich von selbst auflösen müßten. Bei den elastischen Fäden jedoch scheint mir die gleiche Annahme nicht vertretbar, denn im Endfaden haben sie einen fast gestreckten Verlauf. Es wird zu einer Entrollung der im Polster angehäuften Fäden kommen (bei der Zerspaltung des Knopfes durch Kontraktion der Muskelfasern) und hierdurch die Wirkung der Nesselzellen auf größere Distanzen hin möglich werden. Von einer Thätigkeit der Fasern im Sinne des Bandes könnte auch deshalb keine Rede sein, da die elastischen Fasern gar nicht dem Zug des Beutetieres ausgesetzt werden, wie dies für das Band gilt, welches durch die Anheftung des Endfadens an das Tier (durch die Abscheidung klebriger Sekrete) mit diesem in Verbindung tritt, sondern frei sich im Wasser verteilen.

Forskalea contorta. Der Stamm besteht, wie bekannt, aus einem von Entoderm ausgekleideten Centralkanal (der bei *Forskalea* ganz excentrisch liegt), aus einer dorsal außerordentlich entwickelten, mit septalen Leisten besetzten, Stützlammelle, an welcher die äußerst kräftige Muskulatur sich anheftet, und aus dem hochinteressanten Ektodermepithel. Da es mir nicht gelang, ersteres in seine Bestandteile zu zerlegen — denn durch die ganze Tiefe des Ektoderms und der Lamelle dringen die Reagentien nur sehr ungenügend — so verzichtete ich auf eine nähere Untersuchung; vor allem zog mich auch das Studium des Ektoderms an, dessen Beschreibung durch KOROTNEFF (9) mir

wenig genügend erschien. In der That weichen meine Befunde von den seinigen auch sehr beträchtlich ab; ich werde deshalb die letzteren zuerst kurz skizzieren und dann die meinen folgen lassen.

Das ektodermale Epithel besteht nach KOROTNEFF aus zwei Schichten; zu oberst finden sich spindelförmig verlängerte Zellen, deren faserförmige Enden eine unter den Zellen liegende horizontale Schicht bilden, die vielleicht als quere Muskulatur aufzufassen ist; darunter bemerkt man eine unterbrochene Lage von konischen Zellen, die sich in lange, centripetale Ausläufer fortsetzen und mittels dieser an die starken Längsmuskeln treten, deren Bilderinnen sie sind. KOROTNEFF erkennt in diesen konischen Zellen „Neuromuskelzellen“, die an der ventralen Stammseite in Tastzellen übergehen und dort ein starres Haar tragen. Es schießen also endlich die bis jetzt nirgends gefundenen, von KLEINENBERG postulierten Elemente nachgewiesen zu sein; als ich jedoch selbst nach den „unter dem Epithel gelegenen“ Neuromuskelzellen suchte, fand ich sie, wie ich erwartet hatte, nicht, wohl aber andere, hochinteressante Gebilde. Die zweierlei Zellen, welche KOROTNEFF unterscheidet, fallen nämlich in eins zusammen; es giebt nur eine Schicht Epithelzellen, und diese zeigen sowohl die peripher-horizontalen, wie die centripetalen Ausläufer. Betrachtet man ein Epithelstück von oben, so erkennt man genau das, was KOROTNEFF sagt (Fig. 43): schmale, langgezogene Elemente, deren Enden jedoch wohl nur am stark kontrahierten Tier, wie es selbst die beste Konservierung darbietet, in die Tiefe treten. Von der Seite gesehen geben die Zellen ein ganz anderes Bild (Fig. 44); zu dem schwächtigen, von oben wahrgenommenen Teil tritt ein verschieden, aber meist viel stärker, entwickelter Körper, der sich basal in wechselnd gestaltete Ausläufer verlängert. Um die verschiedene Ausbildung des unteren Zellabschnittes zu verstehen, muß man die septalartige Anordnung der Lamelle berücksichtigen; wir werden dort die längsten basalen Fortsätze suchen müssen, wo die Muskulatur tief im Grund der Interseptalräume hinzieht. Daß die Fortsätze direkt mit den kontraktilen Bändern zusammenhängen, scheint mir nicht zweifelhaft, obgleich ich es nicht unzweideutig beobachten konnte; da jedoch eigene Muskelzellen nicht existieren, da ferner bei anderen Siphonophoren die Verbindung eine thatsächlich nachweisbare ist (siehe „unbestimmte Agalmide“, weiter unten), so haben wir die Ektodermzellen wohl als Epithelmuskelzellen zu deuten. Je nach

der stärkeren Entwicklung des peripher oder tiefer gelegenen Teiles der Zellen liegt der Kern bald höher, wo er länglich, oder tiefer, wo er plumper gebildet erscheint. Die Formen der ganzen Zellen sind ganz außerordentlich mannigfaltige; an den Seitenpartien des Stammes sind die peripheren Ausläufer fast immer gut ausgebildet (Fig. 44); letztere sind bald einfach und gleichmäßig begrenzt, bald teilen sie sich in der wechselndsten Weise (Fig. 45), bald gehen sie darin sogar so weit, daß sie der Zelle Formen verleihen, die diese einer Ganglienzelle täuschend ähnlich erscheinen lassen (Fig. 46 und in Fig. 43 eine scharf markiert gezeichnete Zelle). Bei letzteren Gebilden mangeln centripetale Ausläufer häufig ganz; jedoch die stellenweise plumpe und unregelmäßige Ausbildung der horizontalen Fortsätze, vor allem aber die Zwischenformen, die von den gewöhnlichen Epithelzellen zu den ganglienzellähnlich gestalteten überleiten, lassen eine Deutung dieser als nervöse Gebilde nur schwach begründet erscheinen. An der dorsalen Seite imponiert das Epithel derartig geformt, wie KOROTNEFF es für seine Schicht der Neuro-muskelzellen schildert. Die Zellen sind von cylindrischer oder konischer Gestalt (Fig. 47), und es kommen (Fig. 48) die oberen Ausläufer fast ganz in Wegfall. Dafür ist die Ausbildung der centripetalen Partien eine beträchtliche, und da dorsal die Septen der Lamelle schmaler erscheinen, so gehen die Fortsätze in geringen Abständen zu größerer Tiefe. Auch deren Form ist ebensowenig, wie die der oben beschriebenen Ausläufer, eine konstante; es kommen sowohl einfache, wie mehrfach gespaltene vor. Ihr Protoplasma ist, wie auch das der mittleren Zellpartien, meist flächenartig abgeplattet; es ist dies am lebenden Objekt jedenfalls nicht oder in geringem Maße der Fall, denn wir haben die starke Kontraktion des Stammes in der Längsrichtung, die eine Verlängerung und Abplattung der Elemente in der Querrichtung zur Folge haben muß, dafür verantwortlich zu machen.

In der Mitte der dorsalen Stammfläche bemerkt man schon mit bloßem Auge eine dunkle Linie, die sich durch die Anwesenheit subepithelialer, riesiger Elemente ergibt, die in einer Reihe angeordnet sind. KOROTNEFF (9) schildert sie als plump geformte Zellen, welche kurze, pseudopodienartige Fortsätze an die Umgebung abgeben und erklärt auf Grund dieser Befunde die Zellreihe als das Gehirn der Siphonophoren. Die Beobachtungen KOROTNEFF's berechtigen zu diesem Schluß sicher nicht, indessen bin auch

ich der Ansicht, daß wir die Elemente der Reihe als nervöse zu deuten haben, aber auf Grund von Isolationen dieser, die durchaus andere Bilder lieferten, als KOROTNEFF sie darstellt. Für die genannte Auffassung spricht die Anwesenheit von zum Teil ganz außerordentlich langen Ausläufern (Fig. 50 [hier nur angedeutet] u. 51) und die dunkle, gelblich-braune Färbung, wie sie die Zellen durch die Einwirkung der Osmium-Essigsäure annehmen. Dagegen ist aber Verschiedenes anzuführen; so vor allem die plumpe wechselnde Form (Fig. 49) der einkernigen Elemente; der Zusammenhang aller in der Längslinie der Reihe durch dicke Protoplasmabrücken, und besonders die syncytienartige Ausbildung vieler Reihenglieder (Fig. 50). Ohne daß die geringste Spur von Zellgrenzen wahrgenommen werden könnte, erscheint ein solches Glied als kompakte, in der Querrichtung des Stammes (Fig. 50) verlängerte Protoplasmamasse mit einer wechselnden Zahl an Kernen. Auch in den riesigen Ausläufern, die stets sehr scharf begrenzt und in dem Durchmesser wenig schwankend erscheinen, finden sich Kerne; es läßt sich aber auch hier das Territorium der einzelnen Zellen nicht im geringsten feststellen. Das Ganze gleicht demnach einem ungeheuren Protoplasmastrang, der im steten Wechsel bald plumpe einzellige, bald noch plumpere vielkernige Anschwellungen darstellt, die durch derbe Brücken verbunden sind. Und von diesem Riesensyncytium strahlen nach rechts und links und unten kräftige Fortsätze, selbst mit Kernen versehen, aus, die den Stamm im Epithel umspinnen, sich spalten, zarte Äste abgeben und jedenfalls mit anderen Elementen in Verbindung treten. Konstatieren konnte ich diese nicht; je mehr sich jedoch die Ausläufer ausziehen und verschmächtigen, desto mehr vermindert sich die Regelmäßigkeit ihrer Begrenzung, und desto schwieriger hält es, sie von den Fortsätzen der Epithelzellen, die ja auch bunt in allen Richtungen, besonders bei den ganglienzellähnlichen Gebilden, ziehen, zu unterscheiden. Mit Sicherheit möglich ist es überhaupt nur dann, wenn die Länge des Gebildes sie als nicht zu Epithelzellen gehörig erweist.

Ist man nun berechtigt, ein derartig ausgebildetes Zell- und Syncytialsystem als Centralstelle des Nervensystems zu bezeichnen? Daß ein solches überhaupt vorhanden sein dürfte, legt allerdings die geradezu blitzschnelle Reizübertragung über selbst sehr ausgedehnte Forskalea-Exemplare hin nahe. Bei *Apolemia uvaria*, wo eine entsprechende Bildung, wie sie eben geschildert wurde, fehlt, beobachten wir auch nicht diese ruckartigen Ver-

kürzungen des Ganzen; hier erfolgen Kontraktionen des Stammes langsamer und gewöhnlich nur lokal (bei großen Exemplaren). In diesem physiologischen Befunde scheint mir in der That eine Gewährleistung für die Richtigkeit der oben von mir ausgesprochenen Ansicht gegeben zu sein, und wenn wir es auch nicht mit einem Gehirn, wie KOROTNEFF will, zu thun haben, so doch jedenfalls mit einer Vereinigung nervöser Elemente zu einer für blitzschnelle Reizübermittlung geeigneten Leitbahn am Forskaleastamme.

Über die starken Längsmuskeln ist an dieser Stelle wenig zu sagen. Wie CLAUS (4) und KOROTNEFF (9) schildern, sind es gleichmäßig breite, beiderseits spitz endende, dünne Bänder, an deren schmalen Flächen und Spitzen meist Protoplasma angeheftet ist, das jedenfalls den Zusammenhang der Bänder untereinander und mit den Epithelzellen vermittelt. Wie Fig. 52 zeigt, läßt sich eine zarte Längsstreifung der Muskeln, wenigstens meist, beobachten.

Die Stützlamelle zeigt deutliche Fasersysteme, in denen CLAUS (4) „aus verdichteter Substanz der hyalinen Stützlage gebildete Fibrillenzüge“ erkennt. Betreffs meiner Auffassung derselben verweise ich auf den zweiten Teil dieser Arbeit, in der ich den feinsten Bau der hier beschriebenen und dort noch zu schildernden Gewebelemente als Hauptgegenstand der Untersuchung besonders hervorheben werde.

Unbestimmte Agalmide. Anhangsweise gebe ich noch kurz meine Beobachtungen über den Stammbau dieser Siphonophore wieder, der ein sehr einfacher, aber gerade deshalb sehr interessanter ist. Der Centralkanal bildet eine weite Röhre mit niedriger Umhüllung; die Stützlamelle bildet Septen von nur geringer Höhe. Das Ektodermepithel ist überall gleichartig beschaffen; man erkennt sowohl quer zum Stammverlauf als auch in die Tiefe ziehende Fortsätze, welche letztere in direktem Zusammenhang mit den Längsmuskeln stehen. Es ist dies hier ebenso leicht nachzuweisen, wie bei den Epithelmuskelzellen der Polypen z. B. Die Muskelbänder, wie die Stützlamelle, gleichen in der Beschaffenheit den von Forskalea beschriebenen, entsprechenden Bildungen durchaus.

Apolemia uvaria ESCH. Die Übergangsstelle von Ektoderm in Entoderm an der Mundöffnung der Nährpolypen zeigt Verhältnisse im Bau, die von den im Entoderm der For-

skaleapolypen gefundenen nur wenig abweichen. Man bemerkt Epithelmuskelzellen, Drüsenzellen und Ganglienzellen wie dort; erstere besitzen eine dichtere Anordnung des Gerüsts und sind deshalb leichter zu isolieren; die Drüsenzellen lassen genau die gleiche, faserige Struktur, die gelb-bräunliche Färbung und nur eine geringe Anzahl von Körnern, wie die der Forskalea, erkennen; die Ganglienzellen endlich entsprechen völlig den von den Hydroiden sonst bekannten, nervösen Elementen. Fig. 53 stellt eine Muskelzelle mit drei Muskelfasern dar; letztere sind zart und rundlich und von Protoplasma eingehüllt, nur die basale Seite findet sich, wie wir schon bei Forskalea sahen, frei von Anhängseln, die zur festeren Vereinigung mit der Lamelle dienen könnten. Das Zellgerüst ist gleichmäßig engmaschig, der Kern groß mit großem Nucleolus. Eigentümlich erscheint die abgerundete periphere Fläche; während hier andere Muskelzellen mit einer deutlichen Cuticula versehen sind, auf der sich ein Wald von Wimpern erhebt, fehlt hier beides. Wir können uns diesen Mangel jedenfalls durch das Übergreifen des peripheren Zellteils samt der Cuticula an vielen anderen Zellen der gleichen Art erklären; es gelangt so eine echte Epithelzelle zufällig unter die vorspringenden oberen Partien anderer, sie wird scheinbar subepithelial; ihre Beziehung zur Muskulatur, wie die sonstige formale und strukturelle Ausbildung läßt jedoch den Gedanken, daß wir es hier mit einer anderen, abweichenden Zellart zu thun hätten, nicht aufkommen. — Neu zu den angeführten drei Elementen bemerken wir Nesselzellen, wie Fig. 55, und Sinneszellen, wie Fig. 54 sie darstellen. Bei ersteren erkennt man sehr gut das Übergehen der inneren Kapselwandung in den Anfangsteil des Schlauches; außerhalb der äußeren Wand ist noch eine Membran vorhanden, die oben über der Kapselöffnung einen kegelförmigen, abgeschnittenen Aufsatz bildet, von dessen Innenseite sich noch ein gleichmäßig dicker Fortsatz erhebt. Basal geht die Membran bis an den großen Kern, wo sie endet; sie ist jedenfalls ein Umwandlungsprodukt der sonst meist zu beobachtenden Protoplasmahülle. Der haarartige Fortsatz, der oben von ihr entspringt, ist wohl als Cnidocil zu deuten. — Die Sinneszellen (Fig. 54) sind außerordentlich schwächliche, nur in der Kerngegend spindelartig verdickte Elemente, die basal in zarte Ausläufer sich verlängern und mittels dieser, gleich den nervösen Fasern, sich auf den Muskeln verbreiten. Sie tragen mehrere zarte Wimpern, die durchaus denen der Muskelzellen entsprechen. Hierin einen Beweis gegen ihre

Funktion als Sinneszellen zu sehen, halte ich für unberechtigt; nur müssen wir sie als indifferente Sinneszellen, gewissermaßen als Ganglienzellen, die bis an die Oberfläche reichen, auffassen. Es kommt zu keiner Spezialisierung des Reizes, wie dies z. B. bei Anwesenheit von Sehstäbchen oder Riechborsten statthatt; sondern der Reiz wird nur in derselben Weise, wie von den umgebenden Epithelzellen empfangen, vermöge der formalen und strukturellen Ausbildung des Zellkörpers aber weit rascher fortgeleitet. Für die nervöse Natur sprechen ferner noch verwandte Zellen, die als Übergangselemente zu den Ganglienzellen gedeutet werden dürfen, da sie bei gleicher Körperform, wie die Sinneszellen, unter der Peripherie spitz auslaufend enden. Gleiche, in die Tiefe sinkende Gebilde beschreiben auch die Gebrüder HERTWIG (5) und CLAUS (4); auch ich habe in meiner Arbeit über Hydra (13) entsprechende Zellen konstatiert. Sehr auffallend ist in den Sinneszellen die Anwesenheit eines glänzenden, farblosen Kornes von unregelmäßigen Umrissen, das meist oberhalb des Kerns, diesem dicht anliegend, zu bemerken ist. Seine Bedeutung ist mir rätselhaft geblieben; KOROTNEFF (9) bemerkt aber dazu: „Die stark lichtbrechenden Körper in Tastzellen dienen wahrscheinlich als Lichtbrechungsmedien, um die Empfindung der Tastzellen zu verstärken.“ Vielleicht ist die Verbreitung dieser Einlagerungen eine allgemeinere, denn Herr Dr. BÜRGER, mit dem ich in Neapel zusammenarbeitete, machte mich darauf aufmerksam, daß er bei Nemertinen ganz Ähnliches beobachtet habe.

Die Tasterspitze unterscheidet sich fast gar nicht von der der Polypen. In den Drüsenzellen nimmt man hier eine große Menge von Sekretkörnern wahr; die Struktur ist sonst ganz dieselbe, wie die der oben beschriebenen Zellen. Außer der plumpen Nesselzellart findet sich noch eine zweite, weit kleinere (Fig. 56), die einen zarten, gleichmäßig dicken, vielleicht muskulösen Stiel besitzt. Dieser beginnt an der Kapselwandung, zieht am Kern entlang, zeigt dann auf eine längere Strecke fast gar keine Protoplasmabegleitung und endet unten in einer dreieckigen Platte, die von zarten Fasern der Länge nach durchzogen wird. Vielleicht hat sich der homogene, glänzende Stiel in diese aufgelöst und haftet mittels derselben der Stützlamelle an. In die Muskeln der Epithelzellen biegt er sicher nicht um, wie CHUN (2) will. — Einen Zusammenhang von Ganglienzellfortsätzen mit an-

deren Elementen des Epithels, den CHUN (2) beobachtete, konnte ich nicht konstatieren, will ihn indessen nicht im geringsten bestreiten.

Das Studium der Pneumatophore der Apolemia ist ein hochinteressantes, denn es macht uns mit einer abweichenden Ausbildung der ektodermalen Epithelzellen bekannt. Wie am Stamm der Forskalea erscheinen dieselben quer zur Längsachse des Organs lang ausgezogen und bedingen so die Ringelung der Luftblase, die sich in die des Stammes fortsetzt. Man erkennt einen oberflächlich gelegenen, schmalen, scharf begrenzten Zelleib, der in der Mitte der Längserstreckung den ovalen Kern enthält und sich der Tiefe zu in eine weniger scharf umrissene Protoplasmalage fortsetzt (Fig. 57). An der Basis dieser finden sich zarte, gleichmäßig dicke, homogene Fasern in größerer Anzahl; sie ziehen sämtlich parallel der Längserstreckung der Zelle. Der Beschaffenheit, wie der Lage an der Zellbasis nach, müssen wir in diesen Gebilden Muskelfasern erkennen, die also eine quere Muskelschicht im Ektoderm vorstellen würden. Ist nun der Nachweis einer solchen im Ektoderm überhaupt überraschend, so muß er dies um so mehr sein, da das Ektoderm auch eine stark entwickelte Längsmuskulatur besitzt, die sich vom Stamm auf die Pneumatophore fortsetzt. Letztere stellt insofern auch die normalerweise ausgebildete dar, indem die in großer Menge vorhandenen Ganglienzellen auf ihr dahinziehen, während umgekehrt die quere Muskelschicht auf jenen sich vorfindet. Es kann sich also nur um eine sekundäre Entwicklung letzterer handeln, die vielleicht mit dem Mangel querziehender Muskeln im Entoderm in ein kausales Verhältnis zu bringen ist. — Eigentümliche Bilder gewähren die Kerne sämtlicher Elemente der Pneumatophore und des Stammes überhaupt. Man nimmt nicht, wie sonst, ein meist gleichmäßig verteiltes Maschenwerk mit Chromatinkörnern und einem Nucleolus wahr, sondern bemerkt in der durchgehend gefärbten Kernmasse (Fig. 57) nur wenige, große Maschen des Gerüsts und das Chromatin in großen, wechselnd geformten Brocken in diesen verteilt. Was die Ursache dieser ganz allgemein auftretenden Struktur ist, ließ sich nicht ermitteln. — Über die Anwesenheit einer großen Menge von Ganglienzellen ist von CHUN (2) und KOROTNEFF (9) schon berichtet worden; ich gebe in Fig. 58 ein Übersichtsbild ihrer Lagebeziehungen zu einander, wie zu den queren Muskelfasern.

Das Ektoderm der Luftflasche ist eine sehr flache Protoplasmlage (Fig. 60), in der große, lichte Kerne eingebettet sind. Sie erscheint sehr deutlich quer gefasert; indessen diese parallel und gestreckt ziehenden Fibrillen sind so zarter Natur, daß sie nicht als Muskelfäden gedeutet werden können. Eine chitinige Luftflasche wird, wie bekannt, von diesem Epithel nicht abgetrennt.

Im entgegengesetzten Sinne verlaufend erscheint in den beiden Schichten des Entoderms, welche die Fortsetzung des Stammcentralkanals auskleiden, ebenfalls eine deutliche Faserung des Protoplasmas der einzelnen Zellen ausgebildet, die jedoch auch zu zart ist, um als Muskulatur gelten zu können. Die Fasern ziehen parallel der Längsachse der Zellen und der Pneumatophore, wie es in Fig. 59 zu erkennen ist. Die Kerne sind lang gestreckt und sehr groß; im Protoplasma finden sich eine Menge kleiner Körner, welche durchaus an die in den Epithelmuskelzellen des Polypentoderms der *Forskalea contorta* beobachteten erinnern. Die Lage der Körner im Entoderm muß die Frage anregen, ob wir sie nicht in Beziehung zu den Ernährungsvorgängen zu bringen haben. Ganz ähnliche Gebilde finden sich aber auch in Ektoderm- und Mesodermzellen bei Anthozoen, wie im zweiten Teil der Arbeit berichtet werden wird.

Selten bemerkt man wohl Faserungen in den Stützlamellen so deutlich ausgeprägt, als hier in der Pneumatophore. Betrachten wir die Lamelle der Luftflasche von der ektodermalen Seite, so sehen wir Fasern feinsten Art in parallelem Verlauf entsprechend den Fibrillen des Protoplasmaüberzuges dahinziehen. Von der entodermalen Seite jedoch gesehen treten Fasern hervor, die zu den geschilderten unter rechtem Winkel verlaufen; es sind also zwei sich kreuzende Fasersysteme in der Lamelle entwickelt, die in Fig. 60 an der Stelle, wo das Protoplasma von der Unterlage entfernt ist, sichtbar werden. Als Faltungen oder Runzelungen der Lamelle sind diese zarten Züge sicher nicht anzusehen; dem widerspricht vor allem das Vorhandensein zweier verschieden laufender Systeme; ich bin vielmehr der Ansicht, daß, da die Lamellen Abscheidungsprodukte der Epithelien sind, diese auch einen Teil ihrer Gerüstmasse in jene eingesenkt haben, welcher sich dann in der geschilderten Weise anordnete.

