

Das Gehäuse der Appendicularien, sein Bau, seine Funktion und Entstehung.

Von Dr. H. Lohmann.

Jedes Jahr wird im Herbst und Winter in den Kieler Hafen ein kleines, wenig über 1 mm langes Tier in grosser Zahl aus der Ostsee hereingetrieben, das dadurch schon lange die Aufmerksamkeit der Forscher auf sich gelenkt hat, dass es in einer gallertigen Ausscheidung seines Körpers lebt und mit diesem sogenannten Gehäuse im Meere umherschwimmt. Dies Gehäuse zeigt bei genauerer Betrachtung einen sehr komplizierten Bau; doch war es bisher nicht gelungen Klarheit über seine Einrichtung und Bedeutung zu gewinnen und die Entstehungsweise von der ersten Anlage auf dem Körper des Tieres ab bis zur völligen Entfaltung aufzuklären. Schon 1894 versuchte ich bei einem halbjährigen Aufenthalte in *Laboe* bei Kiel die durch *Mertens*, *Fol* und *Eisen* in verschiedenen Meeren begonnenen Untersuchungen weiter fortzuführen, konnte aber wegen der Kleinheit und Zartheit des Gehäuses der hier heimischen Art (*Oikopleura dioika Fol*) zu keinem Abschluss gelangen. Erst ein längerer Aufenthalt am Mittelmeer, der mir durch die Munificenz der Königlichen Akademie der Wissenschaften 2 Jahr später ermöglicht wurde, gab mir Gelegenheit eine verwandte aber sehr viel grössere Art (*Oikopleura albicans Leuck.*) zu untersuchen und dadurch Aufschluss auch über die erwähnten Fragen zu erhalten.

Fast alle Zeichnungen sind nach frischem Material in Sizilien gemacht und, von wenigen Untersuchungen an Schnitten abgesehen, sind auch die Beobachtungen in *Messina* angestellt.

Am günstigsten zur Untersuchung erwies sich *Oikopleura albicans Leuck.*, dieselbe Art, die auch *Fol* (unter der Bezeichnung *cophocerca Gegenb.*) seinerzeit studierte. Der Hauptteil der Arbeit wird sich dabei ausschliesslich mit der Gehäusebildung dieses Tieres beschäftigen; im Schlussabschnitt werden aber auch die homologen Bildungen anderer Arten und Gattungen besprochen werden.

Vielleicht das wichtigste Resultat meiner Untersuchungen ist, dass das Gehäuse vieler Appendicularien einen so feinen Fangapparat darstellt, dass durch ihn dem Tiere nur die ganz kleinen im Wasser lebenden Organismen, welche meist durch die feinste, bisher für Auftriebfischerei gebrauchte Müllergaze (Nr. 20, Seitenlänge der Masche 48 μ) nicht mehr

gefangen werden, als Nahrung zugeführt werden. Dadurch fällt also Licht auf die erhebliche Rolle, welche diese Formen im Stoffwechsel des Meeres spielen; denn nächst den Copepoden sind die Appendicularien die häufigsten Planktontiere und es muss daher auch ihre Nahrung reichlich in allen Meeren vorhanden sein. Durch Untersuchung der leicht zu beschaffenden Gehäuse wird man auch die Natur dieser kleinen Organismen feststellen können. Mir selbst fehlte dazu leider die Zeit.

I. Bau und Funktion des Gehäuses von *Oikopleura albicans* Leuck.

Um einen genauen Einblick in den Bau des Gehäuses und die Funktionen seiner einzelnen Teile zu erlangen, genügt nicht die einfache Beobachtung der noch bewohnten Häuser oder die mikroskopische Untersuchung der verlassenen Hüllen, wie sie von den früheren Beobachtern ausgeführt wurden. Selbst wenn man mit *Fol* dem Wasser stets fein pulverisiertes Carmin zusetzt um die Zirkulation deutlich wahrnehmbar zu machen, so sieht man an dem schwimmenden Gehäuse doch immer nur die gröbsten Verhältnisse, da die Gehäusesubstanz zu wasserklar ist, um Einzelheiten erkennen zu lassen und die stets wechselnde Lage des das Wasser durchtreibenden Gehäuses ein festes Fixieren einzelner Teile sehr erschwert; bei der 2. Methode fällt die Substanz des Hauses zusammen, die einzelnen Teile verlieren ihre natürliche Form und die Hohlräume sind nur mit grosser Mühe zu erkennen. Es ist daher durchaus nötig ausserdem eine Sondierung aller Teile des Gehäuses auszuführen, um ganz sichere Auskunft über die Form und den Verlauf der Kammern und über die Resistenz und Dicke ihrer Wände zu erhalten, und endlich die Hohlräume künstlich mit farbigen Flüssigkeiten zu füllen, um auch die feineren und mit der Sonde nicht zugänglichen Verbindungen der Kammern festzustellen. Da die Gehäusesubstanz aber an jedem noch so sauberen Metallinstrumente festklebt und bei dem Versuche, letzteres frei zu machen, das ganze Gehäuse verzerrt und in seinen feineren Verhältnissen zerstört wird, so stellte ich mir für diese Untersuchungen eine ganze Zahl feinsten Glassonden her, deren vorderes Ende leicht knopfförmig gerundet und deren Verlauf verschieden stark gekrümmt war. Auch die Injektionen wurden mit Glaspipetten ausgeführt, deren Spitze ebenso lang ausgezogen und gekrümmt war und deren Ausfluss durch Verschliessen und verschieden weites Öffnen des oberen Rohrendes mit dem Finger beliebig reguliert werden konnte. Die Pipetten wurden mit blauer, schwarzer, gelber oder rother wässriger (Meerwasser) Lösung (Methylblau, Anilinschwarz, Bismarckbraun, Haematoxylin) gefüllt, in bestimmte Teile des Gehäuses eingeführt und dann langsam ausfliessen gelassen. Durch die Füllung mit der Farblösung wurde die Form der einzelnen Gehäuseteile sehr schön

hervorgehoben und durch den Weg, den die Flüssigkeit nahm, wurden die Verbindungen der Gehäusehöhlräume klar. Durch Umsetzen der injizierten Gehäuse in frisches Meerwasser und Injektion von solchem, wurde die Farblösung leicht wieder vertrieben und es konnten neue Versuche an demselben Gehäuse gemacht werden. Dies Umsetzen der Häuser aus einem Gefäss in ein anderes geschah immer nur mittelst weiter Glasröhren, in welche das betreffende Gehäuse aufgesogen wurde; bei den grossen Gehäusen musste, da die Wassersäule in der Röhre zu schwer war, vor dem Herausheben aus dem Wasser, ein Finger oder ein Glasschälchen das untere Ende verschliessen. Bei einiger Übung lassen sich alle diese Manipulationen, ohne deren Beachtung eine genaue Untersuchung nicht möglich ist, leicht ausführen. Man thut gut sich bei Gelegenheit möglichst viel leere Gehäuse in flachen Schalen mit filtrirtem Meerwasser zu sammeln und staubfrei aufzubewahren; sie halten sich so längere Zeit (sicher 8 Tage), wenn man verhindert, dass sie mit einander verkleben. Auch in Alkohol lassen sie sich konservieren, schrumpfen hier aber leicht und fallen mit der Zeit zu flachen Häutchen zusammen. Schnitte durch in Paraffin eingebettete Gehäuse lassen sich ebenfalls herstellen, in Folge der Schrumpfung und der Feinheit der einzelnen Membranen und Wandteile zeigen dieselben in dessen ein so schwer zu deutendes System von Punkten und Linien, dass die Mühe des Schneidens sich in keiner Weise lohnt. Man kommt durch die übrigen Untersuchungsmethoden sehr viel schneller zu sicheren Resultaten, zumal da Hämatoxylin die Substanz färbt und man dadurch die Sondierungen und Injektionen sich noch erleichtern kann.

Die auf solche Weise an einer sehr grossen Zahl von Gehäusen ausgeführten Untersuchungen ergaben nun Folgendes.

Das bewohnte Gehäuse von *Oikopleura albicans* (cfr. Taf. I) hat, wenn das Tier durch die Undulationen seines Schwanzes einen lebhaften Wasserstrom hindurch treibt und seine Wandungen spannt, eine eiförmige Gestalt; aber der spitze Pol ist in einen stumpfen, meist ein wenig gekrümmten Schnabel lang ausgezogen, der bei der Fortbewegung des ganzen Gehäuses vorangeht und das Wasser teilt. Am stumpfen Pole entspringen 5 Gallertfäden, von denen 2 ungemein lang sind und, mit gelben Sekretröpfchen beladen, nachschleppen. Aus Gründen, die sich aus der Bildungsweise des Gehäuses ergeben, mag der spitze Pol der genitale, der stumpfe Pol der orale genannt werden. Von einem Pol zum anderen messen die Gehäuse grosser Individuen 17—17,5 mm Länge; 1 Tier von 1100 μ Rumpflänge, dessen Keimdrüsen eben erst angelegt waren, hatte ein Gehäuse von 5 mm Länge.

An beiden Polen liegt eine Öffnung, die in die Hohlräume des Gehäuses führt. Die orale Öffnung ist sehr klein und bei dem ruhenden

Gehäuse in eine trichterförmige Einsenkung des oralen Poles zurückgezogen; sie dient zum Abfluss des überschüssigen Wassers und vermittelt die Fortbewegung, indem bei einer gewissen Energie des Ausstosses ein Rückstoss entsteht, der das Gehäuse mit dem genitalen Pole vorwärts treibt. Mit dieser Aufgabe hängt die Enge und die eigenartige Bauart der Öffnung zusammen, durch welche das Wasser nicht einfach abfließt, sondern unter Druck ausgespritzt wird. Demgegenüber ist die Öffnung am genitalen Pol von erheblicher Weite und nur durch 2 zarthäutige Lippen geschlossen. Wie mir schien, sind die letzteren bei dem ganz unverletzten Gehäuse an ihrem freien Rande leicht mit einander verklebt; jedenfalls tritt kein wahrnehmbarer Wasserstrom zwischen ihnen hindurch in das Gehäuse ein; sobald aber das Tier beunruhigt wird, entschlüpft es durch diese Öffnung und reisst die Lippen auseinander. Da man nun bei jeder genaueren Untersuchung des Gehäuses, so vorsichtig man auch sein mag, das Tier verscheucht, findet man stets die Lippen zerrissen und die Öffnung weit klaffend. Die Form dieser Fluchtpforte ist schmal elliptisch und zwar ist die obere Hälfte in die Basis des Schnabels, an dessen Wurzel die Öffnung liegt, eingesenkt, so dass der letztere auf seiner Ventralfläche von einer Rinne durchzogen wird, die unter der Spitze beginnt und allmählig breiter werdend die genitale Öffnung dorsal und seitlich einfasst. Hierdurch wird die genitale Öffnung dem Anprall des Wassers bei der Fortbewegung des Gehäuses zum grossen Teil entzogen, zumal da dieselbe sehr schräg gestellt ist und demnach das Wasser, welches sie trifft, leicht über sie fortgleiten muss.

Die Rückenfläche des Schnabels ist breit und geht allmählich in das übrige Gehäuse über. Dieser trägt in seiner genitalen Hälfte dorsal, dicht neben der Medianlinie je 1 grosses, etwa ovales Fenster, welches durch ein sehr feines Gitterwerk rechtwinklig sich kreuzender Fäden geschlossen wird. Oralwärts wird jedes Fenster durch einen dicken Gallertwulst begrenzt, der in der Profilansicht des Gehäuses stark vorspringt. Diese grossen Durchbrechungen bilden die Einströmungsöffnungen; die breite Rückenfläche des Schnabels treibt das Wasser bei dem schwimmenden Gehäuse direkt auf sie zu, während der sie hinten begrenzende Wall das Wasser über ihrer Fläche anstaut. Durch das Gitterwerk werden grössere Körper an dem Eindringen in das Gehäuse verhindert, da diese die Funktion der sehr zarten inneren Apparate sofort zerstören würden. Ein weitwandiger Trichter führt von dem Innenrande jedes Fensters nach den inneren Hohlräumen des Gehäuses, in die er mit einfacher, rundlicher Öffnung einmündet.

Auf dem hinteren Teile der Rückenfläche habe ich ab und an, aber nicht immer, noch 2 kurze Gallertfäden beobachtet. Sie sind

sicher konstant, da ihre Bildungszellen bei allen Tieren vorkommen; sie legen sich aber bei dem leeren Gehäuse meist der Oberfläche eng an und sind bei dem bewohnten Gehäuse offenbar ihrer Kürze und Durchsichtigkeit wegen mir entgangen. In der Anlage des Gehäuses sind sie von einem Kanal durchzogen, der terminal geöffnet ist. Es könnte also hier ein Ausfluss von Wasser stattfinden.

Die Wandung des Gehäuses ist vorwiegend aus einer mehr oder weniger mächtigen Lage von Gallertsubstanz gebildet; nur der orale Teil des Rückens und der Seitenflächen besteht einzig und allein aus sehr zarter Membran, und fällt daher bei dem leeren Gehäuse leicht zusammen. Doch ist die Umgebung der oralen Öffnung wieder durch Gallertsubstanz gefestigt. Überall lässt sich die Beziehung zu den Anforderungen, die an die betreffenden Partien gestellt werden, leicht erkennen. Am festesten ist derjenige Teil, welcher bei der Bewegung vorangeht und den Druck des Wassers zu überwinden hat; ganz zart sind die dahinter liegenden Teile, die überdies bei der wechselnden Füllung ihrer inneren Apparate dem Volumen derselben sich müssen anpassen können. Nur die Umsäumung der oralen Öffnung, die als Spritzapparat dem entweichenden Wasser grossen Druck entgegensetzen muss, ist wieder gefestigt.

Das Innere wird von mehreren Kammern, einem kompliziert gebauten Fangapparat für kleinste Organismen und dem Aufhängeapparat für den Besitzer eingenommen und dadurch zu einem wunderbar verwickelten und bei der Durchsichtigkeit und Zartheit aller Teile schwer zu erkennendem Bau gestaltet. Die einfache Beobachtung noch bewohnter Gehäuse lässt in der Regel von inneren Verhältnissen nur den allgemeinen Umriss des Fangapparates erkennen, da derselbe sich während seiner Thätigkeit mit zahllosen undurchsichtigen Bestandteilen füllt und leicht sichtbar wird. Er hat die Gestalt zweier etwa halbkreisförmiger Blätter, die in der Mitte ihres graden Randes mit ihrer Fläche verwachsen sind, während die frei gebliebenen vorderen (hier genitalen) und hinteren (hier oralen) Enden nach aussen und abwärts gebogen sind, so dass die Spitzen jedes Blattes einander zugeneigt sind. Dieser Apparat nimmt fast die ganze hintere Hälfte des Gehäuses ein und erhält durch fächerförmig über seine Fläche verlaufende Furchen und fadenförmige Fortsätze seiner freien Ränder ein sehr zierliches Aussehen. Von dem genitalen Ende des unpaaren mittleren Teiles geht ein kurzer Schlauch aus, der zum Munde des Tieres verläuft und an demselben befestigt ist. Der ganze Apparat dehnt sich aus, wenn der Schwanz der Appendicularie thätig ist, sinkt zusammen, sobald derselbe ruht. Das Tier hängt an dem Mundrohre des Fangapparates befestigt in dem Gehäuse, den Hinterrand seines Rumpfes der Fluchtöffnung zugewandt,

den Schwanz oralwärts gerichtet, so dass er der ventralen Wand des Gehäuses entlang bis unter den Fangapparat reicht. Der Rumpf liegt nicht dem Wurzelteile des Schwanzes auf, sondern bildet mit ihm einen Winkel von wechselnder Grösse, je nach der Thätigkeit des Mundes und des Schwanzes.

Durch Zusatz von fein pulverisiertem Carmin zu dem Wasser kann man sich nun, wie schon *Fol* that, über die Zirkulation des in das Gehäuse eindringenden Wassers orientieren. Mit grosser Intensität strömt dasselbe, sobald der Schwanz in Thätigkeit tritt, von Aussen auf die Gitterfenster zu und drängt das Fadenwerk derselben trichterförmig nach Innen. Die grössten Carminpartikelchen bleiben draussen auf dem Gitter liegen, die kleineren gehen mit dem Wasser hindurch und werden am Rumpf des Tieres vorbei den Schwanz entlang zwischen die Blätter des Fangapparates getrieben. Dieser breitet sich durch den Strom straff aus und füllt sich in kürzester Zeit auf das Dichteste mit Carmin. Er muss also hohl sein und irgendwo die Carminteile eintreten lassen; dieselben müssen ferner in seinem Innern alle dem genitalen medianen Teile desselben zugeleitet werden, da sie in dichtester Masse das Mundrohr passieren und so in den Mund der Appendicularie gelangen. Man sieht daher auch die Pharyngealhöhle derselben sich bald rot färben. Während so die festen Beimengungen des Wassers durch den Fangapparat gesammelt und vom Tiere verschluckt werden, wird das Wasser durch einen engen Gang zur oralen Öffnung des Gehäuses hinausgespritzt und dadurch zur Fortbewegung des Tieres verwandt.

Sondierungen zeigen, dass die inneren Öffnungen der Trichter in einen Hohlraum führen, von dem 3 in der Längsachse des Gehäuses verlaufende Kammern abgehen: eine ist genitalwärts gerichtet und mündet in der Fluchtpforte nach aussen, die beiden anderen dehnen sich oralwärts bis zum entgegengesetzten Ende des Gehäuses aus und nehmen, indem die eine ventral, die andere dorsal gelagert ist, den Fangapparat zwischen sich. Die dorsale Kammer läuft über die Flügel desselben hinüber und endet oralwärts blind; die ventrale Kammer stülpt sich von unten her zwischen die zusammengekrümmten Flügel des Fangapparates hinauf und bildet so 2 Zwischenflügelkammern, während ihr orales Ende durch einen engen schlauchförmigen Gang mit der Ausflussöffnung des Gehäuses kommuniziert. Genitalwärts, unmittelbar vor dem Fangapparat gehen dorsale und ventrale Kammer in einer horizontalen Lamelle in einander über. Auf dieser Lamelle liegt das Ausflussrohr des Fangapparates, mit dessen freiem Ende die Lippenränder der *Oikopleura* verklebt sind, frei auf. Das Tier ist also aufgehängt in jenem zentralen Hohlraume, in den die Trichter, der Fang-

apparat und die 3 Kammern münden und zwar so, dass der Mund nach dem Fangapparat, die Keimdrüse nach der Fluchtpforte hin gewandt sind, während der Schwanz in der ventralen Kammer liegt. Sobald dieser seine Undulationen beginnt, treibt er das Wasser aus der Rumpfkammer gegen das orale Ende der ventralen Kammer. Dadurch wird frisches Wasser von aussen durch die Trichter nachgesogen und indem auch dieses in die ventrale Kammer getrieben wird, diese immer mehr gefüllt. So lange die Ausflussöffnung des Gehäuses geschlossen bleibt, müssen hierdurch die Zwischenflügelkammern aufs äusserste gespannt und das Wasser aus ihnen durch besondere an seinem Rande liegende Öffnungen in den Hohlraum des Fangapparates getrieben werden. Hier werden alle festen Beimengungen zurückgehalten und von dem Tiere durch das Mundrohr aufgeschlürft, während das Wasser durch andere ebenfalls am Rande des Fangapparates liegende Öffnungen in die dorsale Kammer abfließt. Durch das stets nachströmende Wasser wird dasselbe dann, da diese Kammer oralwärts geschlossen ist, zurück genitalwärts durch den dorsalen Abschnitt der Rumpfkammer hindurch getrieben und tritt nun wahrscheinlich durch jene 2 dorsalen Gallertfäden aus, deren Anlage wenigstens durchbohrt ist. Wird aber durch besonders intensive Undulationen mehr Wasser in die ventrale Kammer getrieben als zur Zeit, durch den Fangapparat passieren kann, so wird der Druck in der ventralen Kammer so gross, dass der Verschlussapparat der Abflussöffnung versagt und das überflüssige Wasser mit Gewalt ausgespritzt wird. Dann setzt das bis dahin ruhende Gehäuse sich in Bewegung und durchneidet je nach der Zahl und Stärke der Undulationen schneller oder langsamer das Wasser in der Richtung des Schnabels. Durch noch nicht aufgeklärte Mittel vermag das Tier aber auch die Richtung zu ändern und nach unten oder oben zu schwimmen, engere und weitere Spiralen zu ziehen. Nimmt das Tier durch die Erschütterung des Gehäuses oder, was vielleicht häufiger der Fall sein wird, durch den Geschmack des Wassers eine Gefahr wahr, so reisst es sich blitzschnell vom Mundrohr los und entflieht durch die Fluchtpforte, während der Feind nur das leere Gehäuse trifft.

Die Bedeutung des Gehäuses ist für das Tier also eine sehr grosse und vielseitige. Es ermöglicht ihm eine enorme Menge Wasser genau zu filtrieren und alle darin enthaltenen Nährpartikelchen zu verzehren; es gestattet ihm sich in einem bestimmten Wassergebiet ohne grosse Anstrengung schwebend zu erhalten und mit verhältnissmässig sehr geringer Muskelkraft sich in jeder beliebigen Richtung fortzubewegen; es bietet ihm endlich einen trefflichen Schutz gegen sehr viele Feinde. Die genauere Untersuchung dieser 3 wesentlichen Funktionen wird immer deutlicher zeigen, wie genau der Bau des Gehäuses

denselben angepasst ist. Es stellt uns das Oikopleuren-Gehäuse zweifellos die höchste Ausbildung dieses Apparates vor, die bisher von den Appendicularien erreicht ist. Eben deshalb darf nicht angenommen werden, dass alle diese Leistungen auch von den wahrscheinlich sehr viel einfacheren Bildungen der *Fritillarinen* und *Kowalevskinen* ebenfalls ausgeübt werden. Wie die Entstehungsgeschichte dieses Wohnapparates eine sehr lange Zeit umspannen wird, so wird auch die Reihe der Modifikationen, die jetzt bei den Mitgliedern der Familie sich finden, eine reiche sein und es gelten alle jetzt folgenden Ausführungen also immer nur für *Oikopleura albicans* und ihre allernächsten Verwandten.

Zweifellos die für diese Arten wichtigste Funktion des Gehäuses ist die der Nahrungsbeschaffung. Einzig und allein diesem Zwecke dient der Fangapparat, der komplizierteste und zugleich zarteste Teil des ganzen Gehäuses. In zweiter Linie kommt die Ermöglichung einer leichten, nach jeder beliebigen Richtung auszuführenden Lokomotion; hierfür ist von wesentlicher Bedeutung die Substanz und Gestalt des Gehäuses und der Bau der oralen Ausflussöffnung, Für die Schutzleistung kommt die lockere Befestigung des Tieres und die Fluchtkammer mit ihrer Öffnung in Betracht. Für alle 3 Leistungen von der grössten Wichtigkeit ist der Bau der ventralen Kammer, in welcher der Schwanz arbeitet und die Konstruktion der durch die Gitterfenster geschlossenen Einflusstrichter. Die dorsale Kammer kommt nur als Ausflussraum des filtrierten Wassers in Frage. Dieser Bedeutung gemäss mögen erst die Einflusspforten besprochen werden, dann die die Nahrung beschaffenden Apparate, die lokomotorischen Einrichtungen und schliesslich die Leistungen des Gehäuses als Schutzapparat.

