

# Atlantis.



Biologische Studien über pelagische Organismen

von

CARL CHUN.



Mit 20 Farbentafeln und 22 Holzschnitten.



STUTTGART.

Verlag von Erwin Nägele.

1896.

Alle Rechte vorbehalten.

## Vorwort.

Die vorliegenden Untersuchungen verdanken ihre Entstehung einem Aufenthalte auf den Canarischen Inseln, welcher mir durch die Liberalität der K. Akademie der Wissenschaften zu Berlin vom Herbst 1887 bis zum Frühjahr 1888 ermöglicht wurde. Wenn auch meine Aufmerksamkeit vorwiegend durch das Studium der Siphonophoren in Anspruch genommen wurde, welche mich namentlich von Januar an durch ihr reichliches Erscheinen fesselten, so habe ich doch nicht versäumt, das periodische Auftreten anderer pelagischer Organismen in Betracht zu ziehen und meine Wahrnehmungen in einem Reiseberichte niederzulegen (Sitzungsber. der Akad. der Wissensch., Berlin 1888 und 1889).

Manch' köstlichen Fund verdanke ich der Anwendung pelagischer Tiefen- und Schliessnetze, welche ich durch die liebenswürdige Zuvorkommenheit der Herren Woermann und Bohlen von dem Dampfer „Lulu Bohlen“ aus in grössere Tiefen versenken durfte. Gefesselt durch den bizarren Habitus mancher in der Tiefe und an der Oberfläche erbeuteter Larvenformen und ausgebildeter Organismen suchte ich mir über den feineren Bau derselben Aufschluss zu verschaffen. Ich bin mir des bescheidenen Werthes von Untersuchungen wohl bewusst, welche theilweise mehr zur eigenen Belehrung, denn mit der Absicht einer Veröffentlichung unternommen wurden. Damit denn auch der Leser nicht mehr erwarte, als ich nach Lage der Sache zu bieten vermag, so gestatte ich mir einen kurzen Ueberblick über den Inhalt der einzelnen Kapitel zu geben.

Bekanntlich suchten Metschnikoff und Haeckel den Bau der Siphonophoren auf die reizvollen knospenden Anthomedusen zurückzuführen. Meine Bemühungen, an den Canarischen Inseln proliferirende Medusen zu erbeuten, schlugen leider fehl und so musste ich zum Zwecke einer eingehenderen Prüfung auf ältere Beobachtungen zurückgreifen, welche ich an mediterranen Sarsiaden des Porto Conte auf der Insel Sardinien angestellt hatte. Das bei dieser Gelegenheit constatirte Knospungsgesetz gab mir Veranlassung, auch die atlantischen Vertreter knospender Margeliden in den Kreis der Betrachtung zu ziehen. Durch die Bemühungen von Dr. Hartlaub, welcher mir in mehreren Sendungen ein wohl conservirtes Material der *Rathkea octopinnata* und *Lizzia Claparèdei* von Helgoland zukommen liess und durch einige Präparate der *Sarsia gemmifera*, welche Dr. Vanhöffen in der Kieler Bucht erbeutet hatte, wurde ich in den Stand gesetzt, nicht nur das Knospungsgesetz der Sarsiaden an einer zweiten Art bestätigt zu finden, sondern auch jenes der Margeliden klar zu legen. Gleichzeitig ergab sich eine so eigenartige Anlage der Margelidenknospe, dass ich nach einigem Zögern mich entschloss, auch die hierauf bezüglichen Beobachtungen zu veröffentlichen.

## II

Canarischen Funden gilt das zweite Kapitel. Es behandelt Holothurienlarven, welche nicht nur die grössten, bis jetzt beschriebenen Echinodermenlarven darstellen dürften, sondern auch durch die merkwürdige Gestalt ihres Arabesken-systemes von Wimpersehnüren und durch manche Eigenthümlichkeiten in ihrer inneren Organisation die Aufmerksamkeit nicht minder fesseln, als jene prächtigen Tornarien, welche ich früherhin von den Canarischen Inseln beschrieb. Da ich an ihnen auch Aufschlüsse über die Anlage der Kalkrädchen erhielt, so wollte ich meine Beobachtungen über die Bildung der Skelettheile bei Echinodermen um so weniger zurückhalten, als sie einen Entwicklungsmodus kennen lehren, der den herrschenden mechanischen Theorien über Skelettbildung wenig günstig sein dürfte.

Unter die auffälligsten Formen von Crustaceenlarven gehören jene bizarren Lepaden-nauplien, welche wir durch Dohrn und Willemoes-Suhm unter dem Namen „*Archizoöa*“ kennen lernten. Da ich von diesen Larven drei verschiedene Arten theils an der Oberfläche vor Orontava, theils in grösseren Tiefen des Atlantischen Oceans und des Mittelmeeres erbeutete, so habe ich sie in einem eigenen Kapitel eingehender geschildert. Repräsentiren sie doch unter den Nauplien wahre Riesen, welche Schwanzstachel von anderthalb Centimeter Länge aufweisen und zudem in instruktiver Weise lehren, wie die späteren Cypris-Puppen der Cirripedien innerhalb des Nauplienkörpers angelegt werden. Indessen hoffe ich auch über den Bau der inneren Organe — namentlich über die Ansbildung des Nervensystemes — Neues bieten zu können. Die auffällige Verschiedenheit in der Gestaltung des Nauplius und der aus ihm schlüpfenden Cypris-Puppe gab dann Veranlassung, die biologische Eigenart beider Larvenformen zu erörtern und daran anknüpfend die Anpassungen an das Schwervermögen bei pelagisch lebenden Crustaceen darzustellen.

Schon bei den ersten Zügen mit dem Tiefennetz fielen mir Phronimiden auf, welche, kleiner als die mediterrane *Phronima sedentaria*, durch die lebhaft rosenrothe Färbung ihrer Extremitäten sich auszeichneten. Die zugehörigen Männchen entdeckte ich späterhin bei Las Palmas und überzeugte mich bald, dass sie früherhin irrthümlich für die Männchen der *Phronima sedentaria* gehalten wurden. Eine Durchmusterung der früheren Fänge aus grösseren Tiefen des Mittelmeeres führte mich zur Auffindung des bisher unbekannt gebliebenen Männchens der *Phronima sedentaria*, welches — wie ich an durch Prof. C. Vogt in Villafranca gefischartem Materiale nachweisen konnte — im Frühjahr an die Oberfläche aufsteigt und sich eine kurze Zeit lang in dem Gehäuse des Weibchens zum Zwecke der Begattung aufhält. Ich benannte die atlantische Phronimide *Phronima Diogenes*, ersah indessen späterhin, dass sie kurz zuvor (1887) von Bovallius als *Phr. Colletti* beschrieben worden war. Gewissermassen als Ergänzung zu den ausgezeichneten Beobachtungen von Claus über die Phronimiden habe ich daher in einem vierten Kapitel die Metamorphose der Männchen und speziell ihre sekundären Geschlechtscharaktere zu schildern versucht.

Zu den bemerkenswerthesten Bewohnern der grösseren Tiefen gehören unter den pelagischen Crustaceen die Schizopoden. Bereits bei meinen ersten Excursionen im Mittelmeere erkannte ich, dass die vom Challenger erbeuteten und von G. Sars trefflich dargestellten *Stylocheiron*- und *Nematoscelis*-Arten in grossen Schwärmen die unbelichteten Regionen bevölkern. Dasselbe Resultat ergab sich bei meiner Ueberfahrt nach den Canarischen Inseln und meine Voraussage, dass gerade die genannten Schizopoden-Gattungen einen wichtigen und constanten Bruchtheil der in der Tiefe flottirenden Organismen abgeben, ist in vollem Umfange durch die Untersuchungen der Plankton-Expedition bestätigt worden.

Man hat ja meinen in dem ersten Hefte dieser Zeitschrift niedergelegten Untersuchungen über die Beziehungen der pelagischen Tiefseeorganismen zu der Oberflächenfauna bald zugestimmt, bald widersprochen. Ich glaube mich vor einer Ueberschätzung des Werthes dieser Untersuchungen und vor verfrühten Verallgemeinerungen freigehalten und allen berechtigten Einwürfen durch Verbesserung der Instrumente entsprochen zu haben. Wenn meine Ergebnisse nun neuerdings vom grünen Tisch herunter als „völlig werthlos“ bezeichnet wurden<sup>1)</sup>, so glaube ich doch immerhin mit Nachdruck darauf hinweisen zu dürfen, dass die einzige bis jetzt vorliegende Prüfung meiner Befunde, nämlich die von Ortmann gelieferte Bearbeitung der von der Plankton-Expedition erbeuteten Schizopoden eine erfreuliche Uebereinstimmung aufweist. Selbst der einzige Differenzpunkt, auf welchen Ortmann bezüglich der Tiefenverbreitung der Schizopoden zwischen den Befunden der Plankton-Expedition und meinen Angaben hinweist, ergibt sich nur aus dem Umstande, dass ihm meine spätere Darstellung in dem Reisebericht unbekannt geblieben ist. Zieht man die letztere in Betracht, so wüsste ich thatsächlich keinen Punkt anzuführen, in dem die Darstellungen über die vertikale Verbreitung der Schizopoden wesentlich auseinandergehen.

<sup>1)</sup> Giesbrecht, welcher das obige Urtheil fällt, giebt in seiner Monographie der Copepoden folgende Darstellung von der Entstehung meiner Untersuchungen: „Im August—Oktober 1886 machte Chun einige Fahrten mit dem Dampfer der Zoologischen Station, im Golfe selbst wie vor Capri und zwischen Ischia und den Ponzaineln, um eine Wahrnehmung zu studiren, welche bei früheren Fahrten des Stationsdampfers gemacht worden war. Es hatte sich nämlich gezeigt, dass eine Menge pelagischer Arten, die in der kalten Jahreszeit die oberen Schichten des Wassers bevölkern, in den heissen Sommermonaten trotz allen Fischens mit einem sehr grossen Oberflächennetz nicht oder nur spärlich zu finden waren, dagegen regelmässig aus einer Tiefe von 100 und mehr Metern heraufgeholt werden konnten. Der daraus gezogene Schluss, dass diese Arten im Sommer die Oberfläche verlassen und in die Tiefe steigen, wurde von Chun (1887) bestätigt.“

Der unbefangene Leser könnte nach dieser Darstellung vermuthen, dass ich Anschauungen, welche in der Station gang und gäbe waren, aufgegriffen, bestätigt und zu meinen eigenen gemacht hätte. Diese sicherlich von dem Autor nicht beabsichtigte Wirkung seiner Worte würde vermieden worden sein, wenn Giesbrecht darauf hingewiesen hätte, dass ich bereits in den ersten Publikationen der Station, nämlich im ersten Bande der „Mittheilungen“ (1879, p. 183) und in dem ersten Bande der „Fauna und Flora des Golfes von Neapel“ (1880, p. 238) meine Wahrnehmungen über die vertikalen Wanderungen pelagischer Organismen niedergelegt hatte. Niemand vermuthete vor meinen im Sommer 1877 begonnenen Untersuchungen, dass solche Wanderungen stattfinden. Damit kein Zweifel über den Sachverhalt obwaltet, so gebe ich nochmals die Darlegung wieder, welche in dem ersten Hefte dieser Zeitschrift enthalten ist (1887, p. 50 u. 51).

„Ich will nicht auf die mehrfach geäusserten Vermuthungen über den Verbleib der pelagischen Fauna während des Sommers eingehen, da ja die Frage durch meine Beobachtungen eine einfache Lösung gefunden hat. Ich war bereits 1877 auf die durch das bekannte Aufsteigen pelagischer Thiere während der Nacht nahe liegende Idee gekommen, dass sie im Sommer die Tiefe aufsuchen möchten. Um dem Verbleib mancher Ctenophoren nachzugehen, fischte ich in einer Tiefe bis zu 100 Metern und es gelang mir, Formen aufzufinden, so *Beroë orata* und Larven des *Cestus*, welche damals im Hochsommer an der Oberfläche fehlten (die Ctenophoren des Golfes von Neapel 1880, p. 236--239). Auch Moseley (Nature Vol. 26. 1882, p. 561) mit seinem reichen Schatze von Erfahrungen, die er auf dem Challenger über pelagisches Thierleben sammelte, stimmt bei Erörterung meiner Befunde der Auffassung bei, dass solche periodische Wanderungen das Verschwinden pelagischer Thiere von der Oberfläche erklären möchten. Ich habe bei späterem Aufenthalt in Neapel regelmässig die Fangmethode in der Tiefe angewendet, um mir Formen zu verschaffen, welche an der Oberfläche fehlten. Im Frühjahr 1886 gedachte ich systematisch diese Versuche zu betreiben, doch setzte bald die ungünstige Witterung ein Ziel. Auch Salvatore la Bianco, ein trefflicher Kenner der marinen Thiere, fischte gemeinsam mit Dr. Raffaele während des Juni und Juli 1886 in einer Tiefe von 60—100 Metern, mit der Absicht, die Larven von Grundfischen zu erbeuten. Dabei geriethen wiederum pelagische Thiere — vor allem kleinere Crustaceen und Larven von Dekapoden — in das Netz, welche an der Oberfläche fehlten. Solche Resultate bestärkten auch bei ihm, wie er mir erzählte, die Vermuthung, dass die Oberflächenformen mit Beginn des Sommers in die Tiefe steigen möchten.

Darauf freilich, dass ein Niedersinken in die grössten Tiefen stattfinden würde, war ich um so weniger vorbereitet, als ja die Beobachtungen Murray's auf dem Challenger und die Experimente von Agassiz ein Absteigen über 100 Faden Tiefe in Abrede stellen.“

## IV

Da ich weniger auf Erbenten eines reichen Materiales, denn auf tadellose Erhaltung der in den Tiefennetzen sich verfangenden Crustaceen bedacht war, so ist es mir auch gelungen, eine Anzahl von Schizopoden zu conserviren, welche ihre Antennen und Extremitäten in voller Pracht entfaltet hatten. Ich bringe sie auf den das fünfte Kapitel begleitenden Tafeln zur Darstellung, weil die Schilderungen in den Reisewerken der Challenger- und Plankton-Expedition auf Exemplaren basiren, deren Anhänge abgebrochen waren. Zudem vermag ich unsere bisherigen Kenntnisse der Tiefsee-Schizopoden durch die Charakteristik zweier Arten zu bereichern, welche zu den stattlichsten Repräsentanten dieser formenreichen Gruppe gehören. Da ich unter ihnen auch die bisher unbekannt gebliebenen Männchen der Nematosecliden auffand, so flechte ich Bemerkungen über die sekundären Geschlechtscharaktere der grossen *Nematoseclis mantis* ein.

Die Wahrnehmung, dass Schizopodengattungen gelegentlich an der Oberfläche erscheinen, welche durch die monströse Entwicklung ihrer mit Sinneshaaren übersäten Antennen, durch die Umbildung der Vorderextremitäten zu Raubfüssen, durch übermächtig entwickelte und mit Leuchtorganen ausgestattete Augen Charaktere von Tiefseeformen aufweisen, überraschte mich anfänglich nicht wenig. Ich vermochte allerdings den Nachweis zu führen, dass dieses Auftreten an der Oberfläche in monatlich sich wiederholenden Perioden regelmässig dann eintritt, wenn die Strömungen rascher zu fliessen und die tieferen Wasserschichten aufzuwühlen beginnen. Immerhin könnte man aus dem oberflächlichen Erscheinen von Formen, welche in grossen Schwärmen die dunklen Regionen bevölkern, den Schluss ziehen, dass es sich nicht um Organismen handelt, welche mit demselben Rechte, wie die Grundbewohner, als Tiefseeorganismen in Anspruch zu nehmen sind.

Da mein sehnlich gehegter Wunsch, den biologischen Verhältnissen der pelagischen Lebewelt mit neuen Fangapparaten nachzuspüren, sich bis jetzt nicht erfüllen liess, so versuchte ich auf einem anderen Wege zum Ziel zu gelangen. Die Anpassung an die äusseren Existenzbedingungen muss es mit sich bringen, dass Organismen, welche auf den Aufenthalt in umbelichteten Regionen angewiesen sind und nur durch besondere Umstände an die Oberfläche befördert werden, in dem feineren Bau ihres Orientirungsapparates Eigenthümlichkeiten erkennen lassen, die nur durch ihre Lebensweise verständlich werden. Bau und Lebensweise verhalten sich wie die beiden Glieder einer Gleichung, welche beide nur äquivalente Aenderungen zulassen. Es lag auf der Hand, dass die Anpassung an das Leben im Dunkel in erster Linie den Bau des Auges beeinflussen würde. Ich entschloss mich um so lieber, die feinere Struktur der Facettenaugen der pelagischen Tiefenbewohner zu studiren, als die ausgezeichneten Beobachtungen Sigismund Exner's — welche, wie die neueren Untersuchungen über das Facettenauge lehren, immer noch nicht ansreichend von den Zoologen gewürdigt werden — manche Gesichtspunkte an die Hand geben, welche es ermöglichen, ein scharfes Urtheil über den Charakter des Auges als eines Dunkel- auges zu fällen. Ich war freilich nicht darauf vorbereitet, dass in ähnlich sinnfälliger Weise, wie es die im letzten Kapitel niedergelegten Beobachtungen über Leuchtorgane und Facettenaugen darlegen werden, die Anpassungen an den Aufenthalt in umbelichteten Regionen sich geltend machen. Da ich bereits einen kurzen Bericht über meine Studien im Biologischen Centralblatte (1893) veröffentlicht habe, so gestatte ich mir, darauf hinzuweisen, dass die hier veröffentlichten Studien sich nicht nur auf den Bau der Augen von Euphansien beschränken, sondern auch die Mysideen, Sergestiden und die Tiefenformen der pelagischen Süsswasserfauna in Betracht ziehen. Ich hoffe an der Hand dieser Untersuchungen für die Beurtheilung der biologischen

Eigenart von Organismen Kriterien aufstellen zu können, welche unzweideutig einen Rückschluss auf die Tiefseennatur gestatten. Dies gilt namentlich für jene selteneren Formen von Crustaceen, welche nur durch einen besonders glücklichen Zufall in die Schliessnetze gerathen dürften.

Um indessen meinen Anschauungen eine möglichst gesicherte Grundlage zu geben, so habe ich auch die auf dem Boden des Meeres lebenden Tiefsee-Crustaceen in den Kreis der Betrachtung gezogen. Ich bin dem Fürsten Albert von Monaco und Prof. Alexander Agassiz zu aufrichtigem Danke verpflichtet, dass sie mir ein reichhaltiges Material von Crustaceen aus den Tiefen des Mittelmeeres, des Atlantischen und Pacifischen Oceans zur Verfügung stellten, welche sie auf ihren Expeditionen erbeutet hatten. Wenn ich auch die an diesem kostbaren Materiale gewonnenen Ergebnisse in den Reisewerken der genannten Expeditionen veröffentlichen werde, so glaube ich doch immerhin auf die allgemeinen Ergebnisse insoweit hinweisen zu dürfen, als sie zur Stütze meiner Anschauungen über die Anpassungen des Auges pelagischer Tiefenbewohner an das Leben im Dunkel Verwerthung finden können.

Wenn in diesen Studien die biologische Betrachtungsweise mehr in den Vordergrund gestellt wird, als die heutzutage herrschende, rein morphologische, so glaube ich gerade durch das letzte Kapitel die Berechtigung jener nahe gelegt zu haben. Vom rein morphologischen Standpunkte aus wären uns eine Fülle von Einrichtungen unverständlich, welche einerseits das Schwebvermögen, andererseits die Anpassung an den Aufenthalt in der Tiefe bedingt haben. Nur durch den ständigen Hinweis auf die biologische Eigenart vermögen wir Schritt für Schritt die Anpassungen zu erfassen, wie sie sich bei der allmählich erfolgten Angewöhnung an den Aufenthalt in der Tiefe am sinnfälligsten im feineren Bau der Augen widerspiegeln.

C. Chun.

Breslau im November 1894.



Erstes Kapitel.  
Die Knospungsgesetze der proliferirenden Medusen

geschildert von

**Carl Chun.**

Mit Tafel I und II.

# Inhaltsverzeichnis.

## I. Kapitel.

### Die Knospungsgesetze der proliferirenden Medusen.

	Seite
Einleitung . . . . .	3
I. Das Knospungsgesetz der Sarsiaden . . . . .	4
<i>Diphyrena dolichogaster</i> Haeck. und <i>Sarsia gemmifera</i> Forbes . . . . .	6
II. Das Knospungsgesetz der Margeliden . . . . .	11
Historisches . . . . .	11
Das Knospungsgesetz der <i>Rathkea octopunctata</i> . . . . .	15
a. Systematische Bemerkungen . . . . .	15
b. Das Knospungsgesetz . . . . .	17
Die Entwicklung der Knospen von <i>Rathkea octopunctata</i> . . . . .	24
a. Die neueren Anschauungen über Knospenbildung bei Cölenteraten . . . . .	25
b. Die erste Anlage der Knospen . . . . .	30
c. Bildung des Knospentoderms . . . . .	32
d. Weiterentwicklung der Knospen vermittelt eines Glockenkernes . . . . .	33
Die Knospung und das Knospungsgesetz der <i>Lizzia Claparèdei</i> Haeck. . . . .	36
Variabilität der <i>Lizzia Claparèdei</i> . . . . .	37
Das Knospungsgesetz . . . . .	39
Die Bildung der Einzelknospen . . . . .	39
Beziehungen zwischen Gonaden und Knospen . . . . .	41
Bemerkungen über die Knospung von <i>Cytaeis macrogaster</i> Haeck . . . . .	45
Die Homologie der Keimblätter . . . . .	47

## Einleitung.

„Ein Widerspruch — eine *contradictio in adjecto* — liegt in einer knospentreibenden oder sich selbst theilenden Akalephe.“ So schrieb vor nahezu 60 Jahren kein Geringerer als Ehrenberg (1835, p. 59).<sup>1)</sup> Es dauerte freilich noch weitere 10 Jahre, bis ein nicht minder hervorragender Altmeister der biologischen Forschung, mit Bezugnahme auf Ehrenberg's Worte sich zu der Bemerkung veranlasst sieht: „So werden nicht selten unsere Spekulationen und Schlüsse von der unendlich reichen und mannigfaltigen Natur vereitelt.“ Michael Sars hatte nämlich die für ihre Zeit nicht wenig überraschende Entdeckung gemacht (1846, p. 10—13), dass thatsächlich Medusen sich durch Knospung fortzupflanzen im Stande sind. Er fand den Magen der *Rathkea (Cytaris) octopunctata* mit zahlreichen Medusenknospen bedeckt, welche — abgesehen von jugendlichen Charakteren — dem Mutterthier glichen. Damit war es wahrscheinlich geworden, dass die bereits von Steenstrup (1842, p. 12, Taf. 1, Fig. 41—45) an den Medusenabkömmlingen der *Coryne fritillaria* beobachteten Knospen sich wiederum zu Medusen entwickeln möchten. Thatsächlich haben denn auch die späteren Beobachter und unter ihnen namentlich Agassiz (1860, Vol. IV, p. 245, Taf. 24) in meisterhaften Schilderungen und Abbildungen klar gelegt, dass die Abkömmlinge der Kantenpolypen an der Basis des einzigen Tentakels vollständige Medusentrauben, welche sich aus Tochter- und Enkelgenerationen zusammensetzen, knospen.

Seit jener Zeit, wo M. Sars die erste Beobachtung über knospende Medusen publicirte, haben sich unsere Kenntnisse der Knospungserscheinungen bei Anthomedusen — denn auf diese scheint sich die ungeschlechtliche Vermehrungsweise fast ausschliesslich zu beschränken — nicht unbeträchtlich vermehrt. In meiner Bearbeitung der „Cölenteraten“ (1894, p. 232—234) stellte ich in einer tabellarischen Uebersicht alle bekannt gewordenen Fälle zusammen. Indem ich auf diese Tabelle verweise, bemerke ich nur, dass die Margeliden und Sarsiaden durch Knospen charakterisirt sind, welche allseitig das Magenrohr umstellen, während die Euphysiden nur an der Basis eines Haupttentakels, manche Sarsiaden auch an der Basis der vier Fangfäden Knospen entwickeln. Ganz eigenartig verhält sich nach der Entdeckung von Krohn (1861, p. 165—168) die *Eleutheria dichotoma* Quatref., insofern sie am Schirmrande interradiale Knospen ausbildet.

---

<sup>1)</sup> Bei den Citaten befolge ich den praktischen Vorschlag von Mark, indem lediglich das Jahr, in welchem die betreffende Publikation erschien, mit Angabe der nötigen Hinweise vermerkt wird. Das alphabetisch geordnete Litteraturverzeichnis am Schlusse der einzelnen Kapitel enthält die genaue Angabe der Titel.

# I. Das Knospungsgesetz der Sarsiaden.

## Tafel I.

Unter den knospenden Medusen nehmen die **Sarsiaden**, Abkömmlinge des Keulenpolypen *Syncoryne*, ein besonderes Interesse in Anspruch, insofern sie entweder an dem enorm lang ausgezogenen Manubrium oder an der Basis der vier Tentakel zahlreiche Sprösslinge zur Ausbildung bringen. Auf den ersten Blick gleichen die knospenden Sarsiaden, wie sie uns Eduard Forbes (1848, p. 57, Taf. 7, Fig. 2) kennen lehrte, einer Siphonophorenkolonie, und thatsächlich haben denn auch Metschnikoff (1871, p. 315—342) und Haeckel (1879, p. 20) den Versuch gemacht, die Siphonophoren auf diese reizvollen knospenden Anthomedusen zurückzuführen. Ich gestatte mir, zunächst in nachfolgender Tabelle eine Uebersicht der bisher bekannt gewordenen Fälle zu geben.

### Sarsiadae Forbes.

#### a. Knospen in langgezogener Spirale um das verlängerte Magenrohr angeordnet.

##### *Sarsia gemmifera* Forbes.

Ed. Forbes, Brit. nak. ey. Med., 1848, p. 57. Taf. VII, Fig. 2.

(Mehrere [6] Knospen von wechselnder Grösse [mit Ersatzknospen?].)

##### *Sarsia clavata* Keferstein.

Keferstein, Unters. üb. nied. Seeth. Zeitschr. f. wissensch. Zool., 1862, Bd. 12, p. 27. Taf. II, Fig. 1, 2.

(Drei Knospen, von denen die proximale am weitesten entwickelt ist.)

##### *Sarsia siphonophora* Haeckel.

Haeckel, System d. Medusen, 1879, p. 20. Taf. I, Fig. 4.

(Zahlreiche Knospen [20—22] in zwei Sätze vertheilt; die Knospen nehmen distal successive an Grösse zu; keine Enkelknospen.)

##### *Sarsia* sp. Allman.

Allman, Monogr. Tub. Hydr., 1871, p. 83, Fig. 37.)

(Drei in distaler Richtung an Grösse abnehmende Knospen ohne Enkelknospen.)

##### *Dipurena dolichogaster* Haeckel.

E. und L. Metschnikoff, Beitr. zur Kenntniss der Siphonoph. und Medusen (russisch), Mitth. Ges. Liebh. d. Nat. Moskau, 1871, Bd. VIII, p. 343, Taf. III, Fig. 1—5.

(Mehrere [bis fünf] Knospen von ungleicher Grösse mit Enkelknospen.)

#### b. Knospen an der Basis von vier Tentakeln vertheilt.

##### *Sarsia prolifera* Forbes.

Ed. Forbes, Brit. nak. ey. Medusae, 1848, p. 59, Taf. VII, Fig. 3.

(An jeder Tentakelbasis drei bis vier Knospen, die ältesten mit Enkelknospen.)

BUSCH, Beob. über wirbellose Seeth., 1851, p. 1—9, Taf. 1, Fig. 1—6.

ALLMAN, Monogr. Tub. Hydr., 1871, p. 83, Fig. 38.

*Codonium codonophorum* Haeckel.

Haeckel, Syst. d. Medusen, 1879, p. 14, Taf. 1, Fig. 3.

(An jeder Tentakelbasis drei bis vier Knospen; die ältesten mit Enkelknospen.)

Ueberblickt man die Abbildungen und Beschreibungen, welche die einzelnen Beobachter von knospenden Sarsiaden entwarfen, so möchte man es für vergebliche Mühe halten, ein Gesetz herauszufinden, nach dem die Reihenfolge der Knospen sich bestimmen lässt. Immerhin gelingt es, diejenigen Sarsien, welche am Manubrium Knospen tragen, in drei durch gemeinsame Züge ausgezeichnete Gruppen zu ordnen.

Das einfachste Verhalten zeigen nämlich *Sarsia clavata* Keferstein, weiterhin die von ALLMAN (ohne Speziesangabe) abgebildete *Sarsia*, und endlich das jugendliche Exemplar von *Diphyrena dolichogaster* nach Metschnikoff's Abbildung (Fig. 5), insofern die drei Knospen derselben in distaler Richtung (gegen die Mundöffnung zu) continuirlich an Grösse abnehmen. Keferstein (1862, p. 28) weist ausdrücklich darauf hin, dass die oberste (proximale) Knospe stets am weitesten entwickelt war, während Allman dieses Verhaltens zwar keine Erwähnung thut, es jedoch ebenso anschaulich wie Metschnikoff in der Abbildung darstellt.

In eine zweite Gruppe lassen sich *Sarsia gemmifera* Forbes und die älteren Exemplare von *Diphyrena dolichogaster* Haeck. einreihen. Bei ihnen treten nach den Angaben von Forbes und Metschnikoff fünf bis sechs Knospen am Manubrium auf, welche eine continuirliche Grössenabnahme in distaler resp. proximaler Richtung nicht erkennen lassen. Anscheinend regellos folgen auf ganz junge Knospen solche, welche fast zum Ablösen reif sind. Wie Metschnikoff ferner beobachtete, werden Enkelknospen an den Manubrien der Tochterindividuen bereits vor der Lostrennung vom Mutterthier angelegt. Ausserdem deutet er an der obersten Knospe seiner Fig. 4 eine Ersatzknospe an; ob dieser Thatsache in dem mir leider unverständlichen russischen Texte Erwähnung gethan wird, vermag ich nicht anzugeben.

Ein ganz eigenartiges Verhalten weist endlich die *Sarsia siphonophora* auf. Haeckel schildert ihre Knospengruppen folgendermassen (1879, p. 20): „Bei dem einzigen Exemplare, das ich von dieser *Sarsia* fing, war der ausgestreckte cylindrische Magen 4—5mal so lang als die Schirmhöhe, nur im oberen Viertel und am Mundende knospenfrei. Die Zahl der Knospen betrug 20—22. Sie waren, gleich den Personen am Siphonophorenstamm, in eine Spirale geordnet und in zwei Sätze dergestalt getheilt, dass in der oberen Hälfte des knospentragenden Theils 12—13, in der unteren Hälfte 10—11 Knospen übereinander sassen; jeder Satz begann oben mit kleinen Knospen, deren Grösse und Entwicklungsstufe stetig zunahm. Die unteren 3—4 Knospen jedes Satzes waren bereits vollständig entwickelt und bewegten lebhaft tastend ihre Fangfäden und ihren Magen, der aus der Schirmhöhle um das Zwei- bis Dreifache ihrer Länge hervorragte.“

Die Beschreibung und die Abbildung der *Sarsia siphonophora*, welche auch in mehreren Lehrbüchern Aufnahme fand, lassen so erhebliche Abweichungen in der Reihenfolge der Knospen von allen bisher bekannt gewordenen und durch mich noch eingehender zu schildernden Sarsien erkennen, dass ich lebhaft bedaure, bei meinem Aufenthalt auf den Canarischen Inseln niemals diese prächtige Art erbeutet zu haben.

Für alle übrigen Sarsiaden hoffe ich den Nachweis führen zu können, dass sie in streng gesetzmässiger Weise ihre Knospen am Manubrium anlegen. Ich werde weiterhin darlegen, dass

mit diesem Knospungsgesetz auch die Abbildungen in Einklang stehen, welche ältere Beobachter von knospenden Sarsiaden — mit Ausnahme der *Sarsia siphonophora* — entwarfen.

Meine Beobachtungen stellte ich vor 8 Jahren, nämlich im Frühjahr 1886, gelegentlich eines Aufenthaltes auf der Insel Sardinien an knospenden Sarsiaden an, welche ich im pelagischen Auftriebe des malerisch gelegenen Naturhafens Porto Conte fischte. Am 23. März 1886 bemerkte ich in dem Oberflächenauftrieb zahlreiche Exemplare einer kleinen Meduse, welche offenbar identisch waren mit der von Haeckel (1864, p. 337; 1879, p. 25, Taf. II, Fig. 1—7) beschriebenen *Dipurena dolichogaster*. Es ist das dieselbe Meduse, welche E. und L. Metschnikoff (1871, p. 343, Taf. III, Fig. 1—5) im proliferirenden Zustande auffanden und als *Dipurena fertilis* bezeichneten. Nachdem Haeckel diese Art im „System der Medusen“ abgebildet hatte, zweifelt Metschnikoff nicht mehr daran, dass *D. fertilis* identisch mit *D. dolichogaster* ist (1886, b, p. 259). Wenn Metschnikoff weiterhin annimmt, dass *Slabberia catenata* Forbes gleichfalls auf *Dipurena dolichogaster* zu beziehen ist, so bedaure ich lebhaft, dass ich zur Klärung der Synonymie wenig beitragen kann. Abgesehen davon, dass eine *Slabberia catenata* von Forbes überhaupt nicht beschrieben wurde, sondern dass er nur von einer *Slabberia halterata* spricht (1848, p. 53), hatten die meisten Exemplare durch den langen Transport über Land nach dem eine Stunde vom Porto Conte entfernten Alghero so gelitten, dass mir nur die flüchtigen Skizzen zur Verfügung stehen, welche ich von einer intakten Glocke machte. Die übrigen Medusen lagen mit stark contrahirter Umbrella auf dem Boden des Gefässes, zeigten aber durchaus unversehrt die erstaunlich langen Manubrien mit ihren Knospengruppen. Da die letzteren keine Spur von Verletzung erkennen liessen, so zeichnete ich mit dem Prisma unter schwächerer Vergrößerung zwei Manubrien mit den in langgezogener Spirale ansitzenden Knospengruppen und ergänzte die Beobachtungen durch eine Reihe von Prismazeichnungen der einzelnen Gruppen bei stärkerer Vergrößerung. Auf meine Bitte hin übersendete mir später Prof. Carl Vogt die Skizze, welche er bei unserem gemeinsamen Ausflug nach Sardinien gleichfalls von einem Manubrium der *Dipurena* angefertigt hatte. Sie war mir deshalb von besonderem Werthe, weil sie mit dem Zeichnenprisma entworfen war und ebenso wie meine Skizzen genau die Grössenverhältnisse der aufeinanderfolgenden Gruppen wiedergab. Ich erwähne dieses Umstandes deshalb, weil mir zu jener Zeit, wo ich die Beobachtungen anstellte, die Gesetzmässigkeit in der Reihenfolge der Knospengruppen noch nicht klar war. Erst später gelang es mir, aus den durchaus unbefangenen den einfachen Thatbestand wiedergebenden Zeichnungen das Knospungsgesetz herauszulesen und dasselbe an Präparaten einer anderen Sarsie, nämlich der *Sarsia gemmifera* Forbes, bestätigt zu finden. Ich verdanke diese Präparate Dr. Vanhöffen, welcher gemeinsam mit Dr. Apstein im August 1891 die *Sarsia gemmifera* im proliferirenden Zustand in der Kieler Bucht auffand. Einige die Sendung begleitende Mikrophotographien von lebenden jugendlichen Exemplaren der *Sarsia tubulosa* setzten mich in den Stand, die Form der Medusenglocke auf den Figuren 5 und 6 besser wiederzugeben, als es nach den mikroskopischen Präparaten möglich gewesen wäre.

Ungeachtet des eifrigsten Nachsuchens ist es mir nicht möglich gewesen, knospende Sarsien an den Canarischen Inseln aufzufinden. Wenn ich mich trotzdem entschliesse, meine vor langer Zeit angestellten Beobachtungen zu veröffentlichen, so bin ich mich der Lückenhaftigkeit derselben wohl bewusst und glaube mit Rücksicht hierauf mich lediglich auf Darlegung des Knospungsgesetzes beschränken zu sollen.

Die Manubrien maassen im contrahirten Zustande 5—6 Millimeter; da sie bei dem

Schwimmen der Medusen sich bedeutend strecken, so übertreffen sie die Glocke an Länge fast um das Sechsfache. Das obere (proximale) und das untere (distale) Ende mit der rüsselförmig erweiterten Mundöffnung waren frei von Knospen. Jene brillante Färbung, welche nach Haeckel dem Manubrium und dem Magen geschlechtsreifer Exemplare zukommt, fehlt den knospenden Stadien; die Glocke sowohl wie das Manubrium mit seinen in langgezogener Spirale ansitzenden Knospen waren von vollendeter Durchsichtigkeit. Nur an den Ocellarbulben der Mutterglocke und älterer Tochterknospen liess sich ein smaragdgrüner Schiller wahrnehmen, welcher auch in dem starren Proximaltheil der Tentakel auftritt. Er wird durch Haufen feiner Körnchen (Guanin?) bedingt, welche zwischen den Entodermzellen gelegen sind und bei dem Abblenden des Lichtes weisslich hervortreten.

Um nun das Knospungsgesetz klar zu legen, so dürfte es sich empfehlen, zunächst die Anlage der Enkelknospen an einer ausgebildeten und demnächst sich loslösenden Tochtermeduse zu verfolgen. Wie ein Blick auf Taf. I, Fig. 4 lehrt, so ist das mit einer grösseren Anzahl von Enkelknospen (in unserem Falle mit fünf:  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ,  $\varepsilon$ ) bedeckte Manubrium der reifen Tochtermeduse mindestens doppelt so lang als die Glocke. Die Knospen nehmen in distaler Richtung continuirlich an Grösse ab; die oberste (proximale) Knospe ( $\alpha$ ) ist die älteste, die unterste (distale) ist die jüngste ( $\varepsilon$ ). Die Neubildung der Knospen erfolgt also stets am oralen Ende des Manubriums; niemals schalten sich secundär jüngere Knospen in die Internodien zwischen den älteren ein. Die Knospen entwickeln sich vermittelst eines ektodermalen Glockenkernes in der für die Medusen charakteristischen und bekannten Weise; die Grösse der einzelnen Knospe ist zugleich der Gradmesser für ihre Entwicklungsstufe. Das Gesetz der continuirlichen Grössenabnahme in distaler Richtung gilt ohne Ausnahme für die Enkelknospen der *Diphyrea dolichogaster* und der *Sarsia gemmifera*. Bei letzterer waren an dem Manubrium der ältesten Tochtermeduse (A, Fig. 5) drei Enkelknospen angelegt. Es ist auch ohne Weiteres verständlich, dass die Zahl der Enkelknospen an den jüngeren Tochtermedusen eine entsprechend geringere ist. So bilde ich in Fig. 3 eine jüngere Tochtermeduse ab, welche nur zwei Enkelknospen an dem Manubrium erkennen lässt. Sie stehen, wie das überhaupt für die jüngsten Knospen charakteristisch ist, in annähernd gleicher Höhe; erst späterhin wird es bei dem Längenwachsthum des Manubriums deutlich, dass die jüngere Knospe distal von der älteren liegt.

Da die sich loslösenden Tochtermedusen (A, B, C, D, E . . .) offenbar rasch zu den proliferirenden Mutterthieren heranwachsen, so darf man von vornherein erwarten, dass das Gesetz der continuirlichen Grössenabnahme in distaler Richtung nicht nur für die Enkelknospen, sondern auch für die Tochterknospen gilt. Wenn das Gesetz indessen anscheinend eine Ausnahme erleidet, insofern auch proximal junge Knospen auftreten, wie ein Blick auf Fig. 1 und 2 lehrt, so wird dies Verhalten durch eine weitere Eigenthümlichkeit in der Knospung bedingt. Jede Tochterknospe bildet an ihrer Ansatzstelle eine jüngere Ersatzknospe aus (a, b, c, d, e . . .), und somit bestehen die Knospengruppen am Manubrium aus Geschwisterknospen, von denen die eine in ihrer Entwicklung der anderen gegenüber bedeutend vorans ist. Auch die Ersatzknospen nehmen in distaler Richtung continuirlich an Grösse ab. Bei *Diphyrea dolichogaster* beobachtete ich im Ganzen sechs bis sieben Knospengruppen an dem Manubrium, während bei *Sarsia gemmifera* die Zahlen fünf bis sechs das Maximum für die Tochterknospen abgeben. Zudem sind die Gruppen bei *Diphyrea* durch lange Internodien getrennt, während sie bei *Sarsia* viel gedrängter stehen.

Die Verhältnisse werden nun dadurch verwickelter, dass die obersten (proximalen) Tochterknospen unter lebhaften Pumpbewegungen sich successive von dem Manubrium loslösen und frei schwimmende Mutterkolonien begründen. Die Ersatzknospen bleiben dagegen zunächst noch sitzen, indem sie denselben Entwicklungsgang durchlaufen wie die frei gewordenen älteren Tochtermedusen. An Grösse und entsprechendem Entwicklungsgrad gleichen die proximalen Ersatzknospen den jüngeren distalen Tochterknospen. Es wird sich empfehlen, die eben erwähnten Ersatzknospen als solche ersten Grades zu bezeichnen, denn die Ersatzknospen ersten Grades legen ihrerseits Ersatzknospen zweiten Grades an, welche wiederum in distaler Richtung an Grösse abnehmen. Die letztgenannten Knospen ( $a'$ ,  $b'$ ,  $c'$  . . .) sind den ersteren opponirt und können, wie ich dies bei *Sarsia gemmifera* sicher nachzuweisen vermag, bereits angelegt werden, bevor die Tochtermedusen sich loslösen. Es bestehen also hier die in ihrer Ausbildung am weitesten vorgeschrittenen Gruppen aus zum Loslösen reifen Tochtermedusen (Fig. 5 A), an deren Manubrium mehrere Enkelknospen ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ) angelegt werden, aus einer Ersatzknospe ersten ( $a$ ) und einer Ersatzknospe zweiten Grades ( $a'$ ). Da ich nun auch an den ältesten (proximalen) Ersatzknospen ersten Grades wiederum Urenkelknospen am Manubrium angelegt fand, so lässt sich an diesen prächtigen knospenden Sarsien die Geschichte der Kolonie gewissermassen ablesen und das Schicksal jeder einzelnen Knospe für Vergangenheit und Zukunft mit Sicherheit angeben.

Es ist selbstverständlich schwer zu sagen, wie oft dieser Vorgang des successiven Ersatzes sich in distaler Richtung am Manubrium abspielt. Systematisch angestellte Züchtungsversuche unter Bedingungen, welche jenen im freien Meere möglichst nahe kommen, werden hierüber leicht Aufschluss geben. Ich verzichte deshalb darauf, an dieser Stelle meine Berechnungen wiederzugeben, welche die erstaunliche Vermehrungskraft der proliferirenden Sarsien unter der Annahme illustriren, dass jede Tochtermeduse, jede Enkelknospe und Ersatzknospe eine Mutterkolonie begründet und dass an jeder Kolonie sich mehrmals der genannte Ersatz wiederholt.

Um indessen das Knospungsgesetz durch einige Formeln zu illustriren, so wende ich jene Bezeichnungsweise an, welche für die Tafelerklärung gewählt wurde. Es seien die dem Manubrium ansitzenden Tochterknospen mit A, B, C, D, E . . . bezeichnet, wobei A die älteste proximale, E die jüngste distale Knospe bedeutet. Unter derselben Voraussetzung mögen mit a, b, c, d, e . . . die Ersatzknospen ersten Grades, mit  $a'$ ,  $b'$ ,  $c'$ ,  $d'$ ,  $e'$  . . . die Ersatzknospen zweiten Grades angedeutet werden. Endlich erhalten die Enkelknospen die Benennung  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ,  $\varepsilon$  . . . Es würden sich dann folgende Formeln ergeben, wobei die links stehende Formel für eine eben frei gewordene Meduse mit Tochterknospen, die rechts folgenden für die späteren Stadien Geltung haben.

A	A. a	A ( $\alpha$ , $\beta$ ) a	A ( $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ , $\delta$ ) a $a'$	A ( $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ , $\delta$ , $\varepsilon$ ) a $a'$	a $a'$
B	B. b	B ( $\alpha$ ) b	B ( $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ ) b $b'$	B ( $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ , $\delta$ ) b $b'$	B ( $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ , $\delta$ , $\varepsilon$ ) b $b'$
C	C. c	C. c	C ( $\alpha$ , $\beta$ ) c	C ( $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ ) c $c'$	C ( $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ , $\delta$ ) c. $c'$
D	D	D. d	D ( $\alpha$ ) d	D ( $\alpha$ , $\beta$ ) d	D ( $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ ) d. $d'$
E	E	E	E. e	E ( $\alpha$ ) e	E ( $\alpha$ , $\beta$ ) e
	F	F	F	F. f	F ( $\alpha$ ) f.
			G	G	G. g

Es bleibt mir zum Schlusse nur noch übrig, den Nachweis zu führen, dass mit dem hier dargelegten Knospungsgesetze auch die von früheren Beobachtern publicirten Abbildungen knospender Sarsien — mit Ausnahme der *Sarsia siphonophora* — in Einklang stehen.

Relativ einfach liegen die Verhältnisse bei den von Keferstein und Allman gegebenen Zeichnungen, insofern wir es hier mit jungen Medusen zu thun haben, welche drei in distaler Richtung an Grösse abnehmende Tochterknospen am Manubrium erkennen lassen. Auch das jüngere von Metschnikoff abgebildete Exemplar einer *Dipurena* (1871, Taf. III, Fig. 5) zeigt drei distalwärts an Grösse abnehmende Tochterknospen, von denen die älteste zwei Enkelknospen aufweist, deren Grössenverhältnisse genau dem Gesetze entsprechen. Was nun die älteren Stadien anbelangt, so bemerke ich, dass Metschnikoffs Abbildung einer *Dipurena dolichogaster* mit fünf Knospen sich wiederum leicht auf das obige Gesetz zurückführen lässt. Die drei oberen Knospen nehmen distalwärts an Grösse ab und repräsentiren Ersatzknospen ersten Grades; die zwei unteren Knospen sind Tochterknospen, deren Grössenverhältnisse richtig wiedergegeben wurden. Nur insofern ist in der Abbildung ein kleines Versehen untergelaufen, als zwischen den beiden obersten Knospen eine leichte knospenförmige Aussackung des Manubriums eingetragen wurde — dagegen ist richtig an der obersten Knospe die Ersatzknospe zweiten Grades gezeichnet worden.

Mit besonderer Gemüthung betone ich, dass der Entdecker der knospenden Sarsiaden, nämlich Edward Forbes, seine Zeichnungen durchaus gewissenhaft entworfen hat. Von einer gesetzmässigen Anordnung der Knospen hatte er keine Ahnung, indem er von ihnen ausdrücklich hervorhebt: „They are not distributed over its surface in any regular order according to their degree of advancement, but intermingled.“ Zum Beweis dafür verweist er auf das vergrössert dargestellte Manubrium der *Sarsia gemmifera* (1848, Taf. VII, Fig. 2 e), an dem sechs Knospen anscheinend regellos vertheilt sind. Bei dem Interesse, welches der Gegenstand beansprucht, gestatte ich mir, eine genaue Copie der genannten Abbildung von Forbes zu reproduciren und nachzuweisen, dass auch sie durchaus im Einklang mit dem Knospungsgesetz steht. Die Knospen alterniren ebenso an dem Manubrium, wie ich es von einem jüngeren Stadium in Fig. 6 dargestellt habe. Sie zerfallen in zwei Sätze, welche in distaler Richtung an Grösse abnehmen, nämlich in vier obere und in zwei untere Knospen, die ungefähr auf der gleichen Entwicklungsstufe stehen wie die beiden oberen. Die Deutung dieses Verhaltens fällt nun an der Hand des Knospungsgesetzes nicht schwer: die vier oberen Knospen (a, b, c, d) sind Ersatzknospen ersten Grades, die beiden unteren (E, F) sind Tochterknospen. In der Abbildung von Forbes sind sogar richtig Ersatzknospen ersten (e) und zweiten Grades (c') angedeutet!

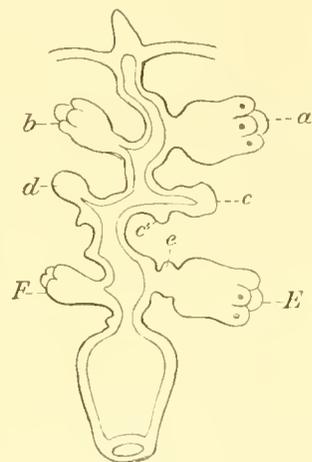


Fig. 1.

Das Auftreten proliferirender Sarsiaden, von denen wir eine Art, nämlich die oben geschilderte *Dipurena dolichogaster*, sowohl im geschlechtlich thätigen, wie im proliferirenden Zustand kennen, möchte der Auffassung Vorschub leisten, dass beide Vermehrungsweisen in regelmässigem, cyklischem Wechsel in die Lebensgeschichte der Art eingreifen. Es kann diese Auffassung nicht ohne Weiteres von der Hand gewiesen werden, obwohl wir andererseits sichere Angaben besitzen.

dass geschlechtliche und ungeschlechtliche Vermehrung sich nicht ausschliessen. So berichtet Busch (1851, p. 7) von der *Sarsia prolifera*, dass er viele Exemplare einfing, „die mehr oder weniger entwickelte Geschlechtstheile hatten und zu gleicher Zeit Knospen trugen, so dass die Gemmation selbst als ein von der geschlechtlichen Zeugung ganz unabhängiges Phänomen, gleichviel ob mit ihr, ob ohne sie, vor sich geht“. Dasselbe Verhalten berichten einerseits Krohn von der *Eleutheria* (1861, p. 165), andererseits Böhm (1878, p. 129) und Haeckel (1879, p. 74) von einigen Margeliden (*Rathkea octopunctata* Sars, *Cybaeus nigrilina* Haeck. und *Cybaeus macrogaster* Haeck.) Ich selbst habe, wie in einem späteren Kapitel noch eingehend dargelegt werden soll, die Ausbildung von Geschlechtsprodukten bei knospenden Exemplaren der *Lizzia Claparèdei* genau verfolgen können.

Angesichts der unbestreitbaren Thatsache, dass gelegentlich dasselbe Individuum gleichzeitig proliferirend und geschlechtlich thätig gefunden wird, darf immerhin betont werden, dass ein derartiges Verhalten noch von keiner Sarsiade bekannt wurde, welche Knospen am Manubrium treibt. Es ist wohl möglich, dass manche Arten, welche lediglich im proliferirenden Zustand bekannt wurden, dem Entwicklungskreise anderer Sarsien angehören, von denen ausschliesslich die geschlechtlichen Zustände zur Beobachtung gelangten. Ich denke hierbei speziell an die oben von mir als *Sarsia gemmifera* Forbes geschilderte Form. Wenn ich die von mir untersuchten, aus dem Kieler Hafen stammenden Exemplare mit *Sarsia gemmifera* Forbes identifizierte, so bin ich mir wohl bewusst, wie schwierig es im gegebenen Falle ist, einen sicheren Entscheid zu fällen, ob diese Zurückführung zutreffend ist. Jedenfalls sind die im vorliegenden Exemplare bedeutend kleiner als *Sarsia gemmifera* und unterscheiden sich auch dadurch von jener, dass das Manubrium weit aus der Subumbrellarhöhle hervorragte. Sie gleichen in letzterer Hinsicht mehr der *Sarsia clavata* Keferstein. Da indessen die Knospung eine ähnlich ausgiebige ist, wie bei *S. gemmifera*, und da Forbes angibt, dass die Contraktionszustände des Manubriums ungemein wechseln, so habe ich die Bezeichnung „*gemmifera*“ beibehalten. Vergleicht man die knospenden Sarsien aus dem Kieler Hafen mit jugendlichen Exemplaren der *Sarsia tubulosa*, welche sich eben erst von dem Keulenpolyp loslösten, so lässt sich in der Form der Glocke kaum ein Unterschied erkennen. Die Ocellarbulben und die Tentakel sowohl, wie auch die Grössenverhältnisse der Umbrella (meine Exemplare maassen 0,4—1 mm) stimmen dermaassen überein, dass ich keinen Anstand nahm, nach den mir übersendeten Mikrophotographien eben frei gewordener Exemplare von *Sarsia tubulosa* die Contouren der Glocke zu zeichnen.

Ob nun thatsächlich die *Sarsia gemmifera* Forbes den proliferirenden Zustand der *Sarsia tubulosa* Sars darstellt, müssen spätere Untersuchungen lehren. Im geschlechtsreifen Zustand erscheint *Sarsia tubulosa* an unserer norddeutschen Küste im Frühjahr; F. E. Schulze (1873, p. 14) beobachtete sie vor Warnemünde von April bis Juni, während sie in der Kieler Bucht bereits von Ende Februar an auftritt. Die *Sarsia gemmifera* hingegen wurde nach mir zugegangenen Mittheilungen von Vanhöffen nur im August 1891 in der Kieler Bucht beobachtet. Sie fehlte in den eigens auf ihr Vorkommen untersuchten Planktonfängen von November 1888 an und ebenso in den Jahren nach 1891, doch ist ihr Vorkommen bei Kiel nach Aufzeichnungen von Möbius (ohne Datum) in früheren Jahren bereits constatirt worden.

## II. Das Knospungsgesetz der Margeliden.

### *Historisches.*

Nachdem ich auf das Knospungsgesetz der Sarsiaden aufmerksam geworden war, schien es mir angezeigt, auch die knospenden Margeliden in den Kreis der Betrachtung zu ziehen und zu prüfen, ob bei ihnen ebenfalls eine gesetzmässige Anlage der Medasensprösslinge zu beobachten ist. Sie stellen ja ein weit reichlicheres Contingent an knospenden Craspedoten als die Sarsiaden, und zudem wurde gerade an ihnen das Vermögen ungeschlechtlicher Vermehrung durch Michael Sars entdeckt. Bereits im Jahre 1835 wurde Sars auf die von ihm als *Cyrtocis octopunctata* beschriebene Meduse aufmerksam, deren kurzer Magen mit eylindrischen Knoten bedeckt war (Beskrivelser etc., p. 6, Taf. I, Fig. 3 a—g). Im Frühjahr 1836 fand er wiederum Gelegenheit, diese Margelide zu beobachten, und sah zu seinem Erstaunen, dass die erwähnten Knoten knospende Tochtermedusen waren. Er berichtete kurz über seine Entdeckung in Wiegmanns Archiv für 1837 (p. 406) und gab dann in der „Fauna littoralis“ eine ausführlichere Darstellung des Vorganges (p. 10—13, Taf. 4, Fig. 7—13).

Ich werde im Verlaufe meiner Schilderung der Knospung von *Cyrtocis (Rathkea) octopunctata* noch Gelegenheit nehmen, darauf hinzuweisen, dass keiner der zahlreichen Beobachter von Knospungsvorgängen bei Margeliden das Verhalten ähnlich genau und zutreffend beschrieben hat, wie der Entdecker des Generationswechsels von Polypen und Medusen.

In demselben Jahre, wo Sars die *Cyrtocis octopunctata* beobachtete, entdeckten übrigens auch Eyndoux et Souleyet auf der Weltumsegelung der „Bonite“ eine von ihnen als *Cyrtocis tetrastyla (macrogaster Hacck.)* bezeichnete Margelide, deren obere Magenhälfte mit zahlreichen Knospen bedeckt war. Die Beschreibung dieser Art wurde allerdings erst 1852 (Vol. II, p. 641, Taf. II, Fig. 4—15) veröffentlicht. Inzwischen mehrten sich unsere Kenntnisse von proliferirenden Margeliden durch die Beobachtungen von Ed. Forbes (1848), Busch (1851) und Krohn (1851) so beträchtlich, dass wir bereits im Jahre 1852 von nicht weniger denn sechs Arten wohl verbürgte Nachrichten über den ungeschlechtlichen Vermehrungsvorgang haben. Die folgende Liste gibt mit Berücksichtigung der neueren Litteratur ein Verzeichniss der knospenden Margeliden.

*Cyrtocis tetrastyla (macrogaster Hacck.)* Eynd. Soul.

Eyndoux et Souleyet, Voyage de la Bonite, 1835. Zool. 1852, Vol. II, p. 641.  
Pl. II, Fig. 4—15.

Hacckel, Syst. d. Medusen, 1879, p. 74. Taf. VI, Fig. 1.  
(Zahlreiche Knospen auf der oberen Magenhälfte.)

*Cytacis tetrastyla* Eschsch.

Busch, Beob. über Anat. und Entw. wirbell. Seeth., 1851, p. 21. Taf. II, Fig. 10  
(*Bougainvillea mediterranea*).

E. und L. Metschnikoff, Beitr. z. Kenntn. d. Siphonophoren u. Medusen (russisch),  
Mitth. Ges. d. Liebh. d. Nat. Moskau 1871. Bd. VIII, p. 346, Taf. III, Fig. 6.  
(*Bougainvillea cocca* [*Cytacis tetrastyla*?])

Haeckel, Syst. d. Medusen, 1879, p. 74.  
(Knospen auf der oberen Magenhälfte.)

*Cytacis nigrilina* Haeckel.

Haeckel, Syst. d. Medusen, 1879, p. 74. Taf. VI, Fig. 2.  
(Zahlreiche Knospen auf dem ganzen Magen oder unterhalb der Gonaden.)

*Cytacis pusilla* Gegenb.

Keferstein und Ehlers, Zool. Beitr., 1861. Taf. I, Fig. 24, 25, Taf. XIII, Fig. 8, 9.  
(Einige Knospen an der oberen Magenwand.)

*Cubogaster gemmascens* Haeck.

Haeckel, Syst. d. Medusen, 1879, p. 76. Taf. VI, Fig. 8, 9.  
(Vier interradiale Knospen.)

*Podocoryne (Dysmorphosa) carnea* Sars.

M. Sars, Fauna littoralis Norvegiae, 1846, T. 1, p. 4. Taf. I.  
Krohn, Arch. f. Naturg., 1851, p. 267.  
(Knospen an den vier interradialen Magenflächen mit Enkelknospen.)

*Dysmorphosa fulgurans* Al. Agassiz.

Al. Agassiz, North Am. Acalephae, Illustr. Cat. Mus. Comp. Zool. II, 1865, p. 163.  
(Drei bis vier Knospen werden gleichzeitig angelegt, von denen die ältesten  
Enkelknospen bilden.)

*Dysmorphosa octostyla* Haeckel.

Haeckel, Syst. d. Medusen, 1879, p. 79. Taf. VI, Fig. 6.  
(Vier kreuzweis stehende Knospen an der oberen Magenhälfte.)

*Dysmorphosa minima* Haeckel.

Haeckel, Syst. d. Medusen, 1879, p. 78. Taf. VI, Fig. 7.  
(Mehrere Knospen an der oberen Magenwand.)

*Dysmorphosa (Lizzia) sp.* Allman.

Allman, Monogr. Tub. Hydroïds, 1871, p. 82, Fig. 26.  
(Mehrere Knospen an der Basis des Manubriums.)

*Mabella gracilis* Fewkes.

W. Fewkes, Stud. Jelly-fishes Narragansett-Bay. Bull. Mus. Comp. Zool., 1881,  
Vol. VIII, p. 146. Taf. VI, Fig. 2, 3.  
(Mehrere Knospen am Magen.)

*Lizusa prolifera* Lendenf.

v. Lendenfeld, Australian Hydromedusae, Proc. Linn. Soc. N. S. Wales, 1884,  
Vol. IX, p. 589. Taf. XXIII, Fig. 38, 39.  
(Zahlreiche Knospen mit Enkelknospen an der Basis des Manubriums.)

*Lizzia blondina* Forbes.

E. Forbes, Brit. naked-eyed Med., 1848, p. 67. Taf. XII, Fig. 4.  
(Vier interradiale Knospen an der oberen Magenwand.)

*Lizzia* (*Margellium* Haeck.) *octopunctata* Forbes.

E. Forbes, Brit. nak. Med., 1848, p. 64. Taf. XII, Fig. 3.  
(Vier interradiale Knospen an der oberen Magenwand.)

P. J. van Beneden, Rech. faune lit. Belgique, Polypes. 1866, p. 94. Taf. III,  
Fig. 7—13.  
(Zahlreiche Knospen an der oberen Magenwand.)

*Lizzia* (*Margellium* Haeck.) *grata* A. Agassiz.

W. Fewkes, Bull. Mus. Comp. Zool., 1881, Vol. VIII, p. 142. Taf. 1, Fig. 1—7.  
(Zahlreiche Knospen mit Enkelknospen an der Magenwand.)

*Rathkea* (*Cytavis*) *octopunctata* Sars.

M. Sars, Fauna littor. Norvegiae, 1846, T. I, p. 10. Taf. VI, Fig. 7—13.  
(Kreuzweise angeordnete interradiale Knospen mit Enkelknospen.)

Boehm, Helgoländer Leptomed. Jen. Zeitschr. f. Naturw., Bd. 12, 1878 (*Lizzia octo-*  
*punctata*), p. 186. Taf. IV und V.  
(Zahlreiche Knospen mit Enkelknospen am oberen Magenrand.)

Ueberblickt man die Abbildungen, welche die einzelnen Beobachter von knospenden Margeliden entworfen haben, so möchte es schwer fallen, irgend eine Gesetzmässigkeit in der Stellung der Knospen herauszufinden. Bald finden wir den Magen mit zahlreichen Tochterindividuen in regelloser Anordnung übersät (*Cytavis macrogaster*, *C. nigritina*, *Lizisa prolifera*), bald tritt eine relativ geringe Anzahl von Knospen auf, welche sich auf die interradialen Magenflächen beschränken.

Immerhin hat schon M. Sars auf einige wichtige Thatsachen in der Gruppierung der Knospen aufmerksam gemacht, welche wir mit seinen eigenen Worten wiedergeben wollen (1846, p. 10 und 11): „An einigen am 5. Mai 1836 untersuchten Individuen bemerkte ich nämlich, dass diese Knoten (Knospen) alle horizontal (das Thier aufrecht oder mit dem Munde nach unten gedacht) oben an den Seiten des viereckigen Magens herumgestellt sind; sie sind gewöhnlich 4 in der Zahl und stehen einander gerade gegenüber; häufig sieht man aber auch unterhalb dieser noch 2—4 kleinere. Sie sind ferner gewöhnlich von ungleicher Grösse; die zwei einander gegenüber stehenden grösser als die 2 anderen, auch der eine grösser als der andere.“ Sars bemerkt nun weiterhin, dass bei manchen Individuen einer dieser Knoten sich bereits zu einer jungen Meduse entwickelt hatte, welche 16 Randfäden besass (4 Paare von je 3 radialen und 4 interradiale Tentakel) und gelegentlich Pumpbewegungen ausführte. Er beobachtete weiterhin, dass die Tochtermedusen sich von der Mutter loslösten und dass sie an dem Magen bereits eine zweite Generation von 2 resp. 4 Knospen aufwiesen. Schliesslich fügt er noch folgende Bemerkung hinzu: „Je nachdem mehrere oder weniger Jungen sich schon losgerissen hatten, fand ich die Zahl dieser Knoten ungleich bei verschiedenen Individuen, nämlich 1—3 ausser den kleinen weiter unten am Magen sitzenden Knötchen, die je näher dem Munde desto kleiner werden; übrigens ist die Form der letzteren wie bei den anderen, nur dass sie ganz durchsichtig wie Wasser ohne sichtbare Organe sind.“

Nehmen wir die durchaus correcten Abbildungen von Sars zu Hilfe, so lassen sich seine Ermittlungen über die Knospung folgendermassen zusammenfassen: Bei jüngeren Exemplaren von *Rathkea (Cytacis) octopunctata* werden in einer Horizontalebene vier interradiale Knospen an der Magenwand angelegt, welche verschieden gross und verschieden alt sind. Die an Grösse und Alter sich am nächsten kommenden Knospen sind opponirt. Unterhalb des oberen (proximalen) Cylcus von vier Knospen kann bei älteren Exemplaren der *Rathkea octopunctata* ein zweiter Cylcus von vier verschieden grossen Knospen angelegt werden, welche dasselbe Stellungsgesetz wie die oberen aufweisen. Da die Knospen des zweiten Cylcus kleiner sind als diejenigen des ersten, so nehmen sie also im Allgemeinen gegen die Mundöffnung zu (in distaler Richtung) an Grösse ab. Die ältesten Knospen lösen sich los und schwimmen als junge Medusen, die ihrerseits wieder durch Knospung sich vermehren, umher.

Wenn wir also das durch Sars ermittelte Stellungsgesetz der vier Knospen eines Kreises anschaulich illustriren wollen und die älteste Knospe mit 1, die jüngste mit 4 bezeichnen, so erhalten wir für den oberen Kreis die Formel  $3 \begin{matrix} 1 \\ 2 \end{matrix} 4$ .

Ueber diese durch Sars ermittelten Thatsachen ist keiner der späteren Beobachter hinausgekommen; sie haben entweder seine Angaben bestätigt oder überhaupt die gesetzmässige Stellung der Knospen nicht beachtet. Der erste, welcher die sogenannte „subsymmetrische Knospung“ der Margeliden bestätigte, war Ed. Forbes (1848, p. 65 und 67), welcher sie sowohl bei der *Cytacis octopunctata*, (er schuf für sie den Gattungsnamen *Lizzia*), als auch bei der *Lizzia blondina* Forb. beobachtete. Bald darauf bekamen Busch (1851, p. 2 und 21) und Krohn (1851, p. 267) knospende Margeliden zu Gesicht, an denen sie wiederum die Angaben von Sars zu bestätigen vermochten. Krohn spricht sich in dieser Hinsicht über eine dem Medusenabkömmling von *Podocoryne carnea* Sars (*Dysmorphosa carnea* Haeck.) nahestehende Art folgendermassen aus: „Was die Entwicklung, die allmähliche Vermehrung und die gegenseitige Stellung der, wie bei *Cytacis octopunctata*, aus dem Magen hervorwachsenden Gemmen anbetrifft, so müsste ich hier nur das wiederholen, was Sars in seinem Werke schon so klar und anschaulich dargestellt hat. Ich beschränke mich also bloss auf die Bemerkung, dass man am Magen noch nicht völlig ausgebildeter, mit dem Mutterthiere zusammenhängender Gemmen nicht selten schon die winzigen Keime der nachfolgenden dritten Generation zu unterscheiden vermag.“

Es ist auffällig, dass bei den neueren Beobachtern das Interesse an der Erforschung des Knospungsgesetzes erlischt, obwohl sie uns gelegentlich recht eingehende Darstellungen von der Ausbildung der einzelnen Knospen, theils bei neu entdeckten Arten, theils bei längst bekannten liefern. So gedenken der gesetzmässigen Anlage der Knospen weder A. Agassiz bei der Schilderung der Knospung von *Dysmorphosa fulgurans* A. Ag. (1865, p. 163), noch P. J. van Beneden (1866, p. 52–55, 94) und Böhm (1878, p. 128–135) bei *Lizzia octopunctata*, noch auch Fewkes (1881, p. 144–145) bei der nahe verwandten *Lizzia grata* A. Ag. Haeckel bezieht sich zwar in seinem „System der Medusen“ auf die Schilderung von M. Sars, hebt indessen hervor, dass bei *Cubogaster gemmascens* (1879, p. 76) und bei *Dysmorphosa octostyla* (p. 78) die älteste Knospe der jüngsten opponirt sei. Ich darf wohl annehmen, dass bei den genannten Medusen die Verhältnisse ebenso liegen, wie es Sars bereits richtig für *Rathkea octopunctata* hervorgehoben hat, und dass demgemäss die älteste Knospe der zweitältesten opponirt ist. Am eingehendsten hat unter den zuletzt genannten Beobachtern Böhm (1878) die Margelidenknospung

bei *Rathkea octopunctata* verfolgt. So zutreffend auch manche seiner Angaben sind, so ist es immerhin befremdlich, dass er die trefflichen Beobachtungen von Sars nicht nur ignorirte, sondern auch bezüglich der gesetzmässigen Stellung der Knospen durchweg irrthümliches berichtet und abbildet. Nach seinen Angaben sieht man „sechs, sieben und mehr Knospen in allen Stadien der Entwicklung zugleich den Magen rundum besetzen“. Von einem Stellungsgesetz ist keine Rede, und in den Abbildungen (Taf. IV, Fig. 1, 2) werden die Tochterknospen in die Radien verlegt, während doch schon Sars richtig deren interradiale Lagerung darstellte!

## Das Knospungsgesetz der *Rathkea (Lizzia) octopunctata* Sars.

Tafel II.

Die Angaben von M. Sars über die gesetzmässige Stellung der vier kreuzweise opponirten Knospen eines Cyclus liessen es mir wünschenswerth erscheinen, das Knospungsgesetz einer ernenten Prüfung zu unterziehen und es auf breiterer Basis auch für die nachfolgenden Cyclen festzustellen. Ich durfte erwarten, dass sich auch für die gesammten an einem Manubrium erzeugten Knospen ein Stellungsgesetz ergeben möchte, und bin in dieser Hinsicht nicht enttäuscht worden. Zudem ergab sich im Verlaufe der Untersuchung eine so eigenartige und überraschende Anlage der Einzelknospe, dass ich keinen Anstand nehmen möchte, meine hierauf bezüglichen Beobachtungen zu veröffentlichen.

Das Material zu meiner Untersuchung verdanke ich Dr. Hartlaub, welcher mir zahlreiche, mit Chromessigsäure trefflich conservirte Exemplare der *Rathkea (Lizzia) octopunctata* zu kommen liess — jener Margelide also, an welcher Sars die Medusenknospung entdeckt hatte. Die Exemplare waren am 13. Februar 1894 im Nordhafen von Helgoland erbeutet worden und befanden sich ohne Ausnahme im Zustande üppigen Proliferirens. Im Gegensatz zu den Angaben von Böhm (1878, p. 129), welcher Individuen beobachtete, die gleichzeitig Knospen und männliche Geschlechtsprodukte ausbildeten, vermisste ich durchaus jegliche Spur von Sexualorganen an den knospenden Exemplaren. Ich werde indessen noch Veranlassung nehmen, darauf hinzuweisen, dass offenbar Böhm die jüngsten Knospenanlagen für Hodenpasteln hielt.

### a. Systematische Bemerkungen.

Da es nicht in meiner Absicht liegt, eine eingehende Schilderung vom Gesamtbau der *Rathkea octopunctata* zu geben, so verweise ich in dieser Hinsicht auf die früheren Beschreibungen, unter denen namentlich diejenige von Böhm (1878, p. 186—189) die charakteristischen Züge zutreffend hervorhebt. Die mir vorliegenden Exemplare weisen eine Schirmhöhe von 1—2,2 mm auf und lassen die auch von den früheren Beobachtern betonte Variabilität im Gesamthabitus und in der Ausbildung einzelner Organsysteme erkennen. Bald erscheint der aborale Pol der Schirmgallerte kuppelförmig vorgewölbt, bald vermisst man einen knopfförmigen Aufsatz. Nicht minder variabel ist das relative Grössenverhältniss zwischen Manubrium und Umbrella, insofern bei den jungen Exemplaren das Manubrium die halbe Schirmhöhe überbietet, während es bei den älteren nur etwa ein Drittel der Schirmhöhe erreicht. Jeder der vier perradialen Mundgriffel war bei den grösseren Exemplaren viergetheilt, insofern er zwei kürzere proximale und zwei längere distale, in Nesselknöpfe auslaufende Zweige erkennen liess (Taf. II, Fig. 1—4).

Besonders auffällig trat der Fluss der äusseren Erscheinung in dem Verhalten der Tentakelbündel hervor. Bei manchen Exemplaren waren sämtliche Tentakel zu kurzen Stummeln reducirt, wie dies Böhm bereits beobachtet und abgebildet hat (1878, Taf. IV, Fig. 2). Dieses Verhalten betrifft nicht nur ältere, sondern auch jugendliche Individuen. Dazu schwankt die Zahl der Fangfäden. Die meisten Exemplare besaßen 20 Tentakel, insofern die vier perradialen Randbündel aus je drei, die vier interradianen aus je zwei Fangfäden sich zusammensetzten. Einzelne ältere Individuen vermehrten die Tentakel dadurch auf 24, dass auch die interradianen Bündel aus je drei Fäden bestanden. In einem Falle beobachtete ich ein grosses Exemplar, welches an zwei perradialen Bündeln vier Tentakel (im Ganzen 26) angelegt hatte.

Angesichts dieser weit gehenden Variabilität in dem Gesamthabitus und speziell auch in der Zahl der Randfäden erscheint es mir fraglich, ob Haeckel im Rechte ist, wenn er nach der Zahl der Randfäden die beiden Genera *Margellium* und *Rathkea* aufstellt. Das Genus *Margellium* wird dadurch charakterisirt, dass die vier perradialen Bündel mit mehr Fäden als die vier interradianen ausgestattet sind, während bei dem Genus *Rathkea* alle acht Bündel gleich sind. Demgemäss rechnet Haeckel die westatlantische *Lizzia grata* zu *Margellium*, die ostatlantische *Lizzia octopunctata* hingegen zur Gattung *Rathkea*. Nun muss ich Fewkes (1881, p. 142) durchaus beistimmen, wenn er die amerikanische *Lizzia grata* A. Ag. als die nächste Verwandte der *Rathkea octopunctata* Sars betrachtet. Nach der von Fewkes gegebenen Darstellung von *Lizzia grata* erscheint es mir sogar fraglich, ob zwischen beiden Lokalformen spezifische Unterschiede existiren. Im proliferirenden Zustande gleicht *Lizzia grata* so vollkommen der europäisch-atlantischen Form, dass weder aus dem Gesamthabitus, noch aus der Zahl der Tentakel (welche 24 nicht übersteigt) ein Motiv für die Artunterscheidung zu entnehmen ist. Wenn nun nach den Angaben von A. Agassiz (1865, p. 161) *Lizzia grata* im geschlechtsreifen Zustand die Zahl der Mundgriffeläste auf sieben und der perradialen Tentakel auf fünf vermehrt, so liegen hier Umbildungen vor, die sicherlich auch der europäisch-atlantischen Lokalform zukommen. Ich beziehe mich in dieser Hinsicht auf meine oben angedeutete Wahrnehmung, dass schon im proliferirenden Zustande die Dreizahl der perradialen Tentakel überboten werden kann.

Wenn ich nun auch der Ansicht bin, dass die Gattung *Margellium* einzuziehen ist, weil die auf die Zahl der radialen und interradianen Tentakel basirte Diagnose nicht haltbar ist, so glaube ich doch, dass wir einstweilen noch an der generischen Unterscheidung von *Lizzia* und *Rathkea* festhalten dürfen. Die Gattung *Rathkea* wurde bereits 1838 von Brandt für eine Margelide des schwarzen Meeres begründet, welche fiederästig gespaltene Mundgriffel und acht Tentakelbündel besitzt. Demgemäss bezieht Haeckel alle Margeliden mit einfachen, unverästelten Mundgriffeln und mit acht Tentakelbündeln zum Genus *Lizzia*, diejenigen mit gespaltene Mundgriffeln und acht Tentakelbündeln zum Genus *Rathkea*. Es muss einer späteren Untersuchung der Entscheid vorbehalten bleiben, ob thatsächlich die auf die Gestalt der Mundgriffel basirte Unterscheidung zu einer generischen Trennung berechtigt. Sollte sich die Angabe von Rathke (1835, p. 327) bestätigen, dass die als Typus der Gattung *Rathkea* geltende *Occania Blumenbachi* thatsächlich acht Radiargefässe besitzt (Haeckel vermuthet vielleicht nicht mit Unrecht, dass die vier interradianen Anwachsstreifen der subumbralen Muskulatur für Gefässe gehalten wurden), so würde es am zweckmässigsten sein, die Gennsdiagnose der Gattung *Lizzia* auch auf alle Margeliden mit verästelten Mundgriffeln und mit acht Tentakelbündeln auszudehnen.

Als Resultat der hier gegebenen Ausführungen gestatte ich mir folgende tabellarische Uebersicht der Synonymie von *Rathkea octopunctata* zu geben.

### **Rathkea octopunctata M. Sars.**

*Cyrtaris octopunctata.*

M. Sars, 1835. Beskrivelser og Jagttagelser etc., p. 6. Taf. I. Fig. 3 a—g.

*Hippocrene octopunctata.*

Forbes, 1841. Ann. and Magaz. Nat. Hist., Vol. VII, p. 84.

*Bougainvillea octopunctata.*

Lesson, 1843. Hist. nat. Zoophytes. Acalèphes, p. 292.

*Cyrtaris octopunctata.*

M. Sars, 1846. Fauna littoralis Norvegiae I, p. 10. Taf. 4, Fig. 7—13.

*Lizzia octopunctata.*

Forbes, 1848. Brit. naked-eyed Medusae, p. 64. Taf. 12, Fig. 3 a—e.

*Lizzia octopunctata.*

L. Agassiz, 1862. Contrib. Nat. Hist. U. St. IV, p. 345.

*Lizzia grata.*

A. Agassiz, 1865. Illustr. Catal. North. Am. Acalephae, p. 161. Fig. 252—258.

*Lizzia octopunctata.*

P. J. van Beneden, 1866. Rech. faune litt. de Belgique, p. 94. Taf. III, Fig. 7—13.

*Lizzia octopunctata.*

Böhm, 1878. Jen. Zeitschr. f. Naturw., Bd. 12, p. 186. Taf. 4—6. Fig. 1—4.

*Margellium octopunctatum.*

Haeckel, 1879. Syst. d. Med., p. 95.

*Margellium gratum.*

Haeckel, 1879. Syst. d. Med., p. 95.

*Rathkea octopunctata.*

Haeckel, 1879. Syst. d. Med., p. 97.

*Lizzia grata.*

Fewkes, 1881. Bull. Mus. Comp. Zool., p. 142. Taf. I, Fig. 1—7.

Mag nun auch *Rathkea octopunctata* so variabel sein, dass man sie je nach ihrem Entwicklungsgrad verschiedenen Gattungen und Arten zurechnete, so ist es doch andererseits in hohem Maasse bemerkenswerth, dass die Knospen auf allen Entwicklungsstufen (welche successive die durch die Genera *Dysmorphosa*, *Lizzia*, *Margellium*, *Rathkea* charakterisirten Stadien durchlaufen) in strengster Gesetzmässigkeit angelegt werden.

#### b. Das Knospungsgesetz.

Da ich schon oben des von Sars für die vier Knospen eines Cyclus ermittelten Stellungsgesetzes gedachte, so ergaben sich für die Erforschung eines die gesammte Reihenfolge der Knospen umfassenden Stellungsgesetzes folgende Fragen:

1. Wie viele Kreise von je vier Knospen werden überhaupt angelegt?
2. Gilt für jeden Kreis das Gesetz, dass die opponirten Knospen sich in Alter und Ausbildung am nächsten stehen?
3. In welchem Verhältniss stehen die jüngeren Knospenkreise zu den älteren?
4. Werden (ähnlich wie bei den Sarsiaden) Reserveknospen ausgebildet?
5. Wie verhalten sich die Enkelknospen zu den Tochterknospen?

Auf alle Fragen vermag ich einen positiven und für jeden Einzelfall zutreffenden Entschluss zu geben.

ad 1. Was zunächst die Frage nach der Zahl der aus je vier Knospen bestehenden Cyklen anbelangt, so hat schon Sars, wie oben hervorgehoben wurde, darauf aufmerksam gemacht, dass unterhalb des zuerst gebildeten Kreises ein zweiter von „zwei bis vier kleinen“ Knospen angelegt wird. Ich finde diesen constant aus vier Knospen sich zusammensetzenden Kreis bei allen Exemplaren der *Rathkea* deutlich ausgebildet und will gleich betonen, dass er schon bei den älteren, noch festsitzenden Tochtermedusen zur Ausbildung gelangt (Fig. 13). Um durch eine leicht verständliche Bezeichnung die gesetzmässige Anordnung der Knospen klar zu legen, so mögen die successive aufeinander folgenden Knospen mit fortlaufenden Nummern versehen werden. Demgemäss seien diejenigen des ersten (proximalen) Kreises mit 1 bis 4, diejenigen des zweiten Kreises mit 5 bis 8 numerirt (vergleiche die Figuren 1—4 auf Taf. II).

Ausser diesem zweiten Knospenkreise finde ich schon bei sämtlichen Exemplaren von mittlerer Grösse einen dritten (9 bis 12), und endlich bei den grössten Individuen auch einen vierten Kreis von je vier Knospen angelegt (Fig. 4). Die Knospen des vierten Kreises sind allerdings in ihrer Ausbildung noch weit zurück; deutlich vorgewölbt trifft man meist nur die beiden ältesten (13 und 14), während die beiden jüngeren nur durch eine leise Verdickung des Ektoderms angedeutet sind. Einen fünften Knospenkreis konnte ich bei keinem Exemplar wahrnehmen, obgleich ich nicht bestreiten will, dass unter besonders günstigen Verhältnissen auch ein solcher zur Ausbildung gelangen möchte. Immerhin erscheint es mir fraglich, ob bei der relativ geringen Grösse der proliferirenden Meduse mehr als vier resp. fünf Knospenkreise angelegt werden, da die Knospen des untersten (distalen) Kreises bereits in der Höhe der Mundgriffelbasis angelangt sind und das Territorium für Entwicklung weiterer Knospen beengt erscheint. Da nun auch das Manubrium als vierseitige Pyramide sich gegen die Mundöffnung kegelförmig zuspitzt (Fig. 5), so ergibt sich ohne Weiteres, dass die Knospen der älteren (proximalen) Kreise in einem weiteren Cyclus angeordnet sind, als die nahe an einander gedrängten Knospen der jüngeren (distalen) Kreise.

Durch die successive Anlage der Knospenkreise erklärt es sich auch weiterhin, dass die Knospen der jüngeren Cyklen kleiner sind als diejenigen der älteren, und dass sie einem entsprechend früheren Entwicklungsstadium angehören.

Wir können also die zuerst aufgeworfene Frage nach der Zahl der Knospenkreise dahin beantworten, dass bei *Rathkea octopunctata* allmählich vier Knospenkreise angelegt werden, welche, aus je vier Knospen bestehend, in distaler Richtung an Grösse und Ausbildungsgrad der Knospen abnehmen.

Ich brauche wohl kaum darauf hinzuweisen, dass in der successiven Grössenabnahme der Margelidenknospen gegen die Mundöffnung (in distaler Richtung) sich eine sinnfällige Uebereinstimmung mit dem Verhalten der Tochterknospen bei den Sarsiaden ergibt.

ad 2. Was nun das Grössen- und Stellungsverhältniss der Knospen anbelangt, so gilt für jeden einzelnen Kreis folgendes Gesetz: Die Knospen sind an Grösse und entsprechendem Ausbildungsgrad verschieden und derart angeordnet, dass die an Alter sich zunächst kommenden opponirt stehen.

Diese gesetzmässige und krenzweise erfolgende Opposition der im Alter sich zunächst stehenden Knospen hat M. Sars für den ersten Knospenkreis richtig erkannt. Ich ergänze seine Darstellung durch eine Beobachtung, welche ich an sämtlichen mir vorliegenden Exemplaren bestätigt fand. Betrachtet man nämlich die knospende Meduse vom aboralen Pol und stellt man die älteste Knospe dorsal (nach oben), so liegt stets die drittälteste Knospe links, die jüngste dagegen rechts von der ältesten (Fig. 11). Selbstverständlich kehrt sich das Verhältniss um, wenn man die Meduse resp. das Manubrium von der Mundöffnung aus betrachtet (Fig. 3). Ob das zuletzt erwähnte Stellungsgesetz ohne Ausnahme für sämtliche Bruten der *Rathkea* gilt, vermag ich nicht zu beurtheilen. Wir wissen ja, dass gelegentlich Inversionen zur Ausbildung gelangen, und ich weise — um einen Fall aus dem Typus der Cölenteraten anzugeben — darauf hin, dass die Gruppenanhänge der Physalien bald linksseitig, bald rechtsseitig entwickelt werden. Jedenfalls sehe ich mich veranlasst, darauf hinzuweisen, dass die Abbildung, welche Sars von einer knospenden *Rathkea* mittheilt (1846, Taf. 4, Fig. 8) mit dem von mir hervorgehobenen Verhalten insofern nicht übereinstimmt, als die drittälteste Knospe bei der Ansicht vom aboralen Pol rechtsseitig gelagert ist. Ob hier ein leicht entschuldbarer Beobachtungsfehler vorliegt oder ob thatsächlich derartige Abweichungen vom gewöhnlichen Verhalten vorkommen, muss ich unentschieden lassen.

Die vier Knospen eines Cyclus finde ich bei den frühesten Stadien in einer Horizontalebene angeordnet. In den älteren Cyclen lässt sich hingegen gelegentlich eine leichte Verschiebung beobachten, insofern die beiden jüngeren Knospen ein wenig tiefer (mehr distalwärts) gelagert sind.

Auf den ersten Blick ergibt sich somit in dem genannten Stellungsgesetz der Knospen eine auffällige Abweichung vom Verhalten bei den Sarsiaden. Prüft man indessen die Stellung der ersten Knospen an dem Manubrium von Tochterknospen der *Dipurena*, so lässt sich immerhin eine Uebereinstimmung nachweisen. Wie ich nämlich schon oben (p. 7) hervorhob, sind die beiden zuerst angelegten Enkelknospen ziemlich genau opponirt (Taf. I, Fig. 3), während allerdings die dritt- und viertälteste Knospe niemals in gleicher Höhe mit der ersten und zweiten zur Entwicklung gelangen. Die Opposition der Knospen erscheint somit für die Sarsiaden als das primäre Verhalten, aus dem sekundär durch ungewöhnliche Längsstreckung des Manubriums die seriale Anordnung zu einer langgezogenen Spirale resultirt.

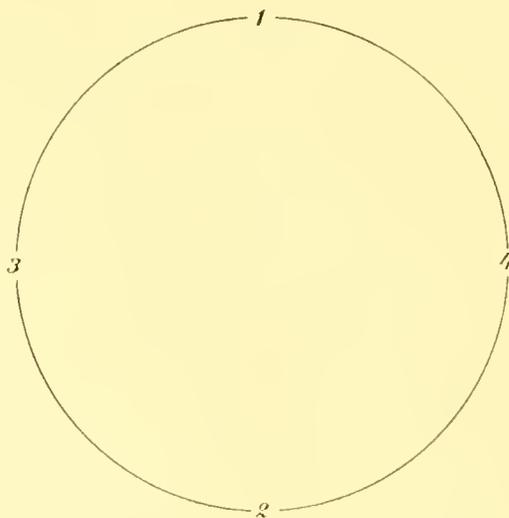
ad 3. Nachdem wir nachgewiesen haben, dass mehrere Knospenkreise angelegt werden und dass für jeden einzelnen Kreis das eben erwähnte Stellungsgesetz gilt, so haben wir nun die Frage zu entscheiden, in welcher Beziehung die Knospen eines Kreises zu jenen des anliegenden älteren (proximalen) resp. jüngeren (distalen) stehen. Es liegt auf der Hand, dass erst aus der Beantwortung dieser Frage sich ein Knospungsgesetz ergibt, welches die Gesamtheit der Tochtermedusen umfasst. Für alle knospenden Exemplare der *Rathkea* gilt nun ohne Ausnahme das Gesetz, dass die ältesten Knospen eines Kreises genau unter den ältesten Knospen des vorausgehenden Kreises stehen. Daraus ergibt sich ohne Weiteres, dass auch die zweit-, dritt- und viertältesten Knospen eines jeden Kreises genau unter resp. über den entsprechenden Knospen der vorausgehenden und nachfolgenden Kreise angeordnet sind. Da nun

einerseits die Knospen eines distalen Kreises jünger sind als diejenigen eines anliegenden proximalen, und da andererseits innerhalb eines einzelnen Kreises die vier Knospen an Alter ungleich sind, so ergibt sich weiterhin, dass die gesammten Tochterknospen an Alter, Grösse und entsprechendem Entwicklungsgrad ungleich sind. Sie liegen an den interradialen Magenflächen zu vier Längsstreifen angeordnet und nehmen innerhalb eines jeden Längsstreifens in distaler Richtung continuirlich an Grösse ab.

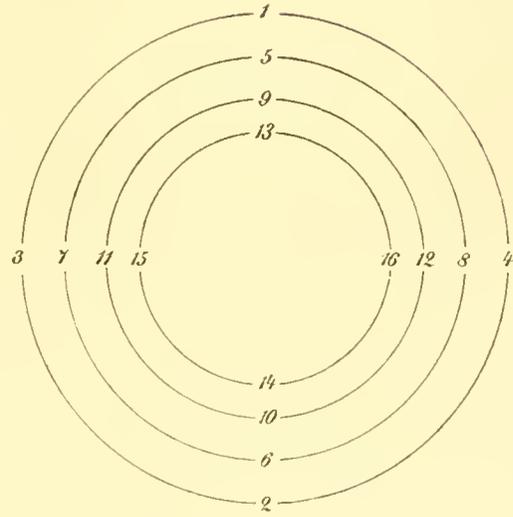
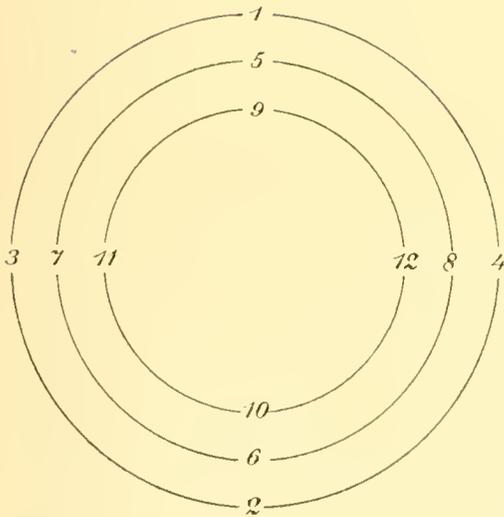
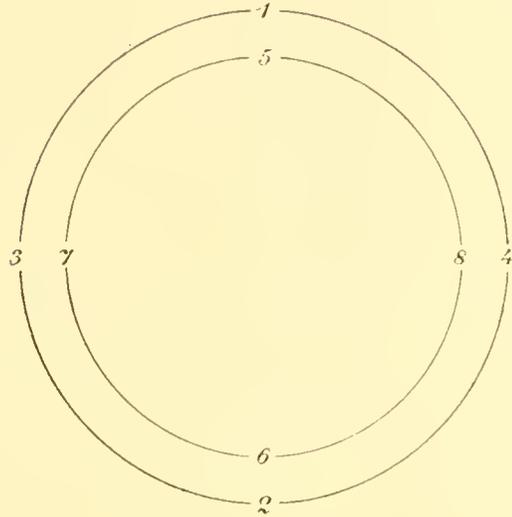
Wir vermögen daher als Resultat unserer bisherigen Betrachtungen folgendes Knospungsgesetz zu formuliren: *Rathkea octopunctata* bildet an den interradialen Magenflächen mehrere Knospenkreise aus, welche aus je vier kreuzweise opponirten Knospen bestehen. Sämmtliche Tochterknospen sind ungleichalterig und ordnen sich zu vier interradialen Längsstreifen an, innerhalb deren sie distalwärts (gegen den Mundrand zu) continuirlich an Grösse abnehmen. Die ältesten resp. zweit-, dritt- und viertältesten Knospen je eines Kreises stehen genau unter den entsprechenden Knospen des vorausgehenden proximalen Kreises. Jener Längsstreif, welcher die ältesten Tochterknospen je eines Kreises enthält, ist demjenigen opponirt, welcher die zweitältesten Tochterknospen umfasst. Denkt man sich den aus den ältesten Knospen der einzelnen Kreise zusammengesetzten Längsstreif bei aboraler Ansicht der Muttermeduse dorsal gestellt, so liegt der die drittältesten Knospen umfassende Längsstreif links, der die viertältesten enthaltende rechts.

Es wird sich vielleicht empfehlen, das hier entwickelte Knospungsgesetz durch einige Formeln zu erläutern. Um dieselben möglichst anschaulich zu gestalten, wähle ich nicht eine Buchstabenbezeichnung für die Tochterknospen, sondern gemäss dem oben gemachten Vorschlag Ziffern, welche gleichzeitig das Alter der Knospe andeuten. Da weiterhin die jüngeren Knospenkreise wegen der kegelförmigen Gestalt des Manubriums einen geringeren Durchmesser besitzen als die älteren, so zeichne ich sie concentrisch in die letzteren ein.

Für die vier ältesten Knospen ergibt sich somit folgendes Stellungsgesetz:



Für jene Medusen, welche zwei, drei resp. vier Knospungskreise entwickelt haben, würden folgende Formeln gelten:



Ans dem Knospungsgesetz resultirt ferner, dass bei streng geometrischer Beurtheilung des Baues der knospenden Meduse sowohl die radiäre, als auch bilaterale Architektur gestört erscheint. Denn wir vermögen weder die vierstrahlige Margelide in vier congruente Viertel zu zerlegen, noch auch sind die Knospen symmetrisch derart angeordnet, dass wir zwei spiegelbildlich gleiche Hälften erhalten.

Ansnahmen von dem Knospungsgesetz habe ich unter den zahlreichen Exemplaren (ich zeichnete mir deren ungefähr dreissig) niemals beobachtet. Wohl aber bekam ich zwei ältere

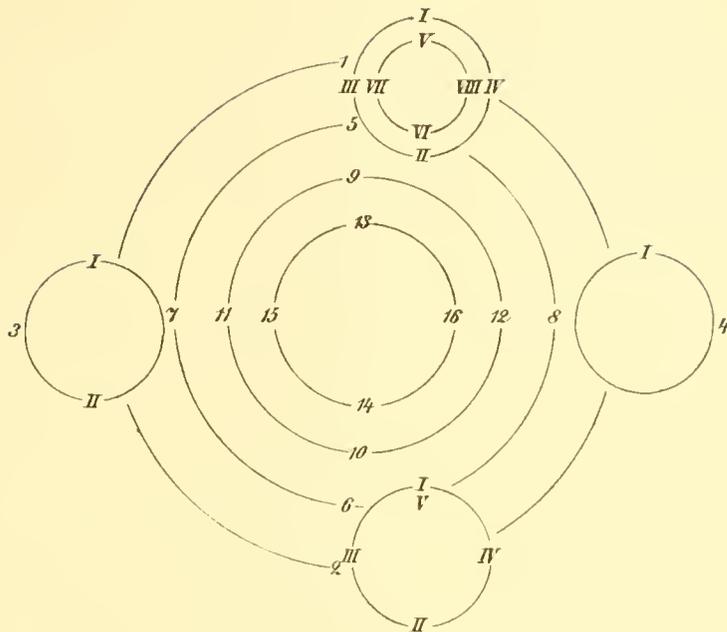
Individuen zu Gesicht, bei denen die Knospen eines Längsstreifens nicht genau in einer Linie untereinander standen, insofern eine Tochterknospe in adradialer Richtung verschoben war.

Die Knospen lösen sich nun, genau ihrem Alter entsprechend, successive von dem Manubrium los. Unter den mir vorliegenden Exemplaren fand ich einige, bei denen die Trennung der ältesten Tochterknospe bereits vor oder kurz nach Anlage des dritten Knospenkreises erfolgt war (Fig. 2). Andererseits fand ich auch Exemplare mit vier Knospenkreisen, bei denen noch keine Tochtermeduse sich losgelöst hatte (Fig. 4). Die zweitälteste und in einigen wenigen Fällen auch die drittälteste Knospe waren ebenfalls auf älteren Stadien abgefallen. Da mir keine Exemplare vorlagen, bei denen die Trennung der Tochterknospen weiter gediehen war, so bemerke ich, dass man ein ungefähres Urtheil über die Zahl der abgefallenen Knospen aus der Stellung der ältesten noch ansitzenden sich zu bilden vermag. Wenn dieselben in der Mitte des Manubriums oder erst im unteren Drittel desselben beginnen, so müssen der oberste oder die beiden obersten Knospenkreise bereits zur Loslösung gelangt sein, weil der älteste Knospenkreis stets den proximalen Magenabschnitt umsäumt.

ad 4. Ein wesentlicher Unterschied zwischen knospenden Sarsiaden und Margeliden ergibt sich insofern, als niemals bei Margeliden Reserveknospen angelegt werden. Ich habe weder bei *Rathkea* noch auch bei der später zu besprechenden *Cytavis macrogaster* neben den Tochterknospen Anlagen bemerkt, welche man nach Analogie der Sarsiaden als Reserveknospen in Anspruch nehmen könnte. Da sie auch auf keiner Abbildung von knospenden Margeliden angedeutet werden, so glaube ich, dass der Mangel von Reserveknospen für alle Vertreter der Gruppe charakteristisch ist.

ad 5. Wie bereits Sars, Krohn und mehrere neuere Beobachter bemerkten, so bilden sich an den Manubrien der festsitzenden Tochtermedusen wiederum die Knospen für eine Enkelgeneration aus. Nach meinen Wahrnehmungen erfolgt ihre erste Anlage genau nach dem oben formulirten Knospungsgesetz auf jenen frühen Stadien, wo die Tochterknospen nur acht stummelförmige Tentakel (vier längere radiale und vier kürzere interradiale) besitzen. Fig. 10 stellt den Querschnitt durch ein derartiges jüngeres Stadium dar, auf dem erst eine Enkelknospe (I) sich entwickelt hat. Die opponirte zweite Enkelknospe (II) wird lediglich durch eine Verdickung des Ektoderms angedeutet. Bei den ältesten Tochterknospen hat vor ihrer Loslösung von dem Mutterthier die Entwicklung der Enkelknospen bedeutende Fortschritte gemacht. Der erste Knospenkreis von vier Enkelknospen ist vollständig zur Ausbildung gelangt (Fig. 11), während der zweite Knospenkreis die jüngsten Enkelanlagen wenigstens durch Ektodermverdickungen andeutet. Auf Fig. 13 ist ein kleiner Theil des Längsschnittes durch eine Tochterknospe dargestellt, welcher eine Enkelknospe (II) des ersten Cyclus (sie entspricht in ihrer Ausbildung etwa der Knospe III von Fig. 11) und die darunter gelegene Ektodermverdickung für die entsprechende Enkelknospe des zweiten Kreises (VI) getroffen hat.

Wenn wir daher die obigen Formeln für das Knospungsgesetz durch Einfügen der Bezeichnungen für die Enkelknospen ergänzen und durch in kleine Kreise eingetragene römische Ziffern die letzteren andeuten, so würde sich für eine üppig proliferirende *Rathkea* mit vier Knospenkreisen folgendes Schema ergeben:



Was nun das Stellungsverhältniss der Enkelknospen anbelangt, so bemerke ich, dass in den meisten Fällen eine durch zwei opponirte Enkelknospen gelegte Ebene die Hauptachse der Muttermeduse unter einem Winkel von  $45^{\circ}$  schneidet.

Es liegt auf der Hand, dass durch die frühzeitige und üppige Produktion von Enkelknospen eine ungemein ausgiebige ungeschlechtliche Vermehrung der Margeliden bedingt wird. So berichten denn auch A. Agassiz (1865, p. 163) und Fewkes (1881, p. 143), dass die knospenden Margeliden — speziell *Dysmorphosa fulgurans* und *Lizzia grata* — in grossen Schwärmen erscheinen. „This medusa (*Dysmorphosa fulgurans*) is sometimes so abundant that the whole sea, when disturbed, is brilliantly lighted by the peculiar bluish phosphorescent color which they give out.“ Das Leuchtvermögen der Margeliden, welches Agassiz hier von *Dysmorphosa* hervorhebt, hat übrigens schon Rathke bei der gleichfalls in grossen Schwärmen erscheinenden *Rathkea (Oceania) Blumenbachii* beobachtet (1835, p. 322).

Ziemlich übereinstimmend berichten weiterhin die meisten Beobachter, dass die ungeschlechtliche Vermehrungsweise bei Margeliden der Produktion von Geschlechtsprodukten vorausgehe. Wann die Bildung derselben bei *Rathkea octopunctata* anhebt, vermag ich nicht anzugeben, da ich (wie oben bereits hervorgehoben wurde) keine Spur von Geschlechtsanlagen bei den mir vorliegenden Exemplaren bemerken konnte. Möglich ist es, dass die in den Radien auftretenden Ovarien und Hoden schon gebildet werden, während die untersten Knospenkreise dem Manubrium noch ansitzen. Jedenfalls spricht für diese Vermuthung die Beobachtung von Haeckel (1879, p. 74), dass bei *Cyrtis nigriflora* unterhalb der Gonaden zahlreiche Knospen dem Magen aufsassen.

Was ich hier für *Rathkea* unerledigt lassen musste — nämlich die Beziehungen zwischen geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Vermehrung — das glaube ich in dem weiteren Verlaufe dieser Mittheilungen für eine zweite Margelidenart, *Lizzia Claparèdei*, erschöpfend darlegen zu können.

## Die Entwicklung der Knospen von *Rathkea octopunctata*.

Als ich zur Untersuchung der gesetzmässig erfolgenden Knospung Manubrien von *Rathkea octopunctata* frei präparirte und dieselben nach bekannten Methoden aufhellte, stiess ich an den jüngsten Knospenanlagen auf Bilder, welche so auffällig von allem abwichen, was bisher als Norm für die Cölenteratenknospung galt, dass ich mich entschloss, weiter zu greifen und vermittelst Schnittserien einen genaueren Einblick in die feineren Vorgänge zu erhalten. Ich war auf das gleich mitzutheilende überraschende Ergebniss um so weniger vorbereitet, als die eingehenden Angaben von Böhm (1878, p. 128—135) über die Knospung von *Rathkea* ein Abweichen von dem gewöhnlichen Verhalten nicht erwarten liessen. Allerdings hat Böhm seine Untersuchungen lediglich am lebenden Material angestellt, und diesem Umstande mag es wesentlich zuzuschreiben sein, dass er gerade über den wichtigsten Punkt — nämlich über die erste Anlage der Knospe — zu unrichtigen Vorstellungen gelangte. Ueber die Ausführung seiner Beobachtungen spricht sich Böhm folgendermassen aus: „Da die Knospen bis zu ihrer Ablösung von der proliferirenden Meduse fast glasartig durchsichtig, ja für die Erkennung der einzelnen Theile oft fast zu transparent bleiben, so kann man ihre Struktur auch ohne die Anfertigung von Durchschnitten studiren. Letztere würden auch bei der Kleinheit und Zartheit der Objekte und ihrer grossen Empfindlichkeit gegen Behandlung mit Reagentien nur schwerlich genügend ausfallen und unklarer als die optischen Durchschnitte bleiben.“

So werthvoll es mir nun auch einerseits ist, dass die Knospenentwicklung der *Rathkea* sorgfältig am lebenden Objekt verfolgt wurde und dass demgemäss eine genaue Controle der Veränderungen ermöglicht wird, welche die Conservirung des Objektés bedingt, so glaube ich doch andererseits darauf hinweisen zu dürfen, dass es an der Hand unserer neueren Untersuchungsmethoden nicht schwer fällt, alle Bedenken zu beseitigen, welche Böhm im Vorstehenden äusserte. Ich betone daher nochmals, dass die Conservirung vermittelst Chromessigsäure weder Form noch Struktur der Knospen beeinträchtigt und dass die Kleinheit des Objectes keinen Hinderungsgrund abgibt, instruktive Schnittserien anzufertigen. Die frei präparirten Manubrien — gelegentlich auch die ganzen Medusen — wurden theils mit alkoholischem Carmin, theils mit Pikrocarmin oder mit der Auerbach'schen Mischung von Säurefuchsin und Methylgrün gefärbt und dann in Paraffin eingebettet und geschnitten. Es fällt nicht schwer, die Objekte im Paraffinblock vermittelst der Lupe vor dem Schneiden so genau zu orientiren, dass man auf Querschnitten durch die Manubrien gleichzeitig die vier Knospen eines Kreises trifft, oder dass man auf Längsschnitten zwei opponirte interradiale Knospenreihen median durchschneidet. Die Längsschnitte durch Manubrien sind deshalb besonders instruktiv, weil die dem Beschauer zugekehrten resp. abgewendeten Knospenreihen Querschnitte, die links und rechts gelegenen hingegen Längsschnitte durch die einzelnen Knospen liefern. Das Studium der Knospung von *Rathkea* ist weiterhin für die Erkenntniss der frühesten Entwicklungsvorgänge insofern von besonderem Interesse und Werthe, als wegen der im vorigen Abschnitte dargelegten gesetzmässigen Knospenanlage sich scharf die Stelle angeben lässt, an welcher eine Knospe sich ausbilden muss. Gerade wegen dieser durch ein Knospungsgesetz ermöglichten scharfen Orientirung über diejenigen Stellen, wo Knospen sich späterhin äusserlich hervorwölben, schien es mir auch aus einem anderen, später zu betonenden Grunde von Interesse, den frühesten Stadien nachzuspüren.

Das Ergebniss meiner Untersuchung war ein für mich so überraschendes und befremdendes, dass ich lange zögerte, die Richtigkeit der gewonnenen Einsicht anzuerkennen. Wir werden von allgemeinen Anschauungen geleitet und leben uns oft derart in dieselben ein, dass wir nur widerstrebend Thatsachen anerkennen, welche eine Ausnahme von dem bisher in der Theorie Verständlichen und durch gewissenhafte Untersuchungen Gesicherten darstellen. Als theoretisch verständlich und durch fremde sowohl, wie eigene Untersuchungen wohlbegründet hatte ich im Gegensatz zu neuerdings geäusserten Vorstellungen die Thatsache hingenommen, dass an dem Aufbau der Knospen bei Cölenteraten sich beide Keimblätter, nämlich Ektoderm und Entoderm, betheiligen. Nun zwingen mich meine Befunde bei *Rathkea octopunctata* zu dem Schluss, dass hier eine Ausnahme vorliegt, insofern die Medusenknospe nur einem Keimblatt, nämlich dem Ektoderm, ihre Entstehung verdankt. Dieses ist das wesentliche Resultat meiner im Nachstehenden wiederzugebenden Beobachtungen, und so gestatte ich mir, einige kurze historische Bemerkungen als Einleitung vorauszusenden.

a. *Die neueren Anschauungen über Knospenbildung bei Cölenteraten.*

Die Auffassung, dass die Knospe an der mütterlichen Wandung unter Betheiligung beider Keimblätter ihre Entstehung nehme, galt unbestritten bis in die jüngste Zeit. Für diese Auffassung spricht einerseits der Umstand, dass man auf frühen und späten Stadien Ektoderm und Entoderm des Mutterthieres kontinuierlich in die entsprechenden Schichten der Knospe übergehen sieht, andererseits die Thatsache, dass Knospen nur da entstehen, wo beiden Blättern des Mutterthieres die Betheiligung am Aufbau der Knospen ermöglicht ist. Es ist mir nur ein Fall bekannt, wo man den Sitz der Knospen in Regionen verlegte, welche lediglich einem Keimblatt die Ausbildung der Knospen anheimgeben. Er betrifft die sogenannte „innere Knospung“ der Aeginiden — einen Vorgang, der auch heute noch manches Räthselhafte darbietet. Die Aeginiden (und zwar speziell die *Cumina*-Arten) sind nämlich durch die Fähigkeit ausgezeichnet, an der Magenwandung junge Medusen zu produciren, welche in einigen Fällen die Charaktere der Mutterthiere aufweisen, in anderen hingegen frühzeitig Geschlechtsprodukte ausbilden und auffällig von dem mütterlichen Organismus abweichen<sup>1)</sup>. Mag man nun diese im Gastrovaskularraum lebenden jungen Aeginiden als Abkömmlinge der Medusen-Wirthein oder als Parasiten betrachten, so lehren doch jedenfalls die Beobachtungen von Metschnikoff (1886, a, p. 102—125), dass es sich hier nicht um eine vom Entoderm des Magens ausgehende Knospung handelt. Nach Metschnikoff nehmen die jungen Aeginiden aus Keimen ihre Entstehung, welche in den entodermalen Geschlechtsdrüsen entstehen, späterhin auswandern und unbefruchtet sich weiter entwickeln. Ob Metschnikoff mit seiner Deutung, dass die genannten Keime Sporen resp. parthenogenetisch sich entwickelnde Eier repräsentiren, das Richtige getroffen hat, mag einstweilen dahingestellt bleiben: jedenfalls ist es sicher, dass eine ohne Betheiligung des Ektoderms erfolgende Knospung nicht vorliegt<sup>2)</sup>.