Am Stamm der *Apolemia* begegnen wir ganz ähnlich geformten Elementen, wie bei *Forskalea*, nur sind die Größenverhältnisse hier bedeutendere. Vor allem die centripetalen Fort-

sätze der Epithelmuskelzellen erreichen Dimensionen, die in Erstaunen setzen. Peripher finden sich die gleichen, quer zur Stammachse verlaufenden Verlängerungen der Zellkörper, wie bei Forskalea; sie sind entweder ungeteilt oder spalten sich wie dort in der mannigfachsten Weise. Andere Zellen lassen sie wieder fast ganz vermissen. Fig. 61 stellt einen Haufen von Epithelzellen dar, deren eine nach oben, und eine nach unten umgeschlagen sind. Von peripheren Ausläufern sieht man hier wenig; nur die nach unten herübergebogene Zelle zeigt 3 solche, die durch ihre schwächliche Form das Ganze als Ganglienzelle erscheinen lassen. Zuerst glaubte ich auch dies Element als ein nervöses deuten zu müssen, und brachte es in Beziehung zu den 2 Wimpern, die auf der Peripherielinie des Zellhaufens zu gewahren sind. Es stellte sich aber heraus, daß diese Wimpern gar nicht dem dort verlaufenden Fortsatz erwähnter Zelle, sondern einer daneben liegenden angehören, und daß ferner der Fortsatz dort gar nicht endet, sondern peripher weiter zieht, daß überhaupt die ganze Zelle als peripher gelagert zu denken ist. Wir sehen in ihr also wieder ein solch absonderliches Gebilde, wie wir sie bei Forskalea schon konstatierten; von Bedeutung ist es aber, daß, wie es mir bestimmt nachzuweisen gelang, viele derselben hier bei Apolemia eine durchaus subepitheliale Lagerung einnehmen. Eine derartige Zelle ist in Fig. 62 wiedergegeben; so wenig scharf und regelmäßig auch deren Begrenzungslinien verlaufen, so ist doch in der Ausbildung der Ausläufer und deren Verteilung nach den verschiedensten Richtungen hin eine große Übereinstimmung mit den Ganglienzellen der Hydroiden gegeben. Da außerdem ein Centralsystem, wie bei Forskalea, und andere Elemente, die eher als nervöse zu deuten wären, völlig mangeln, so scheint mir doch die Auffassung jener als wirkliche Ganglienzellen nicht unberechtigt, denn wir dürfen wohl kaum annehmen, daß der Apolemiastamm trotz der weniger geschwinden Reizübertragung, als bei Forskalea, ganz der nervösen Zellen entbehren sollte. Schwerwiegend dagegen spricht allerdings, daß zwischen den als Ganglienzellen anzusprechenden Gebilden und den gewöhnlichen Epithelzellen ein scharfer Unterschied nicht zu machen ist; es finden sich Zwischenformen der mannigfaltigsten Art, die indessen vielleicht auch als Übergangsglieder der letzteren Zellart in die erstere betrachtet werden könnten.

Höchst seltsam ist die strukturelle Ausbildung vieler, wohl der meisten Epithelzellen, die wohl ohne Analogon dasteht. Wie wir

bei den entsprechenden Zellen der Pneumatophore zweierlei Muskelbildungen zum Epithel in Beziehung bringen mußten, so auch hier; die neben den Längsbändern vorkommenden kontraktilen Elemente sind aber völlig anders angeordnet und ausgebildet als die der Pneumatophore. Es war mir sogleich bei Beginn meiner Untersuchungen am Apolemiastamm aufgefallen, daß sich eine Menge rundlicher, kernloser Gebilde vorfanden, die ein sehr homogenes Aussehen zeigten. Da beobachtete ich die in Fig. 62 gezeichneten Zellen und wurde hierdurch rasch über den fraglichen Punkt aufgeklärt. Die dichten, rundlichen Klumpen, die sich isoliert umhertrieben, stellten sich als stark kontrahierte Fibrillenzüge heraus, die im Protoplasma der Epithelzellen dahinziehen, durch die plötzliche, übermäßige Verkürzung aber nach außen gelangten, sich losrissen. Ein Fibrillenzug, deren es in vielen Zellen mehrere giebt, besteht, wie Fig. 62 lehrt, aus einer großen Anzahl dicht aneinander gelagerter, sehr zarter, gestreckter Fasern, zwischen denen eine sich licht-rosa färbende Bindemasse wahrnehmbar ist, welche zumeist die deutliche Abhebung jener vom umgebenden Protoplasma bewirkt. Denn auch dies zeigt zarte, längs — also parallel — zur Zell- oder Fortsatzachse ziehende Fasern, die hier aber von gleich zarten, geschlängelt verlaufenden, anderen Fäden des Gerüsts durchflochten werden und jedenfalls als ebensolche, aber gestreckte, Gerüstlinien anzusehen sind. Aus Fig. 62 können wir weiterhin das Zustandekommen der beschriebenen Klumpen erschließen; wir sehen Fibrillenzüge, die eine Verkürzung nicht bemerken lassen; dann solche, die noch normalerweise im Protoplasma liegen, aber schon sichtlich verkürzt sind, und endlich die dichten Knäuel mit umgebendem, fortgerissenen Protoplasma.

Diese Muskelbildungen sind nicht allein auf die centripetalen Ausläufer und den Zellkörper beschränkt, sondern sind auch in den peripheren Fortsätzen anzutreffen, so daß allerdings eine Art quere Muskulatur, wie bei den Zellen der Pneumatophore, zustande kommt. Charakteristisch für die Fibrillenzüge ist die Deutlichkeit, mit der man in ihnen die einzelnen kontraktilen, feinsten Fasern erkennt, und die intraprotoplasmatische Lage. Wo sie mit der Außenwelt in Berührung scheinen, ist sicher die vorhanden gewesene Protoplasmahülle durch mechanische Eingriffe entfernt worden.

Im übrigen ist vom Stamm der Apolemia nichts Besonderes weiter anzuführen. Sowohl die starken Längsmuskeln, wie die Stützlamelle zeigen Verhältnisse, die vollständig den bei Forskalea

geschilderten gleichen; nur ist der Zusammenhang der Muskeln mit der Lamelle hier ein sehr zäher, so daß die Isolation ersterer nicht leicht gelingt.

Nach KOROTNEFF (9) sind die Epithelzellen echte Neuromuskelzellen in gleich subepithelialer Lagerung, wie bei *Forskalea*. Von den inneren Muskelbildungen erwähnt er nichts, dagegen beschreibt er auch hier den Zusammenhang von Epithelzellen und Längsmuskeln. In der dorsalen Medianlinie fehlen die Riesenzellen, dagegen tritt hier eine Längsvertiefung auf, die von größeren Epithelzellen umkleidet ist und vielleicht ein Homologon der Nervenrinne der Gliedertiere vorstellt (?). Auf diese Zellen stützt sich KOROTNEFF bei seiner phylogenetischen Ableitung der Riesenzellen. Die Ausbildung der großen Zellkörperdimensionen erklärt er durch mechanische Prinzipien. Die langen basalen Fortsätze der konischen Zellen werden eingezogen und bilden schließlich nur noch die kurzen, pseudopodienartigen Ausläufer, die er von *Forskalea* beschreibt. Durch Abschluß der Rinne geraten die Neuromuskelzellen (die doch nach ihm schon in der Tiefe lagen) in die Tiefe, wo sie das Centralnervensystem darstellen. Ich gehe hier auch auf die Befunde KOROTNEFF's an anderen Siphonophoren der Vollständigkeit wegen ein, da sonst manche seiner Folgerungen nicht genügend beurteilt werden können. Bei *Halistemma rubrum* fand er gleichfalls subepitheliale, conische Zellen mit einem oder mehreren basalen Ausläufern, die an die Muskelsepten treten und stark lichtbrechend erscheinen. (Vielleicht finden sich hier ähnliche muskulöse Bildungen, wie in den entsprechenden Zellen der *Apolemia*; KOROTNEFF kommt aber zu dem Schluß, daß sie nicht als muskulös zu bezeichnen sind, es würde dies ja auch die Deutung der Zelle als Neuromuskelzelle nicht gestatten.) Von *Forskalea ophiura* werden neben den Neuromuskelzellen auch Tastzellen beschrieben, die lateral, der ventralen Seite genähert, sich vorfinden sollen. Die Bezeichnung: Tastzelle, erhalten die hier gelegenen Elemente, weil sie ein Tasthaar tragen — sollen! Was man an der gezeichneten Zelle am peripheren Ende wahrnimmt, ist aber kein Haar, sondern ein mechanisch stark beeinflusstes Zellende, das für gar nichts beweisend ist. Ich habe in der angegebenen Gegend auch durchaus keine anders beschaffnen Elemente, als weiter nach der dorsalen Fläche zu, gefunden. KOROTNEFF gibt von diesen Tastzellen ebenfalls an, daß sie mit den Längsmuskeln in Zusammenhang stehen. *Physophora* enthält einfache Neuromuskelzellen und kolbenförmige Tastzellen, welch

letztere die gleichen basalen Fortsätze besitzen, wie jene, peripher sich aber dünner ausziehen und feine Wimpern tragen. Bei einer jungen Halistemma wird auf die Ausbildung der Neuromuskelzellen und des Gehirns ontogenetisches Licht geworfen. Die Zellen über den Muskelsepten sind flach, die zwischen jenen konisch verlängert; letztere sinken in die Tiefe und werden die Neuromuskelzellen(!). Ebenso entsteht das Gehirn, vielleicht aber auch durch Vermehrung der bedeckenden Epithelmuskelzellen (ein Sinken in die Tiefe muß doch aber auch erfolgen!). „Auf diese Weise haben wir auf ontogenetischem Wege Prinzipien gewonnen, die wir nun auch phylogenetisch stützen können.“ Bei *Praya diphyes* giebt es nur gleichartige Epithelmuskelzellen, die keine basalen Ausläufer entwickeln, unten aber ein gemeinschaftliches Plasmanetz um die Muskelfibrillen haben. Bei *Praya maxima* treten jene auf und bei *Apolemia* entsteht die Nervenrinne, die sich bei Halistemma und *Forskalea* dann geschlossen hat. Bei *Rhizophysa* fehlt das Gehirn, doch finden sich hier zwischen den Muskelsepten in der Tiefe liegende Zellen, die durch Teilung von den Epithelzellen sich entwickeln und in unmittelbarer Beziehung zu den Muskelfasern stehen. Es sind Neuromuskelzellen, „deren morphologische Nervenatur vor ihrer Bedeutung als Muskeln zurücktritt“(!). „Obschon die Entstehung dieser Zellen sich an die bei Halistemma anschließt, so sind doch jene mehr mesoblastischen, diese nervösen Elementen homolog.“ (Erstere werden aber doch über der Lamelle liegend gezeichnet!) Auch *Physophora* hat in der Tiefe liegende Zellen = Mesodermzellen, die denen von *Rhizophysa* entsprechen (KOROTNEFF zeichnet sie nicht). Weiter wird ausgeführt, daß *Physophora* in der Beschaffenheit des Epithels mit *Apolemia* übereinstimme, letzteres nur primitiver sei; denn „bei *Physophora* sehen wir erstens ein Mesoderm ausgebildet(!), und zweitens haben die äußeren Ektodermzellen eine spezifische Form bekommen: in beiden Fällen müssen wir die äußeren Ektodermzellen als Neuromuskelzellen ansehen und zwar sind die kolbigen mehr sensibel.“ — Es hält schwer, in diesen Angaben den von KOROTNEFF hineingelegten Sinn zu finden. Während also bei *Apolemia* und *Forskalea* die „Neuromuskelzellen“ von einem flachen Epithel (das mit den Längsmuskeln nichts zu thun hat — in Wirklichkeit fehlt es ja ganz! —) überdeckt sind, werden die Elemente des letzteren bei *Physophora* ebenfalls zu solchen, nur sind sie nicht so sensibel wie die kolbigen! Die sie darstellende Figur (Fig. 14, Taf. 14) zeigt ein Element, ganz entsprechend denen, wie ich sie zeichne;

oben 2 periphere und unten 1 centripetaler Fortsatz; eine ganz gleiche Zelle wird auch für Forskalea mit abgebildet, im Text jedoch keine Rücksicht darauf genommen, denn das würde ja nicht zu den Neuromuskelzellen passen. Meiner Ansicht nach geht aus alledem hervor, daß KOROTNEFF in den Folgerungen, die er auf Einzelbefunde auch völlig ungenügender Art begründete — man sehe die Tastzelle von Forskalea, Fig. 27, Taf. 15 — vielfach sich irrte, und daß, wenn auch manches trotz der mangelhaften Begründung richtig erscheint, eine viel umfangreichere und sicherere Beobachtungsbasis dafür gewonnen werden muß. Auch ich nehme an, daß die Riesenzellen von Epithelmuskelzellen abzuleiten sind — wie ja bei Apolemia die Umbildung von letzteren in Ganglienzellen mir sehr wahrscheinlich erscheint —; ob aber eine Phylogenie der Species sich auf die hierfür sprechenden Erscheinungen bauen läßt — von Praya diphyes über Pr. maxima zu Apolemia, Rhizophysa, Physophora und schließlich zu Halistemma und Forskalea —, erscheint mir stark zweifelhaft. Die einzelnen Elemente der Gewebe und diese selbst variieren bei den Siphonophoren so sehr, daß es durchaus nicht gestattet ist, rasche Schlüsse auf die Verwandtschaft der verschiedenen Erscheinungen untereinander zu machen. So kann das Forskaleagehirn (!) eine von der Nervenrinne (!) der Apolemia und den sogenannten mesodermalen Zellen der Physophora und den rein nervösen der Rhizophysa durchaus unabhängige Bildung sein; jedenfalls können hierüber aber nur ganz genaue und umfassende Untersuchungen entscheiden.

Zweiter Teil.

Forskalea contorta LEUCK.

Die quergestreiften Muskeln in der Subumbrella (Schwimm-sack) der Schwimglocken stellen ziemlich breite, dünne Bänder vor, welche mit der Kante der Stützlamelle aufsitzen. Man bemerkt in ihrem Verlaufe keine Kerne; ihre Bildnerinnen sind also die Epithelzellen. Es läßt sich aber weder feststellen, wie beider gegenseitiges Zahlenverhältnis ist, noch gelingt es, sie im Zusammenhang zu isolieren. Das Wesen der Querstreifung der Bänder zu ermitteln, ist nicht leicht; am besten geben abgesprengte Fasern oder spitz zulaufende Enden darüber Auskunft. An solchen (Fig. 1) nimmt man wahr, wie dickere Stellen der Fäden höchst regelmäßig mit dünneren abwechseln; das Ganze ist also von perlschnurartiger Beschaffenheit. Der Lichtkontrast, wie er sich aus der ungleichen Beleuchtung der verschiedenen dicken Abschnitte ergibt, läßt die Fasern und Bänder quergestreift erscheinen. Hebt oder senkt man den Tubus, so sieht man die vorher dunklen Querlinien (die gleichmäßig über die ganze Muskelschicht hinziehen) hell und umgekehrt die erst hellen dunkel. Auch an den breiten Bändern (Fig. 1) kommt die perlschnurartige Substanzverteilung zum Ausdruck, denn man sieht die Ränder entsprechend den Verdickungen deutlich ausgebuchtet. Es frug sich nun, ob diese eigentümliche formale Beschaffenheit Hand in Hand gehe, oder vielleicht beruhe auf einer Verschiedenheit der Substanz der einzelnen Abschnitte, oder ob dieselbe Substanz nur in verschiedener Ausbildung vorliege. In dem Verhalten zu Farbstoffen fand ich keinen Unterschied der dünnen und dickeren Stellen. Es läßt sich aber an abgesprengten Fasern sogar beobachten, wie beide

direkt ineinander übergehen, so daß der Muskel dann völlig einer glatten Faser gleicht. Da dies Verhalten indessen an entsprechenden Fäden der Subumbrella von *Pelagia* und *Carmarina* weit deutlicher zu konstatieren ist, so gehe ich erst dort näher darauf ein. Von den Bändern der *Forskalea* ist nur noch anzugeben, daß sie, quer zur Längserstreckung, im Bereich der substanzärmeren Abschnitte leicht zerreißen können; weiterhin, daß auch Zerfaserungen der Länge des Bandes nach oft zur Beobachtung gelangen. Besonders die Randpartien lösen sich leicht ab; sie unterscheiden sich von den mittleren Teilen durch etwas intensiveren Glanz und erscheinen substanzreicher als diese. Es gilt dies aber nicht überall, denn dort, wo die Fläche des Bandes eine schmalere wird (siehe die Fig. 1), sind Differenzen im optischen Verhalten nicht mehr wahrnehmbar.

Erwähnt werden die quergestreiften Muskeln von allen Autoren; über die spezifische Struktur der Bänder finde ich jedoch, auch bei den neueren (CLAUS, 8, KOROTNEFF, 19), nichts im Sinne der von mir gegebenen Erklärung gesagt. Sehr in Erstaunen setzte mich aber der CLAUS'sche Satz, der allerdings für *Halistemma tergestinum* gilt: „Bei genauerer Untersuchung aber zeigt es sich, daß sie (die Bänder) aus kürzeren ineinander verflochtenen Spindelfasern bestehen.“ Vielleicht liegt die Ursache zu dieser Angabe in der zuletzt von mir geschilderten verschiedenartigen Beschaffenheit der Bänder in der Längserstreckung. Von einer Durchflechtung kürzerer Spindelfasern kann aber, meiner Ansicht nach, nicht die Rede sein.

In der Gallerte der Schwimmglocken lassen sich keine strukturierten Elemente nachweisen. Nur auf der Oberfläche konnte ich unter dem außerordentlich flachen Plattenepithel öfters eine sehr zarte Streifung wahrnehmen, die jedenfalls der Ausdruck einer sehr dünnen, faserigen Stützlamelle ist, welche die homogene Gallerte abschließt. In gleicher Weise erscheint auch das Epithel stellenweis gefasert (es entspricht dies ganz den Verhältnissen von Epithel und Lamelle im Ektoderm und Entoderm der Luftflasche der *Apolemia-Pneumatophore*); beide Fasersysteme sind meist sicher, aber schwierig zu unterscheiden; hin und wieder jedoch ist eine Auseinanderhaltung ganz unmöglich. Es scheint alsdann das Epithel völlig verschwunden oder, wie es weit klarer bei *Apolemia* zu konstatieren war, in die Lamelle einbezogen zu sein. Hier nimmt man unmittelbar wahr, wie die Epithelfasern direkt in die der Lamelle übergehen; das Epithel fehlt dann streckenweis

völlig und entwickelt sich allmählich wieder, indem es sich von der Unterlage abhebt. Es läßt sich schon daraus mit großer Wahrscheinlichkeit folgern, daß die Lamellenfasern überhaupt vom Epithel geliefert werden, also als im Protoplasma präformierte aufzufassen sind. Siehe hierzu vor allem bei *Carmarina*.

Velella spirans ESCH.

Figur 2 giebt ein Bild von der Anordnung der Gewebe in der Gegend des Scheibenrandes. Das obere Ektodermepithel ist gelockert (durch die Mazeration); es besteht aus bald flacheren, bald gestreckteren pigmenthaltigen Zellen, welche Fortsätze in die Gallerte senden und mittels dieser in Beziehung zum Entoderm treten. Dieses stellt sich als ein kompliziertes Netzwerk sich verästelnder Röhren dar, welche in den verschiedensten Richtungen in der Gallerte hinziehen und, dem Ektoderm zu, feine Ausläufer aussenden. Eine Stützlamelle ließ sich zwischen Gallerte und oberem Ektoderm nicht konstatieren; sie ist vielleicht zwischen jener und dem unteren Ektoderm vorhanden, da hier die Zellen glatte Muskelfasern besitzen. Ganglienzellen sind in beiden Epithelien in großer Menge anzutreffen; sie geben sehr deutliche Bilder ihrer Struktur. Ich werde diese so genau als möglich schildern und hierbei auch auf die strukturellen Verhältnisse anderer, im ersten Teil dieser Arbeit schon erwähnter nervöser Zellen näher eingehen.

Es fällt sofort auf, daß in den Ganglienzellfortsätzen (Fig. 3, 4 u. 5) nur Fasern sich finden, die im großen ganzen parallel zu den Umrissen jener verlaufen. Von einer maschenartigen Anordnung gewundener Fäden, wie sie im Gerüst indifferenten Zellen nachweisbar ist, zeigt sich nicht das Geringste; nur hie und da (Fig. 4) ist der Verlauf der Linen mehr geschlängelt als im allgemeinen (Fig. 3). Gehen dünnere Ausläufer von den stärkeren ab, so biegt ein Teil der Fibrillen in diese ein, und zwar von beiden Seiten her, oder, besser gesagt: die in dem feineren Fortsatz enthaltenen Fäden strahlen nach rechts und links in den stärkeren aus. Am Centrum der Zelle, in der Gegend des Kerns, kommt es daher zu einem Austausch der Gerüstbalken aller, hier sich vereinigenden, Ausläufer untereinander; der Zellkörper wird also, bei Anwesenheit mehrerer Fortsätze (Fig. 3), in den verschiedensten Richtungen von Fibrillen durchsetzt; von einem Fort-

satz ziehen Linen zu jedem anderen. Bei Anwesenheit von nur 2 Ausläufern jedoch gleicht die Kerngegend jedem anderen Teil eines Fortsatzstranges; die Fäden desselben ziehen in der Richtung, die sie innehatten, am Kern vorüber und vereinigen sich dann wieder, wie erst. In den genannten Figuren habe ich dies nicht dargestellt, sondern die Protoplasmafäsern im Umkreis des Kerns weggelassen, um dessen Struktur zeigen zu können. Diese ist im Gegensatz zu der so abweichenden des Protoplasmas völlig gleich jener, von den indifferenten Zellen geschilderten (wo sie mit der der ganzen Zelle übereinstimmt); das Kerngerüst ist also an den Strukturveränderungen, die zweifellos zur Bildung der beschriebenen Ganglienzellen führen, völlig unbeteiligt. Wenn jene in bestimmtem Verhältnis zur Funktion der nervösen Elemente stehen, so wahrt hingegen die Kernstruktur ihre Ausbildung, die, wie wir fanden, für die Thätigkeit der Chromatinkörper, also für die Ernährung der Zelle, vorteilhaft erschien.

Es zeigt sich aber noch mehr Auffallendes in der Protoplasmastruktur der Ganglienzellen. Außer sehr zarten Fibrillen, die wir als einfache Linen auffassen können, finden sich auch stärkere, wie besonders in Fig. 5. Die Zellen erhalten hierdurch ein Aussehen, welches von dem der nervösen Elemente der Medusen wesentlich abweicht; die kräftigeren Fäden sind meist auf die Mitte der Ausläufer beschränkt, treten aber sowohl in den dicken als selbst in sehr feinen auf. Da sie jedoch z. B. in dem Fortsatz, den Figur 4 darstellt, fast ganz mangeln, so ist zu bedenken, ob ihre Anwesenheit nicht eine anormale, durch Reagentienwirkung bedingte, ist. Ihre Genese dürfen wir uns jedenfalls derart erklären, daß Linen sich zu solch groben Balken vereinigen (wohl verkleben); wie wir sehen werden, kommen solche Verkittungen zu „Polylinen“ vielfach normalerweise im Protoplasma vor; immerhin könnte für diesen speziellen Fall ja auch die Einwirkung der Osmium-Essigsäure verantwortlich gemacht werden. Hierfür spricht auch eine vergleichende Betrachtung der Ausläufer in Fig. 4 und 3. In ersterer füllt die gleichmäßig zarte Gerüstsubstanz (wenigstens in dem dicken Fortsatz) den Ausläufer völlig aus, während in letzterer die Fasern fast ganz auf die mittleren Partien beschränkt erscheinen. Man nimmt deutlich die Grenze des Fortsatzes als zarte Linie, die vielleicht Ausdruck einer Membran ist, wahr; zwischen dieser und der Achse ist stellenweis keine Fibrille zu erkennen. Auch die höchst unregelmäßige Formbegrenzung der Figur 5, in welcher die Fortsätze hie und da sich zerfasern

und scharfe Konturen überhaupt mangeln, kann als Beweis der Anormalität angeführt werden.