Das Wasser strömt durch das Gitterwerk der dorsalen Fenster in die Trichter und gelangt so in die Rumpfhöhle des Gehäuses. Die Gitter werden aus rechtwinklig sich kreuzenden, ziemlich festen Fäden gebildet; die dadurch entstehenden Maschen sind stets parallel der Längsachse des Gehäuses länger als in der Querrichtung; ihre Zahl ist eine ausserordentlich grosse und jede einzelne Masche daher sehr klein. Die Grösse schwankt natürlich mit der Grösse des ganzen Gehäuses und mit dem Alter des Tieres; dagegen sind alle Maschen ein und desselben Fensters von etwa gleicher Grösse. Bei einem grösseren Gehäuse mass eine Masche 127μ in der Länge und $34,5 \mu$ in der Breite. *Von kugeligen Gegenständen können hier also nur solche mit höchstens $\frac{1}{30}$ mm Durchmesser durchpassieren; alle Organismen mit grösseren Fortsätzen werden sicher zurückgehalten.* Eine solche Ausscheidung aller eine bestimmte Grösse überschreitender und sperriger Körper ist aber durchaus nötig, weil das Wasser im Gehäuse sowohl die kleinen und leicht verletzbaren Öffnungen am Flügelrande des

Fangapparates wie auch die ebenfalls sehr enge orale Ausflussöffnung durchströmen muss. Nach Innen von dem Gitter liegt der weite und flache Trichter, der nahe dem oralen Rande mit kurzem Trichterhals in die Rumpfkammer mündet. Bei jeder Undulationsperiode des Schwanzes wird das Gitter stark gegen den Trichter angesogen, schnell aber mit dem Eintritt der Ruhe wieder plötzlich zurück und springt dann gewölbt über den Umriss des Gehäuses vor. Bei Carminzusatz zum Wasser kann man am schwimmenden Gehäuse sehr schön das Einströmen des Carmins durch das Gitter in den Trichter und in die Rumpfkammer beobachten, dagegen gelingt es nie künstlich weder von Aussen noch von Innen her Flüssigkeiten durch das Gitter zu treiben. Führt man die Pipette direkt in die innere Öffnung des Trichterhalses ein, so wird der orale Randwulst des Gitters und dieses selbst durch die den Trichter schnell erfüllende Flüssigkeit gewaltsam vorgetrieben, aber es tritt nirgends Lösung durch die Maschen des Gitters nach Aussen. Sendet man von Aussen her den Injektionsstrom gegen das Gitter, so wird dieses gegen die Trichterwand gepresst, aber kein Tropfen tritt in den Trichter selbst ein. Nur wenn der Schwanz des Tieres durch seine Undulationen das

Wasser aus der Rumpfkammer in die Schwanzkammer treibt und dadurch neues Wasser durch die Trichter herbeisaugt, tritt ungehemmt Wasser durch das Gitter hindurch. Diese oft wiederholten Versuche lassen nur die eine Erklärung zu, dass unter dem Gitter eine Membranklappe liegt, die nur durch einen aus der Rumpfkammer kommenden Zug von dem Gitter entfernt wird. In der That sieht man im Trichter eine faltige

Haut liegen, deren Befestigungsweise ich aber bei der Unmöglichkeit das Gitter zu entfernen, nicht untersuchen konnte. Doch kann man von ihrer Funktion sich nach den vorstehenden Skizzen leicht ein Bild

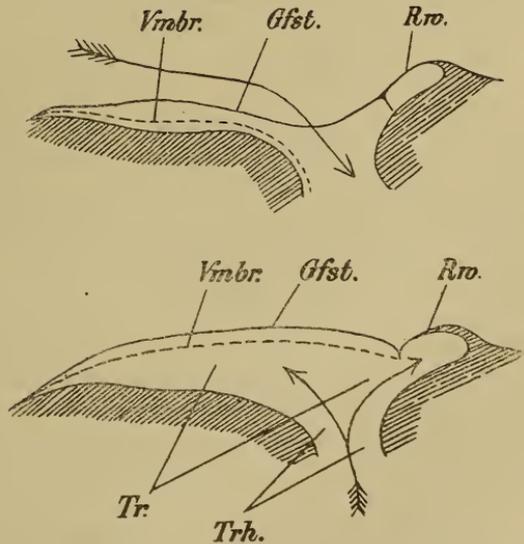


Fig. 1. Idealer Schnitt durch die Einflussöffnung des Gehäuses von *Oik. alb.*; — oben bei durchströmendem Wasser, unten bei rückstauendem Wasser.

machen, wenn man annimmt, dass sie nur mit ihrem genitalen Rande an der Verbindungslinie von Trichter und Gitter befestigt ist, sonst aber frei flottiert. Die Bedeutung dieser ganzen Einrichtung ist leicht einzusehen; sie verhindert den Wiederaustritt des in das Gehäuse eingetretenen Wassers zur Zeit der Ruhe des Tieres. Würde nach längerer Arbeit des Schwanzes der dadurch in dem oralen Teile des Gehäuses geschaffene Überdruck plötzlich mit dem Eintritt der Schwanzruhe durch die grossen Gitterfenster wieder abgeleitet, so würde dadurch ein solcher Zug auf die zarten Membranen und Fäden vor allem des Fangapparates ausgeübt, dass wahrscheinlich sehr bald Zerreibungen und Unbrauchbarkeit eintreten würden. Durch die Hinderung des Rückflusses wird aber das Gehäuse vor solchen Druckschwankungen bewahrt und, was sicher ebenso wichtig ist, die Steigerung des Druckes ganz in die Macht des Tieres gelegt. Es kann jetzt, da der durch eine Undulationsperiode geschaffene Druck nicht sogleich wieder völlig verloren geht, denselben fast beliebig steigern und dadurch in ganz anderer Weise die Lokomotions- und Filtrationsarbeit des Gehäuses regulieren. Dass der Druck des Wassers im Gehäuse nicht zu gross wird, dafür sorgt der elastische Verschlussapparat der kleinen oralen Abflussöffnung, die gleichsam als Sicherheitsventil betrachtet werden kann.

Die innere Öffnung des Trichterhalses durchbricht die Seitenwand der Rumpfkammer; sie liegt etwas tiefer als der Rumpf des Tieres und ist schräg oralwärts gerichtet. Das Wasser tritt aus beiden Öffnungen demnach unter dem Rumpf in die Rumpfkammer und wird von hier durch den Schwanz in die Schwanzkammer und in deren seitlich-dorsale Fortsetzungen, in die Zwischenflügelkammern getrieben, die direkt mit dem Lumen des Fangapparates kommunizieren. Damit beginnt also die Funktion des Gehäuses als Nahrungssammler. Bei Gehäusen, die eben erst entfaltet sind, ist der Fangapparat völlig wasserklar; je länger das Gehäuse aber im Dienst steht, um so trüber wird derselbe und zwar beginnt die Trübung in dem unpaaren medianen Teile und breitet sich erst allmählig auf die eigentlichen Flügel aus. Setzt man dem Wasser Carminpulver zu, so tritt dieses sofort von den Zwischenflügelkammern aus in den Fangapparat ein und sammelt sich hier ganz in derselben Weise an. In kurzer Zeit färbt sich dadurch der ganze Fangapparat dunkelrot, während alle anderen Teile des Gehäuses völlig klar bleiben. Gleichzeitig bemerkt man, wie auch der Inhalt des vom Fangapparat zum Munde des Tieres ziehenden Mundrohres sich rot färbt und Carminpartikel in die Pharyngealhöhle und die Speiseröhre des Tieres eintreten. Nur durch das Mundrohr treten Carminteilchen wieder aus dem Fangapparat heraus; derselbe sammelt also alle im Wasser suspendierten Körper auf und führt sie

durch das Mundrohr dem Tiere als Nahrung zu. *Untersucht man Gehäuse, welche soeben erst von ihren Bewohnern verlassen sind, mit dem Mikroskop, so findet man im Hohlraum des Fangapparates neben allerhand Schmutzpartikeln zahllose kleinste Diatomeen und bakterienähnliche Formen, dann Sporen und endlich eine Unmenge Protozoen, die lebhaft zwischen den Septen und Fäden umherschwimmen, aber nirgends die Wandungen durchbohren.* Wenn Fol daher behauptet, dass die Gehäusesubstanz so weich sei, dass Protozoen ungehindert durch sie hindurchschwimmen, so liegt hier sicher eine Täuschung vor. Er kannte die Septen und Gänge des Fangapparates nicht, sah aber Protozoen sich in ihm hin- und herbewegen und glaubte daher, dass sie durch die zarte Substanz desselben hindurchschwämmen.

Das Mundrohr ist am Mundrande so befestigt, dass die halbkreisförmige Unterlippe in sein Lumen vorspringt und das Tier durch Aufrichten oder Senken derselben die Menge des einströmenden Wassers regulieren kann. Aus der Pharyngealhöhle werden alle festen Teilchen in die Speiseröhre geführt, während das klare Wasser durch die Kiemengänge abfließt. Dies Verhalten stand in sonderbarem Gegensatz zu dem bei gehäuselosen Tieren beobachteten Schicksale des Carmins. Zwar trat dasselbe auch hier in grosser Menge durch den Mund in die Athemhöhle ein, aber es gelangte kein einziges Körnchen in die Speiseröhre; alle flossen durch die Kiemengänge nach Aussen ab. Gleichzeitig war bei den zum Experiment benutzten Tieren der ganze Darmtractus leer. Da nun nach den schönen Untersuchungen von Fol die festen Teilchen des

Athemwassers durch Sekret des Endostyls festgehalten werden, so war bei diesen Tieren offenbar die Sekretion dieser Drüse unterbrochen. Es liegt daher die Vermutung nahe, dass während der Zeit, in welcher die *Oikopleura* frei umherschwimmt und in der Regel die Sekretion neuer Gehäusesubstanz vor sich geht, das Endostyl ruht und daher auch keine Nahrungsaufnahme stattfindet. Es würden also die Ausscheidung neuer Cuticulae durch das Integument und von Schleim durch das Endostyl sich zur Zeit einer lebhaften Gehäusebildung ablösen, so dass dann die Oikopleuren nur im Gehäuse Nahrung aufnehmen. Ist aber zu anderen Zeiten die Gehäusebildung wenig lebhaft, so mögen beide Funktionen gleichzeitig sich vollziehen. Leider habe ich diese Verhältnisse noch nicht besonders untersucht.

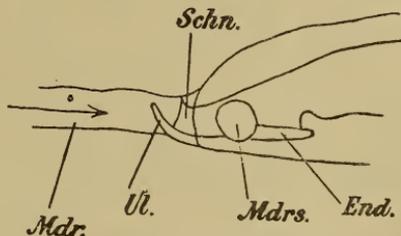


Fig. 2. Befestigung des Mundrohres an der Schnauze der *Oikopl. albica*.

Jedenfalls ist aber die Nahrungszufuhr im Gehäuse durch die Thätigkeit des Fangapparates eine sehr viel grössere als bei dem gehäuselosen Tiere. Sie ist wahrscheinlich 20—30 mal reicher¹⁾, und es kann daher nicht überraschen, wenn alle Tiere zur Zeit lebhafter Gehäusebildung einen dicht mit Nahrungs- und Kothballen erfüllten Darm besitzen und in den schnell abgetöteten Fängen aus dieser Zeit die wurstförmigen Exkremete ungemein zahlreich sich finden. Auch in den Gehäusen selbst trifft man ab und an Kothballen an, wie schon Moss beschreibt. Dagegen kann man, wenn wenig Gehäuse auftreten, viele Thiere mit ganz leerem Darm finden.

Die Einrichtung, durch welche im Gehäuse die Nahrungszufuhr in so erheblicher Weise gesteigert wird, ist ihrem Prinzip nach sehr einfach. Die Wassermenge, welche in der Zeiteinheit durch den Mund des Tieres einströmen kann, ist selbstverständlich abhängig von dem Querschnitt der Mundöffnung und der Schnelligkeit des einfließenden Stromes. Ersterer wird durch die Stellung der Unterlippe, letzterer durch die Thätigkeit der Wimperapparate der Pharyngealhöhle bestimmt. Die eintretende Wassermenge kann also bei dem freischwimmenden Tiere nicht kleiner sein als im Gehäuse; aber, indem im Fangapparate des Letzteren das Wasser durch eine sehr enge und ausgedehnte Reuse getrieben wird, werden alle festen Beimengungen in dem unpaaren unteren Abschnitt des Fangapparates zurückgehalten, und *mit dem Mundrohre schöpft das Tier dies auf engsten Raum zusammengedrückte Material ab. Der den Fangapparat durchfließende Strom geht also nicht durch das Mundrohr, sondern quer an diesem vorbei in die dorsale Kammer*; dabei sammelt sich alles Nährmaterial unterhalb der Reusen an, bis es von dem Tiere durch das Mundrohr aufgesogen wird. Die Thätigkeit des Fangapparates ist daher von der saugenden Thätigkeit des Tieres zunächst ganz unabhängig und wird wie die Lokomotion allein durch die Undulationen des Schwanzes bedingt. Nur wird natürlich durch die Fortnahme des in das Mundrohr eintretenden Wassers, Wasser in den Fangapparat aspiriert und so die Schnelligkeit des einfließenden Stromes gesteigert. Aber durch Strecken des Mundrohres, Heben und Senken seines genitalen Endes muss das Tier die Menge des den Fangapparat durchströmenden Wassers ändern können. Denn man kann stets beobachten, dass der Übergang von einer Periode, in der die

¹⁾ Die Linie, in welcher beide Flügel median verwachsen sind, war bei einem Gehäuse etwa 15 mal so lang wie der Durchmesser des Mundrohres; da an der Basis jedes Flügels Ein- und Ausfluss aus dem unpaaren Abschnitte des Fangapparates stattfindet, so kann man die Summe aller kleinsten Abflussöffnungen gleich 30 Mundrohrquerschnitten setzen, vorausgesetzt, dass die Weite der Abflussräume (= Höhe der Septen) nicht kleiner als der Mundrohr-Durchmesser ist.

Undulationen des Schwanzes nur Wasser filtrierte aber nicht zur Fortbewegung des Gehäuses zur oralen Öffnung ausstießen, zu einer Periode der Lokomotion durch plötzliche ruckweise Änderungen in der Haltung des Mundrohres eingeleitet werden. Ich vermute, dass dadurch die Blätter des Fangapparates straffer gespannt und einander mehr genähert werden, so dass weniger Wasser zwischen sie hindurch treten kann und also der Druck in der ventralen Kammer sich steigert.

Der Fangapparat besteht aus zwei nahezu halbkreisförmigen Flügeln, deren mittlere Abschnitte einander eng anliegen und zum Teil mit einander verschmolzen sind (Taf. I, Fig. 2—5), während die vorderen und hinteren Abschnitte nach rechts und links divergieren. Jeder Flügel ist dabei so gekrümmt, dass seine Mitte fast aufrecht steht und mit der Längsachse des Gehäuses zusammenfällt, die Enden dagegen einander entgegengerückt und abwärts gebogen sind; sie bilden die dorsale, vordere und hintere Wand der Zwischenflügelkammern, während die Rückenfläche der Flügel den Boden der dorsalen Kammer bilden. Der mediane unpaare Abschnitt läuft genitalwärts in das Mundrohr aus. Der grösste Teil des freien Flügelrandes erscheint lappig durch Furchen, die fächerförmig von dem medianen Teile ausstrahlend über die Flügelfläche laufen und, da wo sie den Rand treffen, diesen etwas einziehen. Der ganze Apparat ist hohl und wird aus sehr zarten Membranen gebildet, deren Lagerung und Zusammensetzung man am besten an weit vorgerückten Gehäuseanlagen studiert, da sie im fertigen Gehäuse so zart sind, dass sie nur sehr schwer sicher von einander getrennt werden können. An solchen Anlagen (Taf. III, Fig. 6) trifft man zunächst eine äusserste dorsale (*a*) und eine innerste ventrale (*b*) Membran. Erstere bildet den Boden der dorsalen Kammer und endet an dem Rande desselben mit einem gelappten freien Rande; letztere bildet einen Teil der Wand der Zwischenflügelkammern und schneidet ebenfalls am freien Rande der Flügel mit einem freien, aber gradlinigen Rande ab. Zwischen diesen beiden Membranen dagegen liegt noch eine dritte Haut (*c*), die ohne Grenze in die Wand der Zwischenflügelkammern übergeht und also keinen freien Rand zeigt. Diese Membran scheidet also den Hohlraum jedes Flügels in einen Abschnitt, der mit der dorsalen Kammer und einen anderen Abschnitt, der mit der Zwischenflügel-

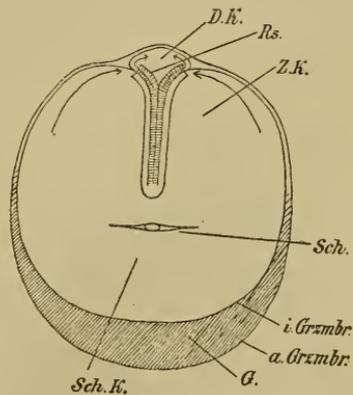
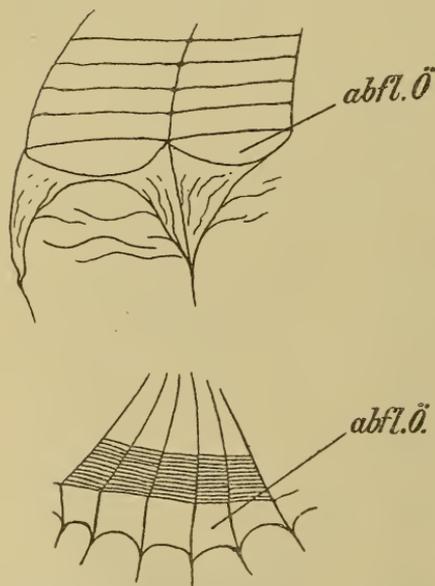


Fig. 3. Idealer Durchschnitt durch die orale Hälfte eines Gehäuses von Oik. alb.

kammer kommuniziert (Fig. 3). Der erstere nimmt das Wasser aus den Zwischenflügelkammern (*Z.K.*) auf und führt es in den unpaaren Abschnitt; seine Wandungen sind glatt, sein Lumen zwar flach, aber frei. In den unpaaren ventralen Abschnitt des Fangapparates reicht das Septum nicht mehr hinein, es schneidet in gradem freiem Rande an seiner Decke ab und um diesen Rand herum tritt daher das Wasser in den zweiten Abschnitt jedes Flügels, der in die dorsale Kammer (*D.K.*) ausmündet. Sein Lumen ist nun aber nicht frei, sondern durch etwa 25—30 fächerförmig vom Flügelrande ausstrahlende Septen in ebensoviele einzelne Bahnen zerlegt und jede Bahn durch quer gespannte Fäden in zahllose kleinste Abschnitte geteilt. An ihrer breitesten Stelle, am freien Flügelrande, waren diese Bahnen bei einem grossen Gehäuse 440 μ breit, während die Fäden 135—170 μ auseinander standen; weiter vom Rande entfernt nehmen diese Verhältnisse schnell ab und erreichen ihr Minimum beim Übergang in den medianen unpaaren Abschnitt. Leider habe ich von diesen Teilen keine Messungen erhalten; immerhin muss man aus der verhältnismässigen Weite der Bahnen schliessen, dass *die Septen wesentlich Stützapparate sind, um den eigentlichen Reusenapparat,*



die querverlaufenden Fäden (f), in ihrer Lage zu erhalten und den Abstand der Wände von einander zu regulieren. Die Zahl dieser Fäden ist eine sehr grosse und ihre Lagerung sehr dicht, so dass die Flügelfläche durch sie fein quergestreift erscheint. Ihre filtrierende Wirkung wird noch dadurch erhöht, dass ihre Oberfläche sich mit den kleinsten Partikelchen bedeckt und dadurch rauh wird. Die Ausflussöffnungen der Bahnen in die dorsale Kammer sind bei bewohnten und leeren Gehäusen leicht zu sehen (Fig. 4). In der Ruhe oder bei schwachem Ausfluss sind sie spindelförmig, indem die Septen ganz niedrig sind; bei starkem Wasserdruck dehnen sich die Septen stark und die Öffnungen werden mehr viereckig. Um so schwieriger ist die Stelle zu erkennen, an welcher das Wasser aus der Zwischenflügel-

Fig. 4. Aussenrand der Flügel des Fangapparates von *Oik. alb.* mit den Ausflussöffnungen; oben im Zustande der Ruhe, unten während des Ausströmens des Wassers. (oben sehr stark vergrössert.)

kammer in den Fangapparat einströmt. Vor der Entfaltung des Gehäuses sieht man den freien Rand der ventralen Wand sehr scharf (Taf. III, Fig. 6); aber später habe ich ihn stets vergeblich gesucht, obwohl man die Carmineteilchen am Flügelrande in den Apparat eintreten sieht. Aber da hier gar keine Besonderheiten sind, wodurch der Rand auffallen könnte, so ist er mir an dem bewohnten Gehäuse entgangen und bei dem leeren wird er vermutlich sich der Scheidewand einfach anlegen.

Da das Wasser durch die Undulationen des Schwanzes in den Fangapparat getrieben wird, so füllt er sich während derselben prall an, sinkt dagegen mit dem Aufhören der Undulationen sofort zusammen. Dadurch entsteht eine pulsatorische Bewegung, wenn das Tier häufig ausruht; die Volumänderung des Apparates ist dabei recht erheblich. (Taf. I, Fig. 5a u. b.)

Durch künstliche Injektion den Fangapparat zu füllen, ist mir nur ein einziges Mal gelungen und zwar von der dorsalen Kammer aus. In allen anderen Fällen schlossen sich bei der Injektion der dorsalen Kammer oder der Zwischenflügelkammern die Öffnungen durch den Druck des Wassers. Sobald das Tier das Gehäuse verlässt, sinkt der Fangapparat zusammen und wird durch die festeren Massen der Wandungen gedrückt. Das einzige Mittel, ihn wieder brauchbar zu machen, wäre dann wahrscheinlich eine Injektion vom Mundrohre aus gewesen; es ist mir aber nie gelungen, in das schlaife und faltige Rohr mit der Pipette einzudringen. Bei Carminzusatz zu dem bewohnten Gehäuse kann man indessen so leicht sich über den Weg des Carmins orientieren, dass solche Injektionen kaum nötig erscheinen. Stets gelangt das rotgefärbte Wasser aus den Zwischenflügelkammern in den Apparat, während vollständig carminfreies Wasser in die dorsale Kammer austritt. Stets findet man nachher das Carmin, soweit es nicht von dem Tier aufgenommen ist, in dem medianen unpaaren Abschnitt und zwischen dem Fadenwerk der Septen angesammelt.

Die zweite Funktion des Gehäuses ist die lokomotorische. Wie für die Filtration, liefert auch hierfür der Schwanz die lebendige Kraft. Jede Undulation setzt den Fangapparat in Thätigkeit, aber nicht jede bewegt das Gehäuse von der Stelle. *Darin spricht sich auch deutlich die grössere Wichtigkeit der nutritorischen Funktion des Gehäuses aus.* So oft ich den Beginn der Fortbewegung des Gehäuses beobachtet habe, wurde derselbe eingeleitet durch ruckweise Bewegungen des Mundrohres, so dass es schien, als ob das Tier irgend etwas an dem Funktionieren des Fangapparates ändern wolle. Da aber jede Lageänderung des Tieres im Gehäuse sich dem Mundrohre mitteilen muss, so ist es schwer zu entscheiden, ob diese Bewegungen des Mundrohres nur Folgen anderer

Bewegungen oder selbständig waren. Denn abgesehen hiervon, ging auch stets eine Steigerung der Schwanzthätigkeit der Fortbewegung des Gehäuses voraus. Da endlich das Wasser, welches den Fangapparat speist, in die Zwischenflügelkammern, das die Lokomotion bedingende Wasser aber gegen das blinde Ende der ventralen Kammer getrieben werden muss, so wäre möglich, dass das Tier ausserdem noch in irgend einer geringen Art die Lage des Schwanzes veränderte, ohne dass das von mir wahrgenommen wäre. Jedenfalls muss der Wasserdruck in der ventralen Kammer so gesteigert werden, dass das Wasser den engen Kanal erfüllt, der das orale Ende der Kammer mit der Ausflussöffnung verbindet. (Taf. I, Fig. 2.) Dies wird sicher durch die Steigerung der Undulationen erreicht, könnte aber noch erhöht werden durch Hemmung der Zirkulation im Fangapparat. Ob dies geschieht, weiss ich nicht. Die Ausflussöffnung liegt am stumpfen oralen Pole des Gehäuses in einer trichterförmigen Einsenkung. Sie springt während der Ruhe knaufförmig in den Ausflusskanal vor; ihre Wurzel ist von festen, stark lichtbrechenden Stäbchen umgeben und ebensolche Teile stützen ihre Kanten. (Taf. III, Fig. 12) In diesem Zustande ist sie geschlossen; um sie zu öffnen, muss sie nach aussen umgestülpt werden. (Taf. I, Fig. 7.) Da aber ihr innerer Teil voluminöser als ihr äusseres Ende ist, muss der Knauf gewaltsam das Gerüst der Wurzel auseinanderdrängen und sich vorstülpen. Dann springt der Knauf nach aussen vor und legt sich becherförmig auseinander. Jetzt ist er geöffnet und das Wasser, welches unter einem ziemlichen Druck stehen musste, um den Knauf zu öffnen, spritzt gewaltsam heraus und treibt durch seinen Rückstoss das Gehäuse fort. Sobald die Thätigkeit des Schwanzes aber nachlässt und der Wasserdruck sinkt, schnellt die Glocke wieder zurück und schliesst den Kanal. Es tritt fast momentan Stillstand ein. Dieses präzise Reagieren des Gehäuses auf die Thätigkeit des Schwanzes ist anfangs sehr überraschend.

Die Bahn, welche das Gehäuse beschreibt, scheint sich stets auf eine Spirale zurückführen zu lassen, aber die Länge der einzelnen Windungen variiert je nach der Schwanzarbeit des Tieres so ausserordentlich, dass sie in den extremen Fällen sich sehr einer geraden Linie oder einem Kreise nähert. Käme nur die Form des Gehäuses für die Fortbewegung in Frage, so würde durch den Wasserstrahl aus der oralen Öffnung das Gehäuse gradlinig zurückgestossen werden. Nun strömt aber, je stärker der Schwanz unduliert, mit um so grösserer Gewalt das Wasser durch die umfangreichen Gitterfenster der Trichter in das Gehäuse ein. An diesen beiden Stellen setzt demnach das Gehäuse dem Wasser keinen Widerstand entgegen und es wird daher die Bewegung aus der gradlinigen Bahn in eine dorsal emporgekrümmte

Linie abgelenkt. Ist der Einstrom des Wassers am grössten, so überschlägt sich das Gehäuse unaufhörlich, ist er ganz unbedeutend, so bewegt sich das Gehäuse fast gradlinig fort. *So eigentümlich auf den ersten Blick eine spiralförmige Bahn erscheint, so zweckmässig stellt sie sich doch bei genauerer Betrachtung dar, da sie besondere Einrichtungen für das Wenden nach rechts oder links und das verschieden steile Aufwärtsschwimmen völlig entbehrlich macht.* Dadurch, dass das Tier die Weite der Spiralen und die Schnelligkeit, mit der jeder kleinste Abschnitt derselben zurückgelegt wird, ganz in seiner Gewalt hat, kann es auch ganz nach Belieben bald längere Zeit einfach schräg emporsteigen, nach rechts oder nach links abschwanken. Es macht daher das Umherschweben der Tiere mit ihren Gehäusen einen recht eleganten und gewandten Eindruck. Die Schnelligkeit habe ich leider nicht messen können, da ich, so lange die Gehäuse noch bewohnt waren, ganz durch das Studium des Baues in Anspruch genommen war. Ich möchte die durchschnittliche Bewegung etwa der einer Cydippe vergleichen, doch kann sie recht stürmisch werden und durch das stete Überschlagen der Tiere mit ihrem Gehäuse sehr sonderbar aussehen.