1) Eine gedrängte Darstellung von dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse der sogenannten „inneren Knospung“ der Aeginiden habe ich in Bronns Klassen und Ordnungen des Thierreichs (1894, p. 236—239) gegeben.

2) Es wäre nicht undenkbar, dass die genannten „Sporen“ echte Eier repräsentiren, welche von den geschlechtsreif werdenden parasitirenden Aeginiden herkommen und zwischen die Gewebe des Gastrovaskularraumes eindringen. Dann würde die Thatsache, dass die Wirthe ebenfalls reife Samen- und Eizellen ansbilden, weniger befremdlich erscheinen.

Im Gegensatz zu der herrschenden Auffassung, dass die Knospe als Ausstülpung der Leibeswand beiden Keimblättern ihren Ursprung verdanke, kam Weismann (1892, p. 204—209) auf Grund theoretischer Erwägungen zu der Anschauung, dass nur ein Keimblatt, nämlich das Ektoderm, das Material für das knospende Tochterindividuum liefere. Er spricht sich über diesen Punkt in seinem Werke über das Keimplasma (p. 205—206) folgendermassen aus: „Die Theorie von der Continuität des Keimplasmas kann Knospung idioplasmatisch nur so erklären, dass die Zellen des Mutterthieres, von welchen die Knospung ausgeht, zusammengenommen sämtliche Determinanten der Art als Neben-Idioplasma enthalten. Andernfalls könnte aus der Knospe niemals ein ganzes fortpflanzungsfähiges Thier werden. Wenn nun je eine Zelle des Ektoderms sämtliche Determinanten des Entoderms enthielte, so würde daraus doch nur dann eine Knospe hervorgehen können, wenn beide zufällig genau an derselben Stelle übereinander zu liegen kämen. Da nun aber die Zellen des Entoderms eine geschlossene, nicht verschiebbare Epithellage bilden, diejenigen des Ektoderms zwar beweglicher sind, aber doch auch ihre relative Lage behalten, so schien es mir schwer vorstellbar, wieso nun doch die Knospung so fest und gesetzmässig an bestimmten Stellen des Polypenstocks erfolgen könne, wie es doch thatsächlich in so vielen Fällen geschieht. Die Annahme, dass alle Zellen des Ektoderms und Entoderms mit dem erforderlichen Neben-Idioplasma in gleicher Weise ausgerüstet seien, war durch die eben erwähnte Gesetzmässigkeit der Knospung ausgeschlossen. So kam ich auf den Gedanken, es möchte wohl das „Knospungs-Keimplasma“ nicht auf beide Blätter vertheilt, sondern in einem allein enthalten sein, und da wir wissen, dass bei den Hydroiden die Bildung der Keimzellen stets von Ektodermzellen ausgeht, so durfte erwartet werden, dass auch das Knospungs-Idioplasma in Zellen des Ektoderms enthalten sein werde.“

Was nun die hier wiedergegebenen Anschauungen von Weismann anbelangt, so sind sie wesentlich durch die bei vielen Cölenteraten gesetzmässig erfolgende Knospung hervorgerufen worden. Die Knospungsgesetze liegen in der Mehrzahl der Fälle so klar und einfach zu Tage, dass man schon frühzeitig dieselben erkannte und auf die Analogie zwischen dem Aufbau der Polypenstöcke und der phanerogamen Pflanzen durch eine entsprechende Terminologie hinwies. In anderen Fällen — so bei den von mir geschilderten Knospungsgesetzen mancher Siphonophoren und der craspedoten Medusen — sind sie gelegentlich so verwickelt, dass es eines eingehenden Studiums der ungeschlechtlichen Vermehrung bedarf, um das Gesetz herauszufinden. Ich muss nun gestehen, dass die gesetzmässige Anordnung der Knospen durch die Annahme Weismanns dem Verständniss nicht näher gebracht wird. Mögen dieselben aus zwei Keimblättern oder aus einem oder gar nur aus einer einzigen Zelle, welche eine Art von Spore darstellen würde, ihre Entstehung nehmen, so scheint mir doch die Art der Entstehung für eine gesetzmässige Gruppierung belanglos zu sein. Wer etwa das Knospungsgesetz der Margeliden damit erklärt zu haben glaubt, dass er ein gesetzmässiges und successives Vorwandern der ektodermalen Sporen annimmt, der pflöpft auf eine Hypothese (nämlich auf die Annahme, dass nur eine Ektodermzelle den Ausgangspunkt für das Tochterindividuum abgibt) eine zweite. Damit gelangen wir nur zu einer hypothetischen Umschreibung, nicht aber zu einer Erklärung des Vorganges. Erklärt haben wir das Knospungsgesetz doch nur erst dann, wenn wir es auf die Wirkung bekannter Faktoren, das heisst auf mechanisch-physikalische und chemische Kräfte zurückführten. Die Annahme, dass ektodermale Sporen gesetzmässig am Manubrium gruppiert sind, welche allein das Knospungs-Idioplasma enthalten, hat einen präformatistischen Beigeschmack und verschiebt die Fragestellung

nach dem Grund der Gesetzmässigkeit aus dem gröber sinnlich Wahrnehmbaren in das Gebiet des nur mikroskopisch Sichtbaren resp. sinnlich überhaupt nicht Wahrnehmbaren.

Zudem scheint das Experiment der Annahme, dass ein Knospungs-Idioplasm gleichmässig allen jenen Zellen zukommt, welche einen indifferenten oder, wenn man so will, einen embryonalen Charakter aufweisen, günstiger zu sein als der Weismann'schen Supposition. Bei manchen Phanerogamen bilden sich Adventivknospen an allen jenen Stellen, welche von einem äusseren Reize — sei es durch einen Insektenstich, sei es durch andere künstliche Eingriffe — betroffen wurden: vorausgesetzt, dass das indifferente Meristemgewebe verletzt wurde.

Ich erinnere weiterhin noch an die interessanten Experimente von Lœb (1891) über die „Heteromorphose“, welche bei *Antemularia* ein so weit gehendes Regenerationsvermögen des Stammes mit seinen Seitenästen und der Hydrorhiza an jeder abgeschnittenen Stelle lehren, dass gerade bei diesen gesetzmässig knospenden Hydroiden die Annahme eines gesetzmässig vertheilten Knospungs-Idioplasm ausgeschlossen erscheint. Zudem zeigen seine Versuche, dass nicht nur die Neubildung der Aeste und der Hydrorhiza, sondern auch die Umbildung vorhandener Seitenäste zu Hydrorhizen lediglich durch die Schwerkraft bedingt werden. Es ist mir kaum ersichtlich, wie wir diese Ergebnisse mit Theorien in Einklang zu bringen vermögen, welchen ein präformatistisches Element innewohnt.

Endlich sei auch noch darauf hingewiesen, dass die neueren Experimente von Davenport (1894) über die Regeneration der *Obelia* eher auf eine gleichmässige Vertheilung des Knospungsplasma, denn auf eine lokal beschränkte Anordnung hindeuten.

Entschieden sind für die Gruppierung der Knospen statische Momente von Belang. Das Manubrium der knospenden Medusen bildet einen bald längeren, bald kürzeren Cylinder, in dessen Umkreis die durch die Knospen repräsentirte Last derart gleichmässig vertheilt wird, dass die Hauptachse des mütterlichen Körpers in der Ruhelage senkrecht steht. Dies kann entweder bei langgezogenen Manubrien durch eine spirale Anordnung der Knospen (Sarsiaden) oder bei verkürzten durch eine vierzeilig opponirte (Margeliden) erreicht werden. Die gleichmässige Vertheilung der Last an den Manubrien ermöglicht der radiären Schwimmglocke eine geradlinige Fortbewegung in der Richtung der Hauptachse, während die einseitige Belastung eine Bewegung in fortlaufender Spirale zur Folge hat. Ich möchte vermuthen, dass ein mit den Gesetzen der Statik und Mechanik vertrauter Beobachter im Stande wäre, eine Anzahl von Gesichtspunkten aufzustellen, welche auch die gesetzmässige Stellung der Einzelknospen unserem Verständnisse näher führen.

In dieser Hinsicht gestatte ich mir, auf einen Punkt hinzuweisen, welcher die gesetzmässige Grössenabnahme der Knospen in distaler Richtung aus mechanischen Principien erklären dürfte. Das Manubrium der knospenden Medusen repräsentirt nicht nur einen Cylinder- resp. Kegelmantel, in dessen Umkreis die Last gleichmässig vertheilt ist, sondern es gibt auch gewissermassen einen Hebelarm ab, dessen Ansatzpunkt durch die Kuppe der Subumbrella bestimmt ist. Nach bekannnten Gesetzen wird eine Last um so leichter getragen, je näher sie der Insertion des Hebelarmes gelegen ist. Da nun die ältesten und schwersten Knospen proximal, die jüngsten und leichtesten distal gelegen sind, so wird den Erfordernissen der Mechanik auf einfache Weise Rechnung getragen. Man könnte allerdings einwenden, dass die Knospen successive heranwachsen und sich ablösen, so dass schliesslich das distale Ende des Hebelarmes allein belastet wird. Sicherlich trifft dies auch zu, allein wir müssen bedenken, dass inzwischen auch die Glocke der Mutter-

meduse sich ansehnlich vergrössert hat und zu weit ausgiebigeren Leistungen befähigt wird, als diejenige der Tochtermedusen, welche sich eben erst von der Mutter lösten. Dazu kommt noch, dass bei den Sarsiaden die Reservknospen gleichzeitig heranwachsen und durch distale Grössenabnahme wieder das alte Verhältniss herstellen. Wenn dies bei den Margeliden nicht der Fall ist, so mag wesentlich die Kürze des Hebelarmes in Rechnung zu ziehen sein.

Wenn ich nun auch nicht behaupten will, dass statische Momente allein den Grund für die gesetzmässige Anordnung der Knospen abgeben, insofern auch günstige Ernährungsverhältnisse von Belang sein dürften, so glaube ich doch, dass wir einem Verständniss auf dem hier bezeichneten Wege näher kommen, als durch hypothetische Konstruktionen, welche schliesslich nur auf eine Umschreibung des Sachverhaltes hinauslaufen.

Ein zweites Moment, welches in den Darlegungen Weismanns eine besondere Rolle spielt, nämlich die Beziehungen zwischen dem Entstehungsherde der Knospen und der Lagerung der Geschlechtsprodukte, scheint mir gleichfalls für eine Erklärung der Knospungsvorgänge ohne Belang zu sein. Wenn thatsächlich in manchen Fällen der Nachweis gelingen sollte, dass nur ein einziges Keimblatt — etwa das Ektoderm — den Ausgangspunkt für die Knospungsbildung abgibt, so halte ich doch den Umstand, dass auch die Urkeimzellen in demselben Blatte lagern, für ein topographisches Zusammentreffen, dem eine tiefere Bedeutung nicht zukommt. Die Annahme Weismanns, dass bei den Hydroiden die Bildung der Keimzellen stets von Ektodermzellen ausgeht, ist eine reine Hypothese, welche auf Grund der merkwürdigen Keimzellenwanderungen construirt wurde. Thatsächlich entstehen bei den gesammten Siphonophoren die Keimzellen im Entoderm, während sie bei den Hydroiden hier einen ektodermalen, dort einen entodermalen (bei den verschiedenen Geschlechtern derselben Art gelegentlich sogar einen verschiedenen) Ursprung erkennen lassen. Nun werde ich allerdings versuchen, den Nachweis zu führen, dass bei *Rathkea* die Knospen einen ektodermalen Ursprung besitzen und aus demselben Keimblatte entstehen, welches die Genitalprodukte liefert. Aber auch in diesem Falle besteht eine engere topographische Beziehung nicht, insofern die Knospen ausnahmslos interradial, die Keimdrüsen hingegen radial liegen. Sekundär können die letzteren allerdings sich nach den Interradien hin ausbreiten, allein für die hier vorliegenden topographischen Beziehungen sind die ersten Anlagen ausschlaggebend.

Auf die hypothetische Annahme eines ektodermalen Ursprungs der Keimzellen bei Hydro-medusen werden nun zwei weitere Hypothesen aufgebaut, nämlich die Annahme, dass die Knospen aus dem Ektoderm entstehen und die weiter gehende Supposition, dass nur eine einzige Zelle die spätere Knospe liefert. Weismann (1892, p. 208) spricht sich in dieser Hinsicht folgendermassen aus: „Jede Knospe wird ursprünglich nur von einer Zelle ausgehen, wenn sich dies auch bisher nicht direkt nachweisen liess, und bei der ersten oder doch bei den ersten Theilungen der die Knospung hervorrufenden Zelle wird sich die Determinanten-Gruppe des Ektoderms von der des Entoderms trennen, und die Träger des letzteren werden durch die sich auflösende Stützlammelle in das alte Entoderm einwandern.“

Sollte nun thatsächlich der Nachweis gelingen, dass eine einzige Ektodermzelle, welche durch ihre Eigenschaften (Grösse, Struktur des Plasmas und des Kernes) sich deutlich von den umgebenden Zellen abhebt, den Ausgangspunkt für ein neues Individuum abgibt, so müsste ich bestreiten, dass hier eine Knospung vorliegt. Ich würde dann geneigt sein, den Vorgang als „Sporogenesis“ zu bezeichnen, wie sie nach Metschnikoff's Angaben den Aeginiden zukommt.

Der Unterschied zwischen den Entwicklungsvorgängen bei Cninen und dem von Weismann statuirten Modus einer „Knospung“ würde sich im Wesentlichen darauf zurückführen lassen, dass bei den ersteren die Spore frühzeitig aus dem Verbande mit den übrigen Zellen herausrückt, während sie in dem letzteren Falle einen Embryo ausbildet, der, zwischen den Ektodermzellen steckend, sekundär Beziehungen zu der Leibeshöhle des Mutterthieres eingeht.

Die hier skizzirten Anschauungen Weismanns schienen eine Bestätigung durch seinen Schüler Albert Lang (1892) insofern zu erhalten, als thatsächlich die Anlage der Knospen bei *Hydra*, *Eudendrium* und *Plumularia* auf eine Ektodermwucherung zurückgeführt wurde, welche, die Stützlamelle durchbrechend und das mütterliche Entoderm zurückdrängend, ein neues Knospenentoderm lieferte. Nicht nur für die Anlage der Knospen, sondern auch für das Scheitelwachsthum des Stammes und der Seitenäste wurde eine derartige Delamination durch Lang beschrieben, welche stets den Untergang des mütterlichen Entoderms an den betreffenden Stellen zur Folge hat. Allerdings war Lang nicht im Stande, die erwähnte Ektodermwucherung auf das Theilungsprodukt einer einzigen Zelle zurückzuführen.

Die Angaben von Lang erfuhren eine scharfe und nach meinem Dafürhalten berechnigte Zurückweisung durch die Beobachtungen von Braem (1894). Braem betont zunächst, dass Lang's Abbildungen durchaus nicht beweiskräftig sind, insofern entweder von einer Einwanderung des Ektoderms nichts zu erkennen ist, oder schräg geführte Schnitte vorliegen, an denen allerdings die scharfen Grenzen zwischen Ektoderm und Entoderm geschwunden sind. Er weist ferner durch Untersuchung von *Hydra*, *Eudendrium*, *Plumularia* und *Sertularia* nach, dass nirgends eine Abspaltung des Ektoderms behufs Bildung des Knospenentoderms zu finden ist, und dass stets die scharfe Grenze zwischen beiden Schichten deutlich hervortritt. Weiterhin zeigt er, dass auch in dem Entoderm Zellen von embryonalem Charakter — und zwar gerade an jenen Stellen, wo Knospen entstehen — wahrnehmbar sind, welche gleichzeitig mit funktionirenden Entodermzellen des Mutterthieres in das Knospenentoderm übergehen.

Da ich selbst Gelegenheit hatte, die Präparate dieses gewissenhaften Beobachters zu durchmustern und mich von der Treue seiner Darstellung zu überzeugen, so nahm ich keinen Anstand, in meiner Bearbeitung der Cölenteraten (1894) den Ausführungen von Braem zuzustimmen. Ich hebe hervor, dass wir späterhin an wohl conservirten Exemplaren von *Pennaria Carolinii* die erste Anlage der Gonophoren eingehender studirten und auch an diesen die zweiseichtige Bildung der Knospe, die scharfe Trennung der Keimblätter und das Auftreten zahlreicher Embryonalzellen im Knospenentoderm nachzuweisen vermochten<sup>1)</sup>.

Wenn ich nun im Gegensatz zu den hier geschilderten Befunden durch das Studium der Knospung von *Rathkea* zu Ergebnissen geführt wurde, welche in der Hauptsache die Anschauungen von Weismann bestätigen, so muss ich gestehen, dass die rein ektodermale Knospenanlage bei der genannten Margelide mich in hohem Maasse befremdete. Wir leben der Anschauung, dass fundamentale Differenzen bei dem Aufbau der Knospen aus den Schichten des mütterlichen Or-

<sup>1)</sup> Nach Niederschrift dieses Aufsatzes erschien eine Publikation von Seeliger: „Ueber das Verhalten der Keimblätter bei der Knospung der Cölenteraten“ (1894). In derselben wird für *Eudendrium racemosum* und *Obelia gelatinosa* der Nachweis geführt, dass die Knospen aus beiden Keimblättern des Mutterthieres ihre Entstehung nehmen. Mit ähnlichen Gründen wie Braem sucht Seeliger die Angaben von Lang als unhaltbar nachzuweisen. Ich habe ebenso wenig wie bei Braem's Befunden Veranlassung, die Richtigkeit der Darlegungen eines so erfahrenen Beobachters zu bezweifeln.

ganismus nicht vorkommen und sind geneigt, die durch gewissenhafte Beobachtung gewonnenen allgemeinen Ergebnisse auf die verwandten Organismen zu übertragen. Hier liegt nun ein Ausnahmefall vor, den ich längere Zeit hindurch nicht zu publiciren wagte, weil er durch kein Analogon gestützt wird. Da ich indessen an zahlreichen Schnittserien durch die Manubrien von Mutter- und Tochterindividuen der *Rathkea* die Verhältnisse eingehend verfolgen konnte und stets zu denselben Ergebnissen hingeführt wurde, so veröffentliche ich dieselben mit dem Bemerkten, dass ich alle Betrachtungen vermeide, welche einen Einzelfall zum Ausgangspunkt weit gehender theoretischer Speculationen machen. Ich will mich damit bescheiden, zu Studien auf dem erwähnten Gebiete anzuregen — gleichgiltig, ob sie das hier zu Schildernde bestätigen oder widerlegen. Erwähnen will ich nur noch, dass auch Dr. Braem späterhin auf meine Veranlassung zahlreiche feine Schnittserien von demselben Objekte anfertigte und mir bestätigte, dass es ihm nicht möglich sei, an dem vorliegenden Objekte eine Betheiligung des mütterlichen Entoderms an dem Aufbau der Knospen nachzuweisen.

#### b. Die erste Anlage der Knospen.

Da die Knospen der *Rathkea* in strenger Gesetzmässigkeit angelegt werden, so wüsste ich unter den Cölenteraten nur wenige Objekte zu nennen, bei denen gleich sicher der Ort bestimmt werden kann, an dem späterhin eine Knospe sich vorwölben wird. Untersucht man nun auf genau interradianal geführten Längsschnitten durch das Manubrium die unterhalb der jüngsten Knospen gelegene Region, so stösst man auf eine ziemlich lang gezogene Ektodermverdickung (Taf. II Fig. 6 ek), welche die Anlage des oder vielmehr der jüngsten Knospenkreise abgibt. Dass sie das Material für mehrere Knospen enthält, schliesse ich aus häufig vorkommenden Bildern, wo man den proximalen Abschnitt der Ektodermwucherung bereits zu einer jungen Knospe entwickelt findet, während der distale, noch innig mit der letzteren zusammenhängend, nur als Ektodermverdickung ausgebildet ist. Es macht den Eindruck, als ob die jüngsten Knospen distalwärts ein ektodermales Bildungsmaterial vor sich herschoben (Fig. 5, 8, 9).

Die Ektodermwucherung setzt sich aus kleinen, durchschnittlich 0,006 mm messenden Zellen von embryonalem Charakter zusammen, welche sich polyedrisch gegenseitig abplatteten und durch kugelige Kerne von 0,004 mm Grösse mit je einem stark lichtbrechenden Kernkörperchen charakterisirt sind. Die Kerne füllen den grössten Theil der Zellen aus und färben sich mit Ausnahme des Kernkörperchens nur sehr schwach. Scharf hebt sich ausnahmslos die Grenze zwischen der Ektodermwucherung und dem Entoderm ab. Nach den Abbildungen von Böhm zu schliessen, ist am lebenden Thier auf diesen Stadien die Grenze zwischen Ekto- und Entoderm als dünne Stützlamelle (deren Vorhandensein im Texte freilich in Abrede gestellt wird) ausgebildet (1878, Taf. V, Fig. 1). Es geht dies Verhalten auch aus seiner Fig. 3 auf Taf. VI hervor, wo ebenfalls eine deutliche Stützlamelle zwischen den beiden Blättern gezeichnet wird. Böhm deutet allerdings auf der hier erwähnten Figur die unterhalb der Knospen wahrnehmbare Ektodermverdickung als eine junge Hodenanlage und spricht sich über diesen Punkt folgendermassen aus (p. 188): „Die Geschlechtsorgane, von denen ich nur männliche sah, als 4 längliche Wülste interradianal an den Magenseiten zwischen den 4 hervorragenden Kanten gelegen und sich von der Ansatzstelle des Magens bis zur Mundgegend herabziehend.“ Abgesehen davon, dass ich bei den zahlreichen untersuchten proliferirenden Exemplaren niemals Geschlechtsprodukte nachzuweisen vermochte, geht aus der erwähnten Angabe und aus der Zeichnung unzweideutig her-

vor, dass es sich nicht um Hodenpusteln, sondern um junge Knospenanlagen handelt, weil die Geschlechtsorgane der Margeliden radial, niemals aber bei ihrem Erscheinen interradial gelagert sind.

Das Entoderm (en) des Manubriums besteht aus einem Cylinderepithel, welches allerdings bei starker Dehnung des Magens, wie sie durch die in toto verschlungenen Copepoden bedingt wird, sich bedeutend abzuflachen vermag. In demselben sind dreierlei Kategorien von Zellen nachweisbar. Den Hauptbestandtheil bilden cylindrische Saftzellen, welche eine reichliche Einlagerung von braunen Pigmentkörnchen (pg) aufweisen. In den Interradien sind sie stark verlängert und ordnen sich zu vier Wülsten an, welche das Lumen des Magens einengen und den charakteristischen kreuzförmigen Querschnitt desselben bedingen (Fig. 11 taen.). Ihre runden, durch ein glänzendes Kernkörperchen ausgezeichneten Kerne sind nur wenig grösser als die Ektodermkerne; vereinzelt trifft man in den grössten Zellen Kerne, welche bis zu 0.006 mm messen. Die Kerne liegen meist in der dem Magenlumen zugekehrten Zellhälfte. Der Zellinhalt ist stark vakuolisirt und durch Einlagerung von lichtbrechenden oder braun pigmentirten Körnern ausgezeichnet. Die letzteren (pg) treten bald als grosse braune Schollen von unregelmässigen Contouren, bald als kleine Pigmentkörnchen auf und liegen durchweg in der distalen Zellhälfte. Mit ihnen vermischt, aber auch in der proximalen Zellhälfte ausgebildet, finden sich zahlreiche, lichtbrechende Körner und Schollen, welche ebenso wie die Pigmentkörner inmitten einer hellen Vakuole schweben. Es ist oft nicht leicht, wegen der intensiven Vakuolisirung und Körneleinlagerung, die Zellgrenzen auf Schnitten deutlich wahrzunehmen; fehlt streckenweise die Körneleinlagerung, so treten die Grenzen scharf hervor. Auf den Figuren 6—9 habe ich mich bemüht, möglichst getreu den Charakter der entodermalen Saftzellen wiederzugeben, wie er auf feinen Schnitten hervortritt.

In die zweite Kategorie entodermaler Zellen gehören Drüsenzellen (gl), welche vereinzelt zwischen den pigmentirten Saftzellen stecken. Ihr Zellinhalt ist homogen und färbt sich ziemlich intensiv. Meist liegen sie peripher und erreichen mit ihrem zugespitzten Ende die Stützlamelle nicht. Ihre Kerne gleichen jenen der übrigen Entodermzellen; gelegentlich waren Drüsenzellen mit zwei Kernen ausgestattet.

Ausser den funktionirenden entodermalen Saft- und Drüsenzellen trifft man endlich noch auf Zellen von indifferentem oder, wenn der Ausdruck erlaubt ist, embryonalem Charakter. Sie stecken zwischen den beiden genannten Zellgruppen, bald in der Nähe der Stützlamelle sich anhäufend, bald mitten zwischen den ersteren gelegen (Fig. 7 y). Am zahlreichsten sammeln sie sich an dem oralen Ende des Manubriums an, an Stellen also, wo das Wachsthum des Magenstieles sich am energischsten geltend macht. Die Grenzen der embryonalen Zellen sind da, wo sie in Gruppen zusammenliegen, schwer zu erkennen, und nur die relativ kleinen kugeligen Kerne geben einen Maassstab zur Beurtheilung der Anzahl neben einander liegender Zellen ab.

Ich habe gerade auf die Anordnung dieser embryonalen Entodermzellen besonders meine Aufmerksamkeit gerichtet, da ich anfänglich der Ansicht war, dass sie an jenen Stellen, wo Knospen angelegt werden, zu einem Häufchen gruppirt in die ektodermale Zellwucherung vordringen möchten. Meine Bemühungen blieben durchaus erfolglos; weder isolirte Entodermzellen von embryonalem Charakter, noch auch Gruppen derselben findet man jemals so zwischen beiden Blättern gelegen, dass an eine Einwanderung zu denken wäre. Ich müsste alle jene Gründe, welche Braem gegen eine Einwanderung von Ektodermzellen geltend machte, nämlich die scharfe

Abgrenzung beider Keimblätter und den Mangel übertretender Zellen, auch meinerseits in das Feld führen, falls behauptet würde, dass Entodermzellen von embryonalem Charakter das Knospentoderm bilden möchten. Dazu kommt noch ein besonders sinnfälliges Verhalten des Entoderms in der weitaus überwiegenden Mehrzahl der Fälle: gerade an den entscheidenden Stellen, wo das Knospentoderm sich bildet, fehlen Embryonalzellen im mütterlichen Entoderm. Bilder, wie ich sie in Fig. 6 darstelle, mit einem funktionirenden Entoderm, dessen Kerne weder zu Spindeln umgewandelt sind, noch auch in der Nähe der Grenze des Ektoderms gelegen sind, bilden die Regel. Wenn üppig proliferirende Exemplare geschnitten werden, deren vierter Knospenkreis mit den jungen Anlagen bereits bis gegen das distale Ende des Manubriums vorgerückt ist, so kann man allerdings auch entodermale Embryonalzellen in der Nähe der Ektodermwucherung wahrnehmen. Aber auch hier fehlt jede Beziehung zu einem eventuell aus ihnen hervorgehenden Entoderm der Tochterknospe.

Was hier für die Tochterknospen ausgeführt wurde, gilt ebenso für die Enkelknospen. Obwohl an ihnen das Entoderm der Tochterknospe noch nicht seine definitive Ausbildung erlangt hat, so ist doch stets eine scharfe Grenze zwischen beiden Keimblättern nachweisbar. Glatt zieht sich die Ektodermverdickung über das Entoderm hin, ohne dass ein entodermaler Zellwulst vordringt oder intermediäre Zellen auf eine Einwanderung hindeuten (Fig. 10, Knospe I, II, III).

Wie es mir nun einerseits nicht gelungen ist, eine Beteiligung des mütterlichen Entoderms am Aufbau der Knospe nachzuweisen, so war ich auch andererseits nicht im Stande, einzellige Sporen anzufinden, welche durch lebhaftes Theilung die ektodermale Wucherung hervorgehen lassen. Ich kann nur nachdrücklich betonen, dass alle Zellen der ektodermalen Knospenanlage auf den frühesten Stadien sowohl bei Tochter- wie bei Enkelknospen durchaus einander ähneln. Man trifft keine Sporen oder parthenogenetischen Eizellen an, welche durch Grösse und abweichendes Verhalten des Inhaltes sich von den übrigen Ektodermzellen abheben. Da der Ort, wo sie gelegen sein müssten, wegen der gesetzmässigen Knospung sich genau vorausbestimmen lässt, so darf gerade unser Objekt als ein besonders instruktives bezeichnet werden. Wenn nicht einmal bei diesem der Nachweis einer Knospenbildung aus ektodermalen Sporen gelingt, so kann ich wohl meiner Ueberzeugung Ausdruck geben, dass sie eine hypothetische Konstruktion bleiben wird.

#### e. *Bildung des Knospentoderms.*

Im ektodermalen Zellhaufen sondert sich ein centrál gelegenes Häufchen von Zellen dadurch von den äusserlich es umschliessenden, dass die Zellen sich strecken und cylindrische Gestalt annehmen. Das früheste von mir beobachtete Stadium der Sonderung habe ich von einer Tochterknospe auf Fig. 7 dargestellt. Hier liegt jene centrale Zellgruppe, aus welcher das Knospentoderm hervorgeht (en'), dem mütterlichen Entoderm dicht an, aber durch eine scharfe Contour von letzterem abgesetzt. Die peripheren Zellen des centralen Häufchens sind theilweise bogenförmig gestaltet und markiren ziemlich deutlich die Grenze gegen die späteren Knospenektodermzellen. Ein etwas weiter entwickeltes Stadium stellt Fig. 8 dar. Die centralen Zellen (en') liegen scharf abgegrenzt dem Entoderm des Mutterthieres an und umschliessen bereits auf diesen frühen Stadien einen kleinen spaltförmigen Hohlraum als erste Anlage der Knospenleibeshöhle. Sie kommt also dadurch zu Stande, dass die cylindrischen Knospentodermzellen auseinander weichen und sich zu einem geschlossenen Entodermstäckchen gruppiren. Dieses liegt anfänglich

dem mütterlichen Entoderm noch an (Fig. 10, I; Fig. 11, IV), rückt aber späterhin meist dadurch von ihm ab, dass kleine Ektodermzellen sich zwischen das Säckchen und die Grenzmembran eindrängen (Fig. 9).

Die junge Knospe hat sich inzwischen beträchtlich gestreckt und ragt als ein Hohlzapfen vor, dessen äussere Schicht das Ektoderm, dessen inneres Cylinderepithel das Entoderm repräsentirt. Man constatirt gleichzeitig, dass nicht sämtliche Ektodermzellen in die Bildung der Knospe übergehen, sondern dass ein distal abrückendes Zellhäufchen die Anlage für die Knospe des späteren Kreises abgibt (Fig. 9, Knospe 13).

Die hier gegebene Darstellung von der Bildung des Knospenentoderms, wie sie auf gewissenhafter Prüfung zahlreicher Tochter- und Enkelknospen basirt ist, mag den mit der Cölenteratenknospung Vertrauten davon überzeugen, dass ein Modus der Knospung vorliegt, welcher, auch abgesehen von der ektodermalen Knospenbildung, bis jetzt ohne Analogon dasteht. Weder legt sich das Knospenentoderm, wie Böhm von unserem Objekte angibt (1878, p. 129), aus einem vordringenden Zapfen mütterlicher Entodermzellen an, noch auch verdrängt, wie Lang es bei Hydroidknospen gesehen haben will, der ektodermale Zellhaufen das unterliegende mütterliche Ektoderm. Wie Parasiten sitzen die Tochterknospen dem mütterlichen Entoderm auf, ohne dass ihre Leibeshöhle mit dem Gastralraum des Mutterthieres communicirt und ohne dass irgendwie das mütterliche Entoderm in Mitleidenschaft gezogen wird. Diese absolute Trennung zwischen den Gastrovaskularräumen des Mutterthieres und seiner jugendlichen Knospen ist gerade ein hervorstechender Charakterzug der proliferirenden Exemplare von *Rathkea*. Kein Beobachter — auch Lang nicht — hat bisher eine derartige selbständige Anlage des Hohlraumsystems der Knospe beobachtet oder auch nur theoretisch angenommen.

#### d. Weiterentwicklung der Knospen vermittelt eines Glockenkernes.

Während die frühesten Knospenstadien mit ihrem geschlossenen Entodermsäckchen auffällig von dem bisher für Cölenteraten bekannt gewordenen Verhalten abweichen, so verlaufen die weiteren Entwicklungsvorgänge durchaus nach dem bekannten Modus der Medusenentwicklung vermittelt eines Glockenkernes. Ich fasse mich daher kürzer und ergänze die von Böhm am lebenden Objekt gewonnenen Ergebnisse durch eine Schilderung der an Schnitten wahrnehmbaren Verhältnisse.

Am distalen (freien) Pole der Knospe tritt jene charakteristische Entodermverdickung auf, welche Claus (1878) als „Knospenkern“, Weismann (1883) als „Glockenkern“ oder „Entocodon“ bezeichnete (Fig. 12, I camp). Er drängt gegen das Entodermsäckchen vor und stülpt dessen distale Wandung gegen die proximale ein (Fig. 11, III camp). Das Entodermsäckchen nimmt die Form eines Bechers an, während gleichzeitig im Glockenkern durch Auseinanderweichen der Zellen ein kreuzförmiger Hohlraum als erste Andeutung der Subumbrellarhöhle auftritt (Fig. 13, Knospe II). Auf Querschnitten durch junge Knospen (Fig. 14) constatirt man, dass der Glockenkern quadratische Form annimmt und dass sein Lumen X-förmige Gestalt besitzt. Die vier interradianalen Kanten des Glockenkernes üben einen so starken Druck auf den Entodermbecher (en) aus, dass er in den Interradien fast durchbrochen und zu vier Radialblättern umgewandelt wird. In jedem der zweischichtigen Radialblätter erhält sich als Rest der Leibeshöhle ein breiter Spalt, welcher das Lumen des betreffenden Radiargefässes (c) abgibt.

Die charakteristische Umwandlung des entodermalen Bechers in vier Radialblätter hat

zuerst Clark in den Contributions von L. Agassiz (1862, p. 190—197) richtig von *Sarsia mirabilis* dargestellt; auch Böhm schildert zutreffend die Form der Radialblätter (1878, p. 130).

Als steinpelförmige Ausbuchtung des centralen Leibeshöhlenabschnittes erhebt sich relativ spät das Manubrium, indem die distale Entoderm lamelle gegen den Glockenkern sich ausstülpt. (Fig. 11, I und II ma.) Der subumbrale Hohlraum des Glockenkernes nimmt nun seinerseits becherförmige Gestalt an, indem gleichzeitig die dem entodermalen Spadix anliegende Schichte des Glockenkernes das Ektoderm des Manubriums bildet, während die an die vier Radialblätter angrenzende Lamelle sich zum subumbralen Ektoderm umwandelt (Fig. 10, 12, 13 su). Die Kuppe der Knospe zwischen den zusammenneigenden Radialblättern wird von den beiden Ektoderm lamellen des Knospenkernes geschlossen. Wie Weismann (1883, p. 114) klar gezeigt hat, so liefern diese beiden fest miteinander verlöthenden Ektoderm lagen das Velum (Fig. 5, Knospe 5 ve. Fig. 11, I ve). Die Knospen sind auf den hier geschilderten Stadien ziemlich breit, insofern der durch die Hauptachse repräsentirte Längsdurchmesser kürzer ist als der Breiten durchmesser. Auf Querschnitten constatirt man weiterhin, dass schon frühzeitig das Lumen des Manubriums eine X-förmige Gestalt annimmt, welche dadurch bedingt wird, dass in den Inter radien die Entodermzellen sich zu den vier Wülsten anordnen. Auch beginnt die scharfe Sonderung der vier Gefäss lamellen oder Radialblätter zu verstreichen (Fig. 10), um schliesslich vollständig zu schwinden und jenem bekannten Verhalten Platz zu machen, wo eine einschichtige entodermale „Gefäss lamelle“ ohne Unterbrechung die vier schmalen Radialgefässe verbindet (Fig. 11, 12, 13 enl).

Wie schon oben hervorgehoben wurde, so rückt das Entoderm säckchen der Knospe von dem mütterlichen Entoderm ab, indem sich Ektodermzellen dazwischen schieben. Es scheint dies nicht immer der Fall zu sein, denn gelegentlich stiess ich auf Knospen, wo das Säckchen sowohl, wie auch der durch Druck des Glockenkernes aus ihm entstehende Entoderm becher die ursprünglichen Lagebeziehungen beibehielten (Fig. 11, III und IV) und an das Entoderm des Mutterthieres angrenzten. Jedenfalls erfolgt auch in jenen Fällen, wo das Knospentoderm inmitten der Ektodermzellen zu liegen kam (Fig. 9, Fig. 13, Knospe II) sekundär wieder eine Anlagerung an das Entoderm des Mutterthieres. Sobald nun die Bildung des Spadix erfolgt, wird eine Communication zwischen den Leibeshöhlen des Mutterthieres und der Knospe durch einen feinen und späterhin sich erweiternden Spalt eingeleitet. Die mütterlichen Entodermzellen weichen auseinander (Fig. 5, Knospe 5) und es erfolgt ein Durchbruch in die Magenöhle der Knospe. Noch auf ziemlich weit vorgeschrittenen Stadien, wie sie in Fig. 12 dargestellt sind, lässt sich scharf die Grenze zwischen den beiderseitigen Entodermzellen nachweisen (en' und en). Erst späterhin wird sie dadurch verwischt, dass allmählich das Knospentoderm durch Vakuolisirung und Pigmentablagerung den Charakter der mütterlichen Entodermzellen annimmt (Fig. 5, Knospe 1 und 2).

In ähnlicher Weise setzt sich nun auch in den vier Radien die Gastralöhle des Mutterthieres mit den vier Radialgefässen der Knospe in Beziehung (Fig. 16), während in den Inter radien die Entoderm lamelle scharf abgegrenzt auf das mütterliche Entoderm stösst (Fig. 12 u. 13 enl).

Nach den Angaben von Böhm ist am lebenden Objekte die Verbindung zwischen den beiden Gastralräumen sogar schon auf Stadien zu beobachten, wo der Knospenkern vordringt (1878, p. 129). Auf feinen Schnitten habe ich einen so frühzeitigen Durchbruch niemals nachweisen können.

Jedenfalls lässt sich mit Leichtigkeit erweisen, dass ein Untergang des mütterlichen

Entoderms in der Nähe der Knospe niemals erfolgt. Dass die gegentheiligen Angaben von Lang auf irrthümlichen Deutungen beruhen, hat Braem nachgewiesen, und die Befunde bei *Rathkea* machen es in hohem Grade wahrscheinlich, dass Degenerationserscheinungen des mütterlichen Entoderms bei der ektodermalen Knospung keine Rolle spielen. Während anfänglich die Tochterknospen wie Parasiten dem Entoderm des Mutterthieres aufsitzen, ohne irgendwie seine Funktion und morphologische Gestaltung zu beeinflussen, so erfolgt später glatt eine Verlöthung zwischen den entsprechenden Lamellen. Längere Zeit hindurch ist die Grenze zwischen dem mütterlichen Entoderm und jenem der Knospen durch das stärkere Tinktionsvermögen und den embryonalen Charakter des letzteren kenntlich. Sobald indessen das Knospentoderm seiner definitiven Gestaltung entgegengeht und der Unterschied mit dem mütterlichen schwindet, möchte man es schwerlich vermuthen, dass ursprünglich beide Lamellen vollständig getrennt waren und einen durchaus verschiedenen Charakter aufwiesen.

Die späteren Entwicklungsvorgänge, durch welche die junge Knospe in die definitive Medusenform übergeführt wird, betreffen wesentlich die Region des Schirmrandes. Zunächst neigen die vier entodermalen Radialblätter gegen den oralen Pol etwas zusammen, indem gleichzeitig durch ringförmige Vereinigung der radialen Gefässspalten der Ringkanal (Fig. 5, Knospe 5 und 6 c. c) seine Entstehung nimmt. In den vier Radien und kurz darauf auch in den vier Interradien weitet sich der letztere zu den Anlagen der Tentakelbulben aus und entsendet er kurze Entodermzapfen, welche das überliegende Ektoderm zu den Tentakelanlagen (Fig. 5, Knospe 5 t) vorwölben. Böhm hat zutreffend die Form der acht Primärtentakel (vier grösserer radialer und vier kleinerer interradiärer) auf seiner Fig. 13, Taf. V abgebildet, wie sie auf Querschnitten durch jüngere Knospen leicht zu beobachten sind. Da die vier radialen Tentakelanlagen kurz vor den interradiären auftreten so durchlaufen also die Knospen der *Rathkea* zunächst ein *Cybaeis*-Stadium, um dann rasch in das *Dysmorphosa*-Stadium übergeführt zu werden. Die Tentakel wachsen schnell in die Länge, indem sie gleichzeitig sich bogenförmig gegen das Velum krümmen (Fig. 12 t). Ihre Entodermzellen ordnen sich in eine Reihe zu der bekannten starren Entodermachse an. Die acht an der Basis der Tentakel gelegenen Aussackungen des Ringkanales, welche wir als Tentakelbulben (Fig. 5, Knospe 1 b. t.) bezeichneten, sind von verschiedener Weite, insofern die radialen an Umfang die interradiären übertreffen. Ihre Epithelzellen strecken sich cylindrisch, und zwar ist die dem Subumbrauraum zugekehrte proximale Hälfte höher als die distale. Frühzeitig scheiden sie in kleinen hellen Vakuolen braune Pigmentkörnchen aus, welche in der dem Lumen zugekehrten Zellpartie gelegen sind (Fig. 15). Später gleichen sie durch Vakuolisirung und beträchtliches Längenwachsthum dem Magenentoderm. Die auffällige Breite, welche die Tentakelbulben an den jungen Knospen erkennen lassen, wird übrigens auch dadurch bedingt, dass die Ektodermzellen im Umkreise der entodermalen Aussackungen sich zu einem dicken Polster ansammeln, in dem späterhin Nesselkapseln ihre Entstehung nehmen. Die Kerne des Ektodermpolsters verlieren frühzeitig ihre glänzenden Kernkörperchen und erscheinen granulirt (Fig. 15 ek).

Die subumbrale Glockenhöhle, anfänglich auf einen becherförmigen Spaltraum reducirt, erweitert sich allmählich beträchtlich, indem gleichzeitig die subumbraalen Ektodermzellen an ihrer Basis Ringmuskelfasern ausscheiden (Fig. 5, Knospe 1, Fig. 13 mu). Durch die Erweiterung der

Glockenhöhle und durch den Druck des vordrängenden Manubriums wird das Velum (ve) stark gedehnt. Sein Centrum wird zu einer dünnen Lamelle reducirt, welche schliesslich einreißt (Fig. 12 ve). Das Velum mit den beiden durch eine dünne Stützlamelle getrennten Lagen schnurrt zusammen (im Querschnitt ist es einem Fragezeichen ähnlich gekrümmt) und die Tentakeln dringen in den Glockenraum ein (Fig. 5, Knospe 1 ve). Da nun auch an den radialen Tentakelbulben neben dem Haupttentakel je zwei kleinere Tentakel ihre Entstehung nehmen, so wird der Glockenmund von einem dichten Knäuel zusammenneigender Fangfäden verstopft.

Erst kurz vor der Loslösung wird die Umbrellargallerte ausgeschieden (Fig. 11 u). Gleichzeitig lockert sich der Verband zwischen der subumbralen Muskellamelle und der unterliegenden Entoderm lamelle. Die erstere verlöthet längs der vier Radiärgefässe und in vier interradialen Verwachsungsstreifen fester mit den unterliegenden Schichten, so dass durch sekundäres Abheben der Muskelschichte jene acht Subumbralsäcke (Fig. 11 sin) ihre Entstehung nehmen, welche nicht nur für die Margeliden, sondern auch für die Sarsiaden charakteristisch sind. Da sie vollständig geschlossene Hohlräume darstellen, so lassen sie sich an den ausgebildeten Medusen deutlich anschaulich machen, wenn man die Exemplare mit Pikrocarmin färbt und in Wasser die überschüssige Farbe ansieht. Längere Zeit wird dann das Carmin in den wie injicirt erscheinenden Säcken zurückgehalten. Bekanntlich betrachtete F. E. Schulze diese acht spaltförmigen Räume als eine Cöloanlage (1873, p. 31) — eine Deutung, welche wohl schwerlich heute noch dürfte aufrecht erhalten werden können. Den Durchbruch der Mundöffnung und die Umbildung des Mundrandes, das ruckweise erfolgende Entrollen der Tentakelbüschel und die Lostrennung der Tochterknospe — das Alles sind Verhältnisse, welche Böhm bereits anschaulich geschildert hat.

Ich möchte am Schlusse dieser Darstellung nur noch erwähnen, dass die Bildung der Enkelknospen auf weit früheren Stadien anhebt, als die bisherigen Beobachter annahmen, insofern bereits zu jener Zeit, wo die Anlagen der acht Tentakel sichtbar werden, die erste Enkelknospe mit geschlossenem Entoderm säckchen nachweisbar ist (Fig. 10, I). Vor der Lostrennung haben die Tochterknospen nicht nur den ersten Kreis von vier Enkelknospen vollzählig angelegt (Fig. 11), sondern lassen sich auch die Ektodermverdickungen für den zweiten Knospenkreis wahrnehmen (Fig. 13, VI).

## Die Knospung und das Knospungsgesetz der *Lizzia Claparèdei* Haeck.

Nachdem ich meine Untersuchung über die Knospungsvorgänge der *Rathkea octopunctata* bereits abgeschlossen hatte, wurde mir durch Herrn Dr. Hartlaub ein reichhaltiges Material von proliferirenden kleinen Medusen zugesendet, welche als *Dysmorphosa minima* Haeck. bestimmt waren. Die Gattung *Dysmorphosa* wurde 1842 von Philippi (Archiv f. Naturgeschichte, 1842, p. 37) für einen der Gattung *Podocoryne Sars* nahestehenden Hydroidpolyp gegründet. Späterhin übertrug A. Agassiz (1865, p. 163) die Bezeichnung *Dysmorphosa* auf kleine eraspedote Medusen, welche den von *Podocoryne* aufgenannten Arten ähnlich sind. Haeckel schloss sich (1879, p. 76) A. Agassiz an und gibt im Einklang mit dem letztgenannten Forscher folgende Genusdiagnose von *Dysmorphosa*: „Margelide mit einfachen unverästelten Mundgriffeln und acht Tentakeln (vier perradialen, vier interradialen).“

Thatsächlich trägt denn auch ein Theil der mir übersendeten proliferirenden Medusen die Charaktere der Gattung *Dysmorphosa* zur Schau und ähnelt so sehr der von Haeckel (1879, p. 78) beschriebenen *Dysmorphosa minima*, dass ich um so weniger Anstand nehme, sie mit der genannten Art zu identificiren, als der Fundort, nämlich Helgoland, der gleiche ist. Sie waren dort von Dr. Hartlaub am 11. Juli 1894 und in den letzten Tagen des genannten Monats erbeutet worden. Unter den 135 vorliegenden Exemplaren fielen mir indessen bald zahlreiche Individuen auf (es waren meist grössere Formen), welche sich durch Verdoppelung der radialen Tentakelzahl auszeichneten (vergl. Holzschnitt 2 p. 38). Sie besaßen zwölf Tentakel (acht radiale und vier interradiale) und glichen durchaus einer von Claparède (1860, p. 401–405, Taf. 32, Fig. 1) an der Westküste von Schottland entdeckten *Lizzia*, welche späterhin durch Haeckel (1879, p. 82) als *Lizzia Claparèdei* in das System eingeführt wurde. *Dysmorphosa minima* ist der Jugendzustand von *Lizzia Claparèdei*, wie sich das nicht nur aus dem Umstande ergibt, dass die Unterschiede in der Gestalt und Grösse durch zahlreiche vermittelnde Formen ausgeglichen werden, sondern auch aus der Thatsache, dass die älteren Tochtermedusen, welche an *Lizzia Claparèdei* knospen, mit acht Tentakeln ausgestattet sind und die Charaktere von *Dysmorphosa minima* tragen. Da nun die festsitzenden Tochtermedusen bereits mit Enkelknospen am Manubrium ausgestattet sind, so kann es nicht überraschen, wenn die kleineren, frei gewordenen Exemplare im Gewande der *Dysmorphosa minima* sich ungeschlechtlich vermehren. Nach den oben (p. 16) mitgetheilten Erfahrungen über die Vermehrung der Tentakel bei *Rathkea octopunctata* dürfte es nicht ausgeschlossen sein, dass auch *Lizzia Claparèdei* nur einen vorübergehenden Zustand der *Lizzia blondina* Forbes darstellt, welche letztere durch vier radiale Tentakelbündel von je drei Tentakeln ausgezeichnet ist. Das mir vorliegende Material gibt allerdings für eine solche Vermuthung keinen weiteren Anhalt, als dass die gelbliche Färbung des Magens, der Tentakelbulben und Tentakel an den charakteristischen Ton der *Lizzia blondina* erinnert.

Im Uebrigen gibt das mir vorliegende Material einen instructiven Beleg für die Variabilität der betreffenden Art ab. Mit bemerkenswerther Constanz treten lediglich die vier ungetheilten Mundgriffel auf; alle übrigen Merkmale, welche Haeckel in die Artldiagnose aufnahm, zeigen einen auffälligen Fluss in der äusseren Erscheinung.

Die jüngsten, bereits üppig proliferirenden Exemplare besitzen eine Schirmhöhe von 0,5 mm bei einer Schirmbreite von 0,6 mm. Sie sind noch kleiner als die von Haeckel beobachteten Exemplare der *Dysmorphosa minima* und repräsentiren überhaupt die kleinsten craspedoten Medusen. Ungemein schwankend ist bei ihnen das Verhältniss zwischen Schirmhöhe und Schirmbreite, insofern beide sich wie 1:1 verhalten können, oder aber der Schirm breiter als hoch und umgekehrt höher als breit erscheint. Nicht minder variabel ist der conische Scheitelaufsatz des Schirmes gestaltet. Bei den jüngsten Exemplaren fehlt er meist ganz, während er bei den älteren bald als flache, bald als hochgewölbte Kuppel hervortritt. Ebenso variabel ist die Länge des breiten Magenstieles; in einigen Fällen ist er ebenso lang wie der Magen, in anderen wiederum erscheint er kaum angedeutet. Zwischen diesen beiden Extremen vermitteln nun zahlreiche Zwischenformen. Das Manubrium ragt bei kleineren Exemplaren aus dem Glockenmund hervor, während es bei grösseren weit von der Umbrella überdacht wird. Dass endlich auch die Tentakel in ihrer Zahl schwanken, wurde oben betont. Ich bemerke daher nur noch, dass bei den jüngsten Exemplaren (*Dysmorphosa*) die vier interradialen Tentakel kürzer sind als die

radialen. Später gleicht sich der Grössenunterschied aus, während die Zahl der radialen Tentakel verdoppelt wird. Die sekundären Radialtentakel erscheinen zunächst als stummelförmige Fortsätze neben den primären. Häufig treten sie nicht gleichzeitig auf, so dass man bei manchen Exemplaren einen oder zwei längere Sekundärtentakel antrifft, während die restirenden entweder nur als Stummel oder überhaupt noch nicht angelegt sind.

Im Allgemeinen sind es zwar die grösseren Exemplare, welche die für die Gattung *Lizzia* charakteristische Tentakelzahl aufweisen, allein ich beobachtete zwei Individuen, welche bei einem

halben Millimeter Grösse bereits die radialen Tentakel verdoppelt hatten. Die Fangfäden scheinen ziemlich hinfällig zu sein, denn manche Exemplare hatten sämtliche eingebüsst, während bei anderen nur ein Theil fehlte. Da ich ausnahmslos die älteren Tochtermedusen mit acht wohl entwickelten Tentakeln (vier radialen längeren und vier interradialen kürzeren) ausgestattet fand, so dürfte wohl kaum anzunehmen sein, dass in den soeben erwähnten Fällen die Tentakel von vornherein verkümmert waren.

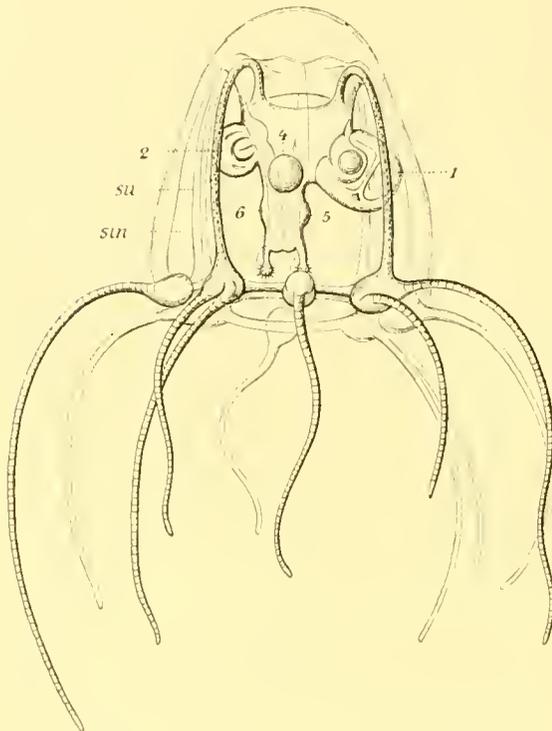


Fig. 2. *Lizzia Claparèdei* Haeck. im proliferirenden Zustande mit zwei Knospenkreisen (1...6).

Die radialen Tentakelbulben sind breiter als die interradialen; an den letzteren sitzt nur ein Tentakel, an den ersteren je zwei, von denen der secundär entstandene noch nicht die Länge des primären erreicht hat. *su.* Subumbrella. *sin.* Subumbrellsack.

Vergrosserung  $\frac{56}{1}$ .

Das Manubrium aller Exemplare von *Lizzia Claparèdei* war mit Medusenknospen bedeckt, so lange sie sich noch im *Dysmorphosa*-Stadium befanden. Die ungeschlechtliche Fortpflanzungsweise ist indessen nicht auf das Jugendstadium beschränkt, da auch der grössere Theil der Medusen im Gewande der *Lizzia* noch üppig proliferirte (vergl. Holzschnitt 2). Daneben aber traten zahlreiche ältere Medusen auf, welche Geschlechtsprodukte bildeten, und zwar fanden sich unter ihnen sowohl Weibchen, wie auch die von Claparède vermissten Männchen. In neun Fällen beobachtete ich zu meiner Ueberraschung Individuen, welche gleichzeitig proli-

ferirten und Geschlechtsprodukte ausbildeten. Sie setzten sich aus fünf Männchen und vier Weibchen zusammen; ein Männchen und ein Weibchen befanden sich noch im *Dysmorphosa*-Stadium, während die übrigen entweder die zweiten Radialtentakel gerade als kurze Stummel neben den radialen Primärtentakeln anlegten oder bereits völlig in das *Lizzia*-Stadium eingetreten waren. Diese Wahrnehmung bestätigt nicht nur die von früheren Forschern geäusserte Ansicht: dass die ungeschlechtliche Vermehrung der geschlechtlichen vorausgeht (sind doch schon die Tochterknospen mit Enkelknospen bedeckt!), sondern sie lehrt, dass die Produktion von Geschlechtsprodukten unmittelbar nach dem Loslösen der ersten Knospen Platz greift. Ich möchte vermuthen, dass diese rapide und frühzeitige Ausbildung des Zeugungsmateriales der erhöhten

Temperatur des Oberflächenwassers während der Sommermonate zuzuschreiben ist, da unter den zahllosen im Februar gefischten Exemplaren von *Rathkea octopunctata* kein einziges auch nur eine Andeutung von Umwandlung der Ektodermzellen in Sexualprodukte erkennen liess.

Ein so reichhaltiges und interessantes Material von proliferirenden und geschlechtlich thätigen Margeliden gab mir die erwünschte Gelegenheit, nicht nur das Knospungsgesetz und die Knospung zu studiren, sondern auch das Verhältniss der Sexualprodukte zu den Knospen in den Kreis der Betrachtung zu ziehen.

#### *Das Knospungsgesetz.*

Was zunächst das **Knospungsgesetz der *Lizzia Claparèdei*** anbelangt, so hebe ich hervor, dass die Verhältnisse bis in das Detail genau mit jenen der *Rathkea octopunctata* übereinstimmen. Um daher nicht das zu wiederholen, was ich oben bereits ausführlich über das Knospungsgesetz der letztgenannten Art mittheilte, so beschränke ich mich auf diejenigen Punkte, welche für *Lizzia Claparèdei* charakteristisch sind.

Sämmtliche Exemplare, kleine sowohl wie grosse, besitzen zwei Knospungskreise von je vier interradianalen Knospen. Mehr als zwei Kreise habe ich nicht wahrnehmen können: der proximale Kreis umfasst die grösseren, der distale die kleineren Knospen, welche nach dem für die Margeliden charakteristischen Gesetz opponirt sind. Entsprechend der geringeren Grösse von *Lizzia Claparèdei* tritt also auch eine geringere Zahl von Knospungskreisen als bei *Rathkea* auf. Ich vermute indessen, dass noch ein dritter Kreis angelegt wird und gründe diese Vermuthung nicht nur auf die Thatsache, dass auf Schnitten unter den grösseren Knospen des zweiten Kreises deutliche Ektodermverdickungen als Anlagen der entsprechenden Knospen des dritten Kreises wahrnehmbar sind, sondern auch auf den Befund bei einem der Männchen, welches gleichzeitig proliferirte. Hier war nämlich eine ringförmige Gonade in der Höhe jener Region angelegt, wo offenbar die abgefallenen Knospen des ersten Kreises gesessen hatten, während unterhalb der Gonade noch zwei wohl entwickelte Kreise von Knospen ausgebildet waren (vergl. Holzschnitt 3).

Auch an *Lizzia* fand ich die schon für *Rathkea* betonte Wahrnehmung (p. 19) bestätigt, dass bei der Betrachtung vom aboralen Pol und bei dorsaler Stellung der ältesten Knospen die drittältesten links liegen. Bei zwei Exemplaren konnte ich indessen eine Ausnahme von der Regel nachweisen, insofern die drittältesten Knospen rechtsseitig entwickelt waren. Die Tochterknospen legen ebenso frühzeitig wie diejenigen der *Rathkea* Enkelknospen an, und zwar ist an den vor der Lostrennung stehenden nicht nur der erste Knospungskreis ausgebildet, sondern auch der zweite durch Ektodermverdickungen angedeutet.

Ziemlich häufig standen die Knospen je eines Kreises in ungleicher Höhe, insofern die beiden jüngeren Knospen etwas tiefer (distalwärts) sich inserirten; in einigen seltenen Fällen sassen sie sogar mitten zwischen den beiden Knospungskreisen. Es liegt auf der Hand, dass durch das letztgenannte Verhalten die bereits oben (p. 19) hervorgehobenen Beziehungen zwischen der Stellung der Knospen bei Margeliden und Sarsiaden noch sinnfälliger hervortreten.

#### *Die Bildung der Einzelknospen.*

Wenn schon das Knospungsgesetz der *Lizzia Claparèdei* eine bis auf die Einzelheiten sich erstreckende Uebereinstimmung mit jenem der *Rathkea octopunctata* erkennen liess, so gilt dasselbe auch für die erste Entstehung und für die weitere Entwicklung der Einzel-

knospen. Ich war über die Aehnlichkeit der Bilder überrascht und kann versichern, dass man ohne vorherige Bestimmung des Objektes in Verlegenheit käme, scharf zu entscheiden, ob Knospen der *Lizzia* oder *Rathkea* vorliegen. Aus diesem Grunde verzichte ich darauf, nochmals in besonderen Abbildungen die für *Lizzia* giltigen Verhältnisse vorzuführen und beschränke mich auf einige kurze Mittheilungen.

Die am 11. Juli erbeuteten Exemplare von *Lizzia Claparèdei* waren mit Formalin behandelt worden. Wenn dasselbe auch die äussere Form und die Sexualprodukte gut conservirte, so erkannte ich doch bald, dass es für Erhaltung feinerer Strukturverhältnisse kein geeignetes Conservierungsmittel abgibt. Es sind das Erfahrungen, welche neuerdings mehrfach gemacht wurden. Ich ersuchte daher Dr. Hartlaub, dass er eventuell später erscheinende Medusen mit dem trefflich sich bewährenden Gemisch von Chromessigsäure behandeln möge und erhielt dann auch etwa 60 Exemplare der *Lizzia* zugesendet, welche Ende Juli und am 3. August 1894 erbeutet und in der gewünschten Weise behandelt waren. Die Form war ebenso wohl erhalten wie nach Formalinbehandlung, und zudem zeigten die 15 in Schmitte zerlegten Exemplare eine tadellose Erhaltung der Gewebe.

Auf Querschnitten durch das Manubrium fallen wiederum die vier interradianen Entodermwülste unterhalb der Knospen auf. Im Uebrigen zeigt das Entoderm dieselbe Beschaffenheit wie bei *Rathkea*: grosse Saftzellen mit kugligen Kernen und zahlreichen in Vakuolen eingebetteten Schollen und Pigmentkörnern, dazwischen Zellen indifferenten Charakters und Drüsenzellen mit gegen die Stützlamelle spitz sich ansiehenden Enden. Das ektodermale Plattenepithel geht an jenen Stellen, wo die jüngsten Knospen sich ausbilden, in würfelförmige oder polyedrisch sich gegenseitig abplattende Zellen über, welche sich intensiver färben. Die erste Anlage einer Tochterknospe (es gelten diese Angaben speziell für die Knospenanlagen des dritten Kreises) finde ich stets einschichtig. Ist die darüber liegende Knospe des zweiten Kreises bereits weit entwickelt, so hängt die Ektodermverdickung nicht mehr mit ihr zusammen, was stets der Fall ist, wenn die darüber liegende Knospe die frühesten Stadien noch nicht überschritten hat. Späterhin wird die Ektodermverdickung in ihrer Mitte mehrschichtig. Die kleinen polyedrischen Zellen, deren Grenzen oft schwer wahrnehmbar sind, messen im Mittel 0,006 mm; ihre kugligen, mit einem glänzenden Kernkörperchen ausgestatteten Kerne 0,004—0,005 mm. Stets heben sich die Ektodermverdickungen scharf von den unterliegenden entodermalen Saftzellen ab: niemals ist eine Entodermzelle nachweisbar, welche, die dünne Stützlamelle durchsetzend, als Zeuge für Betheiligung des mütterlichen Entoderms am Aufbau der Knospe angesprochen werden könnte. Und was hier für die jüngsten Anlagen der Tochterknospen hervorgehoben wurde, gilt ebenso für die ersten Enkelknospen. Da ich gerade für die Anlage der Enkelknospen an dem Manubrium der Tochttersprösslinge besonders instruktive und einwandfreie Schnittserien erhielt, so betone ich nachdrücklich, dass die Grenze zwischen Ektoderm und Entoderm von vornherein scharf und klar nachweisbar ist. Man könnte ja vermuthen, dass dann, wenn die Gewebe noch einen embryonalen Charakter aufweisen, es schwer zu entscheiden sei, ob nicht doch eine entodermale Einwanderung stattfinde, welche zur Folge hätte, dass die in die ersten Enkelknospen eingewanderten Elemente auf die späteren Knospenkreise übertragen würden. Ich selbst glaubte im Beginn meiner Untersuchungen, dass auf diesem Wege ein Verständniss für die eigenartige Margelidenknospung gewonnen werden könne und dass sie sich lediglich als eine Modifikation des gewöhnlichen Modus herausstellen möchte. Obwohl ich schon für *Rathkea* diese Vorstellung fallen

lassen musste, so habe ich doch noch speziell mein Augenmerk auf die erste Anlage der Enkelknospen bei einer andern Margelidenspecies gerichtet. Ich kann nur versichern, dass auch bei *Lizzia* die Präparate klar und scharf die rein ektodermale Anlage der Enkelknospen zeigen. An jenen Stellen, wo nach dem Knospungsgesetz die Sprösslinge entstehen, wird das Ektoderm des Manubriums der Tochterknospe zunächst zwei- und dann mehrschichtig, ohne dass eine zwischen beide Blätter einwandernde Entodermzelle nachweisbar wäre. Glatt zieht der Ektodermwulst über das Entoderm weg; nie wölbt sich das letztere auch nur sanft empor, um schon auf den frühesten Stadien seine Betheiligung an dem Aufbau des Entoderms der Sprösslinge anzudeuten.

Wiederum sind es die tiefer liegenden und an die Stützlamelle angrenzenden Ektodermzellen, welche, cylindrisch sich streckend und zu einem geschlossenen Säckchen sich anordnend, das Entoderm der Knospe herstellen. Die weitere Umbildung der Knospe vermittelt eines Glockenkernes zu einer jungen Meduse, deren Gastrovaskularraum schliesslich in Verbindung mit jenem des Mutterthieres tritt, verläuft so völlig übereinstimmend mit der Entwicklung der *Rathkea*-Knospen, dass ich mich in dieser Hinsicht durchaus auf die oben gegebene Schilderung beziehen kann. Bei *Lizzia* konnte ich mich überzeugen, dass der Spaltraum in dem der Knospe unterliegenden mütterlichen Entoderm, welcher durch Auseinanderweichen der Zellen entsteht, von vornherein kreuzförmig gestaltet ist und genau dem kreuzförmigen Querschnitt des Magens der Knospe correspondirt.

#### *Beziehungen zwischen Gonaden und Knospen.*

Was schliesslich das Verhältniss zwischen Sexualprodukten und Knospen anbelangt, so ist dasselbe ein rein äusserliches, insofern diejenigen Partien des Manubriums, wo ursprünglich die Knospenkreise standen, späterhin zu Gonaden umgewandelt werden. Irgendwelche tiefere Beziehungen zwischen Urkeimzellen und den ersten Knospenanlagen sind nicht vorhanden: niemals ist eine Zelle nachweisbar, welche, etwa einer jugendlichen Eizelle gleichend, durch wiederholte Theilungen die Knospe hervorgehen liesse. Bei jenen Exemplaren, wo gleichzeitig Geschlechtsprodukte und Knospen ausgebildet werden, entwickeln sich die Gonaden ebenso selbständig, als ob Knospen nicht vorhanden wären, und nehmen andererseits die Knospen unbehelligt von den Keimzellen ihre weitere Ausbildung. Im Einzelnen bieten die topographischen Beziehungen zwischen Knospen und Gonaden bei den neun untersuchten Exemplaren manch' interessante Abwechslung dar. Was zunächst die fünf proliferirenden Männchen anbelangt, so zeigte eines derselben eine dicke ringförmige Gonade oberhalb zweier Knospenkreise (vergleiche Holzschnitt 3). Sie endet scharf abgesetzt über den Sprösslingen und nimmt genau jenen Raum ein, wo sonst der erste Knospenkreis sitzt. Bei einem anderen Exemplare liegen die Verhältnisse ähnlich: der Hoden bedeckt fast das ganze Manubrium und endet scharf abgesetzt vor dem einzigen distalen Knospenkreis. Die Gonadenbildung ergreift von vornherein nicht nur die radialen, sondern auch die interradialen Flächen des Magens und schliesslich die zwischen den Knospen gelegenen Partien. So finde ich auf Querschnitten durch ein drittes Exemplar die Knospen von breiten und dicken Geschlechtsfeldern überwallt. Endlich kommt es vor, dass nicht nur die proximalen, sondern auch die distalen Flächen zwischen zwei Knospenkreisen in Gonaden umgewandelt werden. Ich habe dies Verhalten an zwei Exemplaren beobachtet, bei denen die Hoden noch auf einem jüngeren Stadium verharren.

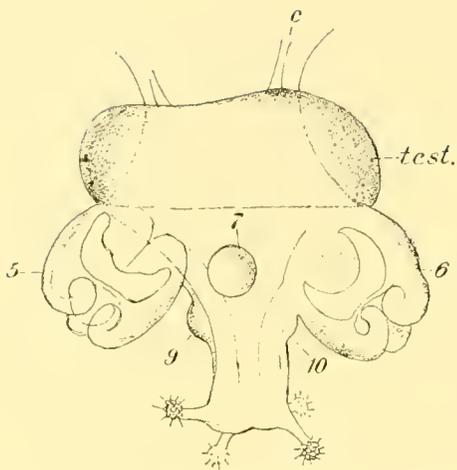


Fig. 3. Manubrium einer männlichen *Lizzia Claparèdei* mit zwei unter dem ringförmigen Hoden (*test.*) sitzenden Knospenkreisen (5...10). Vergrößerung  $\frac{92}{1}$ .

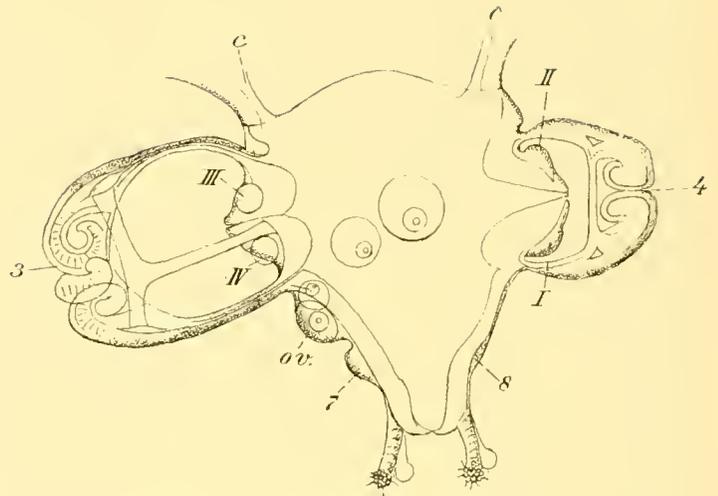


Fig. 4. Manubrium einer weiblichen *Lizzia Claparèdei* mit den zwischen die Knospen (3...8) sich eindringenden Eiern (*ov.*). I...IV Enkelknospen. *c* Radiärgefässe. Vergrößerung  $\frac{92}{1}$ .

Was hier für die Männchen erwähnt wurde, gilt ebenso für die proliferirenden Weibchen. Bald endet die Gonade scharf abgesetzt vor dem obersten Knospenkreis, bald dringt sie zwischen die Knospen des genannten Kreises vor, bald werden auch die distalen zwischen zwei Knospenkreisen gelegenen Flächen zur Eibildung verworther. Das letztgenannte interessante Verhalten bilde ich im Holzschnitt 4 ab, wo radial und interradianl reife Eier nicht nur zwischen den beiden noch vorhandenen Knospen des ersten Kreises (Knospe 3 und 4), sondern auch unterhalb (distal) derselben ausgebildet werden.

Sobald sämmtliche Knospen sich losgelöst haben, wird der ganze Magen bis in die Nähe der Mundgriffel von einer ringförmigen Gonade bedeckt. Die rapide Umwandlung des ektodermalen Zellenmaterials zu einer 0,06—0,09 mm dieken Gonade mag es mit sich bringen, dass auch bei den kleinsten Geschlechtsthieren von vornherein nicht nur die radialen, sondern auch die interradianl Magenflächen in die Ausbildung von Zeugungsmaterial hereinbezogen werden. Nur in den oben erwähnten Fällen, wo die Gonaden sich zwischen den Knospenkreis vordrängen, tritt eine Scheidung in radiale Geschlechtfelder und in interradianl sterile resp. proliferirende Flächen hervor.

Die jugendlichen Geschlechtsdrüsen bauen sich aus kleinen polyedrischen Ektodermzellen auf, welche in Bezug auf Form und Grösse durchaus mit den Elementen der jugendlichen Knospen übereinstimmen. Ebenso scharf wie die letzteren grenzen sie sich von den entodermalen Saftzellen ab. Die kleinen, im Mittel 0,006 mm messenden Ektodermzellen mit ihren kugligen Kernen liefern bei den Männchen die Samennutterzellen, während sie bei den Weibchen, ansehnlich heranwachsend, sich in Eizellen umwandeln.

Die Hoden lassen an den mit Formol behandelten Exemplaren einen zart fleischfarbenen Ton erkennen. Die tieferen, dem Entoderm anliegenden Schichten setzen sich aus einem Polster polyedrischer Zellen mit runden, 0,003—0,004 mm messenden Kernen zusammen. Sie repräsentiren die Samennutterzellen, welche allmählich in die dicke periphere Spermamasse übergehen. Die Köpfe der Samenzellen sind sehr klein und messen nicht über 0,001 mm. Einen Schwanz-

faden konnte ich an dem conservirten Material nicht wahrnehmen. Zu äusserst liegt eine dünne einschichtige Lage abgeplatteter polyedrischer Deckzellen.

In den Ovarien entwickeln sich die kleinen Urkeimzellen allmählich zu grossen kugligen Eiern, welche durchschnittlich 0,08—0,12 mm messen und durchaus peripher liegen. Wo mehrere Eier neben einander liegen, platten sie sich durch Druck an den Berührungsflächen ab oder nehmen sie ovale Gestalt an. Die tieferen Lagen und die zwischen den reifen Eiern frei bleibenden Räume werden von den kleinen Keimzellen erfüllt, unter denen hier und da bereits einige sich zu vergrössern beginnen und alle nur denkbaren vermittelnden Stadien zwischen den Extremen abgeben. An der Vergrösserung betheiligen sich auch die Kerne, welche in den reifen Eiern durchschnittlich 0,04 mm messen. Sie zeigen feine Chromatinfäden und ein kleines Kernkörperchen von 0,002 mm Grösse. Eine Anordnung der reifen Eier in radiale Streifen konnte ich ebenso wenig wie Claparède wahrnehmen: sie wölben sich an den verschiedensten Stellen des Magens halbkugelig hervor und sind daher bei flüchtiger Betrachtung leicht mit jungen Knospen zu verwechseln. Ebenso wie an den Hoden tritt auch an den Ovarien eine dünne einschichtige Lage von Plattenepithel als periphere Schichte auf, welche durch die vordrängenden reifen Eier stark gedehnt wird.<sup>1)</sup>

Nach den hier mitgetheilten Beobachtungen dürfte die Lebensgeschichte der *Lizzia Claparèdei* folgenden Verlauf nehmen. Aus den befruchteten Eiern werden sich Flimmerlarven entwickeln, welche (analog dem Entwicklungsgange anderer Margeliden) sich fixiren und zu einem den Gattungen *Eudendrium* (*Bougainvillea*) resp. *Podocoryne* zugehörigen oder verwandten Hydroiden auswachsen. Der letztere knospt die jungen Medusen, welche zunächst ein *Dysmorphosa*-Stadium durchlaufen und dann die Charaktere der Gattung *Lizzia* annehmen. In beiden Stadien kommt den kleinen Medusen die Fähigkeit ungeschlechtlicher Vermehrung durch eine nach bestimmten Gesetzen erfolgende Knospung zu. Die Tochttersprösslinge, welche von Haeckel als *Dysmorphosa minima* beschrieben wurden, erzeugen noch vor ihrer Lostrennung vom mütterlichen Manubrium Enkelknospen. Nach der ungeschlechtlichen Vermehrung durch Sprossung werden die Geschlechtsprodukte angelegt. Gelegentlich tritt die Geschlechtsreife so frühzeitig ein, dass ein und dasselbe Individuum gleichzeitig proliferirt und reife Sexualprodukte ausbildet. *Lizzia Claparèdei* ist getrennt geschlechtlich; die bisher unbekannt gebliebenen Männchen sind ebenso häufig und von gleicher Grösse wie die Weibchen.

Ganz anders lauten freilich die Vorstellungen, welche sich der Entdecker unserer Art, Claparède, über ihren Entwicklungscyclus bildete (1860, p. 401—404). Da sie nicht nur zu ihrer Zeit gerechtfertigtes Aufsehen erregten, sondern auch bis heute noch nicht endgiltig widerlegt wurden, so gestatte ich mir, seine Beobachtungen ausführlicher wiederzugeben.

Claparède beobachtete im September 1859 an der schottischen Küste pelagisch flottirende

<sup>1)</sup> Nachträglich sendete mir Dr. Hartlaub noch zwei Exemplare der *Lizzia Claparèdei*, an welchen auch ihm die gleichzeitige Produktion von Knospen und Geschlechtsprodukten aufgefallen war. Das eine Exemplar war am 29. August, das andere am 5. Oktober erbeutet worden. Beide waren Weibchen, welche nur je eine einzige weit entwickelte Tochterknospe zwischen vollständig reifen Eiern aufwiesen. Während an der im August erbeuteten *Lizzia* noch Enkelknospen angelegt waren, so fehlten diese dem Spätling aus dem Oktober. Im September und Oktober d. J. wurden überhaupt die *Lizzien* bei Helgoland selten und der Mangel von Enkelknospen deutet darauf hin, dass der Höhepunkt des Erscheinens längst überschritten ist.

Eier, welche zu seiner Ueberraschung eine kleine, mit acht Tentakeln ausgestattete, craspedote Meduse enthielten. Er kam denn auch bald dem Mutterthiere, in welchem er eine *Lizzia* (*Lizzia Claparèdei* Haeckel) erkannte, auf die Spur. Viele dieser kleinen Medusen waren Weibchen, während vergeblich nach Männchen geforscht wurde. Die im Manubrium gelegenen Eier waren theils ungefurcht, theils enthielten sie Embryonen in verschiedenen Stadien der Entwicklung, welche durchaus den pelagisch gefischten Embryonen glichen. So kommt denn Claparède zum Schluss, dass die *Lizzia* sich ohne Generationswechsel fortpflanzt und noch innerhalb des Ovariums Embryonen ausbildet, welche, von den mangelnden Mundgriffeln und der geringeren Tentakelzahl abgesehen, dem Mutterthier gleichen.

Allerdings verhehlt Claparède nicht, dass man den Einwand erheben könne, es handle sich bei den im Ovarium gelegenen Embryonen um Knospen. Die Ausführungen, mit denen er diesem Einwand zu begegnen sucht, sind so interessant, dass ich sie mit seinen eigenen Worten wiedergebe: „Dieses fruchtlose Forschen nach *Lizzia*-Männchen ist also noch kein Beweis, dass die fraglichen Körper Knospen seien. Ausserdem sind dieselben, was die Form anbelangt, gewöhnlichen Eiern vollkommen gleich, und sie sitzen in der Wand des Manubriums wie ein Ei im Eierstock. Die Verhältnisse sind hier von der gewöhnlichen Knospung bei Scheibenquallen weit verschieden. An der schottischen Küste war ich im Falle, die Knospung am Magenstiel oder Manubrium bei *Sarsia gemmifera* und bei *Slabberia halterata* Forbes zu beobachten . . . Stets sah ich die Höhle des Manubriums sich in diejenige der jungen Knospen fortsetzen, so dass das Gastrovaskularsystem der Knospe mit demjenigen des Mutterthieres innig zusammenhängt, und erst später trat eine Abschnürung ein. Bei unserer *Lizzia* dagegen findet zwischen dem Gastrovaskularsystem des jungen Individuums und demjenigen des Mutterthieres keine solche Verbindung statt. Ausserdem stellen die bis jetzt beobachteten Knospen der Sarsiaden in ihrem frühesten Stadium niemals eine Kugel mit keimbläschenähnlichem Kerne dar.“

Nach meinen obigen Mittheilungen über die Beziehungen zwischen proliferirenden und geschlechtlich thätigen Lizzien fällt es nicht schwer, den Irrthum, in welchen Claparède verfiel, zu berichtigen. Entschieden hat er sowohl proliferirende Exemplare, wie auch geschlechtsreife Weibchen vor Augen gehabt; möglich ist es sogar, dass ihm jene interessanten Stadien vorlagen, wo die Gonaden sich zwischen die Knospen eindrängen. Da nun die reifen Eier an Grösse den mittleren Knospen gleich kommen und da weiterhin gerade der auffälligste Charakter der durch ektodermale Knospung entstehenden Tochttersprösslinge in der vom Mutterthier unabhängigen Anlage des Gastrovaskularräumens beruht, so ist es immerhin begreiflich, dass Claparède die Knospen für geschlechtlich erzeugte Embryonen hielt.

Was endlich die pelagisch gefischten Eier mit dem eingeschlossenen Medusen-Embryo anbelangt, so geht unzweideutig aus den Abbildungen hervor, dass es sich um Knospen von mittlerer Grösse handelt, welche zufällig früher abfielen. Sie sind indessen niemals von einer Hülle umgeben, welche einer Eimembran gleicht. Ich hebe dies ausdrücklich hervor, weil häufig durch die sichelförmig gebogenen Tentakel der Eindruck hervorgerufen wird, als ob eine zarte Membran über den Tentakelkreis wegziehe. Thatsächlich hat denn nicht nur Claparède, sondern auch späterhin Fewkes (1881, p. 145) das Auftreten einer Hüllmembran behauptet.

Für den eigenartigen Charakter junger Margelidenknospen wüsste ich kein sprechenderes Zeugniß anzuführen als die Thatsache, dass ein bewährter Forscher, wie Claparède, sich täuschen liess und die Sprösslinge für geschlechtlich erzeugte Embryonen erklärte!

## Bemerkungen über die Knospung von *Cytaeis macrogaster* Haeck.

Die Ergebnisse, welche ich über die Knospung von *Rathkea* und *Lizzia* gewonnen hatte, liessen es mir wünschenswerth erscheinen, auch andere Vertreter proliferirender Margeliden in den Kreis der Betrachtung zu ziehen. Leider waren meine Bemühungen um gut erhaltenes Material (Museumsexemplare, deren Conservirung meist viel zu wünschen übrig lässt, schloss ich von vornherein aus) wenig erfolgreich. Immerhin verdanke ich Dr. Vanhöffen die Zusendung eines Exemplares von *Cytaeis macrogaster*, welches der verdiente italienische Marineoffizier Chierchia auf der Reise des „Vettore Pisani“ am 17. Juni 1884 zwischen den Galapagos- und Sandwich-Inseln gesammelt und mit Chromosmiumsäure conservirt hatte. Das Exemplar hatte bereits Untersuchungszwecken gedient und war daher theilweise zerstört. Ich zerlegte es in Querschnitte und fand die Gewebe noch ziemlich wohl erhalten. Wenn es mir auch über die Frage nach der ersten Entstehung der Knospen keinen entscheidenden Aufschluss gab, so habe ich doch an demselben Verhältnisse nachweisen können, welche unter allen bisher bekannt gewordenen Medusen ganz eigenartig dastehen und vielleicht einer kurzen Mittheilung werth sind.

Das Manubrium der *Cytaeis* ist bekanntlich mit einer Brut von Knospen in den verschiedensten Entwicklungsstadien bedeckt, welche — so weit die Abbildungen von Eydoux et Souleyet (1852, Zoophytes, Taf. 2, Fig. 4—15) und Haeckel (1879, Taf. VI, Fig. 1) erschliessen lassen — regellos auf dem oberen Drittel des geräumigen Magenrohres zerstreut sind. Auch ich vermochte eine gesetzmässige Gruppierung der Knospen an dem vorliegenden Exemplare nicht zu erkennen. Sie waren weniger zahlreich, als auf den vorgenannten Abbildungen angegeben wird, fanden sich dagegen noch auf der unteren Magenhälfte vor. Offenbar hatte sich bereits eine grosse Zahl von Knospen losgelöst, da gerade das obere Viertel frei von solchen erschien. Dagegen nistete sich hier eine Anzahl parasitirender *Edwardsia*-Larven ein, welche, in den Ektodermbelag eingesenkt, äusserlich aufsassan. Es liegt auf der Hand, dass der Parasitismus von Aktinienlarven, auf deren Anwesenheit auch Vanhöffen aufmerksam geworden war, wesentlich durch ein Schutzbefürfniss bedingt wird, da die Ausbildung von Tentakeln, das Vorhandensein einer Mundöffnung und Reste verdauter Copepoden in dem Magen der Edwardsien die Annahme einer Ernährung von Seiten des Wirthes ausschliessen.

Von den Fremdlingen unterschieden sich mit blossem Auge die *Cytaeis*-Knospen durch geringere Grösse. Die letzteren waren gruppenweise in weiten Abständen vertheilt; jede Gruppe bestand aus 5—8 Individuen, welche annähernd derselben Entwicklungsstufe angehörten. Eine Vertheilung der jüngeren Individuengruppen auf die distale Magenhälfte, der älteren dagegen auf die orale war nicht nachweisbar.

Auf den Schnitten trat zunächst das entodermale Magenepithel des Mutterthieres in einer Ausbildung entgegen, welche an das Verhalten bei *Rathkea* erinnert: eine einheitliche, nicht unterbrochene Lage von cylindrischen, vakuolisirten Entodermzellen mit Pigmentkörnern und kugligen, im Centrum gelegenen Kernen. Hie und da waren Drüsenzellen eingestreut.

Dem Entoderm liegt ein auffällig dickes Polster von Ektodermzellen auf, welches den ektodermalen Knospenpolster der *Rathkea* ähnelt. Die kleinen polyedrischen Zellen besitzen runde Kerne und messen durchschnittlich 0,005 mm. Denkt man sich die interradianalen Ektodermpolster

der *Rathkea* zusammengeflossen und in ununterbrochener Lage das Manubrium allseitig umgebend, so ergibt sich das für *Cytaeis* charakteristische Verhalten.

Da nun einerseits das durchschnittlich 0,05 mm dicke Ektodermpolster durch eine Stützlamelle scharf vom Entoderm abgegrenzt ist und da andererseits die Knospen aus den peripheren Lagen des Ektoderms sich vorwölben, ohne dass irgend eine Beteiligung des mütterlichen Entoderms nachweisbar ist, so möchte man leicht geneigt sein, gerade in *Cytaeis* ein besonders instruktives Beispiel für rein ektodermale Knospung zu erblicken. Die Verhältnisse liegen indessen nicht so einfach, wie es nach der bisherigen Darstellung scheinen möchte, insofern bei genauerer Betrachtung eine Struktur sich ergibt, welche unter allen Medusen ganz eigenartig dastehen dürfte. Die Leibeshöhlen der älteren Knospen münden in ein capillares Netzwerk von Gefässen ein, welches in das Ektodermpolster eingelagert ist und von einem Epithelbelag ausgekleidet wird. In der distalen (oralen) Partie des Magenrohres gleicht der Zellbelag des Capillarnetzes so völlig den dazwischen gelegenen Ektodermzellen, dass es schwer fällt, die Schichten auseinander zu halten. Zudem sind hier die Gefässe oft noch geschlossen und nur in Gestalt solider Stränge angedeutet, welche die Ektodermzellen durchsetzen. In der Magenmitte grenzen sie sich schärfer dadurch ab, dass eine Stützlamelle zwischen Ektoderm- und Gefässzellen auftritt, welche in der oberen Magenhälfte sogar zu einer Gallertlage sich erweitert. Man vermeint geradezu, einen Schnitt durch das sogenannte Mesoderm der Alcyonarien mit seinen entodermalen Gefässcapillaren vor sich zu haben; mit dem Unterschiede freilich, dass zellige Einlagerungen in der Gallerte fehlen. Die stärkeren Gefässstämme verlaufen in der Längsrichtung des Manubriums und nehmen allmählich in proximaler Richtung (gegen die Ansatzstelle des Magenrohres) an Caliber zu. Eine Einmündung in den Gastralraum des Mutterthieres konnte ich an den Querschnitten nicht nachweisen, doch möchte ich vermuthen, dass eine solche an der Ursprungsstelle der Radiärgefässe zu suchen ist. Da namentlich an jenen Stellen, wo Gruppen älterer Knospen sich erheben, oft mehrere stärkere Gefässe im Querschnitt getroffen werden, so kann die dem Entoderm aufliegende Zellenlage eine ungewöhnliche Dicke (bis zu 0,2 mm) erreichen und das letztere gegen den Gastralraum wulstförmig vordrängen. Niemals beobachtet man indessen, wie ich ausdrücklich nochmals hervorhebe, auch an diesen Stellen einen Durchbruch des Capillarnetzes in den Magen.

Die jüngsten Knospen wölben sich aus der peripheren Lage des ektodermalen Zellpolsters hervor. Sie sind solid und lassen einen abgegrenzten centralen Zellhaufen als Fortsatz jener Zellstränge erkennen, welche, späterhin sich aushöhlend, zu Capillargefässen umgewandelt werden. Da ihre weitere Entwicklung vermittelt eines Glockenkernes durchaus nach dem bekannten Modus erfolgt, so verzichte ich auf eine eingehendere Darstellung und hebe lediglich hervor, dass die Leibeshöhle der ältesten Medusenknospen — oft dichotom gegabelt — direkt in das Gefässnetz übergeht.

Unter den gesammten Hydromedusen wüsste ich keinen Fall anzuführen, in dem die Ausbildung eines capillaren und mitten im Ektoderm gelegenen Gefässnetzes im Umkreise des Manubriums sicher nachgewiesen wäre. Wo an den Gonophoren von Hydroiden und Siphonophoren derartige Gefässnetze auftreten, erweisen sie sich als Umbildungen des entodermalen Spadix, welche dem Capillarnetz der *Cytaeis* nicht homolog sind. Ich bin sogar im Zweifel, ob dasselbe überhaupt als eine entodermale Bildung aufzufassen ist, welches seiner Genese nach mit den Gefässnetzen der Hydromedusen — ich erinnere an die Gefässnetze auf der Subumbrella von

Medusen und Siphonophorenglocken, auf der Scheibe der Velelliden, und im Umkreise der *Corymorpha*-Polypen — zu vergleichen ist. Wenn auch die Vermuthung, dass das Capillarnetz von *Cybaeis* eine rein ektodermale Bildung repräsentirt, welche in Anpassung an die üppige Knospung secundär ihre Entstehung nahm, etwas kühn klingt, so erlaube ich mir immerhin, darauf hinzuweisen, dass in jenen Regionen, wo die ersten Anfänge des Netzes gelegen sind, wir es mit Zellen zu thun haben, welche offenbar aus dem Materiale des ektodermalen Polsters sich sondern und anfänglich weder an Grösse, noch an Beschaffenheit der Kerne und Tinktionsvermögen von den umgebenden Ektodermzellen zu unterscheiden sind. Auch der von mir vermuthete Durchbruch der stärkeren Stämme in das Gastrovaskularsystem des Mutterthieres könnte gegen eine derartige Auffassung nicht sprechen, insofern er ein Analogon in dem Durchbruch der Leibeshöhle der Tochterknospen von *Rathkea* findet. Es ist ja sehr auffällig, dass die zum Loslösen reifen Knospen von *Cybaeis* keinen direkten Zusammenhang mit dem Magenraum des Mutterthieres erkennen lassen: die Einmündung ihrer Leibeshöhlen in ein ektodermales Gefässnetz, welches secundär mit dem Gastralraum der Muttermeduse Beziehungen eingeht, ersetzt in physiologischer Hinsicht den mangelnden Durchbruch der Einzelknospen und sichert eine ausgiebige Ernährung.

Sicherlich eröffnet sich demjenigen, welcher in die glückliche Lage kommen sollte, an einem reichen Materiale jüngerer und älterer proliferirender Exemplare von *Cybaeis* die Knospentwicklung zu studiren, ein lohnendes Arbeitsfeld. Es wäre zunächst der Nachweis zu erbringen, ob das capillare Gefässnetz lediglich den proliferirenden Exemplaren zukommt und ob es tatsächlich eine rein ektodermale Bildung repräsentirt. Glückte der letztere (sicher nicht schwer zu erbringende) Nachweis, so wäre damit auch die rein ektodermale Entstehung der Knospen erwiesen. Weiterhin wäre zu beachten, ob die jungen Medusen ihre Knospen nach ähnlichem Gesetz anlegen, wie es für *Rathkea* gilt, und ob erst im weiteren Verlaufe die regellose Knospung im Umkreise des Magens eintritt. Die ältesten Tochterknospen, welche ich beobachtete, hatten noch keine Enkelknospen angelegt. Ich möchte indessen vermuthen, dass die regellose Vertheilung der Knospen ein secundäres Verhalten ist, welchem an den jüngsten proliferirenden Exemplaren eine gesetzmässige Gruppierung vorausging. Die Ausbreitung des ektodermalen Knospopolsters über die gesammte Magenfläche, der mangelnde Durchbruch der Knospenleibeshöhle in diejenige des Mutterthieres und die Ausbildung eines im ektodermalen Knospopolster gelegenen Gefässnetzes — das sind Züge, welche gewiss nicht für primäre Verhältnisse sprechen.

## Die Homologie der Keimblätter.

Die Wahrnehmung, dass Medusenknospen aus einem ektodermalen Zellmaterial ohne Theiligung des mütterlichen Entoderms sich aufbauen, war mir insofern überraschend und befremdend, als sorgfältige neuere Untersuchungen das gegentheilige Verhalten für die Hydroidenknospung nachgewiesen hatten. Ich muss es der Entwicklung unserer Kenntnisse überlassen, ob der von mir für die Margeliden nachgewiesene Modus einer rein ektodermalen Knospung weiter verbreitet ist, als wir bis jetzt vermuthen. Leider stand mir kein conservirtes Material von knospenden Sarsiaden zur Verfügung, an dem ich mittelst Schnittserien die Anlage der Knospen hätte verfolgen können. Aus den Abbildungen, welche frühere Beobachter von ihnen entwarfen, und aus meinen eigenen Wahrnehmungen scheint mir indessen hervorzugehen, dass die Verhältnisse

wesentlich anders liegen, als bei den Margeliden. Das mütterliche Entoderm beteiligt sich von vornherein an dem Aufbau der Knospe und steht auf allen Stadien continuirlich in Zusammenhang mit dem Knospentoderm (vergleiche Taf. I, Fig. 3 und 4). Da auch die Leibeshöhle der Knospe von Anfang an frei mit derjenigen des Mutterthieres communicirt, so ergeben sich für die Sarsiaden dieselben Verhältnisse wie für die Hydroiden. Es scheint mir nicht statthaft, an die bis jetzt ohne Analogon dastehende Margelidenknospung Bemerkungen anzuknüpfen, welche über das Beobachtete hinausschiessen und sich in das Gebiet phantasievoller Hypothesen verlieren.

Wohl aber möchte ich darauf hinweisen, dass mir die obige Wahrnehmung von einem Gesichtspunkte aus weniger befremdend erscheint, welcher gerade für die überwiegende Mehrzahl der Beobachter einen Stein des Anstosses abgeben dürfte. Homologe Organe müssen auf gleiche Weise entstehen — so lautet die Forderung, welche die heutigen Embryologen erheben. Wenn der Gastrovaskularapparat einer knospenden Meduse hier aus dem Ektoderm, dort aber aus dem Entoderm des Mutterthieres seine Entstehung nimmt, so können beide Organsysteme nicht in Parallele gesetzt werden. Es sollte mich nicht überraschen, wenn derartige Deduktionen auftauchen würden, und so gestatte ich mir, darauf hinzuweisen, dass das Studium der Knospungs- und Regenerationserscheinungen schon manche Thatsachen enthüllt hat, welche zum energischen Einspruch gegen die Uebertreibungen einer exclusiv genetischen Betrachtungsweise auffordern.

Sollen wir etwa identisch gestaltete Endformen nicht miteinander vergleichen dürfen, obwohl die sinnfälligsten Verschiedenheiten in der Ausbildung der Organsysteme obwalten, je nachdem sie auf geschlechtlichem oder auf ungeschlechtlichem Wege erzeugt wurden? Sollen wir den Vorder- und Enddarm geschlechtlich erzeugter Würmer nicht den entsprechenden regenerirten Abschnitten (bei Exemplaren derselben Art) homolog erachten, lediglich aus dem Grunde, weil sie im ersteren Falle durch ektodermale Einsenkungen, im letzteren dagegen vom Entoderm des Mitteldarmes aus neu gebildet werden? Da dürfte doch immerhin die Frage berechtigt sein, ob denn als oberstes Kriterium für die Homologie von Organsystemen ihre gleiche Entstehungsweise gilt. Wollte man diesen Grundsatz zunächst auf den Vergleich der embryonalen Keimblätter anwenden, so wäre es sehr schwierig, überhaupt von einer Homologie derselben zu reden. Weder sind sie principiell von einander verschieden, da sie aus dem Material einer einzigen Zelle oder durch Faltung resp. Einwanderung von einer als Ektoderm bezeichneten einschichtigen Lage aus ihre Entstehung nehmen, noch auch ist ihre Entstehungsweise die gleiche. Ein mittleres Keimblatt kann durch allseitige Einwanderung von Zellen, durch lebhafte Theilung nur zweier Zellen oder durch Einfaltung von Seiten des Entoderms seine Entstehung nehmen. Ich weiss wohl, dass man nun durch Einführung der Begriffe „Mesoblast“ und „Mesenchym“ dem verschiedenen Entstehungsmodus Rechnung trug und die Homologieen zwischen den auf verschiedene Weise entstandenen mittleren Lagen in Abrede stellte. Nicht nur die letzteren, sondern auch die zwischen ihnen entstehenden Hohlräume, das „Schizocöl“ und das „Enterocöl“, sollen principiell verschiedene Bedeutung besitzen. Nun ergibt es sich freilich, dass ein principieller Unterschied zwischen einwandernden Zellen und sich einfaltenden Zelllagen weder bei den einzelnen Thierstämmen, noch innerhalb desselben Typus obwaltet. Im Einzelfall ist es oft unmöglich, einen sicheren Entscheid zu führen, ob eine mesoblastische oder mesenchymatöse Bildung vorliegt, ob die Leibeshöhle ein Schizocöl oder Enterocöl repräsentirt. Genau dieselben Erwägungen gelten auch für die Homologisirung der entodermalen Schichten. Mag ein Entoderm durch Invagination, mag es durch Delamination seine Entstehung nehmen, so erachte ich in beiden Fällen die ent-

sprechenden Lagen für homolog und glaube mich bei dieser Anschauungsweise in guter Gesellschaft zu befinden. Wer die Spalträume des Mesoderms als Bildungen *sui generis* in principiellen Gegensatz bringt, der sollte dann doch consequent sein und den Urdarm, welcher durch Auseinanderweichen delaminirter Zellen entsteht, als nicht homolog dem durch Invagination gebildeten erachten. Die Entstehungsweise des Urdarms und der Leibeshöhle bieten eine so sinnfällige Parallele, dass es mich überrascht, wenn dieselben Beobachter, welche gläubig die Lehre vom Schizocöl und Enterocöl, von Mesenchym und Mesoblast nachbeten, doch vor den weiteren Consequenzen Halt machen und die Homologie der Urdarmhöhlungen ohne Rücksicht auf die Genese anerkennen. Freilich — wenn schon die an die Genese der Leibeshöhle anknüpfenden systematischen Bestrebungen Schiffbruch litten, so möchten die von der differenten Entstehung der Darmhöhle ausgehenden zu vollendeten Carrikaturen herabsinken. Es wird noch lange dauern, bevor man sich zu der Auffassung bequemt, dass die Homologie der Keimblätter — wenn wir überhaupt von einer solchen reden wollen — nicht nach ihrer Genese, sondern nach ihren Lagebeziehungen zu bemessen ist.

Wenn indessen auch allmählich die Ueberzeugung sich Bahn bricht, dass lediglich die relativen Lagebeziehungen für Homologisirung der Keimblätter Ausschlag geben, so hält man doch nm so zäher an der Auffassung fest, dass für Homologie der Organe ihre Entstehung aus den Keimblättern allein massgebend sei. Auf schwankem Boden wird ein schiefer Thurm errichtet: kein Wunder, wenn er im Laufe der Zeit einstürzt!

Als erstes Primitivorgan bildet sich eine Oeffnung, welche bei Cölenteraten zur Ein- und Ausführung der Nahrung dient, bei den höheren Stämmen nur zur Einfuhr Verwerthung findet. Wir bezeichnen sie als Mundöffnung und homologisiren die Mundöffnungen nicht nur innerhalb des Typus, sondern auch weiter über denselben hinausgreifend. Die Embryologen belehren uns freilich eines Besseren. Die Mundöffnung, so lautet die moderne Lehre, ist nicht einmal innerhalb des Typus als homolog zu erachten; denn hier geht der Gastrulamund in den definitiven über, dort schliesst er sich und der definitive Mund entsteht bald an derselben, bald an einer andern Stelle; hier entsteht der Vorderdarm durch ektodermale Einsenkung, dort ist er eine entodermale Bildung. Selbstverständlich wird die verschiedene Genese zum Ausgangspunkt für klassifikatorische Bestrebungen genommen und man gründet ganze Typen auf die Thatsache hin, dass hier der Gastrulamund in den definitiven übergeht, dort aber ein Verschluss stattfindet, welcher eine Neubildung im Gefolge hat. Das gewichtigste Argument für die Auflösung des Cölenteratentypus in die drei selbständigen Typen der Schwämme, Cnidarier und Ctenophoren wird gerade der differenten Genese der Mundöffnung entlehnt!

Es liegt in der Natur der Sache, dass die verschiedenen Beziehungen zur Aussenwelt Veranlassung zur Entstehung gewisser Organsysteme aus den äusseren resp. inneren Lagen geben. Wenn nicht nur die Haut, sondern auch der Orientirungsapparat einen ektodermalen Ursprung aufweisen, wenn die wichtigsten vegetativen Organsysteme aus dem Entoderm entstehen, wenn endlich die Muskulatur und das interorganologische Verkehrsmittel, nämlich der Gefässapparat, in dem Mesoderm wurzeln, so sind das Entwicklungsvorgänge, welche ohne Weiteres aus den Lagebeziehungen der Keimblätter zur Aussenwelt verständlich werden. Allein die Natur bindet sich nicht an ein Schema, welches wir in dieselbe hineinragen. Nicht nur bei der geschlechtlichen, sondern auch bei der ungeschlechtlichen Entwicklung treten auffällige Abweichungen von der Norm uns entgegen. Den Keimblättern sind weder histologische, noch auch

organogenetische Prädispositionen eigen. In manchen Fällen vermögen wir allerdings aus den veränderten Beziehungen der Lamellen zur Aussenwelt den abweichenden Bildungsmodus zu erfassen, in anderen jedoch liegen die Gründe für einen solchen nicht so offen zu Tage. Wenn z. B. die Knospen sich an dem Mutterthier nach aussen vorwölben, so erhalten die Schichten des Tochterindividuums dieselbe Bedeutung, wie diejenigen des Mutterthieres: mütterliches Ektoderm geht in das Ektoderm des Tochterindividuums über, und dasselbe Verhältniss gilt für das Entoderm der Mutter und Tochter. Anders aber, wenn — wie bei den Bryozoen — die Einstülpung nach innen gerichtet ist. Die Bedeutung der Schichten kehrt sich um: das Ektoderm des Mutterthieres bildet das Entoderm der Knospe und liefert den Mitteldarm nebst dem centralen Nervensystem. Nicht ohne Weiteres ist es indessen aus den Lagebeziehungen ersichtlich, weshalb bei *Rathkea* und *Lizzia* ein Abweichen von der Norm erfolgt und das Ektoderm nicht nur das Knospenektoderm, sondern gleichzeitig auch das gesammte Knospenentoderm liefert.

Man wird es sicherlich nur mit Freuden begrüssen, wenn der Embryologe gewissenhaft die Entstehung der Organsysteme aus den Keimblättern zu ermitteln versucht, aber man wird im Laufe der Zeit immer entschiedener Einspruch dagegen erheben, dass die Homogenie zum obersten Kriterium für die Homologie der Organe gestempelt wird. Wer so verfährt, der gestaltet die Vergleichende Anatomie zu einer recht subtilen Wissenschaft und stellt sie auf eine Basis, welche grundverschieden ist von jener, auf der die Begründer der vergleichenden Wissenschaft ihr glanzvolles Gebäude errichteten. Ihnen galten die relativen Lagebeziehungen der Organe zu den Hart- und Weichtheilen des Körpers als oberstes Kriterium für Herausfinden der Homologien; erst späterhin erkannte man, dass die Entwicklungsgeschichte ein wichtiges Hilfsmittel für Erkenntniss der Homologien abgibt. Die jüngere Generation verfährt anders: das Hilfsmittel wird zum Ausschlag gebenden Kriterium erhoben und die relativen Lagebeziehungen werden secundär gewürdigt — falls sie überhaupt einer Werthschätzung theilhaftig werden. Sogar in jenen Fällen, wo die Organe aus demselben Keimblatt ihre Entstehung nehmen, müssen histogenetische Vorgänge herhalten, um die auf Grund der Lagebeziehungen statuirte Homologie zu bestreiten. Man weigert sich, Knochenstücke zu homologisiren, weil sie hier secundär, dort primär verknöchern, ohne zu bedenken, dass zwischen beiden Bildungsmoden principielle Unterschiede nicht obwalten. Man glaubt einen tiefen Einblick gethan zu haben, wenn man die secundär entstandenen Belegknochen des Schädels als Reste des Hautknochensystems den primär entstandenen gegenüberstellt, und sehnt sich doch andererseits wieder, eine derartige Betrachtungsweise auf die Wirbelsäule und das Extremitätenskelett consequent auszudehnen. Freilich würde in letzterem Fall die genannte Auffassung Schiffbruch erleiden: wir könnten die Wirbel der Knochenfische nicht jenen der höheren Vertebraten homologisiren, weil sie hier secundär, dort primär entstehen. Andererseits verfährt man auch wieder insofern inconsequent, als man die knorpelig angelegten Theile der Hand- und Fusswurzel bei Wasserthieren den primär verknöchern den Stücken der Landthiere homologisirt, obwohl die Histogenese in beiden Fällen eine verschiedene ist.

Gewiss repräsentirt die Entwicklungsgeschichte das wichtigste Hilfsmittel für Herausfinden der Homologien — aber sie ist nur ein Hilfsmittel, dem in manchen Fällen die Paläontologie sich ebenbürtig zur Seite stellt. Denn sicherlich haben die paläontologischen Entdeckungen für die Erkenntniss der Homologien des Extremitätenskelettes uns neuerdings mindestens dieselben Dienste geleistet wie die Ergebnisse der Ontogenie.

Wer sich auf den Boden der Descendenzlehre stellt, dem sollte endlich ein drittes Hilfsmittel, nämlich die biologische Betrachtungsweise in ihrer Anwendung auf die Umformung des Gleichartigen, mindestens ebenso am Herzen liegen wie die rein morphologisch-genetische. Man redet gern und viel von den Anpassungen, vermeidet aber — von allgemeinen Phrasen abgesehen — geflissentlich, derartige Momente in die vergleichende Forschung hereinzutragen.

Wenn — um an die obigen Betrachtungen anzuknüpfen — in einem trefflichen neueren Lehrbuche der Vergleichenden Anatomie geäußert wird: „Es gilt als Grundgesetz, dass die höhere oder niedrigere Stufe einer Thierform in umgekehrter Proportion steht zu der Masse des den Schädel des fertigen Individuums componirenden Knorpels.“ so lässt sich dieses „Grundgesetz“ auch auf die gesammten Skelettheile übertragen. Nun hat aber die vergleichende Betrachtung doch auch ein Interesse daran, zu erklären, auf welchem tieferen Grunde eine derartige Thatsache beruht. Der primordiale Knorpel besteht in grosser Ausdehnung bei Fischen und Amphibien — er schwindet fast plötzlich bis auf kleine Reste bei Reptilien und den höheren Wirbelthieren. Da kann es nicht überraschend sein, dass der Knorpel bei Wasserthieren mit den ungemein erleichterten Ansprüchen an die Ortsbewegung und den geringen Anforderungen an die Stützkraft des Skelettes in weiter Ausdehnung persistirt, während er bei den Landthieren in ausgedehntem Maasse durch Knochen verdrängt wird. Aus demselben Gesichtspunkte dürfte es auch erklärlich sein, wenn die secundäre Verknöcherung bei den niederen Wirbelthieren, die primäre hingegen bei den höheren überwiegt.