Wesentlich abweichend von diesen Elementen sind die Ganglienzellen der *Forskalea* und *Apolemia* struiert. Ich bin im ersten Teil der Arbeit auf eine Strukturschilderung derselben nicht eingegangen, sondern habe sie mir für den zweiten Teil aufgespart, um den Stoff des Ganzen nicht zu sehr zu zerreißen und das Zusammengehörige (die Strukturschilderungen) der vergleichenden Lektüre im Zusammenhang darzubieten. Eine vollständige Verknüpfung der verschiedenen Beobachtungen über dieselben Elemente auch bei den übrigen hier zur Schilderung kommenden Coelenteraten verbot sich aber aus dem Grunde, daß auch noch einige organologische Befunde in diesem zweiten Teil der Arbeit zur Besprechung gelangen.

Die Ganglienzellen im Ektoderm der *Pneumatophore* von *Apolemia* sind außerordentlich regelmäßig geformt (Fig. 6). Die Fortsätze zeigen durchgehend scharfe Umrisse und eine sehr gleichmäßige Anordnung des Gerüstes, die allerdings von der bei *Verella* beschriebenen wesentlich verschieden ist. Man erkennt längsverlaufende, gestreckte Fasern und andere, beliebig gewundene, welche jene durchflechten, so daß sich ein dichtes Maschenwerk ergibt. An den Verzweigungspunkten der Ausläufer, wie auch in der Kerngegend, kommt es (ganz wie bei den Ganglienzellen der *Verella* und anderer Coelenteraten) zur Verteilung der Längslinien auf sämtliche Fortsätze der Zelle. (Auch hier habe ich das Protoplasmagerüst am Kern nicht dargestellt, um die gänzlich abweichende strukturelle Beschaffenheit desselben, die mit der aller *Apolemiakerne* harmoniert, wiedergeben zu können.) Hier ist auch die angegebene Gerüstanordnung am besten wahrzunehmen; an den Ausläufern selbst, vor allem den feineren, jedoch macht sich eine Modifikation bemerkbar, die für die schwächtigen Fortsätze der Ganglienzellen (und auch anderer) ganz allgemein gilt: es tritt eine Vereinigung der Linien untereinander ein, die bis zur Bildung völlig homogener Stränge führt. Die allerzartesten Ausläufer erscheinen deshalb stets ganz strukturlos; aber auch stärkere können eine homogene Beschaffenheit zum Ausdruck bringen, wenn, wie hier bei *Apolemia* (Fig. 6), die Linien sehr dicht zusammengedrängt sind. In diese kompakten Stränge (deren Entstehung aus den Befunden mit größter Sicherheit zu erschließen ist) gehen auch die gewunden verlaufenden Fibrillen, welche die gestreckten durchflechten, mit ein, wie aus der Figur zu ersehen

ist; in Gegensatz zu den bei *Veella* beschriebnen Polylinen, die wir „einfache“ nennen wollen, müssen wir die hier gefundenen als „zusammengesetzte“ bezeichnen. Wir werden solchen noch häufig in den folgenden Schilderungen begegnen.

Die Struktur der Riesenganglienzellen am Stamm der *Forskalea* ist der soeben von den nervösen Gebilden der *Apolemiapneumatophore* geschilderten im wesentlichen gleich. Die *Figg.* 7, 8 und 9 (wie auch die im ersten Teil der Arbeit gegebenen (*Fig.* 49, *Taf.* XI) zeigen ebenfalls parallel ziehende Längsfasern, die unter den verschiedenen Ausläufern ausgetauscht werden, und gewundene, welche jene durchflechten. Je nach der Form der Zellen sind aber die gestreckten Fasern in bestimmter Weise angeordnet. Liegt ein einkerniges Element vor (*Figg.* 8 u. 49 des ersten Teiles, *Taf.* XI), so sehen wir in diesem, den cylindrischen, kegel- oder keulenförmigen Umrissen desselben entsprechend, die Längsfasern parallel den Wandungen, von den Ausläufern her eintretend, nach oben ziehen und von hier aus auf der entgegengesetzten Seite nach abwärts verlaufen, wo sie dann sich wieder auf die Ausläufer verteilen. Die gleiche Gerüststruktur findet sich auch bei den keulenförmigen Ganglienzellen der *Carmarina hastata* (S. 430) vor; sie ist leicht verständlich aus der Lagerung des Kerns zur nervösen Faser. Liegt er in dieser eingebettet, so ist der Fibrillenverlauf in seiner Umgebung derselbe, wie überall (siehe *Fig.* 9); erhebt er sich aber über das Niveau der Faser, so folgen ihm die Linen seiner Umgebung und müssen deshalb auf der einen Seite, je nach dem Austritt aus einem Fortsatz, empor-, auf der anderen herabsteigen. Ob diese Faseranordnung und Zellausbildung Ausdruck einer gesteigerten nervösen Funktion ist, läßt sich natürlich nicht aus den morphologischen Befunden erschließen, indessen deutet die sehr wahrscheinliche Ableitung unipolarer Zellen (siehe *Carmarina*), wie sie in den motorischen Centren sich vorfinden, von solch keulen- (oder kolben-)förmigen Elementen darauf hin. — In den Syncytien ist von einer entsprechenden Struktur nichts wahrzunehmen. Wie *Fig.* 7 und 50 des ersten Teiles, *Taf.* XII, lehren, haben wir in ihnen nur verdickte Teile der Nervenfasern zu erkennen; wie hier, so ziehen auch dort die gestreckten Linen im angenommenen Verlauf durch die Anschwellungen hindurch, und es ergeben sich Abweichungen nur durch den Austausch der Gerüstsubstanz der verschiedenen Ausläufer. Die Kerne sind wiederum in ihrer Struktur völlig verschieden vom Protoplasma

ich habe in den Figuren jedoch die gestreckten Fasern des letzteren in ihrem Verlauf über das Kerngerüst hinweg dargestellt.

In einem Punkte unterscheiden sich die Ganglienzellen am Forskaleastamm von denen der Apolemiapneumatophore (wenigstens den Befunden am konservierten Material nach) wesentlich, und es erklärt sich hieraus auch, warum — vor allem in den dickeren Fortsätzen — es nicht zur Vereinigung der Linen, zur Bildung homogener Stränge (*Polylinum compositum*) kommt. Man bemerkt hie und da an Stellen, wo eine Faser abgerissen wurde oder wo eine Quetschung statthatte, tropfenförmige Gerüstpartien außerhalb der Zell- oder Fasergrenzen (siehe Fig. 9 und Fig. 49 des ersten Teiles, Taf. XI); ja, es lassen sich solche Tropfen auch isoliert nachweisen, und sie fielen mir in dieser Situation überhaupt zuerst auf. An keiner anderen Zelle, trotzdem daß solche, wie die Epithelzellen des Stammes, oft sehr protoplasmareich sind, beobachtete ich Gleiches, und es muß deshalb angenommen werden, daß im Innern der Riesenzellen sich eine homogene Substanz vorfindet, die flüssiger ist, als die gewöhnliche Interfilarmasse. Analog zu den Verhältnissen bei höheren Tieren können wir sie vielleicht als Hyaloplasma bezeichnen. Sie ist es jedenfalls, welche, von der Osmiumsäure beeinflusst, den Riesenzellen einen dunkleren Farbenton verleiht, als er in der Umgebung sonst bemerkbar ist. Durch Druck wird sie ausgequetscht und reißt dabei Gerüst mit sich fort. Der Verlauf der Linen in den Tropfen ist ein stark bogenförmig gekrümmter; die Krümmungen ziehen ungefähr parallel der Tropfengrenzlinie und bilden ein ziemlich lockeres Maschenwerk. Von einer soliden Membran ist nichts wahrzunehmen. Je dünner die Ausläufer der Riesenzellen werden, desto kompakter erscheint auch ihre Beschaffenheit; an den feinen Endigungen zeigt sich kein Unterschied zu denen anderer Ganglienzellen; sie stellen, wie auf der Pneumatophore der Apolemia, homogene Polylinen dar. Ob in ihnen die flüssige Zwischenmasse fehlt, oder nur in anderer Form, vielleicht als soliderer Kitt der Linen auftritt, bleibt eine offene Frage. Betreffs Fig. 8 muß ich noch bemerken, daß der helle ovale Fleck in der Nachbarschaft des Kernes mir in seiner Bedeutung unverständlich geblieben ist. Er unterscheidet sich dadurch von der Umgebung, daß er nicht, wie diese, geschwärzt wurde, auch konnte ich nicht konstatieren, daß die gestreckten Linen ihn durchsetzen.

Litteratur: Die Beschreibungen, die von den Ganglienzellen der Scheibe der Vellella vorliegen (CHUN, 7, berichtet am

ausführlichsten über dieselben, COHN u. BEYER, 4, schildern das Nervensystem von *Porpita*), beziehen sich nur auf Form, Lage und Verbindungsweise der nervösen Elemente. Ich vermag dazu nichts Neues beizufügen; es gelang mir selbst nicht, den Zusammenhang von Ganglienzellen und Epithelzellen, den CHUN konstatierte, zu beobachten, ohne daß ich ihn indes nur im geringsten bestreiten will. Interessant waren mir KOROTNEFF's Angaben (19) bezüglich der Struktur der Nervenzellen an der Blase von *Physophora*; sie lassen sich, wie mir scheint, mit den meinigen ganz gut in Einklang setzen. KOROTNEFF erkennt ein Bündel außerordentlich zarter Fibrillen = Achsencylinder, das von körnigem Protoplasma = Markscheide umgeben ist. Die Scheide ist oft spindelförmig aufgehäuft und fehlt in den Endverzweigungen ganz. Das körnige Protoplasma der Autoren entspricht nun, wie ich in meiner früheren Arbeit nachwies (24), dem von mir geschilderten Maschenwerk indifferenten Zellen (die Kreuzungspunkte der Linen erscheinen als Körner); es ist also der Achsencylinder von gewundenen Fasern umspinnen. KOROTNEFF hat demnach übersehen, daß die gestreckten Längsfasern von den letzteren auch durchflochten werden. Wird der Faden dünner, so verliert sich die Markscheide, d. h. gestreckte, wie gewundene Fasern vereinigen sich zu einem homogenen Strang; ein Verschwinden der Scheide (der durchflechtenden Linen) findet also nicht statt. Daß sie indessen ganz fehlen kann, beweisen die Ganglienzellen der *Veellascheibe* (bei *Carnarina* werden wir Entsprechendes bemerken); die Anwesenheit gewundener Linen, welche die längsverlaufenden durchflechten und umspinnen, ist also kein allgemeingiltiges *Characteristicum* der nervösen Elemente der Coelenteraten.

Die Struktur der Epithelzellen des oberen Ektoderms am Scheibenrand der *Veella* giebt Fig. 10 wieder. Peripher ist das Maschenwerk ein indifferentes (diese Bezeichnung werde ich künftighin für das Gerüst der Kürze wegen anwenden, wenn es dem in indifferenten Zellen beobachteten in der Ausbildung entspricht; dort ist der Verlauf aller Linen ein wechselnder, diese also nicht zum Teil oder insgesamt einer speziell begünstigten Funktion [Kontraktion, Stützleistung] angepaßt); hier befindet sich auch der Kern. Den Fortsätzen zu und in diesen selbst bemerkt man jedoch längsverlaufende, gestreckte Fasern in das indifferente Maschenwerk eingelagert. Je schwächtiger die Fortsätze, desto deutlicher prägt sich diese Gerüstanordnung aus; außerdem zeigen sich auch gröbere Balken, in gleicher Richtung wie die gestreckten

Linien ziehend. Die feinsten Ausläufer erscheinen homogen, gleich denen der oben beschriebenen Ganglienzellen. Auch die basalen Fortsätze der Zellen des unteren Ektoderms sind derart beschaffen; das Gerüst des Zellkörpers entbehrt dagegen hier der gestreckten Linien, was in der Niedrigkeit der Zellen seine Erklärung findet. Die Cuticula ist eine dicke Membran im Sinne der von mir früher (24) geschilderten. Sie stellt kein reines Abscheidungsprodukt der Zelle dar, sondern enthält außer einer homogenen Substanz auch Fibrillen; es handelt sich also zweifellos um eine Verkittung letzterer, welche die Linien in ihren Bewegungsleistungen behindert und durch diese Fixierung eine scharfe, dauernde Abgrenzung der Zelle gegen die Umgebung bewirkt. Die blauen Pigmentklumpen der Fig. 10 enthalten gleichfalls Gerüst und entsprechen demnach in ihrer Ausbildung völlig den Chromatinklumpen, wie ich sie an anderer Stelle schilderte (24). Die Pigmentmasse, die vielleicht wie die sich färbende Substanz der Chromatinkörner an bestimmte Bildner (granula, plastidule) gebunden ist, erfüllt die Maschen des Gerüsts, zu einem einheitlichen Ganzen vereinigt, und fixiert Linien, indem sie dieselben in ihrem Bereiche an der Kontraktion hindert.

Eine Frage von großer Bedeutung für die Auffassung der Zellstrukturen ist die nach der Beschaffenheit und Bildung der derberen Stränge, wie sie in den geschilderten Epithelzellen, aber sonst auch so häufig bemerkbar sind. Ich werde an den gleich zur Beschreibung gelangenden Zellen den, wie ich glaube, zwingenden Beweis führen, daß wir unter den gröberen Balken nichts als Vereinigungen von Linien zu verstehen haben. Hierdurch wird eine neue Stütze für die Ansicht gewonnen, welche alle so mannigfaltigen Strukturen der Zelle auf einige wenige Faktoren zurückführt und welche vor allem in den aktiven und passiven Arbeitsleistungen des Linons die Ursache so verschiedener und komplizierter Verhältnisse erkennt.

An den abgeplatteten (durch die Kontraktion des Stammes) Zellkörpern und dünnen Ausläufern der Epithelzellen des Forskalea- und Apolemiastammes läßt sich die Struktur des Protoplasmas und ganz besonders das Verhältnis der Polylinien zu dem Linar- maschenwerk vortrefflich studieren. Betrachten wir zuerst Figur 44 der Forskalea. Die Zelle ist in der Querrichtung des Stammes stark abgeplattet (sie ist rechtwinklig zu dieser Lage gesehen dargestellt); dies fällt besonders am Kern auf, der nach unten zu

viel lichter, da viel dünner, erscheint und dessen Konturen gegen das Protoplasma nur schwierig zu bestimmen waren. Die Gerüst-anordnung des letzteren ist im verjüngten Zellteil eine ausgesprochen parallelfasrige (auch für die 3 basalen Ausläufer ist dies sofort bemerkbar); die gestreckten Fibrillen sind alle sehr zart, und kompaktere Bildungen zeigen sich erst an den Enden der Fortsätze, wo jedoch die Vereinigung von Linen zu den dickeren, homogenen Enden nicht deutlich hervortritt. Anders aber an den peripheren Ausläufern gleicher Epithelzellen. Hier finden sich unter den längsverlaufenden Linen (man kann sie in den schwäch-tigen Protoplasmamengen mit größter Schärfe konstatieren und verfolgen) auch Polylinen von verschiedener Stärke, welche in den zarten Fortsätzen am dicksten sind und diese schließlich über-haupt nur repräsentieren (Figg. 13 u. 14). Im Gerüst herrscht der Längsverlauf der Fasern vor, doch fehlt es auch nicht an indifferent, d. h. gewunden und nach beliebigen Richtungen ziehen- den Fäden. An der Spaltungsstelle des Zellausläufers, welchen Fig. 14 wiedergibt und der in größerem Maßstab als Fig. 13 gezeichnet ist, läßt sich nun die Bildung eines Polylinons sehr schön beobachten. Durch Zutritt einfacher Linen gewinnt der erst zarte Balken an Dicke und erreicht so den Durchmesser des Ausläufers, welcher in seinem weiteren Verlauf von ihm dargestellt wird. Am (jedenfalls künstlich erzeugten) Ende löst sich der untere Fortsatz in seine Bildner wieder auf (wofür wir sicherlich den Reagentieneinfluß verantwortlich zu machen haben) und man gewinnt eine deutliche Vorstellung, welche eine Menge von Linen in einem Polylinon vereinigt sein können, zu welchem sie mittels irgend einer Bindemasse verklebten. Es unterliegt für mich keinem Zweifel, daß, ebenso wie in Membranen, derartige anscheinend solide Gebilde durch Verkittung und nicht durch Verschmelzung entstehen; dafür spricht erstens das Auftreten von Varikositäten an kompakten Ausläufern, welche aufgelockerte Abschnitte letzterer sind (siehe hierüber S. 431), zweitens der Nachweis deutlicher Struktur in konservierten Ausläufern, die am lebenden Objekt homogen erschienen und häufig auch in homogenen, konservierten Fortsätzen bei Anwendung stärkerer Vergrößerungen (Nachweis zarter Streifungen), und drittens das Vorübergehende der Poli-linbildungen in den wechselnden Ausläufern bewegungsfähiger Gallertzellen (Ctenophoren), welche letztere im Zellkörper die dickeren Balken vermissen lassen, während diese hingegen in den Fortsätzen, die bald ausgesendet, bald eingezogen werden, auftreten.

Wie Fig. 14, so zeigt vor allem auch Fig. 15 sehr gut, daß durch (jedenfalls übermäßigen) Einfluß der Reagentien die sonst homogen erscheinenden Fortsätze (die also sich als Polylinen repräsentieren) in ihre letzten, fädigen Bestandteile aufgelockert werden können, und es läßt sich nirgends besser, als an solch anormalen Verhältnissen, die feinste Struktur der fraglichen Objekte studieren. Die Fibrillen dieses, in Fig. 15 dargestellten, centripetalen Ausläufers geben in ihrem Verlauf ein nur sehr undeutliches Bild der Umrisse des letzteren; um so klarer beweisen sie aber eine Struktur desselben im oben geschilderten Sinne und die aus weniger drastischen Bildern erschlossene Beschaffenheit der Linen selbst. Wir vermögen diese, so überaus zarten, Fäden als ganz gleichartig ausgebildete Fasern in ihrem oft völlig isolierten Verlaufe zwar schwierig, doch mit Sicherheit, auf größere Strecken zu verfolgen (wie wir dies ja auch bei Wimpern, vor allem den Bildnern der Ruderplättchen der Ctenophoren, die als Linen aufzufassen sind, vermögen), und wir konstatieren sehr gut die Vereinigung zweier, dreier oder mehrerer zu dickeren Balken, zu den einfachen Vielfäden. Ganz Entsprechendes lehrt auch Fig. 13; wir dürfen deshalb, wie ich unbedenklich thue, aus der Beobachtung dieser Bilder einen sicheren Schluß auf die Entstehung der so häufig im Protoplasma nachweisbaren gröberen Fadenbildungen ziehen und diesen folgendermaßen formulieren: Die derberen Gerüstpartien des Maschenwerkes im Protoplasma entstehen wie die Membranen durch Verkittung von präformierten Linen; sie sind Abscheidungen der Grundmasse nur in dem Sinne, als der Kitt, welcher die Linen zu ihnen verbindet, jedenfalls aus jener herstammt (wo er vielleicht von ebenfalls präformierten granula abgeschieden wird). Der Kitt selbst kann, wie wir sehen werden, ein außerordentlich verschiedenartiger sein; aber selbst in starren Bildungen, wie in Skeletnadeln (siehe bei *Alcyonium*), sind immer die Linen als formgebende Elemente der vorliegenden Bildungen aufzufassen.

Gleichen Verhältnissen, wie den soeben von *Forskalea* geschilderten, begegnen wir am Stammepithel vom *Apolemia*. Ich werde deshalb die Beschreibung der hier vorliegenden Strukturen auf die einiger neu hinzutretender Momente beschränken. In Fig. 16 ist eine Epithelzelle dargestellt, deren Körper an einer Stelle (rechts unten) ganz außerordentlich abgeplattet ist, in noch stärkerem Maße, als wir dies an Fig. 12 konstatierten. Es fällt sofort auf,

daß hier das Gerüst in ganz geringer Menge vorhanden ist, ja daß es stellenweis gar nicht wahrgenommen werden kann. Derartige flache Partien, die als schwimnhautartige bezeichnet werden, erscheinen dann völlig homogen und licht; trotzdem daß sie des Gerüstes zu entbehren scheinen, schließen sie doch mit scharfer Begrenzung ab. Wenn es also dieselbe Substanz ist, welche sie und die Zwischenmasse im Protoplasmamaschenwerk bildet, so muß jene, die in letzterem ja flüssig ist, eine solidere Beschaffenheit angenommen haben. Sie erscheint dem Kitt der Membranen ähnlich, der ja das Erkennen der Linen in diesen sehr erschwert und meist unmöglich macht; auch in ihr ist es nicht leicht, die wenigen vorhandenen Fäden nachzuweisen. Deren Maschen erscheinen um so weiter, je dünner und homogener die Häute aus gebildet sind; ob aber eine thatsächliche Erweiterung jener in den meisten Fällen vorliegt, bleibt fraglich, da es in dicken Protoplasmaschichten durch die Durchkreuzung und Überlagerung der Maschen durch andere sehr erschwert wird, den durchschnittlichen Durchmesser dieser genau zu bestimmen. (Wie ich in meiner Arbeit: „Untersuchungen über die Zelle“ nachwies, stimmt er ungefähr überein mit dem von BÜTSCHLI (3) für die Protoplasmawaben angegebenen, woraus ich auf die Identität der Wabenwandungen dieses Forschers mit den von mir beobachteten Linen schloß.) Sehr schöne Schwimnhautbildungen kommen späterhin noch zur Beschreibung; siehe S. 432. — Schon im ersten Teil dieser Arbeit hatte ich die Anwesenheit von Muskelbildungen innerhalb des Protoplasmas eines großen Teiles der hier zu schildernden Epithelzellen hervorgehoben und die deutliche Faserstruktur jener betont. Fig. 18 stellt die bereits angegebenen Verhältnisse in größerem Maßstabe dar und zeigt zugleich die Tingierung des kontraktiven Stranges durch Pikrokarmine. Als wesentlich muß vor allem die völlige Isolierung der Fäden im Strang von indifferenten Linen erscheinen, und sie muß zugleich die Frage erwecken, ob die kontraktionsfähigen Fäden als mit gestreckten Linen identisch überhaupt zu denken sind. Allein die Übereinstimmung in der Dicke kann diese Behauptung nicht erweisen; Fig. 17 indessen vermag die gegenteiligen Bedenken zu zerstreuen. Man bemerkt hier, wie ein von unten kommender Muskelstrang sich auflöst, wie dessen Fäden in das Protoplasma ausstrahlen (völlig gleich den Polstrahlen einer karyokinetischen Figur) und bald von Linen gar nicht mehr zu unterscheiden sind. Es ist dies ein jedenfalls anormaler Fall, denn gemeinlich enden

die Stränge an einer Zellgrenze scharf abgeschlossen, wie sie in ihrem Verlaufe waren, aber gerade derartige abweichende Vorkommnisse sind in der Beurteilung von Strukturfragen (wie ja auch in so vielen anderen, man denke an die Arbeiten der Gebr. HERTWIG an Seeigelleiern unter Anwendung von Giften) von größtem Werte. Folgt aber aus der gemachten Beobachtung die Identität von Linen und kontraktilem Strangfasern (die von vornherein äußerst wahrscheinlich gedacht werden mußte, da ja die Linen auch kontraktile sind), so haben wir auch die Stränge vom indifferenten Protoplasma abzuleiten. Das Wie ist allerdings nicht anzugeben; vielleicht sind aber die unter der Zellperipherie verlaufenden gestreckten Linen, welche nicht durch Tingierung des Zellabschnittes, den sie erfüllen, von der Umgebung sich abheben, als einer Vorstufe eines Muskelfibrillenbündels angehörig aufzufassen. Die Streckung der Linen wird auf die Ausläuferbildung zurückzuführen sein; um aber die Isolierung der gestreckten Fäden von indifferenten zu erklären, ist man gezwungen, einen Zerfall dieser anzunehmen, und ein solcher wird schwerlich direkt beobachtet werden können.