Sobald die Ausflussöffnung sich schliesst, hört momentan auch die Bewegung auf. Das Gehäuse fängt, da es schwerer als das Wasser ist, langsam an zu sinken, ohne hierbei eine bestimmte Richtung anzunehmen; es kann der dorsale oder der ventrale, der orale oder genitale Teil nach unten gerichtet sein. Das Sinken geht sehr langsam vor sich und wird durch die leiseste Gegenströmung aufgehalten. *2 kleine Gehäuse von noch ganz jungen Oikopleuren (wahrscheinlich nicht albicans, sondern dioica) sanken in 1 Sekunde 0,18—0,25 mm, also in 1 Stunde 65—90 cm, während dieselben Tiere ohne Gehäuse in derselben Zeit etwa 500 cm gesunken sein würden.* Der durchschnittlichen Geschwindigkeit nach übertrifft das gehäuselose Tier das mit Gehäuse schwimmende auch im Emporsteigen. Aber in Wirklichkeit wird ersteres hierin weit hinter letzterem zurückbleiben. Denn einmal vermag die Gehäusobewohnerin viel zahlreichere Undulationen ohne Pause auszuführen (ich habe in einem Falle 400 Undulationen auf einander folgen gesehen), da sie auf die einzelne Undulation weniger Kraft zu verwenden braucht, und dann geht der gehäuselosen *Oikopleura* fast immer in Folge ihres schnellen Sinkens während der Ruhepause der ganze Weg wieder verloren, den sie durch ihr stürmisches Emporschwimmen zurückgelegt hat, während das Gehäuse, selbst bei viel längeren Pausen, nur ganz wenig verliert. Eine *Oikopleura parva* konnte ich über 3 Minuten lang beim Schwimmen ohne Gehäuse beobachten. Sie machte in dieser kurzen Zeit 6 Aufstiege und 6 Ruhepausen. Ihre Bewegungen waren sehr lebhaft, es zeigten sich keine Spuren der Ermattung. Aber nach 3,3 Minuten hatte

sie im Steigen 220 mm zurückgelegt und war während der Pausen 270 mm gesunken; sie befand sich also schliesslich 50 mm tiefer als im Beginn der Beobachtung. Dieser Fall ist sicher nicht abnorm, da stets bei den Oikopleuren die Undulationen des frei schwimmenden Tieres nur kurze Zeit anhalten, während die Ruhepausen erheblich länger währen. In dem angeführten Falle z. B. war die Durchschnittsdauer der Undulationsperioden kaum 3 Sekunden, die der Ruheperioden hingegen 30,5 Sekunden. Nun mag im Meer sich immerhin das Verhältnis beider Zeiten etwas günstiger stellen, da die gefangenen Tiere, wenn sie auch in grossen Glashäfen isoliert waren, doch geschwächt sind. Aber ich glaube nicht, dass bei den Oikopleuren (*albicans*, *parva rufescens* und *dioica* wurden beobachtet), so lange sie ohne Gehäuse schwimmen, an ein aktives Steigen gedacht werden kann. Das Wahrscheinlichste scheint mir, dass in der Natur beide Arten der Bewegung (Aufsteigen und Sinken) sich das Gleichgewicht halten, so dass in ruhendem Wasser die Tiere nach Verlauf einiger Zeit immer ihre ursprüngliche Höhenzone wieder erreicht haben. Der Effekt der Bewegung ohne Gehäuse wäre dann also nur ein stetes Durchkreuzen der Wassermassen ohne erhebliche vertikale Ortsänderung. Trotzdem macht das Schwimmen vollständig frischer Oikopleuren auch ohne Gehäuse keinen unbeholfenen Eindruck. Wie ich schon früher nachgewiesen habe, ist in Folge der eigenartigen Einlenkung des Schwanzes am Rumpfe und der Schwere der Keimdrüsen die Bahn der Bewegung auch hier eine Spirale, die dem Tiere gestattet, durch Änderung der Intensität der Undulationen in der mannigfachsten Weise die Richtung zu ändern.

Kommt sonach für die freischwimmenden Tiere ein aktives Emporsteigen durch grössere Räume garnicht in Frage, wohl aber ein passives Sinken (*Oik. albicans*, reife Tiere würden bei andauernder Ruhe in 1 Stunde 2050 cm, kleinere Oikopleuren 520 cm sinken können; durch abwärts gerichtete Schwimmbewegungen würde der Weg aber noch erheblich vergrössert werden können), so werden die Tiere mit ihrem Gehäuse leicht Strecken von mehreren Metern emporsteigen können; ob sie aber auch grössere Entfernungen so werden zurücklegen können, wird wesentlich davon abhängen, wie oft die Gehäuse erneuert werden und wie viel Zeit zwischen dem Abwurf des alten und der Fertigstellung des neuen verrinnt. Nach *Fol's* Angaben haben seine Exemplare von *Oikopleura albicans* nie länger als 3 Stunden ein Gehäuse bewohnt und in $\frac{1}{4}$ — $\frac{2}{4}$ Stunden nach Abwurf des alten das neue vollendet. Bei der grossen Empfindlichkeit der Tiere glaube ich aber, dass in der Natur ein Gehäuse gewöhnlich erheblich länger benutzt wird, während die Dauer der Vollendung des neuen Gehäuses wahrscheinlich noch kürzer sein wird. Die Tiere, welche ich isolirte, bildeten gewöhnlich nicht mehr

als 1 Gehäuse aus, das sie nach der Zeit von höchstens 1 Stunde wieder verliessen; obwohl die Tiere dann noch 12 und mehr Stunden munter umherschwammen, kam es zu keiner neuen Gehäusebildung. Nur einmal hatte eine *Oik. rufescens* in 24 Stunden 6 Gehäuse abgeworfen; aber nur bei einem derselben war der Fangapparat dicht mit Fremdkörpern erfüllt, bei den anderen stufenweise leerer und bei dem offenbar jüngsten Gehäuse ganz klar. Vermutlich waren also die Gehäuse immer schneller erneuert und der Prozess krankhaft gesteigert.

Als 3te Leistung des Gehäuses kommt die als Schutz einrichtung in Frage. Sie beruht nicht darauf, dass das Tier in seinem Gehäuse ungestört vor den Angriffen seiner Feinde leben könnte, wie etwa der Einsiedlerkreb in seiner Schneckenschale, sondern dass die Gehäusesubstanz die Angriffe abfängt und dadurch der Bewohner Zeit gewinnt zu entfliehen. Das Gehäuse geht also bei dieser Funktion zu Grunde. Seine ausserordentliche Durchsichtigkeit, die die Wahrnehmung des ganz jungen Gehäuses so sehr schwer macht, ist hierbei das Wichtigste; fast nur der Körper des Tieres und von diesem, der ebenfalls farblos ist, wesentlich das durch die Nahrungsballen dunkel gefärbte Darmrohr, fallen in das Auge. Würden nur direkt auf dieses die Angriffe gerichtet, so wäre bei sehr schnellen und kräftigen Tieren, wie etwa Sagitten möglich, dass sie die weiche Substanz im Stoss durchbohrten; aber zunächst ist diese Masse fadenziehend und sehr klebrig, so dass die Räuber von ihr umhüllt würden und dann sind eine ganze Reihe von Einrichtungen vorhanden, durch welche die Aufmerksamkeit der Feinde von dem Tier ab auf andere Teile des Gehäuses gelenkt wird. An den Wandungen der Zwischenflügelkammern, der Flucht- und vor allem der Schwanzkammer sind nämlich gelbe Sekretmassen unter der Form symmetrisch geordneter Plättchen verteilt (Taf. I, Fig. 6), und ebenso ist der Schnabel und die langen, hinter dem Gehäuse nachschleppenden Fäden mit solchen Sekreteilen versehen (Taf. I, Fig. 1). Ich habe sie vorwiegend bei noch jungen Gehäusen gesehen, wo der Fangapparat noch nicht durch seinen Inhalt getrübt ist. Sie gehen offenbar bald zu Grunde und es übernimmt dann der durch seine Trübung und seine Pulsation auffallende Fangapparat die Rolle dieser farbigen Sekrete. Endlich leuchtet aber das Gehäuse bei jedem Stoss, den es empfängt, lebhaft auf; ich habe nicht sicher mich überzeugen können, dass dieses Phosphoreszieren ebenfalls von dem gelben Sekret ausgeht, aber es spricht sehr dafür, dass das Aufleuchten auf ganz bestimmte Stellen des Gehäuses beschränkt ist; es geht aber so schnell vorüber, dass ich Genaueres nicht erkennen konnte. Von dem Tiere ist dies Aufleuchten ganz unabhängig, da es sich auch an den verlassenen Gehäusen noch nach 3 Stunden hervorrufen lässt. Auch

die Grösse des Gehäuses kann als Schutz bedingend angesehen werden, da dadurch die Angriffspunkte weiter vom Tier entfernt werden.

Das Entschlüpfen des Tieres erfolgt blitzschnell. Ein schneller Ruck am Mundrohr und ein Paar Schwanzschläge befreien das Tier von seinen Verbindungen mit dem Gehäuseinneren und treiben es durch die Fluchtkammer zu einer besonderen Fluchtöffnung hinaus. Die zarte horizontale Platte, welche den Übergang der Schwanzkammer und der dorsalen Kammer bezeichnet und auf welcher das Mundrohr liegt, trägt in den leeren Gehäusen dicht neben der Mediane an ihrem freien Rande 2 kleine Gallertzäpfchen, die wie die Reste abgerissener Gallertfäden aussehen (Taf. I, Fig. 4). Sie werden sehr wahrscheinlich der unmittelbar unter dem Munde an der Kehle gelegenen kleinen Drüse entspringen, die durch ein medianes Septum in 2 Hälften geteilt wird (Taf. II, Fig. 15, 17) und so den Rumpf des Tieres mit dem Rande jener Platte verbinden. Mehr Befestigungen des Rumpfes aber als diese 2 Fäden und das Mundrohr habe ich nicht finden können. Auch genügen diese sicherlich, da der hintere Teil des Rumpfes durch den Schwanz in seiner Lage erhalten wird, indem er während der Ruhe sich fest an die

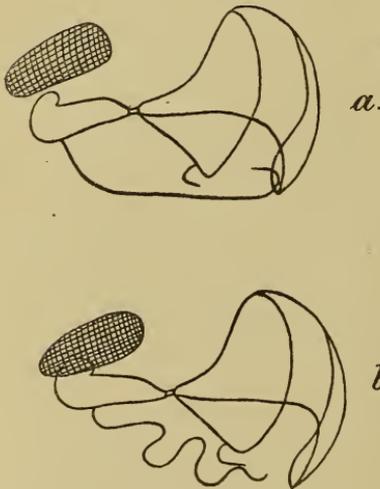


Fig. 5. Tier im Gehäuse, a: während der Schwanzruhe (Schwanzspitze umgebogen), b: während der Undulationen. Nur Fangapparat und Gitterfenster sind vom Gehäuse eingetragen, da gewöhnlich nur diese beiden Teile ohne Weiteres sichtbar sind (Oik. alb.)

Wand der Schwanzkammer stemmt, während der Thätigkeit aber durch den Widerstand des von ihm vorwärts getriebenen Wassers gehalten wird. Während der Ruhe ist daher das letzte Ende der Schwanzflosse, distal an der Chorda, hakenförmig nach vorn zurückgeschlagen, während der Undulationen schwingt der Schwanz frei wie eine Geisselcilie in der Kammer (Fig. 5). Soll die Lage des Rumpfes geändert werden, so stemmt der Schwanz seine Spitze gegen die fein quergebüllte ventrale oder dorsale Wand der Kammer oder gegen 2 Buckel, die den Eingang zur Schwanzkammer rechts und links begrenzen. Er gewinnt hierdurch einen festen Stützpunkt und es muss auch eine dieser Stellen sein, gegen welche die *Oikopleura* sich anstemmt, um die Verbindungen ihres Rumpfes mit dem Gehäuse zu zerreißen.

Die Fluchtkammer ist von der Rumpfkammer durch eine schräg aufgerichtete Falte getrennt (Taf. I, Fig. 2), die verhindert, dass das durch die Trichter in die Rumpfkammer einströmende Wasser nicht z. t. in die Fluchtkammer fliesst, und durch Austritt aus der Fluchtpforte unbenutzt verloren geht. Die letztere ist die grösste Öffnung, welche die inneren Hohlräume mit der Aussenwelt verbindet, da durch die anderen nur Wasser und kleinste Partikel durch diese aber der ganze Körper des Tieres hindurch muss. Sie ist lanzettförmig, schräg gestellt und, was das auffälligste, durch 2 häutige Lippen vollständig verschliessbar. Aber da dieselben ganz dünne Häute repräsentieren, so ist an eine mechanische Funktionierung nicht zu denken, und der unregelmässig lappige Innenrand führt zu der Vermutung, dass die Fluchtpforte bei dem bewohnten Gehäuse durch eine einheitliche Membran verschlossen ist, und die Lippen erst entstehen, wenn bei der Flucht das Tier die Pforte aufreisst. An bewohnten Gehäusen ist leicht zu konstatieren, dass hier kein Wasser eintritt; auch würde die Falte am Eingange der Fluchtkammer in diesem Falle wie ein Taschenventil wirken und den grössten Teil der Öffnung nutzlos machen; ebenso wenig tritt hier Wasser aus, was auch bei der Fortbewegung des Gehäuses kaum möglich wäre, da die Öffnung ja genau am vorangehenden Pole liegt und also den grössten Aussendruck zu tragen hat. Ist dagegen diese Fluchtpforte normaler Weise durch eine zarte Membran geschlossen, so ist Lage, Bau und Funktion leicht verständlich. Die Falte hat dann sogar die doppelte Aufgabe, bei schneller Bewegung das Eindringen der Fluchtpforte von Aussen durch den Druck des umgebenden Wassers und von Innen durch den Druck des in das Gehäuse einflussenden Wassers durch Übertritt in die Fluchtkammer zu verhindern.

Ein grosser Teil der Gehäuse wird von dem Tiere also verlassen, weil es vor den wirklichen oder vermeintlichen Angriffen irgend welcher Feinde flieht; diese Flucht kann jederzeit erfolgen, ja es werden bei plötzlichem Schreck schon die noch nicht entfaltenen Gehäuse, die Gehäuseanlagen, abgeworfen, so dass man in den Fängen diese kleinen und relativ konsistenten Gallerthüllen oft in grosser Menge findet. Aber auch unabhängig von solchen Eindrücken findet nach gewisser Zeit ein Verlassen des alten Gehäuses und eine Neubildung statt. Bei der Empfindlichkeit der Tiere ist es natürlich sehr schwer, sichere Anhaltspunkte über die Häufigkeit dieses, wenn man will, physiologischen Ersatzes des Gehäuses zu gewinnen. Ob die häufige und schnelle Neubildung, die von *Fol* und mir an isolierten Tieren konstatiert wurde, wonach in 24 Stunden unter Umständen 6—8 Gehäuse gebraucht würden, normal ist, ist schwer zu entscheiden. Doch sollte ich glauben, dass dann

die Zahl der leeren Gehäuse in Zeiten, wo die Gehäusebildung rege vor sich geht und die Tiere in grosser Menge auftreten, ganz gewaltig sein und jedenfalls die Zahl der Oikopleuren ganz bedeutend übertreffen müsste. Solche Fälle sind mir aber bisher nicht vorgekommen; stets waren die Tiere erheblich zahlreicher als die abgesprengten Gehäuseanlagen und die verlassenen, zu schleimigen Klumpen oder zarten Schleiern verzerrten leeren Gehäuse. Es scheint als ob die allmähliche Verstopfung der Reusen des Fangapparates diese regelmässige Erneuerung nötig mache; denn dieselben sind bei vielen abgeworfenen Gehäusen so dicht mit Detritusmassen und kleinsten pelagischen Organismen erfüllt, dass ein Durchpassieren des Wassers sehr erschwert sein muss. Auch sammeln die Kothballen, die ihrer Grösse wegen nicht das Gehäuse verlassen können, sich in den Kammern an.

Schon ganz junge Tiere, ohne Anlage der Keimdrüse, bilden vollkommene Gehäuse und schwimmen mittelst derselben umher; die Gehäusebildung ist also keineswegs an ein besonderes Lebensalter gebunden, und kann somit keine Beziehung zur Fortpflanzung haben. Ich habe sie ferner im Sommer und Winter, bei einer Wassertemperatur von über 20 und von weniger als 14° C gefunden; sie waren an der Oberfläche wie zwischen 20—25 m unter derselben häufig und wurden mit dem Schliessnetz selbst zwischen 95 und 115 m noch zahlreich gefangen, treten bei spiegelglatter See und bei starkbewegtem Meere auf, bei Sonnenschein und bei andauerndem Regen, in den ersten Stunden des Morgens, am Mittage und nach Sönnenuntergang. Von allen diesen Verhältnissen ist also die Gehäusebildung unabhängig. Nach ihrer hauptsächlichsten Funktion ist das auch durchaus erklärlich. *Dennoch kommen sicher Zeiten vor, in denen die Oikopleuren sehr zahlreich auftreten, aber doch nur sehr wenige oder gar keine Gehäuse gebildet werden.* Es wäre denkbar, dass in solchen Fällen das Wasser soviel Nahrung enthält, dass die Oikopleuren auch ohne Fangapparat sich gut ernähren; dass dagegen, sobald die Nahrung abnimmt und das gehäuselose Tier hungern muss, die Thätigkeit der Oikoplasten angeregt wird und die Gehäusebildung beginnt. Es würde also das Gehäuse gebildet werden, wenn der Fangapparat zur Ernährung der Tiere notwendig ist. Dies scheint meistens, aber nicht immer der Fall zu sein. Dass das Gefühl des Hungers, natürlich auf rein physiologischem Wege, ganz unabhängig vom Willen des Tieres, Häutungsvorgänge, Abscheidung neuer Cuticulae und reichliche Sekretionen wie hier auslösen kann, zeigen die Schmetterlingsraupen, welche, wenn ihnen in höherem Alter die Nahrung entzogen wird, sich häuten, einspinnen und verpuppen. Allerdings müssen bei der Raupe durch ihr Alter alle diese Prozesse schon vorbereitet sein, ihr Eintritt wird durch die Entziehung der Nahrung nur beschleunigt-

Aber hier bei den Appendikularien ist der Vorgang der Gehäusebildung, da er in jedem Alter erfolgen kann, auch stets vorbereitet. Der Nahrungsmangel löst ihn nur aus.

Überblicken wir nun zum Schluss, was vor diesen Untersuchungen über das Gehäuse der Oikopleuren bekannt war, so ergibt sich, dass jeder der 3 Forscher, die sich mit dem Bau und der Funktion des fertigen Gehäuses beschäftigt haben, einzelne Teile richtig erkannt haben, dass aber der Zusammenhang derselben unter einander und ihre funktionell wichtigsten Einrichtungen ihnen entgangen waren. So erkannte *Mertens* bereits 1831, dass in der Gallertmasse des Gehäuses gitterartige Strukturen sich befinden, von denen die eine zierliche, zusammengekrümmte Flügel bildete, hohl sei und deren Lumen von einer körnerhaltigen Flüssigkeit gebildet werde, die mit dem Leibesinneren des Tieres kommuniziere. Er hielt die Flüssigkeit für Blut, die Körner für Blutkörperchen und das gegitterte Organ für einen respiratorischen Apparat. Wie dieser, so quoll nach ihm die ganze Gehäusemasse aus dem Inneren des Tieres hervor. Der Respirationsapparat ist nach Abbildung und Beschreibung der Fangapparat, an dem man deutlich die typische Form, den Verlauf der Septen und das Mundrohr wieder erkennt. Der zirkulierende Inhalt ist der mit Nahrung beladene Wasserstrom gewesen, der unglücklicherweise in dem Augenblick, als *Mertens* das Mundrohr betrachtet hat, von dem Tier wieder in das Mundrohr zurückgestossen ist, wie das zuweilen geschieht, wenn das Tier erschreckt wird oder die Nahrung (z. B. Carmin) ihm nicht behagt. Auch das Gitterwerk und die Trichter der Einflussöffnungen bildet *Mertens* ab, hält sie aber nur für Abschnitte des grossen Respirationsorganes. An dem Fangapparat sieht man auf 3 Figuren auch sehr schön den zarten äusseren Umriss der Zwischenflügelkammern. *Fol* deckte dann 1872 durch seine Versuche mit Carminbeladenem Wasser die Einströmungsöffnungen, ihren Gitterverschluss, die Trichter, die Schwanzkammer und die Ausflussöffnung auf, ohne jedoch viel mehr als die Lage dieser Teile und die Bedeutung des durch sie hindurchfliessenden Wasserstromes für die Fortbewegung des Gehäuses zu erkennen. Den Fangapparat zeichnet er seinen Umrissen nach sehr naturgetreu ab, sein Zusammenhang mit dem übrigen Gehäuse entging ihm völlig; über seine Bedeutung sagt er nichts, die Carminteilchen, meinte er, würden durch den Wasserstrom der ventralen Kammer an seiner Aussenfläche niedergeschlagen. Trotzdem zeichnet er recht gut auf Taf. II, Fig. 1 den äusseren Kontur der Zwischenflügelkammern, in Fig. 5 auch andeutungsweise das Mundrohr. Er vermutet, dass an den Mund ein enger Kanal ansetzt, kann aber nicht sehen, was aus demselben wird. Er hat also sonderbarer Weise die ganze Zirkulation des Carmins durch den Fangapparat in den Mund des Tieres nicht gesehen und daher, wie auch

seine Zeichnungen der Gitterfenster erweisen, die bewohnten Gehäuse nur bei ganz schwacher Vergrößerung beobachtet und leere Gehäuse überhaupt nicht untersucht. Er hätte sonst auch nicht die grosse Fluchtpforte übersehen können. Er hat aber das grosse Verdienst, zum ersten Mal zwei Funktionen des Gehäuses klar erkannt zu haben, die lokomotorische und die schützende. Ein Jahr nach ihm untersuchte *Eisen* das Gehäuse vom *Oikopleura dioica*. Da er sich nicht des Carmins als Zusatz zum Wasser bediente, so entgingen ihm die von jenem nachgewiesenen Wege des ein- und ausströmenden Wassers fast gänzlich, und es blieb ihm überhaupt der innere Bau des Gehäuses zum grössten Teil unklar. Durch sehr sorgfältige Beobachtung des Fangapparates, sah er aber wie in diesen Wasser eingeführt, durch seinen Hohlraum hindurch und zum Munde des Tieres geführt wurde. Er vermutete daher, dass auf diese Weise demselben Nahrung zugeführt werde; auch sah er zwischen den fächerartig ausstrahlenden Furchen der Flügel die zarten Querlinien und deutete erstere als Septen, die in das einfache Lumen der Flügel vorsprängen. Aber durch die Beobachtung des regelmässigen Anschwellens und Zusammensinkens des Fangapparates wurde er von der wahren Aufgabe desselben abgelenkt, indem er annahm, es sauge derselbe durch Erweiterung und Verengerung seines Lumens Wasser aus der Umgebung auf und führe es so dem Munde des Tieres zu. Die pulsatorische Bewegung sollte hervorgerufen werden durch Muskeln, die von den Seiten des Rumpfes der *Oikopleura* ausstrahlten und an die Flügel sich ansetzten. Höchst wahrscheinlich hat *Eisen* diese Muskeln an aus dem Gehäuse entschlüpften Tieren gefunden, die schon eine ganz dünne neue Gehäuseanlage trugen; bei solchen Tieren scheidet die von mir *Eisen'sches Organ* genannte Zellgruppe, deren Form und Lage völlig mit der des Muskelbündels von *Eisen* übereinstimmt, das Gitterfenster der Einfusstrichter aus. In seiner Anlage bildet dasselbe eine auffällige, vorgewölbte Masse, deren Oberfläche durch die Anlage der ohne Lücken, dicht aneinander gelagerten Fibrillen des Gitters ganz den Eindruck feiner, quergestreifter Fibrillen macht (Taf. II, Fig. 3). Es sollte nun durch diese von Muskeln abhängige pulsierende Bewegung des Fangapparates dem Tiere Nahrung zugeführt werden, während durch die Bewegungen des Schwanzes die Lokomotion des Gehäuses besorgt würde. Er hatte also die dritte Funktion des Gehäuses gefunden, aber die Verrichtung derselben und vor allem die Art, wie die Nahrung gesammelt wird, gänzlich missverstanden. Das Gehäuse hielt er für die notwendige Hülle des Tieres, ohne die dasselbe nicht leben könne und das nie, wenn einmal abgeworfen, wieder neu gebildet würde. Von anderen Beobachtern ist über das fertige Gehäuse nur Unwesentliches berichtet. *Allman* hielt dasselbe

für eine Umhüllungsmasse der Eier, die später den jungen Tieren als Nahrung diene. Ihm schloss sich *Swainson* an.¹⁾ Man sieht leicht, dass diese Untersuchungen, so wertvolle Hinweise sie auch tatsächlich enthielten, doch erst richtig gedeutet werden konnten, nachdem der Bau und die Funktion einer Gehäuse-Art nach allen Seiten hin gründlich durchgearbeitet war. Denn da *Mertens Oikopl. chamissonis*, *Fol Oikopl. albicans* und *Eisen Oikopl. dioica* als Untersuchungsobjekt gehabt hatten, war nicht ausgeschlossen, dass tatsächlich die Gehäuse dieser drei Arten wesentlich in ihrem Bau von einander abwichen, wie sie es in ihrer äusseren Form sicher thun. In Wirklichkeit stimmen sie aber, wie man jetzt erkennt, in allen wesentlichen Verhältnissen durchaus überein. Sie haben sämtlich durch Gitterfenster geschlossene Einflusstrichter (für *Oikopl. dioica* habe ich dieselben in der Ostsee und im Mittelmeer konstatiert) und einen selbst in der allgemeinen Gestalt übereinstimmenden Fangapparat, der nahrung-beladenes Wasser aus den Zwischenflügelkammern in den Mund führt. Alle dienen zur Lokomotion, wenn auch *Mertens'* Abbildungen hier unverständlich sind, alle verlassen bei Störungen das Gehäuse und bilden ein neues (auch *dioica*, wie ich nachweisen konnte). Dagegen hat *Fol* Gehäuse von *Fritillarien* und *Kowalevskinen* beschrieben, die sicher recht abweichend von diesen hier betrachteten Formen sind. Doch kann eine nähere Betrachtung erst lohnend sein, nachdem die Entstehung des Gehäuses Aufschluss gegeben hat, welche Teile des Integumentes die einzelnen Teile des Gehäuses bilden, und dadurch eine vergleichende Betrachtung der verschiedenen Formen möglich geworden ist.