Die Zeiten, in denen man biologische Gesichtspunkte in die vergleichend anatomische Betrachtung hereintrug, sind freilich längst vorüber. Wir müssen um mehr als vierzig Jahre zurückgreifen, bis wir in der „Anatomisch-Physiologischen Uebersicht des Thierreichs“ von Bergmann und Leuckart auf Betrachtungen stossen, welche der jüngeren Generation fremd geworden sind. Inzwischen hat die Descendenzlehre ihren befruchtenden Einfluss auf die morphologischen Disciplinen ausgeübt, ohne dass freilich jene anziehende Seite der anatomischen Betrachtung, welche die Anpassungen an Lebensweise und Existenzbedingungen umfasst, sonderlich gefördert worden wäre. Wie fruchtbar sie sich für die vergleichend anatomische Betrachtung erweist, wie nur die genaueste Kenntniss der Biologie im Verein mit dem physiologischen Experimente uns eine vollkommene Einsicht in die Eigenart der anatomischen Struktur verschafft, will ich an der Hand des Baues der Facettenaugen von Tiefseerustaceen in einem späteren Kapitel ausführlicher darlegen.

## Litteraturverzeichnis.

- Agassiz, A.**, Illustrated Catalogue of the Museum of Comparative Zoology. No. II, North American Aculephae. Cambridge 1865.
- Agassiz, L.**, Contributions to the Natural History of the United States. Vol. IV, 1862 Boston.
- van Beneden, P. J.**, Recherches sur la faune littorale de Belgique. Polypes. Bruxelles 1866.
- Bühm, R.**, Helgolander Leptomedusen, in: Jenaische Zeitschrift f. Naturwissenschaften. Bd. 12, 1878, p. 68—203, Taf. II—VII.
- Braem, F.**, Ueber die Knospung bei mehrschichtigen Thieren, insbesondere bei Hydroiden. Biolog. Centralblatt, Bd. 14, 1894, p. 140—161.
- Busch, W.**, Beobachtungen über Anatomie und Entwicklung einiger wirbellosen Seeth., m. 17 Taf. 1851 Berlin.
- Chun, C.**, Coelenterata, Bronns Klassen und Ordnungen d. Thierreichs. Bd. 2, Abth. 2. 1889-1894.
- Claparède, E.**, Beiträge zur Fauna der schottischen Küste, in: Zeitschrift f. wissensch. Zool., 1860, Bd. 10, p. 401, Taf. 32.
- Davenport, C. B.**, Studies in Morphogenesis II Regeneration in Obelia and its Bearing on Differentiation in the Germ-Plasma. Anatom. Anzeiger, Bd. IX, No. 9, 1894.
- Ehrenberg, C. G.**, Ueber die Akalephen des Rothen Meeres und den Organismus der Medusen der Ostsee (m. 8 Taf.), in: Abhandlungen d. Berlin. Akad., 1835, Phys. Kl., p. 181—260.
- Eydonx et Souleyet**, Voyage autour du monde sur la corvette „La Bonite“, 1836 et 1837. Zoologie, 1852 Paris.
- Fewkes, J. W.**, Studies of the Jelly-fishes of Narragansett Bay, in: Bull. Mus. Comp. Zool., Cambridge, 1881, Vol. VIII, No. 8, p. 141—182, Taf. 1—10.
- Forbes, E.**, Monograph of the British naked-eyed Medusae, Ray Society, London, 1848.
- Haeckel, E.**, Beschreibung neuer craspedoter Medusen aus dem Golfe von Nizza, in: Jen. Zeitschrift f. Naturw. Bd. 1, 1864, p. 325—342.
- Haeckel, E.**, Das System der Medusen, mit 40 Taf. Jena, 1879.
- Keferstein, W.**, Untersuchungen über niedere Seethiere, in: Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, Bd. 12, 1863, p. 1—147, Taf. I—XI.
- Krohn, A.**, Beobachtungen über den Bau von Elen-theria, in: Archiv f. Naturgesch., Bd. 27, 1861, p. 165—168.
- Lang, Albert**, Ueber die Knospung bei Hydra und einigen Hydropolypen. Zeitschrift f. wissensch. Zoologie, Bd. 54, 1892, p. 365—385, Taf. 17.
- Loeb, J.**, Untersuchungen zur physiologischen Morphologie der Thiere. I, Heteromorphosis, Würzburg, 1891.
- Metschnikoff, E. und L.**, Beiträge zur Kenntniss der Siphonophoren und Medusen (russisch), in Mittheilungen der Gesellschaft von Liebh. der Naturwissenschaften. Moskau 1871, Bd. VIII, p. 295—370, Taf. I—VI.
- Metschnikoff, E.**, Embryologische Studien an Medusen. 1886, Wien. (a).
- Metschnikoff, E.**, Medusologische Mittheilungen, in: Arbeiten Zoolog. Inst. Wien, Bd. 6, 1886, p. 237—265, Taf. I und II. (b).
- Rathke, H.**, Beschreibung der Oceania Blumenbachii, Mém. Acad. St. Petersburg., Tom. II, 1835, p. 321—329, Taf. 1.
- Sars, M.**, Beskrivelser og Jagttagelser over nogle ved d. Bergenske Kyst levende Dyr. Bergen, 1835.
- Sars, M.**, Fauna littoralis Norvegiae, Heft I, 1846, Christiania.
- Schulze, F. E.**, Ueber den Bau von Syncoryne Sarsii Lov. und der zugehörigen Meduse Sarsia tubulosa, Less. Leipzig 1873, mit 3 Taf.
- Seeliger, O.**, Ueber das Verhalten der Keimblätter bei der Knospung der Cölenteraten, in: Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. 58, p. 152—188, Taf. VII—IX, 1894.
- Steenstrup, J.**, Om Forplantning og Udvikling gjennem vevlende Generationsraekker. Kjöbenhavn 1842.
- Weismann, A.**, Die Entstehung der Sexualzellen bei den Hydromedusen, Jena, 1883, mit 24 Taf.
- Weismann, A.**, Das Keimplasma. Eine Theorie der Vererbung. 1892.

Zweites Kapitel.  
Auricularia nudibranchiata.

Mit Tafel III und IV.

---

# Inhaltsverzeichnis.

## II. Kapitel.

### *Auricularia nudibranchiata.*

	Seite
1. Körperform und Verlauf der aboralen Wimperschnur . . . . .	55
2. Ektoderm und Nervensystem . . . . .	58
3. Die Mundbucht und die orale Wimperschnur . . . . .	60
4. Die physiologische Bedeutung der oralen und aboralen Wimperschnüre . . . . .	61
5. Der Darmtraktus . . . . .	62
6. Leibeshöhle und Ambulakralsystem . . . . .	64
7. Die Bildung der Aurikularienrädchen . . . . .	66
8. Ueber Biokrystallisation . . . . .	73

---

## Auricularia nudibranchiata.

Während der Monate Januar bis März 1887 erschienen vereinzelt in dem pelagischen Auftriebe vor Orotava Holothurienlarven, welche bei vollendeter Durchsichtigkeit nicht nur wegen ihrer ungewöhnlichen Grösse, sondern auch wegen des ungemein verwickelten Verlaufes ihrer Wimperschnüre meine Aufmerksamkeit in hohem Maasse fesselten. Die zuerst (am 11. Januar) beobachteten Larven waren die kleinsten und jüngsten: allmählich nahmen sie während des Februars an Grösse zu, bis endlich das am 13. März erbeutete Praechtexemplar bei einer Länge von etwas über 6 Millimetern den Höhepunkt in der Entwicklung der von mir beobachteten Stadien abgab. Es dürfte die genannte Larve nicht nur die grösste bisher beschriebene Auricularia, sondern auch, wenn man die Ausbildung der inneren Organe (Darm, Ambulacralsystem) in Betracht zieht, die stattlichste aller beobachteten Echinodermenlarven repräsentiren. Da sie über und über mit zöttchenförmigen Auswüchsen bedeckt ist, auf welche die seitliche Wimperschnur in reizvollen Arabeskenwindungen übergreift, so gleicht sie auf den ersten Blick einer kleinen nudibranchiaten Schnecke. Ich habe deshalb für diese Auricularia, deren Zugehörigkeit zu dem Mutterthier einstweilen noch unbekannt ist, den provisorischen Namen *Auricularia nudibranchiata* in Vorschlag gebracht.

Da ich gerade zu jener Zeit, wo die fünf von mir beobachteten Larven erschienen, mit dem Studium der mir überreichlich zufließenden Siphonophoren beschäftigt war, so conservirte ich die Larven mit Ueberosminsäure und Chromosmiumsäure. Die meisten waren denn auch so tadellos erhalten, dass ich mit dem Zeichenprisma ein möglichst getreues Bild ihrer Organisation zu entwerfen vermochte, und ich brauche wohl kaum zu versichern, dass die Arabeskenwindungen der Wimperschnur, wie ich sie in Fig. 5 und 6 zur Darstellung bringe, Zug für Zug gewissenhaft dem Original nachgebildet sind. Wohl aber kann ich nicht verhehlen, dass eine Beobachtung des lebenden Organismus mir über die Art der Wimperung und über manches andere Detail einen befriedigenden Aufschluss gegeben hätte. Ich fühle diesen Mangel allzusehr, als dass ich mich noch weitläufiger über ihn auslassen möchte.

### 1. *Körperform und Verlauf der aboralen Wimperschnur.*

Die jüngsten beobachteten Larven maassen 3 mm und übertrafen somit an Grösse beträchtlich alle bisher bekannten Auricularien. Denn die Larve von *Holothuria tubulosa* erreicht nach Selenka (1883) eine Länge von 0,45 mm, während die von Joh. Müller (1848) entdeckte Auricularia mit Kugeln 0,9 mm und endlich die Synaptalarve nach J. Müller (1848) und Baur (1864, II, p. 20) 0,8 mm, nach Semon (1888, p. 203) sogar 1,7 mm misst. Alle die zuletzt

erwähnten Larven sind zudem relativ breit, insofern der Längsdurchmesser sich zu dem Breiten-durchmesser wie 1 : 0,6 resp. 1 : 0,7 verhält, während bei *Auricularia nudibranchiata* das Verhält-niss zwischen Länge und Breite sich höchstens wie 1 : 0,5 gestaltet. Was die Bezeichnungsweise der Körperregionen anbelangt, so wende ich im Allgemeinen die längst eingebürgerten (auch von Ludwig in seiner Bearbeitung der Echinodermen für Bronns Klassen und Ordnungen befolgten) Termini an. Wir unterscheiden demgemäss bei unserer Larve die durch Mund und After charak-terisirte Bauchseite von der nur wenig stärker gewölbten Rückenseite mit ihrem Rückenporus. Die Seitentheile werden fast ganz durch die Gallertzöttchen mit ihren Arabeskenwindungen der Wimperschnur eingenommen. Von der Seite gesehen ist die vordere oder orale Hälfte des Körpers etwas breiter als die hintere oder aborale, während umgekehrt bei der Bauch- resp. Rücken-an-sicht das hintere Ende ein wenig breiter erscheint als das Vorderende.

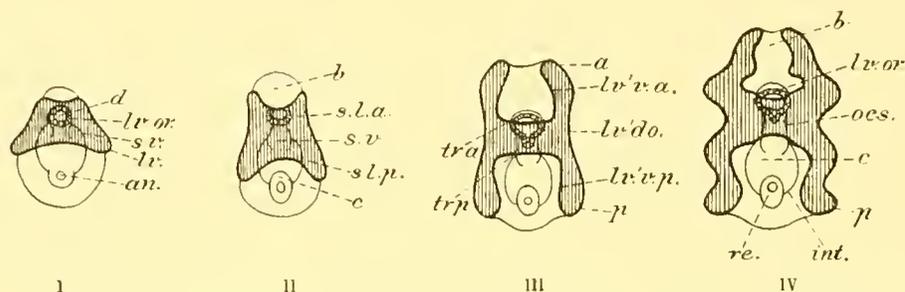


Fig. 1. Schematische Darstellung der allmählichen Ausbildung der äusseren Gestalt der *Auricularia*-Larve; die Ventralseite ist dem Beschauer zugekehrt. Mundfeld und Seitenfelder sind schraffirt; die Wimperschnur ist durch eine dicke schwarze Linie angedeutet. Die Abschnitte des Darmes (Vorder-, Mittel-, Enddarm) sind in ihren Umrissen angedeutet.

s. v. Mundfeld. s. l. a. vorderer, s. l. p. hinterer Theil des rechten Seitenfeldes. b Stirnfeld. c Afterfeld. d Eingang in die Mundbucht. an. After. lv. Wimperschnur; lv' do. dorsaler Longitudinaltheil der Wimperschnur; a vordere Umbiegung des Longitudinaltheiles der Wimperschnur; p hintere Umbiegung des Longitudinaltheiles (= Ohrzipfel oder Anrikel); lv' v. a vorderer ventraler Longitudinaltheil; lv' v. p. hinterer ventraler Longitudinaltheil; tr. a vorderer Transversaltheil; tr. p. hinterer Transversaltheil. lv. or. die adorale Wimperschnur (punktirt). ocs. Vorderdarm. int. Mitteldarm. re. Enddarm.

Für den charakteristischen Habitus der Larve sind nun zwei Momente ausschlaggebend: einerseits nämlich das Auftreten zahlreicher seitlicher Gallertzöttchen, andererseits die Umbildung der sogenannten Mund- und Seitenfelder zu tiefen Rinnen. Da dieses Verhalten nicht unvermittelt dasteht, sondern auch bei den bisher bekannten Auricularien in primitiver Form angedeutet ist, so knüpfe ich an den beistehenden Holzschnitt I an, welcher nach Ludwig (1891, p. 265) schematisch die allmähliche Ausbildung der äusseren Gestalt versinnlicht.

Bekanntlich verlieren die jüngsten Larven ihre allseitige Bewimperung bis auf eine bilateral angeordnete Wimperschnur, welche continuirlich eine auf der Ventralseite der Larve im Umkreis des Mundes entstehende Mundbucht umsäumt (I). Die Mundbucht wird nun dadurch in ein quer verlaufendes Mundfeld und in zwei längs verstreichende Seitenfelder zerlegt, dass von vorn und hinten die Gallertsubstanz in Gestalt eines Stirnfeldes und Afterfeldes vordrängt (II). Mund- und Seitenfelder bilden auf späteren Stadien eine fast H-förmige Figur, deren Querstab dem Mundfeld, dessen Längsstäbe den Seitenfeldern entsprechen (III). Indem endlich die Ränder der Seitenfelder sich ausbuchten, wird die definitive Gestalt der bisher bekannten Auricularien (IV) vorbereitet. Insofern Mund- und Seitenfelder aus einer Bucht ihre Entstehung nehmen, liegt es auf der Hand, dass sie flache Rinnen auf der Bauchseite und an den Seitentheilen des Körpers bilden.

Denkt man sich nun diese Rinnen vertieft und gleichzeitig ihre Aussenränder stark genähert, so resultirt das für die Canarischen Larven charakteristische Verhalten. In dem beifolgenden schematischen Querschnitt (Holzsehn. 2), welcher etwa in der Höhe der Ausmündung des Rückenporus durch eine jüngere Larve construirt ist, habe ich die Umbildung der Mund- und Seitenfelder zu tiefen Rinnen anzudeuten versucht. Dazu kommt, dass die Ausbuchtungen der Seitenfelder, wie sie bei den kleinen Auricularien angelegt werden, nicht nur weit zahlreicher auftreten, sondern auch ihrerseits, sich wiederum vielfach faltend, zur Bildung zöttchenförmiger Auswüchse Veranlassung geben. Da nun die aborale Wimperschnur als Saumband am Rinnenrande auf die Zöttchen übergreift, so markirt sie scharf die bereits an den jüngeren Larven ungemein complicirte Gestaltung des Systems der Seitenrinnen.

Es sei daher gestattet, den Verlauf der aboralen Wimperschnur an der Hand der Abbildungen auf Tafel III etwas genauer zu verfolgen. Bei den jüngeren Larven (Fig. 2) verstreicht das Mundfeld — abweichend von dem Verhalten der sonstigen Auricularien — in fast parabolischem Schwung zu den Seitenfeldern, und demgemäss beschreiben die zugehörigen Abschnitte der Wimperschnur (sie seien als vorderer und hinterer Ventraltheil bezeichnet) parabolische Curven, deren Convexität nach vorn gewendet ist. Der hintere Ventraltheil der Wimperschnur umsäumt bogenförmig den hinteren, der vordere Ventraltheil den vorderen Mundrand; wie die Seitenansicht ergibt (Taf. III, Fig. 1, Tafel IV, Fig. 1), so überschneidet in der Mundbucht der vordere Wimperbogen den hinteren.

An dem Uebergang der Seitenfelder in das Mundfeld, dessen Contour sich hinter den Wimperbögen deutlich gegen die Gallerte abhebt (Taf. III, Fig. 2 s. v.), divergiren die Schenkel der ventralen Wimperbögen, insofern ungefähr in der Mitte der Larve die vorderen ventralen Wimperbögen in den vorderen ventralen Longitudinaltheil der Wimperschnur umbiegen, während die hinteren Ventralbögen noch eine ziemliche Strecke weit nach hinten verlaufen, bevor sie in den entsprechenden hinteren Longitudinaltheil übergehen. Vordere wie hinterer ventraler Longitudinaltheil der Wimperschnur verlaufen unter arabeskenförmigen Windungen zu dem Vorder- resp. Hinterende der Larve, um hier in die entsprechenden Dorsaltheile der Wimperschnur umzubiegen. Wenn nun schon der ventrale Longitudinaltheil der Wimperschnur durch seine Neigung zur Bildung von Seitenbuchten auffällt, so gilt dies Verhalten in fast noch höherem Grade für den Dorsaltheil. Schon die jüngsten Larven zeigen ein so complicirtes Windungssystem der Longitudinaltheile der Wimperschnur, wie es für die übrigen Auricularien

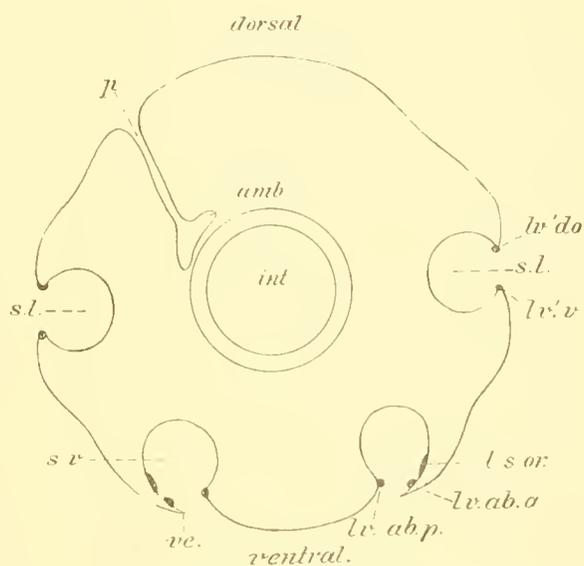


Fig. 2. Schematischer Querschnitt in der Höhe des Rückenporus durch eine jüngere Larve.

int Darm. p Rückenporus. amb Ambulacralanlage. s.l. Seitenfeld. s.v. Mund- oder Bauchfeld. ve. Mundsegel. lv.do Dorsaler Longitudinaltheil der aboralen Wimperschnur. lv.v. Ventraler Longitudinaltheil. lv.ab.a. Vorderer Ventraltheil, lv.ab.p. Hinterer Ventraltheil der aboralen Wimperschnur. l.s.or. Schenkel der oralen Wimperschnur in dem Bauchfeld.

auch nicht annähernd beobachtet wurde. Dieses Verhalten steigert sich bei älteren Larven, um endlich bei den ältesten Stadien (Taf. III, Fig. 5 und 6) geradezu in das Bizarre getrieben zu werden. Die seitlichen Buchten der Wimpersehnur junger Larven bilden gewissermassen Hauptäste, von denen dann unter vielfach wiederholter Buchtung Seitenäste getrieben werden, welche das wundervolle Arabesken-system der grossen *Auricularia multibranchiata* zusammensetzen. Dementsprechend bilden sich auch die zöttchenförmigen Erhebungen der Gallerte, welche dem longitudinalen Windungssystem als Unterlage dienen, complicirter aus, insofern sie sich vielfach dichotom zu förmlichen Kiemenbäumchen verzweigen.

Es würde nun zu weit führen, wenn ich den ungemein complicirten Verlauf der longitudinalen Wimpersehnur, wie er bei der Seitenansicht der grossen Larven (Fig. 5) hervortritt, im Detail schildern wollte. Ich verweise daher auf die möglichst gewissenhaft mit dem Zeichenprisma entworfene Abbildung, welche lehrt, dass wir es mit Gruppen von Hauptästen zu thun haben, von welchen die seitlichen Verzweigungen ausgehen.

Es fällt nicht schwer, diese Hauptäste auf die einfacher gestalteten Ausbuchtungen jüngerer Larven zurückzuführen. Vergleicht man nämlich die seitlichen Ansichten der letzteren (Fig. 1 und 3), so constatirt man etwa 10 stärkere Buchten der lateralen Wimpersehnur, welche auf ebensoviele Zöttchen übergreifen. Sie sind in den Figuren mit I bis X bezeichnet, und zwar repräsentiren die Anfangs- und Endglieder der Reihe (nämlich I und X) die vordersten resp. hintersten Umbiegungen der dorsalen Schnur in die ventrale. Man constatirt weiterhin, dass den dorsalen Zöttchen ventrale entsprechen; nur sind die ventralen im Allgemeinen nicht so kräftig entwickelt wie die dorsalen. Am reichsten entfaltet treten uns die mittleren, mit V und VII bezeichneten Windungssysteme entgegen. Nur das mit VI numerirte dorsale Windungssystem hat keinen Gegenpart in einem ventralen: die nach hinten von ihm abgehende Partie der Wimpersehnur hilft die Uebergangsstelle zwischen Mund- und Seitenfeldern verengern. Vergleicht man nun mit den relativ einfachen Anlagen der in Fig. 1 und 3 abgebildeten Larven die entsprechend numerirten Arabesken-systeme der in Fig. 5 dargestellten ältesten Larve, so constatirt man, dass sie im Grunde genommen sich auf die Ausbuchtungen der jüngeren Larven zurückführen lassen. Allerdings treten zwischen den stärkeren Hauptästen mit ihrer üppigen Entfaltung von Seitenguirlanden noch zahlreiche schwächere Hauptäste auf, wie man solche übrigens auch schon an jungen Larven angedeutet vorfindet.

Die rinnenförmigen Seitenfelder, deren verengter Aussenrand von der Wimpersehnur umsäumt wird, schneiden tief gegen die Gallerte ein, wie dies auf den dorsalen resp. ventralen Ansichten der Larven (Fig. 2, 4 und 6) ersichtlich ist. Ihre seitlichen Aussackungen entsprechen in Zahl und Form genau den Hauptästen der Windungsarabesken. Bei stärkeren Vergrösserungen lassen sich demgemäss im Umkreis der Wimpersehnur stets die tieferliegenden Contouren der Rinnen bis gegen die terminalen Endästchen der Wimpersehnurwindungen verfolgen.

Auf die Bedeutung, welche das complicirte System der zu Rinnen mit bewimperten Rändern umgemodelten Mund- und Seitenfelder für den Haushalt der Larven hat, soll nach Darstellung des oralen Wimperesaumes spezieller eingegangen werden.

## 2. Ektoderm und Nervensystem.

Wenn ich des Ektoderms der Auricularien gedenke, so geschieht dies wesentlich mit Rücksicht auf die Anschauungen eines neueren Beobachters. Semon (1888, p. 188) ist nämlich

der Ansicht, das das Larvenektoderm zu Grunde gehe, indem in den stark abgeplatteten Zellen die Kerne schwinden. Unter dem degenerirten Ektoderm soll sich ein neues Plattenepithel bilden, das seine Herkunft den Mesodermzellen verdanke und eine Art von einschichtiger Cutis repräsentire. Auf späteren Stadien, nämlich bei dem Uebergang der tomenförmigen Larve mit Wimperreifen in die junge *Synapta*, findet nur eine Regeneration des Ektoderms von Seiten der Wimperepithelzellen statt, insofern diese sich über die ganze Körperoberfläche zerstreuen und ihre Wimpern verlieren (l. c. p. 218).

Was die zuletzt genannten Angaben anbelangt, so vermag ich kein auf eigener Anschauung gegründetes Urtheil abzugeben. Indessen kann ich nicht verhehlen, dass die schon von Ludwig (1891, p. 278) gegen Semon's Darstellung geäußerten Bedenken mir durchaus gerechtfertigt erscheinen. Wohl aber muss ich mit Entschiedenheit bestreiten, dass das larvale Ektoderm einer Degeneration anheimfällt. Nicht nur bei zahlreichen, mit Ueberosmiumsäure conservirten Larven der *Synapta*, welche ich in früheren Jahren in Neapel sammelte, lässt sich mit aller wünschenswerthen Klarheit das ektodermale Plattenepithel nachweisen, sondern auch bei den weit grösseren Auricularien von *Orotava* (selbst bei den in der Entwicklung am weitesten vorgeschrittenen, in Fig. 5 und 6 dargestellten Larven) ist ein solches stets wohl ausgebildet. Die polyedrischen Zellgrenzen sind bei den letzteren sowohl, wie bei den mir vorliegenden *Synapta*-Larven von 0,8—1,2 mm Grösse scharf nachweisbar, und die scheibentförmigen Kerne mit ihrem bei Osmiumbehandlung häufig unregelmässig gebuchteten Rande heben sich scharf inmitten der Zellen von dem Plasma ab. Im Mittel messen die Zellen bei *Synapta*-Larven 0,04—0,05 mm, ihre Kerne 0,01 mm. Unter ihnen trifft man hie und da die charakteristischen, verästelten Bindegewebezellen der Gallerte und die später noch zu erwähnenden Bildungszellen der Kalkkörper; über ihnen ist eine degenerirte Zellenlage, welche nur noch ihre Contouren erkennen lässt, nicht nachweisbar. Ich sehe nun thatsächlich keinen Grund ein, weshalb man dieses typische Plattenepithel nicht als das larvale Ektoderm auffassen will, sondern die sehr unwahrscheinliche Supposition macht, dass es mesodermaler Herkunft sei. Der einzige Beweis, welchen Semon für diese Annahme vorbringt, ist wenig stichhaltig. Er findet nämlich bei Goldbehandlung polyedrische Zellgrenzen und unter ihnen abgeplattete Kerne, welche nicht zu den Zellcontouren passen. Dass diese Kerne den verästelten Bindegewebezellen und Bildnerinnen der Kalkkörper angehören, ist sehr wahrscheinlich; dass aber Bindegewebezellen sich zu einem einschichtigen Plattenepithel anordnen, ist in keiner Hinsicht entwicklungsgeschichtlich von Semon erwiesen worden. So lange dieser Nachweis nicht erbracht wird, sondern lediglich durch die Annahme: „man kann sich vorstellen, dass schon die Larve eine äusserst dünne Epidermis und eine einschichtige Cutis besitzt“ ersetzt wird, bleibe ich bei der naheliegenden Auffassung, dass das einschichtige Plattenepithel die Ektodermlage der Larve repräsentirt.

Das bilaterale Nervensystem der Auricularien, wie es zuerst von Joh. Müller (1849) bemerkt und späterhin von Metschnikoff (1884, p. 46) als solches erkannt wurde, ist auch bei der *Auricularia nudibranchiata* nachzuweisen. Es ist jederseits an dem Uebergang der Mundfelder in die Seitenfelder in Gestalt eines hufeisenförmig gekrümmten Bandes von Ektodermzellen ausgebildet (n). Die Streifen setzen sich aus zwei in stumpfem Winkel aneinander stossenden Schenkeln zusammen; ihre hufeisenförmige Krümmung wird durch die Umbildung der Mund- und Seitenfelder zu Hohlrinnen bedingt. Ueber die feinere Struktur des Nervensystems vermag ich keine Angaben zu machen, weil ich bald zur Erkenntniss kam, dass die *Auricularia nudibranchiata*

wegen der relativ versteckten Lage der Streifen sich zur Untersuchung weit weniger eignet, als die *Synapta*-Larven. Zudem dürfte eine feinere Kenntniss des histologischen Baues weniger durch die Schnittmethode (welche Semon anwendete), denn durch Maceration der Elemente zu erzielen sein. Ich mochte indessen das kostbare Material weder zu Schnitten noch zur Maceration verwerthen. Ich will mich deshalb auch nicht in Betrachtungen über die Frage ergehen, ob das larvale Nervensystem ein Organsystem sui generis abgibt, oder ob es den Nervenring des ausgebildeten Thieres liefert. Seitdem die Beispiele sich mehren, dass den Larven niederer Wirbellosen ein Nervensystem zukommt, welches durch eine spätere Neubildung substituirt wird, dürfte die erstere Annahme um so mehr an Wahrscheinlichkeit gewinnen, als Seeliger durch seine sorgfältige Untersuchung der *Comatula*-Entwicklung (1893, p. 343) zur Ueberzeugung gelangt ist, dass der Nervenring sich unabhängig vom larvalen Nervensystem anlege. Zudem hat auch bei den Auricularien Metschnikoff (1884, p. 46) einen direkten Zusammenhang zwischen larvalen und definitivem Nervensystem in Abrede gestellt (wenigstens soweit die Nervenfasern in Betracht kommen), während er allerdings von Semon (1888, p. 205) angenommen wird.

### 3. Die Mundbucht und die orale Wimperschnur.

Die Mundbucht oder „Mundkuppel“, wie sie Semon (1891, p. 21) nannte, ist bei *Auricularia multibranchiata* ziemlich complicirt gestaltet. Wenn wir zunächst als Mundrand im engeren Sinne jenen Abschnitt des Mundfeldes bezeichnen, welcher von dem vorderen und hinteren Ventraltheil der aboralen Wimperschnur in nach vorn convexem Bogen umsäumt wird, so ergibt die Seitenansicht jüngerer Larven (Taf. III, Fig. 1 und 3, Taf. IV, Fig. 1), dass die Körpergallerte nach Art von Lippen den Mundrand überdacht. Wir können demgemäss das vordere Gallertdach als Oberlippe (Taf. IV, Fig. 1. la. su), das hintere als Unterlippe (la. inf.) bezeichnen. Die Oberlippe zieht sich weiterhin in seitliche Gallertsäume aus, welche als Mundsegel (*velum*, Taf. III, Fig. 1 u. 3 ve) gegen den Rand des vorderen ventralen Wimpersaums verstreichen und dadurch nicht nur zur Ueberdachung der Mundöffnung, sondern auch des vorderen Abschnittes der Mundrinne beitragen. An dem schematischen Querschnitt durch die Vorderregion des Larvenkörpers (Holzschnitt 2) habe ich diese bisher bei keiner Auricularie beobachteten Mundsegel angedeutet.

Der Uebergang der Mundrinne in den Vorderdarm wird weiterhin durch eine Furche markirt, welche hinter der Unterlippe parallel zu der Bogenkrümmung des hinteren Ventralabschnittes der Wimperschnur verstreicht (Taf. IV, Fig. 1, o'). Sie ist ziemlich tief bei jüngeren Larven, flacher hingegen bei älteren.

Die grössten Larven verhalten sich bezüglich der Gestaltung der Mundbucht nur insofern verschieden von den jüngeren, als die Oberlippe viel tiefer über die Mundspalte sich herabsenkt (Taf. IV, Fig. 2).

Ein wesentliches Verdienst um die Morphologie der Auricularien hat sich Semon dadurch erworben, dass er auf das Vorkommen einer von der aboralen Wimperschnur unabhängigen „oralen Wimperschnur“ hinwies, welche speziell den Mundeingang umsäumt. Wie Ludwig indessen bemerkt (1891, p. 266), so sind Theile der oralen Wimperschnur (ich gebrauche den kürzeren Ausdruck „oral“, weil er schon hinreichend den Gegensatz zu „aboral“ andeutet) bereits von Joh. Müller (1850) und späterhin von Metschnikoff (1869) und Selenka (1883) gesehen worden. Immerhin hat Semon den Sachverhalt zuerst richtig erkannt und zudem den Versuch unternommen, die orale Wimperschnur mit ähnlichen Bildungen bei den Larven der

Ophiuriden und Echiniden zu homologisiren. Allerdings griff er anfänglich insofern fehl, als er (1888, p. 185) die das präorale Feld bei Asteridenlarven umsäumende Schnur der Oralschnur von Auricularien homologisirte. Späterhin (1891, p. 18) überzeugte er sich, dass den Seesternlarven ein Auricularienstadium zukommt, insofern die Präoralschnur erst secundär den Verband mit der postoralen Schnur aufgibt. Dagegen zeigt die orale Schnur bei den Pluteuslarven der Ophiuriden und Echiniden, sowie bei den Bipinnarien Verhältnisse, welche fast vollkommen mit jenen der Auricularien übereinstimmen.

Die orale Wimperschnur der in so vieler Hinsicht eigenartig gestalteten *Auricularia nudibranchiata* fügt sich zwar in ihrem Verlaufe dem allgemein giltigen Schema, zeigt aber doch manche für unsere Larve typische Eigenthümlichkeiten. Sie ist breiter als die aborale Schnur und schwärzt sich bei Osmiumbehandlung nicht so intensiv wie die letztere. Sie umsäumt gemeinschaftlich mit dem vorderen Ventralabschnitt der aboralen Schnur bogenförmig den vorderen Theil der Mundneht und entsendet dorsalwärts zwei Ansläufer, welche in weitem Bogen auf die Ventralfläche des Vorderdarms convergirend übertreten und fast bis zum Beginn des Mitteldarms reichen (Taf. III, Fig. 1, 3, 4, Taf. IV, Fig. 1, 2 l. oes.). Da sie gegen das Lumen des Vorderdarms vorspringen, so bedingen sie, wie Joh. Müller bereits bemerkte, das hasenschartenähnliche Aussehen desselben (Taf. I, Fig. 2, oes.). Diese Schenkel enden blind, ohne sich zu einer Schleife im Grunde des Vorderdarms zu vereinigen. Dazu gesellen sich nun noch als besondere Anzeichnung für unsere *Auricularia nudibranchiata* zwei enorm lang ausgezogene Seitenschenkel, welche nach hinten in das rinnenförmige Mundfeld übertreten und den vorderen Ventraltheil der aboralen Wimperschnur bis zum Uebergang in die Seitenfelder begleiten (Taf. III, Fig. 1, 3, Taf. IV, Fig. 1 u. 2 l. s.).

Wie die Abbildungen auf Taf. III und Taf. IV vielleicht besser als Worte demonstrieren, so imponirt die orale Wimperschnur durch ihre unter den Echinodermenlarven einzig dastehende mächtige Entfaltung. Dass sie für den Haushalt des Thieres eine jedenfalls wichtige Rolle spielt, soll in den späteren Erörterungen noch auseinandergesetzt werden. Da uns hier zunächst nur ihr morphologisches Verhalten interessiert, so sei noch auf einen Differenzpunkt von der Darstellung Semon's hingewiesen. Nach seinen Angaben vereinigen sich nämlich die beiden in den Vorderdarm eintretenden Schenkel zu einer Schleife; die ganze orale Wimperschnur würde demgemäss ein in sich geschlossenes Band repräsentiren. Da ich indessen bei *Auricularia nudibranchiata* stets die Schenkel isolirt und nicht schleifenförmig in einander übergehend fand, so prüfte ich genauer ihr Verhalten bei *Synapta*-Larven. Ich fand denn auch bei günstiger Lage der Larven die Schenkel unvereinigt und glaube um so mehr, dass dies Verhalten ein allgemeines ist, als Semon in seiner zweiten Publikation (1891; ohne freilich im Text darauf hinzuweisen) die Schenkel bei einem von ihm auf Taf. II, Fig. 3 abgebildeten Echinidenpluteus unvereinigt darstellt. Semon bezeichnet (1891, p. 19) weiterhin die zwischen den Schenkeln der oralen Wimperschlinge gelegene nicht wimpernde Partie des Mundeingangs als Unterlippe; ich halte diese Bezeichnung für etwas zu vag und habe daher die Benennung Unterlippe in anderem Sinne oben angewendet.

#### 4. Die physiologische Bedeutung der oralen und aboralen Wimperschnüre.

Die ungewöhnlich üppige Entfaltung der oralen und aboralen Wimperschnüre legt die Frage nahe, welche Bedeutung dieselben für den Haushalt der Larve besitzen. Auf den ersten Blick möchte man es für eine müßige Speculation erklären, Erörterungen über den physiologi-

sehen Werth von Einrichtungen anzustellen, deren Bedeutung für die Lokomotion der Larven derart auf der Hand liegt, dass es nicht überraschen könne, wenn eine ungewöhnliche Grösse auch eine entsprechend reiche Entfaltung des lokomotorischen Apparates mitbedinge. Gewiss werden wir mit Recht die überraschende Ausbildung des Arabeskenystems der Wimper schnüre auf Rechnung der gesteigerten Ansprüche an die Lokomotion setzen dürfen. Allein es wäre verfehlt, hierin den einzigen Grund für die eigenartige Entfaltung des Wimperapparates zu erblicken. Wenn Larven ungewöhnliche Grössendimensionen annehmen und wenn dadurch die Körperoberfläche in ein ungünstiges Verhältniss zu dem Volumen gesetzt wird, so kann bei langsam beweglichen Thieren durch eine entsprechend reiche Flächenentfaltung der Oberfläche das Missverhältniss ausgeglichen werden. Unter jenen Funktionen, welche bei Echinodermlarven sich in erster Linie an die äussere Oberfläche anknüpfen, steht die Respiration im Vordergrund. Dass Respiration und Lokomotion oft untrennbar mit einander verbunden sind, ist eine in der Thierreihe so allgemein bekannte und verbreitete Thatsache, dass es trivial erscheinen möchte, sie durch Beispiele zu belegen. Wenn nun bei Larven, welche das mittlere Maass der Grössenentfaltung weit übertreten, durch einen Wald von Zöttchen, auf welche die zahllosen Arabesken der Wimper schnüre übergreifen, dem gesteigerten respiratorischen Bedürfniss eine entsprechend reich gegliederte Oberflächenentwicklung entspricht, so darf ich wohl mit Recht die Zöttchen als kleine Kiemenbäumchen in Anspruch nehmen. Die Bezeichnung *Auricularia nudibranchiata* soll demgemäss nicht nur an die äussere Aehnlichkeit mit opisthobranchiaten Nacktschnecken anknüpfen, sondern auch zugleich die funktionelle Bedeutung der einen lebhaften Wasserwechsel bedingenden winpernden Zöttchen andeuten.

Doch nicht nur die Ansprüche an Lokomotion und Respiration, sondern auch das mit zunehmender Grösse gesteigerte Nahrungsbedürfniss kann die Ausbildung der Wimper schnüre beeinflusst haben. Ich bedaure lebhaft, diese Vermuthung nicht auf den Versuch am lebenden Thier stützen zu können, möchte sie indessen nicht unterdrücken. Die Seitenfelder mit ihren zahlreichen Aesten sind zu Hohlrinnen umgebildet, deren Rand von der Wimper schnur umsäumt wird. Würde man nun erweisen können, dass bei unseren Larven, welche durch die Thätigkeit der Flimmercilien ihr Nahrung herbeistrudeln, die Flimmerung gegen die Mundrinnen gerichtet ist, so wäre es nicht unwahrscheinlich, dass kleine Nahrungspartikel an der gesammten Oberfläche der Seitenfelder in die Rinnen eingestrudelt werden. An dem Eingang in die Mundrinnen, wo die von vorn und hinten anlangenden Partikel sich sammeln, wird nun die Thätigkeit der aboralen Wimper schnur auf das Wirksamste durch die eigenartige Ausbildung der oralen Wimper schnur unterstützt. Die beiden längs der Mundwinkel verstreichenden Schenkel der letzteren erzeugen sicher eine lebhafte, gegen die Mundöffnung gerichtete Flimmerung, welche dann in gleichem Sinne durch die tief in den Vorderdarm einragenden Schenkel ergänzt wird. Die Bedeutung der oralen Wimper schnur für den Nahrungserwerb liegt übrigens so klar auf der Hand, dass sie auch bereits von Semon (1888, p. 194) nachdrücklich betont wurde.

##### 5. Der Darmtraktus.

Der Darmtraktus stimmt in seiner Ausbildung durchaus mit dem für alle Echinodermlarven bekannten Verhalten überein und weist nur an seinem Endabschnitt eigenthümliche Verhältnisse auf. Er gliedert sich bekanntlich in einen Vorder-, Mittel- und Enddarm. Der Vorder-

darm (oes), an dem namentlich die Ringmuskeln deutlich hervortreten, verläuft in weitem Bogen zur Körpermitte, um hier durch eine scharf abgesetzte Striktur in den Mitteldarm überzugehen. Dieser, der eigentliche Magen (int.), ist entsprechend der Grösse und Länge der Larven sackförmig gestaltet und weit länger als breit. Bei den auf Taf. III, Fig. 5 und 6 dargestellten Auricularien erreicht er die für Echinodermenlarven ungewöhnliche Länge von drei Millimetern. Bei den conservirten Exemplaren ist er in der Mitte sanft eingeschnürt und an beiden Enden etwas ausgebaucht. Die Striktur zwischen Mittel- und Enddarm ist bei jüngeren Larven fast ebenso scharf ausgebildet wie diejenige zwischen Vorder- und Mitteldarm; bei älteren (Taf. III, Fig. 5) ist sie hingegen weiter. Der Enddarm (re) zeichnet sich durch einen mächtigen Blindsack (coec.) aus, welcher an Weite dem Mitteldarm nicht nachsteht. Er kann über einen Millimeter lang werden, verläuft gerade nach vorn gestreckt und liegt der Ventralfläche des Mitteldarmes dicht an. Der Enddarm setzt sich nicht scharf von seinem Blindsack ab und mündet durch den relativ engen After (a) etwa auf der Grenze des unteren Drittels des Afterfeldes ventral aus.

Wie die hier gegebene Darstellung vom Bau des Darmrohres lehrt, so zeichnet sich *Auricularia nudibranchiata* durch ein Organsystem aus, welches weder bei den Auricularien, noch bei den tonnenförmigen Puppenstadien der Holothurienlarven beobachtet wurde. Es ist dies der mächtig entwickelte, ventral gelegene und von dem Vorderabschnitt des Enddarmes abgehende Blindsack. Die Frage liegt nahe, welchem Organsystem derselbe den Ursprung verleihen möchte, vorausgesetzt (und für diese Annahme liegt keine Veranlassung vor), dass er im Laufe der Metamorphose nicht schwindet. Meiner Ansicht nach kann nur ein Organsystem der Holothurien in Betracht kommen, nämlich die Kiemenbäume (Wasserlungen). Ueber ihre Entstehung fehlen allerdings fast vollständig genauere Angaben; nur Daniellssen und Koren (1856, Sars, Fanna lit. Norv.) berichten von den zu *Holothuria tremula* bezogenen Larven, dass ihre Kiemenbäume als zwei Hohlschläuche am Enddarm auftreten. Da nun die beiden Kiemenbäume sich meist zu einem gemeinschaftlichen, am Vorderrand der Cloake entspringenden Stamm vereinigen (Ludwig [1889, p. 167] ist geradezu der Ansicht, dass die getrennte Einmündung beider Kiemenbäume einen jüngeren abgeleiteten Zustand darstellt und dass ursprünglich die ganze Kieme von einer einzigen unpaaren Aussackung des Enddarmes ihre Entstehung nahm), so dürfte es immerhin wahrscheinlich sein, dass wir in dem Blindsack die Anlage des Kiemenstammes vor uns haben. Wer indessen mit Rücksicht auf die Angabe von Daniellssen und Koren erwarten würde, dass ein so mächtiger Blindsack gegabelt sein müsse, wenn er die Anlage der Kiemenbäume abgäbe, der sei auf die Beobachtungen von Théel (1882, p. 132) über den Bau der merkwürdigen Elpidiiden verwiesen. Théel berichtet von einem für diese Familie charakteristischen Blinddarm, welcher, vom Vorderrande des Enddarmes entspringend und sich nach links wendend, als geräumiger Sack bis zur Körpermitte reicht.

Wenn nun unsere Ansicht das Richtige getroffen hat, so ist es immerhin auffällig, dass im Gegensatz zu den bisher bekannten Jugendstadien von Holothurien die Anlage der Kiemenbäume resp. des Blindsackes in ein so frühes Stadium verlegt erscheint. Allein das sind Eigentümlichkeiten, welche auch an einem anderen Organsystem der *Auricularia nudibranchiata*, wie gleich dargelegt werden soll, wiederkehren.

6. *Leibeshöhle und Ambulacralsystem.*

Bei den jüngsten Larven hat sich das linksseitig gelegene Hydro-Enterocöl, d. h. die gemeinsame Anlage von Leibeshöhle und Ambulacralsystem, bereits in zwei Säckchen gespalten. Das Enterocöl (Taf. III, Fig. 2, Taf. IV, Fig. 1. ent) liegt links neben dem Mitteldarm als ein feines, dünnwandiges Säckchen, dessen Lumen auf einen engen Spalt reducirt ist. Später verlängert sich dasselbe nach hinten, indem es gleichzeitig dorsalwärts das Hinterende des Mitteldarmes umgreift (Taf. III, Fig. 3, 4). Bei den grossen Larven (Taf. III, Fig. 6, Taf. IV, Fig. 2 ent.) hat sich das nach rechts übergreifende Hinterende des Enterocöls abgeschmürt und ist zu einem ansehnlichen Sack ausgewachsen. Auch das linke Enterocöl hat sich beträchtlich nach vorn und zwar etwas weiter als das linke ausgedehnt. Beide Anlagen besitzen auch jetzt noch ungemein dünne Wandungen, welche indessen etwas auseinanderweichen und dadurch das Lumen der Leibeshöhle deutlicher erkennen lassen.

Die Bildung der linken und rechten Leibeshöhlenanlage stimmt bei *Auricularia nudibranchiata* durchaus mit den von Metschnikoff (1869) und Selenka (1876) bei den Auricularien der *Synapta digitata*, *Holothuria tubulosa* und *Cucumaria Planci* bekannt gewordenen Bildungsvorgängen überein. Insofern beobachtet man allerdings ein eigenthümliches Verhalten, als sich die Abschnürung des rechten Cölomsackes (in Anbetracht der Grösse jüngerer Larven) verzögert. Später erhalten allerdings die beiden Säcke eine Ausdehnung, wie sie bei den bisher bekannten Auricularien noch nicht zur Beobachtung gelangte.

Das Ambulacralsystem (Wassergefässsystem) ist bei den jüngeren Larven weit einfacher gestaltet, als man nach Analogie mit den übrigen auf gleicher Entwicklungsstufe stehenden Auricularien vermuthen dürfte. Es besteht aus einem in drei stumpfe Zipfel auslaufenden Säckchen, welches einen langen und ziemlich weiten primären Steinkanal entsendet (Taf. III, Fig. 1, Taf. IV, Fig. 1, amb.). Derselbe mündet in der Höhe des Vorderabschnittes des Mitteldarms auf der Dorsalfläche mittelst des Rückenporus (p) aus. Das Säckchen liegt ebenfalls linksseitig der Dorsalfläche des Mitteldarmes an und entsendet schräg nach hinten einen feinen, am Ende etwas anschwellenden Ausläufer in der Richtung nach dem Leibeshöhlenbläschen (Taf. IV, Fig. 1, y). Vielleicht deutet dieser späterhin schwindende Fortsatz den Weg an, auf dem die Trennung des gemeinschaftlichen Enterocöls in zwei Bläschen erfolgte. Auf einem etwas späteren Stadium erscheint der eben erwähnte Ausläufer rückgebildet, während der vordere Zipfel des Ambulacralsäckchens sich zu einem breiten und kurzen, der hintere dagegen zu einem schmäleren und langen Kanal ausgezogen hat (Taf. III, Fig. 3, Taf. IV, Fig. 4, y und amb.). Wie die Dorsalansicht der Larve (Taf. III, Fig. 1) lehrt, so zieht der hintere Kanal schräg über die Dorsalfläche des Mitteldarmes hin.

Bei den grossen Larven (Taf. III, Fig. 5 und 6, Taf. IV, Fig. 5 und 6) weist das Ambulacralsystem eine Configuration auf, welche ohne Analogon unter den bisher bekannten Echinodermenlarven dasteht. Rückenporus und primärer Steinkanal haben ihre linksseitige Lagerung beibehalten, während die vor der inneren Mündung des Steinkanales gelegene Aussackung sich zu einem weiten Gefäss ausgezogen hat, welches an seinem Vorderende zu einem unregelmässig gebuchteten Bläschen anschwillt (Taf. IV, Fig. 5 und 6 amb.). Das letztere zeigt deutlich die Neigung, den Vorderabschnitt des Mitteldarmes auf der linken Seite zu umgreifen. Ausserdem bemerkt man noch eine kurze rechtsseitige Aussackung (c') an jener Stelle des vorderen Kanals, wo er sanft eingeknickt ist.

Der hintere Kanal der jüngeren Larven hat eine mächtige Entfaltung genommen, insofern er zu einem breiten, durchaus dorsal gelagerten Gefäss ausgewachsen ist, welches gemeinsam mit dem vorderen Kanal eine langgezogene S-förmige Krümmung beschreibt. Er erstreckt sich nach hinten bis in die Höhe des Blinddarmes und gibt sowohl nach rechts wie nach links schräg nach vorn resp. nach hinten gerichtete Seitenäste ab. Es lassen sich deren vier: zwei rechte (Taf. IV, Fig. 5 und 6,  $c^2$ ,  $c^3$ ) und zwei linke ( $c^4$ ,  $c^5$ ) nachweisen; ausserdem treten hinten noch zwei rechtsseitige kurze Divertikel ( $x$ ,  $x^1$ ; wahrscheinlich die Anlagen weiterer Seitengefässe) auf.

Die Gesamtanlage des Ambulacralsystems der grossen Larven überrascht nicht nur durch ihre mächtige Entfaltung, sondern auch durch ihre einzig dastehende Ausbildung. Ich glaube nicht, dass einer jener Forscher, welche sich speziell mit der Entwicklung der Holothurien beschäftigten, im Stande sein möchte, ohne Kenntniss der späteren Umwandlungen die vorliegende Anlage mit dem definitiven Verhalten in Einklang zu bringen. Bekanntlich hat schon Joh. Müller darauf hingewiesen, dass bei den Holothurienlarven das Ambulacralsäckchen sich frühzeitig hufeisenförmig krümmt und den Vorderdarm umgreift. Es entsendet an seiner convexen Aussenseite fünf „Blinddärmchen“, welche sich zu den Fühlerkanälen entwickeln, während fünf kleinere, mit ihnen alternirende Aussackungen sich zu den Radiärkanälen ausziehen. Indem noch eine Poli'sche Blase als elfte Aussackung sich hinzugesellt und die hufeisenförmige Anlage zu dem Ambulacralling sich schliesst, wird das definitive Verhalten vorbereitet. Die späteren Beobachter haben im Allgemeinen die gewissenhaften Beobachtungen des Altmeisters bestätigt, obwohl sie im Detail manche Abweichungen von dem bisher als typisch betrachteten Verhalten bekannt machten. So berichten Kowalewsky (1867) und Selenka (1876, p. 171), dass in manchen Fällen drei Fühlerkanäle früher angelegt werden als die übrigen, während Ludwig (1891, p. 5 [183]) bei den Larven der *Cnemaria Planci* eine Entstehung der Fühlerkanäle aus den jungen Radiärkanälen nachwies. Sie knospen hier in asymmetrischer, aber durchaus gesetzmässiger Weise aus den Radiärgefässen.

Mögen nun die Fühlerkanäle Beziehungen zu den Radiärgefässen aufweisen oder mögen sie unabhängig von ihnen ihre Entstehung nehmen, so haben wir es doch immer mit einer Anlage zu thun, an deren convexem Aussenrand einseitig die Kanäle angelegt werden. Ganz anders bei unseren Larven: eine hufeisenförmige Krümmung fehlt, und aus dem durchaus dorsal gelegenen Hauptkanal knospen zweizeilig die Nebenäste. Wollte man nun annehmen, dass der langgestreckte Kanal die Anlage des Ambulacralinges abgebe, indem er sich später derart hufeisenförmig krümmt, dass das Hinterende (Taf. III, Fig. 5,  $c^6$ ) mit dem links neben dem Mitteldarm gelegenen Vorderende (amb.) verschmilzt, so könnte man in den rechts (schräg nach vorn) abgehenden Seitenästen die Anlagen der Fühlerkanäle und in den links (schräg nach hinten) gerichteten Seitenästen die jungen Radiärkanäle erblicken. Ob eine derartige Deutung zutrifft, können erst die Umbildungen im Puppenstadium (und das müssen prächtige Stadien sein!) lehren. Ich halte es einstweilen für aussichtslos, die einzelnen Aeste der Ambulacralanlage auf definitive Bildungen zu beziehen und verzichte daher auf die Erörterung anderer möglicher Deutungen. Die Schwierigkeit der Deutung führt uns drastisch vor Augen, wie mangelhaft unsere Kenntnisse der Larven im Vergleich mit der Ueberfülle der bekannt gewordenen Arten sind und welch' überraschende Ergebnisse wir von der weiteren Forschung erwarten dürfen.

7. Die Bildung der Auricularienrädchen.<sup>1)</sup>

## Tafel IV.

Unsere Kenntnisse über die erste Anlage der Skelettheile bei Echinodermen im Allgemeinen und bei den Auricularien im Speziellen sind noch durchaus lückenhaft. Nachdem schon Joh. Müller (4. Abh., 1851, p. 41) darauf hingewiesen hatte, dass die Kalkkörper der Auricularien von Zellen abgeschieden werden, stellten die späteren Beobachter, so Kowalewsky (1867) und Metschnikoff (1869, p. 24) fest, dass die Bildungszellen für die Kalkkörper des Ambulacraringes und des Madreporenköpfchens mesodermaler Herkunft sind und sich von den Mesenchymzellen des Gallertkernes ableiten lassen. Für die Kalkkörper der Holothurienhaut behauptete allerdings späterhin Selenka (1876, p. 169) einen ektodermalen Ursprung, ohne indessen diese Ansicht durch eine histologische Analyse genauer zu begründen. Wenn sie auch neuerdings wieder durch Hérouard (1889, p. 551) aufgenommen wurde, insofern er einen Theil der Kalkkörper von *Cucumaria Planci* in einkernigen hexagonalen Zellen der Epidermis entstehen lässt, so glaube ich doch annehmen zu dürfen, dass Selenka an seiner früheren Ansicht nicht mehr festhält. In einer späteren Publikation wird nämlich von Selenka (1880, p. 46) die Bildung der Kalkkörper bei Larven von Echiniden durchaus auf Rechnung eines Theiles der Mesodermzellen gesetzt. Er spricht sich über diesen Punkt folgendermassen aus: „Man kann deutlich wahrnehmen, wie innerhalb zweier lateral-symmetrisch gelagerter Zellen zuerst ein Kalkkörnchen sich ablagert, wie jedes zu einem regelmässigen Dreistrahler auswächst und wie die skelettogene Zelle sich dann auf einen Strahl zurückzieht, um unter steter Ablagerung von Kalksalzen (und organischer Axensubstanz) an der weiterwachsenden Spitze sich fortzuschieben. Neue Mesodermzellen lagern sich an und bewirken das Wachstum der anderen beiden Strahlen, wieder andere erzeugen die Seitenäste.“

Einen weiteren Fortschritt unserer Kenntnisse über die ersten Anlagen der Skelettheile bahnen die Untersuchungen von Semon (1887, p. 290) an. Semon weist an Seeigellarven (*Strongylocentrotus lividus*) nach, dass der Bildung des Dreistrahlers ein kleiner Tetraeder vorausgeht, welcher innerhalb einer skelettogenen Zelle gelegen ist. Die Grundform für die Kalkgebilde ist demnach eine vierachsige, und erst secundär wird dieselbe dadurch in eine dreiachsige übergeführt, dass um den Tetraeder ein Dreistrahler abgeschieden wird. Der Dreistrahler mit dem central gelegenen, später undeutlich werdenden Tetraeder tritt nun, von einer homogenen Schicht umhüllt, aus dem Zellenleibe aus. Wahrscheinlich geht die Bildungszelle nicht in den homogenen Mantel auf, sondern sie beteiligt sich gemeinsam mit anderen um den Dreistrahler sich sammelnden Zellen an dem weiteren Aufbau des Skelettheiles.

Die Beobachtungen von Semon haben neuerdings in einer sorgfältigen Untersuchung von Théel über die Entwicklung von *Echinocyamus pusillus* (1892, p. 36—38) insofern eine Bestätigung erfahren, als ebenfalls ein Tetraeder beobachtet wurde, welcher den Ausgangspunkt für die Bildung der Kalkskelettheile abgibt. Im Einzelnen lauten allerdings die Angaben von Théel etwas abweichend. Die kalkbildenden Zellen zeigen ein feinkörniges Endoplasma, welches

<sup>1)</sup> Einen Auszug aus meinen früheren Beobachtungen habe ich im Zoologischen Anzeiger (1892, No. 408) veröffentlicht. Die hier mitgetheilten erneuten Untersuchungen haben mich zu einigen von den früheren abweichenden Resultaten geführt.

ein oder mehrere Kalkgranula einschliesst, und ein klares Ektoplasma, welches amöboide Bewegungen ausführt. Der Tetraeder tritt nun niemals im Endoplasma auf, sondern stets in dem klaren Ektoplasma, und zwar erscheint er erst, wenn mindestens drei skelettogene Zellen sich zu einem Häufchen versammelt haben. Das klare Ektoplasma der genannten Zellen verschmilzt zu einer hellen, organischen Grundsubstanz, innerhalb deren der Tetraeder offenbar dadurch entsteht, dass die Kalkgranula des Endoplasmas gelöst werden und die Baustoffe für den Tetraeder liefern. Später wird der Tetraeder in einen Dreistrahler übergeführt, an dessen Vergrösserung sich das Ektoplasma weiterer Zellen beteiligt.

Die Angaben des neuesten Untersuchers, nämlich Seeliger's (1893, p. 228), über die Entstehung der Skelettheile bei Crinoiden lauten sehr vorsichtig, da offenbar die Larven von *Antedon* bei ihrer Undurchsichtigkeit wenig günstige Objekte abgeben. Seeliger fand als erste Anlage eines Subbasale ein winziges Kalkkörperchen, das in einem hellen, von mehreren Mesenchymzellen umgebenen Raume lag. Er vermuthet, dass es von einer dieser Zellen nach Art einer cuticularen Secretion ausgeschieden wurde. Offenbar haben wir es hier mit einem späteren Stadium zu thun, das sich sowohl im Sinne Théel's wie Semon's deuten lässt.

Semon ist nun geneigt, in dem zu einem Drei- resp. Vierstrahler auswachsenden Tetraeder überhaupt den Ausgangspunkt für sämtliche Skelettheile der Echinodermen zu erblicken. Es würde diese Auffassung dann auch den Rückschluss gestatten, dass die einzelnen Kalkbildungen das Produkt einer grösseren Zahl von Mesodermzellen repräsentiren. Der Tetraeder ist indessen als Vorläufer der Skelettstücke bisher lediglich bei Echinidenlarven nachgewiesen worden. Wenn wir nun auch nicht in Abrede stellen wollen, dass er sich bei anderen Echinodermenklassen wird auffinden lassen, so kann doch andererseits nicht nachdrücklich genug betont werden, dass kein Forscher — auch Semon nicht — trotz aufmerksamen Suchens die Hautskelettstücke der Holothurien, die Rädchen der Auricularien und die Anker nebst Ankerplatten der Synaptiden auf einen tetraedrischen Ausgangspunkt zurückzuführen vermochte. Nicht einmal ein Drei- resp. Vierstrahler gibt die erste Anlage der Auricularienrädchen resp. Synaptidenanker ab, während allerdings für die Kalkkörper der Dendrochiroten durch Hérouard (1887, p. 875) eine X-förmige Anlage nachgewiesen wurde. So ist denn Semon der Ansicht, dass hier das ursprüngliche Verhalten verwischt wurde und dass das Auftreten eines sechsstrahligen Sternes, wie er die Grundlage für viele Kalkrädchen abgibt, eine Abkürzung des ursprünglichen Verhaltens bedeute.

Es ist ein eigen Ding um die Diskussion phylogenetischer Auffassungen auf einem Gebiete wo die positiven Angaben noch so spärlich fliessen. Ich will mich deshalb damit begnügen, auf die Thatsache hinzuweisen, dass die Auricularien offenbar primitive Larvenformen repräsentiren, insofern der *Bipinnaria* der Seesterne ein Auricularienstadium vorausgeht (vergl. p. 61). Wir können daher mit demselben Rechte, mit dem Semon die tetraedrisch beginnenden Skelettheile als primitive betrachtet, auch die charakteristischen Auricularienrädchen als ursprüngliche Gebilde in Anspruch nehmen. Rädchen geben auch zudem nach der Entdeckung von Joh. Müller (1848, 1. Abth., Taf. VI, Fig. 9—12), welche durch Ludwig für die Asteriden, durch Semon (1887, p. 297) für die Ophiuriden und durch Théel für die Echiniden bestätigt wurde, die Basis für den Aufbau der Stacheln ab. Immerhin ist es mir fraglich, ob wir die Basalrädchen der Stacheln ohne Weiteres den Auricularienrädchen in der Weise homologisiren dürfen, wie dies neuerdings von Dreyer (1882, p. 305) geschehen ist — freilich nicht, ohne dass eine Supposition auf die andere gepropft wurde. Denn die Basalrädchen der Stacheln nehmen im Gegen-

satz zu den Auricularienrädchen nach Ludwig's Angaben (1882, p. 67) aus einem Dreistrahler ihre Entstehung, dem nach Théel's Untersuchung (1892, p. 51) wiederum ein Tetraeder vorausgeht.

Wie aus dem hier gegebenen kurzen historischen Ueberblick ersichtlich ist, so gehen die Meinungen über die erste Anlage der Skelettstücke ziemlich auseinander. Nur in dem Punkte stimmen seit Joh. Müller alle Forscher überein, dass der spätere Aufbau der Skelettstücke durch eine grössere Zahl von Zellen bewerkstelligt wird. Weiterhin ist hervorzuheben, dass mit Ausnahme der nur mit Vorsicht aufzunehmenden Angaben von Héronard positive Beobachtungen über den Antheil der Mesodermzellen an der Bildung des Hantskelettes der Holothurien fast völlig fehlen.

Ich will daher mit meinen Beobachtungen über die Bildung der Auricularienrädchen, trotzdem es mir nicht möglich war, sie an lebendem Material zu controliren, um so weniger zurückhalten, als sie einen Bildungsmodus zeigen, welcher so eigenartig verläuft, dass er sich in keiner Weise in das bisher bekannt gewordene Schema zwängen lässt.

Die Kalkrädchen treten bei unserer *Auricularia nudibranchiata* relativ spät auf. So wiesen die auf Taf. III in Fig. 3 und 4 dargestellten Larven nur wenige (etwa 12) Rädchen auf, welche theils über die Rückenfläche zerstreut waren, theils in den hinteren ohrförmigen Zipfeln lagen. Auf der Bauchseite war nur ein Rädchen hinter dem After wahrzunehmen. Ungewöhnlich reich an Zahl sind sie hingegen bei den grossen Larven (Fig. 6) sowohl über die gesammte Rückenfläche, wie auch über die Bauchfläche (wenn auch auf letzterer minder häufig) zerstreut. Namentlich aber häufen sie sich in den hinteren ohrförmigen Zipfeln so massenhaft an, dass diese Partien am lebenden Thiere weisslich schimmern. Offenbar beschweren sie das Hinterende und bedingen sie dadurch die aufrechte Haltung, welche die grossen Larven bei dem Schwimmen einnehmen.

Zu jener Zeit, wo die ersten Kalkrädchen auftreten, beginnen die zelligen Elemente der Gallerte sich in skelettogene Zellen und in Bindegewebezellen zu sondern. Die letzteren sind bei den jüngeren Larven meist bipolar gestaltet, insofern das Zellplasma sich in zwei breitere Fortsätze ansieht, die ihrerseits wiederum feinere Gabeläste entsenden. Indessen treten auch unipolare und multipolare Bindegewebezellen ab und zu auf. Bei den grossen Exemplaren der *Auricularia nudibranchiata* überwiegen multipolare Zellen, und ausserdem ziehen sich die Ausläufer zu langen, homogenen Fasern aus, welche fast filzartig sich mit den Ausläufern in der Nähe liegender Zellen durchkreuzen (Taf. IV, Fig. 7).

Meist sind die verästelten Bindegewebezellen einkernig; ab und zu trifft man indessen sowohl bei den Synaptalarven wie bei den grossen Auricularien von *Orotava* zwei- und dreikernige Zellen an (Fig. 8<sup>a</sup> und 8<sup>b</sup>). Da ihr Zellenleib nicht grösser ist als jener der einkernigen Bindegewebezellen, so sind sie entschieden nicht aus einer Verschmelzung mehrerer Zellen entstanden. Ungewöhnlich grosse, mit einer ganzen Brut von 8—12 runden Kernen erfüllte Bindegewebezellen fand ich vereinzelt dicht unter dem Ektoderm der Larven von *Orotava*; die in Fig. 9 dargestellten Zellen (sie entstammen dem auf Taf. III, Fig. 3 und 4 abgebildeten Exemplar) mögen den Habitus derartiger Zellen versinnlichen. Die Kerne der Bindegewebezellen sind kugelig und messen 0,003—0,004 mm; sie sind fein granulirt und lassen keine distinkten Kernkörperchen erkennen.

Ausser den hier erwähnten Bindegewebezellen finden sich bei den Synaptalarven und bei den grossen Auricularien kugelige, der Protoplasmaausläufer entbehrende Zellen mit deutlicher

Membran. Bei ersteren treten sie in den beiden hinteren Aurikeln und ganz vereinzelt neben der aboralen Wimperschnur auf. Häufiger sind derartige kuglige Zellen bei den grossen Auricularien dicht unter dem Ektoderm, wie auch in der Nähe der Wimperschnur, und vor Allem längs des Steinkanals verbreitet. Sie messen durchschnittlich 0.01 mm und lassen sich nach ihrem Habitus in zwei Gruppen sondern. Einerseits fallen nämlich blasse Zellen auf, deren Kern mit umgebendem Plasma durch die Ausbildung einer grossen Vakuole an die Zellwand gedrängt wird. Man trifft sie bald einzeln, bald zu zwei bis vier aneinander gedrängt unter dem Ektoderm an (Fig. 10). Jüngere Stadien derselben (Fig. 10<sup>a</sup>) mit relativ kleiner Vakuole nimmt man häufig wahr.

Andererseits sind jene kugligen Zellen, welche wie Pilzsporen zerstreut dem Steinkanal anliegen, mit glänzenden Körnchen erfüllt, zwischen denen von dem mehr central gelegenen Kern die Plasmafäden netzartig zur Wandung ausstrahlen (Fig. 11). Wo die körnigen Einschlüsse, welche durch Säuren nicht gelöst werden, in geringerer Zahl auftreten, lassen sich die Plasmafäden in dem vakuolisirten Inhalt am schönsten wahrnehmen.

Ich glaube nicht fehl zu greifen, wenn ich die kugligen Zellen der Gallerte als skeletogene Zellen in Anspruch nehme, welche auf späteren Stadien die Kalkkörper der Haut und die im Umkreis des Steinkanals auftretenden Kalkgebilde aufbauen. In meiner früheren Mittheilung irrte ich indessen insofern, als ich sie auch für die Bildnerinnen der Auricularienrädchen erklärte. Eine ernente eingehende Untersuchung zeigte mir, dass ich zu dieser Annahme durch das eigenthümliche Verhalten der in Rede stehenden Zellen bei den Auricularien der Synapten verleitet wurde. Hier fallen in den beiden hinteren Aurikeln stark vakuolisirte Zellen leicht in das Auge, welche zwei bis drei wandständige Kerne aufweisen, von denen die Plasmastränge zwischen den polyedrisch sich aneinander pressenden hellen Vakuolen ausgehen (Fig. 12<sup>c</sup>). Die Kerne selbst können durch den Druck der Vakuolen in Mitleidenschaft gezogen werden und unregelmässige Formen annehmen. Neben den mehrkernigen Zellen trifft man einkernige, wie ich sie übrigens auch der Wimperschnur des Stirnfeldes anliegend bemerkte (Fig. 12<sup>b</sup>). Da sie öfter fast dieselbe Grösse wie die mehrkernigen erreichen, so möchte ich annehmen, dass die grössere Zahl von Kernen nicht durch eine Verschmelzung von mehreren Zellen bedingt wird. Nur einmal stiess ich neben den grossen, mehrkernigen Zellen auf zwei dicht aneinander liegende einkernige (Fig. 12<sup>a</sup>), welche der Auffassung Vorschub leisten könnten, als ob sie im Begriff wären, mit einander zu verschmelzen. Wenn mir nun auch spätere Stadien mit beginnender Kalkabscheidung nicht zu Gesicht kamen, so geht doch zur Evidenz aus der Lagerung dieser auffälligen Zellen hervor, dass sie die Bildnerinnen der Kalkkugeln sind. Wenn es noch einss Beweises bedürfte, dass sie nicht mit der Entwicklung der Rädchen in Beziehung stehen, so füge ich hinzu, dass ich späterhin auch noch neben den Bildungszellen der Kalkkugeln in jedem Aurikel die beiden ersten Anlagen der Kalkrädchen auffand.

Nach den Angaben der früheren Beobachter ist die Zahl der ausgebildeten Kalkkugeln ebenso schwankend wie diejenige der Rädchen; zudem sind dieselben meist asymmetrisch vertheilt, insofern die linke Seite, sowohl was das zeitliche Erscheinen, als auch die Zahl der Kalkgebilde anbelangt, bevorzugt wird. Ich kann in dieser Hinsicht die Angaben von Metschnikoff (1869, Taf. I) und Semon (1888, p. 198) mir bestätigen und speziell auch betonen, dass gelegentlich bei jüngeren Larven mehr Kalkkörper ausgebildet sind als bei älteren. Es dürfte weiterhin von Interesse sein, darauf hinzuweisen, dass in jedem Aurikel mindestens vier mehrkernige

Bildungszellen der Kalkkugeln gelegen sind und dass es mir gelang, neben denselben mindestens zwei Anlagen von Rädchen nachzuweisen. Die grossen Schwankungen in der Zahl der Kugeln und Rädchen sind also darauf zurückzuführen, dass mehr oder weniger Bildungszellen gleichzeitig den Verkalkungsprozess einleiten. Was speziell die soliden Kalkkugeln anbelangt, so zeigen dieselben eine radiäre Streifung und, peripher ansitzend, die abgerundeten Kerne der Bildungszelle.

Nachdem ich erkannt hatte, dass die kugligen ein- resp. mehrkernigen Zellen nicht die Bildnerinnen der Auricularienrädchen abgeben, wurde ich bald bei den grossen Larven von *Orotava* auf dicht unter dem Ektoderm gelegene Häufchen von kugligen Kernen aufmerksam. Sie sind nur von wenig Plasma umgeben, welches bisweilen noch kurze pseudopodienartige Ansläufer entsendet (Fig. 13<sup>a</sup>, 13<sup>b</sup>), und gleichen in Grösse und Form so vollständig den Kernen der verästelten Bindegewebezellen, dass ich keinen Anstand nehme, direkte genetische Beziehungen zwischen beiden Elementen zu statuieren. Ich glaube auch weiterhin nicht im Unrecht zu sein, wenn ich die in Fig. 9 abgebildeten vielkernigen Bindegewebezellen als die direkten Vorläufer der Kernhäufchen betrachte. Wenn wir ferner in Betracht ziehen, dass mehrkernige Bindegewebezellen ab und zu in den tieferen Lagen der Gallerte verbreitet vorkommen, so würde die Auffassung nahe liegen, dass die oben erwähnten Kernhäufchen einer einzigen Zelle mit einer Brut von Kernen entsprechen. Die Treue meiner Schilderung nötigt mich indessen, hinzuzufügen, dass ich auch manchmal den Eindruck hatte, als ob es sich um ein Häufchen von Bindegewebezellen handle, dessen Elemente zu einem gemeinsamen Sycyotium zusammenflossen. Für diese Auffassung könnte man zwei Momente geltend machen. Einerseits trifft man gelegentlich in direkter Nähe der Kernhäufchen Bindegewebezellen, welche den Anschein erwecken, als ob sie im Begriffe stünden, sich dem Häufchen zuzugesellen (Fig. 15), andererseits verhalten sich die Kerne auf den später zu schildernden Stadien, wo sie, mit wenig Plasma umgeben, auseinander rücken, so selbständig, dass man den Eindruck von isolirten Zellen erhält. Es ist mir peinlich, dass ich trotz der vielen Mühe, die ich auf Klärung dieser Verhältnisse verwendete, einen positiven Entscheid im einen oder anderen Sinne nicht zu geben vermag. Wo die späteren Bildungsvorgänge so eigenartig liegen, halte ich es für doppelt angezeigt, dass man sich nicht von vorgefassten Meinungen und Analogieschlüssen leiten lasse.

Bemerkt sei weiterhin, dass der dünne Mantel von Plasma, welcher die einzelnen Kerne des maulbeerförmigen Häufchens umgibt, keine Scheidung in ein Ekto- und Endoplasma erkennen lässt. Die Zahl der zu dem Häufchen vereinigten Kerne ist bei *Auricularia nudibranchiata* eine ziemlich grosse, insofern ich etwa 10 bis 18 Kerne zu zählen vermochte. Weit geringer ist ihre Zahl bei den Synaptalarven, wo häufig nur vier Kerne (Fig. 14) zu einem Häufchen zusammentreten; ihre Zahl kann indessen bis auf sechs oder sieben steigen.

Dass wir es in diesen Kernhäufchen mit den Anlagen der Aurikularienrädchen zu thun haben, geht klar aus ihrer weiteren Entwicklung hervor. Als erste Andeutung einer weiteren Differenzirung lässt sich ein von dem Kernhäufchen ausgeschiedener heller Sekretballen nachweisen (Fig. 14 se). Derselbe ist von einer Membran umgeben und nimmt frühzeitig eine mützenförmige Gestalt an. Wie das jüngste bei *Auricularia nudibranchiata* beobachtete Stadium (Fig. 15) lehrt, so liegen der Breitseite des Sekretballens die Mehrzahl der Kerne an, während auf dem Gipfel nur ein Kern, umgeben von einem Plasmamantel ruht. Ich habe indessen auch mehrere Stadien beobachtet, wo (und das scheint die Regel zu sein) die gesammten Kerne lediglich der Breitseite angelagert sind. Zur leichteren Orientirung sei die Breitseite des Sekret-

ballens auch als die Unterseite bezeichnet, insofern sie stets von der Aussenfläche der Larve abgewendet liegt. Der mützenförmige Sekretballen flacht sich rasch scheibenförmig ab und nimmt gleichzeitig durch Verbreiterung des Randes hutförmige Gestalt an. Von oben gesehen erscheint der Rand schwach wellig ausgebuchtet und bald treten den Ausbuchtungen entsprechend radiär angeordnete Zapfen auf (Fig. 16), welche sich rasch zu sternförmig vom Centrum ausstrahlenden Röhren ausziehen (Fig. 17 und 18). Die Entstehung dieser Röhren habe ich früherhin darauf zurückgeführt, dass innerhalb der äusseren Membran des Sekretballens eine neue wellenförmig gebuchtete Membran entstehe. Durch erneute Untersuchung bin ich indessen zu der entschieden richtigeren Auffassung gelangt, dass an scheibenförmigen Rande des Sekretballens eine partielle Verlöthung der oberen und unteren Wandung stattfindet (Fig. 22, rechte Seite). Die nicht verlötheten Partien treten dann als radiär ausstrahlende Röhren uns entgegen. Ich möchte den Vorgang etwa der Bildung von Gefässen bei knospenden Medusen vergleichen, wo ebenfalls durch partielle Verlöthung zweier Schichten die interradialen, zwischen den nicht verlötheten Canälen gelegenen Partien ihre Entstehung nehmen.

Die hutförmige Gestalt des Sekretballens mit seinen sternförmig angeordneten peripheren Röhren kommt auf späteren Stadien noch deutlicher dadurch zum Ausdruck, dass der Rand sich aufkrepelt (Fig. 19). Gleichzeitig beginnen die blinden peripheren Enden der röhrenförmigen Canäle sich gabelförmig zu verbreiten (Fig. 20) und gegenseitig zu einem kreisförmigen Randsinus zu verschmelzen. Es werden also secundär die auf dem vorhergehenden Stadium verlötheten äussersten Partien der Hntkrempe wieder ausgeweitet.

Unverkennbar tritt nun die Form des späteren Kalkrädchens durch eine partielle Verlöthung der Membran des hutförmig ausgebreiteten Sekretballens vorbereitet uns entgegen: die centrale Partie mit dem unter ihr liegenden Kernhaufen entspricht der Narbe (mod.), die sternförmig angeordneten und im Bogen zur Peripherie ausstrahlenden Röhren vertreten die Speichen (rad.) und der periphere Ring repräsentirt den Umfang (die Felgen) des Kalkrädchens (rot). Betrachtet man die ganze Anlage im Profil (Fig. 21), so tritt auf späteren Stadien die hutförmige Gestalt klar hervor. — Die Oberseite des Hütchens ist convex gegen die Aussenfläche der Larve gewölbt und der ziemlich eben gestalteten Unterfläche sitzen wie Pilze die auseinander-rückenden Kerne mit ihrem Plasmamantel an. In dem Hutrande verlaufen bogenförmig (die concave Seite des Bogens ist nach aussen gekehrt) die röhrenförmigen Anlagen der Radspeichen. Je nachdem man auf die Mitte einer Speiche oder auf die zwischen zwei Speichen liegende Partie einstellt, erhält man entweder das Bild einer breiten gebogenen Röhre oder einer feinen zum Ringkanal verstreichenden Membran (Fig. 22, rechte Hälfte). Die letztere ist durch Verlöthung der oberen und unteren membranösen Wand des Hutrandes entstanden. In der etwas centripetal eingeschlagenen Hntkrempe verläuft der die Enden der Speichen verbindende Randsinus (rot).

Ferner darf darauf hingewiesen werden, dass von vornherein die Zahl der Speichen durch die Zahl der radiären Canäle bestimmt wird. Eine nachträgliche Einschaltung von Röhren findet nicht statt und wäre auch nicht möglich, ohne dass die radiäre Anordnung gestört wird. Bekanntlich schwankt die Zahl der Radspeichen an den Kalkrädchen und zwar bei den Synaptalarven innerhalb der Ziffern von 12—16, bei den Rädchen der *Auricularia nudibranchiata* von 13—18.

Man könnte nun auf die Vermutung kommen, dass die schwankende Zahl der Speichen durch die Anzahl der Kerne bedingt werde, welche der Unterseite der Radanlage ansitzen. Ich habe indessen eine Kongruenz niemals nachweisen können und wenn es noch eines speziellen Hin-

weises bedürfte, dass keine Beziehungen zwischen der Zahl der Kerne und jener der Speichen obwalten, so mache ich auf Fig. 23 aufmerksam, welche eine Radanlage der Synaptalarve darstellt. Hier kommen auf vier Zellen (dem füglich dürfen wir die mit Plasma umgebenen und auseinander rückenden Kerne als solche auffassen) 13 Radspeichen. Auch Fig. 24, welche eine Radanlage der grossen Canarischen Larve darstellt, zeigt das Kernhäufchen in 11 auseinander rückende Zellen zerfallen, während 14 Speichen angelegt sind.

Wir haben die Rädchenanlage bereits bis zur völligen Ausbildung der organisch vorgezeichneten Form verfolgt und es erübrigt nur noch des Verkalkungsprocesses zu gedenken. Ich kam mich in dieser Hinsicht um so kürzer fassen, als seit den Untersuchungen von Woodward & Barrett (1858, p. 366, Taf. 14, Fig. 27—31) alle späteren Beobachter bis auf Semon (1887, Taf. 10, Fig. 13; 1888, p. 198) und Ludwig (1892, p. 350) übereinstimmend berichten, dass zuerst der centrale Theil der Rädchen, nämlich die Nabe, verkalkt, dass diese späterhin durch Anlage der Speichen sternförmig wird, bis endlich durch T förmige Gabeläste der peripheren Speichenenden der Radkranz angelegt wird.

Diesen Angaben füge ich hinzu, dass die frühesten Stadien der Verkalkung, welche ich bei den Synaptalarven wahrnahm, ungefähr den in Fig. 18 dargestellten Rädchenanlagen entsprachen. Hier war die Nabe in Gestalt eines umgekehrten Napfes (die Concavität nach unten gekehrt) verkalkt; ihr Rand schneidet mit dem Anfang der Speichen ab und erscheint sanft wellig am Speichenansatz ausgebuchtet. Sobald der Rand der hutförmigen Rädchenanlage sich aufkrepelt und der Ringsinus angelegt wird, verkalken in centrifugaler Richtung die Speichen, indem sie in den vorgebildeten Röhren bis zum Randsinus vordringen. Während sie nun bei den Synaptalarven späterhin T förmige Gabelstücke ausbilden, welche mit den benachbarten zum Radkranz verschmelzen, so gestaltet sich bei den Rädchen der grossen Canarischen Larven die Verkalkung des Radumfanges etwas complicierter. Zwar verbreitern sich auch hier die Speichen zu T förmigen Platten, allein gleichzeitig treten oberhalb der letzteren selbständige Plattenstücke (Fig. 25 x) auf, welche die obere Hälfte des Radumfanges herstellen. Sie sind ursprünglich fast dreieckig gestaltet, breiten sich dann aus und verschmelzen mit den Gabelstücken. Wenn man vorsichtig die Rädchen entkalkt und rechtzeitig den Process unterbricht, so erhält man in rückläufigem Sinne diejenigen Stadien, welche bei der Entwicklung in fortschreitender Richtung durchlaufen werden. Nach einem solchen theilweise entkalkten Präparate ist die Fig. 25 entworfen. Wie endlich die Abbildungen der fertigen Rädchen (Fig. 26 und 27) lehren, so weist der Radumfang kleine Spalten auf als letzte Andeutungen jener Stellen, wo die Gabelstücke zwischen je zwei Speichen aufeinander trafen. Gleichzeitig lehren die Abbildungen, dass der Radumfang am Ansatz der Speichen knotenförmig verdickt ist.

So lange als nun die Nabe verkalkt, trifft man auf der Unterseite der Rädchenanlage das Kernhäufchen im Zusammenhang; späterhin, wenn die Speichen angelegt werden, trennen sich die Kerne und rücken sie von einem Plasmamantel umgeben centrifugal auseinander (Fig. 21, 22, 24, 26, 28). Ich möchte kaum Anstand nehmen, in diesem Vorgang einen Zerfall in einzelne einkernige Zellen zu erblicken und habe mir gerade auf Grund dieses Verhaltens öfter die Frage vorgelegt, ob nicht das Kernhäufchen aus dem Zusammenfluss einzelner Zellen entstanden sei, die, ebenso leicht wie sie sich zum Aufbau eines complicirten Skelettstückes zusammenschaaren, auch später wieder den lockeren Verband aufgeben. Ein sicherer Entscheid ist indessen, wie oben hervorgehoben wurde, schwer zu fällen, weil mehrkernige Bindegewebezellen, welche offen-

bar nicht aus der Verschmelzung einkerniger Elemente entstanden sind, hie und da in der Gallerte vorkommen. Eine Trennung der Elemente kann übrigens auch schon auf den frühesten Stadien eintreten, insofern, wie bei Schilderung der ersten Entwicklungsvorgänge bemerkt wurde, ein Kern gelegentlich auf die Oberseite der Rädchenanlage zu liegen kommt. Man trifft ihn hier auch noch auf den späteren Stadien (Fig. 19 ce) an.

Meist wandern die Zellen, in welche das Kernhäufchen sich auflöst, bis zum Ursprung der Speichen, wo sie oft überraschend regelmässig sich zwischen den einzelnen Speichen anordnen, indem gleichzeitig ihr Plasma strangförmig die hyaline Masse der Rädchenanlage durchsetzt und bis zur Nabe sich auszieht (Fig. 28). Andere Zellen rücken indessen weiter bis zur Mitte der Speichen und ganz vereinzelt sogar bis zum Radumfang vor.

Das centrifugale Auseinanderweichen der Kerne kann nicht überraschen, wenn wir in Betracht ziehen, dass die Untersuchungen neuerer Forscher — und zwar sowohl der Botaniker, wie der Zoologen — klar lehren, dass der Kern die wichtigsten Lebensvorgänge der Zelle beherrscht. Wenn speziell darauf hingewiesen wird, dass die Bildung von Membranen und erstarrenden Sekreten unter thätiger Beeinflussung durch den Kern erfolgt, so dürfte es erklärlich sein, dass der centrifugal erfolgenden Verkalkung ein centrifugales Wandern der Kerne parallel läuft.

Noch auf ein weiteres eigenthümliches Verhalten, welches ich freilich nicht vollständig aufzuklären vermochte, bin ich an den Rädchen der *Auricularia nudibranchiata* aufmerksam geworden. Betrachtet man nämlich die fertigen Rädchen in Medien, welche keine allzu starke Aufhellung des Objectes bedingen, so gewahrt man in ihrem Umkreis eine eigenartige Zeichnung (Fig. 26). Concentrisch mit dem Radumfang verläuft eine feine Contour, von welcher alternirend mit den Radspeichen und an Länge ihnen fast gleichkommend sternförmig angeordnete Röhren (y) an die Peripherie des Rädchens herantreten, um sich hier meist flaschenförmig zu erweitern. Es ist mir leider nicht gelungen, diese Zeichnung in der Profillage mit wünschenswerter Klarheit zu sehen und so vermute ich nur, dass es sich um eine sekundär erfolgende Ausbreitung der organischen Rädchenanlage handelt, welche von der Unterseite des Radumfanges ausgeht und wiederum Verlöthungen ihrer oberen und unteren Wandungen einleitet. Ueber diesen Punkt (ebenso wie auch über den ersten Eintritt der Verkalkung) muss die Beobachtung am lebenden Object Aufschluss geben.

#### 8. Ueber Biokrystallisation.

Das Resultat der hier wiedergegebenen Beobachtungen über die Entstehung der Auricularienrädchen lässt sich dahin zusammenfassen, dass Zellen der Gallerte einen homogenen Sekretballen ausscheiden, welcher durch eine Membran von der Umgebung sich scharf abgrenzt. Durch eine complicirte Faltung dieser Membran wird die Form des späteren Kalkrädchens scharf vorgezeichnet und in dieses organisch vorgebildete Modell erfolgt wie in eine Matritze der Guss der Harttheile.

In einer trefflichen Publikation hat Ebner (1887) nachgewiesen, dass die Kalknadeln der Schwämme und die Skelettheile der Echinodermen doppelbrechend sind und dass ausserdem die beiden Schwingungsrichtungen durch die ganze Nadel hindurch wie in einem Krystall gleich gerichtet erscheinen. Jeder Skelettheil stellt gewissermassen ein Individuum eines einzigen Kalkspathkrystalles dar, das man sich künstlich aus einem Stücke Doppelspath herausgeschnitten

denken könnte. Weiterhin zeigt Ebner, dass die Skelettheile nicht aus reinem Kalkspath bestehen, sondern dass sie Mischkrystalle repräsentiren, denen kleinere Mengen von Natrium, Magnesium, Schwefelsäure und Wasser, niemals aber organische Bestandtheile beigemischt sind. Trotzdem nun die Skelettheile als Mischkrystalle aufzufassen sind, so fehlen ihnen doch Begrenzungen durch wahre Krystallflächen. Ihre äussere Form wird vielmehr durch die Thätigkeit des lebenden Organismus bedingt, durch einen Vorgang, welchen Haeckel zutreffend als „Biokrystallisation“ bezeichnete.

Ueber diese experimentellen Ergebnisse Ebners sind die späteren Beobachter nicht erheblich hinausgekommen. Wohl aber hat die spekulative Betrachtung sich ihrer angenommen und das Problem der Biokrystallisation einer mechanischen Erklärung zugänglich zu machen versucht. In seinen umfänglichen Studien über „die Principien der Gerüstbildung bei Rhizopoden, Spongien und Echinodermen“ sucht Dreyer (1892) den Nachweis zu führen, dass die Skelette der Polycistinen, Spongien und Echinodermen nach dem Vierstrahlertypus gebaut sind. Aus dem unabhängigen Auftreten dieses Typus in verschiedenen Organismengruppen kommt er zu dem Schlusse, dass er nicht durch die spezifische Lebensthätigkeit der Organismen, sondern durch allgemein gültige elementare anorganische Bildungsfaktoren bedingt wird. Die Unabhängigkeit vom Materiale spricht dafür, dass seine Bildungsursachen in mechanischen Kräften der Aussenwelt zu suchen sind. Dreyer kommt also mit F. E. Schulze (Stammesgesch. d. Hexactinelliden 1887) darin überein, dass er eine biokrystallinische Gestaltung verwirft und äussere Faktoren als Bildungsursache der Nadelform in Anspruch nimmt. Er stimmt indessen den Anschauungen Schulze's nicht bei, weil dieselben unter Verwerthung des Selektionsprincipes die Nadeln als Anpassungsformen an den speziellen Bau der Spongien in Anspruch nehmen.

Als formende Ursache für den Vierstrahlertypus nimmt nun Dreyer die Gesetze der Blasenspannung in Anspruch. Da nämlich einerseits ein wabiger Bau des Protoplasma's in vielen Fällen nachgewiesen ist, da andererseits die Zellen selbst vom physikalischen Gesichtspunkte aus als Blasen zu betrachten sind, so gelten für die Aneinanderlagerung dieser Blasen die bekannten physikalischen Gesetze, wonach die Kanten und Wände des Zwischenwandsystems eines Blasengerüstes nach dem Vierstrahlertypus angeordnet sind.

Schon von Seiten der Botaniker (Berthold, Errera) war der Versuch unternommen worden, die Gesetze der Blasenspannung, „das Princip der kleinsten Flächen“, für die Aneinanderlagerung und Gestaltung der Zellenwände in Anspruch zu nehmen. Andererseits hat auch Schulze bereits den bemerkenswerthen Versuch gemacht, die Kugelmorphologie auf die Gestaltung der regulären Vierstrahler der Tetraxonier anzuwenden, indem er die Geisselkammern der Spongien als Hohlkugeln betrachtete, welche sich derart aneinanderlagern, dass zwischen je vier benachbarten und direkt aneinanderstossenden ein tetraedrisch gestalteter Zwischenraum bleibt. Soll dieses mit organischer Masse erfüllte Lückensystem eine Stütze durch Skelettheile erhalten, so wird den mechanischen Anforderungen am zweckmässigsten durch einen Vierstrahler entsprochen.

Man wird es gewiss nur mit Freuden begrüessen, dass der Versuch unternommen wird, die Gesetze der Mechanik für Erklärung der formalen Gestaltung der Harttheile im lebenden Organismus anzuwenden. Wenn — um ein nahe liegendes Beispiel anzuführen — durch die denkwürdigen Untersuchungen V. v. Meyer's gezeigt wird, dass die Anordnung der Spongiosabalken in den Knochen genau den mechanischen Anforderungen an die Stützkraft entspricht,

dass die Balken nach Frakturen eingeschmolzen und den veränderten Druckkräften entsprechend neu geformt werden, so registriren wir gern solche Darlegungen als werthvolle Errungenschaft. Anders liegen aber die Verhältnisse bei den Darlegungen Dreyer's. Es wird nur gezeigt, dass man die Entstehung eines Vierstrahlers sich auf die angegebene Weise versimlichen kann, aber weder das Experiment, noch auch die Entwicklungsgeschichte werden herangezogen, um die Wirkung der Blasenspannung auf die Genese der Harttheile zu demonstrieren. Was wir über die Entstehung des Tetraeders bei den Echinodermenskeletttheilen wissen, kann weder in bejahendem, noch auch verneinendem Sinne angezogen werden. Sicher scheint es nur zu sein, dass er innerhalb einer homogenen Vakuole sich bildet: Niemand hat gesehen, dass Blasenwandungen die tetraedrische Grundform bedingen. Selbst wenn man den günstigsten Fall annehmen wollte, dass vier kuglige Zellen die Vakuole umlagern, so würde man es nur begreiflich finden, dass die Vakuole eine tetraedrische Form annimmt, nicht aber, dass der in ihr schwebende Krystall als Tetraeder angelegt wird. Denn die Druckkräfte vertheilen sich in Flüssigkeiten allseitig und es ist auf keine Weise abzusehen, dass sie gerade zur Entstehung von Tetraedern Veranlassung geben.

Noch viel weniger ist es Dreyer gelungen, den formalen Aufbau der Radiolarien-, Spongien- und Echinodermenskelette aus den Gesetzen der Statik und Mechanik zu erklären. Wenn nicht nur die Blasenspannung, sondern auch die Schwerkraft zur Erklärung herangezogen werden, so handelt es sich halt nur um Hypothesen, denen die experimentelle Grundlage fehlt. Der Verfasser gibt zu, dass er nur eine „vorläufige Skizzirung des Problems“, nicht aber eine mechanische Erklärung zu geben vermag. Ich muss nun gestehen, dass die Art und Weise, wie der Tetraeder resp. Vierstrahler in die bunte Fülle von Polycystinen-, Spongien- und Echinodermenskeletten hineinemonstrirt wird, vielfach etwas Gezwungenes an sich hat. Wenn wir an einen uns speziell interessirenden Fall anknüpfen, so wird Hypothese auf Hypothese gepfropft, um die Form der Auricularienrädchen auf das Schema zurückzuführen. Da wird aus einem Vierstrahler ein Dreistrahler, aus diesem ein Sechsstrahler und endlich ein Vielstrahler construirt, um der vorgefassten Meinung Genüge zu leisten. Geben wir doch lieber zu, dass wir einstweilen noch nicht im Stande sind, die Genese der Auricularienrädchen mit ihren bogenförmig verstreichenden Radspeichen nach mechanischen Gesichtspunkten zu verstehen und halten wir uns an den entwicklungsgeschichtlichen Befund, welcher eine Biokrystallisation uns anschaulich demonstirt.

Anders verfahren freilich einige Entwicklungsmechaniker, welche gerade aus der Jenenser Schule hervorgingen. Die Idee, das Werdende allein aus mechanischen Gesichtspunkten begreifen zu können, gab ihnen Veranlassung, dem Darwinismus den schärfsten Absagebrief zu schreiben. Man hasst das historisch Gewordene, man fühlt sich als schöpferischen Mechaniker, welcher aus einem Tetraeder die Skelettformen, aus einem Klümpehen Eiweiss die organischen Gestalten nach chemisch-physikalischen Gesetzen hervorzaubert. „Durch gelegentliche Beobachtung des Blasengerüsts in einer Bierflasche sind wir gerade auf die Erklärung des Vierstrahlertypus gekommen.“ (Dreyer p. 352) — ich stelle den Neo-Darwinisten zur Vertiefung in ihre Ideen gern eine Flasche Champagner zur Verfügung!

## Litteraturverzeichnis.

- Baur, A.**, Beiträge zur Naturgeschichte der Synapta digitata. 3 Abhandl. in: Nova Acta Acad. Caes. Leop. Carol. Bd. 31, 1864, Taf. 1—8.
- Chun, C.**, Die Bildung der Skelettheile bei Echinodermen, in: Zool. Anzeiger, 15. Jahrg., 1892, p. 470—474.
- Daniellsen et Koren.**, Observations sur le développement des Holothuries, in: M. Sars, J. Koren et D. C. Daniellsen, Fauna litoralis Norvegiae. 2. Liefg., Bergen 1856.
- Dreyer, E.**, Die Principien der Gerüstbildung bei Rhizopoden, Spongien u. Echinodermen, in: Jenaische Zeitschr. f. Naturwissensch. Bd. 26, 1892, p. 204—468, Taf. 15—29.
- v. Ebner, V.**, Ueber den feineren Bau der Skelettheile der Kalkschwämme nebst Bemerkungen über Kalkskelette überhaupt, in: Sitzungsber. der Kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. 95, 1887, I. Abth., p. 55—148, Taf. 1—IV.
- Héronard, E.**, Sur la formation des corpuscules calcaires chez les Holothuries, in: Compt. rend. Acad. Sc. Paris, Tom. 105, 1887, p. 875—876.  
Recherches sur les Holothuries des Côtes de France in: Arch. Zool. expériment. II Sér., Tom. VII, 1889, p. 535—704, Taf. 25—32.
- Kowalewsky, A.**, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Holothurien, in: Mém. Acad. Imp. St. Pétersbg. VII Sér., T. XI, No. 6, 1867, 1 Taf.
- Ludwig, H.**, Entwicklungsgeschichte der Asterina gibbosa Forbes in: Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 37, 1882, p. 1—98, Taf. 1—VIII.
- Die Echinodermen; Brom's Klassen u. Ordnungen d. Thierreichs. Bd. 2, Abth. 3, Leipzig 1889—92.
- Zur Entwicklungsgeschichte der Holothurien, in: Sitzungsber. K. Pr. Akad. d. Wissensch., Berlin 1891, X, p. 179—192.
- Metschnikoff, E.**, Studien über die Entwicklung der Echinodermen u. Nemertinen, in: Mém. Acad. Imp. St. Pétersbg., Tom. XIV, No. 8, Petersburg 1869 m. 12 Taf.
- Embryologische Mittheilungen über Echinodermen, in: Zool. Anzeiger, 7. Jahrg., 1881, p. 43—47.
- Müller, Joh.**, Ueber die Larven u. Metamorphosen der Ophiuren und Seeigel (I. Abhandl.) in: Abh. K. Akad. d. Wissensch. Berlin a. d. J. 1846, Berlin 1848, p. 273—312, 7 Taf.
- Müller, Joh.**, Ueber die Larven u. die Metamorphose d. Echinodermen (2. Abhandl.) in: Abh. Akad. d. Wiss. Berlin a. d. J. 1848, Berlin 1849, Phys. Kl. p. 75—109, 5 Taf.
- Ueber die Larven u. die Metamorphose der Holothurien u. Asterien (3. Abh.) in: Abh. Akad. d. Wiss. Berlin a. d. J. 1849, Berlin 1850, Phys. Kl. p. 35—72, 7 Taf.
- 4. Abh., Fortsetzung der Untersuchungen über die Metamorphose d. Echinodermen *ibid.* a. d. J. 1850, Berlin 1851, p. 37—86, 9 Taf.
- Seeliger, O.**, Studien z. Entwicklungsgeschichte d. Crinoiden (*Antedon rosacea*), in: Zool. Jahrbücher. Abth. f. Anat. u. Ontog. Bd. 6, Jena 1893, p. 161—444, Taf. 12—22.
- Selenka, E.**, Zur Entwicklung d. Holothurien (*Holothuria tubulosa* u. *Cnemaria dolium*), in: Zeitschr. f. wissensch. Zool., Bd. 27, 1876, p. 155 bis 178, Taf. 9—13.
- Die Keimblätter der Echinodermen. Studien über Entwicklungsgesch. d. Thiere. 2. Heft, Wiesbaden 1883.
- Keimblätter u. Organanlage der Echiniden, in: Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 33, 1880 p. 39—54, Taf. V—VII.
- Semon, R.**, Beiträge zur Naturgeschichte der Synaptiden des Mittelmeeres, in: Mith. Zool. Stat. Neapel, Bd. VII, 1886—1887, p. 272—300, Taf. 9 u. 10.
- Die Entwicklung der Synapta digitata und ihre Bedeutung für die Phylogenie der Echinodermen, in: Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft, Bd. 22, 1888, p. 175—309, Taf. VI—XII.
- Zur Morphologie der bilateralen Wimperschmüre der Echinodermen *ibid.*, Bd. 25, 1891, p. 16—25, Taf. II.
- Théel, H. J.**, Report on the Holothurioida Part I, in: Report Sc. Res. Voyage of H. M. S. Challenger Zool. Vol. IV (Part III), London 1882.
- On the development of *Echinozamus pusillus*, in: Nova Acta Reg. Soc. Ups., Ser. III, 1892, p. 1—57, Taf. I—IX.
- Woodward, S. P. and Barrret, L.** On the genus Synapta, in: Proc. Zool. Soc., London, Part XXVI, 1858, p. 360—367, Taf. 14.

Drittes Kapitel.  
Die Nauplien der Lepaden

nebst

Bemerkungen über das Schwebvermögen der pelagisch lebenden  
Crustaceen.

Mit Tafel V und VI.

# Inhaltsverzeichniss.

## III. Kapitel.

### Die Nauplien der Lepaden.

	Seite
1. Charakteristik der beobachteten Nauplien . . . . .	80
2. Das Rückenschild und dessen Drüsenapparat . . . . .	81
3. Die Oberlippe mit den Lippendrüsen . . . . .	84
4. Schwanz und Schwanzstachel . . . . .	85
5. Die Extremitätenpaare . . . . .	86
a. Das erste Antennenpaar . . . . .	87
b. Das zweite Antennenpaar . . . . .	87
c. Das Mandibularfusspaar . . . . .	89
6. Der Darm . . . . .	89
7. Nervensystem und Sinnesorgane . . . . .	90
8. Die Muskulatur . . . . .	93
9. Die Entwicklung der Cypris-Puppe im Nauplius . . . . .	94
10. Betrachtungen über die Nauplien und Cypris-Stadien der Cirripedien . . . . .	98
Das Schwebvermögen der pelagisch lebenden Crustaceen . . . . .	100

„Wer das Glück hätte, diese Geschöpfe im Augenblick, wenn das Ende des Schlauches sich ausdelnt und die Schalenwerdung beginnt, mikroskopisch zu betrachten, dem müsste eins der herrlichsten Schauspiele werden, die der Naturfreund sich wünschen kann. Da ich nach meiner Art zu forschen, zu wissen und zu geniessen, mich nur an Symbole halten darf, so gehören diese Geschöpfe zu den Heiligthümern, welche fetischartig immer vor mir stehen und durch ihr seltsames Gebilde die nach dem Regellosen strebende, sich selbst immer regelnde und so im Kleinsten wie im Grössten durchaus gott- und menschenähnliche Natur sinnlich vergegenwärtigen.“

Goethe, Die Lepadon, 1823.

Die Frage nach der Entwicklung der Cirripeden, welche Götthe in den hier citirten Worten aufwirft, hat kurz nach dem Tode des Altmeisters ihre Beantwortung gefunden. Fast möchte man es bedauern, dass es ihm nicht mehr vergönnt war, seiner Ueberraschung über die Entdeckungen von J. V. Thompson (1830), welcher die Umwandlung eines der Gattung *Cypris* ähnlichen Krusters in einen festsitzenden *Balanus* nachwies und von H. Burmeister (1834), welcher den Nauplius, die cyprisähnliche Puppe und deren Verwandlung in *Lepas anserifera* L. kennen lehrte, Ausdruck zu geben. Seit Thompson's und Burmeister's denkwürdigen Untersuchungen war die Crustaceennatur der Cirripeden erwiesen und keiner der späteren Beobachter, unter denen wir gar manchen bewährten und glänzenden Namen antreffen, hat auf Grund der Entwicklungsgeschichte die Auffassung Cuviers, dass die Cirripeden Mollusken repräsentieren, (sie kehrt noch in der letzten Ausgabe des Règne animal vom Jahre 1830 Vol. 3 p. 174 wieder), zu stützen versucht. Abgesehen von dem Interesse, welches sich an die Umwandlung der fre schwimmenden Larve in ein festsitzendes oder parasitirendes Cirriped, wie sie namentlich durch die Untersuchungen von Darwin (1851, 1854), Fritz Müller (1864), Claus (1869) und Yves DeLage (1884) uns bekannt wurden, anknüpft, so lehren auch die übereinstimmenden Angaben der einzelnen Forscher, dass die Cirripediennauplien sich durch einen ungewöhnlich complicirten Bau und oft durch höchst bizarre Formen auszeichnen. Dies trifft namentlich für die Nauplien der Lepadon zu, welche schon zu Ende des vorigen Jahrhunderts von Stabber (1778 p. 63 Taf. 8 Fig. 3) als *Monoculus marinus* oder *Zee-Luis* kenntlich abgebildet wurden. Manche derselben erreichen nicht nur eine für Nauplien unerhörte Grösse, sondern gleichen durch den Besitz von Rückenstacheln und spiessartig verlängerten Dornen so auffällig den Zoenen der Dekap-

poden, dass man diesen Aehnlichkeiten durch die Benennung Rechnung trug. Als *Archizoëa gigas* beschrieb nämlich Dohrn (1870) einen aus dem pacifischen Ocean (von der chilenischen Küste) stammenden Nauplius, den er als eine Lepadenlarve in Anspruch nahm. Dass er mit dieser Dentung im Rechte war, lehrten die interessanten Mittheilungen von Willemoes-Suhm (1875), welcher während der Challenger-Expedition Gelegenheit fand, zwischen Japan und den Sandwich-Inseln die Entwicklung von *Lepas fascicularis* Darwin zu verfolgen und den Nachweis zu führen, dass ihre Nauplien die Charaktere der sogenannten *Archizoëa* aufweisen. Zudem ist es durch die Beobachtungen von Willemoes-Suhm wahrscheinlich geworden, dass die Dohrn'sche *Archizoëa gigas* dem Entwicklungskreise von *Lepas australis* angehört (1875 p. 137). Während die bisher beschriebenen grossen Lepadennauplien lediglich in dem Gebiete des pacifischen Oceans beobachtet wurden, so konnte ich den Nachweis führen, dass sie auch dem Mittelmeer (1887 p. 25) und dem Atlantischen Ocean (1889 p. 9 [527]) nicht fremd sind. Ich erkannte bald, dass die von mir erbeuteten Exemplare drei verschiedenen Arten zugehören und versuchte, gefesselt durch den bizarren Habitus der Larven, eingehender ihre Organisation zu studiren. Obwohl es nur ein spärliches Material ist, an dem ich meine Beobachtungen anzustellen vermochte, so glaube ich doch in mehrfacher Hinsicht die Angaben von Dohrn und Willemoes-Suhm erweitern und berichtigen zu können. Dohrn hat die Gestalt der Extremitätenanhänge genauer dargestellt als Willemoes-Suhm, obwohl er, wie der letztgenannte Forscher richtig erkannte, die beiden hinteren Beinpaare miteinander verwechselte. Andererseits hat Willemoes-Suhm unsere Kenntnisse über die Anordnung der inneren Organe in mehrfacher Hinsicht gefördert.

Nachdem ich meine Untersuchungen bereits abgeschlossen hatte, erschienen neuerdings die eingehenden und umfassenden Studien von Groom (1894) über die Cirripedenentwicklung. Der Verfasser bereichert in ihnen die Kenntniss vom Bau der Nauplien in so vielfacher Hinsicht, dass ich anfänglich nicht geneigt war, meine Beobachtungen zu veröffentlichen. Da sie indessen an ein interessantes Material anknüpfen, welches unter schwierigen Verhältnissen erbeutet wurde, und da ich auch Groom's Darstellung in verschiedener Hinsicht durch die Beobachtung späterer Stadien, welche zudem in instruktiver Weise lehren, wie die cyprisähnliche Puppe im Nauplius ihre Entstehung nimmt, zu erweitern vermag, so übergebe ich diese bescheidenen Darlegungen der Oeffentlichkeit.