Bemerkenswertes Licht auf die Ableitung der Muskelfasern vom Maschenwerke des Protoplasmagerüsts wirft auch Fig. 19, die für den Stamm der Forskalea gilt. Während die Muskelbänder fast durchgehends nur lateral, an den Schmalseiten, zu Protoplasma in Beziehung stehen (Fig. 20), ist das Band in Fig. 19 durchsetzt von solchem und hierdurch in eine Menge Abschnitte zerlegt, welche zum Teil direkt mit Protoplasma zusammenhängen. Am normal ausgebildeten Band ist dies selbst an den Enden (Fig. 20) nicht mit Sicherheit nachweisbar, obgleich hie und da angedeutet; in diesem so zerrissenen (aber weder durch mechanische Eingriffe, noch durch Reagentienwirkung) Bande sieht man jedoch einzelne Teile desselben divergierend in das Maschenwerk des, dem Ganzen zu Grunde liegenden, Protoplasmas ausstrahlen und sich verlieren. Daß all diese Teile auch tatsächlich als Abschnitte eines sonst einheitlichen Bandes aufzufassen sind und nicht etwa Bildungen für sich repräsentieren, deren muskulöse Natur fraglich wäre, das beweist ihr Tinktionsvermögen, also die Anwesenheit einer für die beschriebenen Muskelbildungen charakteristischen, da stets zu beobachtenden, Zwischenmasse. Wir lernen hieraus sofort noch weiterhin, daß die ganz allgemein konstaterbare Färbbarkeit dickerer Muskelbildungen nicht durch die zartesten Fibrillarbestandteile dieser gegeben ist (denn bei

der Ausstrahlung derselben ins Protoplasma erscheinen die Fibrillen genau so farblos wie die Linen), sondern daß hierfür allein die Kittmasse letzterer verantwortlich zu machen ist, daß also der chemische Charakter des Muskels in der Beschaffenheit des Kittes begründet ist.

Die Beobachtung von Muskelsträngen im Innern des Protoplasmas von Epithelzellen, unter der Peripherie und parallel zur Längsachse dahinziehend, steht in starkem Gegensatz zu dem Gesetz der Zellpolarität, das RABL (22) aufstellt. Es giebt in der Zelle keine prinzipiellen Gegensätze von oben und unten; die „Tendenz“, Muskeln immer am unteren Ende auszubilden, ist einfach die Folge der Einflüsse der Umgebung, der Lagerungsweise. Das Maschenwerk wird in jedem Protoplasmaabschnitt von gleichartigen Linen gebildet, und diese besitzen hier wie dort die gleiche Fähigkeit, sich in bestimmter Weise Anforderungen anzupassen. Die Ableitung aller Gewebelemente von indifferenten Zellen (Furchungsprodukten) hätte die Ungiltigkeit obigen Gesetzes schon zeigen sollen; mit Sicherheit ergibt sich diese aber aus dem Nachweis der Fadenstruktur in der Zelle, die ja auch den allgemeiner angenommenen Gegensatz von Protoplasma und Kern zurückweist und zur Erklärung der Teilungsvorgänge nicht rätselhafter, plötzlich auftretender oder dauernd existierender Bildungen (Kraftcentra!) benötigt, sondern allein die gegebenen Fähigkeiten des Gerüstes (Linen) dabei berücksichtigt.

Das Entoderm (Fig. 2) des Scheibenrandes der *Veella* stellt, wie oben angegeben, ein sehr kompliziertes Röhrensystem vor, welches die mächtige Gallerte durchsetzt und mit den beiden Epithelien in direkte Verbindung tritt (in Ermangelung von Stützlammellen). Median zwischen diesen haben die Röhren, die sich beliebig teilen und mit anderen zusammentreten, den größten Durchmesser; nach oben und unten zu laufen sie in außerordentlich feine Bildungen aus, die nicht mehr als Röhren, sondern als Fortsätze zu bezeichnen sind und an die Fortsätze der ektodermalen Epithelzellen herantreten. Die Röhren zeigen außen eine glatte, fast homogene Beschaffenheit und lassen keine Andeutung von Zellgrenzen erkennen; das Protoplasma mit den Kernen ragt in das Innere hinein und verdickt sich oft zu wulstartigen Vorsprüngen. Die glatte Wandung ist demnach als eine Art Cuticula aufzufassen; in den feineren Ausläufern, wo man die Kerne vermißt, scheint sie vom Protoplasma ganz isoliert vorzuliegen (vielleicht entsprechend dem Sarkolemm der mesenchymatösen Muskeln

der Ctenophoren [siehe dort]). Eine Struktur läßt sich in ihr nicht konstatieren; die Linien, die in ihr entlang ziehen, sind Ausdruck von Faltungen. — Interessant am Entoderm ist weiterhin die Anhäufung von gelben, kugelrunden Zellen an den Röhren zu kompakten, kugligen Massen. Jedenfalls gehören diese glänzenden, homogenen Gebilde der Veleva nicht eigentümlich an, sondern sind Algen, die hier schmarotzen oder mit der Veleva in Symbiose leben. Ein Kern ist in ihnen leicht erkennbar; in der Form stimmen sie ganz überein mit den Algen, welche von den Gebrüdern HERTWIG (16) für Actinien und Radiolarien, von diesen (15) und HAMANN (13) für die Mundarme der Pelagia beschrieben wurden.

Spezifische Gallertzellen (mesodermale Elemente) fand ich nicht, ebensowenig elastische Fasern in der homogenen Gallerte. Demnach wird der Zusammenhalt des Ganzen jedenfalls nur durch die Entodermröhren, die sich mit dem Ektoderm verbinden, bewirkt. Im Scheibenkamm ist eine Stützlamellenbildung zu bemerken. Es befindet sich hier zwischen den ektodermalen Epithelien nichts als eine solide, dicke Platte, die Faserzüge mit überraschender Deutlichkeit in sich wahrnehmen läßt.

CHUN (7) giebt von den ektodermalen Zellen an, daß sie basal in besenreiserartig auseinanderlaufende Ausläufer sich fortsetzen; er erwähnt jedoch den Zusammenhang dieser Fortsätze mit dem Ektoderm nicht. In der Gallerte fand er keine isolierten zelligen Elemente, BEDOT (2) beschreibt jedoch außer den gelben, runden Zellen, die er aber nicht als Algen deutet, noch mesodermale, anastomosierende, verästelte Zellen, die vielleicht auf die Ganglienzellen unter dem Epithel zu beziehen sind. Er selbst erklärt sie, den Ausläufern zufolge, für nervöser Natur.

B. Craspedote Medusen.

Carmarina hastata E. HAECK.

Die Untersuchung beschränkte sich hier fast ganz auf die Region der Nervenringe. Es galt vor allem, die Struktur der, in ihrer Natur als Ganglienzellen nicht anzuzweifelnden, Elemente des subepithelialen Ringes festzustellen, da hierdurch Stützen für die Deutung entsprechend struierter Gebilde anderer Species gewonnen werden konnten; von Wichtigkeit erschien es mir aber

auch, die Beobachtung der Gebrüder HERTWIG (15) über den Zusammenhang des unteren und oberen Nervenringes einer Nachuntersuchung zu unterziehen, da von vornherein gegen eine derartige Verbindung durch eine dicke Stützlamelle hindurch Bedenken erhoben werden mußten. Ich glaube mit Sicherheit darthun zu können, daß ein solcher Zusammenhang nicht existiert, daß eine Durchsetzung der Lamelle von Nervenfasern oder anderen überhaupt nicht konstatiert werden kann. Es gelang mir auch, für die Bilder, welche die HERTWIG's vom mazerierten Objekte zeichneten, den Grund des Irrtums aufzudecken; für die Darstellung eines Schnittes durch beide Nervenringe, wo außerordentlich scharf der Durchtritt eines Faserbündels durch die Lamelle wiedergegeben ist, war mir jedoch eine derartige Erklärung nicht möglich; ich kann nur behaupten, daß ein Durchtritt von Fibrillen nicht statt hat. Um zu einem sicheren Entscheid zu gelangen, habe ich mich genau derselben vorzüglichen Methode, welche die Gebrüder HERTWIG anwendeten, bedient. Es werden die Epithelien und Nervenringe vorsichtig von der Lamelle mit Nadel und Pinsel abgelöst, so daß diese in der Gegend zwischen Umbrella und Velum, wo auf der unteren Seite die Muskelfasern mangeln, völlig von allen bedeckenden Elementen isoliert ist. Die Gebrüder HERTWIG bemerkten nun eine Reihe kleiner Fibrillenbündel auf der Stützlamelle, welche durch feinste Öffnungen diese durchsetzen. Der Zusammenhang der Bündel mit den Nervenfasern ließ sich nicht beobachten, da sie stets in geringer Entfernung von der Durchtrittsstelle abgerissen waren. An feinen Querschnitten jedoch sahen beide Forscher „von dem einen zum anderen Nervenring ein kleines Fibrillenbündel durch die Scheibenwand hindurchtreten“.

Meine Befunde sind folgende. Figg. 21—23 zeigen die Lamelle unterhalb des Nesselwulstes in isoliertem Zustande von oben (21), unten (22) und seitwärts (23) gesehen. Links beginnt die Subumbrellarmuskulatur, rechts würde sich das Velum anschließen. Die Lamelle ist völlig homogen, glashell und von bedeutender Stärke; die Durchsetzung derselben von Fasern müßte also schon bei der Flächenbetrachtung durch Heben und Senken des Tubus nachweisbar sein. Nirgends aber finden sich solche Fasern, wohl aber treten sowohl von oben wie von unten Fäden und Bündel solcher an die Lamelle heran. Die Bedeutung derselben ist leicht ersichtlich. Fig. 24 stellt das Epithel oberhalb des unteren Nervenringes im Zusammenhang abgelöst vor, und es zeigen sich hier basale Fortsätze an denjenigen Ektodermzellen, welche direkt

vom Ringe untersetzt, also von der Lamelle abgehoben werden und die sich genau in der Gegend der in Fig. 22 wiedergegebenen Fasern, die auf der Lamelle sich erheben, vorfinden. Letztere sind also Stützfasern, durch welche die Epithelzellen die Beziehungen zur Lamelle wahren; wie alle derartige, enden sie an letzterer, was eine seitliche Betrachtung schmalere, abgespaltener Lamellenstücke mit Sicherheit wahrnehmen läßt. — Die Betrachtung von oben zeigt andere Verhältnisse. Von einem Eintritt dünner Zellausläufer, wie er soeben geschildert wurde, in die Lamelle ist hier nichts wahrzunehmen; an der gleichen Stelle (neben der Umbrella) ist diese völlig glatt und von sich anheftenden Fasern frei; dagegen finden sich, der Velarseite genähert, dicke Aufsätze auf der Lamelle, die am freien Ende dichotomieren oder, wie Fig. 25 lehrt, in dünnere Fasern sich zerteilen. Sie ragen in den hohen Wulst der Nesselzelljugendstadien hinein, welcher den oberen Nervenring überdeckt, und stellen die Verbindung der Epithelfortsätze mit der Lamelle dar. Sie sind also völlige Analoga der auf der unteren Seite dieser bemerkten Stützfasern; ihre so bedeutende Mächtigkeit erklärt sich leicht aus der außerordentlich weiten Abtrennung der Epithelzellen des Nesselwulstes von der Lamelle, welche durch die massenhafte Anhäufung von jungen Nesselzellen und die dicke Lage von Ganglienzellen (oberen Nervenring) bewirkt wurde. Nur durch die Aufsätze und ihre Verlängerungen, die Epithelzellausläufer, wird der Zusammenhalt dieser Zellenmassen gewahrt, und wie nötig ein solcher ist, zeigt Fig. 26, welche wiedergibt, wie an die Stützfortsätze sich kleine indifferente Elemente, jedenfalls die Ausgangszellen für die Nesselzellentwicklung, anheften. — Es treten also sowohl von oben wie von unten Fasern einzeln oder vereinigt an die Lamelle; sie durchsetzen diese aber nirgends, sondern heften sich daran bloß an (in welcher Weise, wird gleich geschildert werden); andere Faserelemente jedoch, die zur Lamelle in Beziehung ständen, sind sicher nicht vorhanden. Eine Verbindung des oberen mit dem unteren Nervenringe findet nicht statt.

Die Gebrüder HERTWIG (15) haben die Elemente des Nesselwulstes so ausführlich geschildert, daß ich nur wenig zuzufügen habe. Betreffs der Deutung der sogenannten Knorpelzellen verweise ich auf den ersten Teil der Arbeit (bei Forskalea); hier wie dort handelt es sich nicht um sekundär veränderte Nesselzellen oder spezifisch angepaßte Jugendformen, sondern um Entwicklungsformen normaler Art, wie auch hier die Behandlung mit 50-prozentiger Essigsäure

ergiebt. Ich habe dem Entwicklungsgange nicht näher nachgeforscht, da die gewonnenen Bilder völlig jenen im I. Teil beschriebenen entsprachen; zum Beweis dieser Beobachtung gebe ich nur die 3 Figuren 27—29, von denen Fig. 27 die symmetrische Anordnung der Linen, welche der Schlauchbildung vorausgeht, und Figg. 28 und 29 den Schlauch selbst außerhalb der Kapsel darstellen. — Von den Epithelzellen geben die HERTWIG's an, daß sie basal sich mehrfach gabeln und wohl an die Stützlamelle treten. Sie konnten eine Vereinigung beider nicht direkt konstataren. Fig. 26 zeigt die längsfasrige, derbe Struktur der Fortsätze, die sie als zur Stützleistung geeignet auffassen läßt. Es wird hier der Ort sein, auf diese Bildungen näher einzugehen, da sich ein ganz ausgezeichnetes Beispiel darbietet. Zuerst aber bedarf der Begriff der Stützleistung einer Untersuchung. Die Stützleistung ist eine doppelte: sie besteht erstens in einer passiven Verknüpfung der isolierten Bestandteile der Gewebe, zweitens in der aktiven Wahrung der Form durch das Elasticitätsvermögen. Zur Bewirkung des Zusammenhaltes bedarf es, wie leicht vorstellbar, keiner spezifischen Umbildung der betreffenden Elemente, dazu genügen Ausläufer gewöhnlicher Art, welche indessen durch den Einfluß der sie umgebenden, sich an sie anheftenden Elemente sekundär verändert werden können. Derartige Einflüsse äußert die Umgebung durch Ortsveränderung und reiche Anhäufung anderer Elemente im Umkreis der Stützbildungen. So werden die Epithelzellen des Nesselwulstes immer weiter von der Lamelle durch die anschwellende Menge der Nessel- und Nervenzellen abgehoben und dabei die anfangs plumperen Ausläufer länger ausgezogen. Es ist klar, daß diese Streckung sich auch auf den Teil der Linen übertragen muß, welche gerade in der Streckrichtung verlaufen, daher sehen wir in den Stützausläufern stets ein faserige Struktur angedeutet. Das charakteristische aber der nicht ausgesprochen elastischen Stützelemente, die unregelmäßige Verklebung von Linen zu Polylinen, findet seine Erklärung nur durch die Druckwirkung der umgebenden Zellen; da wir nun wissen, daß deren Lage und Menge vielfachem Wechsel unterworfen ist, so müssen wir folgern, daß die Linarverklebungen in den Stützgebilden nur vorübergehende sind; wir dürfen also sagen: Die Stützgebilde erster Art kennzeichnen sich nur negativ durch den Mangel regelmäßiger, dauernd ausgeprägter Strukturen; auch kann von einer Konstanz der Form nicht die Rede sein.

Ganz anders als die erwähnten Stützgebilde verhalten sich aber diejenigen, welche zugleich Elasticitätsvermögen äußern. Hierzu gehören vor allem die Stützlamellen, über deren Bau die vorliegenden Verhältnisse der *Carmarina* sehr guten Aufschluß geben. Betrachten wir einen kegelförmigen Aufsatz (Fig. 25) näher, so bemerken wir ihn aus dicht zusammengedrängten, gestreckten und ungefähr parallel (nach unten zu ein wenig konvergierend) verlaufenden Fasern aufgebaut. Dieselben Fasern gehen am freien Ende des Aufsatzes in lockere Faserbündel über, welche wir nach der obigen Erörterung als Zellfortsätze oder als Reste derselben, wie sie die Zerstörung des geweblichen Zusammenhangs durch mechanische Einflüsse hinterließ, zu betrachten haben. Die Fibrillen der Aufsätze sind also als Linen zu denken, die sich in besonderer Weise angeordnet haben. Am unteren Ende hören sie nun nicht auf, sondern gehen in die Lamelle ein, in der sie allerdings nur auf kurze Entfernung noch deutlich zu verfolgen sind, denn die Lamelle ist hier von so homogener Beschaffenheit, daß kaum eine zarte Streifung in ihr zu erkennen ist. Indessen ist schwerlich anzunehmen, daß die aus den Aufsätzen eintretenden Fasern in der Nähe des Eintrittes enden sollten. In allen bis jetzt untersuchten Lamellen gelang es, oft mit überraschender Deutlichkeit (Pneumatophore der *Apolemia*, Kamm der *Velella*-scheibe) Fasersysteme zu konstatieren; wir werden deshalb wohl nicht fehlgehen, wenn wir sie ganz allgemein voraussetzen. Und für diese Voraussetzung liefert uns der Befund an den Aufsätzen der *Carmarina* sogleich die Lösung der Frage nach der Abstammung der Fasern in der Lamelle. Meiner Ansicht nach ergibt sich unzweifelhaft, daß jene vom Protoplasma der Zellen sich herleiten, daß sie Linen sind. Daraus läßt sich aber mit großer Wahrscheinlichkeit folgern, daß die Anheftung der Epithelzellen überhaupt an die Lamelle durch Übertritt von Linen aus dem Protoplasma in diese bewirkt wird. Es ergibt sich hieraus sofort die Bedeutung der zackenförmigen Fortsätze an der Basis mancher den Epithelzellen angehörigen Muskelfasern, wie ich sie mehrfach in meiner Arbeit über *Hydra* (23) nachwies.

Die Fasern sind aber nicht die einzigen Bestandteile der Lamelle. Dies geht aus Fig. 25 mit größter Sicherheit hervor. Die geringere Deutlichkeit der Linen im Aufsatz als in den Zellfortsätzen und im Protoplasma ist bedingt durch die Anwesenheit einer homogenen Bindemasse, deren Lichtbrechungsvermögen dem der Linen fast ganz oder ganz (z. B. in der Lamelle) gleichkommt.

Wir konstatieren also in den Lamellen: Züge parallel und gestreckt verlaufender Linen und eine Verbindungsmasse. In der Lamelle der Luftflasche von *Apolemia* bemerkten wir zwei Richtungen, welche die Fasern innehielten; am Stamm der *Apolemia* lassen sich längs-, quer- und radialziehende (in den Septen) Fibrillenzüge nachweisen; hier bei *Carmarina* und sonst meist verlaufen die Linen in einer Richtung, bei *Forskalea* in der Lamelle der Nährpolypen fanden sich aber vereinzelte spiralige Fasern von stärkerem Durchmesser vor. Gemeinschaftlich ist allen elastischen Stützgebilden eine Tinktionsfähigkeit in lichtem Rosa, die bald fast ganz zurücktritt, bald außerordentlich intensiv ist (elastisches Band der Nesselknöpfe); es färbten sich dagegen die Muskeln gelblich-rot. Die Kittsubstanz jener ist also von der letzterer verschieden; da die Linen dieselben sind, so müssen wir also in der Bindemasse den Faktor erkennen, welcher das Elastizitätsvermögen ersterer bedingt. Eine chemische Analyse, die in den Lamellen eine ganz andere Beschaffenheit als in den Muskeln nachweist, besagt also nicht im geringsten, daß in den elastischen Gebilden Linarbestandteile nicht vorhanden sein können — zugegeben deren Anwesenheit in den kontraktiven Substanzen —, sie lehrt uns einfach nur, daß andere Kittmassen als in den Muskeln abgeschieden wurden, und daß jene hauptsächlich es sind, welche den Gewebelementen ihren spezifischen Charakter verleihen (die Anordnung der Fasern spielt selbstverständlich dabei auch eine große Rolle). Bis jetzt ließen sich dreierlei solch verschiedenartige Binde-substanzen nachweisen: die bei Einwirkung von Osmium leicht sich schwärende der Ganglienzellen; die durch Pikrokarmine sich gelbrötlich färbende der Muskeln und die durch Pikrokarmine licht oder intensiver rosa sich tingierende der elastischen Stützgebilde. Woher diese Substanzen stammen, soll am Schluß dieser Arbeit einer Erwägung unterzogen werden.

In der Mitteilung meiner Befunde über die Ganglienzellen der Nervenringe beschränke ich mich nur auf Schilderung der Struktur derselben, da alles übrige auf sie Bezügliche von den Gebr. HERTWIG (15) so vortrefflich dargethan wurde und meine Untersuchungen dem nichts Neues beifügen. In den Figg. 31—39 ist eine Übersicht über die mannigfaltigen Strukturbilder, welche man wahrnimmt, gegeben. Ich war überrascht, daß selbst an ein und demselben Tier die Ausbildung der Ganglienzellen so verschiedenartig sein könne; indessen scheint es, als wenn die Variationen voneinander ableitbar wären. Während in Fig. 31 und 34 eine Gerüstanordnung,

wie sie auch in den Ausläufern der Epithelzellen (am Stamm der Forskalea und Apolemia) sich zeigt, zur Beobachtung gelangt, indem gestreckte Längsfasern von indifferenten durchflochten werden, ist in Figg. 36 und 38 eine Streckung der Fasern ganz allgemein wahrnehmbar. Sämtliche Fasern ziehen hier ungefähr parallel zu einander und zu den Wandungen des Ausläufers, nur durch geringe Biegungen kommen Verschlingungen des Gerüsts zustande. Beide Ausbildungsweisen stehen sich aber nicht schroff gegenüber, sondern scheinen durch Zwischenglieder vermittelt. So ist in Figg. 33 und 32 zu konstatieren, daß hier eine scharfe Unterscheidung von indifferenten und gestreckten (d. h. ungefähr eine Richtung einhaltenden) Linen kaum möglich ist; man hat nur den Eindruck, als wenn einzelne Fäden fast gestreckt, andere etwas gekrümmt, dritte stärker gewunden verlaufen. So kommt wohl eine Verflechtung der Gerüstbalken zustande, das Ganze hat aber nicht den Charakter eines Maschenwerkes, wie dies in Fig. 34 trotz der Streckung eines Teils der Linen der Fall ist. In Fig. 35 ist die Durchflechtung noch geringer; in Fig. 38 laufen die Fäden fast völlig parallel. Interessant ist, daß ein gleichartiger Verlauf der Linen um so ausgeprägter ist, je mehr der multipolare Charakter der Zelle zurücktritt. In Figur 31 haben wir jedenfalls das ursprünglichste Schema der nervösen Elemente zu erkennen, denn wir finden derartige Zellen z. B. bei Hydra und in den Epithelien der Hydroiden, wo es zu keiner Konzentration der Ganglienzellen kam. Ein gutes Beispiel hierfür liefern die Ganglienzellen in den Nährpolypen der Apolemia, deren eine in Fig. 40 wiedergegeben ist. Auch bei diesen sehen wir gestreckte Fasern von indifferenten durchflochten; in den feinsten Abschnitten der Ausläufer kommt es dann zur Vereinigung aller Fäden zu zusammengesetzten Polylinen. Zeigt jedoch eine Ganglienzelle, wie in Figg. 35 und 36, nur einen vom Zellkörper abgehenden Fortsatz, so sind sämtliche Fasern mehr weniger gestreckt. (Wie schon oft bemerkt, ist selbstverständlich vom Gerüst des Kerns abzusehen; dieses beteiligt sich an den Anpassungen des Protoplasmamaschenwerkes nicht.) Indessen werden wir dieser für *Carmarina* giltigen Beobachtung nicht allgemeine Bedeutung zuschreiben dürfen, denn wir sahen z. B. bei *Veleva* in den multipolaren Ganglienzellen einen ziemlich gestreckten Faserverlauf; völlig parallel ziehend werden wir die Linen in den mesodermalen Ganglienzellen der Ctenophoren beobachten; andererseits war die Gerüstanordnung in denjenigen Riesenzellen vom Stamm der Forskalea, die nur einseitig Fortsätze

abgeben und insofern wenigstens Fig. 30 ähneln, genau dieselbe wie in den übrigen, mit Fortsätzen an den verschiedensten Stellen des Körpers versehenen Zellen.