II. Bildungsweise des Gehäuses von *Oikopleura albicans*.

Über die Entstehung des Gehäuses der Appendicularien war bisher fast nur bekannt, dass seine Substanz von einem besonders ausgebildetem Teile des Rumpfintegumentes nach Art einer Cuticula ausgeschieden werde. *Mertens* Annahme, dass das Gehäuse eine innere Bildung sei, wurde bereits durch *Allmann* (1859) und *Moss* (1869) widerlegt; *Fol* glaubte 2 durch ihre grossen Zellen auffällige ovale Zellkomplexe im vorderen Teile des Rumpfes als die Matrixzellen der Gitterfenster nachweisen zu können, welche die Einflusstrichter verschliessen, während sie in Wirklichkeit an der Bildung des Fangapparates beteiligt sind und jene Gitter von einem anderen weiter hinten gelegenen Paare ähnlicher Zellgruppen gebildet werden. Beide wurden von mir in einer früheren Arbeit (1896)

¹⁾ *Swainson's* Arbeit kenne ich nur nach einem Referat von *Della Valle* (Jahresber. Stat. Neapel, 1892). Es ist mir darnach wahrscheinlich, dass derselbe, ein noch nicht entfaltetes oder aber bei dem Fange verletztes Gehäuse beobachtet hat. Das Ei dürfte wohl sicher als zufälliger Fremdkörper zu betrachten sein.

als vordere und hintere Membranoplasten unterschieden und den übrigen Oikoplasten gegenüber gestellt, die im Wesentlichen die eigentliche Gallertmasse des Gehäuses produzieren. Da diese Substanz aus Fibrillen zusammengesetzt ist, nannte ich diese Zellen Fibrilloplasten. Beide Bezeichnungen sind, wie im Folgenden sich zeigen wird, zu eng und sollen daher fallen gelassen werden.

Noch weniger als über die erste Anlage war über die Entfaltung des Gehäuses bekannt. Es war nur beobachtet, dass dieselbe sehr schnell, innerhalb $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Stunde (*Fol*) sich vollzieht und dass der Schwanz sich energisch an der Ausweitung des Lumens des Gehäuses beteiligt.

Es blieb somit nachzuweisen, wie zunächst von den Mutterzellen alle die einzelnen Bestandteile des fertigen Gehäuses angelegt und ferner, wie die Anlagen dann schliesslich zu dem funktionsfähigen Gehäuse entwickelt werden. Das Material für diese Untersuchungen ist sehr leicht zu beschaffen, indem man die erste Anlage fast auf jedem Individuum über den Mutterzellen antrifft und man vor der völligen Vollendung abgesprengte Gehäuse auf allen Stufen der Entfaltung auf dem Boden der Fanggefässe leicht sammeln kann. Sie erhalten ihre Form, da sie ziemlich resistent sind, verhältnismässig gut, lassen sich färben und lange Zeit in destillirtem Wasser aufbewahren. Endlich kann man den Prozess der Entfaltung selbst häufig genug beobachten, wenn man zur Zeit lebhafter Gehäusebildung lebensfrische Tiere in grossen Glashäfen isolirt.

1. Die Anlage des Gehäuses durch die Oikoplasten.

Die ganze Substanz des Gehäuses wird gebildet durch das Epithel des Vorderrumpfes, welches sich durch seinen plasmareichen Zelleib und die grossen, in vielen Fällen reich verzweigten Kerne scharf von den plasmaarmen Plattenepithelien des hinteren Rumpfabschnittes mit ihren flachen runden Kernen unterscheidet (Taf. II, Fig. 1 u. 4). Die Grenze zwischen beiden Epithelarten verläuft dorsal über der Cardia quer über den Rücken und schräg nach vorn an den Seiten hinab zum hinteren Rande der äusseren Öffnung der Kiemengänge und umzieht in weit nach vorn vorspringender Bucht den After. Doch findet an der äussersten Grenze auf der Bauchfläche ebenso wie in dem schnauzenförmig vorspringenden Teile hinter der Mundöffnung fast gar keine Ausscheidung mehr statt, während dieselbe dorsal hinten bis unmittelbar an den Rand des Plattenepithels sehr reichlich erfolgt.

Diese gehäusebildenden Zellen oder Oikoplasten sind in ganz bestimmten Zügen und Gruppen angeordnet, die für das Verständnis der Gehäusebildung wichtig sind. Am auffälligsten sind 2 Paar auf den Seitenflächen des Rumpfes gelegene Gruppen, deren Centrum durch besonders grosse und meist über das Niveau des übrigen Epithels

vorspringende Zellen eingenommen wird. Das vordere Paar liegt dicht hinter dem Munde, nimmt die ganze Höhe der Seitenfläche ein und hat ovale Gestalt. Aus ihm geht der Fangapparat hervor. *Fol* hat die Zellen zuerst gezeichnet und ihre Funktion zu deuten gesucht, sie mögen daher *Fol'sche Oikoplasten* benannt werden; sie entsprechen meinen „vorderen Membranoplasten“. Das hintere Paar liegt nahe dem ventralen Rande der Seitenfläche etwa in der Gegend der Kiemengänge. Es bildet die Einströmungstrichter und deren Gitterfenster und entspricht meinen „hinteren Membranoplasten“. Diese Zellgruppen mögen *Eisen'sche Oikoplasten* heissen, da *Eisen* nächst *Fol* uns den besten Aufschluss über das Gehäuse gegeben hat. Die übrigen Zellen bilden keine so in sich abgeschlossenen Gruppen, sind aber sehr deutlich in Regionen geschieden. Am deutlichsten ist dies auf der Bauchfläche, wo man vom Munde aus 5 hinter einander liegende Zonen unterscheidet, deren letzte von der 4ten seitlich umfasst wird. Von diesen Regionen dehnt sich nur die vorderste bis zur dorsalen Medianlinie auf die Seitenflächen aus, alle anderen lassen sich dagegen nur bis in die Höhe des oberen Randes des *Eisen'schen Oikoplasten* verfolgen. Zwischen *Eisen'schen* und *Fol'schen Oikoplasten* ist ihre Grenze ganz scharf, hinter den ersteren hingegen findet ein allmählicher Übergang in die übrigen Zellen der Seitenflächen statt. Von diesen Verhältnissen sind von Bedeutung die vorderste ringförmige Zone kleiner Zellen zwischen Mund und *Fol'schen Oikoplasten*, aus der die Zwischenflügelkammern und ein Teil der Schwanzkammer hervorgeht. An ihrem Hinterrande münden auf der Bauchfläche 2 Paar Drüsen aus: seitlich die einzelligen, sehr grossen, kugeligen Munddrüsen und in der Medianlinie 2 zusammengesetzte mit einander verschmolzene Drüsen, die Kehldrüsen. Sie bilden unter anderem die Gallertfäden am stumpfen Pole des Gehäuses. Dies ganze Zellterritorium mag die zirkumorale Region genannt werden. Endlich bezeichnet die zwischen *Fol's* und *Eisen's* Oikoplasten horizontal verlaufende Regionengrenze die Grenze zwischen dorsaler und ventraler Gehäusekammer. Obwohl diese Grenze daher bei dem Tiere nicht mit der Grenze zwischen Bauch- und Rückenfläche zusammenfällt, scheint es mir doch richtig, hier zwischen dorsalen und ventralen Regionen zu unterscheiden. Auf der Rückenkante des Rumpfes ruft das Zusammentreffen der beiderseitigen Zellreihen besonders regelmässige Gruppierungen hervor, denen ich aber bisher nur geringe Bedeutung beilegen kann. Sonach hätten wir jetzt nach einander die Bildungen der *Fol'schen* und *Eisen'schen Oikoplasten*, der zirkumoralen Region, der ventralen und dorsalen Region und mehr anhangsweise die Sekretion der Mund- und Kehldrüsen zu betrachten.

a) Die Fol'schen Oikoplasten (Taf. II, Fig. 1, 5, 9, 21, 23—26).

Gleichsam die Achse jedes Fol'schen Oikoplasten bildet eine Reihe von etwa 8 grossen Zellen, deren freie Fläche je ein sehr breites aber schmales Viereck darstellt, mit Ausnahme der obersten und untersten Zelle, die Dreiecksform hat und die ganze Reihe abschliesst. Jede Zelle enthält einen grossen, wurmförmig gekrümmten, oft verästelten Kern. An Quer- und Längsschnitten durch diese Zellreihe erkennt man, dass die Zellen alle anderen Oikoplasten an Mächtigkeit weit übertreffen und an ihrer Basis erheblich breiter sind als an der kuppenförmig vorgewölbten freien Fläche. Die Kerne liegen nahe der Basis und entsenden senkrecht zur Oberfläche aufsteigende Äste, deren Konturen sich allmählich im Plasma auflösen. Der ganze Zelleib ist grob fibrillär, wie bei vielen Drüsenzellen anderer Tiere. An seiner Oberfläche wird eine gänzlich struktur- und formlose Masse ausgeschieden, die das Lumen der Flügel während ihrer Anlage erfüllt und durch ihre allmähliche Zunahme die einzelnen Teile des Fangapparates in ihre definitive Lage zu einander bringt. Sie verschwindet später vollkommen. Vorn lagert sich an diese Zellreihe eine stark buckelförmig vorspringende, halbkreisförmige Zellmasse, deren Zellreihen deutlich von einem Punkte ausstrahlen, der etwas unter dem Mittelpunkt des Halbkreises an der hinteren Grenze der Zone liegt. Hier sind die Zellen sehr klein, während sie nach der Peripherie zu fortschreitend grösser werden. Neben der radiären Anordnung der Zellen tritt gleichzeitig eine konzentrische Gruppierung hervor, indem dieselben in immer grösser werdenden Halbkreisen dem Zentrum sich anlagern. 2 Membranen werden nach einander hier ausgeschieden: eine obere, welche das radiäre System durch eine ausgesprochene Streifung und Fältelung zum Ausdruck bringt und eine untere konzentrisch gestreifte Membran (Taf. III, Fig. 3). Die Häute sind durch einen Zwischenraum von einander getrennt, der anfangs von gallertiger Masse erfüllt ist, aber später leer erscheint. Beide haben gleiche Grösse und entsprechend der Matrix etwa die Form der grossen Fläche einer Citronenspalte. Sie bilden diejenige Abteilung des Fangapparates, durch welche das einströmende Wasser passiert, ehe es zur Reuse gelangt. Am hinteren Rande werden die *Riesenzellen* durch eine sehr auffällige Gruppe von Zellen begrenzt, die hinter einander liegende Bogenreihen bilden. Zunächst auf die *Riesenzellen* folgen 3 Reihen ganz kleiner prismatischer Zellen, die in etwa 27 Querreihen angeordnet sind. Nach dem Rücken zu nimmt ihre Zahl ab, so dass schliesslich von den 3 Reihen nur 1 einzige die Rückenante erreicht, während am ventralen Ende sich alle 3 Reihen erhalten. Weiter nach hinten folgen langgestreckte spindelförmige Zellen, die ein aus 5 grossen Zellen

gebildetes breites Band zwischen sich fassen. Die mittelsten Zellen dieses Bandes sind klein, die Endzellen sehr gross. Am leichtesten wird man über die Bedeutung der vordersten 3 Reihen kleiner Zellen sich klar, da man auf Schnitten sowohl wie bei der Betrachtung des unverletzten Tieres selbst, stets über diesen Zellen ein kompliziertes System von Bändern, Fibrillen und Membranen findet, deren Entfernungen von einander und deren Zahl genau den Querreihen jener entsprechen. Am klarsten habe ich den Bau dieser Bildungen bei etwas vorgerückteren Gehäuseanlagen von *Oikopl. rufescens* (Taf. II, Fig. 21, 23—26) gefunden, die mir auf (mit Haematoxylin gefärbten) Querschnitten folgendes zeigten. Die Hauptmasse der hier gebildeten Cuticulae stellen 2 Membranen dar, die senkrecht von den Matrixzellen aufsteigen und sich dann oralwärts über den Sekrethügel der *Riesenzellen* hinüberlegen (Taf. II, Fig 6: *Oik. albicans*; ebenso bei *rufescens*). Sie werden durch Septen in einem bestimmten Abstände von einander gehalten. Beide Membranen sind sehr deutlich rechtwinklig zu den Septen und parallel zur Sekretionsfläche gestreift. An der hinteren Membran löst sich die Streifung in einzelne Fibrillen auf, an der vorderen Membran wollte mir eine solche Auflösung nicht gelingen. Die Septen dagegen bestehen wieder aus einzelnen Stäbchen, wodurch auf den Membranen durch ihre Enden Punktreihen gebildet werden. Vorn von diesem fest unter einander verbundenen System, welches eine äusserst feine Reuse bildet, liegen nun noch breite Bänder und hinter demselben dünne Fibrillen; alle genau den Septen gegenüber. Die Zahl dieser Bänder, Fibrillen und Septen fällt stets mit der Zahl der Querreihen jener kleinen Zellen, dicht hinter den Riesenzellen zusammen. Alle Bestandteile des Reusenapparates sind in Form von Streifen, Fibrillen oder Stäbchen ausgeschieden, die der Sekretionsfläche parallel laufen; dagegen zeigen die Bänder vor und die Fibrillen hinter demselben keine solche Differenzierung. Alle Teile aber müssen als dünne Streifen secerniert und senkrecht zur Sekretionsfläche durch das an derselben Stelle nachrückende Sekret emporgeschoben werden. Es wird ihre Sekretion also zwischen den Rändern der Zellen vor sich gehen.

Bei *Oikopleura albicans* sind die Verhältnisse fast ganz dieselben; die Zusammensetzung der Septen aus einzelnen Stäbchen ist sogar noch deutlicher, während die Membranen schwerer in ihrem Bau zu erkennen sind. Es fehlt aber die hintere, der genitalen Membran aufliegende Fibrille. Weiteren Aufschluss giebt die Untersuchung der ersten Anlage in ihrer natürlichen Lage und in toto (Taf. II, Fig. 6). Hier sieht man das Reusensystem steil durch das Sekret der Riesenzellen emporgehoben und kann bei Einstellung des Mikroskopes auf den oberen Rand alle seine einzelnen Teile, sowie die jetzt unter ihm liegenden breiten Bänder erkennen.

Mit ganz scharfem Rande schneiden hier die Septen und Membranen der Reuse ab, während die Bänder nach einer plötzlichen Knickung, durch welche der Ausgang der Reuse verschlossen wird, sich zwar zu einem Zipfel verschmälern aber noch weit über das Riesenzellensekret hinüber als feine Streifen verfolgbar sind. Sie sind hier ferner einer Membran auf- oder eingelagert, die von dem Sekretzapfen sich deutlich abhebt und oralwärts an den vorderen Rand der Riesenzellen ansetzt. Schwieriger zu verstehen sind die Bilder, welche Schnitte von *Oikopleura albicans* bieten, da das Sekret fast stets von den Matrixzellen sich trennt und auch sonst verzerrt und verschiebt. Auf Querschnitten durch die ganze Oikoplastengruppe sieht man zunächst, dass abgesehen von dem Reusensystem und den Bändern auch noch dahinter gelegene Membranen und schliesslich der Rand der benachbarten Gallertsubstanz sich nach vorn kappenartig über das Riesenzellensekret vorschiebt (Taf. II, Fig. 7); am vorderen Rande ist letzteres anfangs noch nackt, wird später aber auch bedeckt. Sehr deutlich kommt ferner die gitterartige Struktur der Reusenmembranen zum Ausdruck durch die mannigfachen Faltungen, die bei der Konservierung fast stets auftreten. Auf Flachschnitten durch den aufsteigenden Abschnitt der Cuticulae erhält man die Querschnitte der Bänder, welche auf frühen Stadien in die Sekretmasse der Riesenzellen eingedrückt sind, so dass der Rand der letzteren von zahlreichen Hohlräumen durchsetzt wird, die nach Aussen von den dicht zusammengepressten Reusenmembranen abgeschlossen werden und in ihrem Lumen den Querschnitt je eines Bandes enthalten (Taf. II, Fig. 9). Es ist wohl sicher, dass diese eigentümliche Lagerung erst bei der Abtötung oder der Konservierung entsteht, indem die einzelnen Zellen verschieden schnell ihre Sekretion einstellen oder die einzelnen Sekrete verschieden stark schrumpfen. Die Bilder am ganz frischen noch lebenden Tier sind daher garnicht zu entbehren und müssen hier immer die Schnittbilder korrigieren.

So sieht man auch die Sekrete der hintersten Zellreihen am lebenden Tiere bei günstiger Entwicklung der Anlage deutlich als 2, das Reusensystem von hinten schützende Membranen aufragen (Taf. II, Fig. 6). Der freie Rand derselben bleibt weit hinter dem des Reusensystems zurück, und ist in der Regel wellig gefaltet. Beide Membranen sind nicht glatt, sondern senkrecht zur Sekretionsfläche gestreift.

Es bleibt schliesslich noch eine schmale Reihe unscheinbarer Zellen zu besprechen, die am vorderen Rande der Riesenzellen liegen, eine ganz unregelmässige Gestalt und kleine Kerne haben und dadurch vor allen anderen Oikoplasten ausgezeichnet sind, dass sie ganz oberflächlich liegen und sich nur keilförmig etwas zwischen die Grenzen der übrigen

Zellen einschieben¹⁾ (Taf. II, Fig. 5). So füllen sie die Grenzrinne zwischen den Riesenzellen und den vorderen Zellen der Fol'schen Gruppe aus und dringen auch auf der Grenze zwischen den einzelnen Riesenzellen etwas nach hinten vor. Sie scheiden wie die Zellen der dorsalen und ventralen Oikoplastenzonen einfache Gallertsubstanz mit ihrer typischen inneren und äusseren Grenzmembran ab. Diese Gallertmasse tritt in Verbindung mit der von hinten über die Sekrete der Riesenzellen und dahinter liegenden Cuticulae sich herschiebende Gallertmasse und ebenso mit der von vorn über die vorderen Sekretmassen sich legenden Sekrete der zirkumoralen Zone (Taf. II, Fig. 6). Haben diese Verschmelzungen stattgefunden, so liegen demnach die Bildungen der Fol'schen Oikoplastengruppe von der Aussenwelt gänzlich abgeschlossen in 2 Höhlen, deren Boden von den Matrixzellen, deren Wand und Decke von der inneren Grenzmembran der Gallert gebildet werden, welche diese intermediären Zellen und die Zellen in der Nachbarschaft der Gruppe ausgeschieden haben. Die Gallertsubstanz selbst ist in der Decke der Höhlen völlig geschwunden, so dass hier äussere und innere Grenzmembran auf einander liegen, nach den Seiten und dem Boden hin nimmt sie aber stetig an Masse zu. In der vorderen Höhle sind nur die 2 Membranen der vorderen Zellen eingeschlossen, aus denen die das Wasser empfangende Abteilung des Fangapparates hervorgeht, in der hinteren Höhle liegen das Sekret der Riesenzellen, die Bänder und das Reusensystem mit den Deckmembranen. Aus diesen Elementen geht aber der das Wasser ausführende und dabei filtrierende Abschnitt des Fangapparates hervor. Beide Teile werden also vollkommen gesondert angelegt. Da ferner jede Oikoplastengruppe nur die eine Hälfte des ganzen Fangapparates bildet und beide Anlagen erst sekundär mit einander verschmelzen, so setzt sich der das Wasser aufnehmende und abgebende Teil desselben aus 4 gesonderten Teilen zusammen, zu denen dann noch der die gesammelte Beute dem Tiere zuführende Abschnitt mit dem Mundrohre als 5. Teil kommen würde. Der Bildungsgang ist also ein über Erwarten komplizierter und lässt auf eine sehr lange und wechselvolle phylogenetische Geschichte schliessen.

b) Die Eisen'schen Oikoplasten (Taf. II, Fig. 1, 10, 11, 18—20, 22.)

Der Bau dieses Organes, welches von *Eisen* für Muskelbündel angesehen wurde, allen übrigen Forschern aber entgangen zu sein scheint, ist sehr viel einfacher, aber wiederum gänzlich anders, als man nach seiner Funktion erwarten sollte. Das wichtigste Stück, welches

¹⁾ Herdman (Structure of Oikopleura, Trans. Biol. Soc. Liverpool, v. 6 1892) bildet dieselben samt den Riesenzellen auf Querschnitten durch den Rumpf einer nicht sicher bestimmaren Art ab.

von ihm geliefert wird, ist das Gitterfenster, welches die Einflusstrichter verschliesst. Es wird dasselbe aber nicht einheitlich angelegt, sondern entsteht aus der nachträglichen Verschmelzung zweier Membranen.

Fast die gesamte Zellmasse wird gebildet durch 6 paarweis geordnete Riesenzellen mit grossen Kernen und grobfaserigem Plasma. Hierzu treten nun an seinem vorderen Rande noch etwa 15 sehr kleine, in 1 Längsreihe gestellte prismatische Zellen. Wir wollen die ersteren *Hauptzellen* die letzteren *Nebenzellen* nennen, Bezeichnungen, die indess nur die Lage, nicht die Bedeutung treffen. Auf Schnitten und am lebenden Tier sieht man 2 Membranen das Organ in seiner ganzen Ausdehnung bedecken. Zunächst eine ganz zarte oberste Membran, die durch verdickte Linien von vorn nach hinten ganz gleichmässig gestreift ist. Verfolgt man diese Linien bis zum vorderen Rande, so entspringt je 1 Paar am oralen Rande einer Nebenzelle; die Membran nimmt hier ihren Ursprung und muss sich also während ihrer Bildung ganz wie die Membranen der Reuse von hier aus stets weiter vorschieben, bis sie schliesslich die Hauptzellen ganz bedeckt und an der Gallertsubstanz der Nachbarzellen ihre Grenze findet. Unter ihr, aber sie unmittelbar berührend, liegt eine dickere, in dorso-ventraler Richtung ganz fein zusammengefaltete Membran, für deren Ursprung nur die Hauptzellen in Anspruch genommen werden können, deren ganzer freier Fläche sie zuerst dicht aufgelagert ist. Die Art der Faltung ist nicht wellig, sondern scharfkantig, wie bei einem Papierfächer und beruht auf einer Zusammensetzung aus feinen Streifen, die durch dünnste Partien verbunden werden. Da, wo die Streifen der oberen Membran die Kanten der unteren schneiden, treten kleine Knötchen auf, als ob eine Verlöthung eingetreten wäre.

c) Zirkumorale Oikoplastenzone (nebst Mund- und Kehldrüsen). (Taf. II, Fig. 1, 4, 12, 15, 17.)

Diese Zone wird aus kleinen in regelmässigen Zügen angeordneten Zellen gebildet. Dorsal zieht sie sich zwischen den beiden Fol'schen Gruppen nach hinten hinauf, wo sie zwischen der dorsalen Spitze der Gruppen spitz ausläuft; ventral grenzt sie in einer queren Bogenlinie an die erste ventrale Zone, die durch ihre quergestellten getreckten Kerne scharf von ihr absticht. An der unteren Spitze der Fol'schen Oikoplasten schiebt sie sich etwas zwischen die Reusenbildner und die vorderen Zellen hinauf. Bei der Gehäusebildung und Entfaltung ist sie in verschiedener Weise thätig; die Umgebung der oralen Öffnung und die Wurzel des Mundrohres muss von ihr gebildet werden; ausserdem wuchert ein Teil des Sekretes blasenförmig von vorn gegen die vorderen Höhlen der Fol'schen Bildungen vor und ist, indem sich aus ihm die Zwischenflügelkammer bildet, bei der Verlagerung der einzelnen Teile des Fangapparates thätig; endlich ist der hinterste Abschnitt der

Schwanzkammer auf sie zurückzuführen. Die Sekretionen, welche diese Zellen bedecken, werden aus einer stark in unregelmässige Falten gelegten membranösen Masse und Gallert gebildet, von der ich aber Genaueres nicht aussagen kann. Besondere Strukturen habe ich ebenso wenig gefunden.

An der hinteren Grenze dieser Zone auf der Ventralfläche liegen die *Mund-* und *Kehldrüsen*. Erstere sind grosse, kugelige Epithelzellen, welche in die Tiefe gerückt sind und deren punktförmige Ausmündung von einigen wenigen, kleinen Epithelzellen begrenzt wird. An jeder Seite liegt eine solche einzellige Drüse. Ihr Kern ist sehr reich verzweigt und umgreift becherförmig den zentralen Teil der Zelle, in welchem zwischen den Strängen des Plasmanetzes das Sekret auftritt. Die Öffnung des Kern-Bechers ist nach der Mündung gerichtet und hier sammelt sich das Sekret so reichlich an, dass es bei schwacher Vergrösserung einen soliden Klumpen zu bilden scheint. Schon *Fol* beobachtete, dass diese Drüsen einen bei auffallendem Lichte orangeroten, bei durchfallendem Lichte aber grünen, klebrigen Stoff ausscheiden, welcher „Züge auf dem Gehäuse“ bilden sollte. Aber jedenfalls wird jener Stoff auch von den übrigen Oikoplasten abgeschieden, so dass man ihn an den verschiedensten Teilen der Anlagen bemerken kann und zwar noch in Verbindung mit den sezernierenden Zellen. Auch bei anderen Appendicularien, z. B. bei *Fritillaria pellucida* findet man denselben. Er ist anfangs völlig farblos, färbt sich aber sehr bald und fluoresziert dann in jenen 2 Farben. Meist ist er zu kleinen Häutchen eingetrocknet, die in destilliertem Wasser sich vollständig auflösen und entfärben. *Es brauchen also durchaus nicht alle solche Sekretmassen von den Munddrüsen zu stammen.* Sehr merkwürdig ist nun, dass ein ganzer Teil solcher Sekrethäutchen durch eine farblose, das Licht stark brechende Fibrille unter einander zusammenhängt und von derselben durchbohrt wird. Das spricht sehr für die Ausscheidung gemeinsam mit jener Fibrille von ein und demselben Punkte aus. Nun durchzieht aber die beiden langen Gallertfäden, welche dem Gehäuse nachschleppen, ebenfalls der ganzen Länge nach, eine solche Fibrille, und in bestimmten Abständen wird dieselbe von einem Tropfen jenes Sekretes umhüllt, der eine langgestreckte, zusammengepresste Form angenommen hat. (Taf. III, Fig. 9.) Daraus ergibt sich, dass diese Fäden eigentlich Schläuche sind, welche jene Fibrille und die ihm anhängenden Sekretröpfen wie ein Rohr umschliessen. Die 3 kurzen Gallertfäden, welche ventral von der Ausflussöffnung stehen, habe ich leider nie zur mikroskopischen Untersuchung in frischen Exemplaren erhalten, so dass ich nicht weiss, ob sie ebenso gebaut sind. Jedenfalls ist es unwahrscheinlich, dass solche Bildungen von einfachen epithelartig

angeordneten Oikoplasten gebildet werden, während die Munddrüsen sehr wohl als ihre Bildner gedacht werden können. Aber Beobachtungen darüber fehlen mir leider noch.