## I. Charakteristik der beobachteten Nauplien.

Die von mir erbeuteten Lepadennauplien sind von den bisher beschriebenen verschieden und vertheilen sich auf drei Arten. Einer derselben ähnelt dem durch Willemoes-Suhm bekannt gewordenen Nauplius der *Lepas fascicularis*; die beiden anderen sind durchaus abweichend gestaltet. Um die Darstellung abzukürzen, belege ich die Larven mit provisorischen Namen. Wenn die letzteren einen etwas mittelalterlichen Beigeschmack haben, so halte man es der absonderlichen Gestalt zu gut: ähneln sie doch ritterlichen Spiessgesellen, welche beschildet und mit eingelegter Lanze die Salzfluth durchreiten. Die von Dohrn eingeführte Bezeichnung „*Archizoëa*“ suche ich zu vermeiden, da die in dem Namen liegende phyletische Beziehung zu den Zoen der Dekapoden nicht zu rechtfertigen ist.

Ich gestatte mir zunächst eine kurze Diagnose der beobachteten Formen zu geben.

1. *Nauplius eques* (Taf. V Fig. 1, 2). Rückenschild stachelig. Stirnhörner horizontal abstehend, Hinterhörner genähert. Hinterrand des Schildes tief ausgebuchtet. Rückenstachel länger als der Schwanz und wenig kürzer als der Schwanzstachel. Die beiden Stacheln und der Schwanz in der proximalen Hälfte mit Dornen bedeckt.

Länge des Rückenschildes (die Schildhörner eingerechnet)	1 mm
Breite des Rückenschildes	0,8 mm
Länge des Schwanzstachels . . . . .	8 mm
Gesamtlänge . . . . .	9 mm

Den *Nauplius eques* fischte ich im offenen Netze, welches bis 1000 m Tiefe versenkt worden war, am 10. September 1887 zwischen Madeira und dem Festlande in nur einem Exemplare.

2. *Nauplius hastatus* (Taf. V Fig. 5 u. 6). Rückenschild glatt, mittlere Stirnhörner kaum angedeutet, Hinterhörner doppelt. Hinterrand flach ausgeschweift. Rückenstachel fehlt, Schwanzstachel von enormer Länge.

Länge des Rückenschildes . . . . .	1 mm
Länge des Schwanzstachels . . . . .	14 mm
Gesamtlänge . . . . .	15 mm

Den *Nauplius hastatus* fischte ich in drei Exemplaren im Laufe des December 1887 an der Oberfläche vor Orotava.

3. *Nauplius loricatus* (Taf. VI Fig. 7 u. 10). Rückenschild bedornet, mit Schildbuckel; seitliche Stirnhörner schräg nach vorn gerichtet, Hinterhörner einfach, Rückenstachel als kurzer Dorn entwickelt. Schwanzstachel mässig lang.

Länge des Rückenschildes . . . . .	1,5 mm
Länge des Schwanzstachels . . . . .	5 mm
Gesamtlänge . . . . .	6,5 mm

Den *Nauplius armatus* fischte ich in geringeren Tiefen von 80—100 m im Golfe von Neapel während des September und Oktober 1886.

## 2. Das Rückenschild und dessen Drüsenapparat.

Die gesammten von mir beobachteten Nauplien haben offenbar die letzte Häutung vor dem Uebergang in das Cypris-Stadium durchgemacht. Es geht dies nicht nur daraus hervor, dass innerhalb einiger derselben bereits das Puppenstadium angelegt ist, sondern auch aus dem Umstande, dass das Rückenschild sich seharf von dem Schwanzende mit seinem langen Stachel abgesetzt hat. In das letztere geht es auf früheren Stadien continuirlich über; erst bei den letzten Häutungen setzt es mit seinem Hinterrand sich selbständig ab, um die Afterregion zu überdachen. Während es anfänglich fast dreieckig gestaltet ist, so nimmt es auf den uns vorliegenden Stadien eine oblonge Gestalt an. Wir können demgemäss einen Vorder- oder Stirrand, die Seitenränder und den Hinterrand unterscheiden. Wie ein umgekehrter Napf überdacht das Rückenschild die untere Körperhälfte mit ihren Anhängen. Eine sanfte buckelförmige Aufreibung, der Schildbuckel, ist in der Mitte zwischen Vorderrand und Rückenstachel bei dem *Nauplius loricatus* entwickelt (Taf. VI Fig. 7 u. 18 n). Das Rückenschild ist durchaus glatt bei

*N. hastatus* und mit zahllosen feinen Dornen (namentlich gegen die Kuppe zu) bei *N. eques* und *loricatus* bedeckt. Seine Kuppe läuft bei *N. eques* in einen enorm langen Rückenstachel (sp. do.) aus, welcher sich allmählich zuspitzt und auf dem breiteren basalen Abschnitt mit Dornen übersät ist. Stark verkürzt und in dieser Hinsicht der *Archizoëa gigas* ähnelnd, ist der Rückenstachel bei *N. loricatus*, während er endlich dem *N. hastatus* vollständig fehlt.

Der Schildrand ist mit kräftigen kegelförmigen Stacheln (c.) besetzt, welche an ihrer Spitze durchbohrt sind und das Sekret der eingelagerten Drüsenzellen austreten lassen. Ich will diese Stacheln als Schildhörner bezeichnen (es ist überhaupt ein misslich' Ding, die zahllosen Anhänge von den feinen Wimpern an bis zu den lanzenförmigen Stacheln scharf auseinanderzuhalten und sie mit verschiedenen Namen zu belegen) und unterscheidet demgemäss die Stirnhörner, die Seiten- und Hinterhörner. Die Stirnhörner, meist vier an der Zahl, gliedern sich in ein Paar mittlere (fr') und in das bekannte, von allen Beobachtern beschriebene Paar seitlicher Hörner (fr.). Die mittleren Stirnhörner sind bei *N. hastatus* reducirt (Taf. V Fig. 6 fr'), während die seitlichen bei *N. loricatus* und *hastatus* schräg nach vorn, bei *N. eques* horizontal gerichtet sind. Bevor ich den feineren Bau der grossen Stirnhörner schildere, weise ich nur noch darauf hin, dass die Seitenhörner in 3 Paaren, die Hinterhörner in einem Paar auftreten. Zwischen diesen stärkeren Schildhörnern finden sich nun noch schwächere, welche ebenfalls an ihrer Spitze durchbohrt sind und mit Drüsenzellen in Beziehung stehen. Gelegentlich entwickeln sie sich so kräftig, dass sie mit den anliegenden Stacheln Doppelhörner (z. B. bei *N. hastatus*) bilden.

Die seitlichen Stirnhörner (fr.) bilden eine besonders charakteristische Auszeichnung der Cirripediennauplien. Während sie an den eben angeschlüpften Larven bogenförmig nach rückwärts gerichtet sind, so nehmen sie bei den wiederholten Häutungen allmählich eine horizontal gestreckte Lage ein, um dann späterhin schräg nach vorn zu divergiren. Bei dem *N. eques*, *N. hastatus* und dem von Willemoes-Suhm beschriebenen Nauplius von *Lepas fascicularis* bestehen sie anscheinend aus zwei Gliedern, insofern eine Ringfurchung das verschmälerte distale Drittel von dem kegelförmig verbreiterten Basalabschnitt trennt (Taf. V Fig. 3 u. 11). Ihr Innenraum wird von dem breiten chitinisirten Ausführgang (d. gl.) der mächtigen Stirndrüsen durchzogen, während ihr freies Ende einen complicirten Stechapparat aufweist, auf den bereits Dohrn und Willemoes-Suhm aufmerksam wurden. Die Spitze der Stirnhörner ist nämlich von zwei dolchförmigen Stechborsten, einer grösseren dorsalen (s. do.) und einer kleineren ventralen (s. ve.), besetzt. Um die kleinere Borste breitet sich ein Chitinlöffel aus, welcher gewissermassen das Ende des Drüsenausführganges darstellt (Taf. VI Fig. 8). Er läuft in lange Spreuborsten aus, von denen die mittelste zu einer zarten Stechgräte umgebildet ist.

Die Ausstattung der seitlichen Stirnhörner mit Stechgräten und den einem Löffel aufsitzenden Spreuborsten deutet entschieden darauf hin, (wie bereits Claus [1876 p. 80] u. Hoek [1876 p. 73] vermutheten), dass wir es mit einer Waffe zu thun haben, welche entweder zur Vertheidigung oder zur Bewältigung der Beute (vielleicht auch zu beiden Zwecken) dient. Da nun in den Ausführgang der Hörner mächtige Drüsen einmünden, so wäre es wohl denkbar, dass das Sekret derselben giftige oder betäubende Eigenschaften besitzt. Ueberhaupt ist ja der mächtig entwickelte Drüsenapparat des Rückenschildes eine der bemerkenswerthesten Auszeichnungen unserer Nauplien. Dohrn wurde bereits bei seiner *Archizoëa gigas* darauf aufmerksam (1870 p. 599), dass nicht nur die seitlichen Stirnhörner, sondern auch die Seitenhörner auf ihrer Spitze durchbohrt sind und mit Zellen in Beziehung stehen, welche er als Drüsenzellen deutete.

Aehnlich lauten auch die Beobachtungen von Willemoes-Suhm (1875 p. 140) über die grossen Nauplien von *Lepas fascicularis*, während aus der Darstellung von Claus (1876 p. 80) und Groom (1894 p. 174) hervorgeht, dass bei den kleinen Larven der Balanen und den jungen Lepaden-nauplien lediglich die Stirnhörner mit Drüsen versehen sind. Nur bei den Larven von *Balanus perforatus* und *Chthamalus stellatus* sind nach Groom's Befunden auch ein Paar hinterer Drüsen ausgebildet.

Ich habe diese Drüsen des Rückenschildes (gl.) genauer geprüft, weil immerhin die bisherigen Angaben über ihre Struktur etwas vager Natur sind. Zunächst bemerke ich, dass bei dem *N. lorincatus* sämtliche Seitenhörner und zwar sowohl die grossen, wie die kleinen, zur Ausmündung von Drüsen dienen. Aehnlich liegen die Verhältnisse bei dem *N. eques* und *N. hastatus*, obwohl gerade bei letzterem einige der kräftigeren Seitenhörner nicht mit Drüsen ausgestattet sind. Durchweg sind es je zwei langgestreckte Drüsenzellen, welche gemeinsam auf einem Schildhorn ausmünden. Eine netzförmige Verbindung zwischen den Drüsenpaaren, wie sie Dohrn und Willemoes-Suhm darstellen, habe ich nie beobachten können. Die paarweise ausmündenden Drüsenzellen sind von auffälliger Länge (Taf. V Fig. 12 a, b) und verlaufen ziemlich gerade gestreckt dicht aneinander geschmiegt zu dem betreffenden Schildhorn. Sie sind einkernig und zwar liegen die Kerne (nu.) im hinteren, gelegentlich etwas geknickten Drittel der Zelle. Der Inhalt ist fein granuliert und mit hellen Vakuolen (va.) erfüllt, welche an dem meist etwas ausgebauchten peripheren Abschnitt der Zelle zusammenfliessen.

Zwischen den grösseren Drüsenpaaren trifft man auch bedeutend kleinere (Taf. V Fig. 12 b, x), welche auf kaum angedeuteten Höckern des Schildrandes ausmünden. Endlich lassen sich auch lang spindelförmig ausgezogene Zellen wahrnehmen, welche offenbar in der Bildung begriffene, noch nicht ausmündende Drüsenzellen darstellen (Fig. 12 b, y).

Denkt man sich die Drüsenpaare des Schildrandes stark vergrössert und bauchig aufgetrieben, so erhält man die grossen Drüsen der seitlichen Stirnhörner (gl. fr.), welche ebenfalls zu je zweien vereint sind. Sie fallen durch ihr starkes Lichtbrechungsvermögen auf, welches durch die zahlreichen, oft polyedrisch aneinander gedrängten Sekrethschollen bedingt wird. Die letzteren verdecken oft den Zellkern so völlig, dass er erst auf Schnitten wahrgenommen wird. Der Ausführgang (Taf. V Fig. 3 u. 11 d. gl.) erstreckt sich als auffällig weites Rohr mit chitinisirten Wandungen durch die ganze Länge der Stirnhörner. In einem Falle bemerkte ich bei dem *N. hastatus* neben dem eintretenden Drüsenpaar noch ein zweites, welches ebenfalls in den gemeinsamen Ausführgang mündete. Die beiden Paare unterschieden sich hier kaum von den seitlichen Drüsenpaaren des Schildrandes.

Zwischen dem Drüsen-system des Rückenschildes ist ein Netzwerk von Bindegewebezellen (Taf. V Fig. 11. z) entwickelt, die bald faserförmig sich strecken, bald multipolare, vielfach sich kreuzende und verflechtende Ausläufer an die Drüsenzellen und Muskelfasern entsenden. Oft macht es täuschend den Eindruck, als ob man es mit feinen an die secernirenden Zellen herantretenden Nerven zu thun habe. Thatsächlich sind denn auch solche multipolare Zellen von Willemoes-Suhm (1875 p. 140) für Ganglienzellen in Anspruch genommen worden. Ich muss indessen gestehen, dass es mir einerseits nicht gelungen ist, eine Verbindung der in Rede stehenden Zellen und Fasern mit dem centralen Nervensystem nachzuweisen und dass mir andererseits das spärliche Untersuchungsmaterial für einen sicheren Entscheid nicht ausreichend erschien.

Mit Entschiedenheit stelle ich indessen in Abrede, dass in die Hörner und Stacheln des

Rückenschildes Muskeln eintreten, welche eine Beweglichkeit derselben bedingen. Claparède (1863 p. 100 u. 120) hielt die seitlichen Stirnhörner für die äusseren Antennen und deutet die einmündenden Drüsen als Muskeln und ebenso behauptet Buchholz (1869 p. 35), dass die seitlichen Stirnhörner schwach beweglich sind. Willemoes-Suhm, der zwar keine Bewegung an ihnen wahrnehmen konnte, beschreibt doch immerhin Muskeln, welche nicht nur in die letztgenannten, sondern auch in den langen Rückenstachel eintreten (1875 p. 139 u. 140). Ich werde noch späterhin darlegen, dass die von Willemoes-Suhm für Muskeln in Anspruch genommenen Bildungen ganz anderer Natur sind und betone daher nur, dass für eine Beweglichkeit der Schildfortsätze alle mechanischen Voraussetzungen, nämlich eine gelenkige Insertion und eintretende Muskeln, fehlen.

### 3. Die Oberlippe mit den Lippendrüsen.

Die ungewöhnlich mächtige Ausbildung der Oberlippe (lbr.) hat schon die ersten Beobachter der Cirripedenlarven überrascht. Sie ist bei unseren grossen Nauplien nur wenig kürzer als das Rückenschild und verstreicht als stämmiger medianer Zapfen von dem Vorderrande des Körpers schräg abwärts nach hinten. Ihr Frontaldurchmesser ist breiter als der in der Medianebene gelegene (Taf. V Fig. 9); ihr Vorderrand ist gewölbt, während der Hinterrand eher eingebuchtet erscheint. Mehr oder minder deutlich setzt sich ein breiter Proximalabschnitt von einem schlankeren Distalabschnitt ab (Taf. V Fig. 8 prox. u. dist.).

An ihrer Basis liegt zwischen der Bauchseite des Körpers und dem Hinterrande der Lippe die Mundöffnung (Taf. V Fig. 7 o.). Ihre Lage hat zuerst Hoek (1876 p. 72) richtig erkannt; die früheren Beobachter und speziell auch Dohrn und Willemoes-Suhm verlegten die Mundöffnung irrthümlich auf das Distalende der Oberlippe, indem sie die später zu erwähnenden dort ausmündenden Drüsen als Oesophagus in Anspruch nahmen.

Das freie Ende der Oberlippe ist mit fünf Zähnen ausgestattet, nämlich mit einem Paar kräftiger hakenförmig gebogener Vorderzähne (Taf. V Fig. 4, 7—9 d. ant.), einem zweiten Paare von Seitenzähnen (d. lat.) und endlich einem unpaaren hinteren Zahn (d. post.), auf welchem die Oberlippendrüsen ausmünden. Zu diesen gesellen sich noch als besondere Auszeichnung für den *N. eques* zwei Paare von Seitenzähnen, welche in weitem Abstand an den mittleren und proximalen Seitenrändern der Oberlippe ausgebildet sind (Taf. V Fig. 4 d. sup.). Zwischen den distalen paarigen Zähnen, welche bei dem *N. loricatus* schwächer ausgebildet sind, als bei den beiden anderen Formen, tritt ein Schopf von Wimpern auf; ausserdem ziehen sich zwei Längsreihen feiner Wimpern an den Seitentheilen der Oberlippe hin (Taf. V Fig. 7). Die Hinterfläche der Oberlippe ist seitlich mit kurzen dornförmigen Zähnchen übersät (Taf. VI Fig. 12).

Die Oberlippe der von mir aufgefundenen Lepadennauplien unterscheidet sich von jenen der *Archizoëa gigas* und des Nauplius von *Lepas fascicularis* wesentlich dadurch, dass nach Dohrn's Befund bei ersterer 5 Paare von distalen Seitenzähnen und nach den Angaben von Willemoes-Suhm (1875 p. 141) bei letzterem 3—4 Paare ausgebildet werden.

Charakteristisch für die Oberlippe aller Cirripedenlarven ist ein System von Drüsen, welches bisher vielfach irrthümlich gedeutet wurde. Leicht fallen vier auffällig grosse und langgestreckte einkernige Drüsenzellen in die Augen, welche auf dem medianen hinteren Zahn der Oberlippe ausmünden (Taf. V Fig. 7 gl. lbr.). Sie wurden früherhin für den Oesophagus ge-

halten, bis kürzlich Groom ihre wahre Bedeutung richtig erkannte (1894 p. 176). Sie gleichen den seitlichen Drüsen des Rückenschildes und unterscheiden sich von jenen der Stirnhörner dadurch, dass ihr Sekret nicht in Gestalt von Schollen, sondern in Form kleiner lichtbrechender Kügelchen ausgeschieden wird. Ihnen schmiegen sich am proximalen Ende noch einige kleinere schlanke Drüsenzellen an, welche strangförmig ausgezogen bis gegen den Oesophagus hin zu verfolgen sind.

Neben diesem central gelegenen unpaaren Drüsensystem tritt noch ein zweites System paariger Drüsen auf, welches Willemoes-Suhm richtig als solches erkannte (1875 p. 142). Groom hat dieses Drüsenpaar übersehen, während schon Döhrn (1870 p. 102) auf die „runden Ballen“ aufmerksam geworden war. Es liegt dieses Drüsenpaar links und rechts unterhalb der Mundöffnung, der Hinterseite der Oberlippe genähert (Taf. V Fig. 7 gl. sup.). Um Klarheit über dasselbe zu erlangen, zerlegte ich ein Exemplar des *N. hastatus* in Längsschnitte und fand an diesen die in Rede stehenden Drüsen aus zahlreichen Zellen zusammengesetzt. Sie sind von sehr ungleicher Grösse: die kleinen Zellen liegen im Allgemeinen nach Innen (der Medianebene zugekehrt), die grossen nach Aussen. Zwischen diesen 0,006 mm, resp. 0,05 mm messenden Zellen mit ihren runden 0,004—0,009 mm messenden Kernen findet man alle möglichen vermittelnden Grössenverhältnisse bei den übrigen Drüsenzellen. Die grössten Zellen gleichen in ihrer Struktur ziemlich jenen, welche die unpaare Drüse zusammensetzen.

Es ist nun kein leichtes Ding, an den Schnitten über die Ausmündung der paarigen Drüsen Aufschluss zu erhalten. Ich glaube indessen, mich ziemlich sicher davon überzeugt zu haben, dass die Zellen sich jederseits um einen feinen Ausführgang gruppieren, welcher hinter der Mundöffnung in den Oesophagus seitlich einmündet.

Willemoes-Suhm spricht sich über die Art der Ausmündung nicht weiter aus, vermuthet indessen, dass die in Rede stehenden Drüsen während der Metamorphose sich zu den Kittdrüsen der Haftantennen umbilden. Ich glaubte anfänglich ebenfalls an eine derartige Beziehung, vermag sie indessen durch keine positive Beobachtung zu stützen. Sicher ist es nur, dass die paarigen Drüsen nicht an der Basis der ersten oder zweiten Ruderantennen ausmünden und demgemäss nicht als die bisher vermissten Excretionsorgane des Nauplius zu deuten sind.

#### 4. Schwanz und Schwanzstachel.

Der Schwanzanhang (cd.) der Nauplien setzt sich, wie schon oben (p. 81) hervorgehoben wurde, auf späteren Stadien scharf von dem ihm überdachenden Rückenschild ab. Man hat ihn wohl auch als *Thorax-Abdomen* bezeichnet, weil auf seiner proximalen Bauchseite die 6 Paar Rankenfüsse und der Abdominalfortsatz angelegt werden. Schon auf frühen Stadien sprosst aus dem dorsalen Anfangstheil des Schwanzes der Schwanzstachel (sp. cd.) hervor, welcher aussehnlich heranwachsend, den Schwanz an Länge um das Mehrfache überbietet. Nur bei der von Döhrn beschriebenen *Archizoëa gigas* bleibt er kurz und erreicht er kaum die Länge des Schwanzes, während er bei dem *N. loricatedus* und *N. eques* doppelt, bei dem *N. hastatus* sogar dreimal länger als der Schwanz wird. Ueberhaupt ist der *N. hastatus* (Taf. V Fig. 5) mit seinem nicht weniger denn anderthalb Centimeter messenden Schwanzstachel der grösste aller bisher beobachteten Nauplien.

Schwanz und Schwanzstachel laufen in eine lange feine Spitze aus und sind in ihrer

ganzen Länge oder doch wenigstens in ihrem breiteren proximalen Abschnitt mit feinen Dornen übersät. Dazu gesellen sich auf der proximalen Unterseite des Schwanzes sechs Paare kräftiger Abdominal-Haken (sp. abd.), denen in weiterer Entfernung noch zwei weitere Hakenpaare (sp. post.) folgen (Taf. VI Fig. 12 u. 18). Dieses Verhalten scheint für die letzten Häutungsstadien der Nauplien allgemein zuzutreffen, während die jüngeren Stadien durch eine geringere Zahl von Hakenpaaren charakterisirt sind. Nach Willemoes-Suhm (1875 p. 142) scheint die Vermehrung der Abdominalhaken mit den successive aufeinander folgenden Häutungsstadien ziemlich gleichen Schritt zu halten und so dürfte von diesem Gesichtspunkte aus zu vermuthen sein, dass das von mir beobachtete Exemplar des *N. equus* noch nicht die letzte Häutung überstanden hat, insofern es ausser den beiden grösseren distalen Hakenpaaren nur drei proximale aufweist. Zudem trat hier eine Asymmetrie auf, insofern linksseitig vier, rechtsseitig drei Haken entwickelt waren.

Da der Schwanz junger Nauplien an seinem Ende in 2 Stacheln ausläuft, so möchte ich vermuthen, dass die letzteren mit den Abdominalhaken correspondiren und dass zwischen ihnen der häufig teleskopartig eingestülpte distale Schwanzabschnitt sich allmählich vorschiebt.

Nach den Angaben von Dohrn (1870 p. 603) und Willemoes-Suhm (1875 p. 142) sind nicht nur die Abdominalhaken, sondern auch Schwanz und Schwanzstacheln beweglich und mit Muskeln ausgestattet. Ich muss indessen mit Entschiedenheit bestreiten, dass die von den genannten Forschern beobachteten Gewebelemente kontraktiler Natur sind. Abgesehen davon, dass die Abdominalhaken vollständig starr ohne gelenkige Insertion dem Chitinpanzer aufsitzen resp. einfache Fortsätze des Panzers repräsentiren, lässt sich leicht darlegen, dass die von Willemoes-Suhm als Muskel gedeutete Gewebslage bestimmt ist, die Rankenfüsse und das Abdominale des künftigen Cirripeds zu bilden. Andererseits ist auch das korkzieherförmige Gebilde, welches auf seiner Figur 15 sowohl den Schwanz wie den Schwanzstachel in ganzer Länge durchzieht, kein Muskel, sondern die Matrix der betreffenden Stachel, welche sich vor der Häutung von dem Chitinskelett abgehoben hat. Auf die Bildung der Rankenfüsse und des Abdomens der Cirripedenpuppe innerhalb des Nauplius werde ich im Verlaufe dieser Darstellung noch zurückkommen.

## 5. Die Extremitätenpaare.

Den Nauplien der Cirripeden kommen drei Paare gegliederter Lokomotionsorgane zu, welche früherhin in sehr verschiedenem Sinne gedeutet wurden. Während die älteren Forscher — so z. B. Burmeister (1834 p. 19) und Darwin (1854 p. 114) — die seitlichen Stirnhörner der Nauplien in die späteren Haftantennen der Cirripedenpuppe übergehen liessen, so haben Krohn (1860 p. 7), F. Müller (1864 p. 62) und Claus (1876 p. 80) darauf hingewiesen, dass die Stirnhörner vergängliche Bildungen sind und dass die Haftantennen der Puppe aus dem ersten Extremitätenpaar des Nauplius ihre Entstehung nehmen. Wenn es überhaupt noch einer Bestätigung bedürfte, so verweise ich auf die Figur 14 und 15 der Tafel V, welche überzeugend darthut, dass die Stirnhörner nicht in den Organismus der Puppe herübergenommen werden, sondern dass die Haftantenne mit ihren charakteristischen Auszeichnungen innerhalb des ersten Extremitätenpaares ihre Entstehung nimmt. Wir sind demnach vollständig im Rechte, wenn wir im Einklang mit den neueren Beobachtern das erste Extremitätenpaar des Nauplius als erste Antenne (*antennula*), das zweite Paar als zweite Antenne und das dritte Paar als Man-

dibularfuss bezeichnen. Das zweite Antennenpaar soll nach den Angaben von Claus (1870 p. 81) bei der Metamorphose vollständig abgeworfen werden, während über das Schicksal des dritten Paares insofern noch nicht völlige Klarheit herrscht, als die Umbildung seines basalen Abschnittes zur Mandibel nur vermuthet werden darf.

Ich habe dem Studium der Extremitätenanhänge um so mehr meine Aufmerksamkeit zugewendet, als sie nicht nur durch ihre mächtige Entfaltung, sondern auch durch ihren überreichen Besatz mit kräftigen und feinen, bald einfachen, bald gefiederten Borsten, mit Sinneshaaren, Wimpern, Gräten, Dornen, Zähnen und Kaufortsätzen imponiren. Es ist freilich ein missliches Ding, alle diese formenreichen Cuticularanhänge scharf auseinanderzuhalten und sie mit verschiedenen Namen zu belegen, weil die Extreme durch vermittelnde Bildungen ausgeglichen werden. Immerhin hoffe ich, dass die Abbildungen, welche unter Berücksichtigung der natürlichen Haltung und Lagerung entworfen wurden, die Beschreibung nach Möglichkeit verständlich machen werden. Unter den bisherigen Beobachtern hat Dohrn noch am eingehendsten die feineren Verhältnisse berücksichtigt, obwohl er an den isolirten Extremitätenpaaren die zweiten Antennen mit den Mandibeln verwechselte, während die Darstellung von Willemoes-Suhm und theilweise auch diejenige von Groom etwas schematisch gehalten ist.

#### a. Das erste Antennenpaar.

Die ersten Antennen (*antennulae at'*), bekanntlich stets einästig, finde ich in Uebereinstimmung mit den Angaben von Dohrn (1870 p. 603) und Willemoes-Suhm (1875 p. 143) bei allen beobachteten Nauplien aus 6 Gliedern zusammengesetzt. Buchholz (1869 p. 30) und Groom (1894 p. 179) geben die Zahl ihrer Glieder bei den jüngeren Nauplien der Lepaden und Balanen auf nur vier an, während Lang (1876 p. 109) sie bei den Balanen-nauplien fünfgliedrig fand.

Das Basalglied geht breit ohne besondere gelenkige Insertion in die Bauchfläche des Körpers über; die zweiten, dritten und vierten Glieder nehmen in distaler Richtung an Länge zu, während die fünften und sechsten, kleiner als die vorhergehenden, in derselben Richtung an Grösse abnehmen (Taf. VI Fig. 1). Die dritten bis fünften Glieder sind an ihrem distalen Unter- rande mit grossen Schwimmborsten ausgestattet und zwar sind am dritten Gliede eine, am vierten fünf und am fünften Gliede drei Borsten ausgebildet. Endlich trägt das letzte Glied an seinem Vorderrande drei Borsten. Sehr eigenartig gestaltet sich die Ausstattung der Schwimmborsten mit seitlichen Fiederästen, wie ich sie auf der Fig. 1 der Taf. VI zur Anschauung zu bringen versuchte. An jedem dritten bis fünften Gliede tritt eine glatte ungefederte Borste auf, während die übrigen zweizeilig gefiedert sind. Bei dem *N. eques* fand ich auch die 3 Endborsten des letzten Gliedes ungefedert. Unter den Fiederborsten fallen drei auf, welche auf der einen Seite mit dicht stehenden, erst am Ende der Borste sich zu längeren Fiedern ausziehenden Wimpern bedeckt sind.

#### b. Das zweite Antennenpaar.

Das zweite Antennenpaar (*at''*) ist das mächtigste und am complicirtesten gebaute der Extremitätenanhänge. Es ist zweiästig und setzt sich aus einem zweigliedrigen Protopoditen,

aus einem achtgliedrigen Exopodit und einem viergliedrigen Endopodit zusammen. Dohrn gibt die Zahl der Exopoditenglieder auf 7 (1870 p. 604), Willemoes-Suhm (1875 p. 144), Groom (1894 p. 180) und Lang (1876 p. 110) hingegen auf 9 an. Der letztgenannte Autor findet in Uebereinstimmung mit Dohrn und Lang den Endopoditen dreigliedrig, während Willemoes-Suhm keine genaueren Angaben macht.

Die beiden Stammglieder des Protopoditen sind ungemein kräftig und breit. Dies gilt speziell von dem ersten Glied, welches in der Höhe der Mundöffnung ohne scharf ausgeprägte Gelenkung in die Bauchfläche übergeht. An seiner distalen Innenfläche trägt es den kräftigen hakenförmigen Kaufortsatz, welchen bereits Dohrn zutreffend abbildete. Er ist an seinem Unter- rand mit Wimperborsten besetzt und lüftet in mehrere Zähne aus, von denen der äusserste sich anwärts krümmt (Taf. VI Fig. 1 *proc.* Fig. 15).

Das zweite Stammglied ist ebenfalls an seiner Innenfläche mit einem Fortsatze ausgestattet, welcher kegelförmig gestaltet ist und an seinem Ende einen Schopf von Wimperborsten aufweist. Dazu gesellen sich noch drei kurze und kräftige Fiederborsten (Taf. VI Fig. 9, z.). Auf diesen zapfenförmigen Anhang, welcher vielleicht speziell bestimmt ist, die Nahrung zu prüfen, ist Dohrn gleichfalls aufmerksam geworden. Beide Stammglieder sind an ihrem distalen Aussenrand mit einem Kranze feiner Dornen besetzt.

Die Glieder der Exopoditen nehmen in distaler Richtung an Länge und Breite *continuirlich* ab. Sie sind an ihrem Vorderrande mit gewaltigen Schwimmborsten besetzt, welche von dem sockelförmig vorgezogenen Distalabschnitt des Gliedes durch eine Ringfurehe sich abheben (Taf. VI Fig. 2—4, 9). Nur das erste Glied ist mit einer relativ feinen Fiederborste ausgestattet, während an dem zweiten zwei, an den übrigen Gliedern nur je eine Schwimmborste sich inseriren (Taf. VI Fig. 1). Das letzte Glied ist mit 4 Borsten ausgestattet. Die Borsten sind einseitig mit langen und in weiten Abständen stehenden Fiederborsten besetzt; nur drei Borsten des letzten Gliedes sind zweizeilig mit zum Theil enorm langen Seitenborsten befiedert.

Zu diesen kräftigen Borsten gesellen sich an den Exopoditengliedern ausser den feinen distalen Häkchenkränzen noch Wimperborsten, welche einreihig über die Aussenfläche der Glieder hinziehen (Taf. VI Fig. 9).

Der viergliedrige Endopodit ist in mehrfacher Hinsicht eigenartig gestaltet. Das erste Glied, länger als breit, und an seinem distalen Aussenrand ausgesackt, kommt an Grösse ungefähr dem entsprechenden des Exopoditen gleich: das zweite Glied ist bei dem *N. hastatus* von ungewöhnlicher Länge (Taf. VI Fig. 1, II), während es bei den übrigen Arten das erste an Ausdehnung nicht überbietet. Von ihm hebt sich das relativ kurze dritte Glied nur un deutlich ab, während das vierte, ebenfalls un deutlich abgesetzt, zu einer kurzen und breiten Platte reducirt ist. Dem ersten Gliede sitzen an seiner Innenfläche drei kurze und stämmige Fiederborsten an (Taf. VI Fig. 9) und ausserdem zieht sich an seinem Hinterrande eine Längsleiste einzeliger Wimperborsten hin; das zweite trägt zwei, das dritte eine und das vierte vier fiederüstige Schwimmborsten. Die letzteren sitzen am Distalende der betreffenden Glieder und nehmen successive an Länge zu. Bei dem *N. hastatus* war neben den beiden kräftigen Borsten des zweiten Gliedes noch eine schwächere ausgebildet (Taf. VI Fig. 2 u. 4), während andererseits die beiden übrigen Arten an dem letzten Gliede nur drei Borsten erkennen liessen. Die kräftigeren Borsten setzen sich durch eine Ringfurehe scharf von dem vorgezogenen Gliedabschnitt ab (Taf. VI Fig. 2—4).

c. *Das Mandibularfusspaar.*

Das dritte Extremitätenpaar (md) setzt sich aus einem zweigliedrigen Protopodit, einem viergliedrigen Exopoditen und einem dreigliedrigen Endopoditen zusammen. Döhrn gibt die Zahl der Exopoditen- und Endopoditenglieder auf nur je zwei an, während Willemoes-Suhm den Endopoditen dreigliedrig und den Exopoditen fünfgliedrig zeichnet, aber im Texte (1875 p. 144) sich sehr unklar über die Gliederzahl ausdrückt. Die Zahlen, welche Lang (1876 p. 111) und Groom (1894 p. 181) angeben, weichen wiederum von meinen Befunden ab, insofern sie den Exopoditen als fünfgliedrig, den Endopoditen als dreigliedrig (Lang) resp. zweigliedrig (Groom) betrachten.

Das erste Basalglied geht wie alle entsprechenden Glieder der vorausgehenden Extremitäten ohne gelenkige Insertion in die Bauchfläche des Nauplius über. An seiner Innenfläche sitzt ihm ein kegelförmiger grosser Zapfen auf, der mit einem Schopfe feiner Wimperborsten bedeckt ist und dem Kaufortsatz des vorausgehenden Extremitätenpaares entspricht (Taf. VI Fig. 12 pr'). Das zweite Stammglied (pr'') ist länger als breit und weist an seiner Innenfläche drei kräftige säbelförmig geschwungene Borsten auf, welche dicht mit feinen zweizeilig angeordneten Fiedern bedeckt sind. Ausserdem treten an der Hinterfläche desselben zwei Halbkreise von langen Wimperborsten auf.

Die vier Exopoditenglieder (Taf. VI Fig. 1 md. ex.) sind relativ kurz und nehmen in distaler Richtung continuirlich an Grösse ab. Das erste Glied trägt zwei kurze, das zweite und dritte je eine lange Schwimmborste, welche zweizeilig befiedert sind. Dem letzten Glied, welches einen Schopf Wimperhaare trägt, sitzen zwei Borsten von verschiedener Länge auf. Die kleinere gleicht den vorausgehenden, während die grössere Endborste ungewöhnlich kräftig entwickelt ist. Sie übertrifft bei dem *N. hastatus* alle Borsten der vorausgehenden Extremitäten an Länge, während sie bei den übrigen Nauplien denselben mindestens gleich kommt. Bei ruhigem Schweben wird sie parallel dem Schwanze getragen; sie ist bewimpert und setzt sich mit ihrem proximalen verbreiterten Abschnitt scharf, fast wie ein selbständiges Glied, von dem Endglied des Exopoditen ab.

Das erste Glied des Endopoditen trägt am Innenrande drei kurze und kräftige säbelförmige Borsten, von denen zwei bewimpert sind (Taf. VI Fig. 12 en.). Das zweite Glied ist mit vier Borsten, zwei befiederten und zwei glatten, ausgestattet, während das Endglied fünf glatte Borsten aufweist.

Betrachtet man den Protopodit und Endopodit des Mandibularfusspaares von hinten, wie dies in Figur 12 auf Taf. VI dargestellt ist, so kann man sich des Eindruckes nicht erwehren, dass die reiche Ausstattung ihrer Glieder mit säbelförmig geschwungenen und bewimperten Borsten einen Reusenapparat abgibt, welcher das Entgleiten der erbeuteten Nahrung verhütet.

Eine allgemeine Erörterung über den physiologischen Werth des bei unseren Nauplien zu so ungewöhnlicher Entfaltung gelangenden Borstensystemes soll noch in einem allgemeinen Schlusskapitel angestellt werden.

## 6. Der Darm.

Der Darmtraktus zerfällt in drei wohl von einander gesonderte Abschnitte: in einen Vorderdarm (oes.), Mitteldarm (int.) und Enddarm (re.). Die Mundöffnung (o.) liegt, wie dies Hoek

(1876 p. 72) zuerst richtig erkannte, zwischen dem basalen Hinterrande der Oberlippe und der Bauchfläche des Nauplius (Taf. V Fig. 7). Sie führt in einen bogenförmig aufsteigenden Vorderdarm (Oesophagus), welcher offenbar bei der Nahrungsaufnahme stark erweitert werden kann. Ich finde ihn nämlich auf Querschnitten (Taf. VI Fig. 6) durch die Contraction der ihn umgürtenden kräftigen Ringmuskelfasern (mu. circ.) stark gefaltet und sein Lumen auf einen ausgebuchteten Spaltraum reducirt. Die ihn auskleidenden Zellen messen durchschnittlich 0,01 mm. Den Ringmuskelfasern wirken Radiärfasern (mu. rad.) als Antagonisten entgegen, welche an den Chitinpanzer der Oberlippe, wie dies Claus (1891 Taf. III Fig. 11) richtig andeutete, sich anheften.

Nach den Angaben von Buchholz (1869 p. 37) und Groom (1894 p. 183) ist er im Leben in ständiger peristaltischer Bewegung begriffen. Der Magen ist weit und im Leben lebhaft braunroth gefärbt. Er wird von einem einschichtigen Cylinder-Epithel ausgekleidet. Die Epithelzellen (Taf. V Fig. 13) sind in ihrer Mitte mit feinen Pigmentkörnchen (pg.) ausgestattet und lassen an ihrem basalen Theil den runden Kern, an ihrem freien Ende einen breiten Cuticularsaum (cut.) erkennen. Gegen den Enddarm zu strecken sie sich, wie dies auch Groom (1894 p. 184) erkannte, lang cylindrisch, um dann in das niedrige Epithel des Enddarmes überzugehen. Der letztere zerfällt mehr oder minder deutlich in zwei Abschnitte, nämlich in einen vorderen erweiterten, mit Nahrungsresten erfüllten und in einen hinteren dünnwandigen Abschnitt, welcher zwischen Schwanz und Schwanzstachel durch den After (an.) ausmündet.

Wie Buchholz (1869 p. 37) und Groom (1894 p. 184) berichten, so ist der Mitteldarm namentlich in seinem hinteren Abschnitt von Ringmuskeln umgürtet. Ich habe diese an dem einzigen in Längsschnitte zerlegten Exemplare nicht deutlich wahrnehmen können, wohl aber wurde ich an derselben Stelle auf langgezogene einkernige Fasern (f.) aufmerksam, welche Groom als glatte Muskelfasern in Anspruch nimmt. Es ist nicht leicht, ohne Beobachtung des lebenden Thieres zu entscheiden, ob derartige Fasern bindegewebiger oder kontraktiler Natur sind. Wäre letzteres der Fall, so könnte man sich immerhin erklären, dass sie bei ihrer Contraction den Pylorus erweitern und dem Speisebrei den Uebertritt in den Enddarm ermöglichen.

Ueber die Nahrung, welche die Nauplien geniessen, haben die früheren Beobachter und neuerdings auch Groom keinen sicheren Anhalt zu gewinnen vermocht. Man findet den Mittel- und Enddarm mit einem organischen Detritus erfüllt, welcher häutig grünlich gefärbt ist und bald als pflanzliche, bald als animale Kost gedeutet wurde. Ich vermag über die Qualität der Nahrung wenigstens insofern Aufschluss zu geben, als ich in dem Speisebrei des *N. loricatus* zahlreiche isolirte Nadeln von Radiolarien und wohl erhaltene Skelette von Diktyochen wahrnehmen konnte. Ausserdem schimmerten noch Panzer verschiedener Diatomeen-Arten hindurch. Bei dem *N. eques* vermochte ich ausserdem noch Reste von Globigerinenskeletten nachzuweisen.

## 7. Nervensystem und Sinnesorgane.

Seit jener Zeit, wo Krohn (1860 p. 2) den Nachweis führte, dass das Gehirn der Lepadennauplien einen Schlundring entsendet, welcher oval ausgezogen den Oesophagus umkreist, ist unsere Kenntniss vom centralen Nervensystem der Larven nicht erheblich gefördert worden. Die Darstellung von Nussbaum (1890 p. 35 Taf. XI Fig. 3), welcher ebenfalls den Schlundring sah, geht nicht über die Angaben von Krohn hinaus und auch dem neuesten Beobachter, nämlich Groom (1894 p. 185) sind eine Reihe wichtiger Verhältnisse entgangen, obwohl er das Nerven-

system an Schnitten studirte. Zudem ist ihm die einzige zutreffende Abbildung des Hirnes einer Lepadenlarve, wie sie Claus in seinen bekannten Untersuchungen über das Medianauge (1891 a. p. 28 Taf. XI Fig. 11) gegeben hat, unbekannt geblieben.

Ich glaube, dass ich die Angaben meiner Vorgänger in einigen wesentlichen Punkten, welche einerseits den Abgang der Extremitätennerven, andererseits die Bildung des ventralen Abschnittes betreffen, zu ergänzen vermag. Sie gründen sich freilich auf die Untersuchung nur eines Exemplares von *N. loricaeus*, welches ich in Horizontalschnitte zerlegte. Aus der Schnittserie rekonstruirte ich die in Fig. 14 auf Taf. VI gegebene Darstellung des centralen Nervensystemes.

Das Gehirn setzt sich aus zwei paarigen Abschnitten, den vorderen und hinteren Hirnlappen und aus einem unpaaren Augenlappen, welcher das Medianauge trägt, zusammen.

Die vorderen paarigen Hirnlappen (Taf. VI Fig. 13 u. 14 l. ant.) liegen der Stirnfläche des Chitinpanzers dicht an und besitzen annähernd birnförmige Gestalt. Nach der oben erwähnten Abbildung von Claus zu schliessen lässt sich am lebenden Objekte eine Zusammensetzung aus einer kleineren dorsalen und einer grösseren ventralen Partie constatiren. Von der letzteren entspringen die charakteristischen frontalen Sinnesorgane (Taf. V Fig. 7, Taf. VI Fig. 13 fil.), welche Spence Bate zuerst sah und als vielfach gegliederte Anhänge abbildete (1851 Taf. VIII Fig. 13). Bekanntlich deutet sie Darwin (1854, *Balanidae* p. 105) als die inneren (ersten) Antennen. Dass sie indessen mit Extremitätenanhängen Nichts gemein haben, sondern in die Kategorie der bei Entomostraken und bei den Larven der Malakostraken weit verbreiteten Frontalorgane gehören, haben namentlich die Untersuchungen von Claus dargethan. Den Beschreibungen der früheren Autoren vermag ich wenig hinzuzufügen. Sie sind zweigliedrig und zwar wird die untere Hälfte von einem derbwandigen Chitinrohr umkleidet, welches sich distal verjüngt. Aus seinem kelchförmig vorgezogenen Endabschnitt ragt ein schlauchförmiger, sehr zurtwändiger und stumpf endender Sinnesfaden hervor, welcher ebenso wie die von dem Chitinrohr umschlossene centrale Masse im Innern fein fibrillär gestreift ist.

Eine breite Bindebrücke ganglionärer Substanz geht von beiden vorderen Hirnlappen aus, um sich mit dem mitten zwischen die letzteren eingelagerten *lobus opticus* (l. opt.) zu vereinigen. Derselbe wölbt sich dorsal hoch empor und trägt das nach den Untersuchungen von Claus dreigetheilte Medianauge. Ich vermoehte zwar an den Schnitten diese Dreitheilung zu bestätigen, bin aber nicht im Stande, über die feineren Strukturverhältnisse befriedigenden Aufschluss zu geben.

Die beiden hinteren Hirnlappen (l. post.) sind rundlich und kleiner als die vorderen. Von ihnen strahlt der zu einem langen Oval ausgezogene und hinten bogenförmig geschlossene Schlundring (com.) aus. Er besteht aus Fasersubstanz und ist in seinem ganzen Verlaufe an den ventralen Seitenflächen mit kleinen Ganglienzellen belegt. Da an keiner Stelle die Ganglienzellen sich zu paarigen Ganglienknotten erheben, so ist es nicht leicht, diejenige Partie scharf zu umgrenzen, welche etwa als unteres Schlundganglion aufzufassen wäre. Wohl aber vermag ich auf ein Verhalten aufmerksam zu machen, welches bisher noch von keinem Untersucher der Cirripediennauplien beobachtet wurde. Im hinteren Drittel des Schlundringes ist nämlich eine Querkommissur (in der Höhe des zweiten Antennenpaares) ausgebildet, welche lediglich aus Fasern besteht (Taf. VI Fig. 14a). Die genauere Erforschung der späteren Umwandlungsstadien kann erst Aufschluss geben, ob die im Umkreise der Querkommissur gelegenen Partien sich zu dem unteren Schlundganglion differenziren.

Ueber den Ursprung der Extremitätennerven fehlen bisher genaue Angaben. Ich habe denselben für alle in Betracht kommenden Nerven festzustellen vermocht und hebe zunächst im Allgemeinen hervor, dass sie durchweg von dem Schlundring entspringen. Dicht hinter dem Hirn gehen zunächst zwei Nervenpaare ab, von denen das obere Paar zu den ersten Antennen (n. at'), das untere in die Oberlippe (n. lbr.) verläuft. Die Nerven zu den zweiten Antennen (n. at'') sind sehr kräftig und wurzeln in der Höhe der Querkommissur. Zwischen den genannten Nervenpaaren entspringt noch ein Paar feiner Nerven, deren weiteren Verlauf ich nicht verfolgen konnte. Am Hinterrande der Schlundkommissur entspringen zunächst die Mandibelnerven (n. md.) und endlich ein Paar langer in die hintere Körperregion verstreicher Nerven (n. post.).

Die Extremitätennerven verlaufen durch die ganze Länge der Extremität, hie und da feine Fasern an die Muskeln entsendend und namentlich am Ende der Gliedmaassen, da, wo die grossen Schwimmborsten abgehen, zu langgestreckten Ganglien anschwellend (Taf. VI Fig. 2 ga.) Deutlich heben sich aus der feinfaserigen Ganglienmasse die runden, mit einem oder zwei, (selten mehr) glänzenden Kernkörperchen ausgestatteten Kerne der Ganglienzellen ab.

An der Basis der stärkeren Schwimmborsten liegen Zellen, deren Contouren sich schärfer markiren. Sie sind polyedrisch (nicht spindelförmig ausgezogen) und entsenden enorm lange fibrilläre Ausläufer, welche Claus (1891 p. 365) als Achsenfäden bezeichnete, in die Borsten. Wir haben es hier mit jenen charakteristischen Zellen zu thun, welche an der Basis der Sinnesborsten gelegen, bald als Ganglienzellen, bald als Sinneszellen beurtheilt wurden. Da ich noch in einem späteren Kapitel Gelegenheit nehmen werde, auf die Frage nach der Natur dieser Zellen genauer einzugehen, so erwähne ich nur, dass der neueste Beobachter, nämlich vom Rath (1894), eine vermittelnde Stellung einnimmt, indem er die in Rede stehenden Zellen als „Sinnesnervenzellen“ in Anspruch nimmt, welche sowohl in proximaler, wie in distaler Richtung enorm lange nervöse Ausläufer entsenden. So interessant nun auch die in der neuesten Publikation vom Rath's mitgetheilten Thatsachen sind, so muss ich doch gestehen, dass einerseits unsere Kenntnisse durch die Anwendung der modernen Untersuchungsmethoden erst in Fluss zu kommen scheinen und dass andererseits der Unterschied von der Auffassung von Claus, welcher die basalen Zellen als Ganglienzellen und den von der Matrix wohl unterschiedenen Achsenfäden als feinstreifigen nervösen Ausläufer betrachtete, nur unerheblich zu sein scheint. Ob wir die Zellen mit dem wenig glücklich gewählten Namen „Sinnesnervenzellen“ belegen oder ob wir sie Ganglienzellen nennen, dürfte thatsächlich mehr Sache des individuellen Geschmacks sein. Ich beschränke mich darauf, die bei den Nauplien zu beobachtenden Verhältnisse mit wenig Worten darzulegen und sie durch einige Zeichnungen, welche ich vor zwei Jahren anfertigte, zu illustriren. Sie beziehen sich auf zwei Exemplare des *N. hastatus*, deren eines mit Chromosmiumsäure, deren anderes mit Sublimat behandelt wurde.

Jede stärkere Schwimmborste wird von einem feinstreifigen Achsenfaden (Terminalstrang vom Rath) durchzogen, welcher einer einzigen vor der Basis der betreffenden Borste gelegenen Zelle entstammt (Taf. VI Fig. 2—5 ax.). Sie besitzt einen relativ grossen runden resp. ovalen Kern mit meist einem, selten zwei bis vier glänzenden Kernkörperchen. In einem Falle, und zwar an den drei im zweiten Endopoditenglied des zweiten Antennenpaares gelegenen Borsten, beobachtete ich, dass eine Zelle zwei Borsten, eine kräftige und eine schwächere, durch zwei Achsenstränge versorgte (Taf. VI Fig. 4).

Entschieden sind indessen die von den genannten Zellen ausgehenden und zu einem

Achsenfäden gesammelten Fibrillenzüge nicht die einzigen, welche in die Borste eintreten. Ziemlich scharf heben sich an in Alkohol oder Wasser beobachteten Objekten feine Fibrillenzüge ab, welche aus dem hinten gelegenen Ganglion stammen und über die Terminalzellen hinweg sich den Fibrillenzügen des Achsenfadens zugesellen (Taf. VI Fig. 3 u. 4).

Ein weiteres eigenthümliches und, wie mir scheint, bisher nicht beobachtetes Verhalten konnte ich an den Achsenfäden sämmtlicher grosser Borsten des Exopoditen der zweiten Antenne nachweisen. Hier liegen nämlich in mässiger Entfernung von der Basis der Borsten ovale Kerne in die Substanz des Achsenzylinders eingebettet (Fig. 5 ma.). Dass es sich nicht etwa um Matrixkerne handelt, wie sie als runde blasse Kerne deutlich in der Nähe der Basis der Borsten wahrzunehmen sind (ma.), lehrt die Betrachtung von verschiedenen Seiten. Die in Rede stehenden Kerne des Achsenstranges liegen innerhalb der gesammten Borsten in annähernd gleicher Höhe. Ich vermochte nur je einen Kern im Verlaufe des Achsenstranges wahrzunehmen.

Wie diese Befunde zu deuten sind, müssen weitere Beobachtungen lehren. Da ich nicht in der Lage bin, sie an Präparaten, welche mit der Golgi'schen Methode behandelt wurden, zu controliren, so glaube ich auch mit voreiligen Deutungen zurückhalten zu sollen.

In die Kategorie der Sinneshaare gehören entschieden auch jene Kreise von Wimperborsten, welche schon von früheren Beobachtern an der Bauchseite der Nauplien beobachtet und genauer von Groom (1894 p. 177) dargestellt wurden. Ich habe diese in eleganten Curven sich hinziehenden Bogensysteme gleichfalls beobachtet (Taf. V Fig. 7 u. 10) und belege sie mit den von Groom eingeführten Namen. Wir unterscheiden demgemäss einen vorderen Bogen (arc. ant.), zwei in der Nähe der Flexoren gelegene Bögen (arc. fl.), einen inneren und äusseren Maxillarbogen (arc. ex. mx. und arc. prox.) und endlich einen Analbogen (arc. an.), welcher mit einigen kräftigen Borsten endet.

## 8. Die Muskulatur.

Die quergestreifte Muskulatur der Nauplien, wie sie zuerst durch Buehholz (1869 p. 35) und durch Hock (1876 p. 73 u. 77) eingehender berücksichtigt wurde, fällt durch den Reichtum an isolirt verlaufenden Primitivfasern auf. Immerhin muss sie im Vergleich zu der mächtigen Entwicklung der Extremitätenpaare als relativ schwach entwickelt bezeichnet werden: kräftige Muskelbündel, welche eine rasche Schwimmbewegung ermöglichen könnten, fehlen vollkommen. Wir haben es vielmehr mit einzelnen Gruppen von kontraktilen Fasern zu thun, welche bald als Extensoren, bald als Adduktoren Verwerthung finden.

Ich will versuchen dieselben kurz zu charakterisiren, indem ich mit den Muskeln der vorderen Körperregion beginne und successive die nach hinten gelegenen anreihe.

Zunächst sind Muskelfasern hervorzuheben, welche am Rückenschild sich ansetzend zu dem vorderen Proximalrand der Oberlippe verstreichen (Taf. V Fig. 7 mu. lbr.). Zu ihnen gehören zwei Fasern, welche die Oeffnung zwischen dem *Lobus opticus* und den hinteren Hirnlappen durchsetzen (Taf. VI Fig. 13 mu.). Dieser Fasern hat auch der neueste Beobachter, nämlich Groom, keine Erwähnung gethan. Wohl aber spricht er (1894 p. 184) von Muskeln, welche von dem verbreiterten Proximalabschnitt der Oberlippe zum distalen verlaufen. Ich habe derartige Muskeln nicht wahrnehmen können.

Die folgenden Muskelgruppen, welche sich jederseits in zwei Längsreihen (Taf. VI Fig. 10

mu.) am Rückenschild ansetzen, verlaufen zu den Extremitäten und dürften als Levatoren (die seitliche Aussenbewegung der Extremitäten vermittelnd) in Anspruch zu nehmen sein. Sie durchkreuzen sich, wie Groom richtig hervorhebt, an manchen Stellen derart, dass die zu den Vorderantennen verstreichenden in der Höhe der hinteren entspringen und umgekehrt. Immerhin lassen sich 3 Gruppen nachweisen, von denen eine zu den Vorderantennen (mu. at'), eine mittlere zu den Hinterantennen (mu. at'') und eine dritte zu den Mandibularfüßen (mu. md.) verläuft (Taf. V Fig. 7). Ihnen wirken als Antagonisten, nämlich als Adduktoren, Muskelgruppen entgegen, auf welche Groom gleichfalls hinwies. Sie entspringen auf der Medianfläche der Bauchseite und sind in Fig. 7 der Taf. V querdurchschnitten angedeutet (mu. tr.).

Ein besonders kräftiger aus zwei bis drei Fasern bestehender Muskel setzt sich an der Dorsalfläche des Rückenschildes an, um schräg nach hinten und aussen zur Ansatzstelle des Schwanzes zu verstreichen. Auf ihn ist bereits Buchholz aufmerksam geworden; ich bezeichne ihn mit Groom als *flexor caudae* (Taf. V Fig. 7, Taf. VI Fig. 10, 18 fl. ed.), da er offenbar das Abwärtsbeugen des Schwanzes bedingt und hierbei zur Erweiterung der Afteröffnung Veranlassung gibt.

Endlich erwähne ich eines kräftigen Muskels, welcher bisher übersehen wurde. Er entspringt hinter dem vorher genannten unterhalb des Rückenschildes und setzt sich in der Höhe der Ursprungsstelle des Schwanzstachels an (Taf. V Fig. 7, Taf. VI Fig. 10, 18 fl. sp. ed.). Ich bezeichne ihn als *flexor spinac.*, da er den Schwanzstachel beugt. Dagegen konnte ich die von Groom (1894 p. 187) erwähnten Dilatatoren des Anus, welche als Radiärfasern an den Enddarm herantreten sollen, nicht nachweisen.

Die Extensoren der Extremitäten heften sich an das Basalglied des Protopoditen an; nur wenige Fasern lassen sich noch durch die nächstfolgenden Glieder in ununterbrochenem Verlaufe verfolgen. Die übrigen quergestreiften Muskeln der Extremitäten zeigen in ihrer Anordnung eine bunte Mannigfaltigkeit, welche ich möglichst getreu in Fig. 1 auf Taf. VI zur Anschauung zu bringen versuchte. Bald treffen wir Fasern an, welche nur von einem Glied bis zum nächstfolgenden verstreichen, bald durchsetzen sie zwei oder auch mehr Glieder ohne Unterbrechung. In den Anfangstheil der Borsten dringt keine Faser vor; nur der kräftige Kaufortsatz am zweiten Antennenpaar wird, wie schon Dohrn (1870 p. 1, Taf. 29 Fig. 10) richtig erkannte, von Muskeln versorgt.

Dass die Angaben von Willemoes-Suhm über grosse Muskeln, welche Schwanz und Schwanzstachel durchziehen, sowie über Muskelgruppen, welche die Abdominalhaken bewegen, auf unrichtigen Deutungen beruhen, habe ich bereits oben (p. 86) hervorgehoben.

## 9. Die Entwicklung der Cypris puppe im Nauplius.

Unter dem von mir gefischten Materiale fanden sich drei Nauplien (dem *N. hastatus* und *N. lorvatus* zugehörig), welche mehr oder minder weit in der Umwandlung zum Cypris-Stadium vorgeschritten waren. Sie repräsentiren zwar nur einzelne Phasen aus den späteren Entwicklungsvorgängen, sind aber doch so interessant, dass ich das Wenige, was ich zu ermitteln vermochte, nicht verschweigen will. Zudem betreffen sie ein Stadium, welches in den bisherigen Darstellungen der postembryonalen Entwicklung der Lepaden kaum Berücksichtigung fand.

Anscheinend unvermittelt und völlig überraschend entsteht bei der letzten Häutung des

Nauplius ein Wesen, welches fast aller Naupliencharaktere verlustig gegangen ist und wegen seiner äusseren Aehnlichkeit mit Ostrakoden den Namen „Cypris-Puppe“ erhielt. Nun haben schon die Beobachtungen von Claus (1876 p. 81) und Lang (1876 p. 112) gelehrt, dass bei den Balanen ganz allmählich die Gestalt der Cypris-Puppe innerhalb des Nauplius angelegt wird. Sie beobachteten die von Claus als Metanauplien benannten Stadien, welche nach Art der Copepoden innerhalb der Naupliushülle bereits die Maxillenpaare und späteren Rankenfüsse anlegten. Aehnliche Stadien sind bisher von den Lepaden nicht bekannt geworden. Die trefflichen Untersuchungen von Claus (1869) und Willemoes-Suhm (1875) über die Metamorphose der Lepaden knüpfen an die fertige Cypris-Puppe an, ohne dass ihre Anlage innerhalb des Nauplius den genannten Beobachtern zu Gesicht gekommen wäre. Nun zeigen meine Beobachtungen, dass es sich im Principe um ähnliche Vorgänge wie bei der Balanenmetamorphose handelt. Immerhin lassen aber meine Wahrnehmungen erkennen, dass entschieden bei den Balanen primitivere Verhältnisse, als bei den Lepaden obwalten, insofern bei den letzteren die Extremitäten gleichzeitig in auffällig weiter Entfernung von den Gliedmaassen des Nauplius angelegt werden und erst spät durch eine Verkürzung des Leibes an ihre definitive Stelle rücken.

Die Ausbildung der Maxillen, Rankenfüsse und des Abdomens knüpft an eine Ektodermverdickung an, welche zwischen den 6 Paaren von Abdominalhaken gelegen ist (Taf. V Fig. 7 th. abd.). Da also Brust und Hinterleib des späteren Cirripeds im Anfangstheile des Schwanzes der Nauplien vorgebildet werden, so ist die mehrfach eingeführte Bezeichnung „Thoraco-Abdominalabschnitt“ für den Schwanz durchaus zutreffend. Die genannte Ektodermverdickung ist bereits von Dohrn bei der *Archizoëa gigas* beschrieben und abgebildet worden (1870 p. 602 Taf. 19 Fig. 7). Er schildert sie als ein Gewebe, welches in zwei Strängen zwischen den Abdominalhaken verläuft und an jeden der Haken einen Zweig abgibt. Dohrn war im Zweifel, „ob es nervöser Natur gewesen sei, oder ob es kontraktile war“. Der letzteren Ansicht neigt sich Willemoes-Suhm (1875 p. 142) zu, welcher die Abdominalhaken für beweglich hält und in seinen Figuren 20 und 22 die in Rede stehende Ektodermverdickung als Muskeln bezeichnet. Dass ihm indessen die topographischen Beziehungen zwischen den Abdominalhaken und den Ruderfüssen nicht unbekannt geblieben sind, geht aus seiner Bemerkung hervor: „The movable spines simply mark the place where, later on, we find the segmented abdomen of the Cypris“ (p. 143).

Die in Rede stehende Region der Cirripediennauplien wurde späterhin von Grobben gelegentlich seiner bekannten Untersuchungen über die Entwicklung von *Cetochilus* (1881 p. 30) in Betracht gezogen. Grobben findet bei den Nauplien einer *Sacculina* und eines *Balanus* (?) das Ektoderm auf der Ventralfläche des hinteren Körperabschnittes aus hohen cylindrischen Zellen gebildet, welchen jederseits ein Streifen von 4 grossen Zellen aufliegt. Er deutet dieselben als Mesodermstreifen und vermuthet, dass jeder Streifen durch wiederholte Theilung einer einzigen Mesodermzelle seine Entstehung nahm. Den von Hoek (1876 p. 76) an derselben Stelle bei Balanenlarven erwähnten, aber sehr undeutlich abgebildeten Zellhaufen sucht Grobben in gleichem Sinne zu deuten.

Gegen diese Anschauung von Grobben hat sich der neueste Beobachter, nämlich Groom, mit, wie mir scheint, sehr triftigen Gründen gewendet. Er betont, dass einerseits bei den Cirripeden das Mesoderm auf weit früheren Stadien angelegt wird und dass andererseits die Entwicklung des Thoraco-Abdominalabschnittes an die von Grobben beschriebenen Zellen nicht an-

knüpft. Wenn ich mir eine Vermuthung über die Natur der letzteren erlauben darf, so möchte ich im Hinblick auf die Entwicklungsvorgänge bei dem *Cetochilus* die Grobben'schen Mesodermstreifen für die Anlagen der Genitalzellen erklären. Grobben hat ja gezeigt (1881 p. 35), dass bei den Copepoden die Genitalzellen symmetrisch im hinteren Körperteil auf der Ventralfläche angelegt werden: also gerade an jener Stelle, wo er bei den Cirripedienlarven die vermeintlichen Mesodermstreifen beobachtete.

Groom macht nun weiterhin darauf aufmerksam, dass die schon von früheren Autoren bemerkte Ektodermverdickung ganz allgemein den Cirripedienmauplien zukommt. Es setzt sich diese „Ventralplatte“ bei den Balanenlarven aus zwei Reihen cylindrischer Epithelzellen zusammen, welche hinter dem Flexormuskel des Schwanzes beginnen und nach hinten zusammenfließend bei jugendlichen Larven bis zum Schwanzende reichen. Weit unansehnlicher entwickelt und auf zwei kleine Zellgruppen am Anfangstheile des Schwanzes beschränkt fand Groom die Ventralplatten bei den Lepadenlarven. Ueber das weitere Schicksal derselben hat der genannte Autor bis jetzt keine Angaben gemacht.

Meine Beobachtungen zeigen nun, dass die Ventralplatten eine viel grössere Ausdehnung bei den Nauplien der Lepaden erreichen, als es nach den Angaben von Groom erwartet werden durfte. Sie erstrecken sich als zwei in der Mediane nicht scharf von einander abgesetzte Längsleisten von den Flexoren an bis zu dem letzten Paare der 6 Abdominalhaken (Taf. V Fig. 7 th. abd.) und repräsentiren jenes Gewebe, welches von den Beobachtern der sogenannten Archizoen bald als nervös, bald als muskulös gedeutet wurde. Aus ihnen entstehen, wie ich oben hervorhob, die Maxillen, die 6 Paar Rankenfüsse und das Abdomen des künftigen Cirripeds. Ich möchte diese ektodermalen Verdickungen, aus denen ein umfänglicher Theil des späteren Organismus seine Entstehung nimmt, am ehesten noch den Imaginalseiben der Insekten vergleichen, wobei ich mir der obwaltenden Verschiedenheiten in ihrem weiteren Verhalten wohl bewusst bin. Während bei den Insekten die Extremitäten als ektodermale Verdickungen eingestülpt und erst sekundär wieder vorgestülpt werden, so bilden sich nämlich von den Ventralplatten aus solide Zapfen, welche unter Lockerung des Zusammenhanges mit der Chitinlamelle die erste Anlage der künftigen Extremitäten abgeben. Diese Zapfen wachsen nach Aussen hervor und bedingen eine Segmentirung der Ventralplatten, welche bereits Dohrn kenntlich dargestellt hat und welche ich auf Fig. 11 der Taf. VI vom *N. loricatus* wiederzugeben versuche.

Um nun über die Art der Extremitätenanlage genaueren Aufschluss zu erhalten, so zerlegte ich ein Exemplar des *N. hastatus* mit deutlich segmentirten Ventralplatten in Längsschnitte (Taf. VI Fig. 16). Aus denselben ergibt sich, dass die ursprünglich einschichtige Ektodermverdickung mehrschichtig geworden ist. Die Ektodermzellen haben ihre cylindrische Gestalt aufgegeben und drängen sich, mit kugligen Kernen ausgestattet, dicht aneinander (Taf. VI Fig. 17). Man bemerkt unterhalb der dorsalen Chitinlamelle (ch.) ihre abgehobene Matrix und vereinzelte Mesodermzellen (mes.), welche den Ektodermwülsten aufliegen. Als würfelförmige solide Vorsprünge treten die Anlagen der Extremitätenstummel hervor und zwar lassen sich 7 Paare solcher Zapfen nachweisen. Ich glaube nun nicht im Unrecht zu sein, wenn ich die 6 hinteren Paare (I—VI) als Anlagen der Rankenfüsse und das vorderste Paar als Anlage von Maxillen (mx) in Anspruch nehme. Die späteren Stadien machen es wahrscheinlich, dass wir in ihnen die ersten Maxillen vor uns haben, während die zweiten Maxillen aus einer zunächst noch unpaaren Ver-

dickung der Ventralscheiben hervorgehen, welche zwischen den paarigen Kieferpaaren gelegen sich übrigens noch ziemlich weit nach vorne fortsetzt. Das Abdomen (abd.) tritt auf diesen frühen Stadien als relativ manschnlicher unpaarer Fortsatz am distalen Ende der Scheiben hervor.

Ein späteres Stadium der Thoraco-Abdominalanlage gibt Fig. 18 auf Taf. VI wieder. Die 6 Paare Rankenfüsse (I—VI) haben sich zu schlanken Zapfen ausgezogen und sind mit Borsten ausgestattet. Vor ihnen liegt das borstenlose paarige Maxillenpaar (mx), während hinten das stummelförmige Abdomen (abd.) zwischen dem letzten Rankenfusspaar sich versteckt. Die ganze Anlage hat ihre Beziehungen zu den 6 Paaren von Abdominalhaken aufgegeben und rückt wahrscheinlich in Folge des Zuges der grossen Flexoren (fl.), welche gleichfalls von der Chitinlamelle sich abheben, nach vorne. In dem Schwanzstachel und in dem Distalabschnitt des Schwanzes hat eine Histolyse Platz gegriffen und die Weichtheile der betreffenden Abschnitte treten als feinkörniger Detritus (x) hervor. Ein Strang degenerirenden Gewebes hängt noch an dem kurzen Abdomen (y). Wie die Figur weiterhin lehrt, so liegt die Dorsalfäche des späteren Thoraco-Abdominalabschnittes unterhalb des Afters (an.) und des Enddarmes der Naupliuslarve.

An das hier geschilderte Stadium schliesst sich das in Fig. 14 auf Taf. V abgebildete direkt an. Die Thoraco-Abdominalanlage hat sich aus dem Schwanzabschnitt des Nauplius zurückgezogen und ist so weit nach vorne gerückt, dass die Maxillenpaare in die Nähe der Mandibularanhänge zu liegen kommen. Man sieht deutlich, dass zwischen den paarigen Maxillen ein medianer unpaarer Zapfen (ob er in der Medianlinie durch eine Furche getheilt ist, vermag ich nicht zu entscheiden) gelegen ist, in dem ich die Anlage des zweiten Maxillenpaares vermüthe. Die sechs Rankenfusspaare haben sich schlank ausgezogen und lassen eine Gliederung in 3 Endabschnitte und in einen gekerbten Basaltheil erkennen. Den letzten Gliedern sitzen die langen, bis über die Abdominalhaken hinausragenden Borsten auf. An dem kurzen Abdomen sind zwei Endglieder zur Sonderung gelangt, deren letztes mit einer langen Borste ausgestattet ist. Der Rest des Flexors des Rückenstachels ragt noch eine Strecke weit über das Abdomen hinaus. Da ich das betreffende Stadium schonen wollte, so isolirte ich nicht die Extremitäten und das Abdomen, um sie in der Aufsicht zu zeichnen. Ebenso wenig konnte ich mich entschliessen, es in Schnitte zu zerlegen, um über das voraussichtliche Eindringen mesodermaler Elemente in die sich aushöhlenden Extremitätenanlagen Aufschluss zu erhalten.

Das in Rede stehende Stadium ist übrigens noch in anderer Hinsicht bemerkenswerth. Die Weichtheile der künftigen Cypris-Puppe haben sich von dem Naupliusschild abgehoben und mit aller wünschenswerthen Klarheit ist ersichtlich, dass weder die grossen Stirnhörner noch auch die frontalen Sinnesorgane in den späteren Organismus einbezogen werden. Die Drüsenzellen der Schildhörner, welche bereits auf dem vorhergehenden Stadium einer Histolyse anheimzufallen beginnen, sind geschwunden. Leider bin ich nicht in der Lage, über die inneren Organe genauere Angaben machen zu können, weil das Objekt durch Behandlung mit Chromosmiumsäure vollständig geschwärzt wurde. In der ersten Antenne steckt ziemlich deutlich vorgezeichnet die Anlage der Haftantenne. Sie ragt bis zum 4. Glied der Naupliusantenne und lässt bereits den späteren Saugnapf (ac.), das Endglied (IV) mit dem kolbenförmigen Riechanhang (a.) und der Anlage der Fiederborsten (b.) nachweisen (Taf. V Fig. 15). Zarte Fäden, welche von dem Riechanhang und von dem zweiten Antennenglied in die Schwimmborsten der alten Antenne ausstrahlen, sind offenbar als die Reste der Axenfäden anzufassen. In dem zweiten Antennenpaar und in den Mandibularfüssen haben sich zwar die Weichtheile von dem Chitin abgehoben,

aber es lässt sich nicht erkennen, ob sie völlig zu Grunde gehen. Für die zweiten Antennen hat dies Claus sehr wahrscheinlich gemacht, während er andererseits der Ansicht ist, dass die späteren Mandibeln aus dem basalen Reste des dritten Extremitätenpaares hervorgehen. Wenn ich im Vorhergehenden die vor den Rankenfüssen gelegenen Extremitätenstummel als Anlagen der ersten und zweiten Maxillenpaare deutete, so geschah dies wesentlich mit Rücksicht auf die an und für sich sehr einleuchtende Annahme, dass die späteren Mandibeln an die vorausgehenden anknüpfen. Claus hat bereits in seiner eingehenden und allen Seiten der Frage gerecht werdenden Diskussion (1876 p. 81 ff.) auf die Schwierigkeiten hingewiesen, welche der Homologisirung der Cirripediengliedmassen mit jenen der Copepoden im Wege stehen, falls der vollständige Untergang des dritten Extremitätenpaares bei dem Metanauplius der Cirripeden erwiesen würde. Hier zeigt sich freilich eine recht fühlbare Lücke in unseren Kenntnissen, welche weder durch die Darstellung von Lang (1876 p. 112), noch durch die Erörterungen von Hock (1883 p. 14 ff.) mit der knappen Beschreibung einer Puppe von *Scalpellum Stroemii* (p. 75 Taf. VIII Fig. 1) ausgefüllt wird.

Die sinnfälligen Beziehungen, welche zwischen den Larven der Cirripeden und den Copepoden obwalten, sind bereits Krohn (1860 p. 3 Anm.) aufgefallen und späterhin sowohl von Pagenstecher (1863 p. 89) wie auch nachdrücklich von Claus (1869 p. 10, 1876 p. 81) betont worden. Wenn neuerdings (wie mir dünkt, mit Recht) von Balfour (1880 p. 482), Heider (1892 p. 401) und Grobben (1892 p. 22) auch Beziehungen zu den Phyllopoden hervorgehoben wurden, welche speziell Grobben Veranlassung gaben, die Copepoden und Cirripeden von einer gemeinsamen Phyllopodenstammform abzuleiten, so bemerke ich, dass die Mittheilungen von Groom und mir einige Schwierigkeiten aus dem Wege räumen, welche einer derartigen Zurückführung im Wege zu stehen schienen. Die Mundöffnung des Nauplius liegt nämlich nicht, wie bisher noch allgemein angenommen wurde, auf der Spitze der mächtigen Oberlippe, sondern an deren hinterem Basalrande und der vermeintliche Vorderabschnitt des Oesophagus erweist sich als ein Complex mächtiger Drüsen. Vergleicht man nun die älteren Darstellungen, welche Claus (1873 Taf. I Fig. 1 u. 4) von den Nauplien des *Branchipus stagnalis* entwirft, so ergibt sich in der übermächtigen Entwicklung der Oberlippe mit ihren auch bei den Phyllopoden auftretenden Drüsen eine auffällige Parallele zu den Cirripedennauplien.

## 10. Betrachtungen über die Nauplien und Cypris-Stadien der Cirripeden.

Die Unterschiede in der Gestalt der Lepadennauplien und der aus ihnen entstehenden Cypris-Puppe sind so auffällige, dass sie zu einigen Betrachtungen über die biologische Eigenart der beiden Entwicklungsstadien herausfordern. Als Ausgangspunkt für diese Betrachtungen mag die treffende Bemerkung von Claus (1876 p. 81) dienen, dass „die Vorgänge des Wachstums und der Neubildung unzweifelhaft auf eine Abkürzung der primären Entwicklung, auf eine beträchtliche Reihe von Zusammenziehungen hinweisen, durch welche die ursprüngliche Metamorphose wesentlich vereinfacht wurde“. Eine Folge dieser Abkürzung der Metamorphose ist nun der Umstand, dass aus einem Naupliusstadium anscheinend plötzlich und unvermittelt ein Wesen entsteht, welches in seiner Lebensweise und dem in der Art des Lebens bedingten Bau auffällig von dem vorausgehenden Stadium abweicht. Zwar bleibt das Medium, in welchem die freie Ortsbewegung erfolgt, dasselbe, aber die Schnelligkeit der Bewegung ist doch ungemein

verschieden. Hier ein Nauplius mit schwach entwickelter Muskulatur, mit einem unpaaren, zu deutlicher Bildperception nicht befähigten Auge, mit gewaltigen Extremitätenpaaren, welche fast ungeheuerlich lange Schwimmborsten tragen, und mit Stachelfortsätzen des Körpers, welche an monströsen Dimensionen relativ fast Alles übertreffen, was die oft so bizarr gestalteten Crustaceenlarven dem überraschten Auge des Beobachters darbieten. Dort ein Puppenstadium, unfähig Nahrung zu erwerben, mit hoch entwickelten und zum deutlichen Sehen wohl eingerichteten Seitenaugen, mit 6 Paaren von kurzen Ruderfüßen und entsprechend kräftig ausgebildeten Extremitätenmuskeln, mit einer glatten zweiklappigen Schale, welche, aller Stachelfortsätze entbehrend, wohl geeignet ist, das Wasser rasch zu durchschneiden.

Die Unterschiede in der Lokomotion und der einer raschen resp. langsamen Bewegungsweise parallel gehenden Ausstattung mit Werkzeugen sind so sinnfällige, dass mir nur von diesem Gesichtspunkte aus der originelle Habitus der Nauplien verständlich erscheint. Man hat meist die Ausstattung derselben mit langen Lanzen auf ein Schutzbedürfnis zurückgeführt. So lauten wenigstens die Ansichten von Claus (1876 p. 79) und Balfour (1880 p. 467 Anm.). Ich muss indessen gestehen, dass ich nicht einzusehen vermag, wie die Nauplien sich ihrer Verfolger durch so schwer zu handhabende Lanzen zu erwehren vermögen. Nur die mit Stiletten und Giftdrüsen ausgestatteten Schildhörner können, wie dies Claus (1876 p. 80) und Hoek (1876 p. 73) wohl zutreffend vermutheten, als wirksame Angriffs- und Vertheidigungswaffen in Betracht kommen. Eher möchte man daran denken, dass Schwanz und Schwanzstachel als Steuer Verwerthung finden, insofern sie mit Flexoren ausgestattet sind. Das trifft sicherlich für die eben ausgeschlüpften, rasch beweglichen Nauplienstadien zu, welche nach Groom's Angaben (1894 p. 191) bei dem Beugen des Schwanzes sich überschlagen. Derselbe Autor hebt indessen hervor, dass die Lepadennauplien bereits nach der ersten Häutung ihre Bewegungen verlangsamten. Wenn wir nun bedenken, dass sie bis zum Eintritt in das Cypris-Stadium 6 Häutungen durchmachen, während welcher Anhänge von so monströser Länge sich herausbilden, dass sie einer raschen Bewegung direkt hinderlich sind, so dürfen wir wohl den physiologischen Werth des Schwanzes und Schwanzstachels für die Steuerung des Körpers nicht allzu hoch in Anschlag bringen. Das um so weniger, als unter Umständen der Rückenstachel dieselbe Länge wie der Schwanzstachel erreicht, ohne dass er mit Muskeln ausgestattet und zur Steuerung geeignet wäre. Die Bedeutung der langen Stacheln muss also auf einem andern Gebiete liegen, welches wir indessen erst dann vollauf zu würdigen lernen, wenn wir des physiologischen Werthes der drei Extremitätenpaare gedenken.

Auf den ersten Blick möchte man es für eine müßige Erörterung halten, dass Betrachtungen über den Werth von Körperanhängen angestellt werden, deren Bedeutung für die Lokomotion auf der Hand liegt. Wenn wir indessen bedenken, dass die Extremitäten-Muskulatur im Vergleich zu der mächtigen Entwicklung der paarigen Anhänge auffällig schwach entwickelt ist, und dass die Nauplien auf ihren späteren Stadien die rasche Ortsbewegung zu Gunsten einer flottirenden Lebensweise aufgeben, so wird es einleuchten, dass die Extremitäten vorwiegend für Ergreifen der Nahrung in Betracht kommen. Durch ihre überreiche Ausstattung mit Schwimm- und Fiederborsten werden sie zu einem Sieb umgemodelt, welches vorzüglich geeignet ist, Diatomcen, Radiolarien und Foraminiferen (deren Skelette thatsächlich im Darminhalte nachweisbar sind) zurückzuhalten und dem Munde zu überweisen. Da ich nun weiterhin nachzuweisen vermochte, dass die Extremitätennerven zu langgestreckten Ganglien anschwellen, welche mit End-

zellen in Beziehung stehen, deren Achsenstränge die Schwimmborsten in ihrer ganzen Länge durchsetzen. so kann eine Sinnesperception (man wird wohl zunächst an Tastempfindungen denken) mittelst der Extremitätenanhänge nicht in Abrede gestellt werden.

Allein die Beziehungen der Anhänge zum Nahrungserwerb und zur Sinnesempfindung scheinen mir immer noch nicht vollständig die monströse Entfaltung ihrer Fiederborsten zu erklären. Anhänge, welche wie lange Balancirstangen von den Gliedern der Extremitäten ausgehen, (ich zähle etwa 104 stärkere Fiederborsten an den 3 Extremitätenpaaren), sind mit einer raschen Ortsbewegung unvereinbar — ganz zu geschweigen von den lanzenförmigen Rücken- und Schwanzstacheln. Sie bedingen bei ihrer Feinheit und durch ihren reichen Besatz mit Fiederhaaren einen derartigen Reibungswiderstand, dass ein rasches Schwimmen unmöglich gemacht wird, ein Flottiren und Schweben dagegen in ausgezeichneter Weise vermittelt wird. Der physiologische Werth der bizarr verlängerten Fiederborsten und Stachelfortsätze des Körpers liegt vorwiegend in dem Reibungswiderstand, welcher in Anpassung an das Aufgeben einer raschen Ortsbewegung das Schweben in dem Seewasser ermöglicht.

### Das Schwebvermögen der pelagisch lebenden Crustaceen.

Auf die Vorrichtungen, welche pelagischen Organismen ein Schweben in dem Wasser ermöglichen, ist man wohl zuerst durch die Entdeckung der Stachelfortsätze bei pelagisch flottirenden Foraminiferen (*Orbulina universa*, *Globigerina Murrayi*) aufmerksam geworden. Brandt hat in dem ersten Hefte dieser Zeitschrift (1887 p. 7) darauf hingewiesen, dass Radiolarienskelette mehrere Tage, selbst Wochen lang in der Schweben bleiben wegen des Reibungswiderstandes der zahlreichen Kieselfäden. Er hat dann späterhin in der „Reisebeschreibung der Plankton-Expedition“ (1892 p. 340 ff.) die Mittel erörtert, durch welche pelagische Organismen sich in der Schweben erhalten und weist hier mehrfach auf den durch Oberflächenvergrößerung bedingten Reibungswiderstand hin. Besonders anziehend schilderte in demselben Werke Schütt die Schwebvorrichtungen der pelagischen Diatomeen. Da sie gerade für die pelagischen Crustaceen bisher kaum in Betracht gezogen wurden, so gestatte ich mir in dieser Hinsicht noch einige kurze Bemerkungen und gebe zunächst die Ausführungen von Brandt (1892 p. 350) wieder. „In der vielgestaltigen Abtheilung der Krebse überwiegt das Princip der Oberflächenvergrößerung. Bei manchen Ruderkrebsen z. B. treffen wir stark gefiederte und oft sehr lange Extremitäten an. Ferner sind die Sapphirinen und Phyllosomen zu papierdünnen Scheiben abgeplattet, die, horizontal im Wasser liegend, bei geringer Körpermasse dem Wasser bedeutenden Widerstand entgegensetzen. Andererseits ist der Körper des Flohkrebses *Rhabdosoma* derartig in die Länge gezogen, dass er bei seiner Durchsichtigkeit wie ein langer Glasfaden erscheint. Der Schwerpunkt liegt auch hier so, dass das Thier horizontal im Wasser liegt.“

Was nun die Schwebvorrichtungen der pelagisch lebenden Crustaceen anbelangt, so hätten wir zunächst der Einrichtungen zu gedenken, welche zum Herabsetzen des specifischen Gewichtes dienen.

Bis jetzt ist noch kein Kruster bekannt geworden, welcher Luft in seinen Organismus aufnimmt, um sich in der Schweben zu halten — es sei denn, dass man eine Erscheinung hierher

rechnet, welche bei manchen kleinen Entomostraken, z. B. *Euduc*, wohl jedem Beobacher des pelagischen Auftriebes aufgefallen ist. Sie flottiren nämlich ballonartig aufgetrieben oft in grossen Mengen auf der Oberfläche des Wassers vermittelt Luftbläschen, welche offenbar bei der Häutung zwischen die Schalen aufgenommen werden.

Weit verbreitet ist hingegen das Auftreten von Oeltropfen, welche durch ihr geringes spezifisches Gewicht das Schweben ermöglichen. Die Cladoceen, Ostrakoden und Copepoden, aber auch manche Amphipoden und Larvenformen von Dekapoden sind oft so überreich und so constant mit Oeltropfen ausgestattet, dass gerade den mit relativ glatten Oberflächen versehenen Organismen das Schweben ermöglicht wird. Selbst abgeplattete Formen, wie die Sapphirinen, entbehren der Oeltropfen (und zwar in nahezu symmetrischer Vertheilung) nicht. Ueberhaupt scheint die Abplattung des Körpers ein Schweben nur unvollkommen zu ermöglichen, da wir sie stets mit anderen Einrichtungen combinirt finden, welche entweder ein Erleichtern des spezifischen Gewichtes (Sapphirinen) oder eine Vermehrung des Reibungswiderstandes (spinnenartig verlängerte Beine der Phyllosomen) bedingen. Wenn die den Körper stark belastenden und immerhin specifisch ziemlich schweren Eier der Copepoden und die Embryonen von Cladoceen besonders reich an Oel- und Fettröpfchen sind, so liegen hier gleichfalls Beziehungen zur Erleichterung des Gewichtes vor. Vielleicht darf ich bei dieser Gelegenheit auf die Thatsache aufmerksam machen, dass die von den genannten Entomostraken producirten Oeltropfen auch anderen Organismen zur Erleichterung des spezifischen Gewichtes dienen. Bei Gelegenheit der Schilderung der Canarischen Siphonophoren habe ich (*Monophyidae* 1892 p. 148) darauf hingewiesen, dass die charakteristischen Oeltropfen in den Oelbehältern der Calycophoriden entschieden den vorwiegend zur Nahrung verwertheten Ostracoden und Copepoden entlehnt werden und nicht in dem Organismus der Siphonophoren entstehen.

Weit verbreitet ist unter den pelagischen Organismen die Ausbildung von Gallertschubstanz durch Aufnahme von Wasser, welche es bedingt, dass durch Volumvergrößerung ein Herabsetzen des spezifischen Gewichtes erfolgt. Unter den Crustaceen tritt freilich dieser Modus einer das Schweben begünstigenden Einrichtung zurück. Immerhin zeigen unter den Copepoden einige der Gattung *Copilia* zugehörige Arten, ferner einzelne Haloeypriden bereits Andeutungen an ein Verhalten, welches namentlich die Hyperiden unter den Amphipoden auszeichnet. Manche derselben — so z. B. die von Bovallius beschriebene absonderliche Gattung *Mimonectes* (Fig. 1 pag. 102) — werden durch reichliche Ausbildung von Gallertschubstanz zu kugligen Gebilden mit auffällig schwach entwickelten Extremitäten umgemodelt.

Nicht hoch genug können wir für das Schwebvermögen der gesammten pelagisch lebenden Crustaceen die Oberflächenvergrößerung durch Körperanhänge und den durch sie bedingten Reibungswiderstand anschlagen. Die stabförmige Verlängerung des Körpers, wie sie nicht nur der Gattung *Xiphoccephalus* (*Rhabdosoma*) unter den Amphipoden, sondern auch der Gattung *Setella* unter den Copepoden und dem absonderlichen *Leucifer* zukommt, die Ausstattung der Extremitäten mit langen Fiederborsten, die Stachelfortsätze am Kopf, Rücken und Schwanz, flügelartige Verbreiterungen an den Seitentheilen oder wie ein Fallschirm wirkende Fächerfiedern: dies alles sind Einrichtungen, welche erst vollauf verständlich werden, wenn wir ihre Beziehungen zum Schwebvermögen in das Auge fassen. Aus der überreichen Fülle mögen nur einige hervorstechende Einrichtungen hier Erwähnung finden.

Fächerartig angeordnete Fiederborsten, welche wie Fallschirme wirken, kommen in reiz-

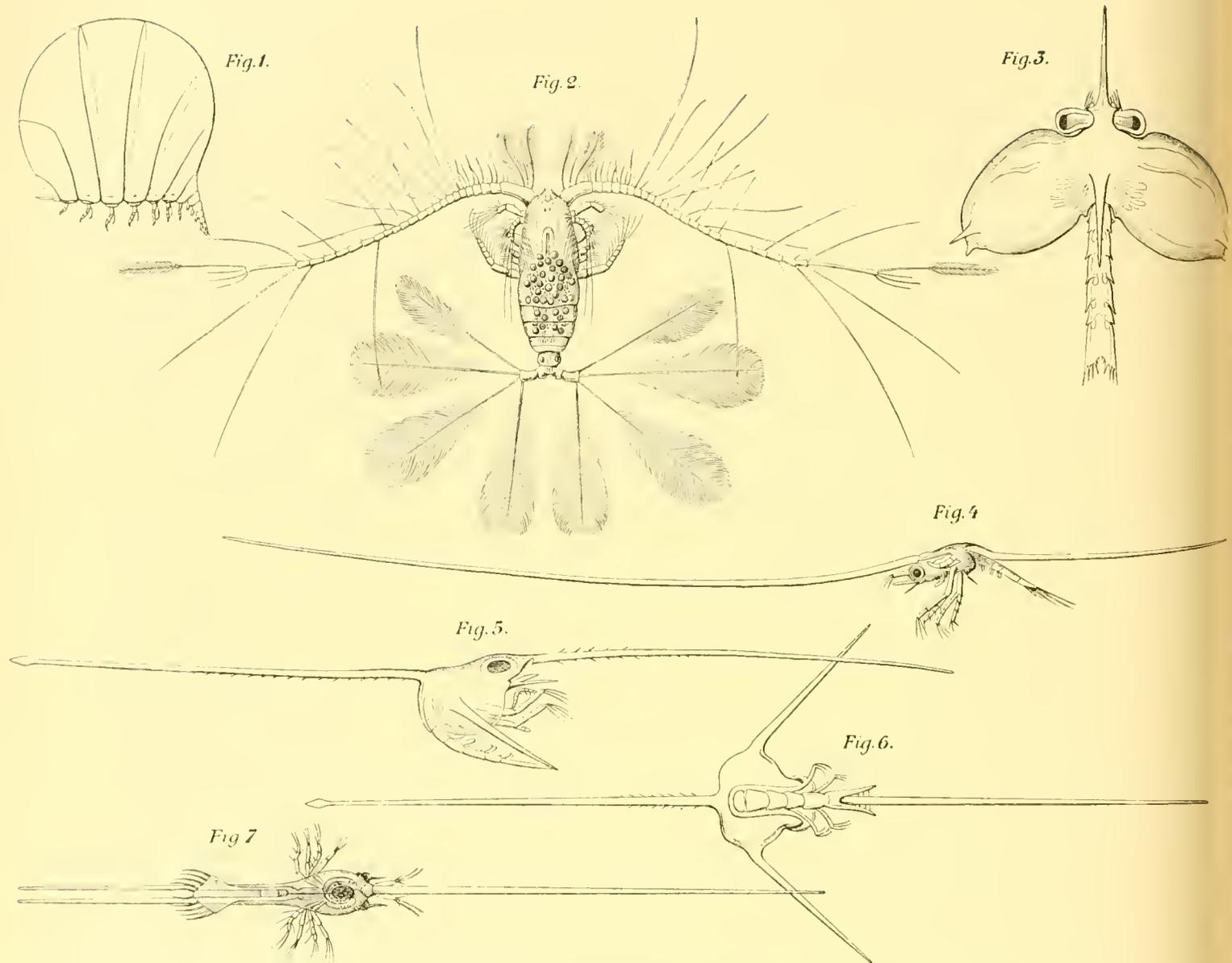


Fig. 1. *Mimonectes Steenstrupi*, nach C. Bovallius: *Amphipoda Hyperidea* 1889. Fig. 2. *Calocalanus pavo*, nach Giesbrecht, Monogr. d. pelagischen Copepoden 1892. Fig. 3. Krabbenzoëa nach Claus, Unters. z. general. Grundl. d. Crustaceensystems 1876. Fig. 4. Zoëa nach Claus l. c. Fig. 5 u. 6. Zoëa von Brachyuren, von der Seite und von unten gesehen, nach Claus l. c. Fig. 7. Zoëa nach F. Müller, Für Darwin 1864.

voller Anordnung manchen Copepoden zu. *Eucalanus attenuatus* und *Augaptilus hecticus* besitzen sie an den Enden der grossen Antennen; bei *Copilia vitrea*, *Augaptilus filigerus*, *Hemicalanus mucronatus*, *H. ornatus*, *H. fertilis*, *Pontellina plumata* und *Oithona plumifera* schmücken sie die Extremitäten und den Schwanz und endlich gleichen bei dem *Calocalanus pavo* die metallisch glänzenden Furcalfiederborsten einem breiten Pfauenschwanz (Fig. 2). In der Ruhelage werden diese auch den *Hemicalanus*-Arten zukommenden „Pfauenschwanzfedern“ gespreizt getragen; sie finden dann einen Gegenpart am vorderen Körperende in den langen, mit einfachen und gefiederten Borsten be-

setzten Antennen. Die enorm lange linksseitig entwickelte Furcal-Fiederborste des *Calocalanus plumosus* (sie soll nach Giesbrecht nahezu 6 mm messen) muss einer raschen Bewegung sehr hinderlich sein und dürfte das Thier in der Ruhestellung gewissermassen vor Anker legen.

Flügelartige Verbreiterungen des Körpers, welche nach Art eines Fallschirmes wirken, sind unter den Larven der Schizopoden, des *Leucifer (Erichthina)*, der Stomatopoden und unter den Zoëen der Krabben weit verbreitet. Ich illustriere dieselben durch eine Copie, welche nach Claus eine Krabbenzoëa mit besonders auffällig verbreitertem Panzer darstellt (Fig. 3).

Wenn die Extremitäten nach Art von Spinnenfüssen auffällig verlängert sind und in der Ruhelage gespreizt getragen werden, so wirken sie in gewissem Sinne ebenfalls als Fallschirme. Dies gilt nicht nur für die oben geschilderten älteren Nauplien der Lepadon und für die abgeplatteten Phyllosomen, sondern auch für manche Schizopoden. Ich weise in dieser Hinsicht namentlich auf die pelagischen Mysideen der Tiefsee, auf die von Sars beschriebene Gattung *Euchaetomera*, auf die *Caesaromysis Ortm.* und auf die bizarre von mir im Mittelmeer entdeckte *Arachnomysis* hin. Bei ihnen sowohl, wie bei den an ein flottirendes Leben in besonderem Maasse angepassten Seimiden, Sergestiden und Euphausiden der Tiefsee wird das Schwebvermögen noch äusserst wirksam durch die monströse Entwicklung der Antennen unterstützt. Die von mir gegebenen Abbildungen im ersten Hefte dieser Zeitschrift (1887 Taf. IV) mögen das genannte Verhalten illustriren. Es versteht sich von selbst, dass in den hier erwähnten Fällen die gewaltige Verlängerung der Körperanhänge nicht lediglich dem Schwebvermögen zu gut kommt, sondern dass sie auch gleichzeitig für Nahrungsaufnahme und Sinnesperception in Rechnung zu ziehen ist.

Immerhin treten aber auch Einrichtungen uns entgegen, welche lediglich durch ihre Beziehungen zum Schwebvermögen verständlich werden. Es sind das einerseits dornartige Fortsätze des Chitinpanzers, welche namentlich den Larven der Sergestiden (*Acanthosoma*, *Elaphocaris*) ein geradezu abentenerliches Aussehen verleihen, andererseits Balancirstangen, welche in Gestalt von Kopf-, Rücken- und Schwanzstacheln den Larven der Lepadon, den Polyphemiden und den Zoëalarven der Dekapoden zukommen. Sind die betreffenden Formen mit kräftigen Ruderfüssen versehen, so liegen die Balancirstangen, (welchen ich wohl mit Recht die Bedeutung von Angriffs- und Vertheidigungswaffen abspreche) horizontal in der Mediane und bedingen bei dem Durchschneiden des Wassers eine geradlinige Fortbewegung und einen geringen Widerstand. Dies trifft sowohl für die meisten Zoen wie auch für den Kopfstachel des *Xiphocephalus* unter den Oxycephaliden zu. Es dürfte nun von Interesse sein, genauer die Art und Weise, wie der Körper an der langen Balancirstange aufgehängt ist, an einigen Beispielen zu erörtern. Damit zunächst der Schwerpunkt des Körpers nicht in die durch Kopf- und Schwanzstachel repräsentierte Balancirstange fällt und eine Rotation um die Längsachse ausgeschlossen ist, so wird er einseitig aufgehängt. Ist der Vorderkörper schwerer als der Hinterkörper, so ist der Kopfstachel länger als der Schwanzstachel (Fig. 4). Da der erstere einen grösseren Reibungswiderstand als der letztere bedingt, so compensirt er die durch den schwereren Vorderkörper bedingte Belastung und ermöglicht eine Fortbewegung in der Richtung der Horizontalen. Wird dagegen das Abdomen, wie bei den Krabbenzoëen, nach vorne geschlagen, so rückt der Körper in die Mitte der langen, durch Kopf- und Schwanzstachel hergestellten Balancirstange (Fig. 5). Die wagerechte Haltung wird entweder durch seitliche Stacheln und Dornen unterstützt (Fig. 6) oder es treten bei langsam beweglichen resp. nahezu unbeweglichen Larven (*Nauplius eques* Taf. VI Fig. 1)

jene enorm langen Rückenstachel auf, welche einerseits der Fortbewegung einen beträchtlichen Widerstand entgegensetzen, andererseits vorwiegend die aufrechte Stellung unterstützen dürften. Derselbe Effekt (nämlich eine horizontale Lage des Körpers) wird auch dadurch erzielt, dass die Schwanzstacheln sich verdoppeln und parallel nach hinten verlaufen (Fig. 7).

Die wenigen Beispiele, welche ich hier herausgegriffen habe, mögen zeigen, in welcher unerschöpflich reichen Modifikationen die natürliche Züchtung Anpassungen an das Schwebvermögen schaffte. Sie bedingen oft merkwürdige Convergenzen im äusseren Habitus bei weit auseinander stehenden Formen: Anpassungen, welche durchaus nicht als der Ausdruck genetischer Verwandtschaft, (wie dies z. B. in der Benennung *Archizoa* für die Lepadenlarven ausgedrückt werden sollte), sondern als Einrichtungen *sui generis* aufzufassen sind.



## Litteraturverzeichnis.

- Balfour, F.**, Handbuch der vergleichenden Embryologie, übersetzt v. Vetter. Bd. I. 1880.
- Buchholz, R.**, Ueber *Balanus improvisus* Darw. II Abth. Entwicklungsgesch., in: Mitth. Naturw. Verein v. Neu-Vorpommern u. Rügen. 1. Jahrg. 1869 p. 15—40 Taf. I u. II.
- Burmeister, H.**, Beiträge zur Naturgeschichte der Raukenfüßer, m. 2 Taf. Berlin 1834.
- Chun, C.**, Die pelagische Thierwelt in grösseren Meerestiefen und ihre Beziehungen zu der Oberflächenfauna, in: Bibliotheca zoologica, Heft I, 1887.
- Bericht über eine nach den Canarischen Inseln im Winter 1887/88 ausgeführte Reise, II Abth., in: Sitzungsber. K. Pr. Akad. d. Wissensch. 1889 XXX. Taf. III.
- Claparède, R. E.**, Beobachtungen über Anatomie und Entwicklungsgeschichte wirbelloser Thiere. Mit 18 Taf. Leipzig 1863.
- Claus, C.**, Die Cypris-ähnliche Larve (Puppe) der Cirripeden und ihre Verwandlung in das fest-sitzende Thier, mit 2 Taf., in: Schriften d. Gesellsch. z. Bef. d. ges. Naturwissensch. Marburg 1869. Suppl. Heft V.
- Zur Kenntniss des Baues und der Entwicklung von *Branchipus stagnalis* u. *Apus caneriformis*, in: Abh. Ges. d. Wissensch. Göttingen. Bd. 18, 1873 m. 8 Taf.
- Untersuchungen zur Erforschung der genealog. Grundlage des Crustaceen-Systems m. 19 Taf. Wien 1876.
- Das Medianauge der Crustaceen m. 4 Taf., in: Arb. Zool. Inst. Wien. Bd. IX. 1891. a.
- Ueber das Verhalten des nervösen Endapparates an den Sinneshaaren der Crustaceen, in: Zool. Anzeiger 1891 b. p. 363—368.
- Darwin, C.**, A Monograph on the sub-class Cirripedia. Ray Soc. The Lepadidae 1851, The Balanidae 1854.
- Delage, Yves**, Evolution de la Sacculine m. 9 Taf., in: Arch. Zool. Expériment. 2<sup>e</sup> Sér. T. XII p. 415—736, Taf. 22—30. 1884.
- Dohrn, A.**, Untersuchungen über Bau und Entwicklung der Arthropoden. 9. Eine neue Nauplius-Form (*Archizoöa gigas*), in: Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie Bd. 20, 1870 p. 597—606. Taf. 28—29.
- Grobben, C.**, Die Entwicklungsgeschichte von *Cetochilus septentrionalis* m. 4 Taf., in: Arb. Zool. Inst. Wien. Bd. III, 1881.
- Zur Kenntniss des Stammbaumes und des Systems der Crustaceen, in: Sitzungsber. K. Akad. d. Wissensch. Wien. Math. Naturw. Kl. Bd. 101, 1892 p. 237—274.
- Groom, Th.**, On the early development of Cirripedia, in: Philos. Transact. Roy. Soc. London. Vol. 185, 1894 p. 119—232. Taf. 14—28.
- Heider, K.** in: Korscheit u. Heider, Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der wirbellosten Thiere. Cap. XV. Crustaceen. Jena 1892.
- Hoek, P. C.**, Zur Entwicklungsgeschichte der Entomostraken. I. Embryologie von *Balanus*, in: Niederländisches Archiv f. Zoologie. Bd. III 1876 p. 47, Taf. III u. IV.
- Report on the Cirripedia 1883, in: The Voyage of H. M. S. Challenger. Zool. Vol. VIII.
- Krohn, A.**, Beobachtungen über die Entwicklung der Cirripeden, in: Archiv f. Naturgeschichte. Jahrg. 26. 1860 p. 1—8, Taf. 1.
- Lang, A.**, Ueber die Metamorphose der Naupliuslarven von *Balanus* mit Rücksicht auf die Ge-

- staltung d. Gliedmassen und die Verwandlung in die Cypris-ähnliche Larve, in: Mitth. d. Aargauischen Naturf. Gesellschaft. I. Heft, 1863 bis 1877, p. 104—115, Taf. I, 1876.
- Müller, F.**, Für Darwin. Leipzig 1864.
- Nussbaum, M.**, Anatomische Studien an Californischen Cirripeden, m. 12 Taf. Bonn 1890.
- Pagenstecher, A.**, Untersuchungen über niedere Seethiere aus Cete. IX. Beitrag zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte von *Lepas pectinata*, in: Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. 13. 1863 p. 86—106, Taf. 5 u. 6.
- vom Rath, O.**, Ueber die Nervenendigungen der Hautsinnesorgane der Arthropoden nach Behandlung mit der Methylenblau- und Chromsilbermethode, in: Berichte Naturforsch. Ges. Freiburg i. Br. Bd. 9, p. 137—164, Taf. 2. 1894.
- Slabber, M.**, Natuurkundige Verlustingen, Haarlem 1778, Zee-Luis (*Monoculus marinus*) p. 63, Taf. 8 Fig. 3.
- Thompson, John Vaughan**: Zoological researches and illustrations, or a natural history of nondescript or imperfectly known animals. Vol. I p. I Cork Mem. 4. On the Cirripedes or Barnacles. (Die Jahreszahl ist nicht angegeben, wahrscheinlich dürfte das Werk 1830 erschienen sein.)
- v. Willemoes-Suhm, R.**, On the development of *Lepas fascicularis* and the „Archizoöa“ of Cirripedia. Read 9. Dec. 1875, in: Philos. Transact. Roy. Soc. London. Vol. 166, 1876, p. 131—154, Taf. 10—15.
-

## Viertes Kapitel.

# Die secundären Geschlechtscharaktere der Männchen von Phronima.

Mit Tafel VII und VIII.

---

# Inhaltsverzeichnis.

## IV. Kapitel.

### Die secundären Geschlechtscharaktere der Männchen von *Phronima*.

	Seite
1. Historische und biologische Bemerkungen . . . . .	109
2. Das erste Antennenpaar . . . . .	111
a. Morphologie . . . . .	111
b. Histologie des ersten Geißelgliedes . . . . .	114
3. Das zweite Antennenpaar . . . . .	117
4. Die Scheerenhände des fünften Fusspaares . . . . .	119
a. Morphologie . . . . .	119
b. Muskulatur . . . . .	122
c. Nerv und Carpaldrüsen . . . . .	124
5. Abdomen und Abdominalfusspaare . . . . .	126
6. Schlussbemerkungen . . . . .	128

## 1. Historische und biologische Bemerkungen.

Die Mittheilungen, welche ich in diesem Kapitel zu geben beabsichtige, wurden durch die Wahrnehmung veranlasst, dass das Männchen der im Mittelmeer gemeinen und wahrscheinlich kosmopolitischen *Phronima sedentaria* Forsk. bisher unbekannt geblieben war. Zu dieser Erkenntniss kam ich durch die Untersuchung einer atlantischen *Phronima*-Art, welche ich vereinzelt fast in jedem Zuge mit dem offenen, in grössere Tiefen (bis zu 1500 Meter) versenkten Schwebnetze auf der Fahrt durch den Golf von Biscaya nach den Canarischen Inseln im September 1887 auffand. Durch die prächtige rosenrothe Färbung der Bauchseite, der breiten Basalglieder der Pleopoden und der vier Endglieder des zur Greifhand umgebildeten fünften Brustfusspaares fiel die neue Phronimide (Taf. VIII, Fig. 1) auf den ersten Blick auf. Auch während des Dezembers 1887 gelang es mir vor Las Palmas (Gran Canaria) mit den bis zu 450 Meter Tiefe versenkten Netzen dieselbe Art zu erbeuten. Von besonderem Interesse waren mir die letztgenannten Exemplare, weil sich unter ihnen nicht nur jüngere Vertreter beider Geschlechter, sondern auch ein erwachsenes Männchen von 8 mm Länge (excl. die Antennen) vorfand, das ich auf Taf. VIII Fig. 2 abbilde. Schliesslich erwähne ich noch, dass im Februar 1888 ein grosses Weibchen vor Orotava an der Oberfläche erschien, welches nach Art der *Phronima sedentaria* mit seiner Brut in einem Gehäuse (und zwar in der unteren Schwimmglocke einer Siphonophore, nämlich der *Abyla trigona*) festsass. Es war dieses Weibchen bei einer Länge von 11 mm zugleich das grösste erbeutete Exemplar.

Ich beschrieb diese Phronimide unter dem Namen *Phronima Diogenes* in meinem Reiseberichte (1889, p. 9—13) und ersah erst späterhin, dass sie in demselben Jahre, wo ich sie auffand, durch Bovallius (1887, No 16. p. 25) unter dem Namen *Phronima Colletti* in die Wissenschaft eingeführt worden war. Eine ausführliche Charakteristik der neuen Art veröffentlichte späterhin Bovallius — allerdings nur nach äusseren Merkmalen — in seiner trefflichen Monographie der *Amphipoda Hyperidea* (1889, p. 378—382).

Die genauere Untersuchung des erwachsenen Männchens der *Phronima Colletti* ergab nun die bemerkenswerthe Thatsache, dass es durchaus mit jenen männlichen Phronimiden übereinstimmt, welche Claus (1872, p. 333—337, Taf. 26 und 27) als Männchen der *Phronima sedentaria* schilderte. Wir verdanken ja diesem bewährten Crustaceenforscher die Entdeckung der männlichen *Phronima* in einem Hyperidenmateriale, welches im Atlantischen Ocean und an den Küsten

Chili's gesammelt worden war. Claus gab eine eingehende Charakteristik vom Bau der erwachsenen und jugendlichen Männchen, indem er nicht nur die Struktur der Hoden, den Bau der Mundwerkzeuge und Fusspaare, sondern auch die allmähliche Entwicklung der Antennen in den Kreis der Betrachtung zog. Die Greifhand des fünften Beinpaares, welche gerade für die Artunterscheidung von besonderem Werthe ist, bildete er späterhin in seinen ausgezeichneten Studien über den Organismus der Phronimiden (1879, Taf. II, Fig. 14) nochmals ab.