Je mehr sich die Ausläufer auf eine Seite der Ganglienzelle beschränken (Figg. 34—36), desto mehr prägt sich eine Anordnung der Längsfasern aus, wie wir sie schon in den soeben erwähnten Riesenzellen (nicht in den Syncytien) des Forskaleastammes beobachten konnten. Die in den Zellkörper eintretenden Fäden ziehen an der einen Seite desselben empor, biegen um und ziehen auf der anderen abwärts, wo sie dann in den zweiten Ausläufer eintreten (Fig. 34) oder in den einzigen vorhandenen zurückkehren (Figg. 35 u. 36). Diese Ausbildungsweise erinnert schon an jene der Ganglienzellen höherer Tiere, und sie ist wohl zweifellos als Ausdruck höherer Leistungsfähigkeit der betreffenden Zellen zu deuten. Derartige Gebilde werden nicht als einfache Leitbahnen der Reize aufzufassen sein.

Wie auch die Gebr. HERTWIG beobachteten, findet sich noch eine andere Art nervöser Elemente in der Nähe des Ringkanals im unteren Nervenringe vor. Man bemerkt hier zu einheitlichem Strang verbundene, ganz zarte Fibrillen mit eingelagerten Kernen. Ich habe in Fig. 37 ein Stück dieses Stranges dargestellt; die Fibrillen darin verlaufen längs und sind gestreckt; nur hie und da zeigen sich schleifenartige Ausbiegungen aus dem gestreckten Verlauf, die aber für sämtliche Fibrillen der Seite, auf welcher die Verknotung bemerkbar ist, gelten und denen wohl kaum eine besondere Bedeutung zuzusprechen ist. Ob wir es nun hier mit einer Vereinigung vieler Ganglienzellen, deren Ausläufer so außerordentlich zarte sind (isoliert kommen derartige Zellen in Menge vor), zu diesen Strängen oder mit Syncytialbildungen zu thun haben, ist eine schwer lösbare Frage. Fast möchte ich das letztere für wahrscheinlicher erachten, denn eine Beziehung der Kerne zu bloß je einer Faser des Stranges ist nicht zu beobachten; die Kerne liegen vielmehr gleichmäßig von sämtlichen Fibrillen umspinnen im Innern.

Die Struktur der Sinneszellen (Fig. 39) entspricht ganz der der Ganglienzellen, wie sie in Fig. 34 wiedergegeben ist. Der Unterschied gestreckter und indifferenten Fasern ist ziemlich deutlich (wenigstens in dem vorliegenden Element) ausgeprägt; besonders auffallend ist die völlige Streckung der Längsfasern in dem peripheren Fortsatz der Zelle, welcher das Sinneshaar trägt. Genau das Gleiche gilt auch für die in

Fig. 41 dargestellte Sinneszelle der Apolemianährpolypen (Mundgegend), wo der Übergang dieser Fäden in die Wimpern, die in großer Anzahl aufsitzen, mit Sicherheit zu erkennen ist. Welche Menge von Linen in den Ausläufern enthalten ist, erhellt aus der gleichen Figur, an der wir den einen basalen Fortsatz in seine Linarbestandteile aufgelöst finden. Sehr klar bemerkt man dies aber auch an den eigentümlichen Anschwellungen, die so häufig an den Ausläufern der Ganglienzellen konstatiert werden und als charakteristisch für die nervösen Elemente gelten. In Figg. 32 und 38 sind solche Bildungen, die als Varikositäten bezeichnet werden, gezeichnet; der homogene (Fig. 32) oder von eng nebeneinander ziehenden Linen angefüllte (Fig. 38) Ausläufer erweitert sich plötzlich, um dann die erstere Beschaffenheit wieder anzunehmen. Es wird dies durch zeitweilige Auflösung des Zusammenhaltes der in ihn eingegangenen Linen bewirkt; diese verbreiten sich auf einen größeren Raum, wobei sie, wie in Fig. 38, sich stark krümmen, und vereinigen sich dann wieder in der alten Weise. Was die Ursache dieser Varikositätenbildungen ist, konnte ich nicht feststellen; vielleicht haben wir als solche einfach den Einfluß der Reagentien anzusehen (lokale Verquellung), wie ja auch die Gebrüder HERTWIG (15) annehmen.

Die quergestreifte Muskulatur des Velums und der Subumbrella giebt Fig. 42 wieder. Die sonst blattartig nebeneinander stehenden Bänder sind hier ganz oder etwas umgebogen, so daß wir einzelne auch völlig von der Breitseite sehen. Wie bei *Forskalea* (Muskeln der Subumbrella der Schwimglocken, Fig. 1) ziehen die Querlinien mit größter Regelmäßigkeit über alle Bänder hin; nur an dem übermäßig kontrahierten Bande werden sie im mittleren Abschnitt desselben undeutlich. Nehmen wir an, daß es nur die substanzärmeren Teile der Bänder (die dunkel angegebenen) sind, die sich kontrahieren, so erkennen wir die Ursache dafür leicht darin, daß die Unterschiede in der Substanzmenge durch die starke Kontraktion ausgeglichen werden. Deutlich bemerkt man die perlschnurartige Beschaffenheit an dem Ausläufer des Bandes rechts unten. Ein struktureller Unterschied der hellen und dunklen Partien ist nicht nachweisbar (wie bei *Forskalea*); auch das Tinktionsvermögen ist das gleiche.

Ein Plattenepithel muß von vornherein als besonders geeignet zur Gerüstuntersuchung erscheinen, da man es ja hier nur mit einer ganz zarten Lage von Protoplasma, die oft mit einem sehr feinen Schnitt an Dünne wetteifert, zu thun hat.

Carmarina bietet im Epithel der Umbrella vorzügliche Gelegenheit zu solchen Studien; die Zellen erreichen hier in Teilen ihres Bezirks ein derartig geringes Maß von Dicke, daß selbst Zellmembranen derber erscheinen. Fig. 43 stellt einen Fetzen dieses Epithels dar. Das Zellterritorium ist, da Grenzen mangeln, nur ungefähr nach der Lage der Kerne zu beurteilen. In deren Nähe schwillt das Protoplasma am stärksten an (obgleich es auch hier ein sehr niedriges ist und der Kern deshalb flachgedrückt erscheint); von diesem aus, anderen Anschwellungen zu, verdünnt es sich, wie es scheint (siehe die Figur) aber nicht gleichartig nach allen Seiten hin, sondern in zwei entgegengesetzten Richtungen, in denen sich eine Parallelfaserung bemerkbar macht, in geringerem Maße, als in den übrigen. Das Maschenwerk ist in den relativ dicken Partien der Zelle außerordentlich klar wahrzunehmen; man erkennt daß die Windungen, in welchen die einzelnen Linen verlaufen, nicht so bedeutende sind, wie es z. B. bei Betrachtung eines Schnittes (siehe meine Arbeit, 24) der Fall zu sein scheint; immerhin ist für ein Plattenepithel ein verhältnismäßig gestreckter Verlauf der Linen leichter einzusehen, als in protoplasmareichen Zellen, da der Verlauf der Fäden fast ganz auf eine Fläche beschränkt ist. Die Parallelfaserung, welche auf der fast völligen Streckung einzelner in einer bestimmten Richtung ziehender Linen beruht, macht sich am ganzen Epithel der Umbrella bemerkbar; ausgeprägt ist sie natürlich nur in den dickeren Partien der Zellen, denn in den übrigen ist das Gerüst überhaupt kaum, stellenweise gar nicht wahrnehmbar. Die wenigen hier ziehenden Linen bilden relativ weite Maschen; es ist jedoch immerhin möglich, daß man einzelne gar nicht wahrnimmt und daher der Maschendurchmesser bedeutender erscheint. Die Zwischenmasse trägt durch ihre hier homogene Beschaffenheit dazu bei, die Fäden undeutlich zu machen — das Gleiche wurde S. 420 geschildert —; ob nun eine Verdichtung der Grundmasse (was zum mindesten ein sehr unklarer Begriff ist) oder die Verdrängung derselben durch einen in ihr abgeschiedenen homogenen Kitt eingetreten ist, läßt sich durch morphologische Untersuchungen nicht feststellen. Ich bin der Ansicht, daß letzteres statthat, da ich unter Grundmasse überhaupt nur flüssige Ausscheidungsprodukte geformter Zellbestandteile (Granulae) verstehe (siehe hierüber in den Schlußbemerkungen).

Wie bekannt, spannen sich zwischen den Stützlammellen der Umbrella und Subumbrella durch die Schirmgallerte Fasern (Fig. 44) aus, die als elastische bezeichnet werden. Sie sind völlig

gestreckt, wenn die Gallerte nicht geschrumpft ist; sie äußern also Elasticität, indem sie einem Drucke Widerstand leisten und aus einem durch Druck herbeigeführten Zustand, wie Fig. 44 ihn darstellt, in den völliger Streckung zurückzukehren sich bemühen. Eine Struktur ist in ihnen absolut nicht wahrnehmbar; sie sind von durchaus homogener Beschaffenheit. Es möchte daher ganz willkürlich erscheinen, auch für sie eine Linarstruktur zu behaupten; da aber in anderen elastischen Gebilden eine Faserstruktur wirklich sich nachweisen läßt, wie sogleich dargethan werden soll: so rechne ich auch erwähnte elastische Fasern zu den aus gestreckten Linen und einer spezifischen Kittmasse bestehenden Gewebeelementen, deren Fasern präformierte sind und vom Protoplasma abstammen. Außer in der Funktion zeigen die Gallertfäden auch Übereinstimmung in der Färbbarkeit mit den bekannten elastischen Gebilden; sie färben sich ebenso intensiv rosa, wie die Fasern des elastischen Bandes der Nesselknöpfe, und von diesen ist der Nachweis des Aufbaus aus zarten Fibrillen leicht zu führen. Denn zwar erscheinen sie auch bei *Forskalea contorta* (und ebenso der unbestimmten Agalmide) zumeist von völlig gleichartiger Beschaffenheit, aber, wie wir es schon bei den Muskeln konstatierten, es sind die abweichenden Bildungen, gewissermaßen die Monstrositäten, welche über die Strukturen den klarsten Aufschluß geben. Im ersten Teil der Arbeit habe ich eine elastische Faser beschrieben (Fig. 26), welche sich zu einem sehr dünnen Bändchen abflachte. In diesem ließ sich eine zarte Längsstreifung nachweisen; außerdem spalteten sich von ihm dünne Fibrillen ab, die jener Streifung entsprachen. Vereinigen wir mit diesem Befunde noch den sich aus Fig. 45 ergebenden, wo die lokale Spaltung einer elastischen Faser in mehrere Längsfäden von verschiedener, aber sich gleichbleibender Dicke dargestellt ist, so ergibt sich mit größter Wahrscheinlichkeit der Aufbau der betreffenden Fasern und gestreckten Längsfibrillen, deren Kittsubstanz zumeist eine so innige Vereinigung der Fäden bewirkt, daß das Ganze ein homogenes Aussehen erhält. Fragen wir nun: woher stammen die Fibrillen, welche in diesen elastischen Elementen sich vorfinden? so giebt uns hierüber der Zusammenhang der letzteren mit der Stützlamelle der Senkfäden Auskunft. Ich glaube, dem oben geführten Nachweise entsprechend, auch hier behaupten zu dürfen, daß die Lamellenfäden mit Linen identisch sind; es

bilden also Linen durch Verkittung mittels einer spezifischen Bindemasse die elastischen Fasern. Daß zwischen dem Kitt dieser und der Lamellen ebenfalls kein prinzipieller Unterschied vorliegt, geht wiederum aus den Befunden an den Senkfäden hervor, denn es hat zwischen der intensiven Rosafärbung des Angelbandes und der weit lichterem der mäßig stark entwickelten Lamelle am Beginn der Senkfäden ein allmähliches Übergehen statt. Wahrscheinlich ist Ursache hierfür nur eine reichere Anhäufung des Kittes in den sich am Senkfaden ausbildenden elastischen Fasern. Daß es nur die Beschaffenheit jenes sein kann, welche, gesetzt die Richtigkeit des Identitätsnachweises von Linen mit den Fibrillen der elastischen Elemente, diese überhaupt zu elastischen Gebilden stempelt, bedarf kaum einer Erwähnung; denn da die Linen kontraktionsfähige Elemente sind, so kann ihnen die Fähigkeit der Elasticität nur in sehr geringem Maße innewohnen.

Die Tentakeln der *Carmarina* bilden ein ausgezeichnetes Untersuchungsobjekt. In der leicht isolierbaren Stützlamelle ist eine zarte Faserstruktur von Quer- und Längsfalten wohl zu unterscheiden. Mit der Lamelle stehen die schlauchförmigen Ausläufer der Nesselzellen (Fig. 46), die auch HAMANN (12) beschreibt, in Zusammenhang, wobei sie sich meist basal in kurze Fasern auflösen. Wie die Membranen in der Umgebung der Kapseln, in welche sie übergehen, sind sie von homogener Beschaffenheit; ob deshalb und der Verbindung mit der Lamelle wegen den Fortsätzen die muskulöse Natur abzustreiten ist, wie HAMANN dies will, erscheint mir fraglich; einfache Stützfortsätze sind meist nicht so regelmäßig ausgebildet. Fig. 47 lehrt die außerordentliche Dehnbarkeit der Wandungen des Nesselschlauches. Sie stellt einen solchen zum Teil ausgestülpt dar; er ist erfüllt von Sekret, von dem in die Kapsel zurückführenden, noch nicht erweiterten, und außerdem noch von anderen, durch Zufall mitgerissenen, Abschnitten des Schlauches.

Ausgezeichnete Strukturbilder ergeben die Epithel- oder Deckzellen der Tentakeln (Fig. 48). Gemäß ihrer bedeutenden Längserstreckung zeigen sie eine ausgesprochene Längsfaserung. Die Längsfasern verkleben vielfach zu verschiedenen kräftigen Polylinen; während peripher unter der Cuticula das Protoplasma am reichlichsten und sehr gleichmäßig struiert ist, finden sich basal im verdünnten Zellkörper schroffe Kontraste zwischen derberen und sehr zarten Partien. Die ersteren werden von Polylinen dargestellt, in letzteren ist stellenweise das Gerüst, wie ja auch in anderen

schwimmhautartigen Bildungen, kaum wahrzunehmen. Ganz Entsprechendes lehrt auch die Betrachtung der Struktur der im I. Teil schon erwähnten Epithelmuskelzellen vom Mundrand der Apolemia-nährpolypen (Fig. 40); auch hier ist eine Längsfaserung gemäß der Verlängerung des Zellkörpers in einer Achse deutlich ausgeprägt, und es kommt auch hier (jedenfalls durch den Druck der angelagerten Drüsenzellen) zu Verdünnungen des Protoplasmas, denen stärkere Entwicklung durch Polylinenausbildung in anderen Bezirken (siehe die mittlere Partie der Epithelzelle im Gegensatz zu den zwei seitlichen) das Gleichgewicht hält. In ersteren ist auch hier das Gerüst nur schwer nachweisbar, da die Zwischensubstanz an Homogenität gewonnen hat; in letzteren sind die Balken dann um so reicher angehäuft und untereinander verklebt.

C. Hydroidpolypen.

Pennaria cavolini.

Das Ektoderm des Mauerblattes zeigt Epithelmuskelzellen von geringer Höhe und vakuolär angeordnetem Protoplasma (Fig. 49). Das Gerüst ist nur in der Kerngegend reichlicher angehäuft; es durchsetzt von hier aus den Raum der Zelle in verdichteten Strängen oder membranartigen Bildungen, die besonders als Grenzmembranen der Zelle von oft beträchtlicher Dicke sind. Daß dabei Verklebungen des in der Kerngegend indifferent ausgebildeten Liniar-maschenwerkes die Hauptrolle spielen, ist leicht ersichtlich; immer sind die soliden Bildungen (Polylinen und Membranen) aber von lockerem Maschenwerk begleitet. Man muß sich indessen hüten, die zarten Maschen, welche über den Vakuolen eingezeichnet sind, auf solche Schicht indifferenten Gerüstes zu beziehen; sie geben vielmehr Ausdruck der hier besonders mächtig ausgebildeten Cuticula. Dies ist mit Sicherheit durch Hebung und Senkung des Tubus nachweisbar; die Cuticula grenzt unmittelbar an die darunter befindlichen Vakuolen. Bei oberflächlicher Betrachtung imponieren die hellen Maschenräume in der Cuticula als Körnchen, und hieraus erklären sich auch die vorliegenden Ansichten über eine Struktur in jener. *Pennaria* ist jedenfalls ein zur Beurteilung der Cuticula sehr geeignetes Objekt. — Die Muskeln sind glänzende, homogene

Fasern, wie allgemein bei den Hydroiden; auf ihnen sich ausbreitend zeigen sich hie und da Ganglienzellen (siehe die Figur), deren Protoplasma längsverlaufende und indifferente Fäden, wie in Fig. 31, enthält. Die feinen Fortsätze sind homogen, wie ja ganz allgemein.

Im Entoderm bemerkt man sehr verschiedenartige Epithelzellen. Am Mundrand finden sich die in Figg. 50 u. 51 dargestellten Elemente; tiefer am Mauerblatt werden sie von den in Figg. 52, 53 und 54 gezeichneten vertreten. Betrachten wir die erstern, so haben wir Fig. 50 als Deckzelle zu deuten, die jedenfalls zu den vorhandenen Muskelfasern in Beziehung steht (außer diesen Gebilden finden sich am Mundrand nur noch Drüsen- und Sinneszellen als epitheliale Elemente). Sie zeigt ein dichtes Gerüst, in dem eine Längsfaserstruktur nur schwach angedeutet ist; peripher trägt sie eine derbe Geißel, welche wohl ein Verklebungsprodukt mehrerer Wimpern ist. Die Muskelzellen des Mauerblattes haben im Gegensatz zur Schwächigkeit jener einen plumpen Zellkörper (die verschiedenen Dickenverhältnisse sind doch wohl nur als Ausdrücke verschiedener Ernährungszustände aufzufassen), dessen gleichfalls dichtes Gerüst von Nahrungsbällen erfüllt ist. Die Muskelfasern sind schwächer als im Ektoderm. Wie bei den Deck- oder Muskelzellen haben wir auch zwei Variationen der Sekretzellen zu unterscheiden, die vielleicht gleichfalls nur 2 Zustände einer einzigen Zellart repräsentieren. Fig. 53 entspricht dem Typus einer Körnchen-, Fig. 51 einer Becherzelle. In jener ist das Gerüst ein ausgesprochen längsfaseriges, vor allem oberhalb des Kernes, wo große Mengen von Sekretkörnern angehäuft sind, welche sich gelbbraunlich färben. In Gerüstanordnung und Tinktion stimmen diese Zellen völlig mit den von Forskalea (Polypentoderm) und Apolemia (Polypemundrand) geschilderten Drüsenzellen überein. Von letzteren giebt Fig. 55 eine Darstellung; das Gerüst ist ausgesprochen längsfaserig; am oberen Zellende verschlingen sich die Fasern untereinander. Körner fehlen in manchen Zellen ganz; die Färbung der Zwischensubstanz deutet aber auf das Vorhandensein von Sekret hin. In den genau entsprechend gelagerten und geformten Zellen der Taster der Apolemia konnten jedoch Körner in Menge beobachtet werden; weiterhin giebt KOROTNEFF von den Drüsenzellen am Velellascheibenrande, die ich gleichfalls leer an Körnern konstatierte, an, daß sie von solchen ganz erfüllt seien — daraus scheint hervorzugehen, daß der Gehalt an Sekret in Ballenform keinen Unterschied der Zellart,

sondern nur des jeweiligen Zustandes der sekretorischen Thätigkeit und vielleicht der Einwirkung der Reagentien bedeutet. — In der zweiten, bei *Pennaria* beobachteten Sekretzellart sind Körner ebenfalls nicht vorhanden; die starke Anschwellung des oberen Zellteiles, die durch große Anhäufung einer homogenen Substanz bedingt ist, läßt aber eine Deutung des Elementes in anderem, als oben angegebenem Sinne nicht zu. Das Gerüst ist außerordentlich weitmaschig (Fig. 51), nur hie und da nimmt man die Kreuzungsstellen der Linen als intensiver glänzende Knoten wahr. Dem Kern genähert, tritt eine Verdichtung des Gerüsts ein, und unterhalb des Kerns ist die Struktur die gleiche, wie in den am gleichen Ort auftretenden Deckzellen. — Schon in meiner Arbeit über *Hydra* (23) habe ich versucht, auch diese Art der drüsigen Gebilde mit den Körnerzellen in Einklang zu bringen. Es zeigte sich, daß bei Anwendung verschiedener Reagentien dieselben Zellen (an der Fußscheibe) entweder im letzteren oder im ersteren Modus vorlagen; die in den Körnerzellen isolierten Ballen waren demnach in den Becherzellen zu einer homogenen Sekretmasse, welche das, sonst längsfaserige, Gerüst auseinandertrieb, verschmolzen. Diese Beziehungen beweisen, daß ein prinzipieller Gegensatz beider Zellarten nicht existiert; nichts liegt nun näher, als die erwähnte Umbildung auch am lebenden Tier sich vollziehend anzunehmen. So können ganz die gleichen Sekretzellen, z. B. der *Pennaria*, ihrer verschiedenen Lagerung wegen in verschiedenen Zuständen erscheinen; es wäre auch denkbar, daß sogar nebeneinander liegende Drüsenelemente als Becher- und als Körnerzellen auftreten, da die Zustände sich möglicherweise auch in derselben Gegend nicht zu entsprechen brauchen. Damit soll nicht im geringsten behauptet sein, daß beide Modi nun immer vereinigt vorkommen müssen; die Abscheidung des Sekretes, dies einzig stichhaltige Characteristicum der Drüsenelemente, kann ja auf die mannigfaltigste Weise vor sich gehen; Anordnung des Gerüsts und Form des Sekretes hängen von nebensächlichen Erscheinungen ab, welche in den verschiedenen Zellen sehr verschieden sein können.

Die in Fig. 52 dargestellten Sinneszellen erinnern außerordentlich an die gleichen und gleichgelagerten Elemente der *Hydra* (23). Ihre Struktur ist dieselbe, wie in den Sinneszellen der *Apolemia*-nährpolypen (I. Teil). Ob die spitzzulaufende Form (b) auf ein Element, das sich zur Ganglienzelle umbildet (wie sie bei *Hydra* vorkommen) zu beziehen sei, konnte ich mit Sicherheit nicht ent-

scheiden; ich habe auch keine Ganglienzellen im Entoderm angetroffen.

Von den Tentakeln interessierten mich am meisten die Zellen des Entoderms, die sogenannten „Knorpelzellen“ (Fig. 56), welche wie Geldrollen hintereinander liegen. Ihre Wandungen sind sehr solid, ihr Protoplasma ist auf die mittlere Zellpartie, wo der Kern liegt, beschränkt. Es zeigt ganz dieselben strukturellen Umbildungen, wie in den ektodermalen Epithelmuskelzellen des Mauerblattes; durch Polylinen- und Membranbildung ergibt sich die so feste Beschaffenheit des Ganzen. Dabei ordnen sich vielfach die Linen in Zügen an, die, von den Wandungen einzeln kommend, ventral sich durchkreuzen und den Kern umspinnen. In den Wandungen hat die Verdichtung des Gerüsts das höchste Maß erreicht; die außerordentlich derbe Struktur ist Ursache dafür, daß die Tentakeln nicht kontrahiert werden können.