Ebenso dunkel ist die Funktion der median gelegenen *Kehldrüsen*. Die beiden Drüsen sind mehrzellig und so eng zusammengedrückt, dass sie zunächst als eine Drüse erscheinen; nur ein ganz dünnes Septum trennt sie. Die Drüsenzellen sind durch ihre regelmässige Anordnung und ihren ovalen, bläschenförmigen, nie verzweigten Kern ausgezeichnet. Die medialen Zellen stehen aufrecht, die weiter seitlich folgenden sind mit ihrem äusseren Ende medial gewandt und bis zum Septum ausgezogen. Die ganze Drüsenmasse, welche ein kleines queroval Feld bildet, ist von der Oberfläche abgedrängt und durch kolbenförmig ausgezogene und über sie zusammengebogene Zellen bis auf einen feinen Spalt verdeckt. In ihrem Bau stimmen diese Drüsen sehr nahe mit Drüsen überein, die bei Kaulquappen am Eingange zur Kiemenhöhle und in derselben beobachtet und von F. E. Schulze (Abhandlung. Berliner Akademie 1888) beschrieben sind. In einem Falle ergoss sich ein fadenförmig gedrehtes Sekret durch denselben nach aussen. Ich vermüthe, dass dasselbe im fertigen Gehäuse ebenso wie das der Munddrüsen zur Befestigung des Tieres dient. Aber Beobachtungen darüber fehlen mir.

d) Die ventralen Oikoplastenzonen. (Taf. II, Fig. 4.)

Obwohl in dem weiter oben bereits abgegrenzten Gebiete verschiedene Gebiete mit eigentümlichen Zellformen sich leicht unterscheiden lassen, kann ich doch über die Bedeutung dieser Unterschiede nichts sagen. Der grösste Teil der Schwanzkammer, und zwar Decke wie Boden, und ferner die ganze mächtige Gallertmasse, welche die ventrale Wand des Gehäuses bildet, wird hier ausgeschieden. Das ist aber weitaus die überwiegende Menge der Gallertsubstanz des ganzen Gehäuses. Daher ist hier die Ausscheidung auch eine sehr lebhaft, und wenn sonst noch kaum etwas von der ganzen Gehäuseanlage zu sehen ist, liegt hier bereits eine dicke Gallertschicht dem Epithel auf. Am produktivsten ist dabei die mittlere Region, während nach vorn und hinten, wie auch nach den Seiten zu die Sekretion weniger mächtig erscheint. In dem hinteren mittleren Teile sieht man schon in der Anlage die feine Strichelung, welche den Boden der ventralen Kammer in ihrem oralen Abschnitte zwischen den Buckeln auszeichnet.

e) Die dorsalen Oikoplastenzonen. (Taf. II, Fig. 1—3, 13, 14, 16.)

Dieses Gebiet bildet den übrig bleibenden Teil der Gallertsubstanz, also wesentlich die ganze dorsale Wandung des Gehäuses, soweit sie nicht einfach membranös ist, und den Schnabel. Die Hauptmasse des Sekretes ist von derselben Beschaffenheit wie in den ventralen Zonen;

die Zusammensetzung aus Fibrillen ist hier aber in der Anlage bei weitem nicht so deutlich, wie bei *Oikopleura labradoriensis* (Die Appendicularien der Grönlandexpedition, Biblioth. Zoolog. 1896, Heft 20), erst bei der Entfaltung tritt sie klarer hervor. Die die ganze Gallertmasse umhüllende Grenzschicht, die als innere und äussere Grenzmembran im Allgemeinen unterschieden werden kann, obwohl beide natürlich kontinuierlich in einander übergehen, ist dagegen gut entwickelt. Auf der äusseren Membran liegt ein System von Bändern und röhrenförmigen Elementen, das durchaus gesetzmässig angeordnet ist und an seiner ventralen Grenze vorn auch auf die ventralen Zonen übergreift. Dazu kommen Streifen, in denen die Gallertbildung sehr gering ist, so dass in der Anlage tiefe Furchen sich bilden, und andere Stellen, an denen es zu einer Faltung der Substanz kommt. Dadurch wird dieses Gebiet sehr reich gegliedert und obwohl alle diese Verschiedenheiten ja sicher ihre grosse Bedeutung für die Bildung und Entfaltung des Gehäuses haben, lässt sich bisher doch nur selten die Bedeutung erkennen. Zunächst zieht eine tiefe Furche (f') vom hinteren dorsalen Winkel der Eisen'schen Gruppe direkt zur Rückenante empor und schneidet so die Gallertsubstanz in eine vordere und hintere Partie. Diese Furche bildet die noch eng zusammengeschobene Anlage der Einflusstrichter, über die später das Gitterfenster hinübergezogen wird. Der dahinter gelegene Abschnitt der Gallert kann also nur den Schnabel und die Fluchtpforte bilden; die Faltung der Substanz auf der Rückenante ($ft.$) wird vermutlich den schmalen Teil des Schnabels bilden, der Rest seine breitere Wurzel. Eine zweite Furche (f'') zieht jederseits von einer Papille ($p.$) nahe der Rückenante aus in gebogenem Verlauf nach vorn, gabelt sich hier und umgreift den hinteren Rand der Fol'schen Gruppen. Dadurch entsteht dicht hinter den letzteren ein gallertarmes Feld, welches von einer feingestreiften oder gerillten Membran bedeckt wird, und es trennt sich der an der Rückenante liegende Teil der Gallertmasse von den mehr ventralen. Die Papille, welche am hinteren Ende jeder Furche liegt, wird von einer Zelle gebildet, deren Leib kegelförmig in sie hineinragt. Sie ist kelchförmig gestaltet, mit einer grösseren Zahl längsverlaufender Furchen, die im Grunde des Kelches sich treffen. An ihrem Vereinigungspunkte ist die Papille durchbohrt. Später stülpt der Kelchboden sich aus, so dass ihre Gestalt keulenförmig wird. (Taf. II, Fig. 13.) In den Furchen liegt ein schlauchförmiger Körper von körniger Substanz. Ähnliche Gebilde, aber ohne Furchen, in denen sie liegen, trennen hinter der Trichterfurche einen Rückenteil ab und teilen das vor derselben liegende untere Feld in eine untere hintere und obere vordere Hälfte. Jeder der so abgegrenzten Bezirke besitzt ein in sich geschlossenes System von Bändern. Die Bänder sowohl wie die Schläuche sind keine

Bestandteile der Grenzmembran, sondern liegen ihr selbständig auf; doch sind die Bänder durch ein feines Häutchen, wenigstens in jedem Bezirke, mit einander verbunden. (Taf. II, Fig. 16.) Auch unter der Anlage treten sofort wieder diese Bänder und Schläuche auf, ehe noch die alte entfaltet ist, und halten sich dann bis zur Entfaltung der nachfolgenden Anlage, die sich unter ihnen bildet. Sie können daher sehr wohl die Bedeutung haben, die Loslösung der fertigen Anlage vom Epithel zu befördern, indem sie sich zwischen diese eindrängen; aber da sie so lange auf der neuen Anlage sich halten, mag ihnen vielleicht für die Mechanik der Entfaltung des Gehäuses eine Bedeutung beizumessen sein, indem sie Zug und Druck in bestimmte Bahnen leiten.

Unter den Ausscheidungen epithelialer Zellen trennt man in der Regel Sekrete und Cuticulae. Die Bildner der ersteren werden Drüsenzellen, die der letzteren Matrixzellen genannt. Wie *Eisig* in den höchst lesenswerten vergleichend physiologischen und anatomischen Abschnitten seiner Capitelliden-Monographie nachweist, besteht ein durchgehender scharfer Unterschied zwischen beiden Ausscheidungen nicht. Man wird aber die ausgesprocheneren Formen derselben etwa in der Weise unterscheiden können, *dass eine Ausscheidung als Cuticula aufzufassen ist, wenn dieselbe auf der sezernierenden Fläche der Zelle liegen bleibt und daher eine Anflösung der ganzen Masse in die den einzelnen Mutterzellen zukommenden Anteile möglich ist; dass dagegen bei der typischen Sekretbildung die Ausscheidungen der einzelnen Zellen sich derart mit einander durchmischen, dass eine solche Trennung vollständig ausgeschlossen ist.* In der Regel geht hiermit Hand in Hand, dass da, wo geformte Elemente in der Ausscheidung enthalten sind, diese bei den Cuticulae in ganz fester Weise geordnet sind und also gesetzmässig wiederkehrende Strukturen bilden, während dieselben bei den Sekreten regellos die übrige Masse durchsetzen. Ein Vergleich des mikroskopischen Aufbaues einer Arthropoden- oder Mollusken-Cuticula mit dem Sekrete der Turbellarien wird diese Unterschiede sofort deutlich machen.

Hiernach kann kein Zweifel sein, dass die gesammte Gehäusesubstanz als cuticulare Ausscheidung anzusehen ist, deren Mutterzellen die Oikoplasten sind. Vor allem gilt das von der die Wände des Gehäuses bildenden Gallertmasse mit ihrem Fibrillenaufbau und den Grenzmembranen, Bändern und Schläuchen. Uns begegnet hier ein ganz ähnlicher Wechsel der von denselben Matrixzellen hinter einander gebildeten Abscheidungen, wie bei den dickeren Teilen des Chitinpanzers der Insekten oder dem Skelett der Krebse. Zu diesen auf der Aussenfläche der Zellen abgeschiedenen Bildungen gehören auch die membranösen Cuticulae der zirkumoralen Zone, die untere Membran der Eisen'schen Gruppen und die beiden Membranen der vorderen halbkreisförmigen

Zone der Fol'schen Oikoplasten. Sie würden den zarteren Teilen des Arthropoden-Skeletes zu vergleichen sein. Ihnen gegenüber stehen die senkrecht zur Aussenfläche der Matrix aufstrebenden Membranen, Fibrillen und Bänder der Reusenbildner der Fol'schen Gruppen und der Nebenzellen der Eisen'schen Oikoplasten. Aber auch für sie finden sich analoge Bildungen in der Schalenbildung der Lamellibranchiaten. Zweifelhaft kann einzig und allein die Stellung sein, welche das Sekret der Riesenzellen und das der Munddrüsen einnimmt. Ersteres bewahrt zwar seine Lage über den Matrixzellen, vielleicht aber nur weil es durch die Höhlenmembran zusammengehalten wird. Sonst würde es sich möglicherweise ganz wie ein Drüsensekret verhalten und nicht nur seine Teilchen beliebig mengen, sondern auch in toto seinen Ort ändern. Aber meine Beobachtungen sind zu gering, hierüber entscheiden zu können. Die Ausscheidungen der Munddrüsen sind, soweit der klebrige fluoreszierende Stoff in Frage kommt, zweifellos Sekrete s. str., aber dieselben werden durch eine Fibrille zusammengehalten und von Gallert umhüllt. Letztere ist sicher eine Ausscheidung der die Drüsenmündung umgebenden Zellen, erstere geht aus der Munddrüse selbst hervor; freilich wird auch sie nur durch die umgebende Gallert, in ihrer Lage fixiert. Man würde danach diese Ausscheidungen als Drüsensekrete aufzufassen haben. Wahrscheinlich ebenso die der Kehldrüsen, die aber noch zu wenig bekannt sind.

Von Zellen, welche in die Gehäusesubstanz als lebenskräftige und an deren Bildung sich beteiligende Elemente einwandern, habe ich auch in *Messina* nichts auffinden können. Absterbende Oikoplasten kann man dagegen nicht grade selten beobachten, wie sie mit der Abscheidung der Gallert sich lösen; sie gehen aber völlig zu Grunde und werden im Epithel ersetzt.

2 Die Entfaltung der Anlage zum fertigen Gehäuse.

Auf das Stadium der Sekretion der Anlage folgt dasjenige ihrer Entfaltung zum fertigen Gehäuse. Während ersteres etwa 3—4 Stunden in Anspruch zu nehmen scheint und vielleicht unter natürlichen Verhältnissen länger dauert, spielt sich der zweite Vorgang in $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Stunde ab. Er leitet sich ein durch eine Loslösung der Anlage von den Mutterzellen, einer gewaltigen Ausdehnung aller ausgeschiedenen Teile und einer Umlagerung und teilweisen Verschmelzung, wobei das Tier durch Bewegungen des Rumpfes und seines Schwanzes selbst energisch eingreift. *Die Trennung der Anlage von den Oikoplasten ist nichts anderes als eine Häutung, wie sie bei Würmern und Arthropoden weit verbreitet ist. Die Entfaltung aber hat, so weit mir bekannt, sonst im ganzen Tierreich kein Analogon.*

Hat die Anlage eine erhebliche Mächtigkeit auf den Oikoplasten erreicht, so beginnt plötzlich eine schnelle Volumvergrößerung derselben, so dass das Tier in wenigen Minuten mit seinem vorderen Rumpfabschnitte in einer grossen Gallertkugel oder -Blase zu sitzen scheint. Diese stört seine Schwimmbewegungen ganz erheblich, so dass die fortwährenden Undulationen des Schwanzes keinen anderen Effekt haben, als dass das Tier langsam niedersinkt. Dabei dreht es sich oft unaufhörlich um seinen Rumpf. War vor dem Beginn der Entfaltung Mundöffnung und Keimdrüsen unbedeckt von den kutikularen Massen, und blieb die Mächtigkeit der letzteren noch erheblich hinter der Höhe des Rumpfes zurück (Taf. III, Fig. 10), so hat sich jetzt die Aussenfläche der Anlage um die 3—5 fache Rumpfhöhe vom Epithel entfernt und der Mund liegt weit von der Aussenfläche entfernt hinter dem Mittelpunkt der ganzen Gallertblase, ist aber durch einen Schlauch mit der Aussenwelt verbunden (Taf. III, Fig. 1). Wegen der ganz unregelmässigen zuckenden Bewegungen des Tieres ist an dem lebenden Tiere wenig Detail zu erkennen, doch gelingt es zuweilen durch schnelles Einsetzen in Picrinsalpetersäure das Tier in seiner Gehäuseanlage zu konservieren. Leider treten aber meist hierbei einige Zerreibungen und Verlagerungen in den einzelnen Abschnitten des Gehäuses ein, so dass diese Präparate nur mit Vorsicht zu gebrauchen sind. Man sieht jedoch sofort, dass die mächtige ventrale Auftreibung aus reiner Gallertsubstanz besteht, und nur ein ganz schmaler Spalt (*sp*) unter der Bauchfläche des Tieres liegt, weil die Cuticula sich leicht abgehoben hat. Auf der ganzen über den dorsalen Oikoplastenzonen liegenden Partie der Anlage dagegen trennt ein weiter, nach vorn noch über die Fangapparatanlagen hinaus gehender, einheitlicher Hohlraum Epithel und Innenfläche der Gallertsubstanz, die hier kaum die Rumpfhöhe an Dicke erreicht. Die Gittermembran der Einflusstrichter ist vom unteren Rande der Eisen'schen Gruppen bis zur Rückenhöhe der Gehäuseanlage emporgezogen und dabei zu einem langen breiten Bande geworden. Der Fangapparat zeigt noch deutlich seine Zusammensetzung aus einer rechten und linken Anlage, die aber schon median sich zusammenlegen, und in ihren lateralen Teilen halbkreisförmig zusammengebogen, die Zwischenflügelkammern von oben her umfassen. Unter ihm läuft das primäre Mundrohr zum Munde; man sieht aber, wie es gleichzeitig mit dem ventralen Hohlraum unter der Bauchfläche des Tieres kommuniziert, der seinerseits wieder mit den Zwischenflügelkammern in Verbindung steht. *Dies zuerst auftretende Mundrohr entspricht daher nicht dem definitiven, sondern dem Ausflussrohr, welches orale Öffnung und ventrale Kammer miteinander verbindet.* An seiner Ausmündung auf der Aussenfläche sind die Gallertfäden und das Skelet der Ausflussöffnung bereits ausgebildet. Die Papillen liegen eng zusammen-

gerückt auf der Rückenlinie etwa in der Höhe des hinteren Randes des Fangapparates. Der hinter der Gittermembran liegende Abschnitt der Gallertsubstanz hat sich über die Keimdrüsen nach hinten vorgeschoben, während der hintere Rand der ventralen Gallertmasse vorn die Schwanzwurzel berührt.

Bisher hat das Tier soweit sich erkennen lässt, nicht willkürlich in die Gehäusebildung eingegriffen. Der Eindruck, den die Entfaltung bis jetzt macht, ist, dass gleichzeitig mit der Trennung der Anlage von den Matrixzellen in der Gallertsubstanz eine Quellung eintritt, die am stärksten in der Ventrallinie wirkt, seitlich und nach dem Rücken hin aber allmählich an Intensität abnimmt. *Hiermit stimmt überein, dass in der Gehäuseanlage vor der Entfaltung die Fibrillen der Gallertmasse dicht an einander gelagert sind, im fertigen Gehäuse aber ein Balken- und Netzwerk bilden.* Sie müssen also, abgesehen von einer Quellung ihrer eigenen Substanz, auch durch eine Zwischensubstanz auseinandergedrängt werden. Mehr kann ich leider über diese sehr wichtigen Vorgänge nicht sagen. Jetzt greift nun aber das Tier selbst durch willkürliche Bewegungen in die Entfaltung der Anlage ein, indem der Rumpf durch energisches Rückwärtsziehen, Auf- und Niederbewegen sich vom primären Mundrohr löst und die Bildung des Fangapparates mit dem definitiven Mundrohre leitet, der Schwanz aber am vorderen ventralen Rande in die Gehäuseanlage mit seiner Spitze sich einschiebt und unter kräftigen Stembewegungen dieselbe ausweitet, bis er schliesslich seiner ganzen Länge nach von derselben umgeben wird. Seine anfangs sehr gewaltsamen Bewegungen werden dann immer gleichmässiger und gehen allmählich in die des ruhig im fertigen Gehäuse schwimmenden Tieres über. Ganz zuletzt entfaltet sich der genitale Schnabel. Das junge Gehäuse ist völlig wasserklar, auch der Fangapparat; nur sind an einzelnen Stellen gelbe grün fluoreszierende Sekretmassen angelagert. Vom Eindringen des Schwanzes in die Gehäuseanlage ab dauert die Entfaltung etwa noch zehn Minuten. Das Tier sinkt während dieser Zeit fortwährend, da der Schwanz keine Schwimmbewegungen ausführen kann; man muss daher stets mit einer recht weiten Saugröhre bereit stehen und verhindern, dass das Tier auf den Boden des Gefässes aufstösst, da es dann entweder die Gehäuseanlage verlässt oder durch Verkleben mit Fremdkörpern verletzt wird.

Diese Entfaltung der Gehäuseanlage ist sonderbarer Weise mit lebhaften Leuchterscheinungen verbunden. Isoliert man gehäuselose, ganz frischgefangene Tiere in Glastuben von der Grösse der zum Schnittfärben benutzten Gläser in vollkommen reinem Meerwasser, so wird man im dunkeln Zimmer des Abends nur selten ein zwar sehr intensives, aber schnell vorübergehendes Aufleuchten eines grünlichen Lichtes

beobachten, über dessen Ausgangspunkte am Rumpfe¹⁾ ich nie habe Gewissheit bekommen können. Durch Schütteln des Tubus oder plötzlichen Stoss gegen seine Wandung kann man aber beliebig ein Aufleuchten hervorrufen. Das Aufleuchten erfolgt also nur auf Reiz, nicht continuierlich und nicht willkürlich; es geht nur vom Rumpfe aus; der Schwanz bleibt stets dunkel²⁾. Setzt man diese Beobachtungen im dunkeln Zimmer länger fort und wiederholt sie häufiger, so wird es einem begegnen, dass plötzlich in einem Tubus das spontane Aufleuchten an Häufigkeit zunimmt und schliesslich ein Aufleuchten dem anderen folgt, so dass man ganz deutlich den vollkommen weissglühenden Rumpf im Glase umherschwimmen sieht. Nur einmal waren hierbei verschiedene leuchtende Stellen wahrzunehmen, *sonst schien der ganze Rumpf mit Ausnahme des Keimdrüsenepithels an seiner Oberfläche zu leuchten*. Jene Stellen waren durch nicht leuchtende Partien von einander geschieden, so dass man vordere und hintere unterscheiden konnte. Zündet man Licht an, so sieht man, dass diejenigen Tiere, bei denen diese Steigerung des Leuchtens sich gezeigt hat, im Begriff sind ihre Gehäuseanlage zu entfalten. Sobald das Gehäuse vollendet ist, erlöscht das Aufleuchten wieder und lässt sich nur durch Stösse hervorrufen. Es geht dann aber das Leuchten nicht mehr vom Rumpfe aus, sondern von mehreren, weit von einander entfernten und stets in gleicher Weise angeordneten Stellen des Gehäuses. Noch mehrere Stunden, nachdem die Gehäuse vom Tiere verlassen sind (jedenfalls drei Stunden hinterher) leuchtet die Gehäusemasse lebhaft auf, sobald man sie mit der Nadel berührt oder durch Pusten in Bewegung bringt. Aber auch dann ist es nie die ganze Masse, sondern immer nur einzelne, zerstreut liegende, rundliche Flecke. Bei der Schwierigkeit sich den Ort des blitzschnellen Aufleuchtens im Tubus zu merken, und nachher, wenn man Licht gemacht hat, am Tier oder Gehäuse diesen Punkt wieder zu finden, kann ich leider nichts sicheres über den Stoff angeben, von dem das Leuchten ausgeht. Doch glaube ich, kann es nach allem, was mir bisher über den Aufbau des Gehäuses bekannt ist, nur jenes fluoreszierende orangefarbene Sekret sein, welches in grösserer Menge von den Munddrüsen, aber auch von anderen Oikoplasten abgesondert wird. Wie oben erwähnt, bildet dasselbe an verschiedenen Stellen des Gehäuses kleine Flecken, in dichteren Gruppen am Boden und an der Decke der ventralen Kammer und mehr vereinzelt an den Randpartien der Zwischenflügelkammer, in der Umgebung des Ausflussrohres, an den nachschleppenden

¹⁾ Ab und an schien es von einem leuchtenden Strich, dann wieder von ein oder zwei rundlichen Flecken auszugehen.

²⁾ Giglioli hat bei Appendicularien, deren Art er nicht angiebt, ein Leuchten der Chorda (?) beobachtet.

Gallertfäden und am Schnabel. Bei dem Beginn der Entfaltung des Gehäuses liegen diese Sekreteilchen alle dicht dem Rumpfe an und durchglühen ihn, wenn sie in Folge der Zerrungen des Rumpfes und der Arbeit des Schwanzes unaufhörlich aufleuchten, während sie an dem fertigen Gehäuse weit vom Rumpfe abrücken und nur durch äussere Stösse erregt werden können. Die Bedeutung des blitzartig bei jeder Berührung aufleuchtenden Sekretes kann selbstverständlich nur die eines Schutzapparates sein, indem Feinde von einem Angriffe abgeschreckt werden. Grade während der Entfaltung der Gehäuseanlage hat das Tier einen solchen Schutz ganz besonders nötig, da es nach Aussen vollkommen hilflos ist.

Die Entfaltung der einzelnen Teile der Anlage ist in ihren allgemeinen Zügen folgende:

Die Wandung des Gehäuses wird durchgehend von der Cuticula der zirkumoralen, der dorsalen und lateralen Oikoplastenzonen gebildet, die stets aus 2 Grenzmembranen und meist starker, zwischen beiden eingeschlossener fibrillöser Gallertmasse besteht. Letztere kann aber stellenweis fast vollkommen schwinden. Die übrigen Elemente (Bandzüge und Schläuche) sind am fertigen Gehäuse nur noch in Spuren von mir gefunden. Die äussere Begrenzung müsste demnach überall von der zuerst ausgeschiedenen äusseren Grenzmembran gebildet werden; aber über den Einflusstrichtern, in welche diese bis zum Rande der inneren Öffnung sich hinabzieht, bildet das Gitterfenster die äussere Begrenzung des Gehäuses. In der Anlage liegen die beiden Membranen, aus denen es hervorgeht, genau über der Eisen'schen Gruppe. Die Lage dieser letzteren wird am fertigen Gehäuse, durch die innere Öffnung der Einflusstrichter gekennzeichnet; wenn also die Membranen ihre ursprüngliche Lage bei der Entfaltung bewahrten, so müsste ein senkrecht die Gehäusewand durchsetzender Gang zur Einflussöffnung führen und das Gitterfenster direkt über der inneren Öffnung liegen. In Wirklichkeit ist aber nur ein ganz kurzer derartiger Gang vorhanden, während der eigentliche Trichter sich weit nach vorn und dorsal, bis an die Wurzel des Schnabels und fast zur dorsalen Medianlinie ausdehnt, so dass die äussere Öffnung des Trichterhalses nahe dem hinteren unteren Winkel des weiten Trichters liegt. Ausserdem ist die ursprüngliche Form der Membranen die eines Quadrates mit abgerundeten Ecken, die Form des Gitterfensters aber von hinten nach vorn lang gestreckt. Die Umgestaltungen sind also recht erheblich, aber nicht schwer zu verstehen. Vom hinteren oberen Winkel der Membranen geht in der Anlage eine senkrecht zur Rückenkaute emporsteigende Furche ab, in der die Gallertbildung sehr gering ist; diese Furche (Taf. II, Fig. 2) bildet dadurch, dass ihr hinterer Rand immer weiter vom vorderen

zurückweicht, den Trichter, die Gitter-Membranen aber werden schon vorher bis zum dorsalen Ende der Furche über dieselbe hinübergezogen, wobei sie, da der Zug von dem hinteren oberen Winkel ausgeht, um volle 90° dorsalwärts gedreht werden, so dass die ursprünglich horizontal verlaufenden Streifen derselben schliesslich vertikal verlaufen und umgekehrt, ein Vorgang, der wegen des verschiedenen Baues beider Membranen leicht verfolgt werden kann. Mit der Ausweitung der Furche zum Trichter nehmen dann die bandförmig dorso-ventral gestreckten Membranen die definitive Gestalt an. Durch diese doppelte Dehnung werden endlich die Membranen zu 2 Lagen sich kreuzender Fäden umgestaltet, indem die wahrscheinlich schon in der Anlage dünneren Verbindungsstreifen der Falten zerreißen. Interessant ist, dass man noch bis zuletzt an der Form der Gitterstäbe ihre Entstehung aus gefalteten Membranen erkennen kann, indem die von vorn nach hinten verlaufenden Fäden einen \wedge -förmigen Querschnitt haben. Auch trifft man an nicht vollständig entfaltenen Gehäusen Gitterfenster, wo die noch breiten Ränder dieser Stäbe sich fast gegenseitig berühren und nur einen schmalen Spalt frei lassen. (Taf. I, Fig. 8 und III, Fig. 11.)