Da nun die von mir erbeuteten Männchen der *Phronima Colletti* in jeder Hinsicht mit den von Claus beschriebenen und nach dem damaligen Stande der Kenntnisse wohl nicht mit Unrecht auf *Phronima sedentaria* bezogenen Männchen übereinstimmten, so kam ich auf die Vermuthung, dass das Männchen der *Phr. sedentaria* überhaupt noch nicht bekannt geworden sei. Denn schwerlich konnte man annehmen, dass zwei Phronimiden-Arten, welche in ihren weiblichen Vertretern sich durch constante Merkmale auffällig unterscheiden, identisch gestaltete Männchen aufweisen möchten.

Ich unterzog daher das Phronimidenmaterial, welches ich früherhin in grösseren Tiefen des Mittelmeeres erbeutet hatte, einer genaueren Prüfung und war bald so glücklich, das bisher unbekannt gebliebene Männchen der *Phronima sedentaria* aufzufinden (1889, p. 12 [530], Taf. III, Fig. 7). Allerdings griff ich anfänglich insofern fehl, als ich die kleinen Männchen für vollständig ausgebildete Individuen hielt und auf Grund jugendlicher Charaktere schärfer die Unterschiede zwischen den Männchen der *Phr. Colletti* und *Phr. sedentaria* hervorzuheben versuchte. Erst späterhin gelang es mir, auch die völlig entwickelten geschlechtsreifen Männchen unter Umständen aufzufinden, welche immerhin für die Biologie dieser originellen Wesen einiges Interesse darbieten. Da ich nämlich nach früheren Erfahrungen voraussetzen durfte, dass die Männchen der *Phr. sedentaria* im Frühjahr an die Oberfläche aufsteigen möchten, so bat ich Prof. Carl Vogt, mir aus Villafranca Material an Phronimiden zuzusenden. Sie erschienen dort während des März und April 1889 in ungewöhnlich reicher Zahl. Zu meiner Freude fand ich in dem Inhalt einer am 19. April gefischten Sendung neben zehn weiblichen Exemplaren der *Phr. sedentaria* nicht weniger denn sieben Männchen in verschiedenen Entwicklungsstadien. Es fiel mir auf, dass jedes der Männchen in einem Gallerttönnchen eines Weibchens steckte. Da nur zehn mit Weibchen und junger Brut besetzte Tönnchen in der Sendung vorhanden waren, so dürfte die auch von Claus geäusserte Vermuthung sich bestätigen, dass die Männchen zur Zeit ihrer völligen Geschlechtsreife keine eigenen Gehäuse zum Aufenthalt benützen. Indessen will ich doch nicht verfehlen zu erwähnen, dass eine kleine *Phronima*, welche Dr. Braem am 22. März 1889 in Villafranca an der Oberfläche fischte, sich als ein junges Männchen erwies, das in einem *Pyrosoma*-Tönnchen steckte. An den Canarischen Inseln habe ich frei schwimmende junge Männchen, die niemals in Gehäusen sich bargen, bereits vom Januar bis zum März an der Oberfläche beobachtet.

Da nun während des Sommers die Phronimiden von der Oberfläche verschwinden, so dürfte ihr Lebenslauf an der Hand der soeben mitgetheilten Thatsachen sich folgendermaassen gestalten. Die junge Brut, welche man im Ausgange des Winters und im Frühjahr in allen Entwicklungsstadien in den Gallerttönnchen der Weibchen findet, verlässt mit Beginn des Sommers die schützenden Gehäuse und sinkt in grössere Tiefen herab. Dort findet man sie zu jenen Zeiten, wo sie an der Oberfläche fehlen, ziemlich zahlreich und zwar sowohl in männlichen wie in weiblichen Exemplaren. Sie wachsen bis zu einer Länge von 10 mm heran und dann beginnen

zunächst die Weibchen, nachdem sie vorher ein schützendes Gehäuse von Pyrosomen, Salpen oder Siphonophoren erbeutet und für ihre Zwecke hergerichtet haben, im Laufe des Winters an die Oberfläche aufzusteigen. Zur Zeit der Geschlechtsreife — im Mittelmeer im Frühjahr, an den Canarischen Inseln bereits von Januar an — treten auch die Männchen an der Oberfläche auf. Diese scheinen nur in Ausnahmefällen sich in Gehäusen zu bergen; jedenfalls verlassen sie dieselben, indem sie zum Zwecke der Begattung die Weibchen in ihren Gehäusen aufsuchen. Während dieser kurzen Zeit erreichen sie eine Länge von etwa 12 Millimetern, indem sie gleichzeitig rasch ihre Antennen vollständig ausbilden. Sie erlangen daher niemals die Dimensionen der bedeutend grösseren Weibchen, von welch' letzteren ich Exemplare fing, welche nahezu 40 Millimeter maassen. Aus diesen auffälligen Grössenunterschieden scheint mir hervorzugehen, dass die Männchen nach der Begattung zu Grunde gehen, während nicht alle Weibchen nach dem Ausschlüpfen der Brut absterben, sondern in die Tiefe sinken, um im nächsten Jahre wiederum an der Oberfläche zu erscheinen.

Einen kurzen Abriss über die Gestalt der geschlechtsreifen Männchen habe ich im Zoologischen Anzeiger (1881, p. 378—381) gegeben. Ich gestatte mir nun, ausführlicher die secundären Geschlechtscharaktere der Männchen von *Phronima sedentaria* und *Colletti* zu schildern, indem ich gleichzeitig Bemerkungen über die Unterschiede der beiden *Phronima*-Arten einflechte. Wenn ich mich wesentlich auf die Erörterung der secundären Geschlechtscharaktere beschränke, so geschieht dies hauptsächlich im Hinblick auf die trefflichen Studien von Claus, welche ziemlich erschöpfend ein Bild der inneren Organisation der Phronimiden geben.

## 2. Das erste Antennenpaar.

### a. Morphologie.

Seitdem Spence Bate (1862 und 1863) mit Nachdruck auf den hohen Werth der Antennenbildung für die systematische Gliederung der formenreichen Hyperinen hingewiesen hat, stimmten ihm die neueren Crustaceenforscher in dieser Hinsicht durchaus zu. Wer etwa einen Blick auf die Systeme der Hyperinen, wie sie Claus (1887), Stebbing (1888) und Bovallius (1887, 1889) aufgestellt haben, wirft, der überzeugt sich, dass die Gestaltung der Antennen einen Charakter abgibt, welcher in erster Linie für die Umgrenzung grösserer systematischer Kategorien Verwerthung findet.<sup>1)</sup> Dies gilt nicht zum wenigsten für die Phronimiden mit ihrem fast einzig dastehenden Dimorphismus der Antennen bei beiden Geschlechtern. Nach-

<sup>1)</sup> Bovallius gibt neuerdings (1890, p. 14) mit Rücksicht auf die Gestaltung der ersten Antennen folgende Eintheilung der *Amphipoda Hyperiidea*:

#### I. *Hyperiidea recticornia*.

The first pair of antennae are fixed at the anterior part of the head, they are straight, the first joint of the flagellum is large, the following few in number and terminal.

#### II. *Hyperiidea filicornia*.

The first pair of antennae are fixed at the anterior part of the head, they are straight, the first joint of the flagellum is large, the following many in number (♂) filiform and terminal.

#### III. *Hyperiidea curvicornia*.

The first pair of antennae are fixed at the inferior part of the head, they are curved (♂), the first joint of the flagellum is very large, the following few in number and subterminal (♂).

dem Claus das Männchen der von ihm entdeckten *Phronimella elongata* mit seinen mächtig entwickelten beiden Antennenpaaren aufgefunden hatte, war es sehr wahrscheinlich geworden, dass auch bei der Gattung *Phronima* an Stelle der auffällig rückgebildeten Antennen des Weibchens lange Fühler bei dem Männchen auftreten möchten. Diese Vermuthung wurde denn auch bald durch die Entdeckung der Phronimidenmännchen bestätigt, deren beide Antennenpaare mit den langen Geisseln fast durchaus mit jenen der männlichen Phronimellen übereinstimmen.

Was nun zunächst das erste (obere) Antennenpaar anbelangt, so setzt sich die Antenne bei dem Weibchen bekanntlich aus nur zwei Gliedern zusammen, von denen das unterste (proximale) kurz bleibt, während das obere (distale) keulenförmig answellend mit einzelnen grossen schlauchförmigen Spürhaaren besetzt ist. Anders liegen, wie Claus (1872) nachwies, die Verhältnisse bei dem Männchen. An Stelle des unansehnlichen weiblichen Fühlfadens tritt ein Gebilde, welches durch seine Gliederung, durch seine Länge und überreichen Besatz mit Spürhaaren imponirt. Ich finde bei völlig erwachsenen Männchen der *Phronima sedentaria* die erste Antenne (Taf. VII, Fig. 7) aus drei basalen Gliedern, aus einem mächtig entwickelten kolbenförmigen und mit Spürhaaren übersäten Mittelglied und aus sieben, eine schlanke Geissel bildenden Endgliedern zusammengesetzt. Nach den übereinstimmenden Angaben von Claus und Bovallius (1889, p. 381), welche ich an dem mir vorliegenden erwachsenen Exemplar bestätigt finde, zeigt die männliche Antenne von *Phr. Colletti* fünf bis sechs Endglieder, während sie im übrigen durchaus jener der *Phr. sedentaria* gleicht.

In der Deutung der Antennenglieder ergibt sich freilich insofern eine Meinungsverschiedenheit, als Claus das mit Spürhaaren besetzte kolbenförmige Mittelglied bei der weiblichen *Phronima* als zweites, bei der männlichen als viertes Schaftglied in Anspruch nimmt, während Bovallius dasselbe als erstes Geisselglied — ohne freilich für seine Ansicht spezielle Gründe anzuführen — betrachtet. Beide Forscher haben ihre Anschauungen consequent auch auf die übrigen Phronimiden und auf die Platysceliden übertragen. (Claus 1887, p. 5—7, Bovallius 1890, p. 24). Wenn ich im Gegensatze zu Gerstaecker (1883, p. 299), welcher sich Claus anschloss, der Auffassung von Bovallius beipflichte, so gestatte ich mir, folgende Gründe hierfür geltend zu machen.

In erster Linie betone ich, dass die Nebengeisseln in allen Fällen, wo sie ausgebildet werden, dem dritten basalen Gliede aufsitzen. Dieses Verhalten scheint mir einen bündigen Beweis für die Richtigkeit der Anschauung, dass das kolbenförmige Glied als erstes Geisselglied aufzufassen ist, abzugeben. Wollte man es als Schaftglied in Anspruch nehmen, so wäre die Thatsache unverstänlich, dass die Nebengeissel sich unterhalb desselben anheftet. Abgesehen von den Gammariden und Synopiden treten solche Nebengeisseln — wenn auch in rudimentärer Form — bei einigen Hyperinen auf, welche gerade für die Beurtheilung der Phronimidenantenne besonders lehrreich sind. Bovallius bildet nämlich die Nebengeissel von einigen Lanceoliden (1887, *Lanceola Sayana* und *L. felina*, Taf. IV, Fig. 4. Taf. V, Fig. 15) ab, deren kolbenförmiges mittleres Antennenglied nicht nur auffällig jenem der Phronimiden ähnelt, sondern auch oberhalb der Nebengeissel dem dreigliedrigen Schaft aufsitzt.

Einen weiteren Beweis für die eben vorgetragene Auffassung erblicke ich in der Thatsache, dass die zur Bewegung der Antenne dienenden Muskeln stets nur in den Schaftgliedern, niemals aber in den Geisselgliedern zur Ausbildung gelangen. Es ist dies ein Verhalten, welches zwar für einzelne Gruppen (so von P. Mayer für die Caprel-

liden, von Claus für die Phronimiden und Platysceliden) richtig dargestellt wurde, in seiner allgemeinen Gültigkeit für die gesammten Malakostraken indessen – wie mir scheint – noch nicht betont wurde. Für die Schizopoden werde ich noch Gelegenheit nehmen, den Mangel von Muskeln in den Geisselgliedern zu betonen, und so sei nur für den speziell uns interessirenden Fall darauf hingewiesen, dass niemals in den kolbenförmig angeschwollenen Gliedern der Hyperinen Muskeln auftreten, welche dieselbe zu Schaftgliedern stampeln. Wenn ich demnach in Abrede stelle, dass den Hyperinen vier Schaftglieder zukommen, so glaube ich gleichzeitig auf Grund dieser Deduktionen für die gesammten Malakostraken die normale Zahl der Schaftglieder an den Vorder-Antennen auf drei ansetzen zu dürfen.

In einzelnen Fällen tritt nun allerdings eine Reduktion der Schaftglieder ein, und ein besonders auffälliges Beispiel bieten uns gerade die weiblichen Phronimiden mit ihrem nur in der Einzahl auftretenden Schaftgliede dar. Wie sich nun aus dem Vergleich mit der jugendlichen ersten Antenne des Männchens und aus dem Verlauf der dem Schaftglied eingelagerten Muskeln ergibt, so enthält dieses *in muce* die drei Schaftglieder des ausgebildeten Männchens. Dasselbe Verhalten gilt auch andererseits für das einzige kolbenförmige Geisselglied des Weibchens, welches wiederum dem entsprechenden Gliede des jugendlichen Männchens homolog ist.

Die jüngsten Stadien der männlichen Vorder-Antennen von *Phr. sedentaria*, welche mir zu Gesicht kamen (Taf. VII, Fig. 6), entsprechen genau dem bereits von Claus (1872, Taf. 27, Fig. 6) für *Phr. Colletti* geschilderten Verhalten. Die Antenne sitzt einem zapfenförmigen Wulst der Stirnseite auf und besteht aus dem einzigen Schaftgliede (st.) und aus dem kolbenförmigen Geisselgliede (fl.). Das Schaftglied ist mit Muskeln ausgestattet, während das Endglied solcher entbehrt und dafür auf der dem Kopfe zugewendeten Fläche einen Schopf von sechs bis acht schlauchförmigen Sinneshaaren (s.) trägt. Diese sitzen einem Ganglion auf, zu dem der deutlich sich abhebende Antennennerv verstreicht. Da die distale Partie der Sinneshaare späterhin auf die schwächlichen zweiten und dritten Geisselglieder zu stehen kommt, so dürfte also das verjüngte Ende des kolbenförmigen Gliedes als Bildungsheerd für die gesammten terminalen Geisselglieder aufzufassen sein.

Bei Männchen der *Phr. sedentaria* von 8 mm Länge zerfällt der Schaft zunächst in zwei und späterhin in drei Glieder, indem zuerst das distale Glied selbständig wird und späterhin das basale eine Zweitheilung erfährt. In die drei Schaftglieder sind (Taf. VII, Fig. 7 st. I, II, III) sieben Muskeln eingelagert, welche die Extension, Flexion und die seitlichen Bewegungen der Antenne vermitteln. Zwei kräftige Muskeln inseriren sich an dem Stirnzapfen und strahlen in das erste Schaftglied ein; die übrigen verstreichen vom ersten zum zweiten Schaftgliede, während nur einer vom ersten Glied weit in das dritte übergreift.

Da ich in dem einzigen Schaftgliede der weiblichen Vorder-Antenne ebenfalls 7 Muskeln in ähnlicher Anordnung nachzuweisen vermag, so glaube ich gerade aus diesem Verhalten schliessen zu dürfen, dass das weibliche Schaftglied *in toto* den drei männlichen homolog ist. Gleichzeitig werden die distalen Geisselglieder angelegt, indem das Ende des kolbenförmigen Gliedes sich peitschenförmig vorzieht und allmählich in drei bis fünf und schliesslich bei den grössten Exemplaren von 12 mm Länge in sieben Glieder zerfällt (Taf. VII, Fig. 7, 2 . . . 8). Die einzelnen Glieder nehmen successive an Länge zu, während gleichzeitig ihr Querschnitt abnimmt. Sie bilden einen peitschenförmigen Anhang, der sich frühzeitig bogenförmig gegen die Medianebene des Körpers krümmt, so dass schliesslich die beiden Endgeisseln sich überschneiden (Taf. VII, Fig. 3).

An ihrem Innenrande sind die sieben Terminalglieder mit Sinneshaaren besetzt, welche sich an den beiden Endgliedern zu je drei Paaren büschelförmig gruppieren (Taf. VII, Fig. 14). — Ein Theil der schon früher erwähnten schlanchförmigen grossen Sinneskolben (s.) rückt auf die beiden proximalen Endglieder (2 und 3) über: die Zahl der Kolben fand ich hier sehr variabel und zwar gelegentlich an den beiden Antennen desselben Individuums verschieden. Gewöhnlich trägt das erste Peitschenglied einen oder zwei, das zweite vier Kolben, doch fand ich bei einigen erwachsenen Männchen auch jedes der beiden Glieder mit drei Kolben ausgestattet. Diese Sinneskolben stehen auf der dorsalen Fläche der genannten Glieder und bilden mit den hinter ihnen gelegenen Kolben des grossen ersten Geisselgliedes eine langgezogene Reihe von Spürfäden.

Was nun den weitaus bedeutungsvollsten Abschnitt der ersten Antenne, nämlich das mächtige erste Geisselglied, anbelangt, so hebe ich zunächst hervor, dass dasselbe bei dem grössten Männchen der *Phronima sedentaria* eine Länge von nahezu zwei Millimetern (1,8 mm) erreicht. Die Länge der ganzen Antenne beträgt bei demselben 3,2 mm, von denen 1 mm auf die sieben Terminalglieder kommt. Es ist also das erste Geisselglied auch bei den ausgebildeten Männchen länger, als Schaft und Terminalglieder zusammengenommen. Sein Querschnitt ist oval und zwar sind seine beiden Schmalseiten nach innen und aussen, seine Breitseiten nach oben (dorsalwärts) und unten (ventralwärts) gewendet (Taf. VII, Fig. 8). Es verjüngt sich nur wenig in distaler Richtung und läuft an der distalen Innenseite (der Medianebene zugekehrt) in einen stumpfen, zapfenförmigen Fortsatz aus. Seine Breitseiten (nicht aber die Schmalseiten) sind mit einem dichten Pelz feiner Spürhaare (s') übersät, welche in regelmässigen, schräg über das Antennenglied verlaufenden Querreihen angeordnet sind. Die grossen, schlanchförmigen Sinneskolben (s.), wie sie auch auf den beiden nachfolgenden Geisselgliedern stehen, heben sich deutlich von dem Pelze feinerer Spürhaare ab. Sie stehen dorsal auf dem letzten Viertel des Gliedes und treten in wechselnder, aber beschränkter Zahl auf. Während ich deren bei einem erwachsenen Männchen nur drei zählte, so konnte ich bei anderen sechs resp. sieben nachweisen. Rechnet man ihnen noch die auf den nachfolgenden Geisselgliedern stehenden Sinnesschläuche hinzu, so ergibt sich eine zwischen acht und zwölf schwankende Gesamtzahl.

Claus hat bereits richtig hervorgehoben, dass einerseits die Antenne von einem Nerv (n.) durchzogen wird, welcher unterhalb der schlauchförmigen Sinneshaare zu einem Ganglion (ga.) anschwillt, und dass andererseits die letzteren weit früher angelegt werden als der Pelz feiner Spürhaare. Ich vermisse die Spürhaare an Geisselgliedern, welche eine Länge von bereits 1,2 mm erreicht haben: sie scheinen erst bei den letzten Häutungen während des Aufenthaltes in den Tönnchen der Weibchen wie mit einem Schlag ausgebildet zu werden.

#### b. Histologie des ersten Geisselgliedes.

Was nun den feineren Bau des ersten Geisselgliedes anbelangt, so glaube ich auf eine Anzahl von eigenartigen und bisher unbekannt gebliebenen Strukturverhältnissen hinweisen zu können. Immerhin möchte ich bemerken, dass einen sicheren Entscheid über manche Fragen erst die Anwendung der neueren Methoden — insbesondere der auch kürzlich durch vom Rath (1894) für die nervösen Endapparate mit überraschendem Erfolg eingeführten Golgi'schen Methode — liefern wird. Da meine Untersuchungen vor mehr als zwei Jahren angestellt wurden, so beschränke ich mich mehr auf die Schilderung der topographischen Verhältnisse, wie sie auf Schnittten durch mit Chromosminsäure, Alkohol und Sublimat conservirten Antennengliedern hervortreten,

und überlasse den definitiven Entscheid über den Verlauf der nervösen Fasern Jenem, welcher — glücklicher als ich selbst — in die Lage kommen sollte, die modernen Untersuchungsmethoden auf diese sicherlich recht instruktiven Objekte anzuwenden.

Legt man Querschnitte durch die ersten Geisselglieder, so erweisen sich diese letzteren, wie oben hervorgehoben wurde, als oval gestaltet (Taf. VII, Fig. 8 und 9). Die Längsachsen beider Ovale bilden keine gerade Linie, sondern würden bei ihrer Verlängerung in stumpfem Winkel zusammenstossen. An jedem Glied lässt sich eine innere (der Medianebene zugekehrte) und eine äussere Schmalseite, eine obere (dorsale) und untere (ventrale) Breitseite nachweisen. Jede einzelne dieser Flächen ist durch Einlagerung von Bildungen charakterisirt, welche den anderen fehlen.

Zunächst hebe ich hervor, dass der Antennennerv (n.) in Gestalt eines breiten und dünnen Bandes längs der Dorsalfläche verstreicht und ihr sich direkt anheftet. Er ist in seiner ganzen Länge fein fibrillär gestreift und auf der Aussenfläche hie und da mit lang ovalen Kernen (sie messen in der Länge 0,014—0,02 mm) belegt. Unterhalb der Insertion der grossen kolbenförmigen Sinneshaare schwillt er zu einem Ganglion (Fig. 9 und 12 ga.) an, welches bis in die zweiten und dritten Geisselglieder sich verfolgen lässt. Die Kerne des Ganglions sind rund, fein granulirt und von verschiedener Grösse. Im Durchschnitt messen sie 0,007 mm, doch kommen auch zwischen ihnen halb so grosse und namentlich in der Nähe der Chitinlamelle doppelt so grosse Kerne vor. Zellgrenzen vermochte ich im Ganglion nicht zu erkennen, wohl aber feine Pigmentkörnchen, welche bald zerstreut, bald zu kleinen Häufchen gruppiert auftreten.

Aus diesem Ganglion sammeln sich feine Fibrillenzüge (Fig. 12 f.) zu einem kegelförmigen Strang, welcher in die Basis der grossen Sinneskolben eintritt und sie als Achsenzylinder durchzieht. Der Basalabschnitt der Kolben wird durch eine eigenthümliche Faltung der Chitinlamelle hergestellt, insofern die distale Partie sich wie ein Kleiderhaken (Fig. 12 x.) krümmt, während die proximale stempelförmig den Porus, durch welchen die Fibrillen in den dünnwandigen Kolben einstrahlen, verengt. In fast identischer Form kehrt diese Gestaltung des Basalabschnittes an den bald zu erwähnenden feinen Spürborsten wieder.

An jenen Stellen, wo das Ganglion nicht mit der Matrix des Chitinpanzers zusammenhängt, wird die äussere Schmalseite des ersten Antennengliedes von einem polyedrischen Plattenepithel ausgekleidet.

Ein recht origineller Zellstrang (Fig. 8 und 9 gl. Fig. 13) charakterisirt weiterhin die innere Schmalseite des Antennengliedes, soweit diese von Spürhaaren frei bleibt. Von der Basis des Gliedes bis zu seiner Spitze verstreicht nämlich ein im Mittel 0,04 mm breiter Strang von polyedrischen, fein granulirten und gelegentlich mit grossen Vakuolen ausgestatteten Zellen, deren intensiv sich färbende Kerne durchschnittlich 0,01 mm messen. An ihren freien Rändern sehen diese auffälligen Zellen oft wie angenagt aus. Ueber ihre Bedeutung vermag ich keinen entscheidenden Aufschluss zu geben; man möchte sie für Drüsenzellen halten, wenn nicht der Mangel von Ausführgängen einer solchen Deutung im Wege stünde. Da ich die Männchen der *Phronima sedentaria* nicht lebend beobachtete, so will ich immerhin hervorheben, dass gerade an jenen Stellen, wo der Zellstrang auftritt, bei dem Männchen der *Phr. Colletti* besonders lebhaft eine rothbraune Pigmentirung auftritt, die freilich bei der Conservirung der Objekte rasch verblasste.

Die Breitseiten der Antennenglieder sind mit einem mächtigen mehrschichtigen Epithel bedeckt, welches gegen die äussere Schmalseite sich abflacht und im Mittel eine Dicke von

0,07 mm erreicht. Schon bei Betrachtung mit schwachen Systemen wird es klar, dass es sich hier um zwei verschiedene Zellschichten, eine innere dünnere (Fig. 9 und 10 ga'), und eine äussere dickere (sens.) handelt. Die innere Lage wird aus polyedrischen Zellen gebildet, deren kuglige Kerne im Mittel 0,005 mm messen. Da die Zellen an der Berührungsfläche mit der äusseren Schichte faserförmige Fortsätze in die letztere abgeben (Taf. VII, Fig. 11), so glaube ich nicht fehl zu greifen, wenn ich sie als Ganglienzellen in Anspruch nehme, welche im Allgemeinen zu einer zweischichtigen Lage sich gruppieren.

Von besonderem Interesse ist nun jene dicke äussere Zellschichte, welche direkt unterhalb des Pelzes von Spürhaaren sich ausbildet. Mag man sie als Sinneszellen oder Ganglienzellen oder als „Sinnesnervenzellen“ (vom Rath) bezeichnen, so ist jedenfalls klar, dass sie es sind, deren fibrilläre Ausläufer (Fig. 10 f.) sich sammeln, um als Achsenfäden in die Spürhaare einzustrahlen. Thatsächlich sitzt denn auch unterhalb jedes Spürhaares wie eine Traube eine Gruppe spindelförmiger Zellen, deren Grenzen freilich meist recht undeutlich sind. Am besten heben sich noch die spindelförmigen Contouren der tieferen Zellen ab, deren Kerne meist lang oval ausgezogen sind. An den oberen Zellen einer Traube mit ihren mehr rundlichen und oft auch kleineren Kernen fällt es ungemein schwer, scharfe Contouren wahrzunehmen. Dazu kommen noch rundliche Kerne (Fig. 10 ma.), welche unterhalb der Chitiumembran liegen und offenbar den gewöhnlichen Matrixzellen zugehören. Deutlich sieht man nun, wie die feinen Fibrillen, in welche die tieferen Zellspindeln sich ausziehen, zu einem Strange sich sammeln, welcher in je ein Spürhaar (s.) eintritt. Dass die letzteren in schräg über das erste Geisselglied verlaufenden Querreihen stehen, wurde bereits oben hervorgehoben, und so begnüge ich mich auch weiterhin mit dem Hinweis, dass die Chitinlamelle an der Insertionsstelle der Haare genau dieselbe Struktur erkennen lässt, welche von der Basis der grossen Sinneskolben geschildert wurde. Die Spürhaare erreichen eine Länge von durchschnittlich 0,2 mm, während die Sinneskolben etwas kürzer bleiben; beide werden von dem bekantem Achsenfaden bis zu ihrer geschlossenen Spitze durchzogen. Aus ihrem verschiedenen Habitus und der verschiedenen Art der Innervirung lässt sich erschliessen, dass sie auch funktionell nicht gleichwerthig sind. Ein Entscheid würde sich freilich erst dann führen lassen, wenn man in die glückliche Lage käme, männliche und weibliche Phronimiden (welch' letzteren ja der Pelz von Spürhaaren fehlt) experimentell zu prüfen.

Ueber den voranzusetzenden Zusammenhang zwischen den Fibrillen des Nervenbandes und jenen, welche aus dem dicken Ganglien- resp. Sinnespolster in die Spürhaare einstrahlen, vermag ich keinen befriedigenden Entscheid zu geben. Es handelt sich hier um Strukturverhältnisse, über welche erst die Anwendung moderner Tinktionsmethoden Licht verbreiten wird.

Wenn ich schliesslich noch hervorhebe, dass der Innenraum des ersten Geisselgliedes einen grossen Blutsinus darstellt, so hätte ich der wichtigsten topographischen Verhältnisse, wie sie an Schnittserien uns entgegentreten, Erwähnung gethan. Sie lassen manche Eigenthümlichkeiten erkennen, unter denen namentlich das Auftreten jener Zellstränge am Innenrande und die — meines Erachtens nach — bis jetzt noch nicht beobachtete Zusammensetzung des Sinnespolsters aus zwei Schichten am bemerkenswerthesten sind.

Da unter den gesammten Hyperinen der sexuelle Dimorphismus in der Gestaltung der Vorder-Antennen nicht so hochgradig ausgebildet ist, wie bei den Phronimiden, so gestatte ich mir zur Ergänzung der Darstellung von Claus noch einige Bemerkungen. Das einzige Geisselglied des Weibchens kann bei grossen Exemplaren von 30 mm eine Länge von 1,26 mm erreichen.

Es bleibt also immerhin kürzer als dasjenige der kleineren Männchen, ist ihm aber an Ausstattung mit Sinneskolben überlegen. Ich finde deren nämlich in Uebereinstimmung mit den Angaben Pagenstechers (1861, p. 34, Taf. 2, Fig. 2) etwa 20, welche zweizeilig angeordnet sind und eine Länge von 0,26 mm erreichen. Da sie vom unteren Drittel des Geißelgliedes an auftreten, so bildet auch der Nerv von hier an ein bis zur Spitze des Gliedes (welche durch eine Borste ausgezeichnet ist) verstreichendes langgestrecktes Ganglion. Von diesem gehen kegelförmige Stränge von Fibrillen zu jedem einzelnen Sinneskolben ab. Die Zellstränge am Innenrand und die mächtigen Zellpolster fehlen — entsprechend dem Mangel von Spürhaaren — der weiblichen Antenne.

### 3. Das zweite Antennenpaar.

Zu einem unscheinbaren kugligen Vorsprung an dem Kopfe des Weibchens reducirt, welcher die Windungen und den Porus des Excretionsorganes enthält, fällt die zweite Antenne des Männchens durch ihre reiche Gliederung und Länge doppelt auf. Sie besteht bei den erwachsenen Männchen der *Phronima sedentaria* und *Colletti* aus einem dreigliedrigen Schaft und aus einer dreizehngliedrigen langen Geißel (Taf. VII, Fig. 15). Es ist auffällig, wie spät die zweite Antenne am Kopfe des Männchens von *Phronima sedentaria* angelegt wird. Ich finde sie bei vier mir vorliegenden Männchen, welche mit Tiefennetzen erbeutet wurden und 8–10 mm messen, auf einen kurzen Stummel mit einer ansitzenden Borste reducirt (Taf. VII, Fig. 2). Sie verharrt also hier auf einem Stadium, welches zeit lebens für das Weibchen charakteristisch ist, obwohl die erste Antenne bereits einen zweigliedrigen Schaft und eine mehrgliedrige Geißel zur Ausbildung gebracht hat. Sobald die Männchen an die Oberfläche aufsteigen, scheinen die zweiten Antennen rasch ihrer definitiven Ausbildung entgegenzugehen. So finde ich sie bei einem an der Oberfläche gefischten Männchen von 9 mm in Form eines ungegliederten conischen Zapfens angelegt (Taf. VII, Fig. 6 at'), obwohl die ersten Antennen noch nicht so weit ausgebildet sind, wie bei den in der Tiefe gefischten. Es entspricht dieses Stadium der jungen Männchen von *Phr. sedentaria* genau jenem, welches Claus von der jugendlichen *Phr. Colletti* abgebildet hat (1872, Taf. 27, Fig. 6). Da der genannte Forscher auch die weitere Entwicklung der Antenne, ihre allmählich erfolgende Gliederung in einen dreigliedrigen Schaft und in die von der Spitze an sich segmentirende Geißel zutreffend geschildert hat, so illustriere ich das Verhalten durch die Abbildung der Antenne eines jugendlichen Männchens der *Phr. sedentaria*, welches ich vor Orotava im März 1888 an der Oberfläche fischte (Taf. VII, Fig. 16). Wie in der Entwicklung der Antenne, so verhalten sich auch in ihrer definitiven Ausbildungsform die Männchen von *Phr. sedentaria* und *Colletti* durchaus übereinstimmend.

Die drei Schaftglieder (Fig. 15 und 16 st<sup>1...III</sup>) sind mit je zwei Muskelpaaren ausgestattet, während die Geißelglieder (tl.) derselben durchaus entbehren. An das unterste Schaftglied tritt ein kräftiger Flexor heran; es ist stämmiger als das zweite und dritte Glied, fast so breit wie lang, während die beiden folgenden länger als breit sind. Am convex gekrümmten Aussenrand des letzten Gliedes treten einige Borsten auf. Die 13 Geißelglieder sind schlank und nehmen im Allgemeinen nur wenig in distaler Richtung an Länge ab. Das erste Geißelglied übertrifft alle nachfolgenden an Länge um das doppelte; es entbehrt der Borsten, während alle übrigen am Innenraude mit zwei bis drei Borstenbüscheln ausgestattet sind.

Für eine einheitliche morphologische Auffassung des zweiten Antennenpaares — speziell für die Frage nach der Zahl der Schaftglieder — liegen die Verhältnisse nicht nur bei den Hyperinen, sondern auch bei den gesamten Malakostraken wesentlich ungünstiger als für die ersten Antennen. Abgesehen davon, dass bei weiblichen Hyperinen die zweiten Antennen häufig rückgebildet und manchmal sogar nur durch einen kegelförmigen Höcker (Phronimiden) angedeutet werden, treten uns auch vielfach Fälle entgegen, wo bei wohl entwickelten zweiten Antennen eine wechselnde Zahl von proximalen Gliedern einander so ähneln, dass eine Abgrenzung von Schaft und Geißel fast unmöglich gemacht wird. So sehen wir denn, dass gewiegte Forscher — ich weise nur auf Claus hin — sich bisweilen nur sehr zurückhaltend über die Deutung der zweiten Antenne äussern. Ein besonders instruktives Beispiel bieten uns in dieser Hinsicht die Platyseeliden dar, deren zweite Antennen im weiblichen Geschlechte oft ebenso weit rückgebildet sind wie bei den Phronimiden, während die männliche Antenne bekanntlich aus fünf (bei *Glosscephalus* aus sechs) Gliedern besteht, welche wie ein Meterstab gefaltet werden. Claus (1887, p. 7) hebt ausdrücklich hervor, dass „im Gegensatz zu den gleichwertigen Antennen der Phronimiden Schaft und Geißel nicht scharf abzugrenzen sind“. Auch Bovallius (1890, p. 26) macht ebensowenig wie z. B. für Paraphronimiden und Cylopodiden einen Versuch, die zweite Antenne der Oxycephaliden in Schaft und Geißel zu gliedern. Angesichts dieser Sachlage dürfte es wohl nicht ohne Interesse sein, wenn ich auf einen morphologischen Charakter hinweise, welcher uns ein untrügliches Merkmal für Unterscheidung von Schaft und Geißel liefert. Ebenso wie an der ersten Antenne sind auch an der zweiten lediglich die Schaftglieder mit Muskeln ausgestattet. Wenn wir von diesem Gesichtspunkt aus eine Deutung der männlichen zweiten Platyseeliden-Antenne versuchen, so ergibt es sich, dass sie ebenfalls mit drei

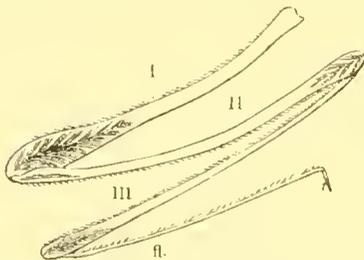


Fig. 1. *Oxycephalus pectinatus* ♂ zweite Antenne. I, II, III Schaftglieder. fl. Geißel.

Schaftgliedern ausgestattet ist und zwei resp. drei Geißelglieder aufweist. Zur Illustration dieses Verhaltens gebe ich nach Bovallius eine Copie der zweiten Antenne von *Oxycephalus pectinatus* ♂, welche klar zeigt, wie durch die Einlagerung von Muskeln in die drei Schaftglieder die Faltung der Antenne bedingt wird.

Wenn ich nun auf Grund dieses Verhaltens wohl nicht mit Unrecht die Auffassung vertrete, dass die Schaftglieder bei den gesamten männlichen Hyperinen unter normalen Verhältnissen in der Dreizahl auftreten, so möchte ich auch weiterhin der Vermuthung Raum geben, dass es sich hier um eine für alle Malakostraken gültige Grundzahl handelt. Bei den Cumaceen und Stonatopoden scheinen allerdings nur zwei Schaftglieder aufzutreten, während *Nebalia* und die Schizopoden deren drei aufweisen. Für die Dekapoden im engeren Sinne hat die Zahl der Schaftglieder seit H. Milne-Edwards mehrfach zu Controversen Veranlassung gegeben, im Laufe deren die Milne-Edwards'sche Auffassung von einem fünfgliedrigen Schaft namentlich durch die Untersuchungen von Strahl (Monatsber. Akad. d. Wissensch., Berlin 1861) mit Geschick angefochten wurde. Wenn auch das von Strahl auf Grund der Gliederung der zweiten (äusseren) Antennen entworfene Dekapodensystem als ein durchaus künstliches und unhaltbares bezeichnet werden muss, welches denn auch von keiner Seite adoptirt wurde, so haben doch seine kritischen Bemerkungen über die Gliederung des Antennenschaftes den Erfolg gehabt, dass die Milne-Edwards'sche Auffassung von einer Anzahl von Forschern aufgegeben wurde. Nach Strahl kann es sich nur um die

Auffassung handeln, ob der Schaft der zweiten Antenne drei- oder viergliedrig ist. Gerstaecker (1892, p. 865) ist im Rechte, wenn er es dem subjektiven Ermessen überlässt, ob man das bei vielen Macruren und Brachyuren selbständig gewordene vierte Glied, welches die Ausmündung des Excretionsorganes trägt, dem Schaft oder dem Cephalothorax zurechnet. Angesichts der Thatsache, dass es bei *Palinurus* und *Scyllarus* mit dem Stirntheil des Panzers verschmolzen ist, möchte ich der Hoffnung Ausdruck geben, dass es nicht unmöglich sein dürfte, die Dreizahl der Schaftglieder an der zweiten Antenne als die Normalzahl für die gesammten Malakostraken zu betrachten. Jedenfalls trifft sie auch für die Euphausiden unter den Schizopoden zu, welche mir noch Veranlassung geben werden, auf die hier angeregte Frage zurückzukommen.

#### 4. Die Scheerenhände des fünften Fusspaares.

##### a. *Morphologie.*

Während man früherhin geneigt war, in dem Auftreten von Scheerenhänden an dem fünften Beinpaar einen hervorstechenden Charakter der Phronimiden zu erblicken, so lehrte die Entdeckung der Gattung *Phronimella* mit ihrem in einen einfachen Klauenfuss auslaufenden fünften Beinpaar, dass es sich in der Scheerenhand nur um eine für die Gattung *Phronima* charakteristische Bildung handelt. *Phronimella* bereitet allerdings das für *Phronima* typische Verhalten vor und verharret auf einem Zustand, welchen nur ganz junge Exemplare der *Phronima* erkennen lassen. Da nun bereits in den Untersuchungen von Pagenstecher (1861), Claus (1862 und 1872) und Bovallius (1889) ausreichend dargestellt wird, wie aus einer einfachen, gerade gestreckten Anlage durch Verbreiterung des Carpus und durch das Auftreten von Carpalzähnen, gegen welche der Metacarpus eingeschlagen wird, die Greifhand ihre Entstehung nimmt, so beginne ich meine Darstellung mit jenen Stadien, wo die Scheere bei jugendlichen Männchen von 8–10 mm Länge bereits angelegt ist.

Man gestatte mir indessen zuvor einige allgemeine Bemerkungen über die Bedeutung, welche der Scheerenhand als einem sekundären Geschlechtscharakter zukommt.

Da Claus die von ihm zuerst beschriebenen männlichen Exemplare von *Phronima* der *Phr. sedentaria* zurechnete, so ergaben sich immerhin auffällige Differenzen in der Gestaltung der männlichen und weiblichen Greifhand. Wenn er auch zuerst nachdrücklich darauf hinwies, dass die weibliche Greifhand in der Jugend eine ähnliche Bezahnung aufweist, wie sie zeitlebens der männlichen zukommt, so war doch die Thatsache nicht wegzuleugnen, dass die Scheerenhände geschlechtsreifer Männchen und Weibchen sinnfällige Verschiedenheiten in der Gestaltung des Carpalgliedes aufweisen. Nachdem es mir indessen gelungen ist, den Nachweis zu führen, dass die von Claus geschilderten Männchen der *Phr. Colletti* zugehören und nachdem ich weiterhin die bisher unbekannt gebliebenen Männchen der *Phr. sedentaria* in den verschiedensten Entwicklungsstadien auffand, so stellte es sich heraus, dass die sekundären Geschlechtsunterschiede durchaus nicht so sinnfällig an dem fünften Beinpaar hervortreten, wie es anfänglich scheinen möchte. Immerhin ergeben sich eine Anzahl von feinen und charakteristischen Differenzen, welche ich kurz schildern und durch eine Anzahl von Abbildungen erläutern möchte.

Ich beginne zunächst mit der Darstellung der Scheerenhand der Männchen von *Phronima sedentaria*. Junge Männchen von 8 mm Länge, wie ich sie in Fig. 2 auf Taf. VII abbilde, besitzen am fünften Fusspaar eine schlanke Tibia (tb.) und einen Carpus (carp.), welcher andert-

halbmal länger als breit ist (Taf. VII, Fig. 5). Der Metacarpus (m. carp.) mit dem kleinen Dactylus (dact.) ist fast so lang wie der Carpus und ragt weit über den der Kopfseite zugewendeten Vorderrand des Carpus vor. Der Unterrand des Carpus ist mit drei Zähnen: dem grossen Vorderzahn (d. a.), einem kleineren Mittel- (d. m.) und Hinterzahn (d. p.) ausgestattet. Hinter dem letzteren ist als unansehnlicher Höcker ein viertes Zähnchen angedeutet. Hinter den einzelnen Zähnen stehen Borsten, von denen die dem Mittel- und Hinterzahn zugehörigen dicht ihnen anliegen. Ausserdem treten noch einzelne Borsten am Vorderrand und an den Seitenflächen des Carpalgledes auf, welche keine näheren Beziehungen zu den Zähnen erkennen lassen.

Bei Männchen von 10 mm Länge beginnt der Hinterrand der Tibia und des Carpus sich stärker convex auszubuchten, so dass der Unterschied zwischen Länge und Breite der betreffenden Glieder weniger auffällig hervortritt. Die drei Zähne am Unterrand des Carpus verhalten sich ähnlich wie im vorhergehenden Stadium, nur treten hinter dem Hinterzahn zwei kleine zahnförmige Tuberkel mit den zugehörigen zwei Borsten auf.

Was endlich die Greifhand des geschlechtsreifen Männchens von 12 mm Länge anbelangt (Taf. VII, Fig. 4), so verhält sich bei ihr die Länge der Tibia (tb.) zu ihrer Breite wie 4 : 3, während der Carpus (carp.) nahezu ebenso lang (0,83 mm) wie breit (0,75 mm) ist. An beiden Gliedern ist der Hinterrand stärker convex ausgebuchtet als bei den jüngeren Männchen. Der Metacarpus (m. carp.) mit seinem klauenförmigen Dactylus greift relativ nicht so weit wie bei jüngeren Exemplaren über den Vorderrand des Carpus über. Wird er gegen die Carpalzähne eingeschlagen, so kommen letztere stets nach aussen zu liegen. Die drei Carpalzähne nehmen von vorn nach hinten an Grösse und Stärke ab; auf ihnen münden die Ausführungsgänge der später zu erwähnenden Drüsengruppen. Der Hinterrand des Hinterzahnes ist mit vier Kerben versehen, zwischen denen ebensoviele Borsten hervorragen. Die Kerben entsprechen den hintersten Carpalzähnchen, welche ihre Selbstständigkeit aufgegeben haben und gewissermassen in den Hinterzahn aufgegangen sind.

Vergleicht man nun die Scheerenhände jugendlicher Weibchen von 8—12 mm Grösse mit jenen der gleich grossen Männchen, so lässt sich kaum ein durchgreifender Unterschied nachweisen. Auch bei den jüngsten Weibchen treten nicht nur die drei Carpalzähne in derselben Ausbildungsform wie bei den Männchen entgegen, sondern es lässt sich auch hinter dem Hinterzahn noch ein isolirter vierter Zahn nachweisen. Derselbe wird auf etwas älteren Stadien zu einer Kerbe rückgebildet, hinter welcher neue Kerben mit den zwischen ihnen stehenden Borsten auftreten. Weibchen von 12—18 mm Grösse weisen Scheerenhände auf, welche schwer von jenen der geschlechtsreifen Männchen zu unterscheiden sind. Erst wenn sie etwa 25—30 mm Länge erreicht haben, wird es klar, dass der Mittelzahn nicht nur an Grösse gegen den Hinterzahn zurücksteht, sondern auch dem letzteren sich nähert, um schliesslich — wie dies Claus zutreffend schilderte (1872, p. 335) — mit ihm zu verschmelzen. Wir erhalten dann den grossen und schlanken, hakenförmig gekrümmten Vorderzahn und einen kleineren, aus der Verschmelzung des Mittel- und Hinterzahnes hervorgegangenen zahnförmigen Höcker, dessen Hinterseite mit wenigstens sechs Kerben — den letzten Andeutungen an frühere Zahnbildungen — versehen ist. In der Mitte des Metacarpus kann bei alten Weibchen eine auf früheren Stadien nur durch sanfte Ausbuchtung angedeutete Partie als zahnförmiger Höcker zwischen die Carpalzähne eingreifen.

Anders liegen nun die Verhältnisse bei beiden Geschlechtern der *Phronima Colletti*. Die jungen Weibchen und Männchen von 10 mm Grösse lassen bereits eine auffällige Verbreiterung

der Tibia und des Carpus erkennen, indem der Distalrand beider Glieder sich scharf convex ausbuchtet. Zu den drei Carpalzähnen, von denen die beiden hinteren nicht scharf zugespitzt auslaufen und nur wenig an Grösse differiren, gesellt sich ein vierter und späterhin noch ein kerbenförmiger fünfter Zahn, welche auch auf älteren Stadien selbständig bleiben. An der Greifhand des grössten geschlechtsreifen Männchens, welches ich am 1. Dez. 1887 vor Las Palmas mit dem Tiefennetz fischte (Taf. VIII, Fig. 3), fällt zunächst die ungewöhnliche Verbreiterung der Tibia (tb.) auf. Sie ist im Gegensatz zu den Männchen der *Phr. sedentaria* ebenso lang wie breit (0,4 mm). Das Carpalglied (carp.) misst in der Breite (von der Spitze des Vorderzahnes bis zum Ansatz des Metacarpus) 0,8 mm, und nahezu dieselbe Dimension ergibt das Ausmaass der Höhe. Besonders auffällig für dasselbe ist die den Ansatz des Gliedes überschneidende convexe Krümmung des Hinterrandes. An dem Unterrande folgen dem kräftigen und schwach hakenförmig gekrümmten Vorderzahn (d. a.) in weiterer Entfernung die an Grösse sich fast gleichkommenden Mittel- (d. m.) und Hinterzähne (d. p.). Dicht hinter den letzteren stehen noch drei kleinere Zähne, welche zwar successive an Grösse abnehmen, aber durchaus ihre Selbständigkeit wahren. In ähnlicher Anordnung wie bei *Phr. sedentaria* sind hinter jedem Zahne kräftige Borsten entwickelt, zu denen ausserdem sich noch zwei weitere Borsten oberhalb des Mittel- und Hinterzahnes gesellen. Der relativ stämmige Metacarpus (m. carp.) mit seinem beweglich abgesetzten klauenförmigen Daktylus (dact.) ragt nicht über den Vorderrand des Carpus hinaus und wird derart gegen den letzteren eingeschlagen, dass die Carpalzähne nach aussen zu liegen kommen.

Die Unterschiede zwischen den Greifhänden der erwachsenen Männchen von beiden Phronima-Arten sind demgemäss ziemlich sinnfällige. Ich bringe sie in der nachfolgenden tabellarischen Uebersicht zum Ausdruck.

*Phr. sedentaria* ♂.

Tibia länger als breit (Verhältniss von Länge zu Breite wie 4 : 3).

Carpus wenig länger als breit; der Hinterrand überschneidet nicht die Ansatzstelle an der Tibia.

Die hinteren Carpalzähne geben ihre Selbständigkeit auf und rücken als Kerben auf die Hinterseite des Hinterzahnes.

Der eingeschlagene Metacarpus überragt den Vorderrand des Carpus.

*Phr. Colletti* ♂.

Tibia ebenso breit wie lang, mit stark convex ausgebuchtetem Hinterrand.

Carpus ebenso lang wie breit; der Hinterrand überschneidet in convexem Bogen die Ansatzstelle an der Tibia.

Die hinteren Carpalzähne bleiben selbständig.

Der eingeschlagene Metacarpus überragt nicht den Vorderrand des Carpus.

Vergleicht man nun andererseits die Greifhand des Männchens von *Phr. Colletti* mit jener des geschlechtsreifen Weibchens, so fällt es thatsächlich schwer, einen durchgreifenden Unterschied herauszufinden. Das um so mehr, als das Verhältniss von Länge und Breite bei den Carpalgliedern eine gewisse Variabilität erkennen lässt, welche ich durch zwei Extreme, nämlich durch die linke Greifhand eines mit dem Tiefennetz erbeuteten Weibchens (Taf. VIII, Fig. 4) und durch diejenige eines an der Oberfläche vor Orotava gefischten Exemplares (Taf. VIII, Fig. 5) illustrire. Wie die Abbildungen lehren, so gleicht zunächst die Tibia (tb) völlig jener des Männchens, insofern sie durch die convexe Ausbuchtung des Hinterrandes ebenso lang wie breit wird. Der Carpus (carp.) ist hingegen schmaler als jener des Männchens. Während er bei letzterem so breit wie lang ist, so verhält sich bei dem in Fig. 5 dargestellten Carpus des an der Ober-

fläche gefischten Weibchens die Länge zur Breite wie 6 : 5, bei den in Fig. 4 abgebildeten wie 7 : 5. Da die zuerst erwähnte Greifhand die grösste ist, welche ich beobachtete, so füge ich noch hinzu, dass sie 1,36 mm lang und 1 mm breit ist. Die gleichen Maasse betragen bei dem in Fig. 4 dargestellten Carpus 1 resp. 0,7 mm.

Der Metacarpus (m. carp.) überragt bei der breiteren Greifhand um ein Geringes den Vorderrand des Carpus, während er bei der schmälern denselben gerade erreicht.

Die Carpalzähne gleichen so völlig jenen der männlichen Greifhand, dass sich auf Grund ihrer Zahl und Anordnung keine wesentlichen Differenzen zwischen beiden Geschlechtern ergeben. Der Vorderzahn (d. a.) der weiblichen Greifhand scheint allerdings an kräftiger Ausbildung etwas hinter jenem der männlichen zurückzustehen. Wenn wir von dieser unbedeutenden Differenz absehen, so liegt es nach den obigen Ausführungen auf der Hand, dass die secundären Geschlechtsunterschiede an den Greifhänden des fünften Extremitätenpaares bei *Phr. Colletti* durchaus nicht so sinnfällig sind wie bei *Phr. sedentaria*. Während bei grossen Weibchen der letzteren Art der Vorderzahn zu ungewöhnlicher Länge sich auszieht und die gesammten auf den Mittelzahn folgenden Zähne ihre Selbständigkeit aufgeben, so wahrt die weibliche Greifhand der *Phr. Colletti* insofern primitivere Verhältnisse, als die Zähne selbständig bleiben und ihre relativen Grössenverhältnisse (von vorn nach hinten an Länge abnehmend) beibehalten. Andererseits zeigt doch auch die weibliche Greifhand von *Phr. Colletti* insofern wieder eigenartige Umbildungen, als Tibia und Carpus sich auffällig verbreitern.

#### b. Muskulatur.

Da die Anordnung der Muskulatur in den Extremitätenpaaren bisher noch nicht eingehend geschildert wurde — nur Claus (1872, Taf. 27, Fig. 9 und 10) und Stebbing (1888, Taf. 159—163) haben die Extremitätenmuskeln einiger Brustfusspaare in ihren Abbildungen berücksichtigt — so gestatte ich mir einige Bemerkungen über den Verlauf derselben in dem uns speziell interessirenden fünften Fusspaare.

Die Coxalglieder der Brustfüsse sind bekanntlich bei *Phronima* mit dem betreffenden Segmente verschmolzen und nicht als selbständige Epimeralstücke ausgebildet, und so fehlen denn auch die zu ihrer Bewegung dienenden Muskelpaare. Dagegen liegen in der Region der genannten Abschnitte je ein Paar fächerförmig ausstrahlender Muskeln, von denen das vordere bei der Contraction eine Bewegung der Extremität nach hinten, das hintere eine Bewegung nach vorn vermittelt. Es dürfte sich empfehlen, alle jene Muskeln, welche eine Bewegung der ganzen Extremität oder einzelner Segmente nach vorne vermitteln, als Beugemuskeln (Flexoren) und die antagonistisch wirkenden als Streckmuskeln (Extensoren) zu bezeichnen. Demgemäss mögen die in Rede stehenden Muskeln, deren Fasern sich diagonal kreuzen können, als *flexor* und *extensor femoris* benannt werden.

Im distalen Ende des langgestreckten Femur sind wiederum zwei Muskeln ausgebildet, von denen der vordere als *extensor genuis* (m. ext. gen.) am vorderen Proximalrand des Kniesegmentes (*genu*) angreift, der hintere hingegen in eine lange Sehne ausläuft, welche, das Kniesegment durchsetzend, an den proximalen Hinterrand der Tibia sich anheftet. Es spielt demnach dieser langgezogene Muskel die Rolle eines *flexor tibiae* (m. fl. tb.). Ihm wirkt als Antagonist ein breiter, im Kniesegment entwickelter *extensor tibiae* (m. ext. tb.) entgegen. In der Tibia tritt ein kräftiger *extensor carpi* (m. ext. carp.) auf, der bei *Phr. sedentaria* breit fächerförmig ausstrahlt,

bei *Phr. Colletti* — entsprechend der ungewöhnlich derben Gestaltung der Tibia — in mehrere Bündel zerlegt ist.

Der breite Carpus wird von einem gewaltigen, von fast allen Beobachtern abgebildeten Muskel erfüllt, welcher, in chitinisirte Sehnen auslaufend, an dem proximalen Vorderrand des Metacarpus angreift. Da der letztere vermittelt eines Charniergelenkes, dessen Drehpunkt im hinteren Drittel (Taf. VIII, Fig. 3 bei x) gelegen ist, auf dem Carpus artikulirt, so spielt der in Rede stehende kräftige Muskel die Rolle eines *flexor metacarpi*. Er presst bei seiner Contraction den Metacarpus gegen den Unterrand des Carpus, während ein weit schwächerer, hinter dem Drehpunkt an den proximalen Hinterrand sich ansetzender Muskel als *extensor metacarpi* antagonistisch wirkt.

Endlich sei noch erwähnt, dass auch der Dactylus von zwei Muskeln bewegt wird (Taf. VII, Fig. 4), deren einer als *flexor dactyli* (m. fl. dact.) bei *Phr. Colletti* in mehrere getrennte Partien zerfällt, welche sich zu einer Chitinsehne vereinigen. Ihm wirkt ein schwächerer *extensor dactyli* (m. ext. dact.) entgegen. Die Fasern beider Muskeln entspringen am Hinterrand (Unterrand) des Metacarpus.

Die Muskeln der dem fünften Beinpaare vorausgehenden und nachfolgenden Brustfüsse bieten in ihrem Verlaufe eine sinnfällige Parallele zu dem hier geschilderten Verhalten. Ich verzichte indessen auf eine eingehendere Schilderung, da dieselbe nicht in den Rahmen dieser Betrachtungen gehört, und bemerke nur, dass die Metacarpalglieder des ersten bis vierten Beinpaares bei normaler Haltung nach hinten, diejenige des fünften bis siebenten Paares nach vorn geschlagen werden (Taf. VII, Fig. 1, Taf. VIII, Fig. 2). Es liegt auf der Hand, dass die Wirkung der einander entsprechenden Muskeln in den vorderen Extremitätengliedern jenen der hinteren entgegengesetzt ist. So wirken die dem *flexor metacarpi* des fünften Paares entsprechenden Muskeln der vier vorderen Beinpaare als *extensores metacarpi*.

Von Interesse dürfte es immerhin sein, noch einige Bemerkungen über den feineren Bau der Extremitätenmuskeln hinzuzufügen. In erster Linie hebe ich hervor, dass die oben aufgezählten Extensoren und Flexoren (mit Ausnahme der schwachen Beuger und Strecker des Dactylus) aus je zwei Hälften bestehen, von denen die eine der Innenfläche, die andere der Aussenfläche des betreffenden Gliedes anliegt. Auf einem Querschnitt durch den Carpus der Greifhand tritt dieses Verhalten besonders deutlich an dem kräftigen *flexor metacarpi* hervor (Taf. VIII, Fig. 6). Gleichzeitig lehrt der Querschnitt, dass jede Hälfte des genannten Muskels in vier (auch äusserlich wahrnehmbare) Partien ( $f^1 \dots f^4$ ) zerfällt. Die beiden Hälften stossen in der Mitte des Gliedes zusammen und begrenzen am Vorder- und Hinterrand des Carpus je einen Blut sinus (sin. ant., sin. post.). Nach den Angaben von P. Mayer zu schliessen (1879, Taf. 1, Fig. 2), strömt das Blut am Vorderrand nach abwärts, am Hinterrand nach aufwärts.

Bemerkenswerth ist nun das Verhalten der kontraktilen Substanz in den einzelnen Muskelbündeln. Wie die Abbildung lehrt, so werden die zahlreichen kontraktilen Fibrillen (f.) von einem auffällig breiten Mantel protoplasmatischer Rindenschicht umgeben (pr.). An den proximalen Aussenflächen des Carpus heften sie sich an die Chitinwand an; hier fehlt die Rindenschicht, welche indessen im Distalabschnitt des Carpus den von den Seitenwandungen abrückenden Muskel allseitig umgibt. Rundliche oder ovale Kerne (nu.) von 0,01 mm Grösse trifft man lediglich in der Rindenschicht, welche namentlich in der Mitte der Greifhand da, wo die beiden Muskelhälften sich berühren, ungewöhnlich breit entwickelt ist. Je nachdem die Muskelhälften

mehr oder minder deutlich in vier Partien gesondert sind, hebt sich die Rindenschicht um jede einzelne Partie entweder selbständig von der anliegenden ab oder fliesst sie in die letztere über.

Unter den Arthropoden ist mir kein Fall bekannt, wo es zur Ausbildung einer relativ ähulich mächtigen protoplasmatischen Rindenschicht um ein centrales Fibrillenbündel kommt. An den schwächeren Muskeln des fünften Phronimidenbeines überwiegen durchaus die kontraktilen Fibrillen, und die kernhaltige Rindenschicht tritt nur als ein dünner Mantel auf. Es ist schwer zu sagen, weshalb die Krafftleistung des Muskels — in dem vorliegenden Falle handelt es sich um den kräftigsten Muskel der Phronimidenextremitäten — einer mehr oder minder ansehnlichen Entwicklung der Rindenschicht parallel läuft. Hierüber, wie auch über die Art der Innervirung müssen eingehendere Untersuchungen an diesem sicher recht lehrreichen Objekt Aufklärung schaffen. Jedenfalls liegen die Verhältnisse auf Querschnitten durch den Carpus der alten Weibchen von *Phr. sedentaria* wesentlich anders, denn bei den Jugendformen und den mehr jugendliche Charaktere wahrenen Männchen. Die Rindenschicht ist nur als dünner Mantel um die mächtige Fibrillenmasse entwickelt, und die letztere sondert sich in zahlreiche Felder, zwischen welche die Rindenschicht mit ihren Kernen vordringt. Die centralen Kerne sind allerdings kleiner als die peripheren, aber wenn auch manche derselben dem Bindegewebe angehören mögen, so lassen sich doch zahlreiche Uebergänge in Grösse und Struktur zwischen peripheren und centralen Kernen nachweisen.

### c. Nerv und Carpaldrüsen.

Ueber den Verlauf des Nerven in dem fünften Beinpaar liegen genauere Nachrichten bis jetzt nicht vor. Claus (1879, p. 44) hebt richtig hervor, dass er aus dem dritten der auf das untere Schlundganglion folgenden Brustganglienpaare entspringt. Dieses liegt im fünften Brustsegment und entsendet beiderseits die langen und schräg nach aufwärts laufenden Nerven für das fünfte Fusspaar (Taf. VII, Fig. 3 n<sup>o</sup>). Ueber den weiteren Verlauf berichtet Mayer (1879, p. 45): „Den direkt aus dem betreffenden Brustganglion abgehenden Nerven sieht man auf der Streckseite des Beines in dasselbe eintreten, nach kurzem Verlauf zur Scheidewand gelangen und sie im Basalgliede nicht mehr verlassen. In welcher Weise er sich aber mit der Drüse in Verbindung setzt, kann ich nicht sagen.“

Ich ergänze diese Darstellung durch die Schilderung seines Verhaltens in dem fünften Beinpaare einer männlichen *Phr. sedentaria*, welches mit wünschenswerther Klarheit den Nervenverlauf durch alle Beinsegmente verfolgen liess (Taf. VII, Fig. 4). Nicht in allen Präparaten ist es mir gelungen, ihn so scharf wahrzunehmen, doch konnte ich auch bei dem grossen Männchen der *Phr. Colletti* ziemlich deutlich ihn beobachten und durchaus dieselben Verhältnisse wie bei der erstgenannten Art nachweisen.

In dem Femur verläuft der fein fibrillär gestreifte Nerv (Fig. 4 n.) längs der Scheidewand, welche die beiden Bluträume trennt, um schliesslich im distalen Viertel des genannten Segmentes ein kleines, langgezogenes Ganglion mit zwei bis drei Kernen zu bilden. Dieses liegt zwischen den Streck- und Biegemuskeln und gibt nach vorne zwei, nach hinten eine Faser ab. Der Nerv verlässt nun die Scheidewand, indem er hinter derselben das Kniesegment (*genu*) durchsetzt und in dem Anfangstheil der Tibia wiederum zu einem Ganglion anschwillt, von welchem zwei Aeste zu dem *extensor carpi* abgehen. Er verstreicht weiterhin schräg durch die Tibia und tritt am Hinterrand des Carpus in denselben ein, um zwischen dem mächtigen *flexor metacarpi*

gerade gestreckt und schräg nach hinten gerichtet dem *extensor metacarpi* zuzustreben. Soweit er zwischen den beiden Hälften des *flexor metacarpi* verläuft, ist er schwer wahrzunehmen, und ich vermag daher nicht anzugeben, ob er hier Seitenäste zu dem genannten Muskel entsendet. Scharf ist dagegen die Endpartie am *extensor metacarpi* wahrzunehmen. Der Nerv schwillt hier zu zwei Terminalganglien an, von denen sowohl das obere wie das untere je zwei Aeste zum *extensor* entsenden. Die beiden Ganglien sind bei *Phr. Colletti* genähert (Taf. VIII, Fig. 4 ga.) und weisen etwa vier bis fünf Kerne auf. Das untere Ganglion entsendet einen Ast zu dem Septum (sept.) des Metacarpus, in welchem er, dem Auge bald entschwindend, verstreicht.

Ich vermochte keine Nervenfasern wahrzunehmen, welche zu den charakteristischen Drüsengruppen des Carpus verlaufen. Da die Drüsen neuerdings von Mayer (1879, p. 44) und Claus (1879, p. 17), welch' letzterer zuerst auf sie aufmerksam geworden war (1872, p. 335) eingehend geschildert wurden, so vermag ich nur wenig ihren Darstellungen hinzuzufügen. Beide Beobachter haben erkannt, dass jede Drüsengruppe (Taf. VII, Fig. 4, Taf. VIII, Fig. 3—5 gl.) aus drei Zellen: zwei grossen mit einem zierlichen System von Drüsenkanälchen ausgestatteten und einer kleineren Centralzelle sich zusammensetzt. Die Drüsengruppen liegen im distalen Abschnitt des Carpus und nehmen von dem Vorderrande desselben nach hinten continuirlich an Grösse ab. Auf Querschnitten durch den Carpus ergibt es sich, dass die Drüsenzellen den Raum zwischen den Chitinwänden fast völlig ausfüllen und dabei durch kernhaltige Scheidewände gegen den Blutsinus abgegrenzt werden. Sie verlaufen in sichelförmig geschwungenem Bogen vom Vorderrande des Carpus bis zur Insertion des kräftigen *flexor metacarpi* und setzen sich aus einer schwankenden Zahl von Gruppen zusammen. Als normales Verhalten für die jüngeren Exemplare dürfte folgendes, bereits von Claus hervorgehobenes gelten. Zwei grosse Gruppen, von denen die eine der Innenwand, die andere der Aussenwand des vorderen Carpalabschnittes anliegt, entsenden zwei Ausführgänge, welche in den Vorderzahn einmünden, während zwei nachfolgende Gruppen nur je einen Ausführgang zum Mittel- resp. Hinterzahn abgeben (Taf. VIII, Fig. 3). Dieses Verhalten trifft für die Mehrzahl der von mir untersuchten Fälle zu, wobei auch gelegentlich zu bemerken ist, dass die hinteren Drüsengruppen sich vergrössern und nahezu den vorderen gleichkommen (Taf. VIII, Fig. 4). Zu diesen vier (aus je drei Zellen bestehenden) Gruppen können nun am Hinterrand der ganzen Anlage neue Gruppen sich gesellen. So finde ich in dem auf Taf. VIII, Fig. 5 dargestellten Carpus des grössten Weibchens von *Phr. Colletti* im ganzen sechs Gruppen, von denen die hinteren und kleinsten ihre Ausführgänge in die auf den Hinterzahn folgenden kleinsten Zähnechen entsenden. Es ähnelt also dies Verhalten dem von Claus für den Carpus einer männlichen *Phr. Colletti* beschriebenen Anordnung. Niemals sind mir indessen Fälle zu Gesicht gekommen, wie sie Mayer (1879, Taf. I, Fig. 2) für junge Exemplare der *Phr. sedentaria* beschreibt: überzählige Drüsengruppen nämlich, welche nicht auf Carpalzähnen, sondern zwischen Vorder- und Mittelzahn anspringen.

Mayer hat zuerst das reizvolle System ramificirter Drüsengänge beschrieben, welches in den beiden grösseren Zellen einer Gruppe gelegen ist. Wenn er dieses Röhrensystem auf wandungslose Aushöhlungen des Plasmas zurückführt (1879, p. 43), so muss ich durchaus Claus beistimmen, der den Sammelröhren eine chitinige Cuticularwand zuschreibt. Sie tritt an conservirten und in Schnitte zerlegten Drüsengruppen so scharf entgegen, dass an ihrem constanten Vorkommen nicht zu zweifeln ist. Die Sammelröhren strahlen entweder gerade gestreckt oder in langem Bogen radiär in die Zelle aus und sind mit dichotom sich gabelnden Seitenästchen

dicht besetzt. Da ich sie nicht so stark geknickt fand, wie es Mayer abbildet (1879, Taf. I, Fig. 4), und da andererseits Claus ein abnormes Verhalten darstellt, insofern drei Zellen (nicht zwei) ihre Röhren zu einem Ausführgang entsenden, so glaube ich es rechtfertigen zu dürfen, wenn ich in meiner Fig. 7 auf Taf. VIII das normale Verhalten wiedergebe. Ohne in die Details der Anordnung mich einzulassen, bemerke ich nur, dass die Zahl der Sammelröhren in den am vorderen Carpalabschnitt gelegenen Zellen gelegentlich ein Dutzend betragen kann. Sie sammeln sich in einem Ausführgang, der an seinem Anfangstheil meist etwas ausgeweitet ist und von einer kleinen Zelle umgeben wird, welche der Sammelröhren entbehrt. Diese dritte Zelle scheint indessen nicht nur den ausgeweiteten Abschnitt des gemeinsamen Ausführganges zu bilden, sondern auch an der Secretion sich zu betheiligen. Ich finde sie nämlich stets im Umkreis des Ausführganges mit grossen, das Licht stärker brechenden, aber schwach sich färbenden Schollen erfüllt, welche vielleicht Secretballen repräsentiren (Fig. 7<sup>a</sup> se.). Auf direktem Wege können sie freilich nicht in den Ausführgang gelangen, weil derselbe eine allseitig geschlossene und gegen die kleine Zelle scharf abgegrenzte Röhre bildet. Dass der Gang mit Kernen belegt ist, hat bereits Claus hervorgehoben.

### 5. Abdomen und Abdominalfusspaare.

Schon Claus hat darauf hingewiesen, dass die Männchen von *Phronima* in der Gestaltung des Abdomens von den Weibchen abweichen. „Was sie aber auf den ersten Blick kenntlich macht, ist neben der beträchtlich geringeren Körpergrösse die bedeutende Stärke des Hinterleibes und seiner Schwimmfüsse, die offenbar zu einer schnelleren Lokomotion befähigen“ (Claus 1872, p. 334).

Mit Rücksicht auf die oben (p. 110) angeführte Thatsache, dass die Männchen zur Zeit der Geschlechtsreife die Weibchen aufsuchen und in den Gehäusen der letzteren verweilen, kann es nicht überraschen, wenn nicht nur der Orientirungsapparat, sondern auch die Bewegungswerkzeuge kräftiger entwickelt sind.

Da die drei ersten Pleopodenpaare (Schwimmfüsse) der Phronimiden in den bisherigen Schilderungen keine eingehendere Darstellung erfahren haben, so gestatte ich mir, die früheren Schilderungen durch einige Bemerkungen über die Gestalt des Abdomens und der Schwimmfüsse, namentlich aber über die Anordnung der complicirten Muskulatur zu ergänzen.

Dass das Abdomen des Männchens bedeutend kräftiger entwickelt ist als dasjenige des Weibchens, lehrt auf den ersten Blick ein Vergleich beider Geschlechter von *Phr. Colletti* (Taf. VIII, Fig. 1 und 2). Während bei der männlichen *Phr. sedentaria* das erste Abdominalsegment länger als die beiden nachfolgenden ist, sind bei *Phr. Colletti* die drei ersten Hinterleibssegmente von annähernd gleicher Länge. Der Hinterrand der genannten Segmente zieht sich bei dem Männchen der *Phr. sedentaria* zu einer schaufelförmigen Seitenplatte aus, während bei der männlichen *Phr. Colletti* die Verbreiterung auch den gesammten Seitenrand ergreift. So bilden denn die Abdominalsegmente bei der letzteren breite Seitenplatten aus, welche mit kräftigen Muskellamellen ausgestattet, das obere Drittel der Schwimmfüsse decken. Dass die Seitenplatten erst im späteren Verlaufe der Entwicklung die anschnliche Verbreiterung erfahren, mag ein Blick auf das auf Taf. VII, Fig. 2 dargestellte jugendliche Männchen der *Phr. sedentaria* mit seinen relativ unansehnlichen Seitenplatten zeigen.

Auch die Verbreiterung der Pleopodenstielglieder vollzieht sich erst bei älteren Männchen. Die jugendlichen gleichen insofern den alten Weibchen, als das Verhältniss zwischen Breite und Länge der Stielglieder etwa 1 : 1.5 beträgt. Bei erwachsenen geschlechtsreifen Männchen wird indessen das Stielglied nahezu ebenso breit wie lang. Im Querschnitt ist es annähernd rechteckig gestaltet: die Schmalseiten sind etwas eingebuchtet und zwar auf der dem Kopfe zugewendeten Vorderfläche stärker als auf der Hinterfläche. Hierdurch wird es bedingt, dass die Kanten des in der Seitenansicht umgekehrt herzförmig gestalteten Stielgliedes flügel förmig vorspringen. Es articulirt an der Bauchfläche des betreffenden Abdominalsegmentes vermittelt eines ungefähr birnförmig gestalteten kräftigen Gelenkkopfes, dessen verschmälertes Theil nach vorn gewendet ist.

Dem Stielgliede sitzen bekanntlich zwei Ruderäste auf, welche mit langen, zweizeilig angeordneten und fiederästigen Schwimmborsten besetzt sind. Jeder Ast besteht bei erwachsenen Männchen aus neun Segmenten, von denen das oberste bedeutend kräftiger ist als die nachfolgenden. In dieser Hinsicht stehen die Männchen hinter den grossen Weibchen (von 30 mm Länge) mit ihren aus 18—20 Segmenten zusammengesetzten Ruderästen zurück.

Was nun die Muskulatur des Abdomens und der Schwimmfüsse anbelangt, so hat dieselbe bisher kaum eine Berücksichtigung erfahren. Ich will wenigstens versuchen, auf ihre recht complizirte Anordnung hinzuweisen, obwohl ich gestehen muss, dass es ohne Kenntniss des lebenden Objectes und der nur an ihm zu gewinnenden Bestimmung des Drehpunktes resp. der Drehachse unmöglich ist, über die Wirkungsweise mancher Muskelzüge Aufschluss zu erhalten.

In jeder Hälfte eines Abdominalsegmentes verstreichen nicht weniger denn zehn fächer förmig angeordnete Muskellamellen zu dem Gelenkkopf des Schwimmfusses (Taf. VIII, Fig. 8). Sie heften sich an der Aussen- und Innenseite, am Vorder- und Hinterrand des Gelenkkopfes an. Indem ich die einzelnen Muskelzüge durch Zahlen bezeichne, hebe ich zunächst hervor, dass fünf Muskeln an die Aussenfläche des Gelenkkopfes herantreten. Es sind dies zunächst zwei Muskeln (1 und 2), welche vom Vorderrande der Seitenplatten entspringen und bei erwachsenen Männchen sich auffällig verbreitern. Ihnen schliessen sich zwei besonders kräftig entwickelte Muskeln an, welche von der Rückenfläche der Segmente an über die Seitenflächen sich ausbreiten und schräg von vorn an den Gelenkkopf herantreten. Der eine (4) liegt aussen und verdeckt theilweise den kräftigen, vom oberen Vorderrande des Segmentes entspringenden Nachbar (5). Die Hinterfläche der Abdominalsegmente wird von einem gerade absteigenden Muskel eingenommen, welcher gelegentlich deutlich in zwei gleichfalls gegen die Aussenfläche convergirende Partien (7 und 8) gesondert ist. An den Vorderrand des Gelenkkopfes tritt nur ein schmaler, vom seitlichen Vorderrand des Segmentes entspringender Muskel (3), während an die Innenfläche sich drei Muskeln inseriren. Einer derselben (6) entspringt von der Dorsalfläche und ist besonders kräftig ausgebildet, wenn er auch bei seitlicher Ansicht weniger hervortritt, weil ihn die mit 4 und 5 bezeichneten Muskeln verdecken. An die Innenfläche des Gelenkes treten weiterhin noch zwei schmale Muskeln: ein auf der Bauchfläche des Segmentes verstreicher (9), welcher bei seitlicher Ansicht meist durch den mit 3 bezeichneten Muskel verdeckt wird, und endlich ein kleiner Muskel (10), welcher schräg vom Hinterrande des Segmentes entspringt.

Die genannten Muskelgruppen lassen sich erst bei älteren Individuen als scharf getrennte Züge wahrnehmen. Sie fehlen auch den weiblichen Exemplaren nicht, sind aber hier schwächer

entwickelt als bei den Männchen. Im Abdomen der erwachsenen geschlechtsreifen Männchen breiten sich namentlich die auf den Seitentheilen gelegenen Züge fächerförmig derart aus, dass die äusseren Lamellen die inneren fast völlig decken.

Die Schwimmfüsse mit ihren Ruderästen werden wiederum von einer ziemlich beträchtlichen Anzahl von Muskellamellen durchzogen. Die meisten Beobachter zeichnen jenen Längsmuskelzug, welcher auf der Aussenseite von dem Gelenkkopf bis zu den Ruderästen verstreicht. Ihm entspricht, wie ich ausdrücklich hervorhebe, ein genau denselben Verlauf nehmender Zug auf der Innenseite des Stielgliedes. Beide Züge (Fig. 8 m. lat.) setzen sich aus zwei Hälften zusammen, welche bald mehr, bald minder weit im Distalabschnitt des Stielgliedes auseinander weichen, um dann direkt vor dem Ansatz des Ruderastes wieder zusammenzuneigen. Untersucht man das Verhalten der Längsmuskelzüge im Querschnitt, so ergibt es sich, dass jeder derselben aus zwei parallel neben einander verlaufenden Blättern besteht, welche in den beiden vorderen Hälften bei erwachsenen Männchen durch einen ziemlich weiten Zwischenraum getrennt bleiben, in den hinteren jedoch sich fest aneinander schmiegen (Taf. 8, Fig. 9). Nicht nur die Seitenflächen des Stielgliedes, sondern auch seine Hinterfläche ist mit Längsmuskeln ausgestattet. Ich finde hier zwei getrennte Züge (m. post.), einen inneren breiteren und einen äusseren schmäleren, welche gleichfalls vom Gelenk bis zur Insertion der Ruderäste verstreichen. Wenn ich endlich noch erwähne, dass an die Basis jeden Ruderastes zwei kleine Muskeln (m. r.), ein innerer und ein äusserer, schräg von vorn herantreten, so hätte ich der im Stielgliede gelegenen Gruppen Erwähnung gethan.

In den Ruderästen lassen sich zarte Längsmuskelfasern (Fig. 8, x) nachweisen, welche auf der Hinterfläche verstreichen und im ersten Segment an einer Stelle beginnen, wo ein kleiner, pyramidenförmiger Muskel (y) endet, der von der Vorderfläche des genannten Segmentes seinen Ursprung nimmt. Der zuletzt erwähnte Muskel heftet sich an einen zapfenförmigen Vorsprung des Stielgliedes an und kommt lediglich dem äusseren Ruderaste zu.

## 6. Schlussbemerkungen.

In den vorhergehenden Abschnitten wurde der Versuch gemacht, die sekundären Geschlechtscharaktere der männlichen Phronimiden in ihrer allmählichen Entwicklung und definitiven Gestaltung zu schildern. Es ergab sich hierbei, dass es einerseits die Antennen und der die Schwimmfüsse tragende Abdominalabschnitt, andererseits die bekanntlich am zweiten bis vierten Brustfusspaar der Weibchen auftretenden Brutlamellen sind, welche sinnfällige Abweichungen zwischen beiden Geschlechtern erkennen lassen, während die Gestaltung der Scheerenhand am fünften Thoracalfusspaare bei beiden Geschlechtern (namentlich, wenn man gleich grosse Männchen und Weibchen vergleicht) kaum irgend erhebliche Differenzen aufweist. Nach den übereinstimmenden Angaben früherer Beobachter lassen weiterhin weder die Mundwerkzeuge, noch auch die Extremitätenpaare (mit Ausnahme des oben erwähnten) Unterschiede zwischen beiden Geschlechtern erkennen. Wenn man früherhin geneigt war, auch in der Form der Scheerenhand charakteristische Unterschiede zwischen beiden Geschlechtern zu erblicken, so geschah dies wesentlich auf Grund einer Verwechslung, insofern das Männchen der *Phr. Colletti* auf die *Phr. sedentaria* bezogen wurde. Nachdem ich indessen nachwies, dass das bisher unbekannt gebliebene Männchen der *Phr. sedentaria* charakteristische Unterschiede von jenem der *Phr. Colletti*

erkennen lässt, so gelingt es nicht mehr, die Differenzen in der Scheerenhand als einen sekundären Geschlechtscharakter ersten Ranges hinzustellen. Die Greifhand der grossen Weibchen von *Phr. sedentaria* ist von derjenigen der jugendlichen Weibchen ebenso verschieden wie von jener der zugehörigen erwachsenen Männchen. Da nun die Weibchen der *Phr. sedentaria* die ansehnliche Grösse von 35 mm erreichen (diejenigen der *Phr. Colletti* scheinen nicht viel grösser als die geschlechtsreifen Männchen zu werden) und bei diesem Wachstum einer ständigen, wenn auch nicht gerade auffälligen Metamorphose unterliegen, so mahnt diese Thatsache zur Vorsicht bei Aufstellung neuer Arten.

Schon Claus (1872, p. 337) hat mit Recht hervorgehoben, dass die als *Phr. custos* Risso und *Phr. atlantica* White unterschiedenen Arten offenbar der kosmopolitischen *Phr. sedentaria* zugehören, und ich selbst habe späterhin den Versuch gemacht (1889, p. 381 ff.), die durch Stebbing (1888) geschilderten *Phronima*-Arten einerseits auf *Phr. sedentaria*, andererseits auf *Phronima Colletti* (= *Diogenes*) zurückzuführen. Wenn ich auf diesen Punkt nochmals zurückkomme, so geschieht dies wesentlich mit Rücksicht auf die neueste systematische Bearbeitung der Phronimiden durch Bovallius (1889). Der schwedische Forscher zerlegt die Gattung *Phronima* in nicht weniger denn sieben Arten. Wer sich indessen die Mühe nimmt, jugendliche und erwachsene Exemplare der *Phr. sedentaria* von einem und demselben Fundort (mir liegen sie in reicher Zahl von Villafranca vor) nach den von Bovallius für spezifisch erachteten Charakteren zu durchmustern, wird sich überzeugen, dass entschieden verschiedene Entwicklungszustände und ein unleugbarer Fluss in der äusseren Erscheinung zur Aufstellung mehrerer, vermeintlich wohl getrennter Arten Veranlassung gegeben hat. Ich kann weder die Artberechtigung der *Phr. solitaria*, *atlantica*, *spinosa* und *pacifica* anerkennen, noch auch glaube ich, dass die als *tenella* geschilderte Form von jüngeren Individuen der *sedentaria* so verschieden ist, dass ihr der Werth einer besonderen Art zukommt. Nach meiner Ansicht gehören die genannten Formen einerseits dem Kreise der *sedentaria*, andererseits jenem der *Colletti* zu. Ich will sicherlich nicht in Abrede stellen, dass eine kosmopolitische Species in den verschiedenen Ozeanen lokale Varietäten bildet, welche unter Umständen so charakteristische Abweichungen aufweisen, dass es dem individuellen Ermessen überlassen bleibt, sie als besondere Arten aufzufassen. Als solche wird sie indessen der Systematiker erst anerkennen, wenn eingehend dargelegt wird, dass sie von den entsprechenden Stadien der je nach ihrem Alter recht variablen *Phr. sedentaria* verschieden sind. Dieser Nachweis ist bis jetzt noch nicht geführt, und so gestatte ich mir, in einer tabellarischen Uebersicht die von Bovallius aufgestellten Arten einerseits dem Formenkreis der *Phr. sedentaria*, andererseits jenem der *Phr. Colletti* zuzuweisen.

<i>Phronima spinosa</i> Bor.	}	Formenkreis der <i>Phronima sedentaria</i> Forsk.
„ <i>atlantica</i> Guér. Méner.		
„ <i>tenella</i> Stebb.		
„ <i>solitaria</i> Guér. Méner.		
<i>Phronima pacifica</i> Streets . . . . .		Formenkreis der <i>Phronima Colletti</i> Bor.

## Litteraturverzeichniss.

- Bovallius, C.**, Systematical list of the Amphipoda Hyperideae, in: Bihang till K. Svenska Vet. Akad. Handlingar, Bd. 11, Nr. 16. Stockholm, 1887.
- Contributions to a monograph of the Amphipoda Hyperideae. Part. 1, 1. 10 Tafeln. 1887, in: Kongl. Svenska Vetensk.-Akad. Handlingar, Band 21, Nr. 5. — Part. 1, 2. 18 Taf. 1889, ibid. Band 22, Nr. 7.
- The Oxycephalids, in: Nova Acta Reg. Soc. Sc. Upsal. Ser. III. Upsala 1890.
- Chun, C.**, Bericht über eine nach den Canarischen Inseln im Winter 1887—88 ausgeführte Reise; II. Abth., in: Sitzungsber. d. Akad. d. Wissenschaften. Berlin 1889. XXX. p. 519—552. Taf. III.
- Das Männchen der *Phronima sedentaria*, nebst Bemerkungen über die *Phronima*-Arten, in: Zool. Anzeiger, 12. Jahrg. 1889, p. 378—382.
- Claus, C.**, Bemerkungen über *Phronima sedentaria* Forsk. und *elongata* n. sp., in: Zeitschrift für wissensch. Zool. Band 12. 1863, p. 189—196. Taf. 19.
- Claus, C.**, Zur Naturgeschichte der *Phronima sedentaria* Forsk., ibid. Bd. 22, 1872, p. 331—338. Taf. 26 und 27.
- — Der Organismus der Phronimiden, in: Arb. Zool. Institut Wien. Bd. 2. Wien 1879, pag. 59—146, Taf. 1—8.
- Die Platyseeliden. Wien, 1887, mit 26 Taf.
- Gerstaecker, A.**, Arthropoda; Bronn's Klassen und Ordnungen des Thierreichs, Bd. 5, II. Abth., 1881—1891.
- Mayer, P.**, Carcinologische Mittheilungen: I. Ueber die Drüsen in den Beinen der Phronimiden, in: Mitth. der Zool. Station Neapel, Bd. 1, 1879, p. 40—48, Taf. 1.
- Pagestecher, A.**, *Phronima sedentaria*, in: Archiv f. Naturgesch., Jahrg. 27, 1861, p. 15—39, Taf. 1-3.
- von Rath, O.**, Ueber die Nervenendigungen der Hautsinnesorgane der Arthropoden nach Behandlung mit der Methylenblau- und Chromsilbermethode, in: Ber. d. Naturf. Ges., Freiburg i. B., Bd. 9, p. 137—164, Taf. 2, 1894.
- Stebbing, Th.**, Report on the Amphipoda. Report Scient. Res. Voy. Challenger, Zool. Vol. 29, 1888.
-

## Fünftes Kapitel.

# Ueber pelagische Tiefsee-Schizopoden.

---

# Inhaltsverzeichnis.

## V. Kapitel.

### Ueber pelagische Tiefsee-Schizopoden.

	Seite
1. Zur Biologie der pelagischen Schizopoden . . . . .	139
2. <i>Stylocheiron mastigophorum</i> Chun . . . . .	144
Die sekundären Geschlechtscharaktere . . . . .	151
3. Bemerkungen über den inneren Bau der Gattung <i>Stylocheiron</i> . . . . .	152
a. Das Nervensystem . . . . .	153
b. Der Darmtraktus . . . . .	154
c. Das Gefäßsystem . . . . .	156
d. Die Excretionsorgane . . . . .	158
e. Die weiblichen Geschlechtsorgane . . . . .	159
f. Die männlichen Geschlechtsorgane . . . . .	161
4. <i>Stylocheiron chelifer</i> Chun . . . . .	162
5. <i>Nematoscelis mantis</i> Chun . . . . .	165
6. <i>Arachnomysis Leuckartii</i> Chun . . . . .	169
7. <i>Brutomysis Vogtii</i> n. g. et sp. . . . .	179
8. Die Verwandtschaftsbeziehungen der pelagischen Tiefsee-Schizopoden . . . . .	181

## I. Zur Biologie der pelagischen Schizopoden.

Die neueren Untersuchungen über die horizontale und bathymetrische Vertheilung der pelagischen Organismen — oder, um uns eines von Hensen eingeführten Ausdruckes zu bedienen, des „Plankton“ — haben übereinstimmend gelehrt, dass die Schizopoden einen wichtigen und constanten Bruchtheil der schwimmenden Thierwelt nicht nur in den tropischen und gemässigten, sondern auch in den polaren Regionen abgeben. Allerdings betheiligen sich die Vertreter der beiden Unterordnungen, nämlich der Euphausiden und der Mysideen, sehr ungleich an der quantitativen Zusammensetzung des Plankton, insofern die Mysideen weit seltener vorkommen, als die mit Leuchtorganen ausgestatteten Euphausien.

Die **Mysideen** scheinen einen Aufenthalt in der Nähe des Grundes, sei es im Flachwasser, sei es in grossen Tiefen, zu bevorzugen und nur wenige Gattungen führen eine hochpelagische Lebensweise. Manche derselben nehmen durch ihre Anpassungen an das Schwebvermögen, wie sie sich in spinnenförmig verlängerten Extremitäten und in enorm langen Antennen aussprechen, ein besonderes Interesse in Anspruch. Unter diese für die hohe See charakteristischen Formen rechne ich ausser der Gattung *Siriella* Dana noch die vom „Challenger“ erbeutete *Euchaetomera* G. O. Sars (1885, pag. 211), die von mir im Mittelmeere entdeckte *Arachnomysis* (1887, p. 32), die von der Plankton-Expedition im tropischen Atlantic gefischte *Caesaromysis* Ortman (1893, p. 24) und endlich die von mir noch zu schildernde Gattung *Bratomysis* Chun. Ihre Fühler erreichen bei *Arachnomysis* eine Länge von 25 mm und übertreffen den Körper an Länge um nahezu das Vierfache, während sie ihm bei dem männlichen Exemplar der *Bratomysis Voglii*, welches ich vor Funchal in grösserer Tiefe fischte, ungefähr gleichkommen.

Die genannten Mysideengattungen scheinen zum Theil eine weite horizontale Verbreitung aufzuweisen. *Siriella* ist in den tropischen und subtropischen Regionen aller Oceane verbreitet und zwar scheint speziell *S. Thompsoni* ein wahrer Kosmopolit zu sein. In den tropischen und subtropischen Gebieten des Pacific und Atlantic ist *Euchaetomera* verbreitet, welche die Challenger-Expedition zuerst im Pacific erbeutete, bis späterhin ihr Vorkommen im Atlantic von der Plankton-Expedition nachgewiesen wurde. Wenn ich schliesslich noch hinzufüge, dass *Arachnomysis* bis jetzt lediglich im Mittelmeere von mir aufgefunden wurde (1887, p. 32) und dass *Caesaro-*

*mysis* von der Plankton-Expedition nur im tropischen Theile des Atlantic erbeutet wurde (Ortmann 1894, p. 24), so hätte ich der wesentlichen Daten über die horizontale Verbreitung der Mysideen gedacht.

An der Oberfläche sind von den hochpelagischen Mysideen die *Siriella*-Arten verbreitet. Der Bau der Augen bei den Gattungen *Euchaetomera*, *Arachnomysis*, *Caesaromysis* und *Brutomysis* deutet indessen darauf hin, dass sie Formen repräsentiren, welche auf dunkle Regionen angewiesen sind und nur selten an die Oberfläche gerathen. Die Challenger-Expedition erbeutete *Euchaetomera* an der Oberfläche des Pacific, während ich *Brutomysis* mit dem offenen Tiefennetz fischte. *Arachnomysis* und *Caesaromysis* sind gleichfalls nur in dem Inhalt der Tiefennetze gefunden worden und zwar ist speziell für *Caesaromysis* durch einen Schliessnetzfang der Plankton-Expedition das Vorkommen zwischen 400—200 Metern Tiefe nachgewiesen worden (Ortmann 1894, p. 24).

Ungleich häufiger als die Mysideen treten im Plankton die **Euphausiden** auf. Sie geben einen wichtigen und constanten Bruchtheil des Materiales an pelagischen Organismen in allen Oceanen ab. Manche Gattungen, so z. B. *Euphausia* und *Thysanopoda*, sind nicht nur in den tropischen und gemässigten Meeren heimisch, sondern finden sich auch in den arktischen Regionen. *Euphausia pelucida* ist zudem ein typischer Cosmopolit, welcher in kalten und warmen Strömungen, im tropischen und arktischen Theile des Atlantic und Pacific verbreitet ist und weder dem Mittelländischen Meere, noch dem Indischen Ocean fehlt. Ebenso wenig wählerisch gegen ausgedehnte Temperaturschwankungen ist *Thysanopoda microphthalmia* G. O. Sars, welche der „Challenger“ in der Sargasso-See, die Plankton-Expedition hingegen in der Irminger-See erbeutete (Ortmann 1894, p. 9). Die übrigen *Thysanopoda*-Arten sind in den tropischen und subtropischen Gebieten des Atlantic und Pacific verbreitet. Von der Gattung *Nyctiphanes* G. O. Sars ist die einzige bis jetzt bekannt gewordene Art, *N. australis* G. O. Sars, lediglich im Pacific beobachtet worden. Die Challenger-Expedition sammelte sie in der Australischen See, während der „Albatross“ dieselbe Art im östlichen Pacific (vom Golf von Californien und Panama bis zu den Galapagos- und Sandwich-Inseln) nachwies. Eigenthümlich gestaltet sich die Verbreitung der *Thysanoëssa*-Arten, insofern *Th. neglecta* Kroy., *longicaudata* Kroy. die nordischen Meere bevölkern (Ortmann 1894, p. 14), während *Th. gregaria* G. O. Sars kosmopolitisch durch alle Meere verbreitet ist (G. O. Sars 1885, p. 124, Ortmann 1894, p. 15). *Th. macrura* G. O. Sars scheint hingegen nach den Befunden des „Challenger“ wesentlich auf die antarktischen Regionen beschränkt zu sein.

Zu den bemerkenswerthesten und bizarrsten Formen unter den Euphausien gehören die durch G. O. Sars bekannt gewordenen Gattungen *Nematoscelis* und *Stylocheiron*, welche durch die Umwandlung des zweiten (*Nematoscelis*) resp. dritten (*Stylocheiron*) Brustfusspaares zu mächtigen Raubfüssen charakterisirt sind. Die staunenswerthe Länge ihrer Fühler, welche freilich bei dem Materiale der Challenger- und Plankton-Expedition abgebrochen waren, ist zuerst durch die von mir im Mittelmeere (1887, Taf. IV, Fig. 1) und Atlantischen Ocean (1889, Taf. III, Fig. 3) bei schonender Fangmethode erbeuteten Exemplare bekannt geworden. *Nematoscelis* und *Stylocheiron* sind durch alle Oceane verbreitet und dabei so häufig, dass sie einen ansehnlichen Bruchtheil der hochpelagischen Fauna abgeben. *Nematoscelis megalops* scheint die kalten und gemässigten Gebiete zu bevorzugen, insofern sie von dem „Challenger“ (G. O. Sars 1885, p. 131) und von der Plankton-Expedition (Ortmann 1894, p. 15) in den südlichen Theilen des Atlantic und in den polaren Regionen (Irminger-See) aufgefunden wurde. Der „Albatross“ constatirte allerdings ihr

Vorkommen auch zwischen San Francisco und den Sandwich-Inseln (Ortmann 1894 a. p. 103). Die übrigen Arten von *Nematoseclis* und *Stylocheiron* sind hauptsächlich in den tropischen und subtropischen Regionen verbreitet.

Was nun die vertikale Verbreitung der Euphausien anbelangt, so kam ich mit Genugthuung constatiren, dass meine früheren Befunde (1887, p. 29—32, 1889, p. 17—19) eine willkommene Bestätigung und werthvolle Ergänzung durch die Ergebnisse der Plankton-Expedition finden. Mit Nachdruck habe ich darauf hingewiesen, dass namentlich die Gattungen *Nematoseclis* und *Stylocheiron* einen wichtigen Bruchtheil der, in grösseren Tiefen lebenden pelagischen Organismen abgeben und meine Voraussage, dass unter den zwischen 600 und 1000 Metern von der Plankton-Expedition constatirten Schizopoden „die Gattung *Stylocheiron* eine hervorragende Rolle spielt“ (1893, p. 570) ist in vollem Umfange durch die Darlegungen Ortmann's (1894, p. 16—20, 101—104) bestätigt worden. Da indessen auch die übrigen Euphausien in beträchtliche Tiefen hinabsteigen, so fasse ich die bisherigen Ermittlungen über die vertikale Verbreitung kurz zusammen.

*Euphausia pellucida* ist nicht nur durch ihre kosmopolitische Verbreitung in warmen und kalten Meeren, sondern auch durch ihre „bathymetrische Energie“ in besonderem Maasse bemerkenswerth. Ich fand sie im Golfe von Neapel an der Oberfläche nicht nur bei nächtlichen Excursionen, sondern auch gelegentlich bei grellem Sonnenschein um die Mittagszeit sowohl im Frühling wie im Sommer (1887, p. 53). Des letzteren Umstandes thue ich deshalb besonders Erwähnung, weil in dem Berichte über die Expedition des „Albatross“ (Ortmann 1894, a. p. 108) hervorgehoben wird, dass *Euphausia pellucida* und verwandte Arten (*E. gracilis*, *macronata*, *Nyctiphanes australis*) nur während der Nacht an der Oberfläche des Pacific erbeutet wurden. Ich wurde indessen schon bei meinen ersten Ausfahrten darauf aufmerksam, dass die genannte Art auch in beträchtliche Tiefen herabsteigt und im Mittelmeere besonders zwischen 100—500 m häufig ist. In zwei Schliessnetzjügen aus 600 m und 800 m Tiefe konnte ich sie in je einem Exemplar nachweisen.

Mit diesen Befunden stimmen die Ergebnisse der Plankton-Expedition durchaus überein: *Euphausia pellucida* fand sich nicht nur an der Oberfläche, sondern auch in zwei Schliessnetzjängen in der Tiefe von 300 bis 500 m und von 700 bis 900 m vor. „Das Vorkommen in den Tiefen zwischen 300 und 700 m wird auch dadurch wahrscheinlich gemacht, dass die Vertikalnetzjänge von grösserer Tiefe (500 m) meist eine verhältnissmässig grosse Anzahl von Exemplaren aufweisen.“ (Ortmann 1894, p. 11.)

Bei meiner späteren Fahrt im Atlantischen Ocean fand ich *Euphausia gracilis* Dana und *E. gibba* G. O. Sars in allen Fängen mit dem offenen Tiefennetz bis zu 1500 m, ausserdem aber auch an der Oberfläche. Die Plankton-Expedition bestätigt dies Verhalten für *E. gracilis* und wies durch zwei Schliessnetzjänge ihr Vorkommen in Tiefen zwischen 500 und 700 m und in 1000 bis 1200 m nach. In keinem Oberflächenfang fanden sich weiterhin *Euphausia pseudogibba* Ortmann und *E. gibboides* Ortmann; das Vorkommen von *E. pseudogibba* in grösserer Tiefe wird zudem durch zwei Schliessnetzjänge zwischen 450 bis 650 m bewiesen.

Fassen wir also die Resultate über die vertikale Verbreitung der Gattung *Euphausia* zusammen, so ergibt es sich, dass sie von der Oberfläche an bis zu beträchtlicher Tiefe herabsteigt. Speziell für *Euphausia pellucida*, *pseudogibba* und *gracilis* ist die Verbreitung zwischen 500 und 1200 m Tiefe mit Sicherheit durch Schliessnetzjänge erwiesen. Mit diesen Ergebnissen

stehen die Erfahrungen des „Albatross“ nicht im Widerspruch, zumal da *Euphausia mucronata* im geschlossenen Theil des Tanner-Netzes aus einer Tiefe von 360 m erbeutet wurde (Ortmann 1894 a., p. 109).

Für die Gattung *Thysanopoda* ist ein Absteigen in grössere Tiefen durch die Befunde des „Albatross“ und der Plankton-Expedition wahrscheinlich gemacht. In dem geschlossenen Theile des Tanner-Netzes fand sich aus einer Tiefe von 360 m (Golf von Panama) ein Exemplar der *Thysanopoda Agassizi* Ortmann (Ortmann 1894 a., p. 100) und die Plankton-Expedition wies durch Stufenfänge in der Irminger See nach, dass *Th. microphthalmus* G. O. Sars zwischen 400 und 600 m verbreitet war.

Ueber die vertikale Verbreitung der Gattungen *Nyctiphanes* und *Thysanoëssa* liegen genauere Nachrichten nicht vor. Sie sind an der Oberfläche verbreitet, fanden sich aber auch in dem Inhalt der Tiefennetze an Stellen, wo sie an der Oberfläche fehlten.

Wenn ich früherhin mit Nachdruck darauf hinwies, dass die Gattungen *Nematoscelis* und *Stylocheiron* typische Tiefenbewohner der hohen See abgeben, so möchte auf den ersten Blick die Thatsache befremden, dass sie gelegentlich auch an der Oberfläche erbeutet wurden. Das Vorkommen an der Oberfläche ist durch G. O. Sars (1876), durch die Challenger-Expedition, durch meine Befunde an den Canaren (1889) und durch die Plankton-Expedition (Ortmann 1894) erwiesen worden. Immerhin sind die Funde an der Oberfläche so spärlich im Vergleich mit der reichen Ausbeute der Tiefennetze, dass der Verdacht vorliegt, es möchten nur unter besonderen Umständen die genannten Genera an die Oberfläche gerathen. Unfehlbar wird man auf *Nematoscelis*- und *Stylocheiron*-Arten rechnen können, wenn man an Stellen, wo sie wochenlang an der Oberfläche fehlten, die Netze in Tiefen von 400 m an versenkt. Sie wimmeln dann manchmal von jugendlichen und erwachsenen Exemplaren dieser merkwürdigen Wesen.

Ihr Vorkommen an der Oberfläche befremdete mich dermaassen, dass ich genauer auf die äusseren Umstände achtete, unter denen ich ein solches an den Canarischen Inseln beobachtete. Da meine hierauf bezüglichen Wahrnehmungen, welche ich in meinem Reiseberichte publicirte, (1889, p. 32) vollständig unbeachtet blieben, so gestatte ich mir dieselben wörtlich wiederzugeben: „Die canarischen Fischer machten mich darauf aufmerksam, dass kurz nach Eintritt des Vollmondes die Strömungen ziemlich rasch zu fliessen beginnen, dass späterhin die Stromgeschwindigkeit abnimmt und in der vorletzten Woche vor Eintritt des Vollmondes gleich Null ist. Thatsächlich ist denn auch diese Beeinflussung der Stromgeschwindigkeit durch den Vollmond eine so auffällige, dass ich zu der angegebenen Zeit mit dem Boote oft weit vom Lande abgetrieben wurde, wenn im Eifer des Sammelns inmitten grosser Strömungen das rasche Fliessen nicht beachtet wurde.

Höchst merkwürdig nehmen sich nun die Strömungen — und zwar auch die kleineren Seitenzweige — aus, wenn bei Eintritt des Vollmondes das oft etwas dunkler blau gefärbte Strömungswasser sich in Bewegung zu setzen beginnt. Schon von Weitem fällt eine wirbelartige Bewegung auf, welche von der Tiefe nach der Oberfläche gerichtet ist und Alles ergreift, was von pelagischen Organismen im Bereiche der Strömungen flottirt. Ein Schöpfen grösserer Formen mit den Gläsern ist nicht möglich; sie steigen durch die Bewegung des Wassers mitgerissen aus der Tiefe auf und sinken, an der Oberfläche angekommen, ebenso rasch wieder hinab. Ich musste an den zwei oder drei Tagen vor und während des Eintrittes des Vollmondes (so lange dauert es, bis der Strom ruhig fliesst) auf das Gerathewohl die Netze herablassen und

erbeutete dann auch regelmässig zu jener Zeit Thierformen, welche ich unter anderen Verhältnissen nur mit den Tiefennetzen erhielt, bezw. nie an der Oberfläche beobachtete.“

Dem Gesagten füge ich hinzu, dass in denselben Monaten, wo ich im Winter 1887/88 diese Beeinflussung der Strömungsgeschwindigkeit durch den Vollmond beobachtete, auch auf dem „United St. coast steamer-Blake“ ähnliche Wahrnehmungen im Gebiete des Golfstromes gemacht und durch Messungen belegt wurden. (Exploration of the Gulf Stream by Lieut. J. E. Pillsburg, in: Silliman, Americ. Journ. of Science, III Ser. Vol. XXXVI, 1888, p. 225).

Die genannten Perioden waren es nun, wo ich neben anderen seltenen pelagischen Organismen auch die *Stylocheiron*- und *Nematoscelis*-Arten an der Oberfläche erbeutete. Kritische Geister, welche in nörgelnden Bemerkungen schwelgen und das Zählen von Crustaceenborsten zum Lebensberuf wählten, mögen freilich ein Anathema über Jenen aussprechen, der schwimmende Organismen für Tiefenbewohner erklärt, trotzdem sie unter besonderen Umständen auch an die Oberfläche gerathen. Wenn sie auch durch die späteren Darlegungen über den Bau der Facettenaugen nicht davon zu überzeugen sind, dass hier Strukturverhältnisse vorliegen, die lediglich durch den Aufenthalt in unbelichteten Regionen ihre Erklärung finden, so mögen sie doch wenigstens den Schliessnetzbefunden einigen Werth beimessen, welche unzweideutig lehren, dass die genannten Euphausiengattungen in grossen Tiefen verbreitet und gemein sind.

*Nematoscelis Sarsi* Chun, eine der *N. tenella* G. O. Sars nahestehende Art, fand ich in dem Inhalt des in 1300 m Tiefe versenkten Schliessnetzes (1887, p. 32). Die Plankton-Expedition wies *Nematoscelis rostrata* in einem Schliessnetzfang aus 400 bis 600 m, *N. tenella* aus einem Schliessnetzfang von 450 bis 650 m und *N. microps* aus einem ebensolchen von 600 bis 800 m Tiefe nach (Ortmann 1894, p. 16).

*Stylocheiron mastigophorum* Chun, die häufigste Art der genannten Gattung, fand ich in Schliessnetzfangen aus 600 m und 900 m Tiefe im Mittelmeere (1887, p. 32). Im Atlantischen Ocean beobachtete ich sie in einem Schliessnetzfang aus 500 m Tiefe (1889, p. 18).

Die Plankton-Expedition wies durch ihre Schliessnetzfänge das Vorkommen von *Stylocheiron abbreviatum* und *St. Suhmi* aus den Tiefen von 1300 bis 1500 m nach (Ortmann 1894, p. 17 und 18).

Auch im Pacifischen Ocean sind im geschlossenen Theile des Tanner-Netzes *Nematoscelis microps* G. O. Sars und *Stylocheiron flexipes* Ortmann aus einer Tiefe von 380 m erbeutet worden (Ortmann 1894 a., p. 109).

Mit Rücksicht auf die hier mitgetheilten Thatsachen dürfte wohl kaum daran zu zweifeln sein, dass die Arten der Gattung *Nematoscelis* und *Stylocheiron* einen wichtigen und zudem auffälligen Bruchtheil der im Dämmerlichte oder in völlig dunklen Regionen schwebenden pelagischen Fauna abgeben. Ein Blick auf die von Ortmann entworfene Karte über die quantitative Verbreitung der Gattung *Stylocheiron* (1894, Taf. VIII, p. 101—104) nach den Tiefenfängen mit dem Vertikalnetz lehrt, dass sie nördlich vom 45. Breitengrad den gemässigten und kalten Regionen des Atlantic fehlt, in den subtropischen und tropischen Regionen hingegen mit auffälliger Constanz auftritt.

Bevor ich indessen den Nachweis führe, dass der eigenartige Bau der Augen bei den Schizopodengattungen *Thysanoëssa*, *Nematoscelis*, *Stylocheiron*, *Euchactomera*, *Caesaromysis*, *Brutomysis* und *Arachnomysis* lediglich in der Anpassung an den Aufenthalt in unbelichteten Regionen seine Erklärung findet, sei es gestattet, einige Arten kurz zu charakterisiren, auf welche ich bei der

späteren Darstellung öfter zurückkommen werde. Es sind dies einerseits das von mir früherhin kurz beschriebene *Stylocheiron mastigophorum* und weiterhin zwei prächtige neue Formen, nämlich *Stylocheiron chelifer* und *Nematoscelis mantis*. Ihnen lasse ich eine eingehendere Charakteristik der *Archnomysis Leuckartii* und der neuen Gattung *Brutonysis* folgen.