Die Nesselzellen des Ektoderms der mit Nesselköpfen versehenen Tentakel haben Stilbildungen, welche auch HAMANN (12) schildert. Die Zellen mit den kleinen Kapseln (Fig. 57) lassen einen feinen, gleichmäßig dicken Fortsatz erkennen, der ganz mit den Fortsätzen der Nesselzellen am Apolemiataster übereinstimmt. Er wird, wie auch die Membran im Umkreis der Kapsel, von Protoplasma umspinnen; mit der Membran steht er in direkter, solider Verbindung. Anders jedoch bei den Zellen mit größeren Kapseln (Fig. 58); auch hier existieren Stil und die Membran im Umkreis der Kapsel; beider Zusammenhang ist aber ein lockerer, das Gerüst letzterer geht nach unten zu in eine parallelfaserige Verdickung des Protoplasmas (die auch von anderen, indifferenten Linen durchflochten wird) über, welche als Stil imponiert. Der Struktur wegen ist er deshalb sicher nicht als Muskelbildung aufzufassen, vielmehr kann es sich nur um einen Stützfortsatz handeln. Die homogene Beschaffenheit des Fortsatzes ersterer Zellen läßt eine Deutung als Muskelgebilde ganz gut zu, wenn sie dieselbe auch nicht nötig macht; HAMANN (12) kann demgemäß im Recht sein, wenn er diesen beiden Nesselzellarten die muskulöse Natur auf Grund ihres Zusammenhangs mit der Lamelle abspricht; die Allgemeingiltigkeit dieser Ansicht widerlegen jedoch vor allem CHUN's (6) Befunde an Physalia.

D. Acraspede Medusen.*Pilema pulmo* HAECK.

Die Epithel- und Sinneszellen der Sinnesgrube sind in ihren Strukturverhältnissen in Figg. 59 und 60a und b dargestellt. Im Vergleich zu den Elementen der Hydroiden kann man hier von einer gewissen Gerüstarmut sprechen, die noch ausgesprochener bei den Anthozoen sich bemerkbar macht. Die Elemente, vor allem die Sinneszellen (Figg. 60a u. b), sind von äußerster Feinheit; während aber im gleichen Fall bei den Hydroiden das Gerüst zu Polylinenbildungen verdichtet war (siehe Figg. 52 u. a.), ist es hier ganz im Gegenteil ein durchaus lockeres; es enthält also die Zelle überhaupt weniger Linen als bei jenen Species; zu Polylinenbildungen kommt es nur in den feinsten Fortsätzen; dementsprechend ist eine parallelfaserige Struktur auch viel weniger deutlich ausgeprägt. Je dicker die Zelle (Fig. 59), also je mehr Linen vorhanden, desto wahrscheinlicher sind einzelne gestreckte wahrzunehmen; vor allem unterscheiden sich die als Wimpern aus dem Protoplasma austretenden Linen schon in diesem als Längsfasern von den indifferenten. — Ich gehe hier nicht auf diese interessanten Verhältnisse näher ein, da das von den Anthozoen gelieferte reichlichere Material bessere Unterlagen bietet.

Pelagia noctiluca PÉR. u. LES.

An den Muskeln der *Subumbrella* ist das charakteristische der Querstreifung am besten zu erkennen. Die rundlichen Fasern erscheinen häufig in den Endabschnitten völlig glatt (Fig. 61), genau wie glatte Muskeln; der Übergang in die ausgesprochen quergestreiften Partien erfolgt durch leise Anschwellung in bestimmten Abständen, die immer beträchtlicher wird, bis der perlschnurartige Charakter der Fasern deutlich ausgeprägt ist. Die substanzärmeren Stellen, welche an Dicke dem glatten Endabschnitt entsprechen, erscheinen dunkel; die dickeren licht, oder umgekehrt, je nach der Tubuseinstellung. Eine Strukturverschiedenheit ist nicht zu beobachten. Meiner Meinung nach geht aus diesem ganzen Befunde unzweifelhaft hervor, daß zwischen glatter und quergestreifter Muskulatur der Coelenteraten nur der Unterschied

vorliegt, daß in letzteren die Substanz in gewissen Abständen verdickt ist. Die Ursache dafür haben wir vielleicht in der dauernden Kontraktion kurzer Abschnitte der Fasern und Bänder zu erkennen. Ist der ganze Muskel stark kontrahiert, so verschwinden die Dickenunterschiede (Fig. 122); die erst nicht verkürzten Teile haben sich dann in gleicher Weise verdickt, wie jene. Wiederum können aber auch die verdickten Partien den dünnen ähnlich oder gleich werden, indem in ihnen eine Verteilung der Knotensubstanz auf einen größeren Raum eintritt; also wenn sie sich strecken. — Fragen wir nun nach dem Zweck dieser merkwürdigen Einrichtung, so dürfen wir in folgendem Momente einige Aufklärung darüber erwarten. Die quergestreifte Muskulatur findet sich an jenen Organen, die das Vermögen der rhythmischen Kontraktion besitzen (Schwimglocken der Siphonophoren, Subumbrella der Medusen); durch die Zerlegung der Muskelfasern in eine Menge ganz kurzer Stücke, die sich nacheinander kontrahieren, ist, wie es scheint, die Möglichkeit einer raschen Streckung der Faser nach der Verkürzung gegeben. Betrachten wir z. B. den Siphonophorenstamm, so müssen wir in der That zugestehen, daß an diesem, trotz des so kolossal entwickelten Antagonisten der Längsmuskeln, der Stützlammelle, eine so rasche Streckung, wie sie in den Schwimglocken statt hat, nicht denkbar ist. Die Zerlegung der hier befindlichen Muskelzellen in zahllose winzige Abschnitte wird zweifellos, bei Unterstützung durch die Gallerte, die Ausdehnung der ganzen Bänder begünstigen.

E. Octactinia.

Alcyonium acaule MARION.

Es fällt schwer, bei Anwendung des Osmium-Essigsäuregemisches eine Alcyoniumkolonie gut zu konservieren; Tentakeln und Mundscheibe werden dabei fast ganz eingezogen. Die Zellen fallen außerordentlich leicht auseinander; sie sind zwar gut erhalten, ihre Orientierung ist aber schwierig. Man bemerkt sofort, daß fast sämtliche Zellen sehr zarte, lang ausgezogene oder stark abgeplattete Elemente sind; die Struktur ist zumeist in noch ausgesprochenerem Maße, als bei *Pilema*, eine lockere. Betrachten wir zunächst das Ektoderm. Am Mauerblatt besteht es aus einem Plattenepithel, das zeitweise ein drüsiges Aussehen annimmt und von Nesselzellgruppen unterbrochen wird. Fig. 62 stellt eine

Epithelzelle dar und läßt die schon mehrfach angegebene Struktur abgeplatteter Zellen gut erkennen. An den dünnsten Stellen wird das Aussehen ein homogenes; Gerüst ist hier fast gar nicht wahrnehmbar. Auffallend ist die Anwesenheit von runden, verschieden großen Körnern im Protoplasma, die indessen viel reicher an Zahl in den subepithelialen und Gallertelementen sich vorfinden, wo sie relativ bedeutende Größe annehmen können. Soviel ich konstatieren konnte, sind sie nach Art der Vakuolen als Kugeln zu deuten, deren Wandungen vom Gerüst geliefert werden. Hierin stimmen sie völlig überein mit den im Entoderm der Forskaleapolyphen etc., vor allem aber schön im Entoderm der Apolemiapneumatophore beobachteten Körnern. Von letzteren giebt Fig. 63 ein genaues Strukturbild; es läßt sich mit Sicherheit das Herantreten der indifferenten Linen an die Kugeln feststellen. Ob letztere Inhalt besitzen oder in der That Vakuolen vorstellen, konnte ich ebenso wenig, wie ihre Bedeutung überhaupt, bestimmen. — Die subepithelialen Elemente des Mauerblattektoderms von *Alcyonium* sind zweifellos in die Tiefe gesunkene Epithelzellen selbst, da sie an Form ihnen durchaus ähneln. Je mehr sie in die Gallerte eindringen, desto variabler wird aber ihr Aussehen (man vergleiche die Bilder 64 – 65). Zu Strukturstudien sind sie vorzüglich geeignet, da sie weder zu plump, noch zu zart sind; nur die Anwesenheit der Körner ist etwas störend. Das Maschenwerk ist ein sehr lockeres (Fig. 64 vor allem); sehr auffallend aber ist das Fehlen fast jeder Parallelfaserung in den Ausläufern (Figg. 65 u. 66). Selbst in den schwächigsten gewahrt man meist nur Fäden, die von einer Wandung zur andern ziehen; eine Verklebung von Längsfasern zu Polylinen ist nirgends zu konstatieren. — In der Gallerte kommt es nicht selten zu klumpenförmiger Vereinigung mehrerer Zellen, wobei die Zellgrenzen mehr oder weniger deutlich erhalten bleiben (Fig. 67). Die Substanz der einzelnen Zellen ist in diesen verschieden verteilt; an der einen Stelle häuft sich das Protoplasma sehr an, an einer anderen bildet es nur dünne Häute, in denen oft eine Erkennung der Struktur unmöglich ist. Aus solchen Zellklumpen scheinen zum Teil die Spiculae hervorzugehen, denn wir erkennen in deren Jugendstadien manchmal mehrere Kerne. Immerhin kann dies nicht die Regel sein, wie ja auch die Größe der Spiculae eine sehr verschiedene ist; zumeist werden sie sich wohl aus einzelnen indifferenten Zellen, welche stark an Umfang zunehmen, entwickeln. Die Jugendstadien sind leicht kenntlich durch eine gewisse Regelmäßigkeit der Form (Figg. 68 u. 69) und

Struktur, sowie durch lichte Farbe, die durch die Ablagerung einer bräunlichen, soliden Substanz bedingt ist. Man erkennt die Umrisse des späteren Spiculums schon in Fig. 68 angedeutet; es macht sich hier auch die Streckung eines Teils des Gerüsts geltend. Parallel verlaufende Linien ziehen den Wandungen entlang oder durchsetzen den Zellkörper in querer und in der Längsrichtung. In Fig. 69 ist dies sehr scharf ausgeprägt; der weitaus größte Teil der Fasern, vielleicht sämtliche, sind gestreckt und verlaufen in der geschilderten Weise, wohl auch in schräger Richtung von einem Buckel zum anderen. Die Zelle oder das Syncytium hat auf diesem Stadium einen bräunlichen Ton angenommen; schreitet die Ablagerung der Kalksalze weiter vorwärts, so wird das Gerüst undeutlich, und in dem fertigen Spiculum (Fig. 70) sieht man nur eine homogene, stark glänzende Masse. — Diese Befunde über die Entstehung so solider, aus Kalksalzen aufgebauter, Gebilde sind von großer Bedeutung, denn sie beweisen (und lassen uns für andere ähnliche Elemente vermuten), daß auch derartigen homogenen Elementen eine Linarstruktur zu Grunde liegt, ebenso wie den Muskel- und elastischen Fasern, der Stützlamelle, den Chromatin- und Sekretklumpen. In der Grundmasse (von dort gelagerten Granula jedenfalls) erfolgt die Abscheidung der spezifischen Kittmasse zwischen die in besonders charakteristischer oder auch indifferenten Lage angeordneten Fasern. Durch die Fasern wird die Form, durch die homogenen Abscheidungsprodukte der chemische Charakter dieser Bildungen bewirkt.

Die in Fig. 71 dargestellte Zelle stammt aus dem Ektoderm der Mundscheibe, wo sie mit der ungeheuren Masse der anderen auf Grund der zu ausgiebigen Mazeration ein unentwirrbares Chaos darstellte. Die Form und Struktur erinnert völlig an jene der gleichen Zellen der Actinien, und ich komme deshalb auf sie erst bei diesen zu sprechen. Sinnes- und Ganglienzellen vermochte ich in der Menge der langausgezogenen Elemente nicht zu unterscheiden.

Das Entoderm besteht am Mauerblatt aus Epithelmuskelzellen, die gleichfalls sehr abgeplattet sind (Fig. 72). Schwimmhautartige Teile des Protoplasmas begleiten die Muskelfasern oft eine Strecke weit und geben dem Ganzen ein eigentümliches Gepräge. Aus dem Gerüst erhebt sich eine starke, sehr lange Geißel; entgegengesetzt derselben zieht der kontraktile Faden, der einen ziemlich bedeutenden Durchmesser und rundliche Form hat. In Figg. 73 und 74 sehen wir zwei anormale Muskelfasern dargestellt,

die über die Strukturverhältnisse der kontraktilen Gebilde klaren Aufschluß bieten. Die wellenförmige Begrenzung des längsfaserigen Muskels auf der rechten Seite in Fig. 74 und die Vorsprünge in Fig. 75 erklären sich aus unregelmäßiger Kontraktion. Während sich ein kleiner Teil der Fibrillen in ersterer Figur (auf der linken Seite) kontrahiert hat und aus diesem Grund die Grenzlinie dieser Seite gerade verläuft, blieben die anderen Fibrillen unverkürzt (oder verkürzten sich geringer) und mußten deshalb lokal aus dem gestreckten Verlauf des Muskels ausbiegen. In Fig. 74 sind die Verschiedenheiten in der Kontraktion weit bedeutender; es hat sich hier der mittlere Teil der Fibrillen stark verkürzt, an der Peripherie jedoch ist aus unbekanntem Gründen die Kontraktion lokal nicht eingetreten oder viel unvollkommener, deshalb treten wellen-, ja selbst zapfen- und dornenförmige Erhebungen über das Niveau jener Fibrillen hervor. Dabei findet entweder ein allmählicher Übergang von den verkürzten zu den weniger oder nicht verkürzten Fäden statt (siehe unteren Abschnitt der Figur), oder Bündel der letzteren erheben sich bogenförmig, isoliert über die Oberfläche. An noch anderen Stellen scheint überhaupt eine Zerreißung von Fibrillen eingetreten zu sein, wenigstens kann man an manchen der spitzesten Dornen nicht das Eintreten und Wiedezurückkehren der Fibrillen beobachten. — Allein durch die Annahme einer Faserstruktur in den Muskeln läßt sich eine derartige anormale Ausbildung erklären. Erachte ich den Muskel als völlig homogenes Gebilde, so ist es unbegreiflich, wie Teile desselben sich weniger kontrahieren sollten, als andere, da sie ja in unmittelbarstem Zusammenhang stehen. Daß indessen diese Fibrillen, die notwendigerweise vorhanden sein müssen, mit Linen identisch sind, folgt aus diesen Befunden nicht; darüber gaben uns Figuren wie 17 und 19 jedoch sicheren Aufschluß, und so dürfen wir den gleichen Ursprung auch wohl für die hier beschriebenen Fibrillen in den Muskeln behaupten. In Fig. 75 ist ein Teil eines gleichfalls anormal beschaffenen Stamm-muskelbandes von der im I. Teil der Arbeit angeführten, unbestimmten Agalmide wiedergegeben. Auch hier sehen wir deutlich die mittleren Fibrillen, die im Band gut zu erkennen sind, gestreckt, nach außen zu eine Anzahl aber gekrümmt verlaufen. Es ergeben sich so zackenförmige Vorsprünge am Umriß des Bandes, die aus Verschiedenheit der Kontraktion der Muskelfibrillen leicht sich erklären.

Im Entoderm finden sich auch in die Tiefe gesunkene Zellen, die denen des Ektoderms entsprechen (siehe Fig. 64). Ob sie gleichfalls in die Gallerte wandern und sich zu Spicula umbilden, konnte ich nicht feststellen.

Litteratur. Histologische Angaben über *Alcyonium* mangeln fast ganz; ich konnte wenigstens trotz eifrigen Nachsuchens nur bei DANIELSSEN (10) eine Vermutung über die Abstammung der Spicula finden, auf Grund der Lagebeziehung; auch dieser Forscher leitet sie von Ektodermzellen her. Die Bestimmung der Species erfolgte nach v. KOCH's (18) ausführlicher Habitusbeschreibung.

F. Hexactinia.

Adamsia Rondeletii ANDR.

Auch bei dieser Anthozoe gelang es mir nicht, trotz genauer Einhaltung der von den Gebr. HERTWIG (16) angegebenen Regeln, eine gute Konservierung der Mundscheibe zu erzielen. Indessen war es mir auch nicht möglich, sehr viel Zeit auf die Versuche zu verwenden; die geplante Untersuchung der Nervenschicht mußte deshalb unterbleiben, mir um so unerwünschter, als die HERTWIG's große Ganglienzellen aus ihr beschreiben. Die von mir gezeichneten Ganglienzellen stammen von den Tentakeln. — Die außerordentlich langen und dünnen Zellen des Ektoderms entsprechen dem in Fig. 71 von *Alcyonium* dargestellten Elemente des gleichen Ortes. Der längliche Kern zeigt das Chromatin zu meist auf eine Randschicht beschränkt; Klumpen im Innern oder isolierte Körner sind vor allem in den, wie geschrumpft erscheinenden, Kernen der Sekretzellen (Figg. 80 u. 81) kaum zu erkennen. Das Protoplasma ist in den Deckzellen fast überall stark modifiziert. Oft trifft man nur peripher, basal und in der Kerngegend maschiges Gerüst (Fig. 76); wenn es, wie in Fig. 77, fast in der ganzen Zelle sich vorfindet, ist es ein durchaus lockeres und entbehrt der Parallelstruktur und der Polylinienbildungen. Allein in der Sinneszelle (Fig. 78) scheint die Vereinigung des Gerüstes, das peripher noch zur Not erkannt werden kann, zu einem einzigen Polylinon, in dem nur durch den Kern eine Anschwellung eintritt, sich vollzogen zu haben; wir sehen einen homogenen Faden, der sich am oberen Ende in einige Maschen auflöst und sich basal in gleich homogene, dünnere Fortsätze, die ganz außerordentliche Feinheit (wie bei *Carmarina* im Nervenring) gewinnen können,

zerteilt. Wo in den Deckzellen (Fig. 76) das Maschenwerk nicht zu konstatieren ist, erblicken wir das Protoplasma zu flächenartigen Bildungen zusammengeschrumpft, die in der Längsrichtung Falten aufweisen. Basal und peripher zeigt sich durch allmähliches Deutlichwerden von Linen, daß jedenfalls auch die abgeplatteten Stellen Gerüst enthalten, wahrscheinlich in der gleichen Weise, wie die schwimmbhautartigen Partien, die wir schon an so vielen anderen Zellen fanden. An Drüsenzellen finden sich, wie ja bekannt, sowohl Körnerzellen, als solche mit weitmaschigem Gerüst, deren Inhalt sich nicht färbt, vor. In den ersteren ist eine Parallelfaserung (Fig. 79) sehr deutlich ausgesprochen, in letzteren (Fig. 80) dieselbe lockere Gerüstanordnung, wie sie z. B. von *Pennaria* (S. 436, Fig. 51) beschrieben wurde. Nur der Unterschied liegt hier vor, daß unterhalb der becherförmigen Erweiterung die indifferente Gerüststruktur trotz der starken Verdünnung des Zellkörpers in der Längsachse eine Längsfaserung nicht im geringsten angedeutet zeigt, wie dies bei *Pennaria* zu beobachten war. — Im Ektoderm der Tentakeln beobachtete ich neben den geschilderten Zellen (zu denen noch die Nesselzellen kommen) Elemente, welche ich zuerst für Drüsenzellen hielt, da ihr homogener Inhalt sich färbte (Fig. 81). Während das Gerüst unterhalb des Kerns in der für die Anthozoen charakteristischen Weise ausgebildet war, bildeten die Linen oberhalb auffallende Verschlingungen. Hier befand sich auch die sich tingierende homogene Substanz; in der Gegend des Kerns verliert sich das Tinktionsvermögen, ohne daß eine scharfe Grenze zu konstatieren wäre. Dies ist jedoch an anderen, ganz ähnlichen Gebilden der Fall; in Figg. 82 und 83 zeigt sich der gefärbte Zellteil, der zugleich die eigentümlich verschlungenen Fasern enthält, scharf begrenzt. Seine Gestalt ist wechselnd, aber immer ausgesprochen cylinderförmig; das interessanteste in den Gebilden ist aber die Verteilung des Gerüsts. Es läßt sich mit Sicherheit feststellen, daß der Innenraum nur von der homogenen Masse erfüllt ist; die Fasern umspinnen ihn oder vielmehr seine Wandung, denn die scharfe Grenze nach unten zu deutet auf das Vorhandensein einer Membran. Ganz unzweideutig beweist dies Fig. 84, wo ein Teil des tingierten Raumes scharf und sehr regelmäßig umrissen, von Fasern nicht umspinnen, sich darstellt, während die übrige Partie der Kapsel von den Fasern in Spiralwindungen umzogen wird. All diese sonderbaren Bilder erinnerten mich lebhaft an die Nesselzelljugendformen, die ich bei *Forskalea* beschrieben habe; überdies stimmte die Form

des scharf umgrenzten Raumes in Fig. 84 ganz mit der fertigen Nesselkapseln der *Adamsia* überein. Im Innern jenes zeigte sich nicht das Geringste, was auf einen Schlauch hätte bezogen werden können; nur homogenes Sekret erfüllte ihn. Aus diesen Befunden glaube ich auch bei den Anthozoen auf eine Entstehung des Nesselschlauches außerhalb der Kapsel schließen zu dürfen; ich nehme dabei an, daß die Fasern, welche den sekretgefüllten Raum umwinden, in gleicher Weise, wie die Fasern, welche in den ersten Entwicklungsstadien bei *Forskalea* die Kapsel symmetrisch umspinnen, zu deuten sind, d. h. zur Ausbildung des Schlauches dienen. Indessen teile ich diese Auffassung nur unter allem Vorbehalte mit, denn die Befunde aus so wenigen Bildern sind für die Deutung nicht genügend; eine ausführlichere Untersuchung war mir aber unmöglich.

Wir finden bei *Adamsia* aber nicht bloß Elemente, welche in der Struktur von denen der Hydroiden sich wesentlich unterscheiden; es giebt auch Zellen, die, bei entsprechender Funktion, die völlig gleiche Liniaranordnung aufweisen. Betrachten wir nämlich die Ganglienzellen der Tentakeln, von denen 2 in Figg. 85 und 86 wiedergegeben sind, so erkennen wir genau die gleichen, bekannten Verhältnisse, wie wir sie bei den Hydroiden fanden. Die Ganglienzellen entsprechen in ihrer Form und Struktur ganz und gar dem in Fig. 34 (*Carmarina*) gezeichneten Typus; sowohl Zellkörper wie Ausläufer zeigen gestreckte Fibrillen, die von indifferenten durchflochten werden, und in den feineren Fortsätzen kommt es zur Polylinienbildung, genau wie bei den Hydroiden. Auch in den Kernen entsprechen sie diesen, denn innerhalb der kugeligen oder ellipsoidischen Wandung, die mit indifferentem Maschenwerk erfüllt ist, findet sich das Chromatin in Körnern gleichmäßig verteilt und auch zu einem Nucleolus vereinigt.

Ich glaube, aus diesen verschiedenartigen Befunden den Schluß ziehen zu dürfen, daß die Abweichungen einzelner Elemente (Deck- und Gallertzellen [bei *Alcyonium*] vor allem) von der Struktur, wie sie bei den Hydroiden so allgemein verbreitet ist, sekundär erworbene sind. An manchen entsprechenden Gebilden finden wir Übereinstimmung (Ganglien- und körnige Drüsenzellen); von prinzipiellen Differenzen in der Anordnung und Ausbildung des Maschenwerkes im Protoplasma und Kern kann also nicht die Rede sein. Die muskelfreien Deckzellen, wie die anderen abweichenden Zellen, mußten sich jedenfalls bestimmten Verhältnissen anpassen, welche bei den Hydroiden sich nicht bemerkbar machen,

aber auch bei den Acraspeden auftreten. Darüber Ansichten aufzustellen, wäre aber nur an Hand eines reichlichen Materials möglich.

Fig. 87 stellt eine Muskelzelle aus dem Entoderm der Septen dar, welche in überraschend klarer Weise die Fibrillarstruktur der kontraktiven Substanz zeigt. Diese ist lokal aufgelockert, und man nimmt deutlich wahr, wie die homogene Faser sich in eine Menge parallel ziehender Fibrillen zerlegt, welche später wieder zusammentreten. Jedenfalls repräsentiert dieser Befund eine anormale Ausbildungsweise, aber, wie wir schon öfters gesehen haben, sind diese für die Erkennung der Struktur außerordentlich aufschlußgebend und lehrreich.