Bemerkenswert sind sonst von der äusseren Begrenzung nur noch die beiden Pole der Gehäuseachse: die Flucht- und die Ausflussöffnung. Erstere scheint auf den ersten Blick der hinteren Grenze der Anlage am genitalen Rande der Oikoplastenzone entsprechen zu müssen. Dennoch lässt sich nicht damit in Einklang bringen, dass sie in ihrem ganzen Umfange von dicker Gallertmasse umschlossen ist; wenigstens ventral, wo die hinterste Zone in der Umgebung des Afters und der Spiracula nur ganz schwach sezerniert, müsste sie eine sehr dünne Wand begrenzen, deren Form ausserdem unregelmässig wäre. Es scheint mir daher viel wahrscheinlicher, obwohl es sich nicht hat beweisen lassen, *dass die sehr intensiv Gallert ausscheidenden mittleren Zonen der Ventralfläche die hinterste völlig überwuchern und sonach den ventralen Rand der Fluchtöffnung bilden, während die membrandünne Cuticula der hintersten Zone die Falte herstellen, welche die Fluchtkammer von der Rumpfkammer trennt.* Diese kann sonst kaum aus der Anlage erklärt werden, während ihre Entstehung so verständlich ist. Einfacher liegen die Verhältnisse an der Ausflussöffnung, die sicher der Umrandung des Schnauzenteiles entspricht. Die trichterförmige Einsenkung, in der die Öffnung liegt, muss aus der zirkumoralen Zone hervorgegangen sein, da an ihrem Rande die Gallertfäden stehen, die nur den am hinteren Rande dieser Zone liegenden 2 Drüsenpaaren entstammen können. Freilich müssen Verschiebungen auch hier eingetreten sein, da die beiden langen Fäden dorsal und dicht neben einander stehen. Rätselhaft ist die Dreizahl der ventralen Fäden, da die Kehldrüse nur zweiteilig ist.

Die Auskleidung der Gehäusehohlräume wird, abgesehen von denjenigen des Fangapparates, von der inneren Grenzmembran der oben genannten Oikoplastenzonen gebildet. Sie muss daher im Allgemeinen der äusseren Grenzmembran gleich sein; doch ist sie entsprechend ihrer zentraleren Lage weniger stark gedehnt und kann daher, wie im Boden der ventralen Kammer, feine Fältelungen bewahrt haben, die dort ausgeglichen sind, oder selbst Ausstülpungen bilden, wie die Zwischenflügelkammern. Kompliziert wird die Ausbildung dieser Hohlräume durch die Scheidung des oralen Abschnittes in eine dorsale und ventrale Abteilung und durch die Einschiebung des Fangapparates in die Scheidewand beider. Um diese Verhältnisse besser zu verstehen, ist es notwendig, vorher die Ausbildung des Fangapparates zu verfolgen.

In der fertigen Anlage besteht seine Anlage aus 2 völlig von einander getrennten Hälften, die aus den rechten und linken Oikoplastengruppen hervorgehen. Beide Teile müssen also bei der Entfaltung median vereinigt werden. Jede Hälfte wird ferner von 2 Membrangruppen gebildet (Fig. 6a), die vor und hinter den intermediären Zellen abgeschieden sind und von einem Hohlraum umschlossen werden, der durch die von den Intermediärzellen ausgeschiedene Gallertsubstanz in eine vordere und hintere Tasche getrennt wird. Erstere enthält diejenigen Cuticulae, welche im Gehäuse die Zwischenflügelkammer und den das Wasser aus dieser aufnehmenden Abschnitt des Fangapparates bilden, letztere dagegen die Anlagen der dorsalen Kammer und des Reusenabschnittes.

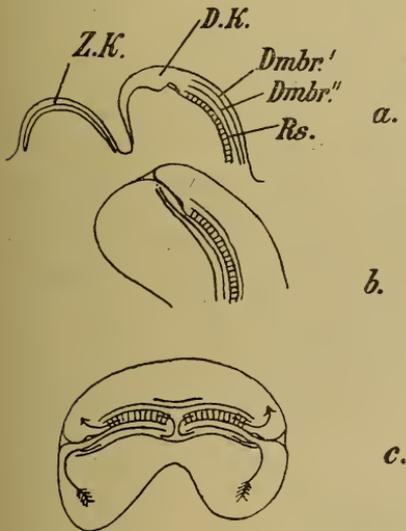


Fig. 6. Querschnitte durch die Anlage des Fangapparates in verschiedenen Stadien der Entwicklung [schematisch] (Oik. albic.).

Bei der Entfaltung müssen also die Bestandteile des Fangapparates ihrer ganzen Fläche nach aneinander gelagert werden wie in den Flügeln des fertigen Gehäuses und die Aussenwand der beiden Kammern von jenen abgehoben werden. Es wird das, wie das nebenstehende Schema (Fig. 6) zeigt, sehr einfach dadurch erreicht, dass das Septum sich von den Matrixzellen (den intermediären Zellen) abhebt und die mit ihm in Verbindung stehenden Ränder der Fangapparat-Membranen mit sich emporzieht. Es legen sich dadurch ganz von selbst die Innenflächen der über den

vorderen und hinteren Zellen der *Fol*'schen Gruppe abgeschiedenen Membranen ihrer ganzen Ausdehnung nach aneinander, wodurch einmal die definitive Lagerung wie im fertigen Flügel erreicht und andererseits das Lumen des Hohlraums vor und hinter dem Septum frei gemacht wird. Hand in Hand mit dieser Umlagerung der einzelnen Teile jeder Hälfte des späteren Fangapparates geht dann eine Verlagerung ihrer Gesamtheit, wodurch aus der rechten und linken Anlage ein einheitlicher Apparat hervorgeht. Da das Septum jeder Hälfte, der Lage der intermediären Zellen entsprechend, sich senkrecht auf der Längsachse der *Fol*'schen Gruppe erhebt, ist auch jede Flügelanlage anfangs dorsoventral aufgerichtet, und berührt die der anderen Seite garnicht. Bei der Entfaltung wird aber jede Flügelanlage samt den ihr zugehörenden Kammeranlagen mit ihrer dorsalen Spitze voran in einer Bogenlinie nach vorn gezogen, bis ihre mittlere Partie etwa horizontal, ihre beiden Enden aber vertikal nach unten gerichtet sind. Es muss dann ihr ursprünglich äusserer Rand lateral, ihr ursprünglich basaler Rand (der Matrix zugewandter) medial gerichtet sein, und sich die Anlagen der rechten und linken Seite mit dem mittleren Abschnitte ihres basalen, jetzt medialen Randes berühren (Fig. 7). Solche Lagerung kann man

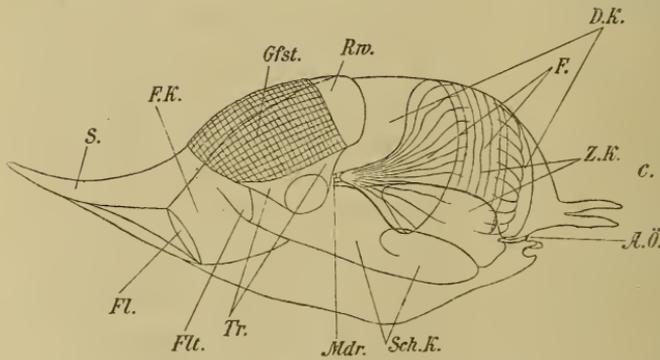
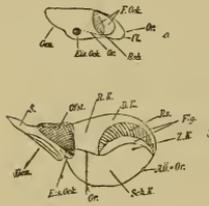


Fig. 7. Schemata, welche die Verlagerung der einzelnen Anlagen bei der Entfaltung des Gehäuses von Oik. alb. zeigen.

jeder Hälfte ein kurzes, schräg genitwärts gerichtetes Rohr aus, das erheblich dünner als das bereits vollständig angelegte Mundrohr ist und in einen unter den Flügeln liegenden unpaaren Hohlraum führt, der durch das Mundrohr in die Rumpfkammer ausmündet. Der laterale Rand, welcher die

Öffnungen des Fangapparates trägt, ist noch kurz und wie in der Anlage zusammengebogen, so dass die Fibrillen, Bänder und Septen hier ganz dicht gedrängt stehen, während sie am medialen Rande bereits weit auseinander gezogen sind. Mit der Entfaltung des Aussenrandes richtet sich dann der mittlere Teil jedes Flügels dorsal empor, so dass hier die Flächen beider Hälften sich dicht aneinander legen und der die Öffnungen zur dorsalen und zur Zwischenflügelkammer tragende Flügelrand emporgerichtet wird. Wie schliesslich die Verschmelzung des unpaaren Abschnittes mit den paarigen Anlagen erfolgt, weiss ich nicht anzugeben; jedenfalls ist sie aber so innig, dass ich am fertigen Gehäuse keine Grenze mehr habe auffinden können. Ebenso ist es mir nie gelungen, die Herkunft und das Schicksal jener aus den paarigen Anlagen hervorgehenden Röhren und die Verwendung der Deckmembranen über der Reusenanlage aufzuklären. Hier scheinen also noch kompliziertere Vorgänge verborgen zu sein.

Es geht mithin die dorsale Kammer aus der genitalen Tasche, die Zwischenflügelkammer aus der oralen Tasche jeder *Fol'schen* Gruppe hervor. Auch ihre Anlagen sind also paarig; in der dorsalen Kammer verschmelzen beide vollkommen, die Zwischenflügelkammern bleiben paarige Aussackungen der ventralen Kammer. Unabhängig von dem Fangapparat wird also der ganze unpaare Teil der ventralen Kammer angelegt. Trotzdem gehen dorsale Kammer, Zwischenflügelkammer, ventrale Kammer und Rumpfkammer alle kontinuierlich in einander über. Es erklärt sich das leicht aus dem Zusammenhange ihrer Anlagen. Die dorsale Kammer geht aus den hinteren Hohlräumen der *Fol'schen* Ausscheidungen hervor; diese grenzen hinten an die vordere Oikoplastenzone, deren innere Grenzmembran die Auskleidung der Rumpfkammer bildet und kontinuierlich in die Auskleidung jenes Hohlraumes sich fortsetzt. Bei der Abhebung beider von der Matrix müssen sie also ohne Grenze in einander übergehen. Dasselbe gilt für die Zwischenflügel- und ventrale Kammer; die Auskleidung der vorderen Hohlräume der *Fol'schen* Oikoplasten ist in Zusammenhang mit der inneren Grenzmembran der zirkumoralen und ventralen Zonen, die die Auskleidung der Schwanzkammer bilden. Durch die Drehung, welche die Anlage des Fangapparates während ihrer Entfaltung erfährt, indem ihr anfänglich dorsales Ende nach vorn (oralwärts), das ursprünglich ventrale Ende aber nach hinten (genitalswärts) gezogen wird, wird erst die Zwischenflügelkammer und der hintere Teil der ventralen Kammer bauchwärts verlagert, und die dorsale Kammer wirklich rückenwärts verschoben. Unabhängig von diesen Vorgängen ist die im fertigen Gehäuse genitalwärts vom Fangapparat gelegene Partie der Schwanzkammerdecke, deren Ansatz an die Seitenwände genau der in der Anlage zwischen *Eisen'scher* und *Fol'scher*

Gruppe verlaufenden Grenze ventraler und dorsaler Zonen entspricht. Hier wird von den ventralen Oikoplasten nach der Bildung der inneren Grenzmembran, aus der der Boden der Kammer hervorgeht, sofort noch eine zweite Membran ausgeschieden, die nur wenig von der älteren Cuticula sich abhebt, aber bei der Entfaltung durch den Schwanz weit von ihr abgedrängt wird. Das Ausflussrohr wird, wenn der Mund von der oralen Öffnung sich zurückzieht, lang ausgezogen; seine Auskleidung geht unmittelbar in diejenige der ventralen Kammer über und muss daher aus der inneren Grenzmembran der zirkumoralen Zone hervorgegangen sein. Über die Bildung des definitiven Mundrohres kann ich leider ebensowenig sagen, wie über die Bildung des ganzen unpaaren Abschnittes des Fangapparates, soweit er nicht einfach aus einer Verschmelzung der paarigen Anlagen entsteht. Über die Entstehung der Rumpf- und Fluchtkammer ist schon früher gesprochen.

Man sieht, es ist mir nur gelungen die wesentlichsten Vorgänge, welche aus der Anlage das fertige Gehäuse entstehen lassen, klar zu legen; viele Einzelheiten fehlen noch und vor allem auch *die Kenntnisse der physikalischen Vorgänge, welche die Verlagerungen und Entfaltungen eigentlich hervorrufen*. Ob z. B. der Fangapparat durch die Elastizität der Bänder und Fibrillen der Reuse oder aber durch einströmendes Wasser ausgedehnt wird, ob die Form- und Lageänderung der Gitterfensteranlage durch Zug oder Quellung bedingt wird u. s. w. ist noch ganz unbekannt. Das aber ist wenigstens erreicht, dass die Entstehung des Gehäuses aus den Ausscheidungen der Oikoplasten zu verstehen ist und schon die Beschaffenheit des Oikoplastenepithels ganz bestimmte Aufschlüsse über den Bau des Gehäuses erlaubt. *Wo Fol'sche Gruppen sich finden mit ihren typischen Zellformen, muss ein im wesentlichen dem von Oik. albicans gleicher Fangapparat gebildet werden, und Eisen'sche Gruppen mit Haupt- und Nebenzellen beweisen die Ausbildung von Gitterfenstern über den Einflusstrichtern.*

III. Über die Gehäuse anderer Appendicularien.

Nachdem gezeigt ist, welcher Art das Gehäuse von *Oikopleura albicans* ist, fragt es sich nun, ob auch die übrigen Appendicularien ähnliche Gehäuse bilden, oder ob sich bei ihnen die kutikularen Ausscheidungen in anderer Weise verwertet finden. Nach den Abbildungen und Beschreibungen, welche von früheren Beobachtern vorliegen, ergibt sich zunächst, dass ein dem Fangapparat von *Oikopl. albicans* gleiches Gebilde bei allen Oikopleuren, von denen Gehäuseanlagen oder fertige Gehäuse beobachtet sind, der zunächst in die Augen springende Teil ist. *Mertens* bildet einen solchen 1831 für *Oikopleura*

chamissonis ab, Moss und Allmann (1868 resp. 1858) für ihre nicht mehr bestimmbareren Arten, Fol (1873) für *Oikopl. albicans*, Eisen (1874) für *Oikopl. dioica*. Durch die Fremdkörper mit denen sein Hohlraum sich bei allen älteren Gehäusen angefüllt hat, ist er am leichtesten von allen Bestandteilen des Gehäuses zu erkennen und fällt noch ganz besonders durch seine rythmischen Bewegungen auf. Gitterfenster über den Einflusstrichtern hat dagegen nur Fol bei *Oikopleura albicans* gesehen; wahrscheinlich besitzt sie auch *Oik. chamissonis* und vielleicht noch Allmann's Art. Die orale Ausflussöffnung war bisher ebenfalls nur bei *Oikopl. albicans* beobachtet. Aus allen Beschreibungen und Abbildungen konnte man aber nicht entnehmen, ob diese Teile wirklich fehlten oder nur übersehen waren; wahrscheinlicher musste von vornherein das letztere erscheinen. Dagegen waren sicher erhebliche Differenzen in der Gestalt und Grösse nachgewiesen. Das Gehäuse von *Oikopl. dioica* war nach Eisen kugelrund und erbsengross, das von *Oik. albicans* eiförmig mit langem Schnabel und 17,5 mm lang; *Oik. chamissonis*, deren Rumpf die bedeutende Länge von 6 mm erreichen soll, bewohnte nach Mertens ein Haus von unregelmässiger Form und mehr als 50 mm Länge. Ein ganz absonderlich gestaltetes Gehäuse beschrieb endlich Moss, indem die Flügel des Fangapparates auch die Gehäusewand flügel förmig vortrieben.

Ich selbst habe Gehäuse von *Oik. albicans*, *longicauda*, *rufescens*, *dioica* und *cophocerca* beobachtet. Bei allen war der Fangapparat, wenn seine Form und Grösse auch verschieden war, im Wesentlichen übereinstimmend gebaut, wie das schon der gleiche Bau der Fol'schen Oikoplasten voraussetzen liess. Bei *dioica* war er im Verhältnis zum ganzen Gehäuse sehr gross, bei *rufescens* klein. Die Einflusstrichter wurden bei *dioica* und *cophocerca* wie bei *albicans* durch ein Gitter nach aussen geschlossen; bei *rufescens* waren die Trichter sehr lang und gebogen, besaßen zwar, wie die Gehäuseanlage sehr deutlich zeigte, ebenfalls eine Gitterung, aber bei dem fertigen Gehäuse war statt dessen nur eine grosse Zahl kleiner trichter förmiger Körper in der äusseren Öffnung zu sehen, die mit ihrer breiten Fläche in dem Niveau der Oberfläche lagen, während der Trichterhals nach dem Boden des Einflusstrichters schaute. Ich bin aber über den Bau dieser Körper und ihre Funktionen nicht ins Klare gekommen. Bei *Oikopl. longicauda* war aber auch von den Einflusstrichtern nichts wahrzunehmen und das Gehäuse überhaupt so zart, dass die Untersuchung sehr schwierig war. Bei *Oikopl. dioica* war das Kammersystem ganz ähnlich wie bei *Oik. albicans* und auch eine grosse genitale Flucht- und eine kleine, mit elastischem Skelet versehene orale Ausflussöffnung vorhanden. Die Gestalt der Gehäuse war mehr oder weniger rundlich;

bei demjenigen von *Oikopl. cophocerca* (Fig 8) ragten am oralen Pole 2 dreieckige Lappen vor, zwischen denen die Ausflussöffnung verborgen war. Meine Zeit

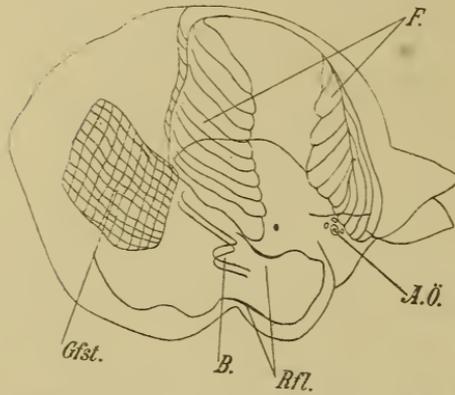


Fig. 8. Gehäuse von *Oikopleura cophocerca*.

Oikopleuren und Oikopleurinen überhaupt (Stegosoma, Folia, Megalocercus, Althoffia) lehrt ferner, dass hier ausnahmslos die Fol'schen Gruppen typisch entwickelt sind und insbesondere nie die Reusenbildner fehlen. Die Eisen'schen Oikoplasten sind meistens ebenfalls vorhanden, fehlen aber sicher bei Oikopl. longicauda und vielleicht auch bei Oikopl. gracilis, ebenso habe ich sie bisher nicht finden können bei Folia gracilis, Althoffia tumida und Megalocercus abyssorum; doch sind sie bei einer neuen Megalocercus-Art aus Ralum (Bismarck-Archipel) sehr schön entwickelt. Bei allen Oikopleurinen ist endlich die allgemeine Form und Einteilung der ganzen Oikoplastenregion in Zonen, und im Grossen und Ganzen auch ihre Ausdehnung nach hinten und vorn eine gleiche, so dass man selbst für die Kammerausbildung und die orale und genitale Öffnung eine ziemliche Übereinstimmung der Gehäuse annehmen darf.

Dem gegenüber zeigen nun die Gehäusebildungen der Fritillarinen (*Appendicularia, Fritillaria*) und Kowalevskiden (*Kowalevskia*) einen ganz anderen Bau. Die ausgebildeten Gehäuse hat bisher nur *Fol* beobachtet, aber durch das Studium der Oikoplasten und der Gehäuseanlagen kann man auch hier wichtige Aufschlüsse erhalten. Bei *Appendicularia sicula* und *Kowalevskia tenuis* wird das Tier wie bei den Oikopleurinen¹⁾ vollkommen von den Ausscheidungen der Oikoplasten umschlossen, in deren Innerem ihr Rumpf befestigt ist. Hier werden also wirkliche Gehäuse ausgebildet. Dieselben enthalten in-

¹⁾ *Mertens* zeichnet für *Oikopl. chamissonis* den Schwanz frei aus dem Gehäuse herausragend. Es ist mir aber sehr wahrscheinlich, dass er ein nicht vollständig entwickeltes Gehäuse abgebildet hat.

dessen in beiden Fällen nach der Darstellung *Fol*'s nur einen grossen Hohlraum, der mit einer einzigen Öffnung nach Aussen sich öffnet. An der Wand des Hohlraumes ist das Tier mit seinem Rumpfe befestigt, und zwar so, dass sein Rumpf direkt der Öffnung gegenüber liegt und seine Mundöffnung ihr zugewandt ist (grade zugewandt bei *Appendicularia*, schräg bei *Kowalevskia*), während der Schwanz seiner Lage zum Rumpfe entsprechend in der einen Hälfte des Hohlraumes liegt. Durch seine von der Wurzel zur Spitze verlaufenden Undulationen wird durch die Öffnung an dem ihm zunächst liegenden Rande Wasser von Aussen in das Gehäuse hereingestrudelt, durchströmt die vom Schwanz eingenommene Abteilung des Hohlraumes, wird durch das nachströmende Wasser in den anderen Abschnitt fortgetrieben und entweicht an dem entgegengesetzten Öffnungsrande. Durch Zusatz von Carminpulver zum Wasser hat *Fol* diese Zirkulation sichtbar gemacht. Von einer Ansammlung des Carmins an bestimmten Stellen des Gehäuses bemerkt *Fol* hier ebenso wenig wie bei *Oikopl. albicans*. Bei *Kowalevskia tenuis* wird das Gehäuse mit kaum wahrnehmbarer Schnelligkeit fortgetrieben; wie das der Oikopleurinen wird es häufig verlassen und schnell erneuert (alle 2 Stunden!) trotz seiner relativ gewaltigen Grösse (gr. D. 35 mm, kl. D. 20 mm). Bei *Appendicularia sicula* werden keine Angaben hierüber gemacht. Beide Gehäuse dienen demnach sicher als Schutzapparate; ihre Funktion als lokomotorische Werkzeuge kann nur sehr gering sein und zur Nahrungssammlung scheinen alle Vorkehrungen zu fehlen. Sie stehen also offenbar auf einer erheblich niedrigeren Stufe der Ausbildung als die Gehäuse der Oikopleurinen,

Noch unvollkommener sind die von *Fol* beschriebenen Ausscheidungen der Oikoplasten bei der Gattung *Fritillaria*. Von Gehäusen kann man hier garnicht mehr reden, da nur der vorderste, den Mund umgebende Abschnitt des Tieres von der fertigen Bildung umgeben wird, der ganze übrige Rumpf aber und der Schwanz ausserhalb derselben liegt. Bei *Frit. pellucida* und *megachile* entfaltet sich das Sekret der Oikoplasten zu einer grossen Gallertblase, deren einheitlicher Hohlraum durch eine Öffnung mit dem Munde, durch eine gegenüberliegende Öffnung aber mit der Umgebung kommuniziert. Diese vor dem Munde des Tieres sitzende Blase schwillt unter den Undulationen des Schwanzes zu einer sehr erheblichen Grösse an (bei *megachile* 10 : 8,5 mm D.), sinkt aber mit dem Aufhören der Schwanzthätigkeit sofort wieder so stark zusammen, dass sie mit blossem Auge nicht zu erkennen ist. Aus der vorderen Öffnung soll Wasser ausströmen. Eine Ortsänderung wurde an den Gehäusen nicht wahrgenommen, die Tiere schweben vielmehr dauernd an derselben Stelle.