## 2. *Stylocheiron mastigophorum* Chun.

### Tafel IX.

Unter allen Arten der Gattung *Stylocheiron* traf ich keine constanter und häufiger im Mittelmeere und Atlantischen Ocean (vom Golfe von Biscaya bis zu den Canaren) an, als *Stylocheiron mastigophorum*. Mit den übrigen Vertretern der Gattung verglichen weist sie eine mittlere Grösse auf, insofern sie eine Länge von 6 bis 8 mm erreicht. Diese Maasse beziehen sich auf die Körperlänge vom Rostrum bis zur Schwanzspitze; rechnet man freilich die enorm langen zweiten Antennen hinzu, so ergibt sich für grosse Weibchen eine Gesamtlänge von 20 mm. Im Allgemeinen sind die Weibchen häufiger, als die Männchen und wenn ich nach dem vorliegenden reichhaltigen Materiale mir eine ungefähre Schätzung erlauben darf, so würde auf etwa fünf bis sechs Weibchen ein Männchen kommen.

Ich beschrieb *St. mastigophorum* kurz im ersten Hefte dieser Zeitschrift (1887, p. 30—31, Taf. IV, Fig. 1) und hob hervor, dass es dem *St. longicornis* G. O. Sars zwar nahe verwandt ist, aber doch durch einige charakteristische Merkmale sich leicht von der letztgenannten Art unterscheiden lässt. Wenn Ortmann (1894, p. 18) *St. mastigophorum* mit *St. longicornis* G. O. Sars für identisch erklärt, so hätte ein Vergleich zwischen den von mir und von Sars (1885, Taf. 27, Fig. 5) entworfenen Abbildungen ihn belehren sollen, dass die von mir betonten Unterschiede im Längenverhältniss der Endopoditen des ersten, zweiten und sechsten Brustfusspaares auffällig genug sind, um beide Arten — abgesehen von den sonstigen Differenzen — auseinander zu halten. Sars hat allerdings *St. longicornis* nicht so eingehend beschrieben und abgebildet, wie die übrigen Arten und da er zudem versichert (1885, p. 145) dass er *St. longicornis* in Messina 1876 beobachtet habe, so möchte man vermuthen, dass es sich um dieselbe Art handelt, welche ich so häufig in den grösseren Tiefen des Mittelländischen Meeres erbeutete. Da indessen in dem Mittelmeere auch noch andere *Stylocheiron*-Arten verbreitet sind, welche an bizarrer Länge ihrer Antennen hinter *St. longicornis* und *mastigophorum* kaum zurückstehen, so kann unmöglich der Fundort Veranlassung geben, über die Differenzen in den Abbildungen wegzusehen und kurzer Hand beide Formen für identisch zu erklären. Ich möchte denn auch vermuthen, dass die Mehrzahl der von Ortmann auf *St. longicornis* bezogenen Exemplare unserer Art angehört.

*Stylocheiron mastigophorum* (Taf. IX, Fig. 1) besitzt eine schlanke Körperform. Beide Geschlechter unterscheiden sich — wenn wir von den Körperanhängen absehen — dadurch, dass der Thorax der Weibchen plumper ist, als derjenige der gestreckteren Männchen. Namentlich wenn die Weibchen vor der Eiablage stehen und die ganze Dorsalhälfte des Thorax bis in die Nähe des Rostrums mit grossen Eiern erfüllt ist, hebt sich die Brustregion durch ihren Umfang deutlich von dem Abdomen ab. Dabei ist die Thorakalregion des Weibchens relativ länger, als diejenige des Männchens; bei drei Männchen finde ich das Verhältniss zwischen der Länge des

Thorax zu jener des Abdomens (von der Spitze des Rostrums bis zur Schwanzspitze gemessen) wie 1 : 3, bei den Weibchen hingegen nahezu wie 1 : 2. Die verschmolzenen Thorakalsegmente lassen auf der Bauchseite zwischen den einzelnen Fusspaaren noch ihre Grenzlinien erkennen; am schärfsten treten sie an jenen Segmenten hervor, welche das vierte, fünfte und sechste Beinpaar tragen. Die fünf vorderen Abdominalsegmente mit ihren relativ kleinen abgerundeten Epimeralplatten sind von annähernd gleicher Länge, obwohl gelegentlich Schwankungen vorkommen und ein Segment kürzer als die übrigen ist. Stets ist indessen sowohl bei Weibchen wie bei Männchen das sechste Abdominalsegment etwas länger als das fünfte.

Der Cephalothorax ist glatt, nur sehr schwach gekielt und läuft in ein scharf zugespitztes Rostrum aus. Bei den Weibchen ist das Rostrum doppelt so lang als bei den Männchen. Auf diesen sekundären Geschlechtscharakter, den ich ausnahmslos bei sämtlichen Individuen bestätigt finde, hat keiner der früheren Beobachter aufmerksam gemacht. Die beiden Abbildungen Fig. 2 und 3 auf Taf. IX mögen die relativen Grössenverhältnisse des Rostrums beider Geschlechter demonstrieren; sie lehren dass bei dem Männchen die Spitze des Rostrums nur wenig über den Augenstiel vorragt, während sie bei dem Weibchen sich scharf vorzieht und gelegentlich schwach abwärts gebogen ist. Es ist mir schwer erfindlich, einen Grund für dieses differente Verhalten des Rostrums bei beiden Geschlechtern anzugeben — jedenfalls lehrt diese Thatsache, dass die relativen Grössenverhältnisse des Rostrums nur dann in die Speciesdiagnose aufgenommen werden dürfen, wenn die entsprechenden Geschlechter mit einander verglichen werden. Wenn G. O. Sars (1885, p. 146) z. B. die Kürze des Rostrums bei *St. elongatum* besonders betont, so zeigt ein Blick auf seine Abbildung, dass die Beschreibung nach einem männlichen Exemplar entworfen ist.

Die Augen sind relativ sehr gross und zerfallen in ein teleskopartig vorgeschobenes Frontauge und in ein kugliges Seitenauge. Da die Zahl der Facettenglieder mit dem Alter zunimmt, so gewinnt das Frontauge bei grossen Exemplaren eine cylindrische Form, während es bei allen übrigen *Stylochiron*-Arten die auch den jüngeren Exemplaren zukommende Gestalt eines abgestutzten Kegels bewahrt. Die Innenfläche der Augen wird durch die mächtige Entwicklung des Augenganglions angetrieben; bei seitlicher Ansicht hebt sich die ganglionäre Partie von dem Frontauge durch einen Ringwall ab.

Die ersten (inneren) Antennen (at' Fig. 4, Fig. 5) entspringen, in der Mediane einander berührend, unter dem Vorderrand des Cephalothorax. Ihr dreigliedriger mit Muskeln ausgestatteter Schaft ist länger als der Cephalothorax und trägt zwei relativ kurze (dem Schaft an Länge ungefähr gleich kommende) Geisseln (fl.). Das erste Schaftglied (I) übertrifft bei Männchen und Weibchen die nachfolgenden Glieder an Länge; es ist ziemlich stämmig und läuft an seinem distalen Aussenrand in einen scharfen Dorn aus. Der Distalrand ist ausgebuchtet und überschneidet die Ansatzstelle des zweiten Schaftgliedes. Er ist ebenso wie der distale Aussenrand des Gliedes mit kurzen und langen zweizeilig bewimperten Borsten ausgestattet, deren Anordnung die Figur 5 wiedergibt. Ausserdem finde ich bei allen wohl erhaltenen Exemplaren noch zehn auffällig lange Fiederborsten, welche dem inneren Dorsalrand des Gliedes in einer langgezogenen Reihe aufsitzen (s). Das zweite Schaftglied (II) ist bei den Weibchen etwa  $\frac{2}{3}$ , das dritte (III) etwa  $\frac{3}{4}$  so lang wie das erste; beide Glieder sind schlank und an ihrem distalen Rand mit Fiederborsten ausgestattet, von denen namentlich die vier dem zweiten Gliede zugehörigen ansehnliche Länge erreichen. Bei dem Männchen (Fig. 4) sind die zweiten

und dritten Schaftglieder auffällig stämmig und zusammengenommen kürzer als das erste Glied. Die Flagella sind gleichfalls gegliedert und zwar glaube ich nicht fehl zu gehen, wenn ich trotz der gelegentlich undeutlichen Grenzen die Zahl der Glieder auf sieben angebe. Ihnen sitzen in regelmässigen Abständen Wimperborsten auf; auch läuft jedes Flagellum in zwei grössere Wimperborsten aus. Das untere Flagellum trägt an seiner Basis bei dem Weibchen vier schlauchförmige Sinneshaare, während es bei dem Männchen an der entsprechenden Stelle konisch aufgetrieben und mit einem dichten Pelz von Spürhaaren ausgestattet ist, welche an dem Innenrande in regelmässige Querreihen gestellt sind. Im Zusammenhange mit dem fein entwickelten Spürvermögen des Männchens schwillt denn auch der Antennennerv zu einem mächtigen Ganglion (ga.) im dritten Schaftgliede an, welches in den Basalabschnitt des unteren Flagellums übergreift und die Sinnes-schläuche mit Fasern versorgt.

Wenn schon die ersten Antennen durch die ungewöhnliche Länge ihres Schaftes und durch den überreichen Besatz mit Sinneshaaren imponiren, so gilt dies nicht minder für die zweiten (äusseren) Antennen (at<sup>2</sup>). Sie entspringen seitlich von den ersten Antennen und setzen sich aus drei Schaftgliedern, aus der Schuppe und aus einer langen Geissel zusammen. Mit Einschluss der Geissel übertreffen sie den Körper mindestens um das Anderthalbfache an Länge. Das Basalglied (Fig. 4, I), kurz und stämmig, ist durch eine kräftige, aus mehreren Bündeln bestehende Muskulatur ausgezeichnet. Der Innen- und Aussenrand ist buckelförmig aufgetrieben und ausserdem wölbt sich der distale Innenrand längs der Basis des zweiten Schaftgliedes vor. Die Schuppe (sq.) sitzt dem distalen Aussenrande auf und zeichnet sich vor jener der sonstigen *Stylocheiron*-Arten durch ihre ungewöhnliche Länge aus. Sie wird nämlich (wenn man die dem Distalrand aufsitzenden Borsten einrechnet) so lang wie der Schaft der ersten weiblichen Antenne. Dabei ist sie auffällig schmal, insofern die Breite zur Länge sich etwa wie 1 : 14 verhält. Am distalen Aussenrand läuft sie in einen Dorn aus, von dem an sie konisch zugestutzt und mit langen Borsten ausgestattet erscheint. Diese sitzen auch den beiden distalen Dritteln des Innenrandes in lockeren Abständen auf. Geradezu monströse Dimensionen weisen die zweiten und dritten Schaftglieder (II und III) auf; sie sind ungefähr von gleicher Länge und dabei ist jedes derselben wiederum etwas länger als die Schuppe. Sie schwellen an ihrem Distalende ein wenig an und sind mit Muskeln ausgestattet, welche an Chitinsehnen (deren man im dritten Schaftgliede zwei nachweisen kann) angreifen. Bei einer früheren Gelegenheit (p. 118) habe ich bereits darauf hingewiesen, dass die Ausstattung von Antennengliedern mit Muskeln einen trefflichen morphologischen Charakter für die Beurtheilung derselben als Schaftglieder abgibt. Wenn ich damals die Ansicht äusserte, dass den Malakostraken allgemein drei Schaftglieder an den Antennen zukommen, so betone ich an dieser Stelle nur, dass dies Verhalten auch für die aberrantesten Schaftglieder zutrifft, welche unter den Schizopoden überhaupt beobachtet werden. Immerhin müssen wir bei der Zurückführung des Schaftes auf drei Glieder im Auge behalten, dass das erste Glied dem Protopodit einer zweiästigen Antenne entspricht, deren Exopodit als Schuppe ausgebildet ist, während die beiden proximalen Glieder des Endopoditen (bei Mysideen sogar drei) durch Einlagerung von Muskeln in den Bereich des Schaftes einbezogen werden. Da nun der Protopodit aus zwei Gliedern besteht, so wäre das erste Schaftglied zwei verschmolzenen Gliedern gleich zu erachten, welche bei manchen Dekapoden sich noch getrennt erhalten können. Die Geissel, welche ich bei mehreren Exemplaren wohl erhalten fand (Fig. 1), ist etwas länger als der Schaft. Sie setzt sich scharf von dem verdickten Distalende des dritten

Schaftgliedes ab und besteht aus sechs langen Cylindern, deren jeder am Distalende mit einer grossen Wimperborste ausgestattet ist. Ebenso wie die Flagella der ersten Antenne läuft auch sie in zwei terminale Wimperborsten aus.

Was die Mundwerkzeuge anbelangt, so zeigen zunächst die helmförmige Oberlippe (Fig. 2) und die zweilappige Unterlippe oder Paragnathen (pgn.), welche nach Claus (1886, p. 19) die selbständig gewordenen Laden des Grundgliedes des ersten Maxillenpaares darstellen, keine wesentlichen Abweichungen von dem für die Euphausien typischen Verhalten. In die Paragnathen sind Drüsenpakete eingelagert, welche an der Basis der ersteren zusammenfliessen.

Die Mandibeln (Fig. 6) sind schlank und gegen den Kaurand zu rinnenförmig gestaltet. Der Kaurand (Fig. 7) ist concav ausgebuchtet und läuft beiderseits in kräftige Zähne aus, auf welche nach einwärts kleinere Zähnchen folgen. Wie Sars (1885, p. 139) bereits für *Stylocheiron carinatum* nachwies, so ist der völlige Mangel eines Mandibulartasters in besonderem Maasse charakteristisch für die Gattung.

Die Maxillen des ersten Paares (Fig. 8) liegen ausserhalb der Paragnathen und setzen sich aus zwei Laden (l. i. und l. s.) zusammen; sie entbehren des für die übrigen Euphausien charakteristischen lamellosen Anhanges (Exognath). Der Palpus (Endopodit) ist schlank und mit relativ wenigen (sechs) Borsten besetzt (p.); die obere Lade ist die kräftigste und trägt fünf oder sechs gelegentlich zahnförmig gestaltete Borsten, während die untere nur vier Borsten aufweist.

Die Maxillen des zweiten Paares (Fig. 9) sind im Gegensatz zu jenen der übrigen Euphausien kleiner als die des ersten und lamellenförmig gestaltet. Die untere Lade (l. i.) setzt sich nur undeutlich von der oberen (l. s.) ab und ist mit sechs Wimperborsten versehen. Die obere ist umfangreicher und weist acht Wimpern auf. Hinter ihr liegt ein kleiner mit drei Borsten ausgestatteter zapfenförmiger Vorsprung, den man als Rudiment des bei den Euphausien entwickelten Tasters (Endopodit) deuten könnte. Der Aussenrand der Maxille ist mit wenigen Wimpern ausgestattet und entspricht, obwohl er kaum vorspringt, dem Exognath (ex.).

Was die acht Brustfusspaare anbelangt, so wird das erste derselben von G. O. Sars als Maxillarfusspaar bezeichnet. Ich habe indessen schon früher (1887, p. 30) darauf hingewiesen, dass dasselbe bei den Euphausien durchaus beinartig gestaltet ist und keine Beziehungen zum Kaugeschäft erkennen lässt und lasse daher die Unterscheidung zwischen Kieferfüssen und Thorakalfüssen fallen.

Das erste Fusspaar (Fig. 10) besitzt an dem Basalglied des Protopoditen (I) eine rudimentäre mit zwei Borsten ausgestattete Kaulade. Das Stammglied (II) ist am Innenrande mit fünf kräftigeren Dornen besetzt, zwischen denen gelegentlich feinere Borsten stehen. Die Grenze zwischen Protopodit und dem Kniesegment (genn) wird nur durch den Verlauf der Muskeln angedeutet, fehlt aber dem Chitinskelett. Auch an dem platten Exopoditen (ex.) vermag ich keine integumentale Gliederung zu erkennen; er ist an seinem oberen Drittel mit langen Fiederborsten ausgestattet. Der Endopodit (en.) ist um ein Drittel länger als der Exopodit und unterscheidet sich durch seine schlanke gestreckte Form von jenem der übrigen *Stylocheiron*-Arten. Speziell bei *St. longicornis* ist nach der Abbildung von Sars der Endopodit ebenso ausgebildet wie bei *St. carinatum* G. O. Sars, insofern er bei beiden Arten dem Exopoditen an Länge gerade gleichkommt. Eine scharfe Grenze zwischen Protopodit und Genn fehlt, wie oben erwähnt wurde; die Tibia (merus) ist schlank und so lange, wie die drei nachfolgenden Segmente zusammen ge-

nommen. Der Daktylus ist mit fünf Endborsten ausgestattet; zerstreute Borsten sitzen dem Innenrand des Femur und Genu, sowie am Aussenrand von Carpus und Metacarpus auf.

Das zweite Fusspaar (Fig. 11) unterscheidet sich von dem vorausgehenden durch den kürzeren Exopoditen und beträchtlich längeren Endopoditen. Sein Basalglied (I) entbehrt der Kaulade und der Borsten; das Stammglied (II) geht ohne integumentale Grenze in das erste Glied des Endopoditen über. Der lamellenförmige ungegliederte Exopodit ist im oberen Drittel mit kräftigen zweizeilig angeordneten Schwimmborsten ausgestattet, im Proximalabschnitt glattrandig und oval verbreitert. Der Endopodit verdankt seine Länge dem schlankeren Kniesegment, welches sich nicht scharf vom Protopodit absetzt, und der Streckung der drei Endglieder, welche zusammen die Tibia an Länge übertreffen. Der Daktylus trägt vier klauenförmige Borsten, während im Uebrigen die Beborstung der Glieder nur spärlich an den unteren Gliedern und etwas reichlicher am Metacarpus ausgebildet ist.

*Stylocheiron mastigophorum* übertrifft durch die Länge der Endopoditen des ersten und zweiten Beinpaars alle bisher beschriebenen Arten der Gattung. Speziell gilt dies für *St. longicorne* G. O. Sars, bei dem der erste Endopodit so lange wie der erste Exopodit und auch der zweite Endopodit kaum länger als der vorausgehende ist. Eine genauere Analyse der Gliedmaassen von *St. longicorne* liegt freilich nicht vor und so können wir uns lediglich an das durch Sars von der letztgenannten Art entworfene Habitusbild halten. Sicherlich hätte Sars die sinnfällige Verlängerung der betreffenden Endopoditen angedeutet, wenn sie *St. longicorne* zukäme. Ich kann es daher nicht billigen, dass Ortman n diese ausdrücklich von mir früherhin betonten Differenzen ignoriert und *St. mastigophorum* für identisch mit *St. longicorne* erklärt. Ein Blick auf die von mir früherhin (1887, Taf. IV, Fig. 1) entworfene Abbildung zeigt doch deutlich genug die Differenzen zwischen beiden Arten, wie sie übrigens auch an den nachfolgenden Gliedmaassen entgegentreten!

Das dritte Fusspaar (Fig. 12) gibt bekanntlich durch seine auffällige Verlängerung einen wichtigen generischen Charakter für *Stylocheiron* ab. Ich finde es bei einigen Weibchen ebensolang wie den Körper, während es bei der Mehrzahl ein wenig hinter der Körperlänge zurückbleibt. Jedenfalls zeichnet sich der Endopodit des dritten Fusspaares bei *St. mastigophorum* durch sein relatives Längenverhältniss vor den anderen Arten mit relativ kürzerem aus. Die Basal- und Stammglieder des Protopoditen (Fig. 12, I und II) sind unfänglicher, als an den vorausgehenden Extremitätenpaaren, während der Exopodit (ex.) kürzer als jener des zweiten Beinpaars ist. Sein zweizeilig beborsteter Distalabschnitt hebt sich durch einen Knick von dem glatten Proximaltheil ab. Das Kniesegment (gen.) des Endopoditen ist deutlich von dem Stammglied abgegrenzt; es ist stämmig und länger als der Exopodit. Von geradezu monströsen Dimensionen zeugen Tibia und Carpus: lang und schlank ausgezogen können beide Glieder im Gelenk durch die in der Tibia gelegenen kräftigen Adduktoren und Abduktoren bald gerade gestreckt, bald bis zur parallelen Berührung eingeschlagen werden. Stets ist die Tibia länger als der Carpus: bei einem Männchen mit erhaltenem fünften Beinpaar fand ich den Carpus relativ kürzer als bei den Weibchen. Während nämlich an dem weiblichen Raubfusse die drei Endglieder (Carpus, Metacarpus und Daktylus) zusammengenommen länger sind als die Tibia, so kamen sie ihr bei dem Männchen kaum an Länge gleich. Bei einem anderen Männchen stimmten indessen die relativen Längenverhältnisse mit jenen der Weibchen überein. Der Metacarpus und Daktylus sind zu einer Greifhand umgemodelt, wie denn überhaupt das fünfte Beinpaar den Charakter

eines Raubfusses trägt. Der Metacarpus (Fig. 13 und 14 mearp.) verbreitert sich ein wenig in distaler Richtung und birgt die beiden kräftigen als Adduktor und Abduktor des Daktylus wirkenden Muskeln. Diese heften sich an lange Chitinschnen an, welche an der Basis des im Charniergelenk beweglichen Daktylus angreifen. Neben der Ansatzstelle des Daktylus läuft der Metacarpus in drei kräftige Dornen aus. Der mittelste derselben erreicht beinahe die Länge des Metacarpus (er wird etwa  $\frac{1}{5}$  so lang) und wirkt als Zange dem längsten Dorn des Daktylus entgegen. Der äussere Dorn ist kürzer und leierförmig geschwungen, während der innere an seiner Spitze hakenförmig dem Daktylus zugebogen ist und an Grösse beträchtlich hinter den anderen zurückbleibt. Der Daktylus läuft in einen besonders kräftigen Mitteldorn aus, dessen Spitze diejenige des grossen Metacarpaldornes überragt. Er wirkt gegen den letzteren als bewegliche Greifzange und ist ebenso wie der genannte am Innenrand fein gezähnt. Dem Daktylus sitzen nun noch vier weitere Hakendornen auf: zwei äussere, von denen der obere etwas länger ist als der untere und zwei innere, von denen umgekehrt der untere an Länge den oberen und die beiden äusseren überbietet. Jedenfalls wird durch die originelle Gestaltung der beiden Endglieder eine kräftige Pinzette mit zwei grossen mittleren Greifzangen gebildet, deren Wirkung durch die sechs kleineren einander zugekrümmten Hakendornen noch erhöht wird.

Das vierte Fusspaar (Fig. 15) zeigt wiederum die gewöhnliche Form: zwei Proto-  
poditenglieder (I und II), denen ein Exopodit von geringerer Länge als der des vorausgehenden Paares und ein von dem Stammglied sich abgrenzender Endopodit aufsitzt. An letzterem ist die Tibia etwas länger als das Kniesegment und die vier Endborsten des Daktylus zeigen die gewöhnliche Form. Die Ausstattung mit Borsten an den Gliedern des Endopoditen ist eine ziemlich reichliche.

Das fünfte Fusspaar (Fig. 16) ähnelt dem vorausgehenden: sein Basalglied (I) ist breit und schmal und der Exopodit ist wiederum etwas kleiner als derjenige des vierten Paares. Sein reichlich beborstetes Kniesegment ist ein wenig länger als die Tibia; Carpus und Metacarpus sind zu einem kurzen Glied verschmolzen und der Daktylus trägt vier Hakenborsten.

Das sechste Fusspaar nimmt insofern besonderes Interesse in Anspruch, als an ihm sekundäre geschlechtliche Differenzen ausgeprägt sind, welche weder von früheren Beobachtern erkannt wurden, noch auch unter den Euphausien in ähnlich hochgradiger Form zur Ausbildung gelangen. Bei dem Weibchen finden wir eine recht ansehnliche Extremität (Fig. 17), deren Basalglied (I) bedeutend grösser ist, als das Stammglied. Der Exopodit ist sehr klein, während der Endopodit beträchtlich länger ist, als derjenige des fünften Paares. Das Kniesegment ist schlank und länger als die Tibia; die drei letzten Glieder verschmelzen miteinander und tragen nur eine Endborste. Wenige kräftige Borsten sitzen dem Innenrand von Genu und Tibia auf. Bei dem Männchen wird das sechste Fusspaar vollständig rudimentär, entbehrt des Exopoditen und erscheint zu einem kurzen, dem Endopoditen entsprechenden Stummel reducirt (Fig. 22, p<sup>6</sup>). Es liegt auf der Hand, dass die sexuellen Differenzen mit der Brutpflege in Zusammenhang stehen, insofern der spinnenförmig verlängerte Endopodit des Weibchens trefflich geeignet ist, die abgelegten Eier festzuhalten. Ich hebe auch weiterhin ausdrücklich hervor, dass bei *St. longicornis* nach der Abbildung von G. O. Sars der Endopodit des weiblichen sechsten Fusspaares kürzer ist, als derjenige des vorausgehenden Paares. Vergleicht man die von mir gegebene Abbildung des Weibchens von *St. mastigophorum* mit der Sars'schen von

*St. longicornis*, so ist der Unterschied im Grössenverhältniss des genannten Extremitätenpaares ein so auffälliger, dass an eine Identität beider Arten nicht gedacht werden kann.

Das siebente Fusspaar (Fig. 19 und 22, p<sup>7</sup>) zeigt wiederum bei Männchen und Weibchen Differenzen, welche freilich nicht so weit gehen, wie an dem sechsten Paare. Bei beiden Geschlechtern ist in das Basalglied das thorakale Leuchtorgan (ph.) eingebettet. Das Stammglied ist relativ schwächlich ausgebildet und trägt bei beiden Geschlechtern einen unansehnlichen Exopoditen (ex.), welcher bei dem Männchen kleiner ist als bei dem Weibchen. Der Endopodit (en.) ist bei dem Männchen (Fig. 22, p<sup>7</sup>) zu einem kurzen borstenlosen Stummel reducirt, während er bei dem Weibchen (Fig. 19) einen zweigliedrigen gestreckten Ast bildet, der in zwei Endborsten ausläuft. An Länge steht freilich der Endopodit bedeutend hinter jenem des vorausgehenden Paares zurück.

Das achte Fusspaar (Fig. 20 und 21) ist bei beiden Geschlechtern rudimentär. Sein Basalglied trägt die reich entfalteten Kiemenbüschel, während der Exopodit (ex.) an Grösse dem vorausgehenden mindestens gleichkommt. Der Endopodit (en.) ist bei Männchen und Weibchen zu einem borstenlosen Stummel rückgebildet.

Was die Kiemenbüschel anbelangt, welche als Epipodialanhänge am Basalgliede des Extremitätenstammes (Protopoditen) auftreten, so sind dieselben — wie überhaupt bei den kleineren Euphausiden — nur mässig entwickelt. Die Zahl der Kiemenschläuche vermehrt sich successive von vorn nach hinten derart, dass am zweiten und dritten Fusspaar nur ein Schlauch entwickelt ist, späterhin zwei resp. drei auftreten und erst an den drei letzten Beinpaaren eine reichere Entfaltung der Büschel sich geltend macht. Am sechsten Paare (Fig. 17 und 18) setzt sich der Büschel aus etwa sechs Schläuchen zusammen; geringer ist die Zahl am siebenten (Fig. 19), während das Kiemenbäumchen des achten Fusspaares (Fig. 20) alle vorausgehenden an Umfang überbietet. Die Kieme spaltet sich hier in einen Innen- und Aussenast, deren jeder etwa sieben Schläuche zur Ausbildung bringt. Unter den bisher bekannt gewordenen *Stylocheiron*-Arten scheint gerade *St. mastigophorum* am kärglichsten mit reicher entfalteten Kiemenbüscheln ausgestattet zu sein.

Die Pleopoden zeigen ein von den übrigen Gattungen nur wenig abweichendes Verhalten. Bei den Weibchen weisen sie die bekannte typische Gestalt auf: einen zweigliedrigen Stamm mit kleinem Basal- und grossem Stammgliede, welchem die fächerförmigen Endo- und Exopoditen ansitzen. So ist speziell auch das erste weibliche Pleopodenpaar (Fig. 23) gestaltet, dessen Endopodit etwas kleiner ist als der Exopodit.

Die männlichen Euphausiden — und so speziell auch *Stylocheiron* — lassen bekanntlich an den beiden ersten Pleopodenpaaren sekundäre Umformungen erkennen, welche wahrscheinlich durch das Ueberführen der Spermatophoren an die weibliche Geschlechtsöffnung bedingt sind. Bei dem männlichen *Stylocheiron mastigophorum* ist der Exopodit des ersten Pleopodenpaares (Fig. 24 ex.) relativ kräftiger als bei dem Weibchen entwickelt, indem er gleichzeitig eine schwach angedeutete Gliederung in etwa sieben durch die Insertion der Schwimmborsten kenntliche Abschnitte aufweist. Der Endopodit ist zweilappig; der Aussenlappen zeigt den Charakter eines beborsteten Schwimmfusses, während der kürzere Innenlappen wie ein Plattfuss gestaltet ist. Ihm sitzen (wie namentlich bei der Betrachtung von der Schmalseite ersichtlich ist) drei derbere Haken auf, oberhalb deren sich noch ein kleiner vierter erkennen lässt (Fig. 25). Am zweiten Pleopodenpaar des Männchens (Fig. 26) wiederholt sich eine ähnliche Gestaltung der Schwimmaeste;

nur ist der Innenlappen des Endopoditen länger als der mit nur 3—4 Schwimmborsten ausgestattete Aussenlappen. Der erstere trägt drei sehr feine Häkchen.

Der Schwanzfächer (Fig. 27) stimmt im Allgemeinen mit dem für die sonstigen *Stylocheiron*-Arten bekannten Verhalten überein. Das Telson ist schlank, in dem proximalen Drittel etwas verbreitert und auf der Dorsalseite mit zwei Paaren kleiner Dornen ausgestattet. Neben seiner kurzen lanzettförmigen Spitze inseriren sich die leierförmig geschwungenen Griffel, welche um ein Beträchtliches die Telsonspitze überragen. Die Uropoden sind kürzer als das Telson; ihre zweizeilig mit Schwimmborsten ausgestatteten Endopoditen sind schmal und etwas länger, als die der Antennenschuppe ähnelnden Exopoditen. Die letzteren laufen an der distalen Aussenseite in einen feinen Dorn aus und sind an der Spitze und am Innenrande mit kräftigen Schwimmborsten versehen.

#### *Die sekundären Geschlechtscharaktere.*

Bei der systematischen Beschreibung von *Stylocheiron mastigophorum* habe ich mehrfach Gelegenheit genommen auf sekundäre Geschlechtscharaktere hinzuweisen, welche weder bei der genannten Gattung, noch auch überhaupt bei den Euphausiden bisher zur Beobachtung gelangten. Ich gestatte mir daher die sekundären Geschlechtscharaktere unserer Art im Zusammenhang nochmals vorzuführen.

Der Cephalothorax des geschlechtsreifen Weibchens ist breiter und dabei relativ länger als derjenige des Männchens, insofern das Längenverhältniss zwischen Brust und Hinterleib bei dem Weibchen sich wie 1 : 2, bei dem Männchen dagegen wie 1 : 3 gestaltet. Während die genannten Differenzen wohl darin ihre Erklärung finden dürften, dass die weiblichen Geschlechtsdrüsen vor der Eiablage einen grösseren Raum beanspruchen, als die männlichen, so ist es schwer einen plausibelen Grund für die von mir betonte Differenz in der Ausbildung des Rostrums ausfindig zu machen. Dasselbe läuft nämlich bei dem Weibchen (Fig. 2) in eine lange feine Spitze aus, die kaum merklich abwärts gebogen ist, während es bei dem Männchen (Fig. 3) nur halb so lang ist und keine ausgezogene Spitze erkennen lässt.

Da die Männchen zum Zwecke der Uebertragung der Spermatophoren die Weibchen aufzuspüren haben, so erklären sich leicht die bereits von G. O. Sars zum Theil erkannten Differenzen in der Bildung der ersten Antennen und der ersten Pleopodenpaare.

Die ersten Antennen sind im weiblichen Geschlechte (Fig. 5) bei *St. mastigophorum* mit einem erstaunlich langen, schlanken Schaft ausgestattet, dessen beide Endglieder zusammen genommen das Basalglied an Länge beträchtlich überbieten. Bei dem Männchen (Fig. 4) hingegen sind die zweiten und dritten Schaftglieder stämmig und zusammen genommen kürzer als das Schaftglied. Während das untere Flagellum bei dem Weibchen an seiner Basis kaum angeschwollen ist und nur vier schlauchförmige Spürhaare trägt, so ist es bei dem Männchen kolbenförmig verdickt und an seiner Innenfläche mit einem dichten Pelz von Spürhaaren ausgestattet, welche in zahlreichen Querreihen angeordnet sind. Im Zusammenhang mit der mächtigen Entwicklung des männlichen Spürapparates steht es, dass das letzte Schaftglied zum grössten Theil von einem grossen Ganglion erfüllt wird, welches in den kolbenförmig verdickten Anfangstheil des unteren Flagellums übergreift. Bei den Weibchen finde ich weiterhin die beiden Geisseln von annähernd gleicher Länge, während bei den Männchen constant die obere Geissel um beinahe ein Drittel länger ist als die untere.

Die Uebertragung der Spermatophoren an die weibliche Geschlechtsöffnung erfolgt jedenfalls (wenn auch der Begattungsakt nicht beobachtet wurde und wohl auch nur schwer zur Beobachtung gelangen dürfte) mit Hilfe der ersten Pleopodenpaare. Sie zeigen denn auch im männlichen Geschlechte jene charakteristischen Innenlappen der Endopoditen, welche für die gesammten Euphausiden typisch sind. Am ersten Abdominalfusspaar (Fig. 24, 25) ist der borstenlose Innenlappen kleiner als der zweizeilig beborstete Aussenlappen des Endopoditen; umgekehrt gestaltet sich das Verhältniss am zweiten Pleopodenpaar (Fig. 26). Dabei treten an den Innenlappen des ersten Paares drei grössere und ein kleinerer Haken auf. Bei den Weibchen (Fig. 23) fehlt durchaus die Zweitheilung des Endopoditen und die ersten Pleopodenpaare gleichen den nachfolgenden.

Besonders auffällig sind jene sexuellen Differenzen, welche ich für das sechste und siebente Brustfusspaar nachwies. Das sechste Fusspaar ist nämlich bei dem Männchen (Fig. 22, p<sup>6</sup>) vollständig rudimentär geworden und zu einem kleinen Stummel, welcher dem Endopodit entspricht, verkümmert. Nicht ganz so weit geht die Rückbildung am siebenten Paar (p<sup>7</sup>), insofern neben dem Endopoditenstummel noch ein winziger Exopodit nachweisbar ist. Ganz anders liegen die Verhältnisse bei dem Weibchen. Das sechste Fusspaar (Fig. 17) ist wohl entwickelt und trägt nicht nur einen Exopoditen, sondern auch einen stattlichen dreigliedrigen Endopoditen, welcher an Länge jenen des vorausgehenden Paares übertrifft. Beträchtlich kürzer, aber immerhin noch wohl entwickelt ist der zweigliedrige Endopodit des siebenten Paares (Fig. 19). Die Differenzen in der Gestaltung der genannten Extremitätenpaare erklären sich leicht, wenn man erwägt, dass die Eier der Euphausiden nicht in Brutlamellen geborgen werden, sondern von den Endopoditen der Brustfüsse getragen werden. Ich habe ein Weibchen von *Stylocheiron mastigophorum* erbeutet, welches seine auffällig grossen in eine Kittmasse verpackten Eier mit dem nach Art eines Spinnenfusses verlängerten Endopoditen des sechsten Paares, unterstützt von jenem des siebenten Paares, festhielt.

Sonstige sinnfällige sekundäre Geschlechtscharaktere konnte ich nicht nachweisen. G. O. Sars (1885, p. 140) hebt allerdings hervor, dass bei *St. carinatum* die zum Raubfuss umgewandelte dritte Extremität bei dem Weibchen etwas länger ist, als bei dem Männchen. Ich fand bei einem männlichen Exemplar des *St. mastigophorum* allerdings den Carpus relativ kürzer als bei den Weibchen, bei anderen indessen von gleicher Länge. Da auch die Greifhand bei Männchen und Weibchen durchaus gleich gestaltet ist, so muss ich sekundäre Unterschiede am dritten Brustfusspaare in Abrede stellen.

### 3. Bemerkungen über den inneren Bau der Gattung *Stylocheiron*.

Taf. X und Taf. XI, Fig. 9.

Da ich zum Zwecke des Studiums der Facettenaugen und Leuchtorgane mehrere Exemplare von *St. mastigophorum*, *St. abbreviatum* und *St. chelifer* in Schnittserien zerlegte, so gestatte ich mir einige Bemerkungen über die Topographie der inneren Organe zu geben. Es liegt allerdings nicht in meiner Absicht, eine eingehende histologische Analyse der Weichtheile — so viel Interessantes dieselbe auch darbietet — vorzuführen, sondern ich will mich begnügen auf die Anordnung der wichtigsten Organsysteme hinzuweisen. Zudem werde ich späterhin noch Anlass nehmen, hier und da die kurzen Andeutungen zu erweitern.

a. *Das Nervensystem.*

Das Nervensystem (Taf. XI, Fig. 9) imponirt zunächst durch die relativ mächtige Ausbildung des oberen Schlundganglions, welche freilich im Hinblick auf die monströse Entwicklung beider Antennenpaare und auf die ansehnliche Grösse der Augen nicht überraschen kann. Die beiden breit ineinander überfliessenden Hirnlappen (cc.) ragen bei *St. mastigophorum* bis zur Basis, bei *St. abbreviatum* sogar bis zur Decke des Rostrum vor. An ihrem seitlichen Vorderende entsenden sie die stämmigen nervi optici (n. o.), welche gleich nach ihrem Austritt zu dem viertheiligen in der unteren Augenpartie gelegenen Ganglion opticum anschwellen. Unterhalb der Hirnlappen sondern sich zwei kleinere birnförmige ganglionäre Centren, von denen die Nerven für die Antennenpaare (n. at' und n. at'') entspringen. Die vorderen zu den inneren Antennen verstreichenden Nerven sind namentlich bei den Männchen kräftig ausgebildet.

Was das Verhalten von ganglionärer und fibrillärer Hirnmasse anbelangt, so liegt erstere — wie dies Köhler (1887) für *Mysis* gezeigt hat — durchaus peripher. Die ganglionäre Rindenschicht häuft sich kapuzenförmig auf der Dorsalfäche der Hirnlappen an (besonders mächtig bei *St. abbreviatum*) und deckt in dickerer Lage auch die Ventralfläche von dem Austritt der Antennennerven bis zur Schlundcommissur. Zwischen Hirnlappen und den birnförmigen Knoten, aus denen die Antennennerven austreten, drängen sich Ganglienzellen (aber nicht in so breiter Lage wie bei *Mysis*) tiefer in die Fibrillenmasse ein. Im Allgemeinen ist die Vorderfläche des Hirnes mit einer dünneren Schichte von Ganglienzellen belegt, als die Hinterfläche.

Die Schlundcommissur umgreift breit und von mässiger Länge den Vorderdarm, um dicht hinter demselben in ein Bauchmark von sehr bemerkenswerther Struktur überzugehen. Bei keinem der bisher auf das Nervensystem genauer untersuchten Schizopoden lässt sich eine ähnliche Concentration der thorakalen Ganglienreihe nachweisen wie gerade bei der Gattung *Stylocheiron*. Nach den Untersuchungen von G. O. Sars zeigt *Gnathophausia* (1885, Taf. VIII, Fig. 19) das primitivste Verhalten, insofern der Thorakalabschnitt aus neun Ganglienknoten besteht, von denen die sechs hinteren durch ziemlich lange Doppelcommissuren getrennt sind. Bei den übrigen Schizopoden sind zehn Thorakalganglienknoten nachweisbar, welche bei den Gattungen *Borcomysis* und *Euphausia* durch stark verkürzte, aber immerhin noch in der Mediane durch einen Schlitz getrennte Commissuren verbunden werden (1885, Taf. XXXII, Fig. 12, Taf. XII, Fig. 30). Viel weiter geht nach den früheren Untersuchungen von G. O. Sars (1867) die Concentration der zehn Ganglienpaare bei *Mysis relicta* Lov.: die Commissuren sind in der Mediane verschmolzen und die ursprüngliche Duplicität ist geschwunden. *Stylocheiron* bildet das extreme Endglied der Reihe, insofern die Ganglienknoten sich derart nähern, dass auch die verbindenden Commissuren in Wegfall kommen. Die Ganglienzellen, welche den peripheren Belag der Knoten bilden, fliessen unmerklich ineinander über und nur schwer gelingt es, die zehn Ganglienpaare aus einander zu halten. Am concentrirtesten ist das thorakale Bauchmark von *St. chelifera* Chun und *St. abbreviatum* G. O. Sars gebaut, welche Arten überhaupt durch die Verkürzung der Thorakalregion vor ihren Verwandten sich auszeichnen.

Auf horizontal geführten Flächenschnitten stellt sich das thorakale Bauchmark als eine oval ausgezogene Gangliemasse dar, welche in der Region des dritten Brustfusspaares am breitesten ist. Die central gelegenen „Kerne“ der fibrillären Substanz sind perlschnurförmig aneinander gereiht und die zehn zwischen den Kerben vordringenden Ganglienzipfel deuten die

Internodien zwischen den verschmolzenen Paaren an. Dasselbe Verhalten tritt auf der Ventralfläche der Ganglienmasse bei genau median geführten Längsschnitten hervor. Gleichzeitig lehren dieselben, dass das thorakale Bauchmark von vorn nach hinten sich continuirlich abflacht; das zehnte Ganglion ist das platteste, aber auch das am längsten gestreckte.

Die ganglionäre Rindenschicht zeigt im Bereiche des thorakalen Bauchmarkes ein eigenthümliches Verhalten. Das untere Schlundganglion und die beiden nachfolgenden Ganglienknotten sind allseitig mit einem auffällig dicken Ganglienbelag ausgestattet, welcher namentlich auf der Dorsalseite des unteren Schlundganglions stärker anschwillt und wie abgesehritten vor den kräftigen Mandibularmuskeln (mu. md.) endet. An den übrigen Ganglienknotten liegt die ganglionäre Substanz ventral und lateral; ihre Dorsalfläche lässt nur in den Internodien einen dünnen Ganglienbelag erkennen, welcher strangförmig in dorsoventraler Richtung die fibrilläre Substanz durchsetzt und sich mit der ventralen Ganglienmasse vereint.

Die sechs Abdominalganglienpaare sind relativ kräftig entwickelt und liegen durch lange Doppelcommissuren verbunden in den zwischen den Pleopodenpaaren sich ausbauchenden ventralen Segmentabschnitten. Auf ihrer Ventralfläche ist ein dickes Polster von Ganglienzellen entwickelt, während die Dorsalhälfte von fibrillärer Substanz eingenommen wird, welcher nur einige spärliche Ganglienzellen aufliegen. Im Distalende des gestreckten sechsten Abdominalsegmentes fand ich oberhalb des sechsten Abdominalganglions, aber durch die Muskulatur von ihm getrennt zwei dem Enddarm anliegende Ganglienanhäufungen (Taf. X, Fig. 6), auf welche ich bei Besprechung des Darmes noch zurückkommen werde.

Die Ganglienzellen des Hirnes und des Bauchmarkes sind von relativ geringer Grösse und jene auffällig grossen Zellen, wie sie im Nervensystem mancher Dekapoden vorkommen, scheinen nicht nur *Stylocheiron*, sondern auch überhaupt den Schizopoden zu fehlen.

#### b. Der Darmtraktus.

Der Darmtraktus beginnt mit einem kurzen von der Schlundcommissur umfassten und mit Ringmuskeln umgürteten Oesophagus, welcher in den Kaumagen (p. v.) einmündet. Der letztere ist haubenförmig gestaltet und ragt, wenn er mit Speiseresten erfüllt ist (stets fand ich in ihm die Reste der Chitinpanzer kleinerer Crustaceen) bis zur Dorsalfläche des Cephalothorax empor. In der Höhe des vierten Thorakalganglienpaares geht er durch einen eigenartig gestalteten cardialen Abschnitt in den Chylusdarm über. Die Zellwandung ist auf den dorsalen und seitlichen Flächen sehr dünn, an den Uebergangsstellen in den Oesophagus und längs der dem Hirn zugekehrten Vorderwand dagegen ziemlich dick. Höchst complicirt gestaltet sich die Ventralfläche durch die Einlagerung eines, wie es scheint, für alle Schizopoden charakteristischen Reusenapparates. Derselbe dient zum Zerschneiden der Kost und besteht aus zwei annähernd parallel verlaufenden Chitinleisten, welche von der Cardia bis zum Pylorus ziehen. Sie sind mit zahlreichen, ungemein regelmässig angeordneten bogenförmigen Chitinborsten besetzt, oberhalb deren jederseits auf zwei breiten Chitinplatten lange Borsten in das Lumen hereinragen. Die zuletzt erwähnten Chitinplatten verbreitern sich in der cardialen Region und sind hier mit mehrspitzigen Hakendornen besetzt. Um über die etwas complicirte Anordnung des Reusenapparates Aufschluss zu geben, verweise ich auf die Abbildung Fig. 1, Taf. X, welche einen Querschnitt durch den Ventraltheil des Kaumagens darstellt. Man constatirt zunächst auf der Mitte der Bauchseite

eine aus verdicktem Epithel gebildete Zellplatte, welche auf ihrer freien Fläche eine Chitinlamelle ausscheidet. Diese läuft an den Seitenrändern der ventralen Zellplatte in kammartig angeordnete Chitinleisten aus, zwischen welche die Reusenborsten eingreifen. Seitlich liegen zwei aus hohen Epithelzellen gebildete Zellpolster (b.), welche gleichfalls Chitin abcheiden. Da, wo die lateralen Zellpolster dem ventralen sich zuneigen, sitzen ihrem freien Rande die bogenförmig gekrümmten Reusenborsten (x.) auf, dicht oberhalb deren die locker zerstreuten geraden Borsten (y.) stehen.

Recht verwickelt gestalten sich die Verhältnisse im Endabschnitt des Kaumagens direkt vor dem Uebergang in den Chylusmagen. Hier erhebt sich, wie Längsschnitte zeigen, (Taf. X, Fig. 3) schräg gegen den Pylorus ansteigend eine mediane Duplikatur des ventralen Epithels (f.), welche einen pylorialischen Bezirk abgrenzt. Hinter der Duplikatur setzt sich der mediane ventrale Zellwulst fort, indem gegen den Pylorus zu die Zellen sich verlängern (g.), um dann plötzlich abzufallen und in den Epithelbelag des Chylusdarmes überzugehen. Legt man Querschnitte durch die genannte Region, so ergibt sich folgendes Verhalten (Taf. X, Fig. 2). Die von der Ventralfläche sich erhebende Duplikatur (f.) ist nach aufwärts rinnenförmig gebogen und allseitig von einer glatten Chitinlage umscheidet. Unterhalb derselben erhebt sich kegelförmig der mediane ventrale Zellwulst (g.), während die früher erwähnten lateralen Zellpolster in der pylorialischen Region jederseits in zwei Lagen sich sonderten (b. und c.). Nach vorne fließen sie allmählich wieder zu einheitlichen Polstern zusammen. Die obere Portion der Seitenwülste (c.) scheidet eine dicke Chitinlage ab, welcher die früher erwähnten mehrspitzigen Hakendornen aufsitzen, während die untere (b.) ebenfalls ihren Chitinbelag verdickt und die Reusenborsten ausbildet, welche freilich nur noch im Anfangstheil des pylorialischen Abschnittes sich nachweisen lassen. Da nun die Ringmuskulatur um den Endabschnitt des Kaumagens besonders derb ausgebildet ist und zudem noch verschiedene Muskelbündel (mu.) an diesen herantreten, so wird diese ganze Region zu einem kräftig wirkenden Triturationsapparat umgewandelt. Die bereits im Vorderabschnitt des Kaumagens zerkleinerte Kost muss nämlich auf der rinnenförmigen Duplikatur schräg nach aufwärts gleiten, bevor sie in den Pylorus gelangt. Die kräftigen Seitenpolster tragen, wie der Querschnitt zeigt, dazu bei, die Rinne zu vervollständigen und zudem wirken die durch Muskeln in Bewegung gesetzten Chitinplatten mit den Hakendornen energisch auf die zu zerkleinernden Partikel ein.

Ueber den Kaumagen der Schizopoden liegen, abgesehen von den aphoristischen Mittheilungen G. O. Sars' (1885, p. 73) über den Darmtraktus der Euphausia, nur die älteren Angaben desselben Forschers (1867, p. 26) über *Mysis* vor. Aus denselben scheint ersichtlich, dass die Mysideen ähnliche Bildungsverhältnisse aufweisen, wie die von mir geschilderte Gattung *Stylocheiron*. Der ventrale Reusenapparat kommt *Mysis* ebensowohl zu, wie die seitlichen Chitinplatten mit ihren Borsten und Stacheldornen; auch der abgegrenzte pylorialischer Abschnitt, welchen Sars als appendix campaniformis bezeichnet, fehlt nicht. Ob er freilich bei *Mysis* ein Divertikel repräsentirt, welches nach Art eines Pankreas Drüsenäfte abscheidet, möchte dahin gestellt bleiben.

Der Chylusmagen (Taf. X, Fig. 9 ch.) setzt sich zwar scharf von dem Kaumagen ab, geht aber kaum merklich sich verengend continuirlich in den Darm (int.) über. In den wenig erweiterten Anfangstheil münden die zahllosen Leberschläuche (hep.) ein, welche — wie dies Claus (1863) bereits darstellte — einen wesentlichen Charakterzug der Euphausiden im Gegensatz zu den mit nur vier bis fünf Paaren von Leberschläuchen ausgestatteten Mysideen abgeben. Die zahllosen kurzen Schläuche erfüllen die ganze Thorakalregion; sie drängen sich ventral und nach

vorne zur Ganglienkette vor, nehmen dorsal den Kaumagen und die Geschlechtsdrüsen zwischen sich und enden nach hinten vor der Abdominalmuskulatur. Die Schläuche sind kurz (die längsten, nach hinten gerichteten Schläuche messen 0,4 mm) und gruppieren sich links und rechts um zwei weite Sinus (sin.), welche direkt hinter dem Pylorus durch zwei breite Oeffnungen in den Darm einmünden (Taf. X, Fig. 4). Der einzelne Schlauch (Fig. 5) besteht aus polyedrisch sich aneinander drängenden Epithelzellen, welche 0,05 mm Höhe erreichen können. Ihre freie Fläche wölbt sich gegen das Lumen vor und lässt an wohl erhaltenen Chromosmiumpräparaten einen dünnen Cuticularsaum erkennen. Am Distalende des Schlauches werden die Zellen kleiner, doch gelingt es nicht, durchgreifende strukturelle Verschiedenheiten von den gewöhnlichen Leberzellen mit ihren runden 0,013 mm messenden Kernen nachzuweisen. Claus (1863, Taf. 29, Fig. 47) hat den von Sars (1885) bestätigten Nachweis geliefert, dass die Jugendformen der Euphausien durch wenige Leberschläuche charakterisirt sind, welche im Laufe der Metamorphose vermehrt werden. Ich habe der Gattung *Stylocheiron* zugehörige Larven im *Calyptopis*-Stadium beobachtet, welche ebenfalls nur drei Leberschläuche jederseits aufwiesen.

Der gerade gestreckte relativ enge Darm (int.), dessen Zellen verästelte Kerne aufweisen, verläuft in der Abdominalregion der Rückenseite genähert, schwillt im Distalende des sechsten Abdominalsegmentes zu einem kurzen Rektum (Taf. X, Fig. 6 re.) an, welches dann auf dem Telson ausmündet (an.). An einem lebend beobachteten Exemplar, welches im Februar 1888 an der Oberfläche vor Orotava erschien, fand ich den Darm in beständiger peristaltischer Bewegung.

Direkt vor seiner Ausmündung bildet das Rektum ein kurzes nach vorn gerichtetes Divertikel (Fig. 6 coec.). Ein derartiger Blinddarm ist bis jetzt bei Schizopoden noch nicht zur Beobachtung gelangt und ebensowenig zwei lang gezogene Zellhaufen, welche von dem Blinddarm an in einer Länge von 0,5 mm beiderseits unterhalb des Rektums und des Distalendes des Chylusdarmes verstreichen (ga.). Da die Zellen durchaus dem Ganglienbelag der Ganglienknotten in Grösse und Struktur gleichen, so nehme ich keinen Anstand, sie als terminale Ganglienhaufen zu deuten. Keinesfalls sind sie etwa als Homologa der bei den Gammarinen auftretenden und in den Enddarm mündenden „Harnschläuche“ aufzufassen. Als Rudimente derselben könnte man eher das Blinddärmchen betrachten, welches indessen richtiger wohl der von Wrzesniowski (1879, p. 515) bei *Goplana polonica* aufgefundenen „Afterdrüse“ zu vergleichen ist. Der Epithelbelag des Blinddarmes zeigt indessen keine Abweichungen von dem Darmepithel, welches zudem in Gestalt von Rektalwülsten das Lumen desselben verengt.

### c. Das Gefässsystem.

Ueber die Kreislauforgane kann ich mich um so kürzer fassen, als dieselben neuerdings von Claus (1885) zum Gegenstand einer eingehenden Studie gemacht wurden. Wenn auch der genannte Forscher vorwiegend den Cirkulationsapparat der Mysideen in den Kreis der Betrachtung gezogen hat, so deutet er doch (l. c. p. 15) mit einigen zutreffenden Bemerkungen die wesentlichen Unterschiede im Verhalten des Herzens und der grossen Gefässe bei *Euphausia* an. Jedenfalls stimmt auch *Stylocheiron* mit der genannten Gattung darin überein, dass das mit drei Spaltöffnungspaaren versehene Herz sich durchaus jenem der Dekapoden anschliesst. Es ist kurz, birnförmig gestaltet und liegt weit nach hinten gerückt (den medianen Hinterrand des Schildes fast erreichend) der Dorsalfläche des Cephalothorax dicht an (Taf. XI, Fig. 9 cor.).

Nach vorne entsendet es die lange Kopfarterie (a. ceph.), welche bis zum Rostrum unter der Schale gerade gestreckt verläuft, um dann (gelegentlich fast rechtwinklig geknickt) zwischen die Vordertläche der Hirnlappen sich einzusenken. In der Höhe der Augenstiele gabelt sie sich in die Augenarterien (a. ophth.), deren eigenartiges Verhalten späterhin noch geschildert werden wird und in die Hirnarterien (a. cer.). Bekanntlich treten an der Wurzel der Kopfarterie zwei Ventilkappen auf, welche den Rückstau des Blutes bei der Diastole verhüten. Ich habe sie namentlich bei Larven deutlich wahrgenommen und finde jede Klappe aus einer Zelle gebildet, deren Kern dem Lumen der Arterie zugekehrt ist.

Die *aorta cephalica* zeigt in ihrem Verlaufe Eigenthümlichkeiten, welche — soweit ich die Litteratur zu überblicken vermag — nicht nur unter den Crustaceen, sondern auch unter den gesammten Arthropoden einzig dastehen und gleichzeitig auch eine der merkwürdigsten Anpassungen an den Tiefenaufenthalt darstellen dürften. In der Stirnregion des Kopfes dicht hinter dem Rostrum und zwischen den beiden Hirnlappen sitzt nämlich dem Hinterrande der Kopfarterie eine kuglige Ampulle auf, welche mit Blutflüssigkeit erfüllt ist (Taf. XI, Fig. 9 c. front.; Taf. X, Fig. 7). Sie misst im Durchmesser bei völliger Schwellung 0,12 mm und repräsentirt eine Aussackung des Gefässes, deren Wandung ebenso zarthäutig wie die Gefässwandung ist und dieselben Kerne aufweist, welche auch der letzteren zukommen (Fig. 7). Was aber der genannten Bildung ein besonderes Interesse verleiht, ist der Umstand, dass sie mit einem mächtigen Belag von Muskelfasern umgürtet ist (Taf. X, Fig. 8), welche nach allen Richtungen sich kreuzen und einen kräftigen kontraktilen Beutel darstellen. Unterhalb des genannten Organes setzt sich die *aorta cephalica* noch eine kleine Strecke weit nach abwärts fort, um dann in die *arteria cerebralis* (a. cer.) und in die kräftigere *arteria ophthalmica* (a. ophth.) sich zu gabeln. Die letztere theilt sich dann in die beiden Aeste für die Stielaugen.

Was nun die physiologische Bedeutung der mit Muskeln belegten Ampulle anbelangt, so liegt es auf der Hand, dass sie einen pulsatorischen Apparat darstellt, welcher offenbar in Anpassung an die monströse Entwicklung der Augen mit ihrem ungewöhnlich reichen (im nächsten Kapitel eingehender zu schildernden) Capillarnetz im Augenganglion seine Entstehung nahm. Wenn ich auch keine Gelegenheit fand, die Pulsationen am lebenden Objekte zu verfolgen, so lehrt doch schon die Betrachtung der conservirten Exemplare, dass man das Organ bald in der Systole, bald in der Diastole antrifft. Es handelt sich also um eine Art von Nebenherz, das ich wegen seiner Lage im Kopfe als „Stirnherz“ bezeichnen möchte. Allerdings ist es insofern nicht dem Herzen zu vergleichen, als es der Spaltöffnungen entbehrt und einen zarthäutigen Sack darstellt, welcher erst sekundär von Muskeln umgürtet wird. Der Mangel von Spaltöffnungen wird leicht erklärlich, wenn man bedenkt, dass das Stirnherz lediglich die Wirkung des Centralorganes für die Circulation zu unterstützen und arterielles Blut in die einen starken Reibungswiderstand bedingenden Augencapillaren zu treiben hat. Würden Spaltöffnungen an ihm zur Ausbildung gelangen, so würde das venöse Kopfblut zugleich mit dem arteriellen Blut der Kopfarterie eindringen.

Die Beobachtung am lebenden Thiere muss darüber Aufschluss geben, ob die Pulsationen des Stirnherzens synchronisch oder in rhythmischem Wechsel mit dem Rückenherz erfolgen. Aus dem Umstande, dass ich bei jenem Exemplar, dessen Stirnherz ich in Fig. 7, Taf. X darstelle, beide Herzen in der Diastole sich befanden, könnte man auf eine synchronische Pulsation schliessen. Nebenbei sei nur noch erwähnt, dass ein Rückstau des Blutes bei der Contraction

des Stirnherzens durch die oben erwähnten Ventilkappen an der Wurzel der *aorta cephalica* ausgeschlossen ist.

Ausser bei *Stylocheiron mastigophorum* habe ich das Stirnherz an Horizontalschnitten durch *St. abbreviatum* nachweisen können. Es liegt hier völlig versteckt zwischen beiden Hirnlappen und zieht sich schlauchförmig gestreckt und mit einem besonders kräftigen Muskelbelag ausgestattet längs der Vereinigung der Lappen bis zum Hinterrande des Hirnes hin. Vergeblich habe ich indessen bei den Gattungen *Euphausia*, *Nematoscelis* und *Thysanoëssa* nach einer so auffälligen Bildung gesucht.

Unterhalb und seitlich von der Kopfarterie entspringen die paarigen vorderen Seitenarterien (a. lat.), welche schräg nach abwärts bis zum Kaumagen sich verfolgen lassen. Im Bereiche der zu den Kauwerkzeugen verstreichenden Muskelbündel gabeln sie sich in zwei Aeste, von denen der vordere zu den Antennen zu verlaufen scheint. Dicht hinter ihnen gehen von der Ventralseite des Herzens ebenso wie bei den Dekapoden die paarigen Leberarterien (a. hep.) ab, deren Verzweigungen man auf Schnitten zwischen den Ovarien und überall zwischen den Leberläppchen antrifft. Die unpaare *arteria descendens* (a. desc.), welche vom ventralen Hinterrande des Herzens abgeht, steigt, um den Darm sich windend, ein wenig schräg nach hinten abwärts und gabelt sich in zwei Aeste. Der vordere Ast durchsetzt die thorakale Ganglienneuraxie zwischen dem sechsten und siebenten Ganglion, der hintere zwischen dem neunten und zehnten; beide Aeste münden in die Sternalarterie (a. stern.) ein. Vom Hinterrande des Herzens entspringen die beiden kleinen *arteriae laterales posteriores* (a. lat. post.) und die weite *aorta posterior* (a. post.). Da ich keine Gelegenheit fand, die Strömung der in den Leibeshöhlenlakunen sich sammelnden Blutmassen am lebenden Objekte zu verfolgen, so verzichte ich auch darauf, die Anordnung der die Leibeshöhle durchsetzenden und den Kreislauf regulirenden Septen zu schildern. Ich erwähne nur, dass ein dorsales Septum zwischen Herz und Ovarien und ein ventrales dicht oberhalb der Bauchganglienkette auftritt. Sie gehen in der Thorakalregion in seitliche Septen über, welche die aus den Kiemen nach dem Pericardium rückströmende Blutmasse gegen die centrale abschliessen. Deutlich hebt sich namentlich ein dem letzten Thorakalsegment angehöriger Sinus ab, welcher das aus dem letzten Kiemenbüschel rückströmende Blut nach dem Pericardium führt.

#### d. Die Excretionsorgane.

Die Excretionsorgane, welche bisher durch G. O. Sars (1867) lediglich von *Mysis* bekannt waren, kommen auch den Euphausiden, wie die Untersuchung von *Stylocheiron* zeigt, zu. Die Antennendrüsen liegen direkt oberhalb der Basis der zweiten Antennen dicht neben dem hinteren Seitenrand der Hirnlappen (Taf. XI, Fig. 9 ex.). Sie bestehen aus einem hufeisenförmig gebogenen Säckchen, dessen Convexität nach oben gekehrt ist. Der hintere, den Mundwerkzeugen zugekehrte Schenkel ist länger und voluminöser als der vordere, welcher letzterer in einen sich aufwärts biegenden Strang excretorischer Zellen übergeht, die nur in ihrem Distalabschnitt noch einen Canal begrenzen. Der hintere erweiterte Schenkel, welcher dem Endsäckchen des Dekapodenexcretionsorganes entspricht, mündet auf der ventralen, den Mundwerkzeugen zugekehrten Fläche des Antennenbasalgliedes durch einen 0,04 mm breiten Excretionsporens aus. Beide Schenkel der Antennendrüse sind mit einem sekretorischen Plattenepithel ausgekleidet; die

hellen 0,01 mm hohen Zellen besitzen kleine runde oder ovale Kerne von durchschnittlich 0,01 mm Grösse und lassen an ihrer freien Fläche einen Cuticularsaum erkennen. Da sie in dem Endsäckchen dieselbe Struktur, wie in dem vorausgehenden Schenkel aufweisen, so möchte ich vermuthen, dass das erstere gleichfalls sekretorisch thätig ist.

Ich bemerke noch, dass G. O. Sars (1885, p. 65) bei *Euphausia pellucida* auf der Ventralfläche des Basalgliedes der zweiten Antenne auf einen schornsteinförmig vorgezogenen Porus aufmerksam wurde, welchen er richtig als *porus excretorius* deutete. Bei *Stylocheiron* vermisste ich eine Erhebung des Chitines im Umkreise der Mündung.

#### e. Die weiblichen Geschlechtsorgane.

Was die Geschlechtsprodukte anbelangt, so liegen die Ovarien (Taf. XI, Fig. 9 ov.) in der Dorsalhälfte des Cephalothorax unterhalb und seitlich von dem Herzen. Vor demselben vereinigen sie sich zu einem unpaaren Abschnitt, während sie jederseits in der Höhe des sechsten Brustfusspaares einen nach abwärts gerichteten Zipfel bilden, der von dem erweiterten Anfangstheil des Oviduktes umfasst wird (Taf. X, Fig. 9). Die Eileiter (ovd.) münden, wie dies G. O. Sars (1885, p. 74) richtig bei *Euphausia pellucida* erkannte, auf der Bauchfläche des die sechsten Brustfüsse tragenden Segmentes aus.

Die Eier werden auf ihrer Aussentfläche von einem Follikelepithel (foll.) begrenzt, welches nur wenig zwischen die Kerben benachbarter Eizellen vorspringt und continuirlich in den Epithelbelag der Eileiter übergeht (Taf. XI, Fig. 9). Selbstverständlich trifft man die Eizellen je nach der Reife auf den verschiedensten Entwicklungsstadien an. Die jüngsten Eizellen liegen am unpaaren Ovarialabschnitt vorne (dem Rostrum zugekehrt), an den paarigen Schenkeln dagegen hinten. Ausserdem trifft man noch eine unpaare Gruppe junger Eizellen direkt unter dem Herzen der Mitte des Ovariums aufliegend (Taf. X, Fig. 9). Je nachdem man es mit jüngeren oder älteren Weibchen zu thun hat, sind die Ovarien mehr oder minder mächtig entwickelt. Dasselbe gilt auch für solche ältere Weibchen, welche entweder vor der Eiablage stehen oder dieselbe bereits bewerkstelligt haben. In ersteren Falle erfüllen die Eier den ganzen Dorsaltheil des Cephalothorax und drängen sich vorn bis zur Basis des Rostrums, hinten bis in die Muskulatur des ersten Abdominalsegmentes vor. Bei Weibchen, deren Eier in einem mittleren Reifestadium sich befinden, liegen die grösseren Eier median, die kleineren lateral; nur in jenem Ovarialzipfel, welcher seitlich in den Ovidukt übergeht, trifft man grosse Eier an. Wenn ich auch keine frisch abgelegten Eier auffand, so glaube ich doch ihre Grösse auf 0,45—0,5 mm veranschlagen zu dürfen. Diese Dimensionen wiesen Eier auf, welche von einem Weibchen zwischen den Brustfüssen getragen wurden und allerdings einen bereits weit entwickelten Embryo ausgebildet hatten. Auch bei dem Ausmaass von Eiern, welche direkt vor der Ablage standen und sich polyedrisch an den Berührungstellen abplatteten, stiess ich auf dieselben Dimensionen. Da auch die rundlichen Kerne der legereifen Eier 0,1 mm messen, so erhalten wir immerhin Dimensionen, welche in Anbetracht der Körpergrösse als recht ansehnliche bezeichnet werden dürfen.

Die Eier der Gattung *Stylocheiron* lassen eine eigenthümliche Kernstruktur erkennen, welche ich bei keiner der anderen Schizopodengattungen (*Euphausia*, *Nematoscelis*) ähnlich sinnfällig entwickelt fand. Da die Exemplare mit Alkohol, Sublimat und Chromosmiumsäure behandelt waren und trotz der verschiedenen Conservierungsmethoden stets an allen Eiern dieselbe

Eigenthümlichkeit aufwiesen, so scheint es mir ausgeschlossen, dass es sich um Kunstprodukte handelt. Betrachtet man nämlich den Kern eines Eies von mittlerer Grösse (Taf. X, Fig. 11 und 9), so findet man denselben schon bei ungefärbten Eiern mit linsenförmigen peripherischen Ausbuchtungen (chrom.) ausgestattet, deren Plasma durch dunkle Granulirung von dem übrigen Kernplasma sich unterscheidet. Auf Schnitten durch gefärbte Ovarien (Fig. 10) fallen die genannten peripheren Lagen durch ihr intensives Tinktionsvermögen auf. Hier umfassen sie schalenförmig fast die halbe Kernperipherie, dort sind sie zu grösseren oder kleineren linsenförmigen Schollen vertheilt, welche buckelförmige Auftreibungen des Kernes bedingen. Ziemlich scharf hebt sich ihr grob granulirtes Plasma gegen den ungemein fein granulirten centralen Kerninhalt ab.

Um über die Entstehung dieser Kernstruktur Aufschluss zu erhalten, untersuchte ich zunächst die Kerne der jugendlichen, an den oben erwähnten Stellen gelegenen Eier (Fig. 16). Ihre Kerne messen hier durchschnittlich 0,02 mm und zeigen ausnahmslos bereits die genannte Struktur: linsenförmige, ziemlich scharf vom Kernplasma abgesetzte Ballen von gröber granulirter und intensiv sich färbender Nucleinmasse. Da ich an den bezeichneten Stellen keine jüngeren Eier aufzufinden vermochte, so kam ich auf die Vermuthung, dass hier überhaupt ihre Entstehungsheerde nicht zu suchen seien und ich war denn auch bald in der glücklichen Lage, an Querschnitten die Keimstätte der jüngsten Eianlagen aufzufinden. Sie liegt auf der Ventralfläche des Ovariums unterhalb des Herzens ungefähr in der Region, wo die seitlichen Ovarialschenkel mit dem vorderen unpaaren Abschnitt zusammenfliessen. Hier trifft man ein dickes Zellpolster an, welches vorne unpaar, hinten (unterhalb der Ovarialschenkel) paarig gestaltet ist (Fig. 10 germ.). Es setzt sich aus dicht gedrängten Zellen zusammen, welche schwer von den Follikelepithelzellen zu unterscheiden sind. Ihre runden (seltener ovalen) Kerne messen durchschnittlich 0,017 mm und sind demnach nur um ein Geringes kleiner, als die oben erwähnten Kerne der peripheren Eizellen. Von einem dünnen Plasmamantel umgeben lösen sich die peripheren Zellen von ihrem Mutterboden los und beginnen sich peripherisch zu zerstreuen. Vorwiegend wandern sie zwischen Follikelepithel und den grösseren Eiern nach den oben bezeichneten Stellen, wo stets jugendliche Eizellen nachweisbar sind; doch trifft man sie nicht nur dort, sondern auch ziemlich reichlich an dem Seitenrand des Ovariums und gelegentlich sogar zwischen grössere Eizellen eingezwängt.

Was nun die Struktur der Kerne in dem Keimlager anbelangt, so weicht diese insofern wesentlich von den an ihre Reifungsstätte gelangten jugendlichen Eikernen ab, als die peripheren linsenförmigen Ansammlungen granulirten Plasmas fehlen. Wie ich namentlich an den mit Sublimat behandelten Präparaten constatiren konnte, so sind die jüngsten Kerne des Polsters (Fig. 12) durch ein Netzwerk von intensiv sich färbender Chromatinsubstanz ausgezeichnet, in welches hie und da Körnchen eingestreut erscheinen. An etwas älteren Kernen (Fig. 13) ordnet es sich zu einem dicht gewundenen Fadenknäuel chromatischer Substanz an, welcher schliesslich in einzelne Ballen zerfällt (Fig. 14). Der Zerfall scheint nicht gleichzeitig den ganzen Knäuel zu ergreifen, da man neben ihm häufig schon grössere Schollen chromatischer Substanz antrifft (Fig. 13). Schliesslich wird der Kern heller, indem die Schollen sich der Peripherie anlagern, während im Centrum Häufchen fein granulirter Substanz (welche offenbar zu Schollen sich verdichten) noch nachweisbar sind (Fig. 15). Auch diese verschwinden an den jungen peripher gelegenen Eizellen (Fig. 16).

Was nun die Deutung dieses Vorganges anbelangt, so vermag ich mich nur mit Reserve

zu äussern. Zunächst sei erwähnt, dass niemals Kernkörperchen in bekannter Form bei jugendlichen und älteren Eiern von *Stylocheiron* auftreten. Dieser Umstand lässt vielleicht die Auffassung zu, dass die periphere granulirte Kernsubstanz die Rolle der Kernkörperchen spiele und gewissermaassen einem zerfallenen Kernkörperchen gleich zu setzen sei.

An älteren Eiern setzt sich die periphere Kernsubstanz mit ihren gröberen Körnchen nicht mehr so scharf gegen die hellere Kernmasse ab, wie an jüngeren. Da indessen die Kerne jenes Exemplares, welches offenbar vor der Eiablage stand, immer noch die Scheidung des Kernplasma's in die genannten Substanzen erkennen lassen, so vermag ich nicht zu beurtheilen, ob bei abgelegten Eiern eine Auflösung der peripheren granulirten Schollen und eine Vermischung mit der übrigen Kernmasse stattfindet.

Dass die von *Stylocheiron* erwähnte Kernstruktur nicht ein von allen Euphausiden abweichendes Verhalten, sondern nur die extremste und sinnfälligste Ausbildung eines weiter verbreiteten Vorganges darstellt, hat mir die Untersuchung der jüngeren Eier von *Euphausia gracilis*, *Nematoscelis rostrata* und *Thysanoëssa gregaria* gezeigt. Ueberall treten hier peripher gelegene, intensiv sich färbende Kernsubstanzen auf, welche freilich bei *Euphausia* und *Nematoscelis* nicht zu grösseren Schollen sich vereinigen, sondern als zahlreiche zerstreute und unregelmässig contourirte Gebilde in das Auge fallen. Bei *Thysanoëssa* fand ich dagegen an vielen jüngeren Eiern die stärker granulirte Substanz in Form eines einheitlichen peripheren Plasmamantels um den Kern ausgebildet.

#### f. Die männlichen Geschlechtsorgane.

Die Hoden liegen vor, neben und unter dem Herzen in Gestalt traubenförmig angeordneter Follikel, welche von einem Follikelepithel überzogen werden. Bei jungen Individuen (Taf. X, Fig. 17 test.) drängen sich die Follikel in symmetrischer Anordnung dicht zusammen, während sie bei geschlechtsreifen Thieren auseinander rücken. Soweit ich die Verhältnisse zu beurtheilen vermag, liefern die einzelnen Follikel sehr instructive Bilder für das Studium der Spermatozoenbildung. In den grösseren von etwa 0,14 mm Länge trifft man die blassen Samenmutterzellen an, deren runde Kerne einen Durchmesser von 0,014 mm aufweisen. Letztere sind von einem relativ dünnen Plasmamantel umgeben, der oft durch den Druck der benachbarten Zellen polyedrische Formen annimmt. Sämmtliche Zellen, mit Ausnahme der peripher gelegenen, theilen sich durch Karyokinese gleichzeitig. Ich habe selten ähnlich reizvolle Bilder des karyokinetischen Theilungsvorganges vor Augen gehabt, wie gerade in den genannten Hodenzellen; namentlich zeichnet sich der Fadenknäuel durch bemerkenswerthe Feinheit aus. Durch die erste Theilung resultiren Zellen, deren Kerne durchschnittlich 0,01 mm messen. Auch diese Zellen schicken sich wieder gleichzeitig zur zweiten Theilung an, welche zur Bildung der definitiven Samenzellen hinführt. Anfänglich sind dieselben noch durch gegenseitigen Druck polyedrisch abgeplattet und erst bei dem Eintritt in den Anfangstheil der vasa deferentia nehmen sie rundliche oder linsenförmige Gestalt an. Die Spermatozoen (Fig. 19) messen durchschnittlich 0,018 mm; ihre runden und intensiv sich färbenden Kerne messen 0,007 mm und erreichen somit den halben Durchmesser der Spermatoblastenkerne.

Dass die Spermatozoen der Euphausiden einfache kernhaltige Zellen repräsentiren, welche eines Schwanzfadens entbehren und auffällig den rothen Blutkörperchen niederer Wirbelthiere gleichen, hat wohl zuerst Claus (1868, p. 273) bei *Euphausia* erkannt. Auch G. O. Sars

(1885, p. 74) gibt richtig an, dass bei *Euphausia* die Spermatozoen elliptische kernhaltige Zellen repräsentiren. Der Mangel eines beweglichen Schwanzanhanges im Vergleich mit den völlig abweichend gestalteten Mysideenspermatozoen steht in innigem Zusammenhang mit der Verpackung in Spermatoophoren. Clans hat bereits in seiner früheren Publikation (1863, p. 446) wie auch in der soeben erwähnten darauf hingewiesen, dass die Euphausidemännchen den Weibchen Spermatoophoren (deren Gestalt er zutreffend abbildet) an die Geschlechtsöffnung kleben. Auch G. O. Sars (1885) glückte es, bei Weibchen von *Euphausia*, *Thysanoëssa* und *Nyctiphanes* die angeklebten Spermatoophoren aufzufinden.

Ueber die Bildung der Spermatoophoren liegen freilich keine Nachrichten vor und so glaube ich, dass es nicht unerwünscht sein wird, wenn ich einige Bemerkungen über die Spermatoophorenentwicklung von *Stylocheiron* einfließen lasse. Sie knüpft an eine ziemlich complicirte Gestaltung der vasa deferentia an, welche unterhalb des Herzens beiderseits nach hinten verlaufen und hierbei gelegentlich eine gegen die aorta posterior gerichtete Schleifenwindung beschreiben (Taf. X, Fig. 17 v. def.). Sie sind in dem genannten Anfangstheile von einem blassen Epithel ausgekleidet, dessen runde Kerne 0.014 mm messen. Diese Struktur ändert sich in einem eigenthümlichen nach Art eines Widderhornes gebogenen Abschnitte der vasa deferentia, welcher zur Bildung der Spermatoophore Verwerthung findet. Die Epithelzellen drängen sich enger aneinander und nehmen in der aufgetriebenen Endpartie cylindrische Gestalt an. Ich will diese Region als Spermatoophorensack (s. sperm.) bezeichnen, denn thatsächlich sammeln sich hier die linsenförmigen Samenkörper zu einem dicken Packet an, um welches eine chitinartige stark lichtbrechende Masse abgeschieden wird. Sie erstarrt zu einer eiförmig gestalteten Samenpatrone von 0,15 mm Länge, welche in einen stielförmigen chitinigen Anhang ausläuft (Fig. 18 sperm.). Der letztere wird von dem nach Art eines Posthornes gekrümmten Anfangstheil der Spermatoophorentasche abgeschieden. Ich war in der glücklichen Lage bei drei Männchen Spermatoophoren in dem zur Tasche umgebildeten Abschnitte der vasa deferentia aufzufinden. Sie gleiten in dem dünnwandigen Endabschnitt der letzteren nach abwärts und werden durch die Contraktionen einer das Distalende der Samenleiter kräftig umgürtenden Muskulatur ausgetrieben. Die männliche Geschlechtsöffnung liegt als breiter unpaarer Spalt in der Mediane des die achten Brustfüßspare tragenden Segmentes (Taf. IX, Fig. 22 x).

Ich vermochte nur ein Weibchen aufzufinden, welchem eine Spermatoophore in der Region der weiblichen Geschlechtsöffnungen angeklebt war und vermag daher nicht zu beurtheilen, an welcher Stelle die Befruchtung der austretenden Eier bewerkstelligt wird.

#### 4. *Stylocheiron chelifer* Chun.

Taf. XI.

Die *Stylocheiron*-Art, welche ich unter dem obigen Namen kurz zu charakterisiren gedenke, ist die stattlichste unter allen bisher bekannt gewordenen Vertretern der Gattung. Sie erreicht vom Rostrum bis zur Schwanzspitze gemessen eine Länge von 12—14 mm; rechnet man hierzu freilich noch die Antennen mit den Geißeln, so ergibt sich eine durchschnittliche Gesamtlänge von 20 mm (Taf. XI, Fig. 1).

Ich erbeutete ein Männchen mit dem in 500 m versenkten offenen Tiefennetz vor Funchal

und ein Weibchen im Inhalt eines bis 1000 m herabgelassenen Netzes (1889, p. 19). Beide Exemplare waren wohl erhalten und ermöglichten mir die Identifizierung mit drei Exemplaren, welche ich früherhin aus grösseren Tiefen des Mittelmeeres (vor Capri) gefischt hatte.

Trotz ihrer ansehnlichen Grösse steht sie doch einer bedeutend kleineren Art, nämlich *St. abbreviatum* G. O. Sars durch die auffällige Kürze des Cephalothorax und durch die Gestaltung der Scheerenhand sehr nahe. Immerhin weist sie auch wieder charakteristische Unterschiede von der letztgenannten Art auf, welche ich in der Beschreibung noch speziell betonen werde.

Der Cephalothorax ist deutlich gekielt und erreicht (von der Spitze des Rostrums an gemessen) eine Länge von 4 mm; misst man allerdings von dem hinteren Orbitalrande an, so ergibt sich eine Längenausdehnung von nur 2 mm: im Verhältniss zu der Grösse des Körpers eine bemerkenswerthe Kürze! Das Rostrum ist sehr kräftig und läuft in eine scharfe Spitze aus, die sanft aufwärts gebogen die Augen weit überragt. Von den drei vorderen Abdominalsegmenten ist das erste wenig länger, als die beiden nachfolgenden; das dritte und vierte sind kürzer als die vorausgehenden, während das sechste ein jedes der übrigen Segmente an Länge übertrifft.

Die Augen sind relativ sehr gross, indem ihr Breitenindex 1 mm und ihre Längenausdehnung 1,2 mm beträgt. Sie sind in ein kurzes, abgestutzt kegelförmig gestaltetes Frontauge und in ein mächtiges Seitenauge getheilt, dem auf der Rückseite das dicke ganglion opticum aufliegt.

Die ersten Antennen (at') sind durch einen relativ stämmigen dreigliedrigen Schaft ausgezeichnet, welcher nur wenig länger ist, als der Cephalothorax. Das erste Schaftglied ist das längste und läuft an seinem distalen Aussenrand in einen starken und scharfen Dorn aus, von dem an der Distalrand in wellenförmigem Schwung gegen die Innenseite abfällt. Zahlreiche, theilweise zweizeilig bewimperte Borsten sitzen dem Distalrand und dicht hinter ihm der Aussenfläche des Gliedes auf; ausserdem werden ebenso wie bei *St. mastigophorum* auf der Dorsalfläche lange zweizeilig bewimperte Spürfäden ausgebildet. Die beiden nachfolgenden Schaftglieder sind zwar bei dem Männchen etwas kürzer und dicker als bei dem Weibchen, aber doch lange nicht in dem Verhältnisse wie bei *St. mastigophorum*; bei beiden Geschlechtern sind sie ein wenig länger als das erste Schaftglied. Das zweite Glied ist am Distalrande ziemlich reichlich mit Spürfäden ausgestattet, von denen einige zweizeilig bewimpert sind. Das dritte Glied wird bei dem Männchen von einem mächtigen, in den Basaltheil des unteren Flagellums übergreifenden Ganglion erfüllt, während das Weibchen nur eine schwächliche ganglionäre Einlagerung im Distalende erkennen lässt. Ihm sitzen in grösseren Abständen drei zweizeilig bewimperte Spürfäden auf. Die beiden Flagella sind sechsgliedrig und laufen in je zwei lange bewimperte Borsten aus; ausserdem sitzen ähnliche kurze Wimperborsten den Gliedenden auf. Bei dem Weibchen treten am Basalgliede des unteren Flagellums einige (etwa vier) Spürfäden auf, während es an derselben Stelle bei dem Männchen kolbig aufgetrieben und mit einem dichten Pelz von Sinneshaaren besetzt ist.

Die zweiten Antennen (at'') sind durch ein kräftiges, mit mehreren Muskelgruppen ausgestattetes Basalglied charakterisirt (Fig. 2, I), welches an den Ansatzstellen des letzteren aufgetrieben ist und mit seinem distalen Innenrand sich über die Insertionsstelle des zweiten Gliedes vorwölbt, während der Aussenrand in einen kurzen Dorn ausläuft. Die schwertförmig gestaltete Schuppe ist sanft geschwungen und in der Mitte nur wenig breiter als an den Enden. Ihr Breitenindex verhält sich zur Länge wie 1 : 7. Der Innenrand ist mit dichten und langen Borsten

mit Ausnahme des proximalen Viertels besetzt, während der glatte Aussenrand distalwärts in einen nur sehr kurzen Zahn ausläuft. Die beiden folgenden Schaftglieder (II und III) sind stabförmig verlängert und relativ kürzer als bei *St. mustigophorum*; das dritte Glied ist bedeutend kürzer als das zweite. Das Flagellum (Fig. 1 fl.) ist länger als der Schaft, sechsgliedrig und am Distalende jeden Gliedes mit einer zweizeilig bewimperten Spürborste ausgestattet; zwei lange derartige Borsten sitzen am Ende des letzten Gliedes.

Von den Mundwerkzeugen bilde ich speziell die beiden Maxillenpaare ab. An der ersten Maxille (Fig. 3) ist die untere Lade mit fünf stärkeren sägeartig gezähnelten Borsten ausgestattet, neben denen noch vier schwächere Borsten auftreten. Die obere Lade weist am Rande acht kräftige Zahuborsten auf, während der wohl abgesetzte Palpus (pa.) (Endopodit) mit zehn längeren Wimperborsten ausgestattet ist.

Die zweiten Maxillen (Fig. 4) sind relativ gross und durch einen reichen Besatz langer Wimperborsten ausgezeichnet. Ihr dem Exognath entsprechender Aussenrand verläuft fast gerade gestreckt und hebt sich kaum von der Gesamtgliedmasse ab. Ihr Innenrand lässt eine undeutliche Scheidung in drei Parteen erkennen, von denen die proximale als untere Lade, die mediane als obere Lade und die distale als Endopodit (en) aufzufassen wären. Ein zapfenförmiger mit drei besonders langen Fiederborsten ausgestatteter Höcker auswärts von dem Endopodit könnte dann als Palpus (p.) gedeutet werden.

Was die Brustfusspaare anbelangt, so fasse ich mich kürzer und verweise auf die Abbildung, welche die relativen Grössenverhältnisse wiedergibt. Sie zeigt, dass die Endopoditen des ersten, zweiten, vierten und der nachfolgenden Paare kontinuierlich an Grösse abnehmen. Zudem sind die zugehörigen Exopoditen durchweg kürzer als die Endopoditen. Im Gegensatz zu *St. mustigophorum* ist der Endopodit des sechsten Paares bei dem Weibchen bedeutend kleiner, als der vorausgehende. Bei dem Männchen scheint er ebenso verkümmert und zu einer rudimentären Platte reducirt zu sein, wie in beiden Geschlechtern der Fussstummel des letzten (achten) Paares.

Eine eingehendere Besprechung verdient indessen der monströse, 10 mm lange und ungewöhnlich kräftig entwickelte Endopodit des dritten Brustfusspaares. Das Kniesegment ist relativ kurz und stämmig, während die Tibia (Fig. 1 tb) alle übrigen Glieder an Länge übertrifft. Ihr Proximalabschnitt ist verbreitert und bietet eine günstige Ansatzfläche für die Streck- und Beugemuskeln des relativ schlanken Carpus (carp.). Die Greifhand (Fig. 5) zeigt eine grosse Uebereinstimmung mit *St. abbreviatum*, während sie sich von jener der übrigen Arten wesentlich unterscheidet. Der kräftige Metacarpus (mearp.) schliesst den energisch wirkenden adductor (add.) und abductor (abd.) des Daktylus ein und läuft in einen starken, an der Spitze hakenförmig gebogenen Dorn aus, gegen welchen der Daktylus beweglich eingeschlagen wird. Zwischen beiden Schenkeln der Pincette sitzt dem Metacarpus noch ein kürzerer, wie ein Stilet gebildeter Dorn auf. Der im Charniergelenk bewegliche Daktylus (dact.) besitzt unter dem hakenförmigen gegen den Metacarpaldorn gebogenen Euddorn noch drei kürzere, an Grösse successive abnehmende Klauen; ausserdem sitzt an seinem proximalen Innenrand noch ein kleiner Dorn. Gewöhnliche Borsten finden sich ausserdem sowohl an der Tibia, wie an dem Metacarpus.

Die Unterschiede von der im Uebrigen ähnlich gestalteten Greifhand des *St. abbreviatum* G. O. Sars beruhen zunächst darauf, dass der Carpus von *St. chelifera* relativ länger ist (bei *St. abbreviatum* ist er halb, bei *St. chelifera* mindestens drei Viertel so lang wie die Tibia) und

dass unter dem Enddorn des Daktylus bei *St. chelifer* drei, bei *St. abbreviatum* nur zwei Klauen sitzen.

Kein Vertreter der Gattung *Stylocheiron* ist durch eine ähnlich reiche Entfaltung der Kiemenbüschel ausgezeichnet, wie *St. chelifer*. Die Ausstattung der Extremitäten mit Kiemenschläuchen scheint unter den Euphausiden mit der Körpergrösse gleichen Schritt zu halten und so kann es nicht überraschen, wenn die stattlichste *Stylocheiron*-Art alle ihre Verwandte durch reizvolle Ausbildung der Kiemen überbietet. Schon an dem zweiten Brustfusspaare ist das erste Büschel aus sechs Kiemenschläuchen gebildet, deren Zahl an den hinteren Extremitäten kontinuierlich zunimmt. So finde ich bei dem abgebildeten Exemplar das zweite Kiemenbüschel aus 7, das dritte bereits aus 10 Schläuchen gebildet. An dem sechsten (vorletzten) Büschel macht sich eine Gabelung in einen grösseren nach vorn gewendeten, aus 9 Schläuchen zusammengesetzten Ast und in einen kleinen hinteren mit 7 Schläuchen bemerkbar. Das letzte und umfangreichste, dem rudimentären achten Fusspaare ansitzende Kiemenbüschel ist ähnlich wie das vorausgehende in zwei Hauptäste gesondert. Der innere Ast ist lang gestreckt, während der äussere sich in drei Seitenzweige gabelt.

Die Pleopoden sind relativ schwächlich entwickelt und zeigen bei dem Weibchen keine wesentlichen Abweichungen vom bekannten Verhalten. Im männlichen Geschlechte treten die sekundären Charaktere an den beiden ersten Pleopodenpaaren durchaus nicht so auffällig hervor, wie bei den sonstigen *Stylocheiron*-Arten. Am Endopodit des ersten Pleopodenpaares (Fig. 6) bleiben die beiden lappenförmigen Ausbuchtungen des Innenrandes unansehnlich und nur drei minimale Höcker am unteren Lappen deuten die sonst kräftig entwickelten Haken an. Am zweiten Pleopodenpaar (Fig. 7) ist der Innenlappen lang vorgezogen und entbehrt jeglicher Fortsätze.

Der Schwanzfächer (Fig. 8) zeigt keine auffälligen Abweichungen vom gewohnten Verhalten. Das Telson ist schmal und schlank, aber kürzer als die Uropoden, deren Endopodit noch die Telson-Griffel überragt.

## 5. *Nematoscelis mantis* ♂ Chun.

### Taf. XII.

Mit dem offenen Netz, welches ich vor Funchal (Madeira) in 500 m Tiefe versenkt hatte, erbeutete ich am 11. September 1887 ein wohl erhaltenes Exemplar der Gattung *Nematoscelis*, das sich bei genauerer Untersuchung als eine neue stattliche Art dieser originellen Schizopoden erwies. *Nematoscelis mantis*, wie ich sie benenne (Taf. XII, Fig. 1), steht hinsichtlich ihrer Grösse, der monströsen Entwicklung der Augen und der Gestaltung der Gliedmaassen dem ansehnlichsten bisher bekannt gewordenen Vertreter der Gattung, nämlich der vom Challenger erbeuteten *Nematoscelis megalops* G. O. Sars nahe. Immerhin unterscheidet sie sich von ihr durch mehrere Merkmale, auf welche noch spezieller hingewiesen werden soll.

Das betreffende Exemplar war mir insofern noch von besonderem Interesse, als es ein mit Spermatophoren in den vasa deferentia ausgestattetes Männchen repräsentirt. Die Männchen der Gattung *Nematoscelis* müssen sehr selten sein, da in dem gesammten Materiale der Challenger-Expedition nach den Angaben von G. O. Sars sich keine männlichen Exemplare der vier bisher bekannt gewordenen Arten vorfanden. Auch aus der Ausbeute der Plankton-Expedition wird

von Ortman n keines Männchens Erwähnung gethan. Ich habe daher mein Augenmerk besonders auf die sekundären Geschlechtscharaktere gerichtet und bin in der glücklichen Lage, über dieselben einige genauere Angaben machen zu können. Um das einzige Exemplar zu schonen, vermied ich eine weiter greifende Zergliederung, zumal wir ja gerade von der nahe stehenden *N. megalops* eine eingehende Darstellung der Extremitäten durch G. O. Sars (1885, p. 127–131, Taf. 23 und 24) besitzen.

Das mir vorliegende Exemplar misst von der Spitze des Rostrums bis zum Schwanzende 12 mm. Würde man die Antennen und das völlig gestreckte zweite Fusspaar mit einrechnen, so ergäbe sich eine Gesamtlänge von 23 mm, die ziemlich genau mit den von G. O. Sars angegebenen Dimensionen der grössten Exemplare von *N. megalops* übereinstimmt.

Der Cephalothorax ist ziemlich gestreckt, insofern er nahezu ein Drittel der Gesamtlänge erreicht. Er ist nicht so deutlich gekielt, wie bei *N. megalops* und läutet in ein relativ kurzes, scharf zugespitztes und sanft aufwärts gebogenes Rostrum aus. Hierdurch unterscheidet sich *N. mantis* auffällig von der oben erwähnten Art, deren Rostrum die Augen überragt und an der Spitze hakenförmig nach abwärts gekrümmt ist.

Die fünf ersten Abdominalsegmente sind ungefähr von gleicher Länge, nehmen jedoch an Höhe und Breite continuirlich nach hinten ab. Ungemein kräftig ist das sechste Segment entwickelt, insofern es gerade so lang ist, wie das vierte und fünfte zusammen genommen. Es besitzt einen deutlichen Präanaldorn, welcher eines sekundären Zähnechens entbehrt.

Die Augen sind von relativ enormer Grösse (0,9 mm), rothbraun pigmentirt und setzen sich aus einem im Vergleich mit den *Stylocheiron*-Arten ungemein breiten Frontauge und ansehnlichem Seitenauge zusammen. Die Grenze zwischen Frontauge und der ganglionären Partie markirt sich bei seitlicher Ansicht durch einen Ringwall.

Die ersten Antennen (Fig. 1 und 2) bestehen aus einem stämmigen dreigliedrigen Schaft, dessen erstes Glied fast so lang ist wie die beiden nachfolgenden zusammengenommen. Es läuft distalwärts in einen kurzen Seitenzahn aus und ist mit langen fiederästigen Spürhaaren und dem Distalrande aufsitzenden Sinnesborsten ausgestattet. Dem zweiten Gliede sitzen fünf, dem dritten zwei lange Fiederborsten am Distalabschnitt auf, neben denen noch einfache Sinnesborsten auftreten.

Die beiden Flagella sind von auffälliger Länge, insofern sie doppelt so lang wie der Schaft werden. Sie unterscheiden sich demnach wesentlich von den kurzen Flagella aller bisher bekannt gewordenen Arten von *Nematoscelis*, welche speziell auch bei *N. megalops* nach der Angabe von G. O. Sars (1885, p. 128) nur halb so lang wie der Schaft sind. Ich glaube nicht, dass die Länge der Geisseln bei meinem männlichen Exemplare auf einem sekundären Geschlechtscharakter beruht, da weder bei der nahe stehenden Gattung *Thysanoëssa*, noch auch bei *Euphausia* wesentliche Längendifferenzen zwischen den Geisseln von Männchen und Weibchen vorkommen. Sie setzen sich aus zahlreichen Ringeln zusammen, auf denen feine Sinnesborsten stehen. Das untere Flagellum ist an seiner Basis kolbig aufgetrieben und mit zahlreichen Sinnesschläuchen ausgestattet, welche von einem langgestreckten Ganglion (Fig. 2 ga.), das noch bis in das zweite Schaftglied übergreift, mit Achsenfäden versorgt werden. Die kurze und stämmige Form des Schaftes, die ansehnliche Entwicklung des Ganglions und die zahlreichen basalen Sinnesschläuche des unteren Flagellums sind sekundäre Geschlechtscharaktere, welche ja ganz allgemein den Euphausiden zukommen.

Auch an den zweiten Antennen treten auffällige Unterschiede von *N. megalops* hervor, die namentlich die zweiten und dritten Schaftglieder betreffen. Der Schaft von *N. megalops* (wie auch der bisher bekannt gewordenen Arten) ist um ein Drittel kürzer als die Schuppe, während er bei *N. mantis* durch die Verlängerung der zweiten und dritten Schaftglieder gerade so lang wie die Schuppe wird. Die letztere ist ziemlich breit, gerade gestreckt und an dem mit einem sehr kurzen Zahn ausgestatteten Distalrand abgestutzt.

Das Flagellum ist wiederum nahezu doppelt so lang als der Schaft, während es bei den übrigen Arten der Gattung entweder kürzer als der Schaft ist (*N. megalops*) oder ihm gerade gleich kommt. Es besteht aus zahlreichen Ringeln, deren letztem, ähnlich wie an den Geisselästen der ersten Antenne, eine Fiederborste aufsitzt.

Was die Thorakalfusspaare anbelangt, so lassen sie mit Ausnahme des zweiten Paares keine auffälligen Unterschiede von *N. megalops* erkennen. Die Endopoditen und Exopoditen der hinteren Paare nehmen successive an Grösse ab: diejenigen des achten Paares sind rudimentär.

Der Endopodit des zweiten Fusspaares ist zu einem mächtigen Raubfuss umgebildet, welcher dem Körper an Länge gerade gleich kommt. Er trägt an seinem Basalglied ein Leuchtorgan und das erste, noch relativ kleine Kiemenbüschel. Sein Kniesegment ist ungemein stämmig ausgebildet und an dem Distalende kolbig aufgetrieben. Die schlanke Tibia ist unter allen Gliedern das längste und überragt weit den Schaft beider Antennen. An ihrem distalen Charniergelenk artikuliert der Carpus, welcher ebenso wie der etwas längere Metacarpus ein zartes und gebrechliches Glied darstellt. Der Daktylus ist zu der mit sieben Stiletten ausgestatteten „Hand“ umgebildet und unterscheidet sich wesentlich von jenem der *N. megalops* (Fig. 3 daet.). Während er nämlich bei der letzteren Art kaum länger als breit ist und nur sechs Stilette trägt, zu denen sich noch zwei dem Metacarpus aufsitzende gesellen, so verhält sich bei *N. mantis* seine Breite zur Länge wie 1 : 4. Aehnelt er also schon in dieser Hinsicht dem Daktylus der übrigen *Nematoscelis*-Arten (speziell demjenigen von *N. rostrata*), so schliesst er sich den letzteren auch insofern an, als sämtliche Stilette an ihm und keine an dem Metacarpus (mearp.) befestigt sind. Die Siebenzahl der Stilette von *N. mantis* wird nur von *N. megalops* mit acht Stiletten überboten, während *N. microps* G. O. Sars und *N. Sarsii* Chun deren sechs, *N. rostrata* G. O. Sars fünf und *N. tenella* G. O. Sars nur vier aufweisen. Zwei Stilette sitzen dem Distalrande des Daktylus auf, von denen das äussere zugleich auch das längste, das innere das drittlängste repräsentiert. Von den übrigen fünf Stiletten inseriert sich das zweitlängste am Innenrande des Daktylus, während vier in verschiedener Höhe den Seitenflächen aufsitzen. In der Figur 3 habe ich die 7 Stilette ihrer Länge entsprechend mit fortlaufenden römischen Ziffern und in Figur 4 nach der Insertionshöhe (mit den proximalen beginnend) mit arabischen Ziffern bezeichnet. Die grösseren Stilette sind, wie dies bereits G. O. Sars bemerkte, distalwärts mit spiral verlaufenden und unterbrochenen Riefen versehen (Fig. 6), welche am Ende wie Zahnleisten vorspringen (Fig. 5). Durch diese Einrichtung wird offenbar ein Ausgleiten der mit dem Raubfusse angespiessten Beute verhütet.

Die Kiemenbüschel sind ähnlich entfaltet, wie bei *N. megalops* und zeichnen sich durch die Feinheit der einzelnen Schläuche aus. Das erste, dem Raubfuss ansitzende Büschel ist sehr klein, während die nachfolgenden in einer aus Figur 1 ersichtlichen Weise die Zahl ihrer Schläuche successive vermehren. Das letzte Büschel ist weitaus am ansehnlichsten entfaltet; sein Aussenast treibt fünf Seitenzweige.

Was nun die Pleopoden anbelangt, so zeigen die beiden ersten Paare jene für die männlichen Euphausiden charakteristischen und zum Uebertragen der Spermatophoren geeigneten Umbildungen des Endopoditen. Am ersten Paare (Fig. 7) weist der Exopodit (ex.) die gewohnte Form auf, indem er einen mit acht Paaren von fiederästigen Schwimmborsten umsäumten Ruderast darstellt. Der Endopodit (en) ist zweigetheilt und zwar trägt der Aussenlappen 5 Schwimmborsten, während der Innenast aus vier wie Handschuhfinger gestalteten Fortsätzen besteht. Der äussere Fortsatz ist der kürzeste, der mittlere der längste, und die beiden inneren sind von mittlerer Grösse. Der innerste Fortsatz ist am distalen Aussenrande mit sechs kleinen Dornen ausgestattet (Fig. 8).

Am zweiten Pleopodenpaare ist (Fig. 9 und 10) der Exopodit (ex.) von gewöhnlicher Form, während der Innenlappen des Endopoditen (en.) den mit einigen Schwimmborsten versehenen Aussenlappen weit überragt. Der erstere läuft in drei verschieden lange kolbige Zapfen aus, welche der Zähnechen entbehren.

Wie sich aus dieser Darstellung ergibt, so nehmen die ersten Pleopodenpaare der Männchen von *Nematoscelis* eine Mittelstellung zwischen den complicirt gestalteten Anhängen von *Euphausia*, *Nyctiphanes*, *Thysanopoda* und *Thysanoessa* einerseits und den relativ einfach gestalteten der Gattung *Stylocheiron* andererseits ein.

Der Schwanzfächer zeigt keine Abweichungen von dem bekannten Verhalten und so erwähne ich nur, dass der Endopodit der Uropoden dem Telson an Länge gleich kommt.

Was endlich die inneren Organe von *N. mantis* anbelangt, so beschränke ich mich auf eine kurze Darstellung der uns speziell interessirenden männlichen Geschlechtsorgane und ihrer Ausführgänge.

Die Hoden (Fig. 1 und 2 test.), setzen sich aus etwa zehn traubenförmig gruppierten Follikeln zusammen, welche vor und etwas unterhalb des Herzens den Leberschläuchen aufliegen. Die vasa deferentia (v. def.) schlängeln sich beiderseits nach hinten, biegen dann in scharfem Knick nach abwärts, um allmählich an Kaliber zunehmend in den posthornförmig nach vorne gekrümmten Anfangstheil der Spermatophorentasche überzugehen. Die Tasche war beiderseits von einer birnförmig gestalteten Spermatophore (sperm.) ausgefüllt, deren spitzes Ende dem breiten Endabschnitt des Samenleiters zugekehrt ist. Der letztere beschreibt gegen das letzte Thorakalsegment zu mehrfache Windungen, um schliesslich in der Mediane desselben auszumünden. Ich fand wenigstens zwischen den grossen Kiemenbäumchen des betreffenden Segmentes eine fertig gebildete Spermatophore, deren stilförmiger Anhang noch in dem Ausführgang steckte.

## 6. *Arachnomysis Leuckartii* Chun.

Tafel XIII u. XIV.

Unter den gesammten Mysideen wüsste ich keine Gattung zu nennen, welche in jeder Hinsicht ähnlich eigenartig dastünde, wie die von mir im Mittelmeer entdeckte *Arachnomysis*. Die monströse Länge ihrer Fühler, der unter den gesammten Schizopoden einzig dastehende Mangel einer Antennenschuppe, die merkwürdige Umbildung ihrer Augen, die halsartige Verlängerung des vorderen Körperabschnittes, die kräftige Bedornung der Segmente, die spinnenfüssige Ausbildung der Thorakalbeine und endlich die wundervolle Entwicklung der Spürfäden des Männchens, welche an den ersten Antennen von einem dem Hirn an Umfang nur wenig nachstehenden Ganglion versorgt werden: das Alles sind Charaktere, die unsere Gattung zu dem aberrantesten Vertreter der Mysideen stempeln. Derartige Endformen einer Entwicklungsreihe nehmen stets ein besonderes Interesse in Anspruch und legen die Frage nahe, auf welchem Wege die Umbildungen der Mysideengrundform erzielt sein möchten. Bevor wir uns indessen auf derartige Spekulationen einlassen, scheint es mir angezeigt, den Organismus von *Arachnomysis* eingehender zu schildern, als es in meiner ersten Beschreibung der absonderlichen Gattung geschah (1887, p. 32–33, Taf. IV, Fig. 2 u. 3).

Mir liegen drei Exemplare vor, welche zu einer und derselben Art gehören. Ich habe sie dem Altmeister der Zoologen zu Ehren *Arachnomysis Leuckartii* benannt. Sie wurden durchweg im Golfe von Neapel erbeutet und fanden sich im Inhalt der in grössere Tiefen versenkten offenen Netze. Zwei Exemplare sind erwachsene Männchen, während das dritte bei genauerer Untersuchung sich nicht als ein Weibchen, (wie ich anfänglich glaubte) sondern als ein jugendliches Männchen erwies.

Die erwachsenen Männchen erreichen (mit Ausschluss der Antennen) eine Länge von 8 mm, während das jüngere 5 mm misst.

Der Körper ist schlank, cylindrisch und mit einem relativ kräftigen, bogenförmig nach aufwärts gekrümmten Abdomen ausgestattet. Die Grenzen der sieben hinteren Thorakalsegmente treten zwischen den zugehörigen Brustfüssen auf der Bauchseite scharf hervor (Taf. XIV, Fig. 2). An den Seitentheilen des Thorax lassen sie sich noch deutlich bei den fünf hinteren Segmenten, die also geschlossene Ringe bilden, verfolgen (Taf. XIII, Fig. 1).

Eine besondere Eigenthümlichkeit unserer Gattung beruht auf der halsartigen Verlängerung des vorderen Cephalothorakalabschnittes in der Höhe des langgezogenen dritten Bauchganglions ( $ga^3$ ). Hierdurch wird es bedingt, dass die Kauwerkzeuge mit dem Kieferfuss in auffällig weiter Entfernung vor den sieben Thorakalfusspaaren liegen (Taf. XIII, Fig. 2). Andererseits rückt durch die genannte Streckung der vorderen Körperregion das relativ kleine Thorakalschild (scut.) mit seinen abstehenden Seitenflügeln ziemlich weit nach hinten und deckt nur unvollkommen den bauchig vorgewölbten hinteren Thorakalabschnitt.

Charakteristisch für *Arachnomysis* ist weiterhin die Ausstattung des Körpers mit kräftigen Stacheln, welche indessen nicht so reichlich entwickelt sind, wie bei der neuerdings von der

Plankton-Expedition erbeuteten Gattung *Cesaromysis* (Ortmann 1893, p. 24). Den Stirnrand des Cephalothorax krönen fünf Stacheln, von denen der mittlere als das dornförmig entwickelte Rostrum aufzufassen ist. Weiterhin wird vor dem Thorakalschild jederseits ein kräftiger Stachel ausgebildet und endlich sitzen dem Hinterrande der sechs Abdominalsegmente 7 Stacheln, ein medianer und drei Paare seitlicher, auf. Bei dem jungen Männchen (Taf. XIV, Fig. 1) war der dem Rostrum entsprechende Stachel noch nicht ausgebildet.

Die Augen sind ungewöhnlich lang gestielt und kegelförmig gestaltet. Bei einer Länge von 0,7 mm (mit Ausschluss des Stieles) sind sie relativ gross und seitlich weit vorgeschoben (Taf. XIV, Fig. 1). Wenn sie auch erst im nächsten Kapitel eine eingehendere Darstellung finden sollen, so glaube ich doch schon hier auf ein unter den gesammten Schizopoden einzig dastehendes Verhalten hinweisen zu dürfen: das Seitenauge fehlt vollständig und nur das Frontauge hat sich erhalten.