Litteratur. Meine Beobachtungen fügen denen der HERTWIG's (16), VON HEIDER's (14), WILSON's (25), MAC MURRICH's (20) u. a. nur betreffs der Strukturfragen und der Nesselzellentwicklung Neues zu. In Bezug auf letztere weicht meine Darstellung wesentlich von der WILSON's ab, da dieser für *Hoplophoria coralligenis* die intrakapsuläre Entwicklung des Nesselschlauches angiebt. Nach ihm enthalten die jungen Nesselzellen eine fein granuläre Substanz, die sich intensiv mit Hämatoxylin färbt. Jede Kapsel zeigt auch noch eine Anzahl großer Körner. In anderen ist der Inhalt flüssig, aber er enthält einen oder zwei kurze, unregelmäßige Fäden. WILSON glaubt, daß diese aus den Körnern hervorgehen und daß diese auf Kosten des fein-granulären Inhalts wachsen und eine Kette bilden. Dabei verflüssigt sich der Kapselinhalt und die Kette wird zum glänzenden Faden. — Diese Anschauung enthält das Neue, daß sie den Schlauch aus Sekret, das vom Protoplasma isoliert ist, hervorgehen läßt, während sonst allgemein jener als durch Einwucherung und Umbildung von Protoplasma entstehend angenommen wird.

G. Ctenophoren.

R. HERTWIG (17) nimmt in Gegensatz zu EIMER (11) und CHUN (5) das Vorhandensein nervöser Elemente in der Gallerte der Ctenophoren an, und ich teile diese Ansicht vollkommen, auch in Hinsicht auf die so bezeichneten Zellen. In Fig. 88 (*Eucharis multicornis*) sehen wir derartige Elemente und typische Muskelfasern in Zusammenhang. Es liegt zwischen beiden der Unterschied vor, daß letztere meist kräftige Stränge bilden und nur an den Enden sich in dünnere Fäden, die besenreiserartig auseinandergehen

zerlegen, während erstere sehr zarte Fasern darstellen, die überall im Verlauf Ausläufer abzugeben vermögen. Beide Elemente lassen meist von Struktur nichts erkennen; sie erscheinen homogen, besitzen an den Punkten, wo Kerne ihnen angefügt sind, gewöhnlich etwas indifferentes Protoplasma und können durch Brückenbildung auch mit ihresgleichen in Verbindung treten. Doch bemerkt man an den Ganglienzellen hie und da Varikositäten, auch an Abgangsstellen der Fortsätze ist die Fasersubstanz lockerer. Es zeigt sich hier, daß die homogene Nervenfaser aus feinsten Fibrillen besteht, die jedenfalls völlig parallel ziehen, denn in den varikösen Anschwellungen kommt es nur zu unbedeutender Verschlingung der Linen. Wenn ein Fortsatzende an eine Muskelfaser herantritt, erscheinen die Fibrillen jenes gelockert; sie gehen direkt in das Protoplasma der an den Vereinigungsorten mit Kernen versehenen Muskelfasern über. Bei *Beroe ovata* ist dies besonders klar zu ersehen. Wie bekannt, liegen hier die Kerne und undifferenziertes Protoplasma im Innern der aus zarten, ganz gestreckt und parallel ziehenden Fibrillen bestehenden, kontraktilen Substanz der Muskelzellen. Bei Zusammentritt von diesen und Ganglienzellen (Fig. 89) erhebt sich indifferentes Protoplasma bis an die Peripherie der kontraktilen Masse und geht direkten Fädenaustausch mit den aufgelockerten Enden der nervösen Fasern ein. Interessant ist hierbei, daß einzelne Fäden letzterer auch in das Sarkolemm der Muskelzelle überzugehen scheinen. Vielleicht läßt sich hieraus auf ein Neurolemm der Ganglienzellfortsätze schließen; auch könnte man auf die Beschaffenheit der Hüllen nach Art anderer Membranen folgern, obgleich an isolierten Sarkolemmstücken von einer Faserstruktur nichts Sicheres nachzuweisen ist.

Mit Pikrokarmün färbt sich die kontraktile Substanz lebhaft gelblichrot; auch hier werden wir diese Tinktion aus der Beschaffenheit des Kittes der zarten Fibrillen erklären dürfen. An den dreieckigen Verbindungsstücken (90) mehrerer Muskelfasern und den Enden dieser, wo sie in eine Menge feinerer Fasern dichotomieren (Fig. 91), kommt es zur Bildung zarter, schwimnhautartiger Partien, in welche einzelne der gestreckten Fibrillen einstrahlen und so eine zarte Maschenstruktur in ihnen bewirken. In derartigen flächenhaften Bildungen liegen häufig, wie bekannt, Kerne; deren Struktur ist die bekannte, oben oft geschilderte.

Isolierte Linen von ganz enormer Länge finden sich in den Ruderplättchen. Es bestehen diese, wie bekannt, aus sehr feinen, oft kaum zu verfolgenden Wimpern, die, untereinander

verklebt, hohen Epithelzellen aufsitzen (Fig. 92). In diesen ist eine Längsfaserung deutlich ausgeprägt; außer den längsverlaufenden Linen finden sich, wie bei den Hydroiden in ähnlichen Gebilden, noch indifferente. Erstere durchsetzen die Cuticula und ragen als die erwähnten Wimpern nach außen. Es ist dies mit größter Sicherheit nachzuweisen und stellt die kontraktile Natur der Linen im Protoplasma über jeden Zweifel!

Kurze Übersicht der Befunde über die Struktur der Gewebeelemente.

A) An den Muskeln: Muskelbildungen können in jeder Region der Zelle auftreten, sowohl basal (Fig. 53), wie epithelial (Fig. 17), oder central (Fig. 18); sie sind entweder ganz von Protoplasma eingehüllt (Fig. 18) oder nur teilweise (Fig. 53) oder gar nicht (Fig. 89). Wie es sich in einzelnen Fällen bestimmt nachweisen, in anderen wahrscheinlich machen ließ, bestehen die Muskeln aus gestreckten, parallel angeordneten Linen, welche durch eine spezifische Kittmasse verbunden sind; diese Vereinigung kann bald lose (Fig. 18 im II. u. 42 im I. Teil), bald sehr innig (Fig. 89, 20) sein. Entsprechend der Arbeitsleistung der Muskeln — durch Kontraktion 2 Punkte, zwischen denen sie sich ausspannen, einander zu nähern —, vermischen wir Seitenzweige, die unter rechtem oder fast rechtem Winkel vom Muskel abgehen, durchaus, während dichotomische Endverzweigungen der Kontraktionsfähigkeit keinen Abbruch thun. In dieser Eigenschaft haben wir ein gutes morphologisches Unterscheidungsmerkmal der Muskeln von den Nervenfasern (siehe weiteres bei Ganglienzellen). — Der Unterschied der glatten von der perlschnurartigen Muskulatur ist für die Charakteristik der Muskeln überhaupt ganz bedeutungslos (s. S. 440).

B) An Stütz- und elastischen Bildungen: Zur Stützleistung dienen entweder Teile der Zellen oder diese ganz oder kernlose Gebilde. Zu ersteren gehören neben vielen Membranen (z. B. Kernmembranen, siehe hierzu meine Untersuchungen über die Zelle [24], S. 35 u. a.) vor allem die Poly-

linenbildungen der Stützzellen (Figg. 56, 26); zu den zweiten die Spicula (Figg. 68—70), zu den letzteren die Stützlamellen und elastischen Fasern. Für alle diese Gebilde ließ es sich beweisen oder wahrscheinlich machen, daß sie aus verklebten Linen bestehen; während diese Verklebung bei den nur stützleistenden Elementen aber eine einheitliche Anordnung der Linen nicht voraussetzt, ist dies für jene, welchen auch Elasticitätsvermögen innewohnt, Vorbedingung. Daher sind die Linen in den elastischen Fasern und Stützlamellen parallelfaserig angeordnet; in letzteren lassen sich oft verschiedene Fasersysteme nachweisen (Fig. 60. im I. Teil). Die Muskeln sind von Stützausläufern durch die regelmäßige strukturelle, wie morphologische Ausbildung leicht zu unterscheiden; von den elastischen Fasern in allen Fällen nur durch die Tinktion, denn auch die kontraktile Faser kann des Zusammenhangs mit Zellen entbehren, und die elastischen halten ebenfalls in vielen Fällen eine gerade Verlaufsrichtung inne und entbehren der Seitenzweige. Ihre Arbeitsleistung besteht darin, die einmal gegebene Form zu wahren; ist also der gestreckte Verlauf der ursprüngliche, so wird die Faser, bei durch Druck herbeigeführten Abweichungen, in jenen zurückzukehren, sich bemühen; ist er hingegen ein durch Zug erzwungener, so ist es das Bestreben der Faser, sich wieder in Windungen zu legen. Da in diesen, wie in den Muskelfasern, Linen und zwar in gleicher Anordnung sich vorfinden, so kann die verschiedene Leistungsfähigkeit beider Elemente nur aus der Beschaffenheit des Kittes resultieren (siehe bei indifferenten Zellen).

C) An den nervösen Elementen: Diese sind Zellen, welche in toto (die Kerne selbstverständlich ausgenommen) einer einzigen Funktion, der Reizübertragung, dienen. Da auch indifferentes Protoplasma diese Fähigkeit besitzt, so kann in den besonderen Gerüstanordnungen kein charakteristisches Merkmal gesehen werden; der Reiz wird in der Zwischenmasse sich ausbreiten und um so schneller in einer Richtung fortschreiten, je mehr sich der Zellkörper in dieser entwickelt, je strangartiger er ausgebildet ist. Wichtig zur Erkennung von Ganglienzellen erscheint also die Form derselben, die jedoch in den Extremen der indifferenten Zelle mit pseudopodienartigen Ausläufern und der Muskelzelle mit parallelfaseriger Substanz sich nähern kann (Ctenophorengallerte). In letzterem Falle ist die Abgabe seitlicher Ausläufer unter jedem Winkel allein

entscheidend. Durch Nachweis von spezifischen, zur Reizleitung besonders geeigneten Substanzen in der Grundmasse (wahrscheinlich in Riesenzellen des Forskaleastammes, doch auch in anderen Ganglienzellen, die, mit Osmiumsäure behandelt, sich stärker schwärzen als andere Elemente) ist die Natur der Ganglienzellen am sichersten festzustellen. Auf Anwesenheit solcher homogenen Substanzen und Verquellung derselben bei Reagentieneinwirkung beruht jedenfalls auch die Varikositätenbildung.

D) An den drüsigen Elementen: Diese sind charakterisiert durch die reichliche Anwesenheit homogener Substanzen zwischen den Linen des Gerüsts. Die Anordnung desselben ist eine sehr wechselnde (selbst in Zellen, welche dasselbe Sekret abcheiden, siehe hierzu meine Befunde an Hydra, S. 330 von Arbeit 23), folglich für die Abscheidung der Sekrete ganz unwesentliche. Diese erfolgt in der Grundmasse; es treten hier die Sekrete als Körner, Ballen und formlose Massen auf. Wie es scheint, sind letztere oft als sekundäre Vereinigungen ersterer aufzufassen.

E) An den Nesselzellen: Dies sind Sekretzellen, in welchen eine plötzliche Sekretentladung durch Apparate, die aus dem Gerüst hervorgingen, erfolgt. Als letztere finden sich stets die Nesselkapseln mit 2 Wandungen und einer schlauchförmigen Verlängerung, welche außerhalb der Kapsel angelegt (wenigstens in den von mir beobachteten Fällen), in diese eingestülpt (wodurch ist fraglich) und bei der Entleerung vom Sekret mit diesem ausgepreßt wird (um eine Wirkung jenes auf größere Entfernung hin zu ermöglichen); dann in vielen Fällen muskulöse Membranen, im Umkreis der Kapseln und Stile, die an die Stützlamelle treten. CHUN's (6) bedeutungsvoller Nachweis quergestreifter Muskulatur in diesen Gebilden läßt die Entleerung des Sekretes durch Funktion der genannten Linargebilde unzweifelhaft erscheinen. Bei Mangel an umgebenden Membranen und Stilen wäre das kontraktionsfähige Element jedoch allein in der äußeren Kapselwandung zu suchen, da die Struktur der inneren Wand sie zur Äußerung dieser Funktion nicht befähigt (siehe oben im I. Teil dieser Arbeit).

F) An indifferenten Zellen: Sie sind charakterisiert durch völlige Gleichartigkeit in der Beschaffenheit des Proto-

plasmas. Die leicht geschlängelten, gegenseitig im Verlauf aneinander angepaßten Linen durchsetzen eine anscheinend homogene Grundmasse; Veränderungen in der Gerüstanordnung und Beschaffenheit der Grundmasse sind nur vorübergehende und Ausdruck von Bewegungen der Zelle (z. B. die Streckung einzelner Fasern in den Fortsätzen). Werden sie zu dauernden, so nimmt die Zelle den Charakter eines der oben erwähnten Elemente (oder anderer, die in dieser Arbeit nicht behandelt wurden) an. Sie sind sammt und sonders von indifferenten Zellen abzuleiten, denn die Zellen der Blastula sind gleichfalls derartige (die epitheliale Lage widerstreitet dem Charakter des indifferenten Elements ganz und gar nicht). Betrachten wir nun kurz, wie diese Umbildungen sich vollziehen mögen¹⁾.

Zuerst muß ich meine Charakteristik der indifferenten Zelle noch erweitern. Auf Grund der ALTMANN'schen (1), MAGGI'schen (21), ZOJA'schen (26) und der Befunde anderer Forscher gestaltet sie sich folgendermaßen:

Die indifferente Zelle besteht aus dem Linarmaschenwerk, welches das bewegungsfähige Element darstellt, und einer Unmenge von Granula, welche die Umsetzung der Nährstoffe und Sekretabscheidung besorgen. Die Lücken zwischen beiden werden von Sekreten der Granula und den Umsetzungsprodukten ausgefüllt (= Grundsubstanz). (Die Granula sind als Zoa = einfachste Lebewesen [siehe meinen Aufsatz im Biologischen Centralblatt, Bd. XI, Nr. 24] oder als Konglomerate derselben, die Linen als reihenförmige Vereinigungen solcher aufzufassen.) Die Umbildung der indifferenten Zellen in spezifisch leistungsfähige Elemente geschieht durch Anpassung beider Zellsubstanzen (der Kern ist hiervon ganz ausgenommen).

Ein Muskel entsteht durch Streckung, Parallelanordnung und Isolierung eines kleineren oder größeren Teils, vielleicht auch aller, Linen des Protoplasmas und durch Abscheidung einer Kittmasse seitens der Granula, deren Bedeutung für die Kontraktion ganz nebensächlich ist und nur den Zusammenhalt der Linen (wohl auch die Reizübertragung) besorgt.

1) Ich mache die folgenden Angaben nur, um diese Arbeit so vollständig, als möglich zu gestalten; es kann wohl sein, daß betreffs mancher Einzelheiten Irrtümer vorliegen, der Gedanke aber der Ableitung überhaupt ist zweifellos richtig, und man wird sich diese kaum einfacher, als die folgenden Bemerkungen es übersichtlich zusammenstellen, denken können.

Elastische Gebilde entstehen durch Streckung und Parallelanordnung der Linen in einem oder mehreren Systemen und durch Abscheidung einer Kittmasse von seiten der Granula, welche die Kontraktion der Linen unmöglich macht; die parallel-faserige Linenanordnung bedingt im Verein mit der Beschaffenheit der Kittmasse das Elasticitätsvermögen des ganzen Elementes. Bei reinen Stützbildungen ist die Anordnung des Gerüstes eine verschiedenartige, nicht einheitliche (z. B. in den Spicula); hier ist nur die Solidität der Bindemassee maßgebend.

Nervöse Elemente entstehen zwar durch Arbeitsleistung der Linen, denn die kompakten Zellkörper werden in langgestreckte Leitbahnen übergeführt; für die Reizleistung speziell ist die Bewegung der Linen aber bedeutungslos, denn jene wird zweifellos durch eine besonders hierzu geeignete Zwischenmasse vermittelt, die von den Granula abstammt (bei den ursprünglichsten Ganglienzellen dient vielleicht einfach die gewöhnliche Zwischenmasse als Reizleiter). Die jeweilige Anordnung der Linen ist eine Folge ihrer Arbeitsleistung, durch welche die geeignete Form der Zelle sich ergab; als solche ist die strangförmige zu betrachten, da sie die möglichst geringe Schwächung des Reizes (wie sie durch Zerstreung auf große Protoplasmamassen bedingt würde) und die Übertragung des Reizes auf möglichst viel Zellen erlaubt.

Drüsenzellen entstehen durch reiche Sekretabsonderung der Granula; die Gerüstveränderungen dabei sind Folgen derselben und nur für die morphologische Charakteristik von Bedeutung. Man kann die Sekretzellen als Gegenstücke der Muskelzellen auffassen; bei diesen ist die Anordnung der Linen das Wichtige, dagegen die Abscheidung der Kittmasse durch die Granula von sehr nebensächlicher Bedeutung; in den Drüsenzellen ist umgekehrt die Arbeit der Granula wesentlich, die Gerüstanordnung unwesentlich.

Nesselzellen, die kompliziertesten Elemente der Coelenteraten, entstehen durch intensive Thätigkeit von Granula (Abscheidung des Nesselsekretes) und gesetzmäßige Anordnung eines Teils der Linen. Denn wenn wir die äußere Kapselwand für kontraktionsfähig ansehen, so müssen wir in ihr eine besondere Linaranordnung annehmen (vielleicht ringförmig die innere Wand umspannend). In dieser Verteilung der Funktion auf Gerüst und Sekret entsprechen die Nesselzellen den elastischen Gebilden, bei welchen Kitt und Parallelanordnung der gestreckten Linen Bedingung zur Arbeitsleistung des Ganzen ist; nur liegt der Unter-

schied vor, daß die Nesselzellen auf Reize, also gewissermaßen aktiv, funktionieren — die Muskeln der Wandung kontrahieren sich, und das Sekret lähmt oder tötet das Beuteobjekt —, in den elastischen Gebilden aber Kitt wie Fasern nur auf mechanische Einflüsse, also in passiver Weise, reagieren.

Erwähnt sei noch zum Schluß, daß ich mir die Abscheidung der verschiedenen Zwischensubstanzen nicht von ein und derselben Art Granula vollzogen denke, sondern annehme, daß wir aus den Differenzen jener auf Unterschiede in der Beschaffenheit dieser schließen können. In der indifferenten Zelle müssen diese bereits angedeutet sein, denn bei der raschen Entwicklung des Tiers aus den Furchungszellen kann eine Anpassung sich nicht vollziehen; den Anforderungen entsprechend, wird später nur die Zahl der gerade geeigneten Granula in den verschiedenen Elementen die der andern überwiegen.

Litteraturverzeichnis.

Erster Teil.

1. BEDOT, M., Recherches sur les cellules urticantes. 1. Véllelides — Physalides. Recueil z. Suisse, T. 4, S. 51—70.
2. CHUN, C., Zur Morphologie der Siphonophoren. Zool. Anz., 10. Jahrg.
3. — — Die canarischen Siphonophoren; I. Stephanomyces superba etc. Abhandlungen der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft, 1891.
4. CLAUS, C., Über Halistemma tergestinum n. sp. Arbeiten aus d. zool. Institut z. Wien, 1878.
5. HERTWIG, O. u. R., Das Nervensystem und die Sinnesorgane der Medusen, 1878.
6. JICKELI, C. F., Der Bau der Hydropolyphen. I. u. II. Morphol. Jahrbuch von GEGENBAUR, Bd. 8.
7. KLEINENBERG, N., Hydra, eine anatomisch-entwicklungsgeschichtliche Untersuchung, 1872.
8. KOELLIKER, A., Die Schwimmpolyphen der Siphonophoren von Messina. Leipzig, 1853.
9. KOROTNEFF, Zur Histologie der Siphonophoren. Mitteilung d. Zool. Station Neapel, Bd. 5, H. 2.
10. LEUCKART, R., Zoologische Untersuchungen, I. Über Siphonophoren, 1853.
11. MÖBIUS, Über den Bau etc. der Nesselskapseln. Abhandl. des naturw. Vereins zu Hamburg, 1866.
12. NUSSBAUM, M., Über die Teilbarkeit der lebendigen Materie, II. Hydra. Archiv f. mikrosk. Anatomie, Bd. 29.
13. SCHNEIDER, K. C., Histologie von Hydra etc. Archiv f. mikrosk. Anatomie, Bd. 35.
14. — — Untersuchungen über die Zelle. Arbeiten aus dem zool. Institut Wien, T. 9, H. 2.
15. WILSON, H. V., The structure of Cunoctantha octonaria etc. Studies of the biol. laboratory J. Hopkins university, T. IV.
16. — — On a new Actinia, Hoplophoria corraligens. Ebenda.
17. ZOJA, R., Alcune ricerche morfologiche etc. nell' Hydra. Bollet. scientif., Nr. 3 e 4, Anno XII.

18. HAFCKEL, E., Report on the Siphonophores collected by H. M. S. „Challenger“ during the years 1873—1876. In: Rep. Challenger, Vol. 28.

19. CHUN, C., Natur und Wirkungsweise der Nesselzellen bei Coelenteraten. Zool. Anz., Nr. 99, 1881.

Zweiter Teil.

1. ALTMANN, Elementarorganismen. Leipzig 1890.

2. BÉDOT, M., Recherches sur l'organe central et la système vasculaire des Vélèles. Recueil z. Suisse, T. 1, 1884.

3. BÜTSCHLI, Über die Struktur des Protoplasmas. Verhandl. des Naturw.-med. Vereins zu Heidelberg, Bd. 4, H. 3.

4. COHN, H. W., und BEYER, H. G., The nervous system of Porpita. Studies from the biol. laboratory. John Hopkins university, Vol. 4, Nr. 2.

5. CHUN, C., Die Ctenophoren des Golfs von Neapel etc. Leipzig 1880.

6. — — Natur und Wirkungsweise der Nesselzellen bei Coelenteraten. Zool. Anz. Nr. 99, 1881.

7. — — Die Gewebe der Siphonophoren II. Zool. Anz. 1882, Nr. 117.

8. CLAUS, C., Über Halistemma tergestinum n. sp. Arbeiten aus d. zool. Institut zu Wien 1878.

9. — — Untersuchungen über Charybdea marsupialis. Ebenda.

10. DANIELSSEN, Alcyonida. Den norske nordhavs-expedition. 1887. Christiania.

11. EIMER, TH., Zoologische Studien auf Capri. I. Über Beroe ovata. Leipzig, 1873.

12. HAMANN, O., Studien über Coelenteraten. Jenaische Zeitschrift, Bd. 15.

13. — — Die Mundarme der Rhizostomeen etc. Ebenda.

14. VON HEIDER, A., Sagartia troglodytes GOSSE, ein Beitrag zur Anatomie der Actinien. Sitzungsber. Wiener Akad., I. Abt., 1877, S. 385.

15. HERTWIG, O u. R., Das Nervensystem und die Sinnesorgane der Medusen. 1878.

16. — — Die Aktinien. 1879.

17. HERTWIG, R., Über den Bau der Ctenophoren. 1880.

18. VON KOCH, G., Die Alcyonaria des Golfs von Neapel. Mitteil. Zool. Station Neapel, Bd. 9.

19. KOBOTNEFF, Zur Histologie der Siphonophoren. Ebenda, Bd. 5, H. 2.

20. MAC MURRICH, The Actiniaria of the Bahama islands. Journal of Morphology Boston, Vol. 3.

21. MAGER, I plastiduli nei Ciliati e i plastiduli liberamente viventi. Att. della soc. it. di scienze naturali, Milano 1878.