Auf den ersten Blick scheinen diese Gallertblasen kaum mit den Gehäusen der übrigen Appendicularien vergleichbar zu sein. *Doch kann man sie wahrscheinlich auffassen als Gehäuse, die auf dem Anfangsstadium der Entfaltung, wo noch die Keimdrüsen und der Schwanz der Oikopleuren ausserhalb der Anlage liegen, stehen geblieben sind.* Der einfache Hohlraum und die einfache Öffnung würden aber, wenn wir uns auch hier Schwanz und den ganzen Rumpf vom Gehäuse umschlossen dächten, sie dann in die nächste Nähe von Appendicularien und Kowalevskien stellen. Ihre Funktion ist nach den bis jetzt vorliegenden Beobachtungen völlig dunkel. Ein Fangapparat scheint vollständig zu fehlen, zur Lokomotion dienen sie auch nicht und als Schutzapparat können sie schwerlich aufgefasst werden, da nur ein verschwindend kleiner Teil des Tieres von der Gallertblase umfasst wird, gerade die wichtigsten Körperteile aber frei bleiben.

Untersuchen wir nun die Oikoplasten und die noch nicht entfaltenen Anlagen bei diesen Appendicularien näher, so zeigen sich in beiden bemerkenswerte Beziehungen zu den Oikopleurinen. Zunächst ist bei allen Fritillarien und Kowalevskiden die ventrale Partie der Oikoplasten auf einen ganz schmalen vorderen Streifen reduziert, während der dorsale Abschnitt bei Kowalevskia (cfr. Abbildungen in: Appendicularien der Plankton-Expedition) und Appendicularia etwa dieselbe Ausdehnung wie bei den Oikopleurinen hat und nur bei Fritillaria etwas verkürzt erscheint. Doch macht die gestreckte Form ihres Rumpfes, dass diese Reduktion viel stärker erscheint als sie thatsächlich ist; wäre auch hier die Speiseröhre, statt grade nach hinten zu verlaufen, gekrümmt und der Darm unter ihrem hinteren Ende zusammengeknäult, so würde der Unterschied gegen die Oikopleurinen lange nicht so gross sein. Die ventrale Zone bietet keine Besonderheiten, auf der Dorsalfäche hingegen treten besondere Zellgruppen auf. So sieht man bei *Fritillaria formica* (Taf. IV, Fig. 8) am aufwärts gebogenen Hinterende 2 median zusammenstossende grosse flache Zellen liegen, die die ganze Breite der Rumpfdecke einnehmen; weiter vorn umgeben ringförmig angeordnete, lange, schmale Zellen einen Kern dicker, kurzer Zellen, die paarweise symmetrisch um die Längsachse der ganzen Zellengruppe angeordnet sind. Fast die ganze rechte und linke Hälfte der Rückenfläche wird von je 1 dieser Gruppen eingenommen. Die Anlage der Gallertblase besteht der Hauptsache nach aus zweierlei Teilen: kompakter Gallertsubstanz und Hohlsäcken, in denen stark lichtbrechende, sonderbar gebogene Fäden eingeschlossen sind. Erstere wird über den 2 grossen Zellen am hinteren Rande ausgeschieden (Taf. IV, Fig. 6), letztere aber über den beiden vorderen Zellgruppen. Diesem Ursprunge entsprechend

sind die Säcke stets paarig vorhanden. Offenbar werden schubweise immer neue solche Teile gebildet und die alten durch die jüngeren

Ausscheidungen unter der Kapuze nach vorn geschoben, wobei sie an Volumen stetig zunehmen. Zwischen den Säcken ragen ebenfalls paarweise dicke Fäden in die Gallert auf, doch zeigen weder diese noch jene Besonderheiten. Betrachtet man dagegen die Säcke (Fig. 9) bei starker Vergrößerung, so wird man bald erkennen, dass die Fäden in ihnen 4 Schleifen bilden, die quer zur Längsachse jedes Säckchens und in gewissen Abständen von einander stehen; ihr Bogen liegt unter der dorsalen Decke, ihre Enden am Boden; die Enden der 2 äusseren Schleifen sind frei, die der 2 mittleren aber mit den entsprechenden der anderen Schleife verschmolzen. Diese Schleifen sind ihrer Länge nach gespalten und mit einander durch feinste Fibrillen verbunden, die durch den Spalt in regelmässigem Abstände von einander hindurchtreten (Fig. 10). Dadurch wird also in jedem Sack ein zweiter Sack gebildet, dessen Wand aus dickeren, gespaltenen Querspangen und sehr feinen einfachen Längsfäden gebildet wird und somit ein Netzwerk vorstellt. Der Abstand der Fäden von einander betrug in der Anlage etwa 4μ .

Bei *Fritillaria pellucida* (Taf. IV, Fig. 1—5) fehlen die grossen hinteren Zellen und damit die Pakete von Gallertsubstanz unter der Kapuze; die vorderen zwei Zellgruppen haben eine ganz andere Anordnung, indem ein von hinten nach vorn ziehender Streifen

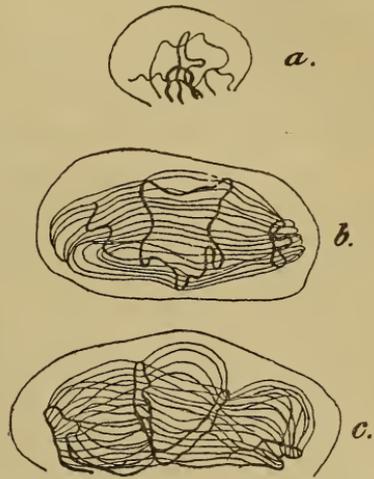


Fig. 9. Fadenwerk eines Sackes der Blasenanlage von *Fritillaria formica*; a. Seitenansicht (Fibrillen fortgelassen), b. Dorsalansicht, c. Ansicht von vorn.

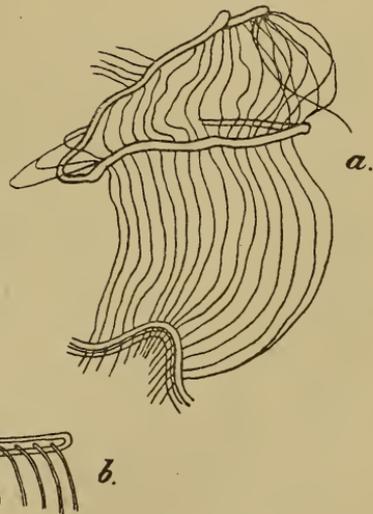


Fig. 10. a. Fadenwerk der Blasenanlage von *Fritillaria formica*, stark vergrössert; b. Durchschnitt der Fäden durch den Spalt in der Fibrille.

grosser Zellen median von kleinen würfelförmigen Zellen begrenzt wird. Über ihnen scheidet sich je 1 grosser Sack mit 10—11 Schleifen aus, die ganz ebenso wie bei *Frit. formica* gekrümmt und angeordnet sind und die wiederum von ganz feinen Fäden zu einem dichten Netzwerk mit einander verbunden werden. Die Säcke berühren sich median in einer graden Fläche. Die jüngeren Säcke schieben die älteren nach vorn zur Kapuzenmündung hinaus.

Bei *Fritillaria borealis* (Taf. III, Fig. 8) ist die vordere Zellgruppe noch schärfer in eine Reihe breiter, kurzer Zellen umgeformt; ausserdem sind aber noch 2 grosse Gallertbildner vorhanden. In der Anlage trifft man wieder die Säckchen und Gallertpackete.¹⁾

Endlich schliesst sich den Fritillarien nahe an *Appendicularia sicula*, nur sind hier 2 Paar vorderer Zellgruppen vorhanden, die aus je einer Längsreihe dichtgereihter sichelförmiger Zellen bestehen, und es enthalten die Säcke, welche über ihnen sich bilden, keine gewundenen Fibrillen-Schleifen, sondern ein ausserordentlich feines Gitterwerk von viel regelmässigerem Bau. Doch sind die Fäden desselben so fein, dass es mir bisher nicht hat gelingen wollen, mir volle Klarheit über ihre Anordnung zu verschaffen. Zwei grosse Gallertbildner liegen auch hier am hinteren Rande der Oikoplastenzone (Taf. III, Fig. 4).

Zunächst zeigen diese Untersuchungen, dass der Bau der Gallertblase der Fritillarien sowohl wie des Gehäuses von *Appendicularia* sicher viel komplizierter ist, als man nach *Fol's* Beobachtungen annehmen sollte. Dann stellen sie beide Bildungen ihrer Entstehung und Anlage nach in eben so nahe Beziehungen zu einander wie der Bau der Tiere diese selbst; und endlich führen sie uns als ein wichtiges Element der kutikularen Bildungen beider Gattungen 1 oder 2 Paar Membrantaschen vor, in deren Innerem ein Netzwerk von Fibrillen ausgeschieden wird. Ganz dasselbe fanden wir aber auch bei den Oikopleurinen, wo überall von den hinteren Zellen der *Fol'schen* Zellgruppen (vornehmlich Reusenbildner) in einer Membrantasche eine komplizierte Reuse gebildet wird. Diese Tasche und ihre Matrixzellen (Intermediäre Zellen und hintere Begrenzungszellen der *Fol'schen* Gruppen, alle dazwischen liegenden Zellen) stellen demnach wahrscheinlich einen sehr alten Besitz der Appendicularien dar, so dass sehr früh ein Netzwerk von Fibrillen, sei es als elastische Auskleidung oder als Filtrator für Wasser oder in anderer Weise, bei der Entstehung der kutikularen Ausscheidungen von Bedeutung gewesen sein

¹⁾ Die dorsalen Oikoplastenzonen der Fritillarien sind meist nach einem dieser 3 Fälle angeordnet und zwar bei *Frit. gracilis* und *haplostoma* wie bei *formica*, bei *tenella*, *bicornis*, *venusta*, *scillae* wie bei *pellucida*; *borealis* steht mehr isoliert.

muss. Auch bei *Kowalevskia tenuis* und *oceanica* wird eine Membrantasche angelegt, deren innere Wand zarte Strukturen besitzt und möglicherweise ein Gitterwerk umschliesst. Aber diese Tasche ist unpaar und wird von einer Zellgruppe ausgeschieden, die in konzentrischen Kreisen angeordnet ist und in deren Zentrum eine Riesenzelle von ganz enormer Grösse emporragt. Um den zapfenförmig vorspringenden Leib dieser Zelle legt sich die Tasche an, die nach *Fol* später den ganzen Hohlraum des Gehäuses bildet.

Obwohl es möglich ist, eine Stufenfolge in den kutikularen Bildungen der Appendicularien schon jetzt zu erkennen, indem die Gallertblasen der Fritillarien am niedrigsten stehen, dann die einfachen Gehäuse der Appendicularien und Kowalevskien folgen und endlich die hoch spezialisierten Häuser der Oikopleurinen den Höhepunkt bilden, ist uns doch der Weg, auf dem aus einer einfachen *Cuticula* ein funktionsfähiger Apparat wurde, vollständig dunkel. Denn bei allen bis jetzt bekannten Appendicularien sind die Grundlagen schon vorhanden, auf denen die Ausbildung des Gehäuses beruht: Abwurf und schnelle Erneuerung, Bildung von Gallertsubstanz und von Membrantaschen mit Gitterwerken in ihrem Inneren. Wiederholte Häutung kommt nach Uljanin auch bei *Doliolum* vor, aber die eigenartige Zusammensetzung der *Cuticula* ist aus keiner anderen Abteilung der Tunikaten bekannt.

In doppelter Hinsicht scheinen mir die Ergebnisse dieser Untersuchungen von Interesse. Zunächst zeigen sie, dass in dem Meerwasser jedenfalls zu Zeiten eine grosse Menge von kleinsten Organismen enthalten sein muss, die die Appendicularien in ihrem Fangapparat sammeln und verzehren. Bei einer der grössten Arten (*Oik. albicans*) können nur noch solche Formen überhaupt in das Gehäuse gelangen, die nicht dicker als $132 \mu^1$) und nicht breiter als 34μ sind; in der Regel aber werden schon solche von mehr als 34μ Durchmesser zurückbleiben, da die kugelige Form sehr allgemein ist, und es werden alle Formen fern gehalten, die mehrere, nach verschiedenen Richtungen abstehende lange Fortsätze haben. Alle Chaetoceros-Arten z. B. sind daher von vornherein ausgeschlossen. Man sieht, es sind wesentlich so kleine Organismen, dass sie durch die Maschen der feinsten quantitativen Planktonnetze durchgehen werden, da die zu diesen verwandte Müllergaze No. 20 eine Seitenlänge von über 48μ pro Masche aufweist und erst nach starkem Gebrauch sich so vollsetzt, dass die Seitenlänge auf 30μ sinkt. Kämen die Appen-

¹⁾ Die Diagonale einer Masche des Gitterfensters ist nicht ganz 132μ .

dicularien und speziell die Oikopleurinen in nur geringer Menge im Auftriebe vor, so könnte das ohne grosse Bedeutung erscheinen, da sie aber nächst den Copepoden die zahlreichsten mehrzelligen Organismen im Auftrieb der Hochsee und Küste, der warmen und kalten Meeresströme sind, gewinnt diese Erscheinung eine ganz andere Wichtigkeit. In den auf der Plankton-Expedition gemachten Fängen fand ich fast überall abgesprengte Gehäuseanlagen, ein Beweis dafür, dass die Tiere, als sie gefangen wurden, hier in Gehäusen umherschwammen und also trotz der Filtration des Wassers durch die Gitterfenster noch Nahrung in dem Wasser fanden. Nun ist zwar im Gebiet des warmen Wassers die häufigste Art meist *Oikopleura longicauda* Vogt (etwa 53% der Oikopleuren), die keine Eisen'schen Oikoplasten besitzt und daher auch keine Gitterfenster im Gehäuse haben kann. Aber grade in der Sargasso-See, die im Allgemeinen so arm an Auftrieb erscheint, verdrängen vielfach Oikopleuren mit Gitterfenster (*Oikopl. cophocerca* und *rufescens*) jene gitterlose Art aus ihrer herrschenden Stellung und die Zahl der Appendicularien ist hier nicht niedriger, sondern höher als in anderen Gebieten der reinen Hochsee. In den kalten Strömen ferner und schon in den Mischgebieten sind die Gitterfenster besitzenden Oikopleurinen die einzigen Vertreter ihrer Gruppe und kommen zu Zeiten in enormer Menge vor. Gehäuse aber sind in diesen Gebieten zuerst und viel häufiger beobachtet als im warmen Wasser. Es wäre daher von grösstem Interesse, möglichst für alle Arten die Maximal-Weite der Maschen der Gitterfenster und den Durchmesser des Mundrohres festzustellen, sowie in allen Hochseefängen genau auf die Menge der Gehäuseanlagen zu achten. Sehr wichtig ist auch, dass schon ganz kleine Individuen Gehäuse bilden, da hier sicher das Mundrohr, wahrscheinlich aber auch die Maschen der Gitterfenster viel kleiner sein werden, als bei den geschlechtsreifen Tieren. Die Untersuchung des Fangapparates der verlassenen Gehäuse, die man in frischen Fängen ohne Mühe sammeln kann, würde wahrscheinlich verhältnismässig leicht Aufschluss darüber geben, welcher Art dieses aller kleinste Plankton ist, das in dem unpaaren Abschnitt und im Mundrohr sich anhäuft. Es bietet sich hier also eine sehr günstige Gelegenheit, einen Bestandteil des Auftriebs zu studieren, der im Stoffwechsel des Meeres offenbar eine nicht ganz kleine Rolle spielt, aber seiner Kleinheit halber sonst nur zufällig oder sehr schwer zu erhalten ist.

Es zeigt aber ferner die Existenz einer so über jede Erwartung komplizierten Bildung wie das Gehäuse einer *Oikopleura*, dass es von der allerhöchsten Bedeutung für die Tiere sein muss, wie sie ihre Nahrung erwerben, sich fortbewegen, sich vor ihren Feinden schützen

können. Kleine Vorteile, welche ein Individuum über das andere in dieser Hinsicht gewinnt, sind es, die schliesslich zur Abgliederung neuer Arten führen können. Nicht die physikalischen Verhältnisse allein, sondern auch die Beziehungen von Organismus zu Organismus sind entscheidend im Kampf ums Dasein. Ein Verständnis für die Artbildung kann sicher nicht allein durch noch so genaue anatomische, histologische oder embryologische Untersuchungen erlangt werden; immer muss eine möglichst eingehende Beobachtung des lebenden Tieres und der Art, wie sein Bau mit seiner Lebensweise in Wechselwirkung steht, hinzukommen. Ein Verständnis freilich dafür, wie aus einer einfachen gallertartigen *Cuticula*, wie sie die übrigen Tunikaten besitzen, die Gehäuse der Appendicularien sich haben entwickeln können, fehlt uns bisher noch völlig. Aber bei der grossen Verschiedenheit der kutikularen Bildungen der jetzt lebenden Appendicularien kann eine genaue Untersuchung des Baues und der Funktion derjenigen aller lebenden Arten vielleicht doch noch Aufschluss hierüber geben. *Jedenfalls wird uns erst dann der Körperbau der verschiedenen Gattungen und Arten verständlich werden;* wie die sonderbare Einlenkung des Schwanzes am Rumpf und seine Drehung um 90° gegen die Medianebene des ersteren bei allen Copelaten höchst wahrscheinlich nur durch die Ausbildung der Gallert-Blasen oder Gehäuse bedingt ist, muss auch die Bildung des Mundes, der Kapuze, des Schwanzendes, die ganze Gestalt des Rumpfes mit dem Bau und der Leistung dieser Ausscheidungen in Zusammenhang stehen.

Litteratur-Verzeichnis.

1. *Allman*, On the peculiar appendage of Appendicul. Journ. microscop. science. 1859.
2. *Eisen*, *Vexillaria speciosa* n. sp. Svenska Akadem. Handling., vol. 12. 1873.
3. *Eisig*, Capitelliden des Golfes von Neapel. Fauna und Flora. Berlin. 1887.
4. *Fol*, Études sur les Appendiculaires du détroit de Messine. Mem. Soc. Phys. Hist. nat. Genève, s. 21. 1872
5. *Fol*, Nouveau genre d'Appendiculaires. Arch. zool. experimtl. 1874.
6. *Giglioli*, (Leuchtvermögen der Appendicularien) zitiert nach Henri Gadeau de Kerville, Leuchtende Tiere und Pflanzen, deutsch von Marshall. 1893.
7. *Herdman*, Notes on the structure of Oikopleura. Trans. Biol. Soc. Liverpool v. 6. 1892.

8. *Lohmann*, Vorbericht über die Appendic. Ergebnisse der Plankton-expedition, Bd. 1. 1892.
9. *Lohmann*, Zoolog. Ergebnisse v. Drygalski's Grönland-Expedition. Die Appendicularien. Biblioth. Zool., Heft 20. 1896.
10. *Lohmann*, Die Appendicularien der Plankton-Expedition. Ergebnisse der Plankton-Expedition, Bd. 2. 1896.
11. *Mertens*, *Oikopleura chamissonis*, Mém. Acad. St. Pétersbourg, 6 sér. t. 1. 1831.
12. *Moss*, Appendicular., Transact. Linnean Soc. London, v. 27. 1870.
13. *Swainson*, New Form of Appendicular. „Haus“ Rep. 61 Meet. Brit. Ass. Adv. Sc. p. 701—702.

Liste der bei den Text- und Tafelfiguren gebrauchten Abkürzungen.

A.	After.	Gr.	Grenze zwischen dorsalen und ventralen Oikoplastenzonen.
A-kanal	Ausflusskanal.	g. st.	gelbe Sekretropfen.
A. Ö.	Ausflussöffnung.	Gt.	Gitterwerk.
a. Grzembr.	äussere Grenzmembran.	ht. Mbr.	hintere Membran (Reuse des Fangapparates).
B.	Buckel.	ht. T.	hintere Tasche der Anlage des Fangapparates.
Bd.	Band.	ht. Z.	hintere Zellen d. Fol'schen Oikoplasten.
Bdr.	Bänder.	Hzell.	Hauptzellen d. Eisen'schen Oikoplasten.
Bdz.	Bandzüge	i. Grzembr.	innere Grenzmembran der Gallertmasse.
Dmbr.	Deckmembran.	int. Zell.	intermediäre Zellen der Fol'schen Oikoplasten.
Drs.	Drüse.	K.	Kapuze.
ds. Gf.	dorsale Gallertfäden.	Kdrs.	Kehldrüsen.
ds. K.	dorsale Kammer.	Kö.	Kiemenöffnung.
ds. Z.	dorsale Zone der Oikoplasten.	Mbr.	Membran.
Eis. Oik.	Eisen'sche Oikoplasten.	Mdr.	Mundrohr.
End.	Endostyl.	Mdrs.	Munddrüse.
F.	Fangapparat.	Nzell.	Nebenzellen d. Eisen'schen Oikoplasten.
F. abfl. Ö.	Abflussöffnungen.	Ö. d. K.	Öffnung der Kapuze.
Fbr.	Fibrille.	Ö. d. Mdrs.	Öffnung der Munddrüse.
Fch.	Furche.	Oik.	Oikoplasten.
F. K.	Fluchtkammer.	Or.	Oraler Pol.
Fl.	Fluchtpforte.	P.	Papille der Gehäuseanlage.
Flg.	Flügel.		
Fl.	Lippen der Fluchtpforte.		
Flt.	Falte.		
F. Oik.	Fol'sche Oikoplasten.		
G.	Gallertmasse.		
Gen.	Genital. Pol.		
Gf.	Gallertfäden.		
Gfst.	Gitterfenster.		

Phgdrs.	Pharyngealdrüse.	tr. E.	trichterförmige Einsenkung am oral. Pol des Gehäuses.
q.	unpaarer median. Teil des Fangapparates.	Trh.	Trichterhals.
Rfl.	Riefelung,	Trh. a. Ö.	Trichterhals, äussere Öffnung.
R. K.	Rumpfkammer.	Trh. i. Ö.	Trichterhals, innere Öffnung.
Rs.	Reuse.	Ul.	Unterlippe.
Rsb.	Reusenbildner.	vd. Mbr.	vordere Membran der Reusenanlage.
Rw	Randwulst.	vd. T.	vordere Tasche der Anlage des Fangapparates.
R. Zell.	Riesenzellen.	vd. Zell.	vordere Zellen der Folschen Oikoplasten.
S.	Sekret.	Vmbr.	Verschlussmembran der Einflusstrichter.
Sch.	Schwanz.	vtr. Z.	ventrale Zonen der Oikoplasten.
Sch. K.	Schwanzkammer.	Wd.	Wandung des Gehäuses.
Schl.	Schläuche.	Z. K.	Zwischenflügelkammer.
Schn.	Schnauze.	Zpf.	Gallertzäpfchen.
Sk.	Skeletspangen.		
Sm.	Sekretmasse (formlose).		
Sp.	Septum.		
Stb.	Stäbchen.		
Stbsp.	Stäbchenseptum.		
Tr.	Trichter.		

Tafelerklärung.

Tafel I.

- Fig. 1. Tier im Gehäuse; wie die Richtung der nachschleppenden Gallertfäden zeigt, ist das Tier soeben aus der horizontalen Richtung der Fortbewegung zu einer schräg aufwärts steigenden übergegangen. Die Bewegung ist nur langsam, da die Undulationen des Schwanzes wenig kräftig sind.
- „ 2. Seitenansicht des Gehäuses; das Tier ist schematisch eingezeichnet, doch würde das Gehäuse, so lange es bewohnt ist, stärker aufgetrieben sein. Die Figur ist ebenso wie Fig. 3 und 4 nach verlassenen und durch Injektion von Farbstofflösungen wieder möglichst zu ihrer ursprünglichen Form zurückgeführten Gehäusen gezeichnet. Dabei konnte aber der Fangapparat nur wenig und auch die Kammern nicht hinreichend prall gefüllt werden.
- „ 3. Dorsalansicht des Gehäuses.
- „ 4. Ventralansicht des Gehäuses
- „ 5. Ventralansicht des Fangapparates: a) während der Schwanzruhe, b) während der Schwanzundulationen.
- „ 6. Sekretfiguren auf der Innenwand des Gehäuses ventral- und genitalwärts vom Fangapparat.

- Fig. 7. Ausflussöffnung des Gehäuses nach aussen vorgestülpt und glockenförmig ausgebreitet¹⁾ (cfr. Taf. III, Fig. 12).
 „ 8. Ein Teil eines Gitterfensters (cfr. Taf. III, Fig. 18 und Taf. III, Fig. 11).

Tafel II.

- Fig. 1. Seitenansicht des Rumpfes ohne Gehäuseanlage; nur die Oikoplasten sind ausgezeichnet.
 „ 2. Seitenansicht der Oikoplastenzone mit Gehäuseanlage; nur die Grenzlinien der ersten (Matr.) sind angegeben, ausserdem Schnauzenteil und Unterlippe.
 „ 3. Rückenansicht der Oikoplastenzone mit Gehäuseanlage; wie in Fig. 2.
 „ 4. Bauchansicht des Rumpfes ohne Gehäuseanlage; nur die Oikoplasten (und einige Zellen der Unterlippe und der Schnauze) sind ausgezeichnet.
 „ 5. Querschnitt durch die Fol'schen Oikoplasten ohne Gehäuseanlage.
 „ 6. Optischer Querschnitt durch die Fol'schen Oikoplasten mit Gehäuseanlage.
 „ 7. Querschnitt durch die Gehäuseanlage über den Fol'schen Oikoplasten; die vordere Tasche fehlt noch ganz, die hintere ist halb gebildet.
 „ 8. Längsschnitt durch den Fol'schen Oikoplasten ohne Gehäuseanlage.
 „ 9. Schnitt durch die Gehäuseanlage von Fig. 7 in der Linie a—b.
 „ 10. Schnitt in dorso-ventraler Richtung durch die Eisen'schen Oikoplasten mit Gehäuseanlage.
 „ 11. Schnitt in oral-genitaler Richtung durch die Eisen'schen Oikoplasten ohne Gehäuseanlage.
 „ 12. Munddrüse mit Kern.
 „ 13. Anlage eines dorsalen Gallertfadens: a) Anfangsstadium mit Matrix, b) späteres Stadium ohne Matrix.
 „ 14. Bänder aus der dorsalen Oikoplastenzone der Gehäuseanlage in der Aufsicht (cfr. Fig. 16).
 „ 15. Schnitt durch die Kehldrüsen von rechts nach links (cfr. Fig. 17).
 „ 16. Schnitt durch die Bänder der dorsalen Oikoplastenzone, die Membran zeigend, durch die sie verbunden sind.
 „ 17. Schnitt durch die eine Kehldrüse von vorn nach hinten.
 „ 18. Sekrete der Haupt- und Nebenzellen der Eisen'schen Oikoplasten bei starker Vergrößerung (cfr. Taf. III, Fig. 11).