Nicht minder eigenartig und monströs entwickelt sind die ersten (inneren) Antennen (at'). Der dreigliedrige Schaft ist kurz und stämmig; die Innengeissel kommt dem Körper an Länge gleich, während die Aussengeissel ihn um das Vier- bis Fünffache überbietet und in regelmässigen Intervallen hochrot pigmentirt ist (Chun 1887, Taf. IV, Fig. 2). Die drei Schaftglieder (I, II, III) sind mit kräftigen Muskeln ausgestattet, deren Anordnung die Figuren 2 und 3 auf Tafel XIII wiedergeben. Das mittlere Schaftglied (II) ist das kürzeste und schaltet sich wie ein Keil nach oben und aussen zugespitzt zwischen die beiden andern ein. Das die beiden Geisseln tragende Endglied (III) ist nicht nur das umfangreichste, sondern auch durch seine Struktur bemerkenswertheste. Es läuft nämlich nach vorne auf seiner Unterseite in einen plumpen Zapfen aus, ähnlich den zapfenförmigen Verbreiterungen, welche nach der Darstellung von G. O. Sars für die Männchen der *Siriella* und für die männlichen Tiefseeschizopoden aus den Gattungen *Anchialus*, *Erythrops*, *Parerythrops* und *Pseudomma* charakteristisch sind. In die Antennenzapfen der männlichen *Arachnomysis* finde ich ein Antennenganglion eingebettet, welches an Umfang nahezu dem Gehirne gleich kommt. (Taf. XIII, Fig. 2 g. at.). Seine gewaltige Grösse kann nicht überraschen, da es einem System von Sinneshaaren als Unterlage dient, das an reicher und zugleich reizvoller Entfaltung unter den gesammten Crustaceen seines Gleichen suchen dürfte. Ein Schopf auffällig langer, seidenglänzender und an ihrem Ende in elegantem Schwung nach einwärts gebogener Sinnesborsten krönt das zapfenförmige Polster und bildet einen wahren Schmuck für die männliche *Arachnomysis*. Da ich keine Weibchen erbeutete, so vermag ich nur die — allerdings begründete — Vermuthung zu äussern, dass wir es hier mit einem bemerkenswerthen sekundären Geschlechtscharakter zu thun haben, welcher dem Männchen das Aufspüren der Weibchen ermöglicht. Von der Seite gesehen scheinen die Sinneshaare in einer eng gewundenen Spirale zu stehen, allein die Ansicht von der Unterfläche des Antennengliedes (Taf. XIII, Fig. 3) belehrt, dass sie sich in einer Curve anordnen, welche am Besten einem griechischen  $\omega$  zu vergleichen ist. Bei dem jungen Männchen ist der kolbenförmige Antennenzapfen kaum angedeutet und zudem fehlen ihm völlig die seidenglänzenden Haare. Sie scheinen erst bei der letzten Häutung (ähnlich den Sinneshaaren an der männlichen Phronimidenantenne) angelegt zu werden.

Nach der Darstellung von G. O. Sars kommt ein Schopf von Spürhaaren allen männlichen Mysideen, speziell auch den oben erwähnten Tiefseeformen, zu. Bei keiner Gattung scheint er indessen eine ähnlich üppige Entfaltung wie bei *Arachnomysis* aufzuweisen.

Auch die beiden Flagella (fl', fl'') werden an ihrer Basis von langgestreckten Ganglien durchzogen, welche freilich an Umfang bedeutend hinter dem im letzten Schaftglied gelegenen zurückstehen (Taf. XIII, Fig. 2 g. fl. Taf. XIV, Fig. 1 g. fl.). Das in dem etwas angeschwellenen Basaltheil der Aussengeißel (fl') gelegene Ganglion versorgt mit seinen Ausläufern eine lang gezogene Reihe von etwa 26—30 schlauchförmigen Sinneshaaren (Taf. XIII, Fig. 2). Weiterhin sitzen den in regelmässig alternirende kürzere und längere Ringel gegliederten Flagella Sinnesborsten auf, welche bereits zwischen den schlauchförmigen stehen. Sie sind zweizeilig angeordnet und bestehen aus einem derberen conisch zugespitzten Basaltheil und einem längeren schlauchförmigen Endfaden. Einer ähnlichen Gestaltung von Sinnesborsten — nur in größerer Ausführung — wird späterhin bei Schilderung der Thorakalfüsse gedacht werden. Wenn ich endlich noch hervorhebe, dass zwischen den beiden Geisseln auf der Oberseite des letzten Schaftgliedes zwei kräftige Dorne (sp.), ein grösserer und ein kleinerer, sich vorfinden, so hätte ich der wesentlichen Eigenthümlichkeiten im Aufbau der inneren Antennen gedacht.

Die zweiten (äusseren) Antennen (at'') sind nicht minder eigenthümlich gestaltet, als die inneren: sie bestehen aus einem viergliedrigen Schaft, dem eine monströs lange Geißel aufsitzt (Chun, 1887, Taf. IV). Das erste Schaftglied (I), welches zwei verschmolzenen Protopoditengliedern als homolog zu erachten ist, enthält das Exeretionsorgan (die Antennendrüse) und ist ziemlich stämmig gebaut (Taf. XIII, Fig. 2 at'', Taf. XIV, Fig. 3 u. 4). Es ist in seiner Mitte eingekerbt und läuft seitlich in einen besonders kräftigen Dorn (sp.) aus. Ich hielt ihn früherhin für die rückgebildete Schuppe, überzeugte mich indessen, dass er entschieden einem kurzen dornförmigen Fortsatz entspricht, welcher bei verschiedenen Mysideengattungen (*Pseudomma*, *Parerythrops*, *Amblyops*, *Siriella*, *Bratomysis*) neben und ausserhalb von der Schuppe auftritt. Eine Schuppe (Exopodit) fehlt vollkommen bei *Arachnomysis*. Durch diesen Charakter steht unsere Gattung ganz vereinzelt unter den gesammten Schizopoden da: weder das junge (Taf. XIV, Fig. 4) noch auch das erwachsene Männchen (Fig. 3) zeigen eine Spur einer Schuppe. So befremdlich dieses Verhalten auch auf den ersten Blick erscheinen mag, so wird es doch durch die Verkürzung und rudimentäre Gestaltung der Schuppe bei einigen Mysideengattungen vorbereitet. Bei *Euchactomera* und *Bratomysis* ist sie nur wenig länger als der Schaft, verkürzt sich dann bedeutend bei *Achiatus* (G. O. Sars 1885, p. 192), um schliesslich bei *Caesaromysis* zu einem griffelförmigen Fortsatz rückgebildet zu werden (Ortmann 1893, p. 24). *Arachnomysis* stellt somit das extreme Endglied einer Entwicklungsreihe dar, welche nicht nur durch die Rückbildung der Seitenaugen, sondern auch durch den Mangel einer Schuppe in besonderem Maasse bemerkenswerth erscheint.

Die Mysideen zeichnen sich vor den Euphausiden dadurch aus, dass zwischen das Basalglied und die beiden Endglieder des Schaftes ein selbständiges Glied sich einschaltet. Es scheint dieses zweite Schaftglied (II) sich allerdings bei manchen Euphausiden (so z. B. bei *Euphausia*) selbständig zu erhalten, während ich es bei den von mir speziell untersuchten Gattungen *Nematoseclis* und *Stylochiron* stets mit dem Basalglied verschmolzen fand. Bei *Arachnomysis* schiebt es sich wie ein Keil von Innen nach Aussen zugespitzt zwischen das Basalglied und das dritte Schaftglied ein. Letzteres (III) ist breit und kurz, während das vierte Schaftglied (IV) länger als alle vorausgehenden ist und eine cylindrische Form aufweist. In seinem Distalende liegt ein Ganglion, das lang ausgezogen in den Basaltheil der geringelten Geißel übergreift (Fig. 4 g. fl.) Die Schaftglieder, namentlich die drei ersten, sind mit kräftigen Muskelbündeln ausgestattet, deren Anordnung aus den Figuren 3 und 4 ersichtlich ist.

Die Mundwerkzeuge bilden einen kräftigen und weit vorspringenden Mundkegel, welcher aus der Oberlippe, den Mandibeln, zwei Maxillenpaaren und aus dem Kieferfusspaar sich zusammensetzt. In dem vollständigen Aufgehen des ersten Fusspaares in den Dienst der Kaufunktion scheint mir ein wesentlicher und in den Beschreibungen von Schizopoden oft nicht mit genügendem Nachdruck betonter Unterschied zwischen den Mysideen und den Euphausiden gegeben zu sein. Bei den letzteren ist das erste Fusspaar so völlig beinartig gestaltet und den nachfolgenden ähnlich, dass ich bei Schilderung der Euphausidengattungen *Stylocheiron* und *Nematoseelis* keinen Anstand nahm, das dem Kieferfuss der Mysideen entsprechende Extremitätenpaar als erstes Thorakalfusspaar (im Gegensatz zu G. O. Sars, welcher es als ein Kieferfusspaar betrachtet) zu bezeichnen. Dazu zeigen die Mysideen noch eine weitere Eigenthümlichkeit, durch welche sie sich von den Euphausiden unterscheiden. Das dem zweiten Brustfusspaar der letzteren entsprechende Extremitätenpaar zeigt einen von den nachfolgenden Thorakalfüssen auffällig abweichend gestalteten Endopoditen, welcher leierförmig geschwungen zu dem Mundkegel hinzieht und offenbar bei dem Ergreifen und Festhalten der Beute vorwiegend in Betracht kommt. Er wird deshalb von G. O. Sars (1870 und 1885) als zweiter Maxillarfuss oder Gnathopod bezeichnet und auch von Claus, der allerdings die Annäherung an die Form der nachfolgenden Beinpaare ausdrücklich hervorhebt (1868, p. 272) als zweiter Maxillarfuss in Anspruch genommen. Wenn ich trotzdem im Gegensatz zu zwei so bewährten Kennern des Organismus von Crustaceen das in Rede stehende Extremitätenpaar nicht den Mundwerkzeugen zurechne, sondern es als erstes Thorakalfusspaar betrachte, so verkenne ich durchaus nicht die gerade bei *Arachnomysis* sinnfällig hervortretenden Unterschiede zwischen dem ersten und den nachfolgenden Brustfusspaaren. Mir scheint indessen weniger die Form für die morphologische Auffassung maassgebend zu sein, denn der Ursprung und die Art der Innervirung. In dieser Hinsicht ist nun *Arachnomysis* besonders lehrreich: das erste Brustfusspaar geht nicht in den Mundkegel ein, sondern entspringt in auffällig weitem Abstand von den Mundwerkzeugen in direktem Anschluss an die nachfolgenden Fusspaare, mit denen es dieselbe Art der Innervirung von der verschmolzenen Thorakalganglienmasse aus theilt (Taf. XIV, Fig. 2). Ich glaube, dass ich auf Grund dieses Verhaltens wohl berechtigt sein darf, das genannte Extremitätenpaar als erstes Brustfusspaar in Anspruch zu nehmen.

Was nun die Mundwerkzeuge im Speziellen anbelangt, so ist die helmförmige Oberlippe ziemlich umfänglich, bauchig ausgeweitet und mit zwei schräge verlaufenden Muskelbündeln ausgestattet (Taf. XIII, Fig. 2 lb.).

Um über den Bau der Kieferpaare genaueren Anschluss zu erhalten, so entschloss ich mich, das jüngere Männchen zu zergliedern; auf dieses beziehen sich denn auch, wenn nicht ausdrücklich das Gegentheil angegeben ist, die nachfolgenden Angaben.

Die Mandibeln sind schlank und ragen bei seitlicher Ansicht (Taf. XIII, Fig. 2 md.) weit an den Flanken des Vorderkörpers empor. Ihre Kaufläche ist an der linken Mandibel (Taf. XIV, Fig. 8) anders gestaltet als an der rechten. Zunächst sei hervorgehoben, dass sie durch eine Bucht in zwei Partien, nämlich in eine vordere (incisive) und in eine hintere (molare) zerfällt. Die vordere Partie weist zwei stumpfe Zähne auf (a.), hinter denen an der rechten Mandibel noch einige kleinere folgen. Am Innenrande der linken Mandibel erhebt sich hinter den genannten Kauzähnen eine breite Chitinklamelle, welche wie ein Sägeblatt gestaltet ist und 7 Zähnchen trägt (b.). Diese Lamelle ist an der anderen Mandibel auffällig schmal und mit wenigen feinen Zähnchen ausgestattet. Die hintere Partie der Kaufläche (c.) trägt zwei grössere

und einige kleinere Hakenzähne, auf welche ein Borstenbüschel folgt. Der Mandibularmuskel (Taf. XIII, Fig. 2 mu. md.) zerfällt in eine grössere Zahl von Strängen.

Von ungewöhnlicher Länge ist der dreigliedrige Mandibulartaster (Taf. XIII, Fig. 2 pa.). Er besteht aus einem kurzen Basalglied (I), aus einem langen cylindrischen und gerade gestreckten Mittelglied (II) und aus einem löffelförmigen Endglied (III). Ein kräftiger Muskel verläuft von der Mandibel zum Basalglied, während in das Mittelglied schwächere Bündel eingelagert sind, die zum Basalglied resp. Endglied verstreichen. Einige lange Sinneshaare sitzen dem schwach verbreiterten Distalende des Mittelgliedes auf, während das Endglied durch einen weit reicheren Besatz mit Spürfäden ausgezeichnet ist. Es ist seitlich comprimirt und läuft in eine lanzettlich gestaltete Spitze aus, die in scharfem Knick nach auswärts und zur Seite gebogen ist. Sein Hinterrand ist mit kammförmig angeordneten und einseitig ungemein fein gefiederten Borsten besetzt, welche in ähnlicher Form auch dem Oberrand der lanzettlichen Spitze und in einer parallelen Reihe der Aussenfläche des Endgliedes aufsitzen. Der Unterrand der Spitze ist mit viel zarteren Sinneshaaren ausgestattet. In den Distaltheil des Mittelgliedes ist ein kleines Ganglion (g. pa.) eingebettet.

Die Maxillen des ersten Paares sind relativ einfach gestaltet und bestehen aus zwei mit stärkeren und schwächeren Borsten reich besetzten Laden (Taf. XIV, Fig. 5). Ihr Aussenrand ist glatt und borstenlos.

Die Maxillen des zweiten Paares (Taf. XIV, Fig. 6) sind weit umfänglicher und complicirter gestaltet, als die vorausgehenden. Sie gleichen in hohem Grade den zweiten Maxillen von *Mysis*, wie sie Claus (1886, p. 21, Taf. I, Fig. 8 u. 9) dargestellt hat. Ihr Exopodit (die Fächerplatte) ist eiförmig gestaltet und nur spärlich beborstet (ex.). Der Endopodit (Palpus) ist deutlich zweigliedrig (en.); in sein unteres Glied sind 2 Muskelbündel eingelagert, während das langgestreckte obere derselben entbehrt und am Distalrand mit vier kräftigen säbelförmigen und einer Anzahl kleinerer Borsten besetzt ist. Die 4 Laden überdachen sich theilweise derart, dass die oberste Lade (lob.<sup>4</sup>) am weitesten nach Aussen liegt, die unterste (lob.<sup>1</sup>) hingegen wie eine Kreissäge völlig der Innenfläche der zweiten (lob.<sup>2</sup>) anliegt. Die beiden unteren Laden sind dem Basalgliede, die beiden oberen dem Stammgliede des Protopoditen als zugehörig zu erachten: alle sind am Distalrande mit kräftigen Borsten ausgestattet.

Es mag wohl nur zufällig bei der Präparation des einzigen Exemplares sich ergeben haben, dass mit den zweiten Maxillen zwei Platten in Zusammenhang blieben, welche ich als die Paragnathen (pgn.) auffasse. Sie sind relativ schlank, an ihrem Distalende beborstet und stellen nach Claus (1886, p. 15) die selbständig gewordenen Basal-Laden des ersten Maxillenpaares dar, welche freilich bei den Mysideen nicht mehr in unmittelbarem Zusammenhang mit ihnen stehen.

Das Kieferfusspaar (Taf. XIV, Fig. 7) nimmt insofern besonderes Interesse in Anspruch, als ihm der Exopodit vollständig fehlt. Dieses Verhalten fiel mir bereits am unversehrten Exemplar auf und wurde denn auch durch die Zergliederung des jüngeren Männchens bestätigt. Ich will übrigens nicht unerwähnt lassen, dass auch Ortmann (1893, p. 21) bei einer der *Arachnomysis* nahestehenden Gattung *Caesaromysis* einen Exopoditen des Kieferfusses nicht aufzufinden vermochte. Der kräftige Innennast zeigt die für Mysideen charakteristische Verkürzung verbunden mit einer S-förmigen Krümmung bei gleichzeitiger Verbreiterung der 7 Glieder. Der Daktylus repräsentirt eine nach einwärts gewendete Klaue. Die zweiten bis fünften Glieder sind am Innenrande mit kräftigen Dornen ausgestattet, während die fünften und

sechsten solche auch am Aussenrande aufweisen. Jedenfalls gibt der Kieferfuss durch Verlust des Exopoditen und durch seine starke Verkürzung in höherem Maasse als bei den übrigen Mysideen seinen Charakter als Beinpaar auf, um vollständig in den Dienst der Kaufunktion einbezogen zu werden. Dieses Verhalten findet auch noch in anderer Hinsicht seine Illustration, insofern nämlich das den Mysideen zukommende Flagellum als Epipodialanhang zu einer kleinen Platte rückgebildet wird. Ich wüsste wenigstens nicht, welchem Anhangsgebilde man sonst die kleine Schuppe (ep.) vergleichen könnte, welche dem Innenrande des Basalgliedes ansitzt — es sei denn, dass man sie als eine rudimentäre Kaulade deutet.

Was nun die sieben Brustfusspaare anbelangt, so stehen dieselben in Folge der halsartigen Streckung des hinter dem Mundkegel gelegenen Cephalothorakalabschnittes auffällig weit von den Mundwerkzeugen ab (Taf. XIII, Fig. 2). Sie werden in regelmässigen Intervallen von den verschmolzenen Thorakalganglien innervirt (Taf. XIV, Fig. 2) und sind durch ansehnliche Exopoditen charakterisirt, deren Geisselglieder in elegantem Schwung sich aufwärts biegen (Taf. XIII, Fig. 1).

Dass unter ihnen das erste Brustfusspaar einen von den nachfolgenden auffällig abweichenden Endopoditen aufweist, wurde bereits bei Erörterung des morphologischen Werthes des genannten Extremitätenpaares hervorgehoben. In seiner äusseren Form (Taf. XIV, Fig. 2 en.), in der leierförmigen Biegung, welche durch die stark verlängerten Carpal- und Metacarpalglieder vermittelt wird (carp. und mearp.), weicht es nur wenig von dem sogenannten Gnathopoden der sonstigen Mysideen ab, unterscheidet sich aber von ihnen durch seine ungewöhnliche Länge und kräftige Ausbildung. Diese ergibt sich wiederum aus der weiten Entfernung zwischen der Insertion der Brustfüsse und dem Mundkegel, vor dem der klauenförmige Daktylus des genannten Fusspaares als einhauende und die Beute festhaltende Waffe bereit gehalten wird. Durch zwei kräftige im Metacarpus gelegene Muskelbündel wird der mit einem reichlichen Borstenbesatz ausgestattete Daktylus (dact.) gegen das vorhergehende Glied eingeschlagen resp. gestreckt (Taf. XIV, Fig. 2 und 9). Grosse Borsten, welche ebenso wie diejenigen des Daktylus einem kleinen Chitinsockel aufsitzen, umsäumen auch das Distalende des Metacarpus, während die übrigen stämmigen Glieder im Gegensatz zu den sonstigen Mysideen entweder nackt sind oder höchstens eine vereinzelte Borste aufweisen.

Die übrigen Brustfusspaare sind ziemlich übereinstimmend gebaut. Sie zeichnen sich durch spinnenartige Verlängerung der Endopoditen aus, wie sie sonst nur noch für die Tiefseegattungen *Erythrops* und *Pseudomma* charakteristisch ist (Taf. XIII, Fig. 1). Als Beispiel für das genannte Verhalten bilde ich auf Taf. XIII, Fig. 4 den letzten Thorakalfuss des erwachsenen Männchens ab. Er weist ein stämmiges Basalglied auf, an dem sich der Exopodit mit seinem breiten, wie ein Hackmesser gestalteten Grundglied und der siebengliedrigen mit Schwimmborsten besetzten Geissel inserirt. Die Zahl der Geisselglieder kann an den mittleren Exopoditen bis auf neun steigen. Der Endopodit beginnt mit einem stämmigen Femur, dem ein kurzes Kniesegment (genu.) und eine kräftige Tibia (tb.) folgen. Carpus (carp.) und Metacarpus (mearp.) (Propodus) sind auffällig verlängert; der Metacarpus zerfällt, ähnlich wie bei *Euchartomera* und *Caesaromysis*, in drei Glieder, von denen das erste länger ist als die beiden folgenden zusammengenommen. Der Daktylus (dact.) endet in eine lange Klau. Auf ihrem oberen Rande sind Carpus und Metacarpus mit kegelförmigen Sinnesborsten ausgestattet, während dem Unterrand in weiten Abständen lange Borsten, die an dem Distalabschnitt des Fusses als Doppelborsten entwickelt sind, aufsitzen.

Als höchst eigenartig gestaltete Vermittler von Sinnesempfindungen erweisen sich die kegelförmigen Borsten, welche den Oberrand der Endopoditen krönen (Taf. XIII, Fig. 5). Mit verengter Basis sitzen sie einer sockelförmigen Verbreiterung des Gliedes auf und laufen dann sanft sich zuspitzend in einen blassen Endfaden aus. Eine grosse Zahl langer, feiner und starrer Sinneshaare bilden eine förmliche Bürste auf der proximalen und distalen Hälfte. Der Innenraum der Borsten wird von einem granulirten plasmatischen Strang erfüllt, in welchem bei Färbung mit Carmin deutlich zwei — gelegentlich auch drei — ovale Kerne sich abheben. Ich möchte am ehesten noch geneigt sein, in diesem Strange ein Ganglion zu sehen, welches in die Basis der Borste eintritt, und zudem unterhalb derselben häufig noch eine zweite ganglionäre, mit Kernen erfüllte Anschwellung aufweist (a.). Ueber den Zusammenhang der Ganglien mit dem das Bein durchziehenden Nerven habe ich freilich an meinen Präparaten keinen genügenden Aufschluss erhalten.

Auch die grossen Borsten auf der Unterseite der Beine (b.) werden von einem mit langgezogenen Kernen ausgestatteten Strange Plasma's durchzogen. Sie sind sehr zart zweizeilig bewimpert.

Die fünf Pleopodenpaare sind durchweg kräftig entwickelt und bestehen aus einem kurzen Basalglied und einem langen und kräftigen Stammglied, welches die beiden Geisseläste trägt. Das erste Paar (Taf. XIV, Fig. 10) unterscheidet sich von den nachfolgenden dadurch, dass der Endopodit (en.) zu einer kurzen mit 2 Endborsten versehenen Lamelle reducirt ist, während der siebengliedrige Exopodit (ex.) die normale Form eines mit Schwimmborsten versehenen Geisselastes beibehält. Er wird von Längsmuskeln durchsetzt und gegen das Stammglied durch einen kleinen, schräge verlaufenden Muskel adducirt.

Eine abweichende Gestaltung des ersten männlichen Pleopodenpaares ist für zahlreiche Mysideengattungen bekannt geworden und kehrt in einer der *Arachnomysis* ähnlichen Form speziell auch bei *Euchaetomera* wieder (G. O. Sars 1885, p. 213, Taf. 37, Fig. 18).

Was den Schwanzfächer anbelangt, so verweise ich auf meine bereits früher gegebene Abbildung (1887, Taf. IV, Fig. 3a) und bemerke hier nur, dass das Telson eine glattrandige ovale Platte darstellt, welche am Distalende herzförmig eingeschnitten ist. Von den langen und schmalen Uropoden sind die inneren mit dem Gehörorgan ausgestatteten nur wenig kürzer als die äusseren.

## Bemerkungen über den inneren Bau von *Arachnomysis*.

### *Das Nervensystem.*

Das Gehirn (Taf. XIII, Fig. 2 ce.) ist von relativ ansehnlicher Grösse, die freilich im Hinblick auf die monströse Entwicklung der Sinnesorgane nicht überraschen kann. Es ist zweilappig und ragt von der Stirnfläche bis in den Basaltheil der äusseren Antennen. Dientlich treten die Augennerven (Taf. XIV, Fig. 1 n. opt.) und die beiden Paare von Fühlernerven (n. at.' und n. at.") hervor. Dass die letzteren in ihrem weiteren Verlaufe zu Ganglien anschwellen, unter denen das im Sinneskolben der inneren Antennen gelegene durch seine ungewöhnlichen Dimensionen überrascht, wurde bereits bei Schilderung der Antennen hervorgehoben.

Eine breite Schlundkommissur zieht von der unteren und hinteren Hirnfläche um den Oesophagus und schwillt dicht hinter den Mandibeln zum ersten Ganglion des Bauchmarkes an.

Diesem unteren Schlundganglion, welches wegen der es überlagernden Muskeln der Kauwerkzeuge nur schwer wahrnehmbar ist, folgt in geringem Abstände ein kleineres zweites Bauchganglion (ga.<sup>2</sup>) in der Höhe der zweiten Maxillen und des Kieferfusses. Ein drittes sehr langgezogenes Bauchganglion (ga.<sup>3</sup>) liegt im gestreckten Halstheil des Cephalothorax und ist durch lange, breite, in der Mediane bis zur Berührung genäherte Commissuren mit dem zweiten und vierten Bauchganglion verbunden.

Die gesammten sieben thorakalen Ganglienpaare (vom vierten bis zum zehnten) sind zu einem einheitlichen Bauchmark verschmolzen, an dem eine deutliche Trennung von Knoten und Kommissuren nicht nachgewiesen werden kann. Wohl aber lässt sich die Zahl der verschmolzenen sieben Ganglien (ga.<sup>4</sup> . . . ga.<sup>10</sup>) nicht nur durch die symmetrische Vertheilung von Ganglienzellen und Fasersubstanz, sondern vor Allem auch durch den regelmässigen Abgang der sieben Fussnervenpaare leicht bestimmen (Taf. XIV, Fig. 2). Sowohl bei dem jüngeren, wie auch bei dem erwachsenen Männchen fand ich die verschmolzenen Ganglienpaare in der Mediane durch einen langgezogenen Spalt getrennt. Die kräftige Entwicklung der sieben Brustfusspaare mag es bedingen, dass die zugehörigen Ganglien ziemlich breit sind und zusammengenommen ein langgezogenes Oval darstellen. Die sechs abdominalen Ganglienpaare (ga. abd.) sind, wie das für alle Schizopoden die Regel ist, durch lange und relativ feine Doppelcommissuren getrennt.

Wenn wir die hier geschilderte Anordnung des Nervensystems mit der für andere Mysideen nachgewiesenen vergleichen, so ergeben sich auffällige Differenzen, die freilich mehr darauf zurückzuführen sind, dass wir nur sehr mangelhafte Kenntnisse vom Bau der inneren Organe der Mysiden besitzen. Nach G. O. Sars (1867, p. 30, Taf. III, Fig. 4) besteht das Bauchmark von *Mysis relicta* aus 10 verschmolzenen thorakalen und aus 6 getrennten abdominalen Ganglienknoten. Der Bauchstrang von *Boreomysis* zeigt nach demselben Forscher (1885, p. 181, Taf. 32, Fig. 12) elf getrennte cephalothorakale Knoten, welche durch stark verkürzte Commissuren in Verbindung gesetzt sind, während die abdominalen Ganglien das gewohnte Verhalten wahren. Jedenfalls geht aus der Schilderung von Sars hervor, dass bei beiden Gattungen der cephalothorakale Abschnitt des Bauchmarkes eine Tendenz zur Verschmelzung der Ganglienknoten unter Verkürzung resp. Rückbildung der Commissuren aufweist. Wenn diese in den genannten Gattungen ziemlich gleichmässig alle Brustganglienpaare umfasst, so dürfte der abweichende Befund bei *Arachnomysis* wesentlich auf Rechnung der eigenartigen äusseren Gliederung des vorderen Cephalothorakalabschnittes zu setzen sein. Das dritte Bauchganglienpaar liegt in Folge der halsartigen Streckung der betreffenden Region weit entfernt von den vorausgehenden und nachfolgenden Ganglienpaaren, während die kräftige Entwicklung und das enge Zusammendrängen der sieben Brustfusspaare eine entsprechende Verschmelzung der vierten bis zehnten Ganglienknoten zur Folge hatte. Immerhin unterscheiden sich die Commissuren zwischen den vier vorderen Ganglienknoten von jenen der Abdominalganglien dadurch, dass sie seitlich mit Ganglienzellen belegt erscheinen (Taf. XIV, Fig. 1). Da ich nicht nur bei dem aberrantesten Vertreter der Euphansiden, nämlich bei *Stylocheiron*, sondern auch bei jenem der Mysideen die thorakalen Ganglienknoten constant in der Zehnzahl antraf, so möchte ich vermuthen, dass es sich hier um eine für die gesammten Schizopoden typische Grundzahl handelt. Einschliesslich des Hirnes würde sich demgemäss die Gesamtzahl der Ganglienpaare auf 17 bemessen. Da auf der Bauchseite der Schizopoden 18 Paare von Segmentanhängen auftreten (von den Mandibeln an bis zu den Uropoden), während nur 16 Paare ventraler Ganglienknoten ausgebildet sind, so müssen im Be-

reiche der letzteren Verschmelzungen eingetreten sein. Ich glaube nicht fehl zu greifen, wenn ich annehme, dass das untere Schlundganglion und das letzte Abdominalganglion, (welches ja das Telson und die Uropoden mit Fasern versorgt), aus der sekundären Vereinigung von je zwei aufeinander folgenden Ganglienpaaren hervorgegangen sind.

### Der Darmtraktus.

*Arachnomysis* zeigt in der Anordnung des Darmtraktus und seiner einmündenden Drüsen manche Eigenthümlichkeiten. Inwieweit diese für unsere Gattung ausschliesslich charakteristisch sind, lässt sich bei der lückenhaften Kenntniss vom *tractus intestinalis* der Mysideen schwer beurtheilen. Beschränkt sich diese doch fast ausschliesslich auf die von G. O. Sars gegebene Darstellung des Darmes von *Mysis relicta* (1868, p. 26—30) und auf eine Abbildung der Leberschläuche von *Siriella Clausii* durch Claus (1884, Taf. I, Fig. 1).

Der dickwandige Oesophagus (Taf. XIII Fig. 2 oes.) ist von kräftigen Ringmuskeln umgürtet und mündet in einen relativ kleinen Kaumagen (p. v.) ein. Er scheidet sich in einen vorderen (cardialen) und in einen hinteren (pylorialen) Abschnitt, welcher letzterer die ungewöhnlich umfangreichen Leberschläuche aufnimmt. Die Ventralfläche des Kaumagens ist unregelmässig gebuchtet und mit dem Triturationsapparat (dessen genauere Darstellung ich mir versagen muss, weil ich eine Zergliederung des Objectes nicht vornehmen wollte) belegt. Eine sichelförmige Falte (fa.), welche von der Ventralfläche gegen den Innenraum vorspringt, markirt die Grenze zwischen Kaumagen und Chylusdarm. Jener unpaare Blindsack, welcher auf der Grenze der zuletzt erwähnten Abschnitte bei *Mysis relicta* dorsal zur Entwicklung kommt, fehlt durchaus der *Arachnomysis*.

An den Kaumagen treten eine Anzahl von Muskelbündeln heran. Vor Allem fallen paarige Muskelbündel in das Auge, welche in fächerförmiger Anordnung von dem sattelförmig eingebuchteten Nackentheil des Cephalothorax bis zur Grenze vom cardialen und pylorialen Magenabschnitt verstreichen (Fig. 2 mu. d.). Zwei schwächere Bündel strahlen von den Seitentheilen des Panzers gegen die Seitenwandungen des Kaumagens aus (mu. lat.). Einer dieser Bündel heftet sich an eine Chitinleiste an, von der noch zwei weitere Bündel gegen die Basis der äusseren Antennen sich erstrecken.

Eine ganz ungewöhnliche Entwicklung weisen die Leberschläuche auf. Sie setzen sich aus vier Paaren: einem dorsalen, einem vorderen und zwei hinteren zusammen, die freilich an Umfang und Gestalt sehr ungleich sind. Das dorsale Paar (Taf. XIII Fig. 2, Taf. XIV Fig. 1 hep. d.) wölbt sich wie ein Bruchsack empor und füllt den Raum zwischen dem Cardialtheile des Kaumagens und dem Anfang des Chylusdarmes aus. Am unansehnlichsten ist das vordere bis zum Oesophagus ragende Paar (hep. a.) in Gestalt eines kurzen Divertikels ausgebildet, während die beiden hinteren Paare eine bisher bei Mysideen noch nicht beobachtete ungewöhnliche Länge und Ausbildung aufweisen. Sie ragen weit in den hinteren Thorakalabschnitt bis zum letzten Brustfusspaar hinein und bilden hier einen oberen (hep. p. s.) und unteren (hep. p. i.) Lebersack, die in der Höhe der vordersten Brustfüsse zusammenfliessen und durch einen gemeinsamen langen Ausführgang (d. hep.) in den Pylorialtheil des Kaumagens einmünden. Vor der Mündung erweitert sich der Gang sackförmig und fliesst völlig mit dem vorderen Leberlappen

zusammen. Die gemeinsame Mündung aller Schläuche in den Pylorialabschnitt ist sehr weit. Die Leberzellen sind stark vakuolisirt; Gruppen derselben strecken sich cylindrisch und ragen weit in das Lumen der Schläuche herein.

Am meisten erinnert die Anordnung der Schläuche an das von Claus abgebildete Verhalten bei *Sivella*. Die hinteren Schläuche bleiben bei letzterer getrennt, während der von Claus als vorderer bezeichnete dem dorsalen Schlauch der *Arachnomysis* entspricht. Ein kurzes, nach vorn gerichtetes Divertikel, welches in der Abbildung von Claus deutlich kenntlich ist, würde dann dem vorderen Paare von *Arachnomysis* homolog sein.

Der Chylusdarm (int.) verengt sich kaum merklich bei seinem Abgang vom pylorialen Kaumagen und verläuft gerade gestreckt durch die Mitte des Cephalothorax unterhalb der Hoden und des Proximaltheiles der *vasa deferentia*. Da, wo letztere in rechtwinkligem Knick nach abwärts biegen, steigt er nach der Dorsalseite, um dann im ganzen Abdomen die dem Rücken genäherte Lage beizubehalten. Im Distalabschnitt des sechsten Segmentes erweitert er sich zum kurzen Rektum und mündet dann (ohne ein blindes Divertikel zu bilden) auf dem Telson durch den After aus.

Ueber die sonstigen Organsysteme von *Arachnomysis* fasse ich mich kurz, da die Untersuchung nur auf einem (allerdings wohl erhaltenen) Exemplar basirt, das ich nicht in Schnitte zu zerlegen wagte.

Das Herz ist im Vergleiche mit jenem der übrigen Mysideen auffällig verkürzt und gleichzeitig weit nach hinten verlagert. (Taf. XIII Fig. 2 cor.). In dieser Hinsicht dürfte es noch am ehesten nach den Angaben von Claus (1884 p. 6) dem Herzen von *Mysidopsis* ähneln. Es ist sehr zarthäutig und nur schwer vermochte ich an ihm die 2 Paare von Spaltöffnungen wahrzunehmen. Nach vorne entsendet es in der Höhe der Hodenfollikel die langgestreckte *aorta cephalica* (a. ceph.) und nach hinten die *aorta posterior* (a. post.). Leider bin ich nicht im Stande, über den Verlauf der sonstigen Gefässe genauere Angaben zu machen. In dieser Hinsicht wird erst die Untersuchung des lebenden Thieres Aufschluss geben, durch welche ja auch Claus zu zahlreichen neuen und interessanten Ergebnissen gerade bei Mysideen hingeführt wurde.

Das Excretionsorgan (die Antennendrüse) wurde für die Gattung *Mysis* zuerst durch G. O. Sars (1867 p. 30) nachgewiesen. Ich finde es auch bei *Arachnomysis* als ein mehrfach gebuchtetes, ziemlich dünnwandiges Säckchen vor dem Kaumagen und seitlich von dem unteren Hirnabschnitt gelegen. (Taf. XIII Fig. 2 exer.). Durch eine tiefe Bucht auf der hinteren Fläche zerfällt es in einen oberen und unteren Abschnitt, weleher letzterer in den Anfangstheil der äusseren Antennen hereinragt und hier offenbar durch einen Porus (welchen ich indessen nicht deutlich erkennen konnte) ausmündet.

Die männlichen Geschlechtsorgane setzen sich aus zahlreichen traubenförmig angeordneten Hodenfollikeln zusammen (Taf. XIII Fig. 2, Taf. XIV Fig. 1 test.), welche schon bei den jugendlichen Männchen in der Mediane unterhalb des vorderen Herzabschnittes gelegen sind. Zwei ungewöhnlich weite *vasa deferentia* (v. def.) gehen von ihnen aus und verlaufen dicht genähert und gerade gestreckt bis zum Hinterrande des Cephalothorax, um dann rechtwinklig nach abwärts geknickt und nach aussen divergirend auf den ansehnlichen Anhängen des letzten Beinpaares, welche als *penes* (Taf. XIII Fig. 2 pen.) fungiren, auszumünden.

## 7. *Brutomysis Vogtii* Chun.

Tafel XV.

Da die pelagischen Mysideen, insonderheit die an das Tiefenleben angepassten, in mehrfacher Hinsicht Interesse darbieten, so gestatte ich mir auf eine neue Gattung derselben aufmerksam zu machen, welche ein Bindeglied zwischen *Euchaetomera* G. O. Sars und *Caesaromysis* Ortm. darstellt. Weil sie die Charaktere dieser beiden, von der Challenger- und Plankton-Expedition gefischten Genera combinirt, so deutet sie den Weg an, auf dem die Umformung der Mysideen-Grundform zu jenen zarten hochpelagischen Gattungen erfolgte, welche in der *Arachnomysis* ihren extremen Ausdruck finden. In der Bezeichnung *Caesaromysis* ist nun dem monarchischen Princip Rechnung getragen worden und so gestatte ich mir dem demokratischen durch die Benennung *Brutomysis* Geltung zu verschaffen, indem ich gleichzeitig meinem soeben verstorbenen Schwiegervater, Prof. Karl Vogt, zu Ehren die neue Art als *Brutomysis Vogtii* einführe.

Die nachfolgende Schilderung basiert auf nur einem einzigen, aber wohl erhaltenen männlichen Exemplar, welches ich in dem Inhalt des in 500 m Tiefe vor Funchal (Madeira) versenkten offenen Tiefennetzes auffand. Ich hielt dasselbe anfänglich für einen Vertreter der Gattung *Euchaetomera*, erkannte indessen bei eingehender Untersuchung, dass es sich um ein jugendliches, vor der letzten Häutung stehendes Männchen einer neuen Gattung handelt.

*Brutomysis* unterscheidet sich von der Gattung *Euchaetomera* durch den kurzen und breiten Cephalothorax, durch die Verlängerung der Endo- und Exopoditen der Thorakalfüsse und endlich durch die Bedornung der Abdominalsegmente. In letzterer Hinsicht erinnert sie an *Caesaromysis* und *Arachnomysis*, bei denen freilich die Bedornung weit reicher und kräftiger ausgebildet ist.

Das mir vorliegende Exemplar ist 6.5 mm lang. Der Cephalothorax ist relativ kurz und breit; sein Rostrum ist zu einem scharfen Dorn umgebildet und die Seitenflügel des Schildes decken nicht den hinteren Thorakalabschnitt.

Das Abdomen ist kräftig und nicht so stark verkürzt, wie bei der Gattung *Caesaromysis*. Die fünf ersten Abdominalsegmente zeigen an den Seitenflächen schwach flügelartig entwickelte Verbreiterungen, an deren Hinterrande jederseits etwa vier dornförmige Zähne auftreten. Dem sechsten Abdominalsegment fehlen zwar die Seitenflügel, aber dafür ist der Hinterrand in seiner ganzen Ausdehnung bedornt.

Die Augen sind relativ sehr gross und messen 0.65 mm. Da ich ihren Bau im nächsten Kapitel noch eingehend schildern werde, so bemerke ich nur, dass sie kurz gestielt sind und eine Scheidung in Seitenaugen und in ein breites Frontauge erkennen lassen.

Die ersten (inneren) Antennen setzen sich aus einem stämmigen dreigliedrigen Schaft zusammen, dessen mittleres Glied am kürzesten ist. Das dritte Glied bildet auf seiner unteren Aussenfläche den für die männlichen Mysideen charakteristischen Zapfen aus, welcher indessen bei dem vorliegenden Exemplare noch keine Sinneshaare trägt. Ueber die Länge der beiden Geisseln, von denen die innere an der Basis klobig aufgetrieben ist, vermag ich leider keine bestimmten Angaben zu machen, da ihre Enden abgebrochen waren. Immerhin bemerke ich, dass eine Aussengeissel so lang wie der Körper war. Die zweiten (äusseren) Antennen (Taf. XV Fig. 2) ähneln in ihrer Form jenen der Gattung *Euchaetomera*. Ihr Grundglied (1) ist unregelmässig ausgebuchtet und mit kräftigen Muskelbündeln ausgestattet. In seine Basis ist das Excretionsorgan (exer.) in Gestalt eines halbmondförmig gebogenen zweizipfligen Säckchens eingelagert. Am distalen Aussenrande neben der Schuppe läuft das Grundglied in einen Dorn aus.

Die Schuppe ist relativ kurz, aber immerhin etwas länger, als der Antennenschaft. Wie ein Hackmesser gestaltet und bogenförmig nach aussen geschwungen läuft sie in einen starken und scharfen Dorn aus, welcher innen von dem verschmälerten Distalende überragt wird. Das letztere ist beiderseits mit sehr langen Fiederborsten besetzt, welche ausserdem noch am Innenrande der Schuppe weit herab ragen: im ganzen zähle ich etwa 16 Borsten. Der dem Grundgliede aufsitzende Antennenschaft besteht aus drei Gliedern (II, III, IV), von denen das mittelste weitaus am längsten ist. Die Geissel war nur in ihrem Proximaltheil erhalten.

Da ich das einzige Exemplar schonen wollte, so vermag ich keine genaueren Angaben über die Mundwerkzeuge zu machen. Ich erwähne nur, dass der dreigliedrige Mandibulartaster in Bezug auf das Längenverhältniss der Glieder jenem der Gattung *Euchaetomera* sehr ähnelt. Die Spitze des Endgliedes (Fig. 3) ist bewimpert und nach aussen gebogen: sie zeigt auf dem Aussenrande zwei sehr lange Borsten, auf dem Innenrande drei hakenförmig gekrümmte Dornen. Den Distalrand des Endgliedes krönen fünf bewimperte Dornen.

Der Exopodit des Maxillarfusses ist wohl entwickelt und schliesst sich den nachfolgenden der Brustfüsse dicht an.

Die sieben Brustfusspaare zeichnen sich durch die spinnenförmige Verlängerung der Endopoditen und durch die kräftige Entwicklung der in elegantem Schwung nach aufwärts gebogenen Exopoditen vor jenen der Gattung *Euchaetomera* aus. Die Geisseln der Exopoditen setzen sich aus etwa 10–11 Gliedern zusammen und stehen an Länge nicht hinter jenen der *Arachnomysis* zurück. Der Endopodit des ersten Brustfusses (Gnathopod,  $p^1$ ) ist, wie bei allen Mysideen, kürzer und kräftiger, als die nachfolgenden; bei *Brutomysis* ragt er leierförmig bis zu den Mandibulartastern und endet mit einer bezahnten Klaue des Daktylus (Fig. 4 daet.). Dass ausserdem der Daktylus mit Hakenborsten und der Metacarpus distalwärts mit langen geraden Borsten besetzt sind, lehrt die Abbildung.

Die Endopoditen der nachfolgenden Brustfusspaare ( $p^2 \dots p^6$ ) sind auffällig verlängert. Während sie bei *Euchaetomera* gerade mit den Augen abschneiden, so überragen bei *Brutomysis* diejenigen des 2. bis 4. Paares noch weit den Antennenschaft. An ihnen allen ist ähnlich wie bei *Euchaetomera*, *Caesaromysis* und *Arachnomysis* der Metacarpus (Propodos) dreigliedrig (Fig. 5). Das erste dieser Glieder (metarp. 1) ist stets das längste und wird an den hinteren Beinpaaren (das siebente war abgefallen) sogar länger, als die beiden nachfolgenden (2 und 3) zusammen genommen. Carpus und Metacarpus sind mit auffällig kräftigen Borsten besetzt, welche in ihrer Struktur durchaus mit den bei *Arachnomysis* gesebilderten übereinstimmen. Dem Aussenrande der genannten Glieder sitzen nämlich in weitem Abstände kegelförmige Borsten auf, deren Spitze in einen langen Spürfaden ausläuft, während der Basaltheil von feinen Wimpern (wie eine Bürste) übersät ist. Der Innenrand ist durch lanzenförmige Borsten, die einseitig fein bewimpert sind und distalwärts als Zwillingsborsten nebeneinander stehen, charakterisirt.

Die Pleopoden waren, wie dies für die jugendlichen Exemplare charakteristisch ist, noch nicht mit gegliederten Ruderästen ausgestattet. Immerhin sind die Ruderstummel kräftig entwickelt; nur an dem ersten Paar treten die Endopoditen durch ihre Kürze auffällig hinter den Exopoditen zurück.

Der Schwanzfächer weist ein sehr kurzes, oblonges und an der Spitze abgestutztes Telson auf, das mit zwei langen Endborsten und mit vier resp. fünf kurzen Seitenborsten ausgestattet ist (Fig. 6). Die Endopoditen der Uropoden bergen an ihrer Basis das Gehörorgan mit den relativ grossen Otolithen und sind bedeutend kürzer als die Exopoditen.

Ueber die inneren Organe vermag ich nur mitzutheilen, dass die Leberschläuche in ihrer Ausbildung einigermaßen an *Arachnomysis* erinnern. Die vorderen Schläuche sind kurz, die dorsalen ragen nur wenig hervor und sind sackförmig gestaltet, während die hinteren eine anschliefere Entfaltung aufweisen. Das dorsale Paar der letzteren ist bedeutend kürzer als das ventrale und mündet selbständig in den Pylorialabschnitt des Kaumagens ein, während das ventrale weit in die hintere Thorakalregion hineinragt und durch etwas schmälere Ausführgänge unterhalb des dorsalen mündet.

Die Hodenfollikel waren zwar deutlich kenntlich, aber die *vasa deferentia* schienen noch nicht angelegt zu sein. Dagegen ragen die als *penes* fungirenden Epipodialanhänge der hintersten Brustfüsse bereits weit vor.

## 8. Über die Verwandtschaftsbeziehungen der pelagischen Schizopoden.

Bei Erörterung der verwandtschaftlichen Beziehungen von Schizopoden will es mich bedünken, dass es nicht angezeigt sei, nach berühmten Mustern dieses Kapitel mit einem phylogenetischen Aufputz zu beschliessen und mir den Anschein zu geben, als ob ich in die Familiengeheimnisse und Almenregister tiefer eingedrungen sei als meine Vorgänger. Unsere Kenntnisse vom äusseren morphologischen Bau der Schizopoden sind namentlich durch die trefflichen Monographien von G. O. Sars in schätzenswerter Weise gefördert worden, aber die Entwicklungsgeschichte einer grossen Zahl wichtiger Typen ist völlig unbekannt und zudem weist auch die Erforschung der Weichteile empfindliche Lücken auf. Da fehlt in vielen Fällen eine sichere Basis, auf der das luftige Gebäude der Spekulation errichtet werden könnte; da müsste häufig das subjektive Ermessen über den Mangel an objektiver Kenntniss hinweghelfen. Aus eigener Anschauung kenne ich die wichtigsten Vertreter der eine pelagische Lebensweise führenden Schizopoden, d. h. jener Arten, welche im freien Ocean von der Oberfläche an bis in grössere Tiefen verbreitet sind. Auf diese will ich mich beschränken, zumal es mir auch gelungen ist, über den inneren Bau der aberrantesten Gattungen einige Aufschlüsse zu erhalten. Man erwarte also nicht, dass ich mich des Breiteren über die Anschauungen von Boas (1883), welche in Ortmann (1893) einen Fürsprecher fanden, auslasse und die Gründe nochmals vorführe, die ihn veranlassten, die Schizopoden in die beiden Ordnungen der *Euphausiacea* und *Mysidacea* aufzulösen. Mich will es bedünken, dass wir sehr wohl die Schizopoden als eine geschlossene Gruppe auffassen können und ich möchte auch glauben, dass der bewährte Kenner des Schizopoden, G. O. Sars, das Richtige getroffen hat, wenn er (1885 p. 10) sie in die vier Unterordnungen: *Lophogastridae*, *Eucopiidae*, *Euphausiidae* und *Mysidae* einteilte. Ob es ratsam ist, die Eucopiden mit den Lophogastriden zu einer Gruppe zu vereinen und die Schizopoden mit Gerstäcker (1889) in die beiden Tribus *Holotropha* (*Mysidae*, *Lophogastridae*) und *Hemitropha* (*Euphausiidae*) einzutheilen, will ich nicht erörtern. So viel steht jedenfalls fest und ist durch alle Kenner der Schizopoden anerkannt worden, dass die Mysideen die primitiveren, die Euphausiden hingegen die höher organisierten Schizopoden abgeben.

Was ich in diesen Zeilen beabsichtige, lässt sich kurz dahin zusammenfassen, dass die Anpassungen an eine pelagische Lebensweise in grösseren Tiefen anschaulicher als es bisher gesehen ist, beleuchtet werden. Im Verlaufe dieser Darlegungen hoffe ich dann auch den Nachweis führen zu können, dass die pelagischen Mysideen einen eigenartigen und einseitig weiter ent-

wickelten Zweig dieser formenreichen Gruppe abgeben, welcher in der aberrantesten Mysidee, nämlich der *Arachnomysis*, gipfelt. Ich gedenke weiterhin auf die Thatsache aufmerksam zu machen, dass die an der Oberfläche lebenden Schizopoden primitivere Charaktere wahren, als jene, welche sich an den Aufenthalt in grösseren Tiefen anpassten: mit kurzen Worten also, dass eine aus biologischen Gründen wahrscheinliche Entwicklungsweise ihre Parallele in dem morphologischen Bau findet.

Ich beginne meine Darlegungen mit den **Euphausiden**, da ihre biologischen Verhältnisse einfacher liegen, als bei den Mysideen. Sie alle sind ächt pelagische Organismen, welche, wie dies im ersten Abschnitt erörtert wurde, nicht nur an der Oberfläche, sondern auch in grösseren Tiefen einen wichtigen und constanten Bruchtheil der pelagischen Lebewelt abgeben. Nur eine Gattung, nämlich *Bentheuphausia* G. O. Sars, macht eine Ausnahme, insofern sie an den Aufenthalt in der Nähe des Tiefseebodens sich anpasste. Sie wurde in den Gründen des Atlantischen und Pacificischen Oceans aus Tiefen von 1000—1800 Faden gelohet (G. O. Sars 1885 p. 108) und nimmt in einer Hinsicht besonderes Interesse in Anspruch: *Bentheuphausia amblyops* ist nämlich die einzige Euphauside, deren acht Paare von Brustfüssen durchaus gleichmässig entwickelt sind und keine Rückbildungen erfahren. Die mittelsten Beinpaare sind länger als die vorausgehenden (unter denen das gewöhnlich als Kieferfuss bezeichnete Extremitätenpaar in keiner Weise auffällig von den nachfolgenden verschieden ist) und das achte Paar ist nicht verkümmert. In dieser Hinsicht hat entschieden *Bentheuphausia* ursprünglichere Charaktere gewahrt, als alle übrigen Euphausiden. Wenn wir sie trotzdem nicht als die Stammform der pelagischen Euphausiden in Anspruch nehmen, sondern lediglich als einen der Euphausidenstammform nahe stehenden Vertreter betrachten, so geschieht das mit Rücksicht auf die sinnfälligen Anpassungen an das Leben in grossen Tiefen. Die Augen sind rudimentär geworden und gleichzeitig schwanden mit ihnen die Leuchtorgane. In Correlation zu dem mangelnden Seh- und Leuchtvermögen hat der Spürapparat eine ungewöhnliche Entwicklung erhalten: die Antennengeisseln scheinen sehr lang zu werden (nach den Bruchstücken zu urteilen) und die Palpen der Mandibeln und zweiten Maxillen zeugen von monströser Ausbildung.

Leuchtorgane und wohl entwickelte Kugelangen haben wir entschieden der Euphausidenstammform zuzuschreiben und wenn wir nun unter den bis jetzt bekannt gewordenen Gattungen Umschau halten, so stossen wir zunächst auf die Genera *Thysanopoda* M. Edw. (*Nocticula* J. V. Thompson) und *Nyctiphanes* G. O. Sars, welche noch am meisten primitive Charaktere wahren. Sie sind an der Oberfläche (vielleicht auch in grösseren Tiefen) weit verbreitet (s. p. 140) und erweisen sich in jeder Hinsicht als typisch gestaltete Euphausiden. Ihre kugligen Augen sind kurz gestielt und die Leuchtorgane treten in der bekannten Anordnung entgegen, insofern ausser den in die Augen eingebetteten noch zwei Paare an der Brust (an der Basis des zweiten und siebenten Fussespaares) und vier unpaare in der Mediane der ersten Abdominalsegmente zur Ausbildung gelangen. In einer Hinsicht freilich lassen sich Umformungen ursprünglicher Anlagen nachweisen, insofern nämlich die achten Brustfusspaare verkümmert sind. Bei *Nyctiphanes* ist das siebente Paar zwar wenig kürzer als das vorausgehende, aber es besteht aus nur zwei Gliedern und entbehrt des Exopoditen. *Thysanopoda* zeigt es in allen Gliedern wohl ausgebildet und mit einem Exopoditen versehen, aber bereits etwas verkürzt. Die Rückbildung des letzten Beinpaares geht gleichfalls bei *Nyctiphanes* weiter als bei *Thysanopoda*, insofern die letztere wenigstens noch einen wohl entwickelten Exopodit aufweist, welcher der ersteren völlig

mangelt. Mir scheint demgemäss die Gattung *Thysanopoda* den bei *Beuthleuphausia* wahrnehmbaren normalen Verhältnissen in der Gestaltung der Brustfusspaare am nächsten zu kommen.

Die bisher genannten Genera leiten zu der kosmopolitischen, an der Oberfläche wie in grösseren Tiefen verbreiteten *Euphausia* über, deren wesentlicher Charakter in der Verkümmern der beiden (zu borstentragenden Stummeln reducirten) letzten Beinpaare beruht. Im Uebrigen wahrt sie so vollkommen die Charaktere der Gruppe, dass sie meist als typischer Repräsentant derselben hingestellt wird. Während die Gattungen *Thysanopoda*, *Nyctiphanes* und *Euphausia* zwar die Oberfläche bevölkern, aber doch auch (wie die Schliessnetzfüge lehren) zum Theil in grössere Tiefen absteigen, so drückt sich die Anpassung an den dauernden Aufenthalt in nur vom Dämmerlicht durchdrungene oder dunkle Regionen bei *Thysanoëssa* Brandt durch die Zweitheilung der Augen in ein Front- und Seitenauge aus. Wir stossen zum ersten Male bei unseren Betrachtungen auf einen Charakterzug in der Ausbildung des Sehorganes, welcher, wie dies im nächsten Kapitel nachgewiesen werden soll, lediglich pelagischen Crustern zukommt und ein untrügliches Merkmal für die Anpassung an das Leben in dunklen Regionen darstellt. Ich werde den Beweis für diesen Satz allerdings erst später bei den Betrachtungen über die Leistung des Dunkelauges zu führen haben und begnüge mich daher an dieser Stelle mit einem Hinweis auf das nächste Kapitel. Die Gattung *Thysanoëssa* schliesst sich nun der *Thysanopoda* bezüglich der Gestaltung der beiden letzten Brustfusspaare insofern an, als das achte Paar völlig rudimentär wird, unterscheidet sich aber dadurch von ihr, dass das siebente Paar stärker reducirt ist. Vor Allem fällt indessen die ungewöhnlich kräftige Entwicklung des zweiten Paares auf, dessen Endglieder mit langen, zweizeilig angeordneten Dornen besetzt sind.

Unmittelbar an *Thysanoëssa* schliesst sich die merkwürdige und artenreiche Tiefsee-Gattung *Nematoscelis* G. O. Sars an. Die Augen erreichen bei einigen Arten monströse Dimensionen und sind stets in ein bald mehr, bald minder umfangreiches Frontauge und in ein deutlich abgesetztes Seitenauge getheilt. Dabei beginnt das Retinapigment zu schwinden und durch seinen Mangel eine Ueberempfindlichkeit gegen grelle Beleuchtung zu bedingen. Die langen Antennen sind mit einem reichen Besatz von langen Sinneshaaren ausgestattet und im Gegensatz hierzu wird der Mandibulartaster auffällig klein. Während die rudimentären beiden letzten Brustfusspaare durchaus an *Thysanoëssa* erinnern, so wird das bei der letzteren Gattung verlängerte zweite Fusspaar zu einem mächtigen Raubfuss umgemodelt, an dessen beiden letzten Gliedern die Dornen zu stechenden Stiletten sich ausbilden.

In vieler Beziehung eigenartig gestaltet tritt uns die aberranteste Ephausidengattung, nämlich *Stylocheiron* G. O. Sars, entgegen. Keinesfalls bilden *Thysanoëssa* und *Nematoscelis* den Durchgangspunkt für ihre phylogenetische Entwicklung und ich möchte vermuthen, dass erst bei Erweiterung unserer Kenntnisse Gattungen sich werden auffinden lassen, welche zwischen *Thysanopoda* und *Stylocheiron* sich einreihend, das volle Verständnis für die monströse Gestaltung der letzteren eröffnen. Denn die enorme Verlängerung des dritten Brustfusspaares (nicht des zweiten, wie bei *Nematoscelis*) zu einem Raubfusse, nicht minder auch die Umbildung seiner letzten Glieder zu einer Scheerenhand treten ganz unvorbereitet in die Erscheinung. Der Mandibulartaster, bei *Nematoscelis* bereits unansehnlich, schwindet und nicht weniger auffällig ist die Reduktion der Leuchtorgane an der Basis des zweiten Fusspaares und an den zweiten bis vierten Abdominalsegmenten. Das letzte Brustfusspaar wird bis auf den kleinen Exopoditen völlig rückgebildet, während das vorausgehende, wie ich für *Stylocheiron mastigophorum* nachwies (p. 150), Differenzen

nach den Geschlechtern erkennen lässt. Bei dem Männchen wird es in ähulicher Weise wie das letzte Paar rückgebildet, während es bei dem Weibchen einen zweigliedrigen Endopoditen neben dem kleinen Exopodit aufweist. In besonderem Maasse bemerkenswerth und unter den Euphausiden einzig dastehend ist indessen der Umstand, dass auch das drittletzte Fusspaar in den Kreis der Rückbildungen einbezogen wird. Wie ich nämlich nachwies (p. 149), so fehlt es dem Männchen vollständig (selbst der Exopodit ist geschwunden), während es bei dem Weibchen wohl entwickelt zum Tragen der Eier Verwerthung findet.

Wenn auch die Verkümmerung der Mandibulartaster und der hinteren Brustfusspaare gleichzeitig den Verlust zahlreicher Sinnesborsten, die ihnen bei den übrigen Euphausiden ausitzen, zur Folge hat, so wird doch ein überreicher Compens hierfür durch die einzig dastehende Entfaltung des Spürapparates geboten. Die Augen bilden sich zu den vollkommensten Dunkelaugen aus, welche wir überhaupt bis jetzt kennen. Das Retinapigment, bei manchen *Nematoseclis*-Arten noch nachweisbar, schwindet vollkommen und teleskopartig thürmt sich das Frontauge mit seinen langen und grossen Facettengliedern über das Seitenauge empor. Die Antennen, welche erst durch meine Schilderung in ihrer prächtigen Entfaltung bekannt wurden, sind auf den Schaftgliedern mit langen Fiederborsten ausgestattet, wie sie in ähulicher Gestaltung auch den langen Flagella aufsitzen. So repräsentiren denn die *Stylocheiron*-Arten mit ihren zu gewaltigen Raubfüssen und in Scheerenhände auslaufenden dritten Fusspaaren, mit den monströsen, je ein Leuchtorgan einschliessenden Dunkelaugen, mit ihren nicht minder absonderlich entfalteten Antennen die verkörperten Ideale von räuberisch lebenden Bewohnern der dunkeln Wasserschichten.

Auch der Bau der inneren Organe lässt manche Züge erkennen, welche die Gattung *Stylocheiron* zum aberrantesten Vertreter der Euphausiden stempeln. Dies gilt speciell für das Nervensystem, dessen im Cephalothorax gelegener Bauchtheil eine Concentration erkennen lässt, wie sie bisher unter den Schizopoden noch nicht nachgewiesen wurde. Als eine ganz eigenartige Anpassung an das Tiefenleben hebe ich endlich das von mir beschriebene „Stirnherz“ (p. 157) hervor, welches allein bei *Stylocheiron* unter den gesammten Crustaceen bis jetzt zur Beobachtung gelangte. Die Kopfarterie schwillt nämlich zwischen den beiden Hirnlappen zu einer Ampulle an, welche mit kräftigen Muskeln umgürtet zu Pulsationen befähigt wird. Das Auftreten eines Stirnherzens steht in Correlation mit der mächtigen Entwicklung der Augen resp. der von Blutcapillaren durchsetzten Augenganglien. Der Reibungswiderstand, welchen das fein entwickelte Capillarnetz bedingt, mag Veranlassung gegeben haben, dass ein besonderer pulsirender Apparat (analog den Kiemenherzen der Cephalopoden oder den Lymphherzen der Wirbelthiere) zur Ausbildung gelangte.

Wenn es mir nun gelungen sein sollte, die Umbildungen der Euphausidengrundform durch die Anpassungen an das Leben in unbelichteten Regionen verständlich gemacht zu haben, so würde dann auch gleichzeitig der aus biologischen Gründen gewiss verständliche Nachweis erbracht sein, dass die Oberflächenformen als die primitiveren den Ausgangspunkt für die Entwicklung der Tiefengenera *Thysanoëssa*, *Nematoseclis* und *Stylocheiron* abgaben. Es ist eine weite Etappe, welche von *Thysanopoda* bis zu *Stylocheiron* führt und wenn auch noch manche Bindeglieder fehlen, so geben doch die bei *Thysanoëssa* und *Nematoseclis* ausgeprägten Umbildungen der Grundform einen Wink ab, auf welchem Wege die aberrantesten Euphausiden ihre originelle Gestaltung erlangten.



Tiefseefauna nicht zu ziehen ist, so würden gerade die Mysideen ein lehrreiches Beispiel für den allmählichen Uebergang der Küstenformen in die Tiefseecarten abgeben. Die Gattungen *Mysis* Latr., *Leptomysis* G. O. Sars, *Podopsis* v. Ben., *Chironomysis* G. O. Sars, *Heteromysis* Smith, *Gastrosaccus* Norm., *Anchialus* Kroyer und *Chlamidopleon* Ort. scheinen die oberflächlichen Küstenregionen zu bevorzugen, während die Vertreter der Gattungen *Hemimysis* G. O. Sars, *Pseudomma* G. O. Sars, *Erythropis* G. O. Sars, *Parerythropis* G. O. Sars, *Mysideis* G. O. Sars und *Mysidella* G. O. Sars bereits in grössere Tiefen hinabreichen und zu den ächten Tiefseegattungen *Boreomysis* G. O. Sars, *Petalophthalmus* Willem.-Suhm und *Amblyops* G. O. Sars überleiten.<sup>1)</sup> Die Anpassungen an den Tiefenaufenthalt prägen sich häufig in der Gestaltung der Augen aus, welche bald ungewöhnlich vergrössert (*Boreomysis megalops*) bald in dorsoventraler Richtung abgeplattet (*Erythropis*), bald verkleinert (*Boreomysis microps*), bald endlich vollständig rückgebildet werden (*Mysidella typhlops*). Unter den blinden Formen nehmen einige Gattungen durch die originelle Art der noch erhaltenen Augen resp. Augenstiele besonderes Interesse in Anspruch. Bei *Pseudomma* verschmelzen die Augenstiele zu einer grossen unpaaren Platte; bei *Petalophthalmus* sind sie getrennt und löffelförmig gestaltet, während bei *Boreomysis scyphops* die Augen wie ein Becher eingedrückt erscheinen. Wenn auch bei Tiefenformen die Augen normal erhalten resp. vergrössert sind, so wird doch niemals die Kugelform zu Gunsten einer Gliederung in Front- und Seitenauge aufgegeben. Die letztere Augenform ist ein ausschliesslicher Charakterzug für die pelagischen Tiefsee-Mysideen, deren Betrachtung uns hier vorwiegend beschäftigen soll.

Als eine typische, hochpelagische Mysidee, welche an der Oberfläche aller tropischen und subtropischen Oeeane verbreitet ist, tritt uns zunächst die Gattung *Siriella* Dana entgegen. Ihr Cephalothorakalschild ist relativ kurz und deckt nicht die hinteren Brustsegmente; die Augen wahren die Kugelform und die Antennenschuppe, am Aussemrand nicht beborstet, überragt bei allen Arten weit den Schaft der äusseren Fühler. In besonderem Maasse charakteristisch für die Gattung ist die Ausbildung scharfer Siegel-Klauen an dem Endgliede der Brustfüsse und die Entwicklung von spiral eingerollten Kiemenanhängen an den fünf ersten Pleopodenpaaren des Männchens. Das Telson ist spatelförmig ausgezogen und an dem Rande dicht bedornt. Die sekundären Geschlechtscharaktere sind so auffällig ausgeprägt, dass erst Claus (1868) die von J. V. Thompson beschriebene Gattung *Cyphilia* als das geschlechtsreife Männchen von *Siriella* erkannte. Abgesehen von den bei allen männlichen Mysideen charakteristisch umgestalteten inneren Antennen unterscheidet sich nämlich das Männchen durch die wohl entwickelten mit Kiemenschlänchen ver-

<sup>1)</sup> In seiner Beschreibung der vom „Albatross“ erbeuteten Schizopoden führt Ortmann (1894 p. 106) eine *Boreomysis californica* als pelagisch lebende Mysidee an. Es wäre dies ein auffälliges Abweichen von der Norm, insofern alle bisher bekannt gewordenen 7 Arten von *Boreomysis* auf dem Grunde der Tiefsee gefunden wurden. Da indessen Ortmann selbst zugibt, dass ihm die Zugehörigkeit der Art zu der Gattung *Boreomysis* zweifelhaft ist, so kann auf seine Angaben kein Wert gelegt werden.

Ebenso ist es mir zweifelhaft, ob die Vertreter der Gattung *Anchialus* Kroy. den pelagischen Mysideen zugeordnet werden können. In ihrem Bau entfernt sie sich jedenfalls weit von den hier zu schildernden pelagischen Gattungen und nur die Kürze der Schuppe stimmt mit dem Verhalten einiger noch zu erwähnender Formen überein. Bei kritischer Sichtung der Angaben über die Verbreitung ergibt sich zudem, dass eigentlich nur von einer Art, *A. typicus* Kroy. das Vorkommen an der Oberfläche des Oceans von Kroyer (1861 p. 53) und G. O. Sars (1885 p. 197) betont wird. Die übrigen Arten (*A. angustus*, und *agilis*) wurden von G. O. Sars (1876 p. 79) und der Challenger-Expedition im flachen Wasser auf Sandboden in direkter Nähe der Küste erbeutet, während von dem bei Celebes gefischten *A. pusillus* G. O. Sars zuverlässige Angaben über den Fundort fehlen. Jedenfalls können wir im Hinblick auf die noch recht dürftigen Notizen über die geographische Verbreitung die Gattung *Anchialus* nicht ohne Weiteres den pelagischen Mysideen zurechnen.

sehenen 5 Pleopodenpaare von den Weibchen mit ihren rudimentären Pleopoden. Ausserdem bilden die letzteren drei Paare von Brutlamellen zu einem die Eier bergenden Marsupium aus.

Es fällt nun nicht leicht, anzugeben, inwieweit *Siriella* primitive Charaktere wahr und der Grundform der Mysideen nahe steht. Bei der unvollständigen Kenntniss der Entwicklungsgeschichte und der noch lückenhafteren über die innere Organisation ist überhaupt eine phylogenetische Ableitung der Mysideen ausserordentlich erschwert. Wir können nur im Allgemeinen sagen, dass Gattungen mit mangelhaft entwickelten oder rudimentär gewordenen Extremitäten sich ebenso weit von den Stammformen entfernt haben, wie solche mit monströs ausgebildeten Körperanhängen. Da wir weiterhin annehmen dürfen, dass gleichartig entwickelte Extremitätengruppen auf ein ursprüngliches Verhalten hindeuten, so sei erwähnt, dass die Tiefseegattungen *Petalophthalmus* und *Borcomysis* in der Ausbildung von Brutlamellen an den sieben Thorakalfusspaaren vielleicht einen alterthümlichen Zug wahren. Diese finden wir bei *Siriella* auf 3 (bei *Mysis* und anderen Gattungen auf 2) Paare reducirt. Da nun weiterhin die Pleopodenpaare des Männchens wohl entwickelt sind (nur das erste zeigt den Endopodit verkürzt) so liegen in dieser Hinsicht bei *Siriella* offenbar ursprünglichere Verhältnisse vor, als bei *Mysis* und den ihr nahe stehenden Gattungen *Hemimysis*, *Podopsis* und *Chlamydopleon* mit zwei resp. drei verkümmerten Pleopodenpaaren. Das Auftreten scharfer Klauen an den Brustfüssen ist jedenfalls auf Rechnung der pelagischen Lebensweise zu setzen. Während nämlich die Grundformen sich vorwiegend von Aas nähren, so führen die pelagischen eine räuberische Lebensweise, bei der ihnen die Klaue als einbauende und das Festhalten der gefassten Beute erleichternde Waffe zu Statten kommt. Endlich sei noch darauf hingewiesen, dass die Gliederung des Metacarpus (Propodus) in mehrere Abschnitte offenbar secundär aus dem einfachen Verhalten sich ableitet. In dieser Hinsicht wahr *Siriella* mit ihrem ungegliederten oder nur gelegentlich in 2 Abschnitte zerfallenen Metacarpus wiederum einfachere Verhältnisse, als *Mysis* mit ihrem 6gliedrigen Metacarpus.

Wir kommen also durch Analyse der äusseren Körperanhänge (die, um Weitschweifigkeiten zu vermeiden, nur auf die meist zur Unterscheidung der Gattungen benutzten Charaktere beschränkt wurde) zum Schluss, dass *Siriella* jedenfalls ursprünglichere Charaktere wahr, als *Mysis* und die meisten Flachwassermysideen. Mit Genugthuung kann ich hervorheben, dass diese Auffassung eine wesentliche Stütze durch die Beobachtungen von Claus über das Herz der Mysideen erhält. Er schreibt (1884 p. 6): „Ganz auffallend langgestreckt ist das Herz bei *Siriella*, welches nahezu durch den ganzen Mittelleib bis in das letzte Segment desselben verläuft und somit einen ursprünglichen, an das Phyllopodenherz erinnernden Typus bekundet. Weit kürzer und besonders in seinem hinteren Abschnitt zusammengezogen erscheint das Herz von *Mysis*.“ Vielleicht deutet auch die geringere Zahl von Leberschläuchen bei *Siriella* (drei resp. vier Paare) auf ein primitiveres Verhalten, als bei *Mysis* (mit fünf Paaren) hin.

Ziemlich ungezwungen lässt sich nun von *Siriella* die zweite pelagische Mysideengattung, nämlich *Euchaetomera* G. O. Sars ableiten. Die wesentlichen Charakterzüge von *Siriella*, nämlich die vollzählige Entwicklung der Pleopoden und die Ausbildung von Klauen an den Brustfüssen bleiben gewahrt. Dagegen kommen die Kiemenanhänge der mündlichen Pleopoden in Wegfall und beginnt das Telson sich auffällig zu verkürzen. Es ist mit zwei langen Endborsten ausgestattet, welche übrigens bei *Siriella* bereits angedeutet sind (Claus 1868 Taf. XVIII Fig. 16 u. 17). Andererseits strecken sich in Anpassung an die flottirende Lebensweise bedeutend die Endopoditen der Brustfüsse, indem gleichzeitig die auch *Siriella* zukommenden Dornen der einzelnen Glieder

sich kräftiger ausbilden und offenbar Vermittler von Sinnesempfindungen (wie bei den später zu erwähnenden Gattungen) werden. Dass die spinnenartige Verlängerung der Beine mit einer Gliederung des Metacarpus in drei Abschnitte Hand in Hand geht, kann nicht überraschen. Die Antemenschuppe stimmt in ihrer Form mit jener von *Siriella* überein, ist aber relativ etwas kürzer. Von besonderem Interesse ist nun der Umstand, dass das Auge seine Kugelform aufgibt und in ein Front- und Seitenauge getheilt erscheint. Wenn auch die vom Challenger erbeuteten Exemplare an der Oberfläche gefischt wurden, so glaube ich doch, dass die Gestalt der Augen auf einen normalen Aufenthalt in grösseren Tiefen hindeutet: jedenfalls zeugt ihre Ausbildung für eine sinnfällige Convergenz mit jenen der in der Tiefe lebenden pelagischen Ephausiden.

G. O. Sars hat bei der Charakteristik der Gattung *Euchaetomera* (1885 p. 211) darauf hingewiesen, dass sie manche Züge ihres Baues mit der merkwürdigen Tiefseegattung *Erythropis* gemein hat. Wie jene, so besitzt auch die letztere spinnenfüssige, in Endklauen auslaufende Brustbeine, die vollzähligen Pleopoden und ein auffällig verkürztes, mit zwei Endborsten ausgestattetes Telson. Da auch die Gliederung des Körpers und der Extremitätenanhänge keine auffälligen Unterschiede von *Euchaetomera* erkennen lassen, so wäre es von besonderem Interesse, zu erfahren, ob die Beschaffenheit der Weichtheile auf nähere verwandtschaftliche Beziehungen hindeutet. Würde eine solche sich begründen lassen (leider mangeln alle Angaben über den inneren Bau), so möchte die Thatsache um so mehr an Interesse gewinnen, dass bei verwandten Gattungen die am Grunde der Tiefsee sich aufhaltenden keine getheilten Augen, die in dunkeln Regionen eine pelagische Lebensweise führenden dagegen das über die Seitenaugen sich vorwölbende Frontauge aufweisen.

So viel ist indessen sicher, dass die Gattung *Brutomysis* Chun der *Euchaetomera* sehr nahe steht. Die Brustfüsse haben sich noch mehr verlängert, die in Front- und Seitenauge geschiedenen Sehorgane sind relativ grösser und das Telson ist ebenso auffällig verkürzt wie bei *Euchaetomera*. Ein neuer Erwerb liegt in der bei *Brutomysis* zum ersten Mal angedeuteten Bedornung des Körpers: das Rostrum ist zu einem scharfen Dorn umgebildet und die Abdominalsegmente sind mit bedornen Flügeln ausgestattet. Das Cephalothorakalschild ist verkürzt und läuft in deutlich sich abhebende Seitenflügel aus.

So leitet denn *Brutomysis* zu den extremen Endformen der pelagischen Mysideenreihe über, unter denen zunächst die Gattung *Caesaromysis* Ort. durch die reiche Bestachelung des Körpers und durch das verkürzte Abdomen auffällt. Die Antemenschuppe, welche bei *Brutomysis* und *Euchaetomera* nur wenig länger als der Schaft ist, wird auffällig verkürzt und der Exopodit des Kieferfusses schwindet. An den Augen wird das Seitenauge zu Gunsten des mächtig entwickelten Frontauges stark reducirt und gleichzeitig verlängert sich der Augenstiel.

Manche Eigentümlichkeiten im Baue der *Caesaromysis* geben uns den Schlüssel zum Verständniss der originellsten und aberrantesten aller Mysideen, nämlich der Gattung *Arachnomysis* Chun, ab. In Anpassung an das Schwebvermögen erreichen die Antemengeisseh eine unerhörte Länge und gleichzeitig ziehen sich die Endopoditen der Brustbeine nach Art von Spinnenfüssen mindestens so lang wie bei den *Erythropis*-Arten aus. Die auffällige Kürze des glattrandigen Telson ist offenbar gleichfalls auf Rechnung des Schwebvermögens zu setzen. Diese Behauptung mag auf den ersten Blick paradox klingen, da ein lang ausgezogenes Endsegment das Schweben unterstützen würde. Wenn wir indessen bedenken, dass die monströsen Antennen und die ungewöhnlich verlängerten Innen- und Aussenglieder der Brustfüsse einen bedeutenden Reibungs-

widerstand bedingen und einer raschen Ortsbewegung, wie sie durch einen breiten und geschlossenen Schwanzfächer vermittelt wird, direkt hinderlich sind, so kann es nicht überraschen, dass zu Gunsten des Schwebvermögens auf eine kräftige Ortsbewegung durch Reduktion des Telsons Verzicht geleistet wurde. Aehnliche Erwägungen mögen es vielleicht auch erklärlich erscheinen lassen, dass alle spinnenfüßigen Mysideengattungen, wie *Euchaetomera*, *Erythropis*, *Bratomysis* und *Caesaromysis* mit einem verkürzten Telson ausgestattet sind. Eine weitere Eigenthümlichkeit von *Arachnomysis* liegt in der halsartigen Streckung des Vorderkörpers, welche eine unter den Schizopoden einzig dastehende Concentration der Mundwerkzeuge einerseits und der sieben Brustflusspaare andererseits zur Folge hat. Ganz auffällig für unsere Gattung ist weiterhin der vollständige Schwund der Antemenschuppe. In dieser Hinsicht steht wiederum *Arachnomysis* durchaus isolirt unter den gesammten Schizopoden da, aber immerhin sei nicht unerwähnt, dass die rudimentäre Gestalt der Schuppe bei *Caesaromysis* dieses extreme Verhalten vorbereitet. Mit der letzteren Gattung theilt *Arachnomysis* endlich noch den Mangel von Exopoditen an den Kieferfüßen.

Auch in einer anderen Hinsicht scheint *Caesaromysis* lehrreich für das Verständnis eigenartiger Verhältnisse bei *Arachnomysis* zu sein. Das Seitenauge der ersteren Gattung ist wenig umfangreich im Vergleich mit dem Frontauge: bei *Arachnomysis* schwindet es vollständig und nur das monströs entwickelte Frontauge sitzt dem ungewöhnlich langen Stiele auf. Hiermit wird ein Extrem in der Bildung der Dunkelaugen erreicht, welches ebenfalls in der Reihe der Crustaceen bis jetzt noch nicht zur Beobachtung gelangte.

Wenn wir weiterhin noch in Betracht ziehen, dass der Spürapparat des Männchens an den Antennen und längs der Endopoditen der Brustfüße eine geradezu glänzende Ausbildung erfährt, so glaube ich, der wesentlichen Eigenthümlichkeiten gedacht zu haben. Inwiefern der Bau der inneren Organe eigenartig dasteht — namentlich was die Configuration der Bauchganglienreihe, der Leberschläuche und des auffällig concentrirten und rückwärts verlagerten Herzens anbelangt — lässt sich zur Zeit noch nicht beurtheilen.

Ziehen wir den Gesamtbau von *Arachnomysis* in Betracht, so glaube ich wohl nicht zu weit zu gehen, wenn ich in ihr den aberrantesten Vertreter der gesammten Schizopoden erblicke. Sie bildet das Endglied einer Entwicklungsreihe, welche mit *Siriella* beginnend durch die Gattungen *Euchaetomera*, *Bratomysis* und *Caesaromysis* eine Steigerung auffälliger Charaktere erkennen lässt. Die Gattung *Stylochcirou*, in der wir den extremsten Vertreter der Euphausiden kennen lernten, weicht immerhin von der Grundform noch nicht so weit ab, wie *Arachnomysis*, welcher eine Antemenschuppe fehlt und deren optischer Apparat sich nur aus einem eigenartigen und monströsen Frontauge aufbaut! Das sind nicht die einzigen auffälligen Charaktere unserer Gattung, aber ihre Erwähnung mag nur genügen, um darzuthun, dass bei keinem Vertreter der Mysideen, Euphausiden, Eucopiiden und Lophogastriden die Umformung charakteristischer Organsysteme und Körperanhänge ähnlich weit gediehen ist.

Die pelagischen Mysideen, welche in der Gestaltung ihrer Augen sich als typische Bewohner grösserer Tiefen erweisen, sind erst im Laufe der letzten 10 Jahre entdeckt worden. Sicherlich wird es bei ensigem Nachforschen gelingen, neue Gattungen aufzufinden, welche die Kette dieser originellen Wesen enger schliessen und zur Stütze für die oben vorgetragene Ansicht dienen, dass die pelagischen Mysideen einen in sich abgeschlossenen und in einseitiger Richtung weiter entwickelten Zweig der genannten Schizopodengruppe abgeben.

## Litteraturverzeichnis.

- Boas, J. E. V.**, Studien über die Verwandtschaftsbeziehungen der Malakostraken in: *Morpholog. Jahrbücher* Bd. 8. 1883, p. 185—579, Taf. 21—24.
- Chun, C.**, Die pelagische Thierwelt in grösseren Meerestiefen und ihre Beziehungen zu der Oberflächenfauna, in: *Bibliotheca zoologica*, Heft 1, 1887.
- Bericht über eine nach den Canarischen Inseln im Winter 1887/88 ausgeführte Reise, II Abth., in: *Sitzungsber. K. Pr. Akad. d. Wissensch.* 1889 XXX, Taf. III.
- Leuchtorgan und Facettenauge. Ein Beitrag zur Theorie des Sehens in grossen Meerestiefen, in: *Biologisches Centralblatt.* 1893. Bd. XIII, Nr. 17 u. 18.
- Claus, C.**, Ueber einige Schizopoden und niedere Malakostraken Messina's, in: *Zeitschr. f. wissensch. Zool.* Bd. 13. 1863, p. 122—551, Taf. 25—29.
- Ueber die Gattung *Cyathia* als Geschlechtsform der Mysideengattung *Siriella*, in: *Zeitschr. f. wissensch. Zool.* Bd. 18. 1868, p. 271—280, Taf. 18.
- Untersuchungen zur Erforschung der genealog. Grundlage des Crustaceen-Systems. Mit 19 Taf. Wien 1876.
- Zur Kenntniss der Kreislauforgane der Schizopoden und Dekapoden, in: *Arb. Zool. Inst. Wien.* Bd. 5. 1884. Mit 9 Taf.
- Neue Beiträge zur Morphologie der Crustaceen, *ibid.* Bd. 6. 1886. Mit 7 Taf.
- Gerstaecker, A.**, Arthropoda in: *Bronn's Klassen und Ordn. d. Thierreichs. Schizopoda* p. 602—686. 1889.
- Kroyer, Henrik.**, Et Bidrag til Kundskab om Krebsdyrfamilien *Mysidae* in: *Naturhist. Tidsskrift*, Tred. Raekke. Bd. 1. 1861. Taf. 1 u. 11.
- Ortmann, A.**, Decapoden und Schizopoden der Plankton-Expedition. Kiel u. Leipzig. 1893. Mit 7 Taf., 3 Karten.
- The Pelagic Schizopoda. Reports Dredging Operations „Albatross“ in: *Bull. Mus. Comp. Zool.* Cambridge. 1894. Vol. XXV Nr. 8, p. 99—110.
- Sars, G. O.**, Histoire naturelle des Crustacés d'eau douce de Norvège I. Mit 10 Taf. Christiania. 1867.
- Carcinologische Bidrag til Norges Fauna. I Monographi over de ved Norges Kyster forekommende Mysider. Christiania. 1870—1879.
1. Heft 1870 m. 5 Taf., 2. Heft 1872 m. 3 Taf., 3. Heft 1879 m. 34. Taf.
- Nye Bidrag til Kundskaben om Middelhavets Invertebratfauna. I. Middelhavets Mysider in: *Arch. f. Mathem. og. Naturvidenskab* 1876. Mit 36 Taf.
- Report on the Schizopoda. The Voyage of H. M. S. Challenger. *Zool.* Vol. XIII. 1885. Mit 38 Taf.
- Wrzesniowski, A.**, Vorläufige Mittheilungen über einige Amphipoden, in: *Zool. Anzeiger*, 2. Jahrg. 1879. Ueber den Darmkanal und seine Anhänge, p. 511—515.

Sechstes Kapitel.  
Leuchtorgane und Facettenaugen.

Ein Beitrag zur Theorie des Sehens  
in  
grossen Meerestiefen.

# Inhaltsverzeichnis.

## VI. Kapitel.

### Leuchtorgane und Facettenaugen.

	Seite
Einleitung . . . . .	193
I. Die Leuchtorgane der Euphausiden . . . . .	196
a. Historischer Ueberblick . . . . .	196
b. Die Leuchtorgane der Stielangien . . . . .	199
c. Die thorakalen und abdominalen Leuchtorgane . . . . .	203
d. Die biologische Bedeutung der Leuchtorgane . . . . .	209
II. Die Facettenaugen . . . . .	213
1. Die Facettenaugen der Schizopoden . . . . .	213
a. Morphologie des Auges . . . . .	213
b. Bau der Facettenglieder . . . . .	218
c. Topographie des Augenspiegels . . . . .	228
2. Der Sehvorgang im Auge der pelagischen Tiefsee-Schizopoden . . . . .	231
3. Die Facettenaugen der Sergestiden . . . . .	237
4. Ueber iridopigmentäre und retinopigmentäre Augen . . . . .	242
5. Vergleich der Augen von pelagischen und auf dem Grunde lebenden Tiefseecrustaceen . . . . .	248
a. Die Augen der pelagischen Tiefseecrustaceen . . . . .	248
b. Die Augen der Polyphemiden . . . . .	250
c. Die Augen der auf dem Grunde lebenden Tiefseecrustaceen . . . . .	256

## Einleitung.

Wenn ich in den hier niedergelegten Studien es unternehme, die Leuchtorgane der Euphausien und die Facettenaugen der an den Aufenthalt in unbelichteten Regionen angewiesenen Tiefseecrustaceen — mögen sie als pelagische Organismen die gewaltigen Wassermassen zwischen Oberfläche und Meeresboden bevölkern oder mögen sie als Grundbewohner auf dem Boden ihr Dasein fristen — zu schildern, so bin ich mir wohl bewusst, dass eine umfassende Darstellung die Kräfte des Einzelnen nahezu überbieten würde. Wer es unternimmt, den wunderbar verwickelten Bau des feinsten aller Sinnesorgane zu ergründen, wird zudem vor eine Reihe von Fragen histologischer Natur gestellt, die sich nur mit den Hilfsmitteln moderner Technik in der vorbereitenden Conservirung lösen lassen. Leicht gibt es sich dann, dass bei der Schilderung die allgemeinen Gesichtspunkte weniger scharf hervortreten oder von dem histologischen Beiwerk erdrückt werden. In letzterer Hinsicht wird mir die Aufgabe freilich dadurch etwas erleichtert, dass die Art der Materialgewinnung meist ein Eingehen in die Details verbietet. Wer aus eigener Erfahrung nicht weiss, mit welchen Mühseligkeiten das Erbeuten und Conservieren von Tiefseeorganismen verknüpft ist und daher erwartet, dass ich über den feineren Verlauf und über die Endigungsweise der Sinnesnerven, über Kernstruktur und Zellplasma Aufschluss gebe, der mag die folgenden Zeilen ungelesen bei Seite legen. Für diejenigen Zoologen, welche dem Beobachter erst dann den Befähigungsnachweis ausstellen, wenn er über karyokinetische Figuren, Nervenetze und Granula sich ausgelassen hat, sind diese Mittheilungen nicht bestimmt.

Wer indessen ein Interesse daran hat, zu erfahren, wie die äusseren Existenzbedingungen modificirend auf den Bau des Facettenauges einwirkten, wie die vollkommensten aller Dunkelaugen in Form und der ihr parallel gehenden Leistung gebaut sind, wird vielleicht in den nachfolgenden Studien ein Körnchen Wahrheit entdecken, das ihn zum Nachdenken, zum Widerspruch gegen die aus dem vorliegenden Befund abgeleiteten Schlüsse und zum eigenen Studium anregt.

Bei Gelegenheit der Erörterung der Frage, in welchem Verhältnis die Ausbildung der Augen bei den Schizopoden zu ihrem Tiefenvorkommen stehe, gelangt Gerstaecker (1889 p. 682) zu dem Schlusse, dass „die viel gepriesene Anpassungstheorie“ nicht zu ihrem Rechte bestehe. Ich bin entgegengesetzter Meinung und will mich bemühen, in möglichst knapper Form darzuthun, dass an wenigen Organen der unformende Einfluss äusserer Existenzbedingungen so klar erkannt werden kann, wie an den Facettenaugen der Tiefseecrustaceen. Ich werde den Nachweis führen, dass die Augen der Oberflächenformen wesentlich abweichend gestaltet sind von jenen der räuberisch lebenden pelagischen Tiefenformen und dass endlich die Augen der Grundbewohner, so weit sie nicht verkümmerten, wiederum eigenartige Strukturverhältnisse aufweisen, durch welche sie sich

von den beiden ersteren unterscheiden. So verschiedenartig indessen in ihren extremen Ausbildungsformen die Sehorgane gestaltet sind, so hoffe ich doch, darthun zu können, dass die Anpassung an den ständigen Aufenthalt in der Tiefe ganz allmählich erfolgte und dass die ersten Ansätze zu den Umbildungen bei manchen Arten gewissermassen in statu nascendi fixirt vorliegen. Von dem Auge der *Euphausia* bis zu dem mächtigen Auge von *Stylocheiron*, von jenem der Gattung *Mysis* bis zu dem monströsen der *Arachnomysis* ist ein weiter Schritt und doch gelingt es zwischen diesen Extremen die verbindenden Mittelglieder in aller nur wünschenswerthen Vollständigkeit aufzufinden. Es ist freilich nur ein Indicienbeweis, der hier geführt werden kann, aber wenn die Indicien sich so erdrückend häufen, wenn sie zudem in den allgemeinen Rahmen von Umbildungen, die durch die Anpassung an den Tiefenaufenthalt bedingt wurden, als integrierende Glieder der Kette sich einfügen, so glaube ich, dass nicht nur das subjektive Ermessen des Beobachters in den Schlussfolgerungen seinen Ausdruck findet.

Als einen günstigen Umstand muss ich es betrachten, dass mir gerade von jener Crustaceengruppe, welche für die Erkenntnis der an dem Auge auftretenden Umbildungen besonders lehrreich ist, nämlich von den Schizopoden, zahlreiche, wohlerhaltene Exemplare vorliegen. Ich conservirte dieselben theils mit Chromosmiumsäure, theils mit Sublimat oder Alkohol und fand in vielen Fällen die feinere Struktur der Leuchtorgane und Facettenaugen gut erhalten. Ich suchte dann weiter zu greifen und die Sergestiden in den Kreis der Betrachtung zu ziehen, überzeugte mich indessen bald, dass zu einem abschliessenden Urtheil das Studium der Facettenaugen von über oder direkt auf dem Meeresgrunde lebenden Tiefseekrustern unerlässlich sei.

Ich bin daher dem Fürsten Albert von Monaco und Professor Alexander Agassiz zu lebhaftem Dank verpflichtet, dass sie mir auf meine Bitte hin ein reichhaltiges und kostbares Material mediterraner und pacifischer Tiefseecrustaceen zur Verfügung stellten. Da ich die auf die Augen der genannten Tiefseeformen bezüglichen Resultate in den Reisewerken der beiden Expeditionen publiciren werde, so flechte ich in die nachfolgenden Betrachtungen nur die allgemeinen Ergebnisse ein.

Meine Studien basiren auf den grundlegenden Untersuchungen von H. Grenacher und S. Exner, denen ich eine Fülle von Belehrung und Anregung verdanke. Sind es in Grenacher's Werk mehr die morphologischen Gesichtspunkte, welche in den Vordergrund treten und von seinen zahlreichen Nachfolgern oft ausschliesslich berücksichtigt werden, so bringen die meisterhaften Studien von Exner unsere Anschauungen über die Physiologie der facetirten Augen zu einem gewissen Abschluss. Beide Forscher sind indessen nicht einseitig vorgegangen: der eine sucht die Müller'sche Theorie des musivischen Sehens durch den morphologischen Befund zu stützen, der andere erweitert durch das Experiment die Anschauungen Müller's und versäumt nicht, die Theorie durch das morphologische Verhalten zu illustriren.

Exner ist es nicht vergönnt gewesen, die Augen der Tiefseecrustaceen in den Kreis der Betrachtung zu ziehen, und so mögen denn meine Untersuchungen nicht nur eine Lücke in den bisherigen Kenntnissen über die Morphologie des Facettenauges ausfüllen, sondern auch an der Hand der von Exner ermittelten Thatsachen den Einfluss des Lebens in der Dunkelheit auf Umformung der Sehorgane illustriren. Es ist klar, dass die Darstellung anders ausgefallen wäre, wenn der Physiologe sie gegeben hätte: er würde sicherlich auf eine Reihe von Erscheinungen hingewiesen und sie erklärt haben, welche von jenem weniger beachtet werden, der auf einem ihm ferner liegenden Gebiete sich zu orientiren versucht. Immerhin wird mir die Deutung manchen

Befundes dadurch wesentlich erleichtert, dass die Beobachtungen von einer Crustaceengruppe ausgehen, welche von der Oberfläche an durch die tieferen Wasserschichten bis zum Meeresgrunde verbreitet ist. Schrittweise lassen sich die Umbildungen verfolgen und erklären, denen das Schizopodenaug unterworfen wird, wenn es der intensiven Belichtung sich entzieht und entweder nur zur Wahrnehmung schwachen Dämmerlichtes sich einrichtet oder in absoluter Finsterniss hie und da von einem phosphorescirenden Scheine betroffen wird.

---

# I. Die Leuchtorgane der Euphausiden.

## a. Historischer Ueberblick.

„Leuchtkrebse“ werden die Euphausiden mit um so grösserem Rechte benannt, als unter den übrigen Malakostraken bisher nur wenige Vertreter bekannt wurden, welche ein phosphorescirendes Licht ausstrahlen. Es sind nunmehr 65 Jahre her, dass der Entdecker der Cirripedenmetamorphose, nämlich John Vaughan Thompson, auf die prächtige Phosphorescenz der Euphausien aufmerksam wurde und sie mit beredten Worten im dritten Kapitel seiner *Zoological researches* (1828—1830) schilderte. Speziell von seiner *Nocticula Banksii*, welche offenbar zu der Gattung *Thysanopoda* M. Edw. gehört, berichtet er: The motions of this animal were observed to be lively and it gave out brilliant scintillations in the dark when disturbed (p. 55, Taf. V, Fig. 1). Thompson weist übrigens darauf hin, dass offenbar schon im verfloßenen Jahrhundert das Leuchtvermögen der Euphausien durch Sir Joseph Banks bei Gelegenheit seiner Weltumseglung mit Solander 1766—69 beobachtet wurde. Da mir zwar die Beschreibung dieser Reise durch L. A. Bougainville (Paris 1771), nicht aber der wissenschaftliche Bericht (Supplément, ou journal d'un voyage autour du monde par MM. Banks et Solander, trad. de l'Angl. par De Fréville, Paris 1772) zur Verfügung steht, so gebe ich die Diagnose des *Astacus (Cancer) fulgens*, wie sie Fabricius in seinem *Systema Entomologiae* (Leipzig 1775, p. 415, 6) entwirft:

*Astacus fulgens*; antennis posticis bifidis, rostro brevissimo, subulato, pedibus simplicibus. Habitat in Oceano Brasiliam alluente, noctu fulgens.

*Mus. Banks.*

Corpus parvum, albidum, subdiaphanum. Thorax oblongus, subcylindricus, postice truncatus, antice terminatum in rostrum breve, subulatum, integrum. Pedes omnes simplices, octo parium. Cauda foliis quinque.

Wie aus dieser Charakteristik hervorgeht, so bezieht sich die Schilderung offenbar auf eine Euphausie, und die Kopie, welche T. Macartney vom *Cancer fulgens* gibt (*Observations upon Luminous Animals in: Philosoph. Transactions Roy. Soc.* 1810, p. 262, Taf. 14 Fig. 1 und 2) lässt keinen Zweifel, dass ein Vertreter der Gattung *Euphausia* oder *Nyctiphanes* vorliegt. Wir sind demnach wohl im Rechte, wenn wir Sir R. Banks als Entdecker des Leuchtvermögens bei Schizopoden hinstellen.

Es ist merkwürdig, dass mit Ausnahme von Dana (1852) eine lange Reihe von Jahren hindurch kein Beobachter mehr des Leuchtvermögens der Euphausien Erwähnung thut, bis die Naturforscher der Challenger-Expedition wieder auf dasselbe aufmerksam wurden und es auf

eigenartige Organe bezogen, welche freilich in der Zwischenzeit der Aufmerksamkeit mehrerer Beobachter nicht entgangen waren. Da wir heutzutage mit Sicherheit wissen, dass die in sehr verschiedenem Sinn beurtheilten Gebilde thatsächlich die das Licht entsendenden „Leuchtorgane“ repräsentiren, so mag hier kurz der früheren Angaben über dieselben gedacht werden.

Dana schuf mit Rücksicht auf das brillante Leuchtvermögen den Gattungsnamen *Euphausia* und erwähnt von ihr, dass sie eigenthümliche, roth pigmentirte Organe besitze. „The species sometimes have a minute red globule near the base of four of the abdominal legs either side, and also two other pairs in the cephalothorax near base of second and sixth pairs of legs. They appear glassy under a lens, as if an eye; but we have been unable to assure ourselves of the true nature of the organ.“ (1852 part I, p. 640, Taf. 42 Fig. 4 a.) Wie aus dieser Darstellung ersichtlich ist, so taucht bei dem Entdecker der Leuchtorgane zum ersten Male die allerdings mit Reserve geäußerte Vermuthung auf, dass es sich um accessorische Augen handeln möge. Ihre Vertheilung schildert er am eingehendsten und durchaus zutreffend bei *Euph. splendens* (l. c. p. 644), indem er hervorhebt, dass ausser den vier unpaaren, zwischen den vier ersten Pleopodenpaaren gelegenen abdominalen Organen noch zwei paarige thorakale Organe an der Basis des zweiten und sechsten Fusspaares auftreten. Zudem betont er noch ausdrücklich, dass ein rother Pigmentfleck hinter der Retina in die Augenstiele eingebettet ist. Wir wissen jetzt, dass an dieser Stelle die abweichend gestalteten Augenorgane gelegen sind. Dass Dana übrigens das Leuchtvermögen der Euphausien bekannt war, geht aus der Beschreibung von *Eu. splendens* klar hervor. „Several individuals were observed to emit light, and it was seen to come from the anterior part of the cephalothorax. The light was intense and had a greenish tinge.“

Ich habe der Angaben von Dana deshalb ausführlicher Erwähnung gethan, weil sie die ersten sind, welche von bemerkenswerthen und nur den Euphausien zukommenden Organen berichten. Kroyer beobachtete sie bei *Thysanopoda incermis* (1859 p. 294—295, Taf. V Fig. 24) und hielt sie für Gehörorgane, während Semper (1862 p. 107) ohne Kenntniss von Dana's Fund sie gleichfalls bei *Thysanopoda* studirte und als „einfache Augen, welche alle wesentlichen Merkmale eines solchen Organes zeigen, Glaskörper, Linse, Pigmenthaut und Nerv“ deutete. Er hebt weiterhin hervor, dass die abdominalen Organe beweglich sind.

Die eingehendste und von späteren Beobachtern nur wenig erweiterte Schilderung der in Rede stehenden Organe gab Claus (1863 p. 446—447). Er schliesst sich der Auffassung von Semper an, indem er sie als Augen deutet, an denen er in Ergänzung der Semper'schen Beobachtungen nicht nur einen becherförmigen Bulbus (den Reflektor), sondern vor allem auf ein centrales „Stäbchenbündel“ aufmerksam macht, in welchem er die percipirenden Elemente vermuthet.

Der Auffassung, dass es sich um Augen handle, schliesst sich übrigens auch M. Sars (1863 p. 5 und 8—10) an, welcher kurz und zutreffend die Zahl und Lage der Organe bei *Thysanopoda norvegica* charakterisirt.<sup>1)</sup>

Einen wesentlichen Fortschritt in der Erkenntniss des physiologischen Werthes dieser Sinnesorgane bedeutet die Entdeckung von J. Murray und G. O. Sars, dass die vermeintlichen

<sup>1)</sup> „Organa in ventre existunt octo sensitiva (haud dubie oculi simplices) sphaerica, cornea transparente semi-globosa, ceterum laete purpureo pigmentata, intus lente discreta crystallina lenticulari. Haec organa in primo articulo pedum thoraciorum secundi septimique paris et in medio ventre inter pedes abdominales quattuor anteriorum parium immersa sunt.“

Augen es sind, von denen die prächtige Phosphorescenz der Euphausien ausgeht. Murray berichtet in dem „Narrative of the Cruise of the Challenger“ (Vol. I p. 743), dass die Phosphorescenz der Euphausien häufig während der Expedition beobachtet wurde. Am brilliantesten erglühen in bläulich weissem Lichte die in den Augen gelegenen Organe, während die thorakalen und abdominalen blendende Lichtblitze entsenden, um dann mit schwachem Lichte weiter zu phosphoresciren. Das Leuchten wird nicht nur auf äussere Reize hin beobachtet, sondern steht offenbar auch unter dem Einfluss des Willens des Thieres, dessen Lichtblitze übrigens nach und nach schwächer werden.

Aehnlich lauten die Angaben von G. O. Sars (1885 p. 70—72). Er schildert zunächst den Bau der thorakalen und abdominalen Organe ziemlich in Einklang mit der Darstellung von Claus, macht aber darauf aufmerksam, dass ein von dem letzteren Forscher bei Larven im Auge beobachtetes Stäbchenbündel einem eigenartig gestalteten Leuchtorgane angehört, welches durch den Mangel einer Linse von den übrigen sich unterscheidet. Dana hatte bereits den rothen Pigmentmantel desselben wahrgenommen und Murray erkannte zuerst, dass es thatsächlich leuchtet. Als Sitz des Lichteffectes betrachtet Sars das bei allen Leuchtorganen im Centrum gelegene Stäbchenbündel. Wenn er Leuchtorgane zerdrückte und das Bündel isolirte, so strahlte es noch eine Zeit lang ein intensives Licht aus. Den vom Pigmentmantel umgebenen Hohlspiegel fasst Sars als einen Reflektor auf, während die Linse als Condensor wirkt. Schliesslich erörtert Sars nochmals eingehend die Gründe, welche ihn bestimmen, die in Rede stehenden Organe nicht als „accessorische Augen“, sondern als Leuchtorgane *sui generis* aufzufassen.

Begreiflich, dass in der trefflichen Bearbeitung der vom „Challenger“ erbeuteten Schizopoden G. O. Sars auch zahlreiche neue Angaben über die Gruppierung der Leuchtorgane macht. Wir entnehmen denselben, dass die schon von Dana bei *Euphausia* richtig erkannte Anordnung auch den Gattungen *Thysanopoda* M. Edw. (für welche sie bereits Kroyer zutreffend darstellte), *Nyctiphanes* M. Edw., *Thysanoëssa* Brandt und *Nematoscelis* Sars zukommt. Bei ihnen allen sind also ausser den beiden der Linsen entbehrenden Augenorganen noch zwei Paare thorakaler Linsenorgane ausgebildet, welche an der Basis des zweiten und vorletzten (siebenten) Brustfusspaares gelegen sind. Zu diesen gesellen sich noch vier unpaare abdominale Linsenorgane zwischen den vier ersten Pleopodenpaaren. Die Gattung *Stylochiron* weicht nun insofern von den vorher erwähnten ab, als nur ein thorakales Paar und nur ein unpaares Organ (auf der Ventralfläche des ersten Abdominalsegmentes) auftreten. Von besonderem Interesse ist endlich die von G. O. Sars erwähnte Thatsache, dass der blinden Gattung *Bentheuphausia* Sars auch die Leuchtorgane fehlen. Willemoes-Suhm glaubte allerdings nach den Angaben von G. O. Sars (1885 p. 114) an der Basis sämtlicher Brustfusspaare „Nebenaugen“ gesehen zu haben, doch vermochte sie Sars an den conservirten Exemplaren nicht aufzufinden.

Weiterhin berichtet Sars noch von einer zweiten Beobachtung desselben Forschers (1885 p. 24). Willemoes-Suhm wurde nämlich bei der Tiefseegattung *Gnathophausia* auf eine zitzenförmige Erhebung an der Basis der zweiten Maxille aufmerksam, die an lebenden Exemplaren lebhaft gefärbt ist und als eine Art von Nebenaugen gedeutet wurde. Da Sars indessen an conservirten Exemplaren keine lichtbrechenden Elemente wahrnehmen konnte, so ist er geneigt, die Papille als ein Leuchtorgan zu deuten.

Im Hinblick auf die positiven Angaben von Murray und G. O. Sars muss es auffallen, dass ein neuerer Beobachter, welcher mit den Mitteln moderner Technik die Leuchtorgane unter-

suchte, nämlich Patten, in einer phantasievollen Publikation (1886) wieder zu der älteren Auffassung zurückkehrt. Nach Patten (1886 p. 687) handelt es sich um echte Augen, welche die von Aussen eingedrungenen Lichtstrahlen auf einem Tapetum, wie es vielfach für die sogenannten leuchtenden Augen von Dunkelthieren charakteristisch ist, reflektiren. Indessen bestätigen in einem Zusatz zu der genannten Publikation Mayer und Giesbrecht die Angaben von Murray und Sars. Ich selbst hatte öfter auf nächtlichen Excursionen Gelegenheit, mich von der brillanten Phosphorescenz der Euphausiden zu überzeugen und vermochte schon an der Zahl der bei dem Conserviren intensiv glühenden Punkte zu beurtheilen, ob ich Vertreter der Gattung *Stylocheiron* oder der übrigen Euphausien erbeutet hatte.

Erst nachdem ich meinen Bericht über Leuchtorgane und Facettenaugen (1893) niedergeschrieben hatte, wurde ich mit der eingehenden und neuesten Publikation über die Leuchtorgane der *Nyctiphanes norvegica* von R. Vallentin und J. T. Cunningham (1888) vertraut. Von Interesse sind vor Allem die eingehenden Studien über das Verhalten der Leuchtorgane am lebenden Thiere, aus denen hervorgeht, dass der Reflektor stark grünlich-rosa fluorescirt. Die Verfasser nehmen geradezu (im Gegensatze zu G. O. Sars) den Reflektor als Sitz und Quelle der Lichtentwicklung in Anspruch. Indessen haben mich ihre Ausführungen nicht überzeugt, dass jenes blitzartige Aufleuchten, wie es gerade die für das Experiment verwertheten Linsenorgane auszeichnet, vom Reflektor ausgeht. Sie geben denn auch am Schlusse ihrer Darlegung zu, dass der helle Schein, welchen der Reflektor zerquetschter Organe ausstrahlt, verschieden ist von den Lichtblitzen, die das lebende Thier aus seinen Organen entsendet. Die Bedeutung des Streifenkörpers wäre uns thatsächlich räthselhaft, wenn er nicht den Sitz der intensiven Lichtentwicklung darstellte.