22. RABL, C., Über die Prinzipien der Histologie. Verhandl. Anatom. Gesellschaft, III. Versamml., Berlin 1889, S. 39.

23. SCHNEIDER, R. C., Histologie von Hydra etc. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 35.

24. — — Untersuchungen über die Zelle. Arbeiten a. d. zool. Institut Wien, T. 9, H. 2.

25. WILSON, H. V., On a new Actinia, *Hoplophoria coralligens*. Stud. of the biol. laborat. J. Hopkins university. T. 4.

26. ZOJA, R. e. L., Intorno ai plastiduli fuscinofigli. Memorie del R. istituto Lombardo di scienze e lett., Vol. 16.

Tafelerklärung.

Tafel X. Figur 1—26.

Fig. 1. *Forskalea contorta*. Ektoderm des Polypen: Epithel von der Mitte des Mauerblattes; Übersichtsbild.

Fig. 2 u. 3. *Forskalea contorta*. Ektoderm des Polypen: Ganglienzellen; Umrißzeichnungen.

Fig. 4—16. *Forskalea contorta*. Ektoderm des Polypen: Jugendstadien der großen ovalen Nesselkapseln aus dem basalen Wulste; sie sind dem wahrscheinlichen Entwicklungsgange gemäß angeordnet; die mit *wi* bezeichneten Stellen beziehen sich auf die Widerhaken.

Fig. 17 u. 18. *Forskalea contorta*. Ektoderm des Polypen: Stützzellen aus dem basalen Wulste.

Fig. 19. *Forskalea*. Entoderm des Polypen: isolierte Epithelmuskelzelle (Nährzelle).

Fig. 20. *Forskalea contorta*. Entoderm des Polypen: Nährzelle und Drüsenzelle in natürlicher Aneinanderlagerung von oben gesehen.

Fig. 21. *Forskalea contorta*. Entoderm des Polypen: isolierte Drüsenzelle.

Fig. 22 u. 23. *Forskalea contorta*. Entoderm des Polypen: indifferente Zellen.

Fig. 24. *Forskalea*. Querschnitt des Fangfadens; Orientierungsbild.

Fig. 25. *Forskalea*. Fangfaden: durch Mazeration isoliertes Längsstück, etwa einem Längsschnitt entsprechend; man sieht eine leistenartige Erhebung der Stützlamele von der Seite, zugleich die Fortsätze letzterer in den mit Entodermresten ausgekleideten inneren Kanal.

Fig. 26. *Forskalea contorta*. Fangfaden: genaues Bild einer Stützlammellenleiste von der Seite gesehen; daneben isolierte (abgesprengte) Fasern.

Tafel XI. Figur 27—49.

Fig. 27. *Forskalea contorta*. Fangfaden: Entodermsyncytium, wie es zwischen den inneren Fortsätzen der Lamelle liegt.

Fig. 28. *Forskalea contorta*. Fangfaden: Epithelfetzen mit jugendlichen Nesselzellen.

Fig. 29. *Forskalea contorta*. Fangfaden: jugendliche Nesselzellen.

Fig. 30. *Forskalea*. Nesselknopf: Stücke der elastischen Bandschlinge und elastische Fasern der oberen Fläche des Knopfes. Die Anordnung letzterer hat durch die Zerstörung des Knopfes sehr an Regelmäßigkeit verloren.

Fig. 31. *Forskalea contorta*. Nesselknopf: Stück des Angelbandes, z. T. aufgelöst in die es zusammensetzenden elastischen Fasern.

Fig. 32. *Forskalea contorta*. Nesselknopf: elastische Fasern mit Nesselzellen (kleinere Form).

Fig. 33. *Forskalea contorta*. Nesselknopf: Übersichtsbild des ganzen Knopfes.

Fig. 34. *Forskalea contorta*. Nesselknopf: Stück einer elastischen Faser des Endfadens.

Fig. 35. *Forskalea contorta*. Nesselknopf: isolierte große, ovale Nesselkapsel.

Fig. 36. *Forskalea contorta*. Nesselknopf: Teil einer solchen, um den Zusammenhang von Schlauch- und innerer Kapselmembran darzustellen.

Fig. 37. *Forskalea contorta*. Nesselknopf: kleinere Form der Nesselkapseln mit teilweis ausgestülptem Schlauche.

Fig. 38 u. 39. *Forskalea contorta*. Nesselknopf: große Form mit teilweis ausgestülptem Schlauche.

Fig. 40. Unbestimmte Agalmide. Nesselknopf: Übersichtsbild.

Fig. 41. Unbestimmte Agalmide. Nesselknopf: Teil des Angelbandes mit den elastischen Fasern und Zellen des Entoderms.

Fig. 42. Unbestimmte Agalmide. Nesselknopf: isolierte Muskelzelle.

Fig. 43. *Forskalea contorta*. Ektoderm des Stammes: Epithelfetzen von der Lateralfäche; Übersichtsbild von oben gesehen.

Fig. 44. *Forskalea contorta*. Ektoderm des Stammes: Epithelfetzen ebendaher von der Seite gesehen.

Fig. 45. *Forskalea contorta*. Ektoderm des Stammes: isolierte Epithelzelle von oben gesehen.

Fig. 46. *Forskalea contorta*. Ektoderm des Stammes: ganglienzellähnliche Epithelzelle.

Fig. 47. *Forskalea contorta*. Ektoderm des Stammes: Epithelfetzen der dorsalen Fläche von der Seite gesehen.

Fig. 48. *Forskalea contorta*. Ektoderm des Stammes: Epithelfetzen von ebendaher von oben gesehen.

Fig. 49. *Forskalea contorta*. Ektoderm des Stammes: zwei Elemente des subepithelialen, dorsalen Medianstreifens; die rechte Zelle mit einem, wohl durch Druck, ausgequetschten Protoplasmatropfen.

Tafel XII. Figur 50—63.

Fig. 50. *Forskalea contorta*. Ektoderm des Stammes: Riesensyncytium ebendaher in seinen Lagebeziehungen zum Epithel.

Fig. 51. *Forskalea contorta*. Ektoderm des Stammes: Ausläufer der Elemente des Medianstreifens in teilweiser Lagebeziehung zum Epithel.

Fig. 52. *Forskalea contorta*. Ektoderm des Stammes: isoliertes Längsmuskelband.

Fig. 53. *Apolemia uvaria*. Ektoderm der Polypen aus der Mundregion: Epithelmuskelzelle.

Fig. 54. *Apolemia uvaria*. Ektoderm der Polypen aus der Mundregion: Sinneszelle.

Fig. 55. *Apolemia uvaria*. Ektoderm der Polypen aus der Mundregion: Nesselzelle.

Fig. 56. *Apolemia uvaria*. Ektoderm der Tasterspitze: kleine Nesselzellform.

Fig. 57. *Apolemia uvaria*. Pneumatophore: ektodermale Epithelzelle von oben gesehen.

Fig. 58. *Apolemia uvaria*. Pneumatophore: Epithelfetzen des Ektoderms, Übersichtsbild von oben gesehen.

Fig. 59. *Apolemia uvaria*. Pneumatophore: Zelle aus dem Entoderm.

Fig. 60. *Apolemia uvaria*. Pneumatophore: Stück des inneren Ektoderms (Luftflasche) mit isolierter Lamelle.

Fig. 61. *Apolemia uvaria*. Ektoderm des Stammes: Epithelfetzen von der Seite gesehen; eine Zelle ist nach oben übergeschlagen, die langgestreckte, dünne nach unten.

Fig. 62. *Apolemia uvaria*. Ektoderm des Stammes: ganglienzellähnliches Element.

Fig. 63. *Apolemia uvaria*. Ektoderm des Stammes: zwei Epithelzellen zur Darstellung der intraprotoplasmatischen Muskelbildungen.

Tafel XIII. Figur 1—14.

Fig. 1. *Forskalea contorta*. Schwimmglocke: quergestreifte Muskelbänder aus der Subumbrella.

Fig. 2. *Veleva spiraus*: Stück des Scheibenrandes.

Fig. 3—5. *Veleva spiraus*. Ektoderm der Scheibe: Ganglienzellen.

Fig. 6. *Apolemia uvaria*. Pneumatophore: Ganglienzelle.

Fig. 7—9. *Forskalea*. Stamm: Riesenzellen.

Fig. 10, 11. Velella. Scheibe: Epithelzellen, 10 von oben, 11 von unten.

Fig. 12, 13. Forskalea. Stamm: Epithelzellen, 12 seitlich, 13 von oben gesehen.

Fig. 14. Forskalea. Stamm: peripherer Fortsatz einer Epithelzelle.

Tafel XIV. Figur 15 — 41.

Fig. 15. Forskalea. Stamm: basaler Fortsatz einer Epithelzelle.

Fig. 16, 17. Apolemia. Stamm: Epithelzellen, 17 mit Muskelbildungen.

Fig. 18. Apolemia. Stamm: Teil einer Epithelzelle mit Muskelbildung, stark vergrößert.

Fig. 19, 20. Forskalea. Stamm: Muskelbänder.

Fig. 21—23. Carmarina hastata. Gegend des Nesselwulstes: Stützlamelle, 21 von oben, 22 von unten, 23 seitlich gesehen.

Fig. 24. Carmarina hastata. Gegend des Nesselwulstes: Epithel über unterem Nervenring.

Fig. 25. Carmarina hastata. Gegend des Nesselwulstes: Aufsatz auf Stützlamelle.

Fig. 26. Carmarina hastata. Gegend des Nesselwulstes: Stützfortsatz der Epithelzellen des Nesselwulstes mit anhaftenden indifferenten Zellen.

Fig. 27—29. Carmarina hastata. Gegend des Nesselwulstes: Nesselzelljugendformen.

Fig. 30. Carmarina hastata. Gegend des Nesselwulstes: Epithelzelle der Subumbrella.

Fig. 31—38. Carmarina hastata. Gegend des Nesselwulstes: Ganglienzellen (oder Teile derselben) aus den Nervenringen.

Fig. 39. Carmarina hastata. Gegend des Nesselwulstes: Sinneszelle vom oberen Nervenring.

Fig. 40. Apolemia. Polyp: ektodermale Epithelmuskelzelle mit Ganglien- und Sinneszelle (Übergangsform zur G.-Zelle) aus Mundregion.

Fig. 41. Apolemia. Polyp: Sinneszelle der Mundregion.

Tafel XIV. Figur 42 — 71.

Fig. 42. Carmarina. Subumbrella: quergestreifte Muskelbänder.

Fig. 43. Carmarina. Umbrella: Plattenepithelzelle.

Fig. 44. Carmarina. Gallerte: elastische Faser.

Fig. 45. Forskalea. Nesselknopf: elastische Faser des Angelbandes.

Fig. 46. Carmarina. Tentakel: Nesselzelle.

Fig. 47. Carmarina. Tentakel: Nesselkapsel mit teilweis ausgestülptem Schlauch.

Fig. 48. Carmarina. Tentakel: Epithelzelle im Ektoderm.

Fig. 49. Pennaria cavolini: Ektodermfetzen des Mauerblattes.

Fig. 50, 51. Pennaria cavolini. Mundgegend des Entoderms: 50 Epithelzelle, 51 Drüsenzelle.

Fig. 52—54. Pennaria cavolini. Mauerblatt des Entoderms: 52 Epithelz., 53 Drüsenz., 54 Sinneszelle.

Fig. 55. *Apolemia*. Polyp: ektodermale Drüsenzelle aus Mundgegend.

Fig. 56. *Pennaria*. Tentakel: Entoderm.

Fig. 57, 58. *Pennaria*. Tentakel: Nesselzellen, 57 kleine, 58 große.

Fig. 59, 60. *Pilema pulmo*. Sinnesgrube: 59 Epithelz., 60 Sinneszelle.

Fig. 61. *Pelagia noctiluca*. Subumbrella: quergestreifte Muskelfaser.

Fig. 62. *Acyonium acaule*. Mauerblatt: Ektodermzelle (Plattenepithel).

Fig. 63. *Apolemia*. Pneumatophore: Stück einer Entodermzelle.

Fig. 64 — 66. *Acyonium*. Gallertzellen.

Fig. 67. *Acyonium*. Zellklumpen aus Gallerte.

Fig. 68 — 70. *Acyonium*! Entwicklung der Spicula.

Fig. 71. *Acyonium*: Epithelzelle der Mundscheibe.

Tafel XVI. Figur 72 — 92.

Fig. 72. *Acyonium*. Muskelzelle aus Entoderm.

Fig. 73, 74. *Acyonium*. Anormal ausgebildete Teile entodermaler Muskelzellen.

Fig. 75. *Agalmide*. Stamm: Stück eines Muskelbandes.

Fig. 76, 77. *Adamsia Rondeletii*. Mundscheibe: Epithelzellen.

Fig. 78. *Adamsia Rondeletii*. Mundscheibe: Sinneszelle.

Fig. 79, 80. *Adamsia Rondeletii*. Mundscheibe: Drüsenzellen.

Fig. 81 — 84. *Adamsia Rondeletii*. Tentakel: Entwicklung der Nesselzellen.

Fig. 85, 86. *Adamsia Rondeletii*. Tentakel: Ganglienzellen.

Fig. 87. *Adamsia Rondeletii*: Entodermale Muskelzelle.

Fig. 88. *Eucharis multicornis*. Gallerte: Muskel- und Ganglienzelle in Verbindung.

Fig. 89. *Beroe ovata*. Gallerte: Muskel- und Ganglienzelle in Verbindung.

Fig. 90. *Beroe ovata*. Gallerte: Verbindungsstück zweier Muskelfasern.

Fig. 91. *Beroe ovata*. Gallerte: Ausläufer einer Muskelfaser.

Fig. 92. *Beroe ovata*. Wimperzelle aus Ruderplättchen.

Bezeichnungen, die für alle Figuren gelten:

Tafel X—XII.

pr = Protoplama.

k = Kern.

tr = ausgetretene Protoplasmotropfen.

pr. k = Protoplasmakörner.

chr. kl = Chromatinklumpen.

sb = Sekretballen.

mf = Muskelfaser.

mbil = Muskelbildung.

el = elastische Faser.

nk = Nesselkapsel.

nschl = Nesselschlauch.

äu. w = äußere Kapselwandung.

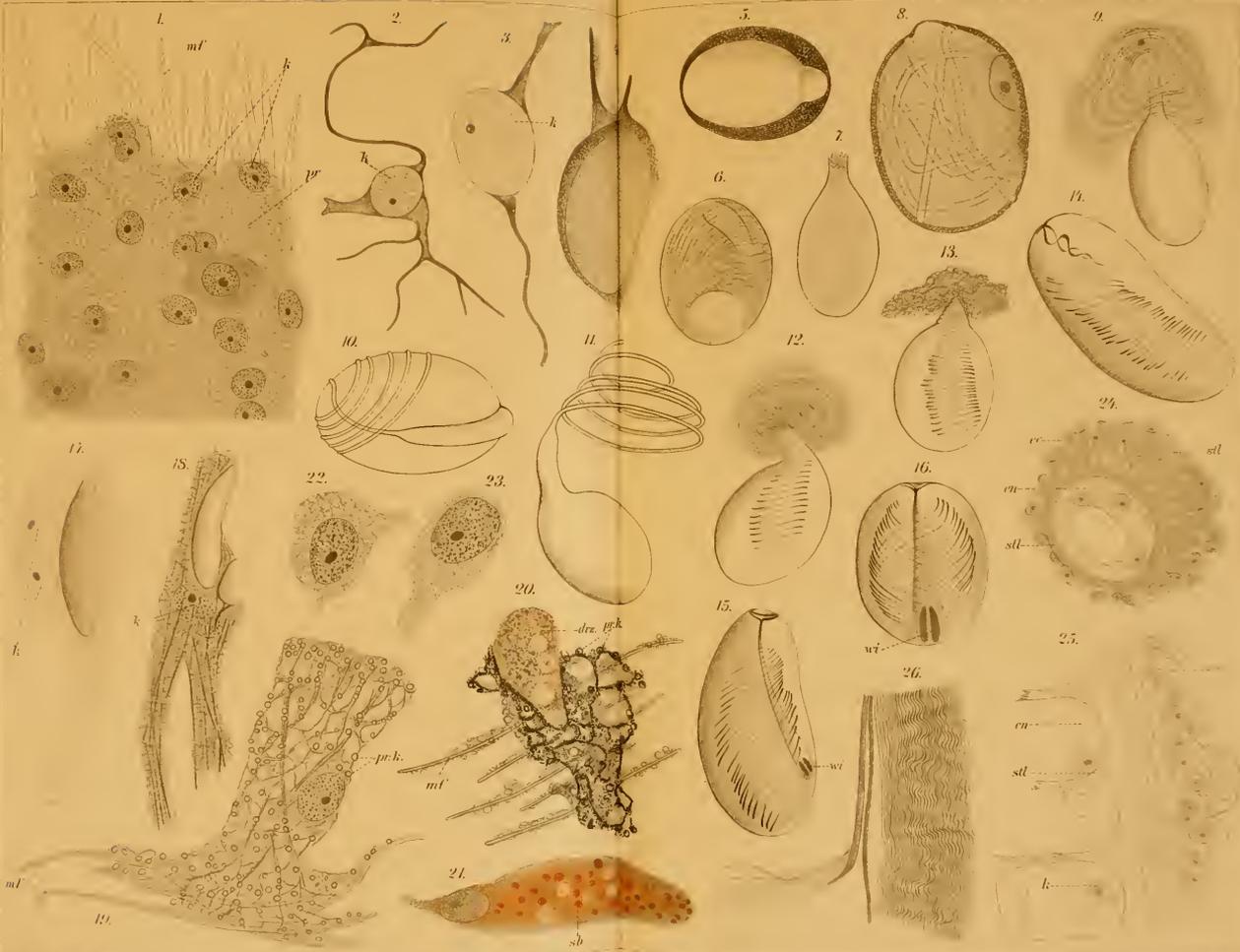
i. w = innere Wand.

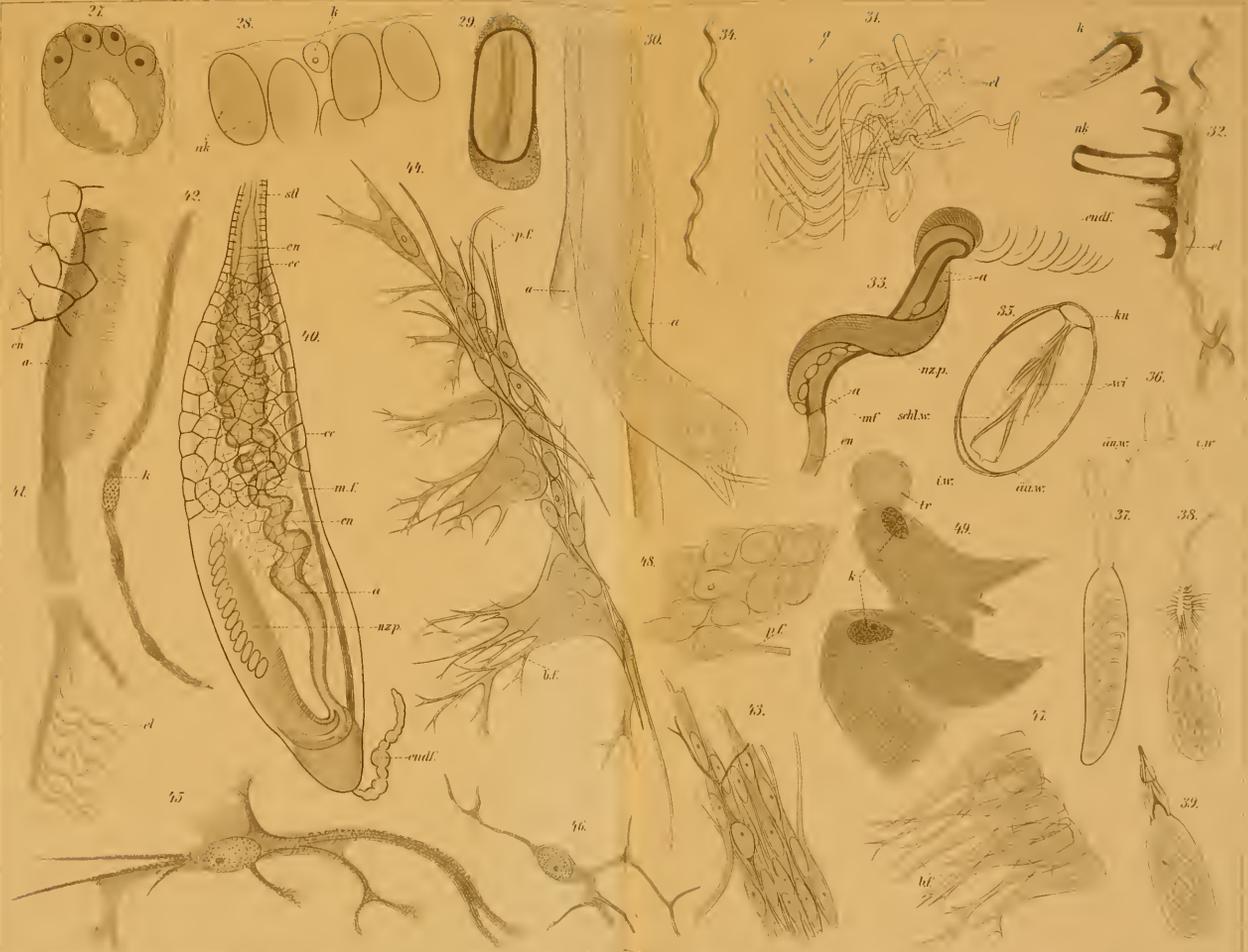
<i>schl. w</i> = Schlauchwand.	<i>drz</i> = Drüsenzelle.
<i>wi</i> = Widerhaken.	<i>ec</i> = Ektoderm.
<i>kn</i> = Knopf.	<i>en</i> = Entoderm.
<i>ep. z</i> = Epithelzelle.	<i>stl</i> = Stützlamelle.
<i>b. f</i> = basale Fortsätze.	<i>a</i> = Angelband.
<i>p. f</i> = periphere Fortsätze.	<i>nz. p</i> = Nesselzellpolster.
<i>g. z</i> = Ganglienzelle.	<i>endf</i> = Endfaden.
<i>gz. f</i> = Ganglienzellfortsätze.	

Tafel XIII—XVI.

<i>l</i> = Linon.	<i>sark</i> = Sarkolemm.
<i>pl</i> = Polylinon.	<i>tr</i> = ausgetretne Tropfen der Inter-
<i>gl</i> = gestrecktes Linon.	filarsubstanz mit Gerüst.
<i>gw</i> = gewundenes Linon.	<i>pr. k</i> = Protoplasmakörner.
<i>m</i> = Membran.	<i>nah. k</i> = Nahrungskörper.
<i>c</i> = Cuticula.	<i>s. b</i> = Sekretballen.
<i>id. pr</i> = indifferentes Protoplasma.	<i>pk</i> = Pigmentkörner.
<i>schw</i> = schwimnhautartige, zarte,	<i>nk</i> = Nesselkapsel.
fast oder ganz strukturlose	<i>nschl</i> = Nesselschlauch.
Protoplasmasschichten.	<i>äu. w</i> = äußere Wandung.
<i>k</i> = Kern.	<i>i. w</i> = innere Wandung.
<i>mf</i> = Muskelfaser.	<i>schl. w</i> = Schlauchwandung.
<i>mb</i> = Muskelband.	<i>st</i> = Stil.
<i>mbil</i> = Muskelbildung.	<i>stf</i> = Stützfortsatz.
<i>qu. mf</i> = quergestreifte Muskel-	<i>iz</i> = indifferente Zellen.
faser.	<i>gz</i> = Ganglienzellen.
<i>s. a. st</i> = substanzarme } Stellen	<i>gzf</i> = Ganglienzellfortsätze.
<i>s. r. st</i> = substanzreiche } der qu. Mf.	<i>stl</i> = Stützlamelle.
<i>wim</i> = Wimpern.	

Sämtliche Vergrößerungen sind mit Hartnack, Ocular I, und Reichert, Immersion $1/12$, erzielt worden.





von Gustav Fischer del.

Ph. H. v. A. sculp.