¹⁾ Vielleicht von *Oik. cophocerca* stammend.

- Fig. 19. Dasselbe bei schwacher und
 „ 20. ganz schwacher Vergrößerung.
 „ 21. Vordere und hintere Membran der Reuse mit Bändern (*Oik. rufescens*).
 „ 22. Nebenzellen und ihr Sekret in der Aufsicht; die untersten Nebenzellen sind fortgelassen.
 „ 23. Ansicht der Reusenanlage schräg von vorn (*Oik. rufescens*).
 „ 24. Dasselbe, aber direkt von vorn (*Oik. rufescens*).
 „ 25. Dasselbe, die Zusammensetzung des Septum zeigend (*Oik. rufescens*).
 „ 26. Die hintere Membran bei starker Vergrößerung (*Oik. rufescens*).

Tafel III.

- Fig. 1. Seitenansicht des Rumpfes eines Tieres, dessen Gehäuseanlage im Begriff ist sich zu entfalten. Der Schwanz ist noch frei.
 „ 2. Dorsalansicht der Anlage des Fangapparates kurz vor der Vereinigung der beiden Flügel. Jeder Flügel enthält die Sekrete der Fol'schen Oikoplasten und mündet durch einen besonderen Gang in den medianen Hohlraum (q), aus dem das Mundrohr entspringt. Von den Membranen der vorderen Fol'schen Zellen wurde nur eine eingezeichnet, um das Bild nicht zu kompliziert zu machen.
 „ 3. Flächenansicht der Anlage eines Flügels des Fangapparates (cfr. Taf. II, Fig. 6).
 „ 4. Dorsalansicht der Oikoplasten von *Appendicularia sicula* Fol.
 „ 5. Dorsalansicht eines unvollständig entfalteten Gehäuses; die Fluchtpforte scheint von der Ventralfläche her durch.
 „ 6. Aufsicht auf die Aussenfläche des Flügelrandes eines halb entfalteten Gehäuses.
 „ 7. Seitenansicht des Rumpfes von *Appendicularia sicula* Fol mit Gehäuseanlage, die zur Öffnung der Kapuze (Ö. d. K.) heraustritt.
 „ 8. Dorsalansicht der Oikoplasten von *Fritillaria borealis*, var. *sargassi*.
 „ 9. Stück eines Gallertfadens von der Ausflussöffnung.
 „ 10. a—c. 3 verschiedene Stadien der Gehäuseentfaltung.
 „ 11. Stück des Gitterfensters bei einem halb entfalteten Gehäuse.
 „ 12. Eingestülpte Ausflussöffnung von einem halb entfalteten Gehäuse; sk festere, skeletartige Spangen auf der Aussenfläche der trichterförmigen Einsenkung des oralen Gehäusepoles; sk' Spangen an dem eingestülpten Ausflussrohr.

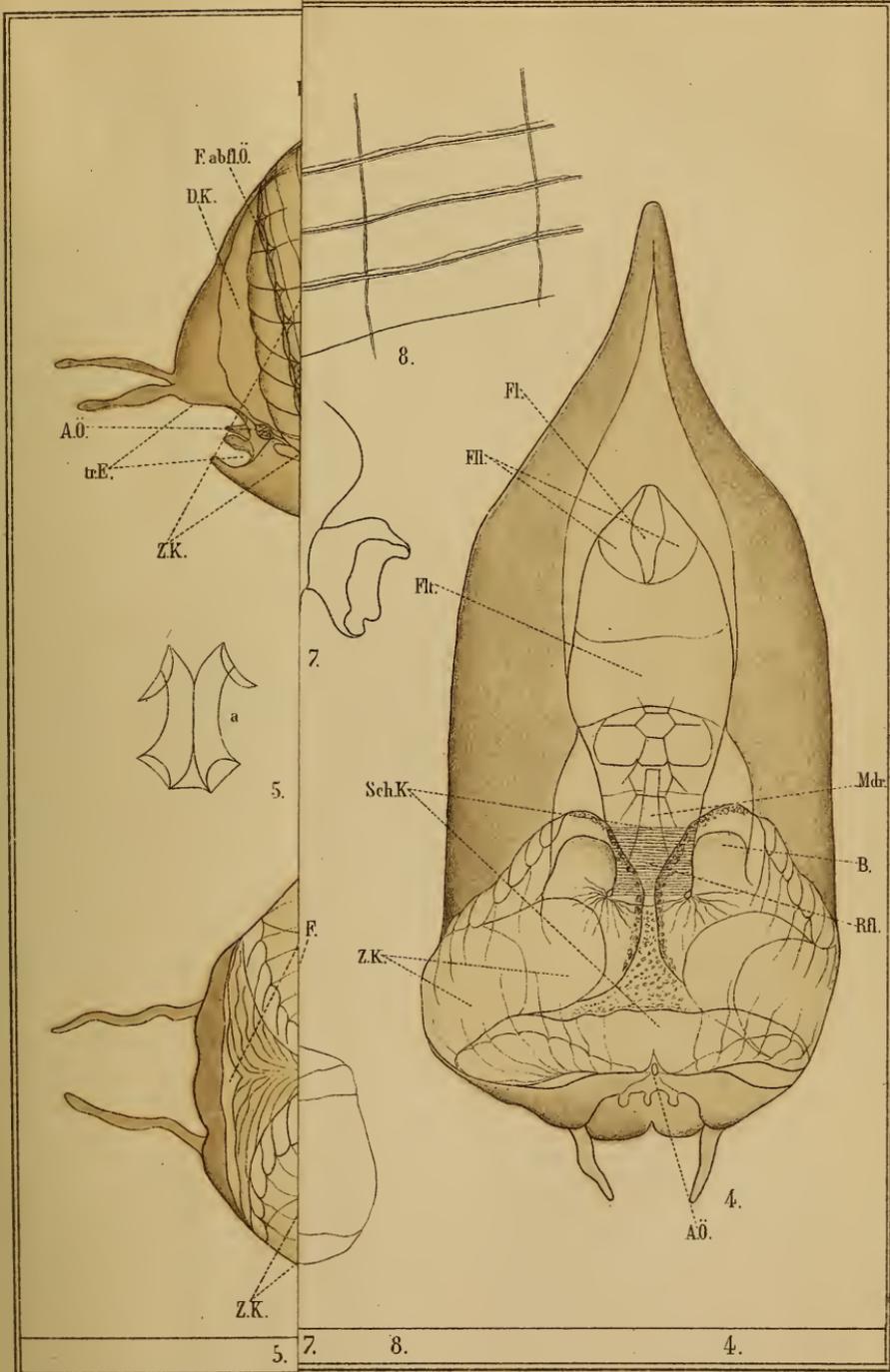
- Fig. 13. Aufsicht der beiden vorderen Gehäusetaschen von *Appendicularia sicula* Fol.
 „ 14. Schräge Seitenansicht der Anlage der Reuse bei halb entfaltetem Gehäuse.
 „ 15. Kleiner Teil von Fig. 13 stärker vergrößert (*Appendicularia sicula* Fol).
 „ 16. Flügelanlage eines halbentfalteten Gehäuses von der Seite gesehen; die Zwischenflügelkammer ist bereits gebildet.
 „ 17. Gitterwerk aus einer der vorderen Taschen der Gehäuseanlage von *Appendicularia sicula* Fol. bei starker Vergrößerung.

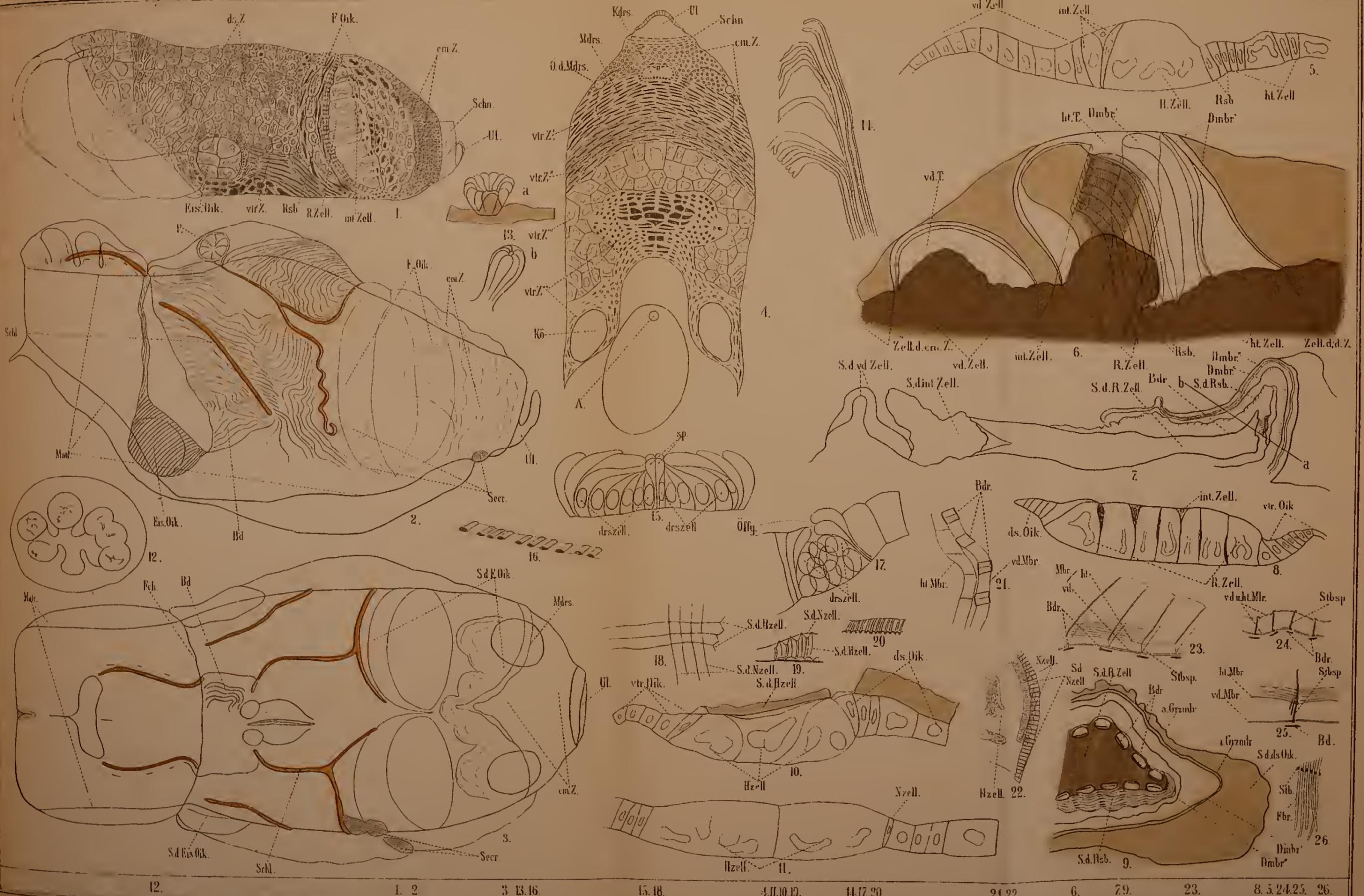
Tafel IV.

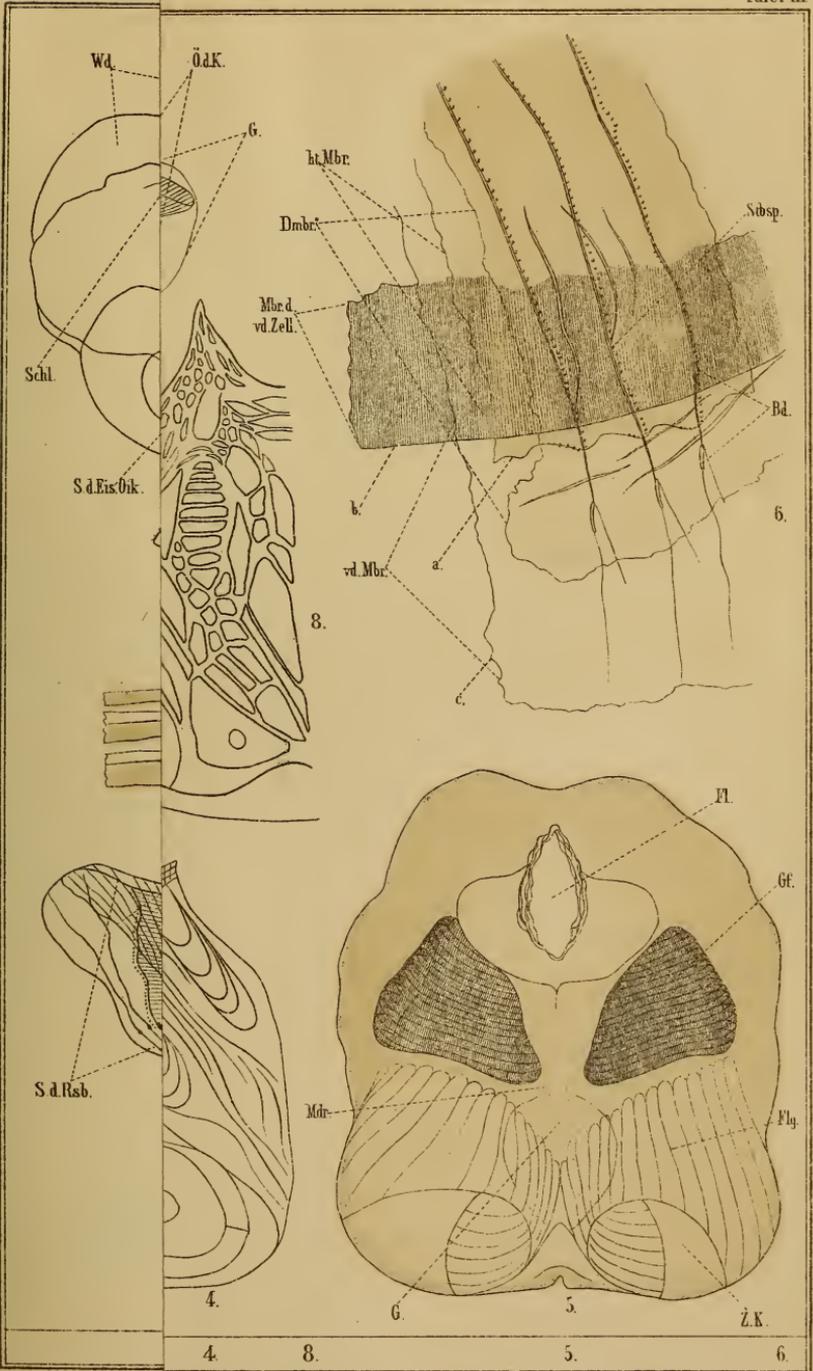
- Fig 1. Dorsalansicht einer Tasche der Blasenanlage von *Fritillaria pellucida* Busch.
 „ 2. Seitenansicht von Fig. 1.
 „ 3. Seitenansicht des Vorderrumpfes von *Fritillaria pellucida* Busch.; unter der Kapuze Anlage der Blase mit 4 Taschen, von denen 2 sichtbar sind.
 „ 4. Dorsalansicht der Oikoplasten von *Fritillaria pellucida* Busch.
 „ 5. Ansicht des Vorderrumpfes desselben Tieres wie in Fig. 3, aber von vorn.
 „ 6. Seitenansicht des Vorderrumpfes von *Fritillaria formica* Fol mit Blasenanlage.
 „ 7. Einzelne Oikoplastengruppe, von der die Fibrillen der Taschen gebildet werden.
 „ 8. Dorsalansicht von Fig. 6, die Oikoplasten- und die Blasenanlage zeigend.

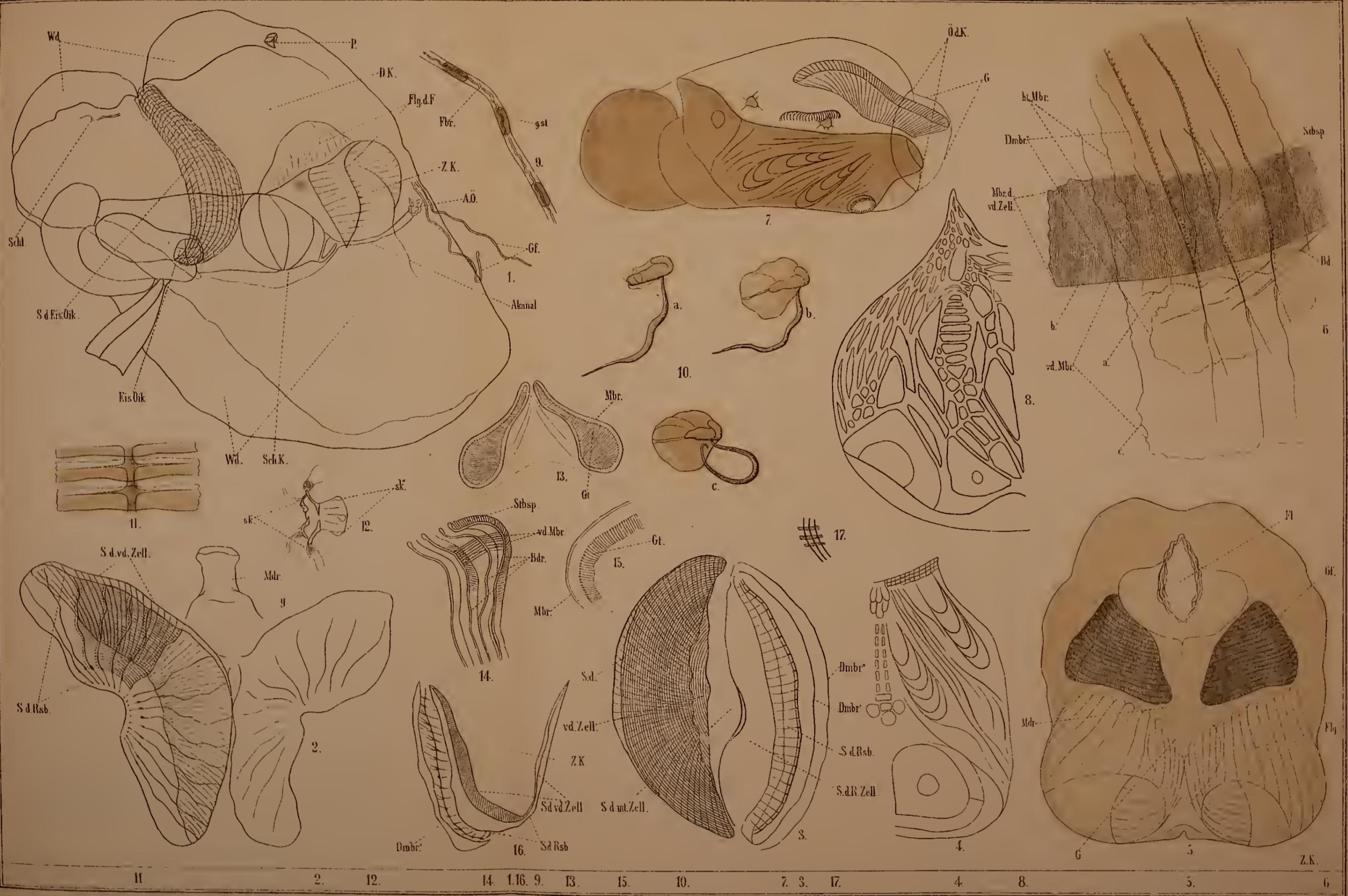
Inhalts-Verzeichnis.

	Seite
Einleitung	347
I. Bau und Funktion des Gehäuses von <i>Oikopleura albicans</i>	348
1. Methoden der Untersuchung	348
2. Ergebnisse der Untersuchung	349
a) Grundzüge des Baus und der Funktion	349
aa) äussere Gestalt und Oberfläche	349
bb) innerer Bau	351
cc) Funktionen	352
b) Darstellung im Einzelnen	354
aa) die Einflusspforten des Gehäuses und ihre Funktionen	354
bb) der Fangapparat oder der Nahrung beschaffende Apparat	356
cc) die lokomotorischen Apparate	361
dd) die schützenden Apparate	365
c) Abwurf und Neubildung, Auftreten der Gehäuse	367
3. Ältere Untersuchungen	369
II. Bildungsweise des Gehäuses von <i>Oikopleura albicans</i>	371
1. Ältere Beobachtungen, Methode der Untersuchungen	371
2. Anlage des Gehäuses durch die Oikoplasten	372
a) Allgemeine Verteilung der Oikoplasten	372
b) Spezielle Beschreibung	374
aa) die Fol'schen Oikoplasten	374
bb) die Eisen'schen Oikoplasten	377
cc) die zirkumorale Oikoplastenzone nebst Mund- u. Kehldrüsen	378
dd) die ventralen Oikoplastenzonen	380
ee) die dorsalen Oikoplastenzonen	380
c) Histologischer Charakter der Gehäusesubstanz	382
3. Entfaltung der Anlage zum fertigen Gehäuse	383
a) Allgemeine Verhältnisse	383
aa) Stadien der Entfaltung	384
α) ohne Hülfe seitens des Tieres	384
β) die Thätigkeit des Schwanzes und Rumpfes	385
bb) Begleiterscheinung: Leuchten	385
b) Verhalten der einzelnen Gehäuseteile	387
aa) äussere Begrenzung (auch Gitterfenster)	387
bb) Auskleidung der Hohlräume und Fangapparate	389
4. Schlüsse von dem Bau der Oikoplastenzonen auf das fertige Gehäuse	392
III. Über die Gehäuse anderer Appendicularien	392
1. Gehäuse der Oikopleurinen	392
2. Gehäuse und Gallertblase der übrigen Appendicularien	394
a) die fertigen Bildungen nach Fol's Darstellung	394
b) die Oikoplasten und Anlagen	396
Schluss	399
Literatur-Verzeichnis	401
Liste der bei den Text- und Tafelfiguren gebrauchten Abkürzungen	402
Tafelerklärungen	403

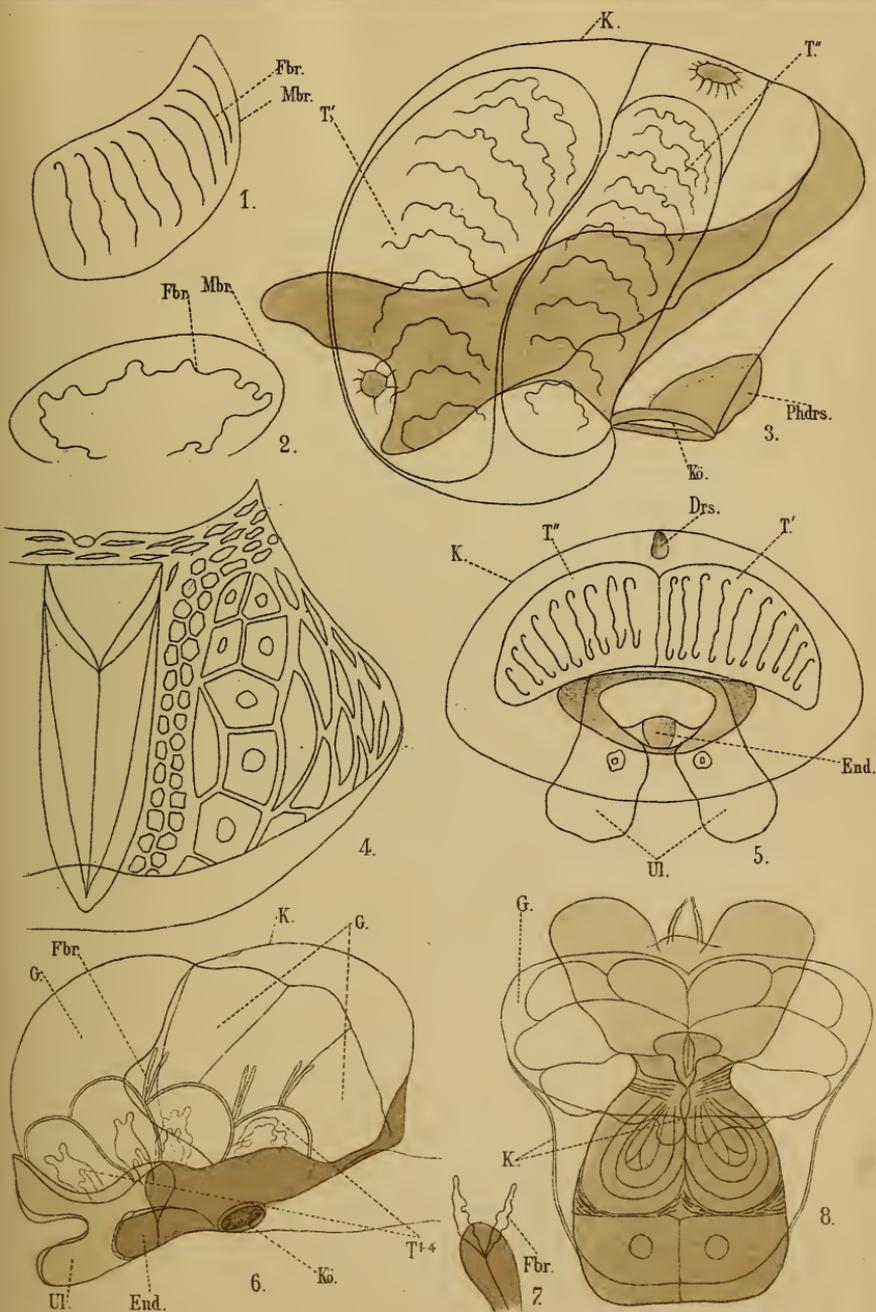








11 2 12 14 1.16. 9 13 15 10 7 3 17 4 8 5 6



1. 6. 2. 4. 2 3. 5. 8.