Was den morphologischen Theil ihrer Mittheilungen anbelangt, so glaube ich einen detaillirteren Einblick gewonnen zu haben. Da ich ihrer Angaben gelegentlich der nachfolgenden Schilderung noch gedenken werde, so erwähne ich nur, dass die Darstellung der Augenorgane sehr lückenhaft ist, während sie die thorakalen und abdominalen Organe zutreffender als Patten schildern.

#### b. Die Leuchtorgane der Sticlaugen.

Indem ich versuche, eine Skizze vom feineren Bau der Leuchtorgane zu geben, so beginne ich meine Darstellung mit den etwas einfacher gestalteten Organen der Sticlaugen. (Taf. XVII Fig. 1 und 5, Taf. XVIII Fig. 1, Taf. XIX Fig. 1 und 2. ph.)

Sie liegen als relativ ansehnliche konische Gebilde an der hinteren Aussenfläche des Facettenauges (als Aussenfläche bezeichne ich die der Medianebene abgewendete, als Innenfläche die ihr zugekehrte Augenpartie) zwischen Augenstiel und der die äussersten Facetten abgrenzenden Pigmentschichte (Taf. XVII Fig. 2 rfl.). Die Hauptachse des kegelförmigen Leuchtorganes steht bei *Euphausia* annähernd senkrecht zur Längsachse des Körpers, während sie bei den übrigen Gattungen gegen dieselbe in einem spitzen Winkel (oft bis zu 45°) geneigt ist. Am grössten finde ich das Organ bei *Stylocheiron chelifer*, wo es eine Länge von 0,4 mm bei einem Querschnitt von 0,2 mm erreicht. Nahezu dieselben Dimensionen besitzt es bei *Euphausia pellucida*, während kleinere Arten, so z. B. *Nematoscelis rostrata*, auch entsprechend kleinere Organe (von 0,2 mm Länge und 1,2 mm Breite) aufweisen.

Die dem viertheiligen Ganglion opticum zugekehrte und abgerundete Innenfläche des Organs wird von einem mächtigen, parabolisch gekrümmten Reflektor (rfl.) eingenommen. Er setzt sich aus zwei getrennten Schalenhälften zusammen, welche nach dem Rande zu continuirlich dünner werden. Am Pole weichen die Schalenhälften, deren Trennungslinie bei der Aufsicht als feiner Spalt erscheint (Taf. XVII Fig. 2 ph.) etwas auseinander und lassen eine Oeffnung frei, durch welche der Leuchtnerv (n.) eintritt.

Der Reflektor besteht aus zahlreichen concentrisch geschichteten Lamellen, welche nach Behandlung mit Reagentien sich etwas auffasern. Zellige Elemente sind zwischen diese bei dem

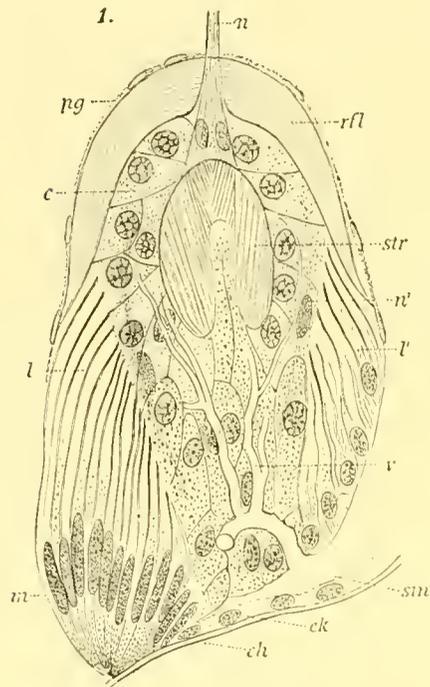


Fig. 1. Augenorgan von *Nematocelis rostrata*. c. Zellkörper. ch. Chitinskelett. ek. Matrix des Chitins. l. Der facettirten Augenregion anliegendes Lamellensystem. l'. Gegenüberliegendes Lamellensystem. m. Matrixzellen der Lamellen mit ihren langen Kernen. n. Leuchtnerv. n'. Nerven? pg. Rother Pigmentmantel. rfl. Reflektor. sin. Blutsinus. str. Streifenkörper. r. Capillargefässe.

Abblenden des Lichtes schwach irisirenden Lamellen nicht eingebettet und die concentrische Streifung, wie sie auf Schnitten hervortritt, ist nur ein Ausdruck für die Thatsache, dass der Reflektor offenbar von den unterliegenden grossen Zellen successive ausgeschieden wird.

Wohl aber treten grosse Zellen deutlich zwischen einem System von Lamellen auf, welche in concentrischer Schichtung die distale Wandung des Leuchtorgans herstellen. Ich finde das Lamellensystem bei *Stylocheiron* und *Nematocelis* an der den Facetten zugekehrten Hälfte (l) mächtiger entwickelt, als an der gegenüberliegenden (l'), während es bei *Euphausia* ziemlich gleichmässig und relativ schwach ausgebildet ist (Taf. XVI Fig. 1. Taf. XVII Fig. 1). Die einzelnen Lamellen stellen lange und schmale Bänder einer homogenen Substanz dar, welche ziemlich intensiv mit Farbstoffen (Carmin) sich imprägnirt. Bei *Stylocheiron mastigophorum* sind sie schmal (durchschnittlich 0,02 mm breit), bedeutend breiter hingegen bei *Euphausia* (0,06 mm). Zwischen ihnen lassen sich sehr deutlich die meist lang oval ausgezogenen Kerne der Bildungszellen (m.) nachweisen.

Als äusserste Schichte des Leuchtorgans ist auf dem Reflektor ein zinnoberrother Pigmentmantel (pg.) entwickelt (Taf. XII Fig. 14.) Bei jüngeren Larven fand ich ihn gelegentlich nur als einen relativ schmalen Ring ausgebildet (ibid. Fig. 13). Das Pigment ist ungemein empfindlich, blasst bei lebend beobachteten Thieren ab, sobald sie er-

matten, und blieb bei keinem der angewendeten Conservierungsmittel erhalten. Wohl aber lassen sich deutlich die feinkörnigen polyedrischen Pigmentzellen mit ihren rundlichen Kernen nach der Conservierung nachweisen.

Den vom Reflektor und den bandförmigen Lamellen abgegrenzten Innenraum erfüllen zahlreiche von einander deutlich sich abgrenzende Zellen mit kugligen Kernen (c.). Durch Druck platten sie sich polyedrisch ab, was indessen nicht ausschliesst, dass sie hie und da mit unregelmässigen Fortsätzen zwischen ähnlich gestaltete Nachbarzellen eingreifen. Gegen die Mündung des Organes (der Aussenfläche des Augenbulbus zugekehrt) nehmen die Zellen meist kolbige oder wurstförmig gestreckte Formen an (Taf. XIX Fig. 2 ph.). Da offenbar hier der Druck sich

weniger geltend macht, so kann die gegenseitige Berührung unterbleiben und der Querschnitt der Zellen kreisförmig gestaltet sein. So fand ich es z. B. auf Querschnitten durch die Mündung eines Leuchtorganes von *Stylocheiron mastigophorum*, wo etwa 12 kolbig gestaltete Zellen getroffen wurden. Einen runden Querschnitt weisen auch häufig die gleich zu erwähnenden centralen Zellen auf, welche die relativ ansehnliche Höhlung des Streifenkörpers von *Euphausia pellucida* ausfüllen (Taf. XVI Fig. 1 und 2 e'). Die Zellen sind von einem sehr feinkörnigen Plasma erfüllt: nur die der Mündung zugewendeten gestreckten Zellen (welche übrigens alle Uebergänge zu den polyedrischen aufweisen) zeigen ab und zu eine mehr grobkörnige Beschaffenheit. Die Kerne sind kuglig, in den Mündungszellen bisweilen oval und lassen nach Sublimatbehandlung häufig ein intensiv sich färbendes Chromatinnetz erkennen (Taf. XVIII Fig. 1 ph.). Relativ am kleinsten sind sie bei *Euphausia pellucida*, wo sie durchschnittlich kaum über 0,01 mm Grösse erreichen; bei *Nematoseclis mantis* messen sie 0,015 mm, bei *Stylocheiron chelifer*, wo ich sie am grössten fand, 0,03 mm.

Was die Funktion der in Rede stehenden Zellen anbelangt, so scheint sie mir wesentlich darin gelegen zu sein, dass sie den Reflektor und den Streifenkörper abscheiden. Da der erstere aus concentrisch geschichteten Lamellen sich aufbaut, zwischen denen keinerlei zellige Elemente auftreten, so dürfte die Annahme sehr nahe liegen, dass die polyedrischen Füllzellen successive die Lamellen bilden. Schwer verständlich ist freilich die Bildung des centralen Streifenkörpers. Da einerseits die Füllzellen durch eine sehr zarte Membran von ihm sich abheben und da sie andererseits bei kleineren Arten zwischen Streifenkörper und Reflektor nur in einschichtiger Lage auftreten, so ist kaum zu vermuthen, dass dieselben Zellen an dem einen Ende anders geartete Substanzen secerniren, denn an dem anderen. Wo freilich, wie bei *Euphausia pellucida*, die Zellen in mehrschichtiger Lage ausgebildet sind (Taf. XVI Fig. 1), können die peripheren als Bildnerinnen des Reflektors, die centralen als solche des Streifenkörpers aufgefasst werden. Aber auch in jenen Fällen, wo zwischen beiden Cuticularbildungen nur eine einschichtige Lage von Zellen auftritt, bleibt immerhin noch das distale, zwischen Streifenkörper und dem peripheren Mantel von Lamellen gelegene Zellpolster übrig, welches lediglich an den Streifenkörper anstossend, als Bildungs-herd für denselben in Anspruch genommen werden kann.

Jedenfalls gibt der mehrfach erwähnte Streifenkörper einen wesentlichen und charakteristischen Bestandtheil der Leuchtorgane ab. Die früheren Beobachter bezeichneten ihn als „Stäbchenbündel“ (*fibrous fascicle* G. O. Sars, *fibrillar mass* Vallentin und Cunningham). Wenn ich diese Bezeichnung nicht anwende, so geschieht es mit Rücksicht darauf, dass die feinere Struktur des in Rede stehenden Gebildes bisher unbekannt blieb und nur unzulänglich mit dem Namen „Stäbchenbündel“ charakterisirt wird. Der nach den Angaben von G. O. Sars die intensiven Lichtblitze entsendende Körper bildet ein konisches Organ, welches bei *Euphausia* am mächtigsten entwickelt ist und eine Länge von 0,23 mm bei einer grössten Breite von 0,15 mm aufweist (Taf. XVII Fig. 1). Nur halb so gross wird es bei *Stylocheiron chelifer* und *Nematoseclis mantis*, während es bei kleineren Arten (*N. rostrata*) etwa ein Drittel der oben erwähnten Dimensionen erreicht. Querschnitte durch den Streifenkörper, wie ich sie auf Taf. XVI Fig. 1 - 3 zur Darstellung bringe, lassen erkennen, dass er sich aus einem ungemein reizvollen System radiär ausstrahlender Lamellen aufbaut. Sie stossen im Centrum nicht zusammen, sondern lassen einen bei *Euphausia pellucida* besonders weiten Raum frei, in welchen die oben erwähnten cylindrischen Zellen in der Zahl von 5 - 6 vordringen. Ihre Kerne fand ich indessen stets ausserhalb des

Streifenkörpers gelegen. Die Lamellen gabeln sich hie und da dichotom und nehmen bisweilen kürzere periphere Lamellen zwischen sich. Die beigegebenen Abbildungen werden besser, als eine längere Beschreibung diese überraschend feine Bildung illustriren. Auf dem Längsschnitte stellen die seitlichen Lamellen langgezogene feinstreifige Coulissen dar, während die auf der Kuppe entwickelten kürzer sind und ein gegen die Hauptachse convergirendes Streifensystem erkennen lassen (Holzschnitt I p. 200). Die Streifen sind der Ausdruck von Kerben, welche oft so tief einschneiden, dass die ganze Lamelle in hintereinander gereihte Stäbe zerfällt. Einzelne isolirte Stäbchen trifft man denn auch gelegentlich am centralen Ende der Lamellen an. Der Streifenkörper verhält sich gegen Reagentien ziemlich indifferent und tingirt sich nur sehr schwach mit Farbstoffen. Er scheint unter allen Componenten des Leuchtorganes zuerst seine definitive Ausbildung zu erhalten und imponirt daher in den Augen der Larven (Taf. XII Fig. 13) durch seine relativ ansehnliche Grösse.

Am Pole des Reflektors findet sich eine trichterförmige Oeffnung, durch welche der Leuchtnerv (n.) eintritt. Claus hat diese bereits bemerkt (1863 p. 451), indem er hervorhebt, dass das von ihm constatirte Stäbchenbündel „in orangegelbem Pigment von einem Rahmen umgeben liegt, dessen Spitze wahrscheinlich zum Eintritt der Blutflüssigkeit durchbrochen ist“. Dass es sich indessen nicht um Blutgefässe, sondern um einen Nerven handelt, ergibt nicht nur das histologische Verhalten, sondern auch sein Ursprung aus einem oberhalb des Leuchtorganes gelegenen Haufen von Ganglienzellen (Taf. XVII Fig. 1 n.). Der Nerv verstreicht geraden Weges bis zum Pole des Streifenkörpers, wo ihm meist zwei ovale Nervenkerne anliegen. Bei *Stylocheiron* und *Nematoscelis* gabelt er sich in der Nähe des Streifenkörpers, entzieht sich aber bei dem Eintritt zwischen die Lamellen dem Auge. Ich bedauere, dass ich über die feinere Verzweigung keinen Anschluss zu geben vermag und glaube auch meiner Ueberzeugung Ausdruck geben zu können, dass über eine solche erst durch Anwendung der modernen Tinktionsmittel (Methylenblau, Golgi'sches Gemisch) ein sicherer Entscheid zu fällen sein wird. Bei meinen vergeblichen Bemühungen, an den vorliegenden Präparaten einen Einblick in die feineren Nervenverzweigungen zu erhalten, stiess ich immerhin auf Bilder, welche ich nicht unerwähnt lassen möchte. Auf Längsschnitten durch das mit Chromosinmurensäure behandelte Auge und Leuchtorgan von *Euphansia pellucida* und *Nematoscelis mantis* liessen sich nämlich zahlreiche die polyedrischen Füllzellen durchsetzende Aeste nachweisen, welche ein feinstreifiges Aussehen besitzen und mit ovalen Kernen besetzt sind, die von den runden Kernen der polyedrischen Zellen sich scharf abheben. Ich habe diese Aeste in dem Holzschnitte I mit n' bezeichnet und deute sie auch auf Taf. XVIII Fig. 1 an (n'). In meiner früheren Mittheilung (1893 p. 550) nahm ich keinen Anstand, diese Faserstränge als Nervenäste aufzufassen. Wenn ich indessen jetzt nicht mehr mit der früheren Entschiedenheit für eine solche Deutung eintrete, so veranlasst mich hiezu wesentlich der Umstand, dass es nie gelingen wollte, einen deutlichen Zusammenhang zwischen den Fasersträngen und dem Leuchtnerven wahrzunehmen. Die gelegentlich anastomosirenden Stränge convergiren gegen die Mündung des Leuchtorganes und treten oft so nahe an die noch zu schildernden Blutcapillaren heran, dass ich mich der Vermuthung nicht entschlagen kann, sie möchten thatsächlich collabirte Capillargefässe repräsentiren.

G. O. Sars hebt ausdrücklich hervor, dass die Leuchtorgane der Stielaugen im Gegensatz zu jenen des Thorax und Abdomen unbeweglich sind (1885 p. 72). Ich kann seine Angaben nicht bestätigen, da ich an jungen lebenden Exemplaren der *Euphansia gracilis* deutliche Drehungen

der Leuchtorgane wahrnahm. Sie erfolgen derart, dass die Mündung des Organes schräg zur Längsrichtung des Körpers gestellt wird und demgemäss den austretenden Lichtkegel in die Region vor den Mundwerkzeugen fallen lässt. Thatsächlich ist es mir denn auch gegliückt, bei der Gattung *Euphausia* mit aller wünschenswerthen Klarheit zahlreiche quergestreifte Muskelfasern nachzuweisen, welche von dem Stiehmuskel des Auges sich abzweigend von der hinteren Aussenseite in sich kreuzenden Richtungen an das Leuchtorgan herantreten. Vergebens habe ich sie indessen bei *Nematoseclis* und *Stylocheiron* gesucht: hier scheint thatsächlich die freiere Bewegung des Stielauges einen Compens für die mangelnde Eigenbewegung der Leuchtorgane abzugeben.

Die Drehung der letzteren wird übrigens dadurch erleichtert resp. ermöglicht, dass ein Blutsinus (sin.) allseitig zwischen ihnen und den umgebenden Geweben ausgebildet ist. (Holzschnitt 1, Taf. XIX Fig. 2.) Er zeigt lediglich am Aussenrande des Organes längs der angrenzenden Facetten eine Unterbrechung, weil hier die Matrixzellen (m.) der Lamellen continuirlich in das Ektoderm übergehen.

Von dem die Aussenwandung des Organes begrenzenden Blutsinus (sin.) aus erfolgt bei allen untersuchten Formen eine capillare Gefässverästelung in den inneren Zellkörper. Bei *Euphausia* treten die sich gabelnden Capillaren seitlich ein, während sie bei *Stylocheiron* und *Nematoseclis* in der Hauptachse gegen den Streifenkörper aufsteigen, um in dessen Nähe feinere Aeste zu entsenden, welche sich ziemlich weit gegen den Reflektor zu verfolgen lassen. (Taf. XII Fig. 11, Taf. XIX Fig. 2 v.) Die Zahl der stärkeren Capillaren ist sehr schwankend (3 bis 6); sie münden gegen den Blutsinus zu in weite, unregelmässig verstreichende Gefässlakunen ein. Die für alle Blutgefässe charakteristischen und äusserlich ihnen aufliegenden Kerne sind oval und fein granulirt.

Die hier geschilderten Leuchtorgane der Augenstiele sind in ihrem feineren Bau bis jetzt nahezu unbekannt geblieben. Die knappen Angaben von Claus (1863 p. 45f) und von G. O. Sars (1885 p. 72) wurden nur in untergeordneten Punkten durch die Beobachtungen von Vallentin und Cunningham (1888 p. 329) erweitert. Die letztgenannten Forscher haben das Lamellensystem unterhalb des Reflektors übersehen und die Zusammensetzung des letzteren aus zwei Schalenhälften nicht erkannt. Vor Allem ist ihnen ausser der capillaren Gefässversorgung auch die Innervierung entgangen und der feinere Bau des Streifenkörpers verborgen geblieben.

#### c. Die thorakalen und abdominalen Leuchtorgane.

Taf. XVI Fig. 4—7.

Wie in der historischen Einleitung zu diesem Kapitel hervorgehoben wurde, so entdeckte Dana (1852) die thorakalen und abdominalen Leuchtorgane. Er gibt durchaus zutreffend an, dass sie als paarige thorakale Linsenorgane an der Basis des zweiten und siebenten (vorletzten) Brustfusspaares und als vier unpaare Organe auf der medianen Bauchfläche der vier ersten Abdominalsegmente auftreten. Ohne Kenntniss von Dana's Befund wurden sie von Kroyer (1859), Semper (1862) und M. Sars (1863) aufgefunden und in ihrer Vertheilung auf die verschiedenen Regionen des Körpers richtig geschildert. Die Auffassung, dass es sich um eigenartige Sinnesorgane handle, theilten alle früheren Beobachter und nur insofern gingen die Meinungen auseinander, als man sie für Gehörorgane (Kroyer) oder für accessorische Augen erklärte. Die letztere, bereits von Dana vermuthete und von den meisten späteren Beobachtern getheilte Auffassung erhielt namentlich durch die genauen Untersuchungen von Claus (1863) eine gewichtige Stütze, der erst dann der Boden entzogen wurde, als Murray (1885) und G. O. Sars (1885)

den Nachweis führten, dass die in Rede stehenden Gebilde es sind, welche die intensiven Lichtblitze entsenden. G. O. Sars machte weiterhin darauf aufmerksam, dass Leuchtorgane der blinden Gattung *Bentheuphausia* fehlen, während die sonstigen Euphausiden sie in derselben Zahl und Anordnung wie *Thysanopoda* und *Euphausia* aufweisen. (Vergl. Taf. XII Fig. 1 ph. *Nematoscelis mantis*.) Lediglich die in so vieler Hinsicht aberrant gestaltete Gattung *Stylocheiron* macht insofern eine Ausnahme, als ihr nur ein thorakales Paar an der Basis der siebenten Brustfüsse und ein abdominales Leuchtorgan (an Stelle von vieren) am ersten Hinterleibssegment zukommt (Taf. IX Fig. 1 *St. mastigophorum*, Taf. XI Fig. 1 *St. chelifer*).

Von späteren Beobachtern hat Patten (1886) den aussichtslosen Versuch unternommen, sie wiederum als accessorische Augen zu deuten, während Vallentin und Cunningham (1888) sie weit correkter schildern, als der genannte amerikanische Beobachter.

Die an den Seitenwandungen des Thorax und auf der Ventralseite des Abdomens auftretenden Leuchtorgane unterscheiden sich von den Organen der Stielaugen wesentlich in zweifacher Hinsicht. Einerseits nämlich ist ihnen ein dioptrischer Apparat in Gestalt einer Linse eigen und andererseits haben sie sich völlig von der Matrix des Chitinskelettes losgelöst. Im Allgemeinen sind sie kleiner als die Organe der Augen und nicht konisch, wie die letzteren, sondern kuglig gestaltet. Sie messen bei *Stylocheiron mastigophorum* durchschnittlich 0,08 mm, bei *Euphausia gracilis* 0,1 mm und bei den grösseren *Nematoscelis*-Arten 0,14–0,16 mm. Gewöhnlich sind die an der Basis des vorletzten Fusspaares gelegenen Organe etwas grösser als die übrigen. In den Grundzügen des Baues stimmen die thorakalen Organe mit den abdominalen überein, wie denn auch andererseits wesentliche Verschiedenheiten bei den einzelnen Gattungen nicht zum Ausdruck kommen.

Allseitig von einem Blutsinus (sin.) umgeben, liegen sie in halbkugligen Vortreibungen der Chitinwandung (ek. und ch.). Die abdominalen Organe sind mit der proximalen Hälfte fast völlig in die betreffenden Ganglienknotten eingebettet (Taf. XII Fig. 12). Durchweg können sie von Muskeln gedreht werden und zwar erfolgt bei den abdominalen Organen die Drehung lediglich in der Richtung der Medianebene. Daher kommt es, dass man an conservirten Exemplaren die Mündung der Bauchorgane in den verschiedensten Richtungen bald nach vorn, bald nach unten oder hinten — nie aber nach links oder rechts — gewendet sieht (Taf. XII Fig. 12). Die Organe des siebenten Fusspaares kehren ihre Mündung schräg nach aussen und hinten; sie werden in einer Ebene gedreht, welche einen Winkel von ungefähr  $45^{\circ}$  mit der Medianebene bildet. Diejenigen des zweiten Fusspaares richten ihre Mündung meist rechtwinklig zur Medianebene nach aussen und werden ungefähr senkrecht zur Medianebene bewegt.

Der verschiedenen Stellungen und Drehungen der Organe habe ich deshalb ausführlicher gedacht, weil sie, wie späterhin dargelegt werden soll, in Correlation mit der eigenthümlichen Form des Tiefenauges stehen. Freilich darf man die Beziehungen zwischen Leuchtorganen und Facettenaugen sich nicht so vorstellen, als ob die ersteren allein den Grund für die noch zu schildernde Zweitheilung des Facettenauges abgegeben hätten. Denn die Mysideen, welche ja der Leuchtorgane durchaus entbehren, besitzen in ihren pelagischen Tiefenformen genau dieselbe eigenartige Gestaltung des Auges, wie die mit Leuchtorganen ausgestatteten Euphausiden. Immerhin geht aus den obigen Darlegungen hervor, dass die Euphausiden bei Nacht und in den dunklen Tiefen mit bemerkenswerthler Sicherheit durch die Phosphorescenz der Leuchtorgane über Objekte orientirt werden, welche unterhalb, rückwärts und seitlich von dem Thiere sich befinden. Erwägt

man weiterhin, dass bei energischen Schwimmbewegungen das Abdomen nach abwärts geschlagen wird, so ist es nicht ausgeschlossen, dass Lichtblitze auch die vor dem Thiere befindlichen Regionen erhellen. Hierzu gesellt sich nun noch der von den Organen des Stielauges ausgehende Glanz, welcher nach den übereinstimmenden Angaben nicht nur stetiger ist, als der von den Linsenorganen blitzartig erzeugte, sondern auch bei dem Abtöden zuletzt erlöscht. Die Augenorgane beleuchten vorzüglich jene Objekte, welche von den Thorakalfüssen als Beute gepackt werden. Wenn wir bedenken, dass bei *Nematoscelis* das zweite, bei *Stylochiron* das dritte Fusspaar zu mächtigen Raubfüssen mit Stiletten und Scheerenhänden entwickelt ist, so erhellt der Nutzen, welchen die stetige Phosphorescenz der Augenorgane mit sich bringt. Da nun die letzteren durch Muskeln resp. durch die Bewegungen des Stielauges in verschiedene Stellungen gebracht werden, so kann sehr wohl der vom einen Auge ausgehende Lichtkegel durch die unteren und seitlichen Facetten des anderen Auges wahrgenommen werden. Dagegen dürften die centralen, vom parabolischen Reflektor zurückgeworfenen Strahlen wohl kaum von jenem Auge wahrgenommen werden, welchem das betreffende Leuchtorgan zukommt. Es liegt ja nicht mitten in den Facetten des Seitenauges, sondern am Rande derselben, und seine Hauptachse strahlt ebenso wie diejenige der einzelnen Facettenglieder von einem idealen Mittelpunkt aus. Nur diejenigen Strahlen, welche von der den Facettengliedern abgewendeten Seitenwandung des Reflektors zurückgeworfen werden, können von den unteren Facettengliedern desselben Auges percipirt werden.

Völlig ausgeschlossen ist es indessen, dass eine Euphauside mit ihren Leuchtorganen die oberen Regionen erhellt, vorausgesetzt, dass sie nicht in umgekehrter Lage schwimmt. Thatsächlich geben denn auch VaHentin und Cunningham an (1888 p. 332), dass *Nyctiphanes norvegica* mit Vorliebe bei dem Schwimmen die Bauchseite nach oben kehrt. Mag nun eine Euphauside in normaler oder umgekehrter Haltung im Wasser schweben, so geht doch immerhin aus der Anordnung der Leuchtorgane hervor, dass die oberen Facetten des Schizopodenauges keine von dem Individuum selbst erzeugten Strahlen wahrzunehmen vermögen. Gerade diese Parteen des Auges sind es nun, welche bei den pelagischen Tiefenformen von bemerkenswerthen Umbildungen betroffen werden.

Wenn wir in den Leuchtorganen Apparate sehen, welche den Euphausien es ermöglichen, Beutethiere resp. Verfolger wahrzunehmen, so erhält diese Auffassung eine wesentliche Stütze durch die Thatsache, dass der blinden *Bentheuphausia* Leuchtorgane fehlen. Ich kann indessen die Vermuthung nicht unterdrücken, dass Leuchtorgane — und dies gilt für zahlreiche leuchtende Seethiere — auch noch in anderer Hinsicht von Nutzen sind, insofern sie nämlich Beutethiere durch den phosphorescirenden Schein anlocken. Man wäre wohl schwerlich auf die Idee gekommen, Reusen mit elektrischen Glühlämpchen auszustatten und sie, wie dies der Fürst Albert von Monaco zuerst ausführte, in die Tiefe zu versenken, wenn nicht die allgemein bekannte Thatsache, dass Thiere mit Dunkelaugen vom Licht angezogen werden, direkt zu derartigen Versuchen gedrängt hätte. Thatsächlich sammeln sich denn auch um Glühlämpchen die Copepoden und Crustaceenlarven (von denen auch die Euphausien sich vorwiegend nähren) in dichten Schwärmen, wie dies auf der Fahrt der „Princesse Alice“ durch den Fürsten von Monaco (1895 p. 4) nachgewiesen wurde.

Was nun den feineren Bau der abdominalen und thorakalen Organe anbelangt, so fällt es nicht schwer, die den Organen der Stielaugen homologen Parteen herauszufinden. Ich fasse mich daher kürzer und bemerke zunächst, dass der Reflektor (rtl.) kuglig gekrümmt ist und

nicht aus zwei Schalenhälften besteht. Auch fehlt ihm am Pol eine Oeffnung für Eintritt des Leuchtnerven. Er besteht aus zahlreichen feinen Lamellen, welche bei Behandlung mit Reagentien, wie dies die Schnitte lehren, sich auffasern.

Er wird völlig umhüllt von der hochrothen Pigmentlage (pg.), welche der Kuppe des Reflektors in dümmere Schichte, als dem Rande aufliegt. Die polygonalen Pigmentzellen lassen deutlich ihre scheibenförmig abgeplatteten, am Rande des Reflektors kugligen Kerne erkennen.

Als Homologon jenes Lamellensystems, welches ich als seitlichen Mantel der Augenorgane beschrieb, betrachte ich einen die Mündung des Reflektors umkreisenden Ring (a. l.). Er ist

bereits von Claus und G. O. Sars beschrieben und auf den Abbildungen angedeutet worden. Er besteht, wie die Schnitte lehren, aus concentrisch geschichteten Lamellen, zwischen deren inneren noch deutlich die Matrixzellen mit ihren Kernen nachweisbar sind. Offenbar findet die Verdickung des Ringes, dessen Bildungszellen von Valentin und Cunningham übersehen wurden, an seiner Innenfläche statt, indem hier neue Lamellen den alten sich zugesellen unter allmählicher Rückbildung der zwischenliegenden secretirenden Zellen.

Die charakteristische Auszeichnung der thorakalen und abdominalen Leuchtorgane besteht in einer bereits von Dana wahrgenommenen Linse (l.). Sie ist durchaus homogen, bricht sehr stark das Licht und schwebt als Kugellinse (*Euphausia*) oder als Biconvexlinse (*Nematoscelis*, *Stylocheiron*) hinter der Oeffnung des Ringes. Ich finde sie bei conservirten Exemplaren meist etwas geschrumpft und niemals aus einzelnen Lamellen aufgebaut, sondern bald durchaus homogen, bald feinkörnig und unregelmässig

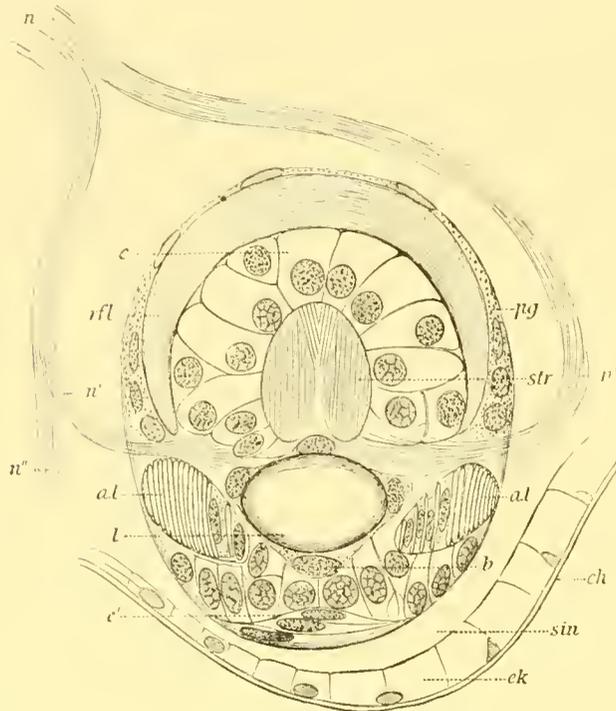


Fig. 2. Thorakales Leuchtorgan von *Nematoscelis mantis*.  
a. l. Lamellenring. b. Bildungszellen der Linse c. Zellkörper. c'. Abgeplattete Zellen der Aussenfläche. ch. Chitinskelett. ek. Matrix des Chitins. l. Linse. n. Leuchtnerve. n'. Gabeläste des Leuchtnerven. n''. Extremitätennerv. pg. Pigment. rfl. Reflektor. sin. Blutsinus. str. Streifenkörper.

vakuolisirt. Sie wird von grossen Zellen (b) ausgeschieden, welche ebenfalls den oben erwähnten Beobachtern entgangen sind. Ihre Kerne sind ziemlich gross und fein granulirt.

Der Zellkörper (c.), welcher den vom Reflektor, Ring und Linse begrenzten Innenraum ausfüllt, besteht aus polyedrischen Zellen mit grossen kugligen Kernen. Mit Ausnahme der Gattung *Stylocheiron*, wo die Zellen zwischen Reflektor und Streifenkörper nur in einschichtiger Lage auftreten (Taf. XVI Fig. 7) ordnen sie sich meist in eine periphere, den Reflektor abscheidende, und in eine innere, den Streifenkörper bildende Schichte. Bei *Euphausia gracilis* fand ich die genannte Anordnung besonders regelmässig ausgebildet (Taf. XVI Fig. 6); auch tingirten sich hier die Kerne der inneren Lage lebhafter mit Farbstoffen, als jene der peripheren.

Der Streifenkörper (str.) zeigt im Wesentlichen dieselben Verhältnisse wie jener der

Stielaugen. Er ist stets bedeutend kleiner, als der letztere und weist bei *Nematoscelis* conische Gestalt auf. Bei *N. mantis*, wo ich ihn noch relativ am ansehnlichsten entwickelt finde (Taf. XVI Fig. 4 und 5), erreicht er eine Länge von 0,05 mm. Die nach Art von Coulissen gestalteten und längsstreifigen Lamellen strahlen radiär aus und lassen im Centrum einen nur kleinen Raum frei. Siehelförmig gestaltet, oder genauer gesagt, einem Ringsektor gleichend, finde ich ihn bei den Arten der Gattung *Euphausia*, wo er speciell bei *E. pellucida* breiter als hoch ist (0,03 mm hoch, 0,04 mm breit). Bei *Stylocheiron* endlich ist er kuglig und bis zu 0,03 mm breit; die dreieckig gestalteten Lamellen dringen fast bis zum Centrum vor (Taf. XVI Fig. 7).

Vor Linse und Ring bilden polyedrische Zellen (c') den Abschluss der kugligen Organe nach Aussen. Die an den Ring anstossenden sind cylindrisch, die vor der Linse gelegenen polyedrisch gestaltet, während die äussersten Randzellen sich stark abplatten.

Ueber die Art der Innervirung machen die früheren Beobachter keine Angaben. Ich habe erst nach mühsamer Durchmusterung der Präparate an den Thorakalorganen Anschluss erhalten. Hier geht nämlich ein Nerv (n) von dem entsprechenden Bauchganglion ab, um dann sich gabelnd mit beiden Aesten (Holzschnitt 2 n') bogenförmig das Organ zu umgreifen und beiderseits zwischen der Mündung des Reflektors und dem Ringe in den Zellkörper einzustrahlen. Ein Theil des Nerven (n'') versorgt weiterhin noch die Extremität. Ein Nervennetz im Innern des Zellkörpers konnte ich nicht nachweisen. Die von den Organen der Stielaugen abweichende Art der Innervirung mag vorwiegend durch die ausgiebige Drehung, welcher die Organe von Seiten feiner an sie herantretender Muskeln unterworfen sind, bedingt sein. Die Axe, um welche die Organe gedreht werden, fällt genau durch die beiden eintretenden Nervenäste und jede andere Art der Innervirung scheint wegen der unvermeidlich dann eintretenden Zerrungen des Leuchtnerven ausgeschlossen.

Die Muskeln, welche die mannigfachen Drehungen der Leuchtorgane bedingen, sind an den thorakalen Organen auf Schnitten als schräg an den Reflektor herantretende Bündel nicht unschwer nachzuweisen (Taf. XVI Fig. 4 mu.). Sie wurden hier auch von Vallentin und Cunningham (1888 p. 328) gesehen, während die genannten Beobachter an den Abdominalorganen vergeblich nach ihnen suchten. Thatsächlich sind sie denn auch hier an Schnitten schwer nachweisbar und ich habe sie nur einmal auf Längsschnitten durch das Abdominalorgan von *Stylocheiron mastigophorum* deutlich zu Gesicht bekommen. Hier verliefen drei Fasern zum Reflektor, welche unterhalb der Baucharterie entsprangen und schräg den Blutsinus durchsetzend an den nach vorn gekehrten Rand des Reflektors herantraten. Sie zeigten keine Querstreifung, stimmten übrigens mit den Fasern der Abdominalmuskulatur (welche an dem betreffenden Präparat die sonst deutliche Querstreifung vermissen liessen) so völlig im Aussehen überein, dass ich keinen Anstand nehme, sie als Muskeln aufzufassen. Zweifelhaft ist es mir indessen, ob jene eigenartigen Faserstränge, welche ich nur bei *Euphausia gracilis* beobachtete (Taf. XVI Fig. 6 f and f'), ohne Weiteres als kontraktile Fasern in Anspruch genommen werden können. Sie entspringen in den Winkeln, welche die nervöse Masse der Ganglienknotten mit dem Ektoderm bilden, und verlaufen sich krenzend und das Leuchtorgan umgreifend durch den Blutsinus.

Die Drehungen der Organe, wie sie oben geschildert wurden, werden nun wesentlich dadurch erleichtert resp. ermöglicht, dass sie allseitig von einem Blutsinus umgeben sind. Je nach den offenbar wechselnden Füllungszuständen umspült die nach Behandlung mit Chromosmiumsäure fein granulirt erscheinende Blutmasse, in der gelegentlich auch die Kerne von Blut-

körperchen nachweisbar sind, in breiterer oder dünnerer Schicht die Leuchtorgane. Ausser den Muskelbündeln, welche den Blutsinus durchsetzen, findet man gelegentlich dünne Septen (Taf. XVI Fig. 6 sept.) zwischen Leuchtorgan und den Ektodermzellen ausgespannt.

Zwischen den abdominalen Leuchtorganen und der überliegenden Ganglienmasse zieht die Baucharterie (Taf. XII Fig. 12 a. v.) als Fortsetzung der Sternalarterie hindurch. Ich finde sie auf Querschnitten durch das Abdomen von *Stylocheiron* stets in zwei nebeneinander verstreichende Gefässe gespalten (Taf. XVI Fig. 7 a. v.).

Die äussere Chitinwandung des Körpers springt in der Umgebung der Leuchtorgane halbkugelig vor. Die das Chitin abscheidenden Ektodermzellen sind in der Umgebung der Leuchtorgane nicht nur stark vakuolisirt, sondern auch bedeutend grösser, als an den übrigen Regionen. Besonders auffällig tritt dies Verhalten auf Längsschnitten durch die abdominalen Organe von *Euphausia pellucida* hervor, wo die vor und hinter dem Organ gelegenen Matrixzellen der Chitinwand würfelförmig oder cylindrisch gestaltet sind, während die direkt in der Front gelegenen etwas platter erscheinen. Sehr leicht hebt sich bei der Conservirung die Chitinlamelle von ihren Matrixzellen ab.

Die Leuchtorgane sind bei beiden Geschlechtern durchaus gleichförmig gestaltet. Ich betone dies Verhalten ausdrücklich, da G. O. Sars bei seiner Beschreibung von *Stylocheiron carinatum* hervorhebt, dass die thorakalen Organe des Männchens mehr als doppelt so gross seien, wie diejenigen des Weibchens. Zudem soll auch vor dem Leuchtorgan eine zweite Linse (*supplementary lens*) gelegen sein, die wahrscheinlich durch eine Verdickung des Integumentes hergestellt wird (1885 p. 141). Es ist mir schwer erfindlich, wie Sars zu diesen Angaben gekommen sein mag, die jedenfalls für keine der von mir untersuchten Arten der Gattung *Stylocheiron* gelten. Speziell bei *St. mastigophorum* sind die thorakalen Leuchtorgane in beiden Geschlechtern von gleicher Grösse und dabei oval gestaltet. Sie messen bei Männchen und Weibchen im Mittel 0,11—0,12 mm bei einer Breite von 0,09 mm; das grösste thorakale Leuchtorgan (0,14 mm lang) besass ein Weibchen. Was nun die Angabe über die Supplementärlinse betrifft, so kann ich mir sie nur dadurch erklären, dass Sars den kugligen Streifenkörper für die Linse hielt und die allerdings ziemlich weit vorgeschobene Biconvexlinse auf Rechnung einer enticularen sekundären Verdickung setzte.

Die Aehnlichkeit der hier geschilderten Organe mit Linsenaugen ist so frappant, dass man die ältere Ansicht von Claus, es handle sich bei ihnen um „accessorische Augen“, leicht erklärlich findet. Neuerdings wurde sie denn auch von Patten, welcher die Organe an Schnitten studirte, wieder zur Geltung zu bringen versucht. Ich kann indessen weder seine Schilderung für ausreichend erklären, noch vermag ich seiner ausführlich erörterten Ansicht beizustimmen. Patten hat weder die Pigmentlage gesehen (indem er die Angaben von Sars missversteht, verlegt er den Sitz des Pigmentes in die inneren „Retinazellen“), noch ist ihm die Struktur des Streifenkörpers und des Lamellenringes (er vermuthet in ihm einen Ringmuskel) klar geworden, noch auch vermag er über die Innervirung positive Angaben zu machen. Trotzdem wird der Zellkörper einer Retina und der Streifenkörper einer Stäbchenlage gleich gesetzt und die Theorie aufgestellt, dass diese Organe mehr für die Absorption von Lichtenergie, denn auf Wahrnehmung von Objekten berechnet sind. Es verlohnt sich nicht, diese Auseinandersetzungen eingehend zu erörtern und so erwähne ich nur, dass ein Linsenauge mit Ciliarmuskel eine für Arthropoden höchst fremdartige Bildung repräsentiren würde. Wo Linsen bei ihnen vorkommen, werden sie durch

entsprechende Umbildung der äusseren Chitinlage hergestellt; nie lösen sie sich ab und rücken sie in die Tiefe. Wollte man durchaus an dem Vergleiche mit Augen festhalten, so könnte man die Linse nur mit einem Krystallkegel vergleichen und das Leuchtorgan einer modificirten Einzelfacetten homologisiren. Da Exner neuerdings ein Tapetum, wie es Leydig zuerst für die Arthropoden bekannt gemacht hat, im Facettenauge der Crustaceen nachwies, so wäre es denkbar, dass aus diesem sich der Reflektor hervorbildete. Aber auch diese Annahme, bei welcher natürlich der innere Zellkörper einer Retinula und der Streifenkörper einem modificirten Rhabdom verglichen würde, stösst auf so mannigfache Bedenken — zumal bei Berücksichtigung der des dioptrischen Apparates entbehrenden Leuchtorgane des Auges — dass ich mich der Auffassung von Sars anschliesse und die Leuchtorgane als Organe *sui generis* auffasse.

#### d. Die biologische Bedeutung der Leuchtorgane.

Die meisten Beobachter, welche über Leuchtorgane Untersuchungen veröffentlichten, haben nicht versäumt, auch die bei anderen Thiergruppen zu constatirenden Phosphoreszenzerscheinungen in den Kreis der Betrachtung zu ziehen. Wenn ich darauf verzichte, allgemeine Betrachtungen über die Phosphorescenz der Thiere einzuschalten, so geschieht dies aus zweierlei Gründen. Einerseits besitzen wir eine Reihe zusammenfassender Betrachtungen und kritischer Erwägungen, wie sie auch in die neueste Publikation, nämlich in Giesbrecht's Mittheilungen über die Leuchtorgane der Copepoden (1895) eingeflochten sind und andererseits bin ich nicht in der glücklichen Lage, am lebenden Material eine Reihe von Punkten aufklären zu können, welche die Voraussetzung für spekulative Betrachtungen abgeben. Ist doch noch nicht einmal mit Sicherheit entschieden, ob wir mit G. O. Sars den Streifenkörper als Sitz des Leuchtstoffes aufzufassen haben (wie ich gleichfalls vermuthen möchte) oder ob thatsächlich die Angaben von Vallentin und Cunningham das Richtige treffen, wenn sie in dem Reflektor den phosphorescirenden Apparat erblicken. So viel ist jedenfalls sicher, dass das Leuchten der Euphausiden unter wesentlich anderen Bedingungen zu Stande kommt, als dasjenige der leuchtenden Copepoden und wahrscheinlich auch Ostrakoden. Nach Giesbrecht's Befund secerniren Leuchtdrüsen bei Vertretern der Gattungen *Pleuromma*, *Leuckartia*, *Heterochaeta* und *Oncaea* ein Sekret, das wahrscheinlich durch Muskelcontraktionen entleert wird und erst dann leuchtet, wenn es mit dem Wasser in Berührung kommt. Ein derartiger Vorgang ist für die Euphausiden völlig ausgeschlossen: Oeffnungen des Chitinpanzers in der Umgebung der Leuchtorgane fehlen durchaus und es ist gar nicht abzusehen, wie Theile des Streifenkörpers oder gar des Reflektors nach Aussen gelangen könnten. Es ist mir auch zweifelhaft, ob die neuerdings von L. Joubin beschriebenen merkwürdigen Leuchtorgane von Cephalopoden (Recherches sur l'appareil lumineux d'un Céphalopode: *Histioteuthis Rüppellii* Vér. Rennes 1893), die ja gleichfalls mit Reflektoren ausgestattet sind, in Bezug auf die Bedingungen, unter denen die Phosphorescenz zu Stande kommt, sich mit den Euphausiden vergleichen lassen.

Wohl aber gestatte ich mir einige Bemerkungen über die biologische Bedeutung der Leuchtorgane hinzuzufügen. Es liegt auf der Hand, dass diese keine einheitliche für die phosphorescirenden Organismen sein kann, wie dies schon aus der Thatsache erhellt, dass Leuchtorgane einerseits sehenden, andererseits blinden Formen zukommen. Wo Leuchtorgane mit wohl entwickelten Augen combinirt vorkommen, wird man schwerlich daran zweifeln können.

dass sie dem Träger der Organe ein Orientiren über seine dunkle Umgebung ermöglichen. Den Glühwürmchen ermöglichen sie nach Emery (La luce negli amori delle Luciole. Bull. Soc. Ent. Ital. 1887 p. 406) das gegenseitige Auffinden der Geschlechter und den leuchtenden Tiefseefischen und Euphausiden das Erkennen der Beute resp. der Verfolger. Wo indessen blinde Formen mit phosphorescirenden Organen ausgestattet sind, kann ihr Leuchten selbstverständlich nur in der Wirkung auf andere sehfähige Thiere beruhen. In dieser Hinsicht sind von Brandt und Giesbrecht verschiedene bemerkenswerthe Auffassungen geäußert worden. Nach Brandt (Die koloniebildenden Radiolarien [Sphärozoen] des Golfes von Neapel, in: Fauna und Flora des Golfes von Neapel, 13. Monogr. 1885 p. 684) wirkt das Leuchten der Radiolarien auf Verfolger abschreckend, weil viele marine Leuchtthiere nesselnd und darnach gemieden werden. Es mag nun eine derartige Auffassung vielleicht in manchen Fällen zutreffen, obwohl sie nur schwer dem Experiment zugänglich ist und uns auf das dunkle Gebiet der Psychologie niederer Organismen verweist. Diese Auffassung hat zur Voraussetzung, dass mit Augen ausgestattete Beutethiere der nesselnden Cölenteraten — hauptsächlich also kleinere Kruster — Erfahrungen sammeln und sie zu zweckmässigen Handlungen verwerthen. Ob sie Gelegenheit finden, diese Erfahrungen so oft zu machen, dass auf ein phosphorescirendes Licht hin sofort eine reflektorisch erfolgende Fluchtbewegung ausgelöst wird, dürfte freilich fraglich sein. Ein Copepode, der einmal mit der gefährlichen Wirkung der Nesselorgane Bekanntschaft macht, wird ihr wohl auch stets unterliegen. Andererseits müsste anzunehmen sein, dass leuchtende Cölenteraten in Bezug auf ihren Nahrungserwerb wesentlich ungünstiger gestellt sind, denn ihre nicht leuchtenden Verwandten.

In seinen späteren Darlegungen über den biologischen Werth des Leuchtens kommt dem auch Brandt (1892 p. 14) auf die hier vorgetragene Auffassung nicht mehr zurück, obwohl die Idee, dass das phosphorescirende Licht als Schreckmittel diene, auch in ihnen wiederklingt. Er schreibt: „Wie z. B. die enorme Menge der mikroskopischen schwebenden und zugleich augenlosen Planktonorganismen von dem meist recht schwachen Licht, das sie ausstrahlen, auf hoher See, wo ja die meisten Wesen leuchten, einen direkten Vortheil haben können, vermag ich mir nicht vorzustellen. Dass die Fähigkeit zu phosphoresciren für zahlreiche Planktonorganismen einen grossen Vortheil darbietet, liegt auf der Hand. Das Licht, das Hochseethiere bei Reizung ausstrahlen, ist nicht allein verschieden intensiv und verschieden gefärbt, sondern der Gesamteindruck, den ein leuchtendes Thier darbietet, ist ein anderer, je nachdem es dieser oder jener Abtheilung angehört. Eine gewisse Auswahl seitens der Nahrung suchenden Thiere ist also selbst dann möglich, wenn fast alle Thiere Licht ausstrahlen können. Bei manchen frei beweglichen und mit Sehorganen ausgestatteten Thieren ist ausserdem das Licht ein so ungemein intensives, oder es ist, wie z. B. bei *Scopelus*, in so eigenthümlicher Weise lokalisiert, dass diesen Wesen ihr Licht als Schreckmittel oder für das Aufsuchen der Geschlechter von grossem Wert sein kann.“

Zutreffender scheint mir indessen die Idee von Giesbrecht (1895 p. 689) zu sein, dass das Leuchten der Copepoden manche ihrer Feinde nicht sowohl abschreckt, als vielmehr irreführt, „denn wenn sie, von einem Feinde verfolgt und durch diese Verfolgung zur Sekretion gereizt, den Leuchtstoff ausstossen, so lenken sie die Aufmerksamkeit des Verfolgers auf den aufblitzenden Funken ab, während sie selbst entfliehen.“ Das ist eine Auffassung, welche an den thatsächlichen Vorgang bei der Lichtproduktion der Copepoden anknüpft, welche aber selbstverständlich für andere Organismen — und zwar speziell für die Euphausiden — nicht zutreffen

kann. Diese secerniren keinen Leuchtstoff in das Wasser und vermögen nicht auf diese Weise die Aufmerksamkeit des Verfolgers von ihrem eigenen Ich abzulenken.

Wenn ich nun in den früheren Darlegungen die Auffassung vertrat, dass die Leuchtorgane der Euphausiden ein wichtiges Mittel abgeben, um ihren Trägern eine Orientirung in den dunklen Regionen zu ermöglichen, so stütze ich mich nicht nur auf die Thatsache, dass der blinden *Bentheuphausia* die Leuchtorgane fehlen, sondern auch auf die nicht zu bestreitende Möglichkeit, dass die von den Leuchtorganen ausgehenden Strahlen auch von gewissen Theilen der Facettenaugen wahrgenommen werden. Handelt es sich doch um Malakostraken, welche nicht nur mit wohl entwickelten, sondern in manchen Gattungen mit geradezu monströsen Augen ausgestattet sind! Ebenso wenig wird man in Abrede stellen können, dass durch die Leuchtorgane das gegenseitige Wahrnehmen von Individuen derselben Art und das Zusammenfinden in Schwärmen, wie es für viele Euphausiden nachgewiesen ist, erleichtert wird. Wer mit der charakteristischen Phosphorescenz der pelagischen Organismen einigermaassen vertraut ist, vermag schon an dem Leuchten allein zu beurtheilen, ob er es mit Protozoen, mit Medusen und Siphonophoren, mit Pyrosomen, Crustaceen und wie alle die leuchtenden pelagischen Organismen heissen mögen, zu thun hat. Sollte da die Möglichkeit ausgeschlossen sein, dass die mit Augen ausgestatteten Arten sich gegenseitig an der für sie charakteristischen Phosphorescenz erkennen?

Immerhin vermute ich, dass der biologische Wert der Leuchtorgane für ihre Träger sich nicht in der Möglichkeit erschöpft, Beutethiere und Verfolger zu erkennen resp. Individuen derselben Art aufzufinden, sondern dass ihre Bedeutung gleichzeitig noch auf einem anderen Gebiete zu suchen ist.

Weit entfernt, Organismen abzuschrecken, dienen nach meiner Ansicht die Leuchtorgane in vielen Fällen dazu, Beutethiere anzulocken. Ich habe schon oben darauf hingewiesen, dass man schwerlich auf die Idee gekommen wäre, die Tiefenreusen mit Glühlämpchen auszustatten, wenn nicht die bekannte Thatsache, dass eine nächtliche Lebensweise führende Landthiere, Fische des süßen und salzigen Wassers und unsere Flusskrebse durch Licht und Fackelschein angezogen werden, zu derartigen Experimenten gedrängt hätte. Man könnte freilich einwenden, dass das, was für die genannten Organismen erwiesen ist, nicht ohne Weiteres für die niederen pelagischen Organismen seine Gültigkeit habe. Hören wir indessen, was der um die Biologie mariner Organismen in vieler Hinsicht verdiente Fürst von Monaco neuerdings (Comptes rendus 1895 7. Jan.) berichtet: „Enfin, j'ai fait, depuis 1892, partout où j'ai été, des expériences sur l'attraction des animaux pélagiques au moyen de la lumière artificielle. Une lampe électrique étanche de cinquante bongies, descendue à deux mètres de profondeur, était entourée au bout de cinq minutes par un nuage de Crustacés et d'Annélides très petits dont les espèces variaient suivant les localités. Il venait aussi des poissons tels que des Scopélidés, des Poissons volants (*Exocoetus Rondelleti*), des *Belone belone* et même des Céphalopodes. On capturait facilement tous ces animaux avec un simple filet à papillons.

Wenn Wolken von Crustaceen und Anneliden nach 5 Minuten die Glühlämpchen umschwärmen, so muss ich gestehen, dass meine Vermuthung, die Leuchtorgane möchten zum Anlocken von Beutethieren dienen, kaum in das Bereich der Phantasie zu verweisen ist. Sie knüpft direkt an die Erfahrung an und ist zudem der experimentellen Prüfung leicht zugänglich. Ich bin auf diese Vermuthung zuerst durch die Erwägung gekommen, dass sowohl bei den Euphausiden wie bei manchen phosphorescirenden Fischen Leuchtorgane mitunter an Stellen auftreten, die

dem Individuum ein Wahrnehmen der von ihm selbst ausgehenden Phosphorescenz nicht gestatten. Was speziell die Euphausien anbelangt, so ist nicht abzusehen, wie die paarigen Leuchtorgane am vorletzten Thorakalfusspaar Lichtblitze entsenden, welche von den Facettenaugen des Trägers percipirt werden. Diese Blendlaternen kehren den Reflektor mit seinem Pigmentbelag nach vorne, die Mündung hingegen schräg nach hinten und aussen: ein Wahrnehmen der von diesen (zudem etwas grösseren) Organen erzeugten Lichtblitze ist dem betreffenden Individuum nicht ermöglicht.

Man könnte nun freilich einwenden, dass das, was als ein Vortheil erscheint, dem Thiere auch zum Schaden gereichen kann, insofern es durch seine Phosphorescenz auch die Aufmerksamkeit der Verfolger erregt. Der Nutzen wird hier wohl den Schaden überwiegen und dies zu ergründen dürfte ein lohnendes Feld für biologische Untersuchungen abgeben.

## II. Die Facettenaugen.

### 1. Die Facettenaugen der Schizopoden.

#### a. *Morphologie des Auges.*

Die Grundform des Facettenauges wird durch ein Kugelauge repräsentirt, dessen „Facettenglieder“ (wie wir mit einem von Exner eingeführten Ausdruck die Einzelfacetten benennen wollen) von einem idealen Mittelpunkt radiär ausstrahlen. Ich illustriere dieses Verhalten durch die Abbildungen Fig. 1 und 2 auf Taf. XVII, welche Längs- und Horizontalschnitte<sup>1)</sup> durch das Kugelauge der *Euphausia pellucida* darstellen. Der Durchmesser der facettirten Partie des Stielauges beträgt bei grossen Exemplaren der *Euph. pellucida* 0.8 mm. In seiner äusseren Form und in der Anordnung der Facetten gleicht überhaupt das Auge der Gattung *Euphausia* demjenigen der Flachwasser-Mysideen, wie es bereits Grenacher (1879 Taf. 10 Fig. 110) in einer trefflichen Abbildung von *Mysis* darstellte.

Nicht unbeträchtlich weichen die Augen der Gattungen *Thysanoëssa* und *Nematoscelis* (Taf. XII Fig. 1) von der gewöhnlichen Kugelform ab. Wie schon die Abbildungen von G. O. Sars (1885) im Challenger-Werke erkennen lassen, so theilt eine ringförmige Einschnürung das Auge in einen kleineren oberen und in einen umfänglicheren unteren Abschnitt. Das Auge erlangt also eine ungefähre Aehnlichkeit mit demjenigen einiger Libellen (*Cordulegaster* u. a.). Der obere Abschnitt des Facettenauges wird bei normaler Haltung des Thieres schräg nach vorn oder direkt nach oben gewendet: er vermag also, wie die Erörterungen auf p. 205 ergeben, keine Lichtstrahlen wahrzunehmen, welche von den Leuchtorganen des betreffenden Individuums ausgehen. Ihr Extrem erreicht die Zweitheilung des Auges bei der Gattung *Stylocheiron* (Taf. IX Fig. 1–3, Taf. XI Fig. 1), dessen oberer Abschnitt wie ein Teleskop über die seitlichen und unteren Partien vorgeschoben erscheint. Gleichzeitig bedingt die mächtige Entwicklung des Augenganglions bei allen Arten mit ungleichmässigem Bau der Augen eine der Concavität des

<sup>1)</sup> Als „Längsschnitte“ bezeichne ich Schnitte, welche in dorsoventraler Richtung durch die Augen geführt werden. Als „Hauptschnitt“ gilt unter den Längsschnitten jener, welcher bei Kugelangen den Augenstiel halbirt und durch den idealen Mittelpunkt verläuft. Bei den unregelmässig gestalteten Augen bezeichne ich jenen Schnitt als Hauptlängsschnitt, welcher das Frontauge in dorsoventraler Richtung symmetrisch halbirt (Taf. XVII Fig. 5, Taf. XIX Fig. 2). Alle übrigen dem Hauptschnitt parallel verlaufenden Schnitte werden „seitliche Längsschnitte“ genannt (Taf. XVII Fig. 1).

„Horizontalschnitte“ nenne ich jene Schnitte, welche senkrecht zu den Längsschnitten in einer meist der Rücken- resp. Bauchfläche parallelen Richtung durch das Auge gelegt werden (Taf. XVII Fig. 2). Unter ihnen gilt bei den unregelmässigen Augen jener als horizontaler Hauptschnitt, welcher das Frontauge halbirt (Taf. XIX Fig. 1).

„Querschnitte“ heissen jene Schnitte, welche senkrecht zu den beiden genannten Schnitttrichtungen verlaufen (Taf. XIX Fig. 9).

Cephalothorax zugekehrte Auftreibung. Ein nach den Seitenflächen verstreicher Ringwall (Holzschnitt 3 w), der auch bei *Euphausia* schwach angedeutet ist (Taf. XVII Fig. 2 w), grenzt schon äusserlich die facettirte Partie von der ganglionären ab.

Es wird späterhin unsere Aufgabe sein, einen Erklärungsversuch für die eigenartige unregelmässige Gestaltung des Auges bei den genannten Gattungen zu geben. An dieser Stelle sei daher nur darauf hingewiesen, dass keinesfalls die Gliederung des Auges in zwei Abschnitte mit

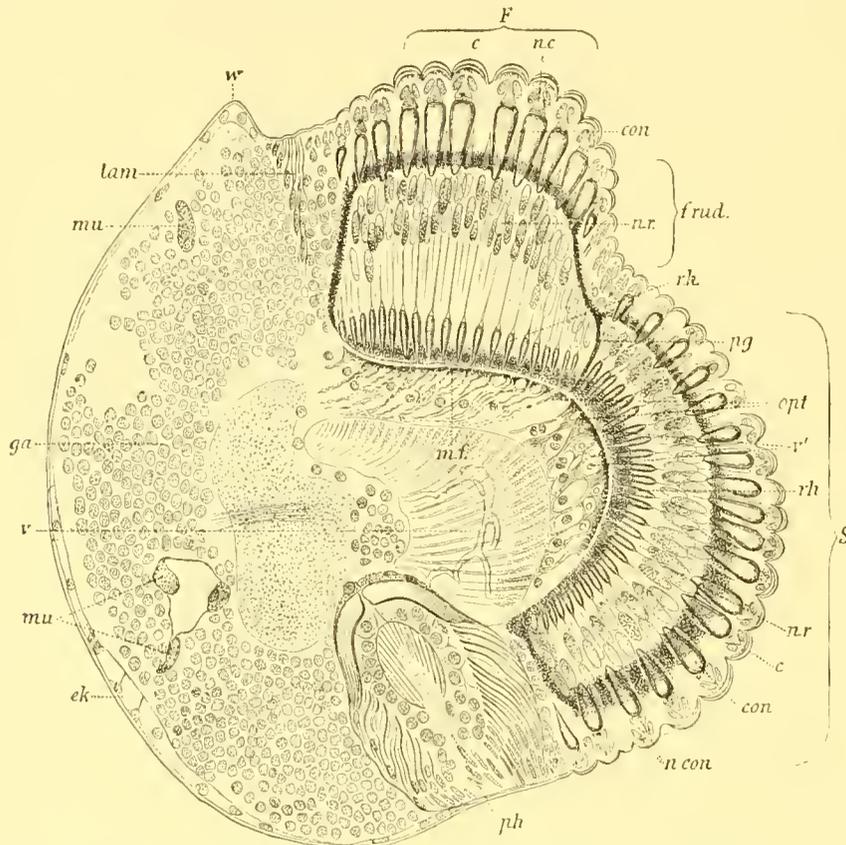


Fig. 3. Auge von *Nematoscelis rostrata* G. O. Sars. (Copie von Taf. XVII Fig. 5.)

F. Frontauge. S. Seitenauge. c. Cornea. con. Krystallkegel. ek. Matrix des Chitines. f. rud. Rudimentäre Seitenfacetten des Frontanges. ga. Ganglienzellen. lam. Lamellensystem am Augenwulst. m. f. Membrana fenestrata. mu. Augenmuskeln. n. c. Sempersche Kerne (Kerne der Krystallzellen und Füllzellen). n. r. Kerne der Retinazellen. opt. Opticusfasern. pg. Pigment zwischen Front- und Seitenauge. ph. Leuchtorgan. rh. Rhabdome. v. Capillargefässe. v'. Querschnitte der Capillargefässe. w. Augenwulst.

dem Auftreten von Leuchtorganen in Correlation steht. Denn die Mysideen, welche ja im Gegensatz zu den Euphausiden der Leuchtorgane entbehren, lassen bei einigen Gattungen eine analoge Umbildung der Kugelform des Facettenauges erkennen. G. O. Sars bildet sie kenntlich von der Gattung *Euchartomera* ab (1885 Taf. 37, Fig. 1 und 21), und ich finde sie auch bei *Brutomysis* (Taf. 20 Fig. 1) ähnlich gestaltet. Auch die Gattung *Cesaromysis* besitzt nach der Darstellung von Ortmann (1893 Taf. 1 Fig. 8 a) ein zweigetheiltes Auge.

Die Augen der hier genannten, in grösseren Tiefen schwebenden Schizopoden weisen durchweg ansehnliche Dimensionen auf. Im Allgemeinen läuft die Grösse der Augen jener des Körpers parallel, und so kommt es, dass auch bei Individuen derselben Art je nach dem Alter erhebliche Schwankungen im Augenmaass sich geltend machen. Die grössten Augen besitzen

einige *Nematoscelis*- und *Stylocheiron*-Arten. G. O. Sars sagt von *Nematoscelis megalops* Sars mit vollem Rechte (1885 p. 128): „The eyes are prodigiously developed, and of larger size, perhaps, than in any other known form of *Podophthalmia*.“ Nicht minder ansehnlich sind sie bei *N. mantis* Chun entwickelt, deren Augen bei einer Körperlänge von 12 mm die relativ enorme Grösse von 0,9 mm erreichen. Unter den *Stylocheiron*-Arten besitzt *St. chelifer* Chun (Taf. XI Fig. 1) die grössten Augen, insofern sie eine Länge von 1,2 mm aufweisen. Da nun die betreffenden Exemplare (vom Rostrum bis zur Schwanzspitze) 12–14 mm messen, so haben wir es mit Augen zu thun, welche nicht weniger dem ein Zehntel der Körperlänge erreichen. Das sind thatsächlich Grössenverhältnisse, wie sie unter den übrigen Ordnungen der stielängigen Krebse auch nicht annähernd zur Beobachtung gelangt sind! Auf die am monströsesten entwickelten Augen stossen wir bei *Stylocheiron mastigophorum* Chun, dessen Augen zwar je nach dem Alter des Thieres recht verschiedene Dimensionen aufweisen, aber bei völlig erwachsenen Exemplaren eine Länge von nahezu einem Millimeter (0,9–0,96 mm) bei etwa der halben Breite (0,5–0,55 mm) erreichen. Da nun die erwachsenen Exemplare 6–8 mm messen, so liegen hier Augen vor, welche ein Sechstel bis ein Achtel der Körperlänge betragen: Augen, welche sicherlich allein schon an relativer Grösse ihres Gleichen suchen dürften!

Untersucht man die Augen auf Längs- und Horizontalschnitten, so constatirt man, dass das Vorwölben des oberen Abschnittes durch eine Verlängerung und Verbreiterung der betreffenden Facetten bedingt wird.

Da nun auch gleichzeitig der aus vergrösserten Facetten bestehende Abschnitt durch einen Pigmentmantel von den seitlichen Facetten sich abgrenzt und ein einheitliches Ganzes bildet, so gebe ich der Zweitheilung des Auges der Tiefsee-Schizopoden dadureh Ausdruck, dass ich ein „Frontauge“ (mit vergrösserten Facetten) von dem „Seitenaug“ unterscheide.

Bei *Thysanoëssa gregaria* Sars und *Nematoscelis rostrata* Sars ist der Unterschied in der Länge weniger auffallend, insofern die mittleren Facetten des Frontauges (Taf. XVII Fig. 5; Holzschnitt 3 F.) etwa anderthalbmal grösser sind, als diejenigen des Seitenauges. Auch die Grenze zwischen Front- und Seitenauge hebt sich hier weniger scharf ab; aber immerhin zeigen bereits hier die Grenzfacetten des Frontauges die Eigenthümlichkeit, dass sie rückgebildet werden und der Kristallkegel entbehren (f. rud.). Gleichzeitig fällt es auf, dass die Facetten des Seitenauges von dem Frontauge an bis gegen das Leuchtorgan continuirlich an Länge zunehmen.

Sehr auffällig ist der Unterschied zwischen Front- und Seitenauge bei *Nematoscelis mantis* der grössten bisher bekannt gewordenen Nematoscelide, welche ich in den Tiefen des östlichen Atlantischen Ozeans auffand. An dem schönen Auge derselben (Taf. XVIII) messen die Facettenglieder des Frontauges (von dem Cornearande bis zur gefensterten Membran gerechnet) 0,6 mm, während diejenigen des Seitenauges 0,18–0,3 mm lang werden. Hier übertreffen die ersteren um das Doppelte und Dreifache an Länge die letzteren.

Die extremste Ausbildung des Frontauges tritt bei der Gattung *Stylocheiron* hervor. Auch hier markiren sich die verschiedenen Etappen in der Umbildung durch die Arten *St. abbreviatum* Sars, *St. chelifer* Chun und *St. mastigophorum* Chun. Ich glaube wohl nicht zu weit zu gehen, wenn ich das auf Taf. XIX dargestellte (im beifolgenden Holzschnitt 4 copirte) Auge von *Stylocheiron mastigophorum* als das in morphologischer wie physiologischer Hinsicht bemerkenswertheste Stielauge aller Arthropoden in Anspruch nehme. Die Facettenglieder des Frontauges erreichen hier die ungewöhnliche Länge von 0,6–0,75 mm (den Maassen sind Schnitte durch ein grosses

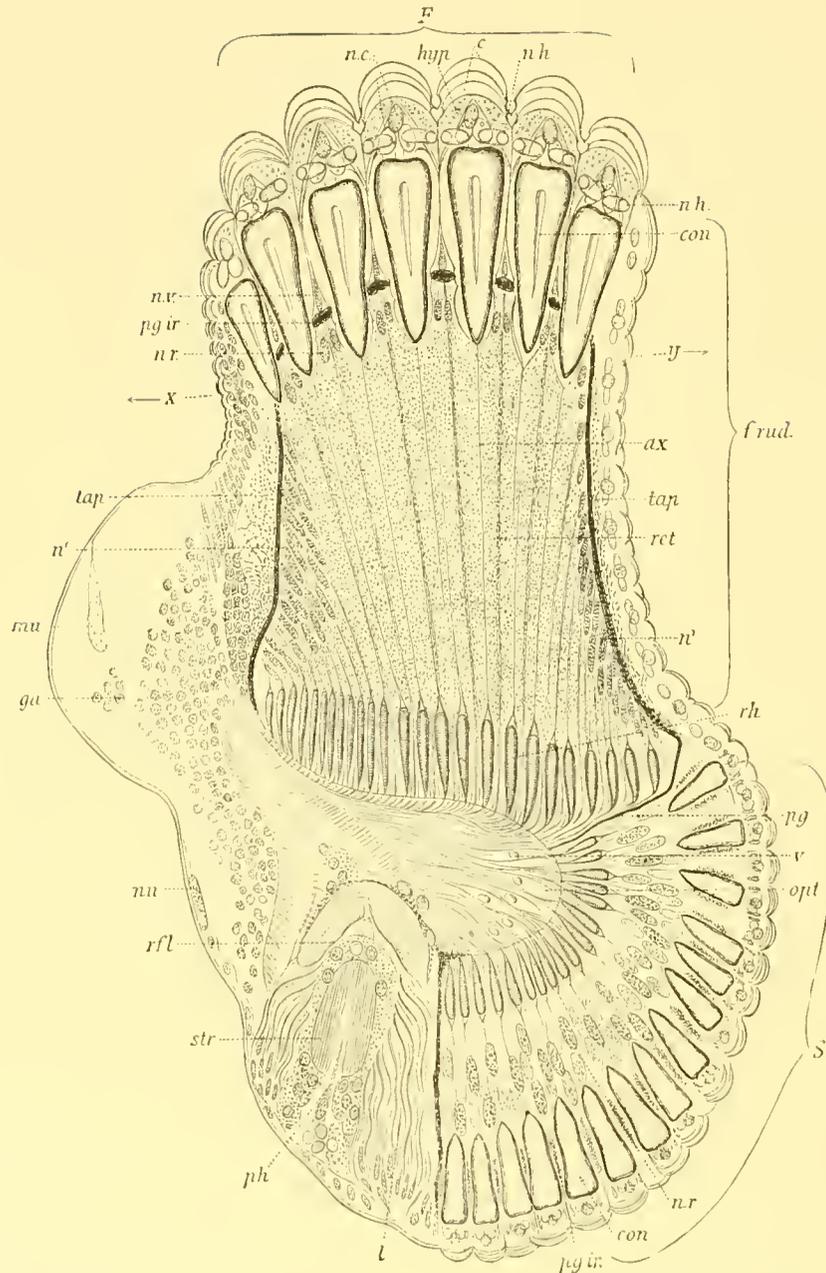


Fig. 4. Horizontalschnitt durch das Auge von *Stylocheiron mastigophorum* Ch. (Copie von Taf XIX Fig. 1.)

F. Frontauge, S. Seitenauge, ax. Achsenfäden, c. Cornea, con. Krystallkegel, f. rud. Rudimentäre Seitenfacetten des Frontauges, ga. Ganglienzellen, hyp. Corneabildungszellen (Hypodermiszellen), l. Lamellen des Leuchtorganes, nu. Augenmuskeln, n. c. Semper'sche Kerne (Kerne der Krystallzellen und Füllzellen), n. h. Kerne der Hypodermiszellen, n. r. Retinakerne, n'. Kerne der zu den rudimentären Facetten gehörigen Retinalzellen, n. v. Kerne der Irispigmentzellen, opt. Opticusfasern, pg. ir. Irispigment, ph. Leuchtorgan, ret. Retinula, rfl. Reflektor des Leuchtorganes, str. Streifenkörper, v. Capillargefäße.

x . . . y Richtung des Querschnittes auf Taf. XIX Fig. 9. Bei x Knosplungszone des Frontauges.

Auge zu Grunde gelegt) während diejenigen des Seitenauges 0,17—0,26 mm messen. Die letzteren werden um das Drei-, ja selbst Vierfache an Länge von den Facettengliedern des Frontauges überboten! Gleichzeitig nimmt auch die Breitendimension der Frontfacetten zu; sie sind

bei *St. mastigophorum* an der Cornea 0.05 mm breit, während die gleichen Maasse für die Seitenfacetten 0.025—0.03 mm betragen.

Ein Umstand, dessen wir bereits oben gedachten, nämlich die Rückbildung der Randfacetten des Frontauges, tritt bei *Nematoseclis mantis* und bei den *Stylocheiron*-Arten in sinnfälliger Weise hervor. Hier fehlen einer reichen Zahl von Randfacetten die Krystallkegel und an ihre Stelle tritt ein aus feinen Schüppchen bestehendes Tapetum (tap.). Höchst auffällig aber ist es, dass die zugehörigen Rhabdome in voller Ausbildung persistiren: ein Verhalten, dessen physiologischer Werth später noch gewürdigt werden soll. Auch die langgestreckten und dicht aneinander gedrängten Retinakerne (nu. r. rud., Holzschnitt 3 und 4 n') sind erhalten.

Was nun zunächst die Eigenthümlichkeiten des Auges der **Euphausiden** im Vergleiche mit jenem der bisher allein genauer erforschten Mysideen anbelangt, so reduzieren sie sich im Wesentlichen darauf, dass ihnen durchweg Pigmentzellen zwischen den Rhabdomen fehlen. Das Retinapigment wird bei den Euphausiden durch eine Pigmentirung der Retinazellen selbst im Umkreise der Rhabdome ersetzt; eine Pigmentirung, welche auch auf die Ramifikationen des Schnerven unterhalb der gefensterten Membran übergreifen kann (*Nematoseclis rostrata*, Taf. XVII Fig. 5).

In hohem Maasse bemerkenswert und charakteristisch für alle echten Tiefseeformen, nämlich für *Nematoseclis mantis* und für alle *Stylocheiron*-Arten ist nun der Umstand, dass hier das Retinapigment sowohl am Front-, wie am Seitenauge vollkommen fehlt. Jeglichen Pigmentes baar, welches wie ein Schleier bei den bisher bekannt gewordenen Arthropoden die lichtempfindlichen Apparate verhüllt, treten die Rhabdome in unerwarteter Klarheit und Pracht dem Beobachter entgegen.

Bevor wir nun den physiologischen Werth des Pigmentmangels erörtern, in dem gerade ein hervorstechender Zug des Facettenauges der Tiefseeformen sich kund gibt, sei es gestattet, die Augen der in grösseren Tiefen schwebenden **Mysideen** zum Vergleich mit jenen der Euphausiden heranzuziehen. Ich kann mich hierbei um so kürzer fassen, als es sich im Princip um ähnliche Umbildungen handelt. Wenn wir davon absehen, dass in das Mysideenaugē kein Leuchtorgan eingebettet ist, so lehrt der Horizontalschnitt durch das Auge von *Bratomyxis Vogtii* (Taf. XX Fig. 1), dass die Zweitheilung in ein Front- und Seitenauge nicht minder sinnfällig, denn bei den Euphausiden durchgeführt ist. Die Facetten des Frontauges übertreffen diejenigen des Seitenauges an Länge um das Zweieinhalbfache und sind wiederum durch eine Pigmentlage von den letzteren getrennt. Auch die Rückbildung der Seitenfacetten des Frontauges kehrt wieder und als eine Eigenthümlichkeit der an das Seitenauge sich anlehenden rudimentären Facettenglieder (deren Retinakerne und Rhabdome gleichfalls erhalten sind) mag hervorgehoben werden, dass den cornealen Verdickungen des Chitins kleine Dörnchen (sp.) aufsitzen. Nach den Untersuchungen von Parker (1891 p. 103) besitzt *Mysis* mit Kernen ausgestattete Retinapigmentzellen im Umkreise der Rhabdome und unterscheidet sich also in dieser Hinsicht von *Euphausia*, bei der ich stets selbstständige Retinapigmentzellen vermisste. *Bratomyxis* ähnelt nun insofern den Euphausiden, als Retinapigmentzellen fehlen und das Pigment in die tieferen Lagen der Retinazellen selbst eingebettet ist, aber auch (wie bei *Nematoseclis rostrata*) unterhalb der gefensterten Membran in die Ausläufe der Opticusfasern eingestreut erscheint. Dass die Pigmentirung übrigens nur schwach durchgeführt ist, lehrt ein Blick auf die Abbildung.

Vergleichen wir nun das Auge von *Caesariomysis* Ortman, wie es Ortman (1893 Taf. I Fig. 8a) in einer allerdings sehr unzulänglichen Zeichnung dargestellt hat, so ergibt sich wenigstens

ein auffälliger Unterschied: das Seitenauge ist ungemein reducirt im Vergleiche zu dem mächtigen Frontauge. In dieser Hinsicht lassen sich überhaupt unter den pelagischen Tiefenschizopoden bemerkenswerthe Unterschiede nachweisen, welche darauf hinauslaufen, dass das bei den Gattungen *Thysanoëssa* und *Nematoscelis* ungemein umfängliche Seitenauge (Taf. XVII Fig. 5, Taf. XVIII Fig. 2) mehr und mehr zu Gunsten des mächtig vergrößerten Frontauges in den Hintergrund tritt. Bei *Stylocheiron* und *Brutomysis* ist das Seitenauge nicht mehr so umfänglich wie bei den eben erwähnten Gattungen; bei *Caesaromysis* ist es hochgradig rückgebildet.

Da nun die Gattung *Caesaromysis* Ortm., wie im vorigen Kapitel (p. 188) eingehender begründet wurde, eine Mittelstellung zwischen *Brutomysis* Chun und der monströsen Gattung *Arachnomysis* Chun einnimmt, so dürfte auch die absonderliche Augenbildung der letzteren Gattung erst auf der Folie der ihr zunächst verwandten Formen verständlich werden. Bei *Arachnomysis* ist das Seitenauge vollständig geschwunden und lediglich das Frontauge hat eine mächtige Ausbildung erfahren. Das Auge von *Arachnomysis* (Taf. XIII Fig. 2, Taf. XIV Fig. 1, Taf. XX Fig. 2) ist auffällig lang gestielt und erreicht (vom Augenganglion an gemessen) bei den erwachsenen Exemplaren eine Länge von 0,6 mm. Die rudimentären Seitenfacetten des Frontauges, wie sie bei den bisher erwähnten Euphausiden und Mysideen zur Beobachtung gelangten, sind völlig geschwunden und ein weiter Blutsinus drängt sich zwischen Retina und die äussere Chitinlage ein (Taf. XX Fig. 2 sin). Als ein unter den gesammten Schizopoden einzig dastehendes Verhalten weise ich schon an dieser Stelle auf die Verkürzung der Retinazellen hin, welche zwischen sich und den Krystallkegeln einen weiten, mit Flüssigkeit erfüllten Raum frei lassen (ibid. c. v.). Damit ist die Gliederung des Auges in einzelne von einander wohl gesonderte Einzelfacetten aufgegeben: gewiss ein weiteres Zeugniß für die eigenartige Stellung, welche *Arachnomysis* im Systeme einnimmt.

#### b. Bau der Facettenglieder.

Meine Untersuchungen ergaben mir mehrfache Correcturen der bisher über Schizopoden bekannt gewordenen Verhältnisse und zeigen, dass ihre Facettenglieder (wie wir mit Exner die Einzelfacetten benennen wollen) in ihrem Bau viel inniger mit jenen der Dekapoden übereinstimmen, als man bisher annahm. Nicht wenig kam es mir bei der mikroskopischen Analyse zu statten, dass die enorm vergrößerten Facettenglieder des Frontauges bei ihrem Mangel an Retinapigment viele Verhältnisse klarer erkennen lassen, als die Vertreter der bisher zur Untersuchung herangezogenen Oberflächenformen. Werthvolle Aufschlüsse lieferte mir namentlich *Stylocheiron mastigophorum*, von dem ich zahlreiche mit Chromosmium und Sublimat behandelte Augen nach verschiedenen Richtungen in Schmitte zerlegte.

Die chitinige Cornea (c.) ist am Auge von *Mysis*, *Arachnomysis* (Taf. XX Fig. 2) und *Euphausia* ganz flach gewölbt (Taf. XVII Fig. 1—3), während sie bei allen übrigen Gattungen eine für Wasserthiere fast befremdliche convexe Krümmung erkennen lässt. Am stärksten — nahezu halbkugelig ausgebildet — tritt sie am Frontauge der Gattungen *Nematoscelis* und *Stylocheiron* entgegen. Ganz konstant setzt sich die Cornea aus mindestens zwei schalenförmig ineinandergreifenden Lamellen zusammen. Ich glaubte anfänglich, dass es sich um eine Häutung handle, überzeugte mich indessen späterhin, dass die beiden Lamellen am Ringwall zusammenfließen und eine bleibende Eigenthümlichkeit der Cornea abgeben. Gelegentlich können zwischen den dickeren Lamellen oder äusserlich ihnen aufliegend noch gesonderte dünnere auftreten, so

dass die Cornea der Einzelfacette aus mehreren concentrisch ineinander geschichteten Schalen sich aufbaut, welche auf Schnitten leicht sich auflockern und von einander abheben. (*Nematoscelis mantis*, Taf. XVII Fig. 6, *Stylocheiron mastigophorum* Taf. XIX Fig. 4 und 5. e<sup>1</sup> u. 4). Die einzelnen Schalen, von denen die äusseren selbstverständlich die ältesten repräsentiren, verhalten sich gegen Farbstoffe oft recht verschieden: die einen färben sich intensiv, die andern bleiben ungefärbt.

Was die Breite der Corneafacetten anbelangt, so fallen die Dimensionen bei den einzelnen Arten recht verschieden aus. Um einige Beispiele anzuführen, so bemerke ich, dass die Facetten bei *Euphausia pellicida* 0,02 mm messen und ungefähr dieselbe Breite wie die Facetten des Seitenauges von *Stylocheiron mastigophorum* (0,023 mm) aufweisen. Bedeutend breiter sind sie an den Frontaugen: bei *Nematoscelis mantis* erreichen sie eine Breite von 0,036 mm und endlich bei *Stylocheiron mastigophorum* sogar von 0,06 mm.

Die in der Aufsicht bekanntlich sechseckig gestalteten Cornealinsen werden von zwei Hypodermiszellen (hyp.) abgedeckt, welche von den neueren Beobachtern übersehen wurden. Claus war der Erste, welcher bei den Phronimiden auf die Hypodermiszellen hinwies (1879 p. 73); bei den Schizopoden vermochte er sie indessen ebensowenig aufzufinden (1886 p. 57) wie Parker (1891). Sie liegen als daehförmig gestaltete Zellen über den gleich zu erwähnenden Krystallzellen und sind an ihrem proximalen (dem Krystallkegel zugekehrten) Ende mit zwei grossen sichelförmig gekrümmten Kernen (m. c.) ausgestattet, welche sich an den einander zugekehrten Polen nahezu berühren (Taf. XIX Fig. 3 nu. e.). Wenn die Sichelkerne, welche übrigens in ähnlicher Gestalt bei den Dekapoden wiederkehren, bisher übersehen wurden, so mag der Grund hierfür wesentlich in der eigenthümlichen Struktur ihres Plasmas liegen. Sie sind nämlich ungleichmässig blass und weisen nur an ihrem Aussenrande einen Mantel chromatischer, fein granulirter Substanz auf (Taf. XIX Fig. 4 u. 5). Die Grenze der beiden Bildungszellen tritt bei der Aufsicht scharf hervor (Taf. XIX Fig. 3, linke Facette).

Da die Bildungszellen der Cornea mit ihren allerdings nicht leicht nachweisbaren Sichelkernen bei den Schizopoden bisher unbekannt blieben, so bürgerte sich die Auffassung ein, dass von jenen vier kreuzweise über dem Krystallkegel angeordneten Kernen (Semper'sche Kerne) zwei den Bildungszellen der Cornea, zwei den eigentlichen Krystallzellen angehören. Nach meinen Befunden ergibt es sich indessen unzweifelhaft, dass die vier Kerne, welche ebenso vielen Zellen angehören, durchaus den vier Kernen der Krystallzellen von Dekapoden homolog sind.

Dass die Kerne kreuzweise angeordnet in verschiedenen Ebenen liegen, hat bereits Grenacher (1879 p. 118) richtig erkannt und so mögen denn zunächst die beiden unteren Zellen mit ihren Kernen in Betracht gezogen werden. Sie repräsentiren die eigentlichen Krystallzellen (cr.), welche allein an der Ausscheidung der Krystallkegel sich betheiligen und deren Zusammensetzung aus zwei Hälften bedingen. Sie berühren sich in einer Ebene, welche genau mit der Trennungsfläche der beiden Krystallkegelhälften und mit der Berührungsfläche der beiden Corneabildungszellen zusammenfällt. Bei sämtlichen von mir untersuchten Schizopoden finde ich nun, dass die in Rede stehende Ebene mit der in dorsoventraler Richtung durch das Auge gelegten Längsebene entweder zusammenfällt oder ihr parallel verläuft. Da nun die Kerne, wie gleich hervorgehoben werden soll, ein sehr verschiedenes Aussehen darbieten, je nachdem sie auf Längs- oder Horizontalschnitten vorliegen, so ist es wichtig, dass diese bisher von keinem Beobachter erkannten Unterschiede gleich von vorneherein betont werden. Betrachtet man zunächst die Krystallzellen in der Aufsicht und stellt man den Tubus auf die Höhe der Sichelkerne der

Corneabildungszellen ein (Taf. XIX Fig. 3, rechte Facetten), so erscheinen erstere völlig von den Sichelkernen umfasst. Ihre grossen ovalen und ungemein feinkörnigen Kerne (nu. cr.) bergen ein oder zwei (bisweilen auch mehr) glänzende Kernkörperchen und platten sich gegenseitig an den Berührungsflächen etwas ab. Auf Horizontalschnitten (Taf. XIX Fig. 4) bilden beide Krystallzellen ein Dreieck, dessen Basis dem Krystallkegel aufliegt und dessen Spitze genau bis zu der chitinen Cornealinse reicht. Ihre Kerne erscheinen oval und füllen den grössten Theil der Zelle aus. Das Bild ändert sich nun völlig, wenn die Krystallzellen auf Längsschnitten, also senkrecht zu der eben geschilderten Ansicht, vorliegen (Taf. XVII Fig. 6, Taf. XIX Fig. 5). Da hierbei die vordere Krystallzelle die hintere verdeckt, so erhalten wir zunächst nur einen Krystallkern (nu. cr.), welcher dreieckig gestaltet erscheint. Dass die Compression des distalen Kernabschnittes durch die ihm dicht angeschmiegtten beiden Füllzellen bedingt wird, geht aus der Abbildung klar hervor. Die Ansicht auf Längsschnitten lehrt weiterhin, dass das Plasma der Krystallzelle unter den Füll- und Corneabildungszellen auf den Distalabschnitt des Krystallkegels übergreift.

Zwischen den Bildungszellen der Cornea- und der Krystallkegel — und zwar allseitig von ihnen umschlossen — liegen zwei Zellen, deren grosse ovale Kerne am besten auf Längsschnitten hervortreten (Taf. XVII Fig. 6 nu' Taf. XIX Fig. 5 nu'). Beide Zellen neigen dachförmig zusammen, ohne sich indessen völlig zu berühren. Sie bedingen die Compression der Kerne der Krystallzellen und besitzen ein helleres Plasma, als die anliegenden Zellen. Ihre Kerne erscheinen bei der Aufsicht (Taf. XIX Fig. 3 nu') und auf Horizontalschnitten (ibid. Fig. 4, rechte Facette nu') rhombisch und zeichnen sich durch den Mangel von Kernkörperchen bei stärkerer Granulirung des Inhalts aus.

Ueber ihren physiologischen Werth ist wenig mehr zu sagen, als dass sie die Rolle von Füllzellen spielen, welche weder an der Abscheidung der Cornea noch an der Bildung der Krystallkegel sich betheiligen. In morphologischer Hinsicht sind sie zwei Krystallzellen der Dekapoden homolog zu erachten, insofern sie hier auf gleiches Niveau mit den bei den Schizopoden allein funktionirenden Krystallzellen sinken und sich gleichfalls am Aufbau der Krystallkegel betheiligen (*Serygestes*, Taf. XX Fig. 5 und 6). Dadurch wird es bedingt, dass die Kegel der höheren Podophthalmen viergetheilt erscheinen, während sie bei sämtlichen Schizopoden nur aus zwei Hälften sich zusammensetzen.

Die im Vorstehenden geschilderten sechs Zellen finde ich bei Euphausiden und Mysideen in durchaus gleichartiger Gruppierung sowohl an den Front- wie an den Seitenaugen ausgebildet. Bei ihrer charakteristischen Anordnung lässt es sich schon ohne Weiteres erschliessen, ob die Schnitte durch das Facettenauge in der Längsrichtung oder in der Horizontalen gelegt wurden. Die relativen Grössenverhältnisse der sechs Kerne können freilich mannigfachen Schwankungen unterliegen; so fand ich z. B. die Sichelkerne der Corneazellen am Seitenauge von *Stylocheiron mastigophorum* sehr breit und fast bis zur Cornealinse sich erstreckend (Taf. XIX Fig. 12 nu. e.).

Aus den hier mitgetheilten Befunden geht hervor, dass die Schizopoden mit Rücksicht auf den Bau der Facettenglieder keineswegs principiell von den Dekapoden abweichen. Die vier „Semper'schen Zellen“ wie sie Claparède nannte und bei *Mysis flexuosa* bereits nachwies (1860 p. 193 und 194), kommen beiden Gruppen zu und wenn von ihnen nur zwei bei den Schizopoden die Rolle von Krystallzellen spielen, während alle vier bei den Dekapoden sich an der Abscheidung der Krystallkegel betheiligen, so sind das lediglich graduelle Unterschiede. Ausser

Claparède haben übrigens noch G. O. Sars (1867 p. 33) bei *Mysis oculata* var. *relicta* und Nusbaum (1887 p. 179) bei den Embryonen von *Mysis chamaeleo* die vier Semper'schen Kerne beschrieben. Grenacher (1879 p. 118) betonte zuerst, dass die Zellen nicht in gleichem Niveau liegen, und Parker (1891 p. 100) deutete dann die beiden oberen Zellen als die Bildnerinnen der Cornea, die beiden unteren als Krystallzellen. Damit war nun freilich ein durchgreifender Unterschied zwischen Schizopoden und Dekapoden statuirt, der allerdings erst durch meine früheren Mittheilungen (1893 p. 559) als hinfällig nachgewiesen wurde. Insofern weichen indessen die obigen Darlegungen von meiner ersten Notiz ab, als ich in derselben den „Füllzellen“ eine Rolle bei der Abscheidung der Krystallkegel zuschrieb. Erneute Untersuchungen mit guten Immersionsystemen an Glycerinpräparaten haben mich zu den obigen Anschauungen geführt.

Bevor wir zu der Schilderung der übrigen Elemente des Facettengliedes übergehen, sei es gestattet, noch einige Bemerkungen über die Krystallkegel (con.) hinzuzufügen. Bei allen Schizopoden wahren sie die kegelförmige Gestalt, insofern sie bei einem runden Querschnitt eine flache, bisweilen napfförmig vertiefte distale Basis und einen scharf zugespitzten proximalen Pol, vor dem meist eine sanfte ringförmige Striktur kenntlich wird, aufweisen. Sie sind zweigetheilt und zwar fällt die Trennungsebene genau mit jener Ebene zusammen, in welcher die Krystallzellen sich berühren. Nach Exner's weittragender Entdeckung fungiren die Krystallkegel als Linsencylinder, deren Brechungsvermögen (wie er mit dem Mikrorefraktometer an den Krystallkegeln der Nachschmetterlinge nachwies) vom Centrum gegen den Kegehnantel continuirlich abnimmt. Der Unterschied im Brechungsvermögen tritt auf Querschnitten durch die concentrisch geschichteten Kegellamellen der Schizopoden sehr auffällig hervor, insofern sich ein stark lichtbrechender Kern von dem schwächer lichtbrechenden Mantel abhebt. Bei *Euphausia* ist auch schon am unversehrten Kegel die stark lichtbrechende centrale Partie deutlich kenntlich (Taf. XVII Fig. 3 con.). Die Grösse der Krystallkegel ist bei den einzelnen Arten sowohl, wie auch bei den Individuen derselben Art je nach den Alterszuständen bedeutenden Schwankungen unterworfen. Ich verzichte daher auf eine tabellarische Zusammenstellung der Dimensionen und bemerke nur, dass in den mittleren Facetten des Frontauges von *Stylocheiron mastigophorum* die grössesten von mir beobachteten Kegel auftreten und eine Länge von 0,17 mm erreichen. Zwischen den Kegeln und den sechseckigen Scheidewänden des Facettengliedes bleibt namentlich im Frontauge ein heller, offenbar mit klarer Flüssigkeit erfüllter Raum frei, welcher vielleicht dadurch entstanden ist, dass die soliden Kegel bei der Conservirung etwas schrumpften. Wenigstens hebt bereits Grenacher (1879 p. 118) hervor, dass die Krystallkegel der *Mysis* in frischem Zustande „weich und quellbar“ sind.

Sicherlich sind die wabenförmigen Scheidewände der sechsseitigen Facettenglieder im Umkreis der Krystallkegel noch den Krystallzellen zuzurechnen. Diese Zellmembranen umgreifen die Kegel bis zu ihrer proximalen Spitze.

Zwischen den Kanten je dreier benachbarter Prismen liegen grosse ovale Kerne, welche den von Exner als „Irispigmentzellen“ bezeichneten Bildungen angehören. Offenbar handelt es sich hier um dieselben Zellen, welche Parker in verschiedenen Publikationen (so auch in der soeben 1895 erschienenen Untersuchung über das Auge von *Astacus*) mit dem Namen „distal retinular cells“ belegte. Ich habe schon früherhin meine Bedenken gegen diese Bezeichnung ausgesprochen, weil sie die irrige Vorstellung erweckt, als ob es sich um Zellen handle, welche direkt bei dem Schvorgang betheilig sind. Weder ist indessen die Retina zweischichtig, noch auch scheiden

die „distalen Retinazellen“ Stäbchen oder Rhabdome ans. Es handelt sich im Gegentheil bei ihnen um ächte Pigmentzellen, für welche der einmal von Exner eingeführte Name „Irispigmentzellen“ jedenfalls zutreffender ist und festgehalten werden sollte. Sie umschließen die Krystallkegel mit Ausnahme der frei hervorschauenden proximalen Spitze bei *Euphausia* nahezu vollständig (Taf. XVII Fig. 1 und 2). Das Pigment ist hier braunschwarz, während es bei den mit zweigetheilten Augen ausgestatteten Formen eine rothbraune und unter Umständen (*Arachnomysis*) nahezu röthliche Färbung annimmt. Zudem sind bei den letztgenannten Formen die Pigmentkörner diffuser vertheilt, so dass sie einen Durchblick auf die unterliegenden Partien, wie Krystallkegel und Kerne, verstatten. Bei *Bratomysis* und *Arachnomysis* fand ich an den längere Zeit in Alkohol aufbewahrten Exemplaren das Pigment durch seine Löslichkeit in Alkohol etwas gebleicht. Bei allen mit Front- und Seitenaugen ausgestatteten Gattungen reicht die Pigmentirung nicht bis zu dem verbreiterten Ende der Krystallkegel; ein bandförmiger Pigmentring umgürtet die mittleren Partien der Kegel und erscheint am Frontauge von *Stylocheiron mastigophorum* (Taf. XVII Fig. 1 und 2 pg. ir.) zu einem auffällig schmalen Gürtel reducirt.

Was nun die Pigmentzellen selbst anbelangt, so schieben sie sich gewissermaassen als interfacettäre Bildungen zwischen die einzelnen Facettenglieder ein. Ihre grossen und ovalen (bei *Nematoseclis mantis* nahezu rundlichen) Kerne liegen, wie oben bereits hervorgehoben wurde, zwischen den Kanten je dreier benachbarter Prismen (Taf. XIX Fig. 13 und 7) und jede einzelne Pigmentzelle beherrscht das zwischen den Seitenflächen der betreffenden sechseitigen Prismen freibleibende Territorium. Jede Irispigmentzelle gehört daher drei benachbarten Facettengliedern an; sie begrenzt von

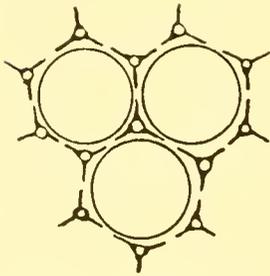


Fig. 5.

jeder Einzelfacette nur zwei halbe Seitenflächen. Der nebenstehende Holzschnitt 5 mag diese Verhältnisse schematisch versinnlichen; auf ihm sind die Grenzen zwischen zwei benachbarten Pigmentzellen hell gelassen, wie dies auch thatsächlich bisweilen zur Beobachtung gelangt (Taf. XIX Fig. 7).

In meiner früheren Mittheilung (1893 p. 560) glaubte ich zwischen den Irispigmentzellen einerseits und den oben geschilderten Cornea- und Krystallzellen andererseits noch besondere Scheidenzellen constatiren zu können. Ich habe mich indessen überzeugt, dass diese vermeintlichen Scheidenzellen mit den Pigmentzellen zusammenfallen und vermag auch den Grund anzugeben, wesshalb ich zu dieser irrthümlichen Deutung

geführt wurde. In dem Frontauge von *Stylocheiron mastigophorum* zeigen nämlich die Kerne der Pigmentzellen ein eigenartiges Verhalten. An den Randfacetten (Taf. XIX Fig. 2) liegen sie als lang oval ausgezogene Kerne hoch über dem Pigmente, während sie an den mittleren Zellen tief herabrücken und als unregelmässig gebuchtete und verästelte Kerne allseitig vom Pigment umgeben werden (Taf. XIX Fig. 5 und 7). Da ich glaubte, dass die Pigmentzellen nicht weiter hinauftraten, als Pigmentkörner entwickelt seien, so hielt ich die über denselben gelegenen Kerne für Bestandtheile eigener, in der Fortsetzung der Pigmentzellen gelegener „Scheidenzellen“. Durch das Studium von Frontaugen, an denen das Pigment nur schwach und diffus entwickelt war, überzeugte ich mich indessen, dass einerseits die distalen Partien der Irispigmentzellen des Pigmentes entbehren und dass andererseits zwischen den verästelten centralen und den lang ovalen seitlichen Pigmentkernen alle denkbaren Uebergänge vorkommen. Thatsächlich reicht denn auch am Frontauge von *Stylocheiron* die nicht pigmentirte Partie der Pigmentzellen ziemlich weit bis in die Nähe der Corneazellen hinauf (Taf. XIX Fig. 5 und 6 pg.). An den Seitenaugen von

*Stylocheiron* ist nicht nur der Pigmentmantel viel breiter, als am Frontauge, sondern wahren auch die Kerne der Pigmentzellen ihre ovale Form (Taf. XIX Fig. 12).

Was die percipirenden Elemente des Schizopodenauges anbelangt, so ist man über die Zahl der eine Retinula zusammensetzenden Schzellen noch nicht sicher orientirt. Grenacher vermochte über die numerische Zusammensetzung keine Auskunft zu geben und glaubt nur versichern zu können, dass mehr als vier Zellen vorkommen (1879 p. 119). Parker ist in seiner fleissigen Untersuchung (1891 p. 101) der Wahrheit ziemlich nahe gekommen, indem er acht Schzellen, von denen allerdings eine rudimentär sein soll, als Constituenten einer Retinula in Anspruch nimmt. Nach meinen Befunden setzt sich bei allen Schizopoden die Retinula aus sieben Schzellen zusammen; eine rudimentäre achte Zelle (die nach Parker's neuesten Angaben auch bei *Astacus* eine Rolle spielen soll) habe ich niemals wahrnehmen können. Diese Verhältnisse treten namentlich am Frontauge so klar und übersichtlich hervor, dass ich mir nicht versagen kann, einen Querschnitt durch das Frontauge von *Stylocheiron mastigophorum* nach mikrophotographischer Aufnahme zu reproduciren (Taf. XIX Fig. 9). Er ist dicht unterhalb der Krystallkegel geführt, zeigt am Rande noch die Lücken, in welchen die Spitzen der Kegel steckten und lässt in seinen centralen Partien deutlich das Zusammentreten von je sieben Retinazellen zu einem sechseitigen Prisma erkennen.

Die ovalen Kerne der Schzellen (n. r.) erfüllen an den Seitenaugen meist den ganzen Zwischenraum zwischen Rhabdomen und Krystallkegel; bei *Euphausia* und an den Frontaugen von *Thysanoëssa* und *Nematoscelis rostrata* bleibt das innere Drittel resp. die Hälfte der Schzellen frei von Kernen und endlich rücken sie am Frontauge von *Nematoscelis mantis* und *Stylocheiron mastigophorum* in die Höhe der Krystallkegel, um hier in eine Ebene gestellt ringförmig die Kegelspitze zu umgeben (Taf. XVIII, Taf. XIX Fig. 1, 2 u. 8). Auf der Figur 9 der XIX. Tafel sind an den Randfacetten theilweise die Kerne der Schzellen ersichtlich. Im Umkreis der Rhabdome findet man braunschwarze Pigmentkörper, wie oben angedeutet wurde, in die Schzellen der *Euphausia*-Arten, der *Nematoscelis rostrata* (Fig. 4), *Thysanoëssa gregaria* und *Brutomysis Voglii* eingestreut. Völlig pigmentfrei sind hingegen die Retinazellen von *Nematoscelis mantis* und der *Stylocheiron*-Arten.

Die Grösse der Schzellen wechselt, je nachdem es sich um die verlängerten Facettenglieder der Frontaugen oder die kürzeren der Seitenaugen handelt; die grössesten Zellen von nicht weniger denn 0.6 mm Länge besitzt *Stylocheiron mastigophorum* in seinem Frontauge. Dass in den Frontaugen übrigens auch die den rudimentär gewordenen Facettengliedern zugehörigen Schzellen mit ihren langen ovalen Kernen in voller Ausdehnung erhalten sind, wurde bereits oben hervorgehoben.

Ganz eigenartig steht mit Rücksicht auf den Bau der Retina die Gattung *Arachnomysis* da (Taf. XX Fig. 2). Bei allen drei von mir erbeuteten Exemplaren (zwei älteren und einem jüngeren) ragten die Schzellen nicht bis zu den Krystallkegeln heran, indem sie stark verkürzt einen mit klarer Flüssigkeit (e. v.) erfüllten Hohlraum zwischen sich und den Kegeln frei liessen. Da ich die Exemplare mit Sublimat und Chromosmiumsäure conservirt hatte, mit Mitteln also, welche bei den übrigen Gattungen die Retina tadellos erhielten, so glaube ich nicht, dass es sich hier um Schrumpfungerscheinungen handelt. Die kugligen Retinakerne häufen sich am distalen Ende der Schzellen an.

Die Rhabdome liegen im Centrum der aus 7 Zellen gebildeten Retinula und zwar stets im Proximalabschnitt derselben. Im Vergleiche zu der Grösse der Schzellen sind sie relativ kurz,

indem sie eine Länge von 0,05 bis 0,09 mm bei den einzelnen Arten erreichen. Sie sind, wie bereits Grenacher (1879 p. 121) erkannte, im Querschnitt annähernd quadratisch gestaltet (Taf. XIX Fig. 11 und 11a) und setzen sich aus vier Segmenten zusammen, welche man bei Behandlung mit schwachen Chromsäurelösungen bisweilen in ganzer Länge zu isoliren vermag. Bald keulenförmig, bald stabförmig gestaltet laufen sie an ihrem proximalen Ende sich zuspitzend in einen feinen fadenförmigen Fortsatz aus, der bis zur Basalmembran (*membrana fenestrata*) reicht und an den Rhabdomen der Seitenfacetten (namentlich an jenen der rückgebildeten Facetten des Frontanges) in einem stumpfen Winkel sich absetzt. Querschnitte durch das Rhabdomfeld der Frontaugen, wie ich einen solchen nach mikrographischer Aufnahme in Fig. 11 der Taf. XIX von *Stylocheiron mastigophorum* darstelle, lehren, dass die Rhabdome in eleganten Curven angeordnet sind, welche nach drei Richtungen sich kreuzen. Auch an den Seitenaugen tritt dieselbe Anordnung hervor, wenn sie auch wegen der Krümmung sich nicht auf so weite Flächen verfolgen lässt, wie an Querschnitten durch das fast eben ausgebreitete Rhabdomfeld der Frontaugen. Dass übrigens die Rhabdome der Frontaugen nicht gleichmässig dick sind, tritt auf diesen Querschnitten deutlich hervor; die centralen Rhabdome — und zwar speciell die den functionirenden Facetten zugehörigen — sind breiter und stehen zudem in weiteren Abständen, als die den rudimentären Facetten zugehörigen peripheren. Auf dieses Verhalten wird in den allgemeinen Erörterungen über den Sehvorgang noch spezieller hingewiesen werden.

Bei der spärlichen Entwicklung des Retinapigmentes, das sogar den meisten Vertretern der Gattung *Nematoseclis* und allen Arten von *Stylocheiron* völlig mangelt, treten die Rhabdome in ungewöhnlicher Schärfe dem Beobachter entgegen. Ihre Plättchenstruktur ist bei einigermaassen genügender Conservirung stets wohl erhalten und lässt mannigfache Verschiedenheiten bei den einzelnen Gattungen erkennen. Am grössten ist sie bei den Mysideen ausgebildet, wo die Plättchen würfelförmige Abschnitte bilden, welche durch eine spärliche Zwischensubstanz getrennt werden. Bei *Arachnomysis* (Taf. XX Fig. 2 rh.) tritt dieses Verhalten besonders auffällig hervor: die Rhabdome erscheinen gekerbt und auf die grössten Rhabdome von 0,09 mm Länge kommen durchschnittlich 10 Plättchen. Etwas feiner ist die Struktur bei *Euphausia* (Taf. XVII Fig. 4), wo auf ein Rhabdom von 0,05 bis 0,06 mm Länge 7 bis 10 durch eine ganz dünne Lage Zwischensubstanz getrennte Plättchen kommen. Gelegentlich war der Distalabschnitt des Rhabdomes etwas gequollen (namentlich an Glycerinpräparaten) und sass wie ein Köpfchen dem Kegel auf; auch nahm ich hier im Centrum der Rhabdome eine Reihe glänzender Körnchen wahr (Fig. 4 a). Bei günstiger Beleuchtung liess sich an den einzelnen Plättchen — wenn auch nicht sehr scharf — eine feine quere Strichelung beobachten (Fig. 4 b). Weit feiner sind die Plättchen bei *Nematoseclis* und *Stylocheiron*; sie bilden hier dünne, stark lichtbrechende Scheiben (Taf. XVII Fig. 5), welche durch eine weniger stark brechende, nahezu gleich breite Zwischensubstanz getrennt werden; bei den in Fig. 5 dargestellten Rhabdomen einer *Nematoseclis*-Art fand ich das Rhabdom aus 16 Scheiben aufgebaut, deren einzelne im Mittel 0,002 mm dick ist. Noch feiner ist die Plättchenstruktur bei *Stylocheiron* (Taf. XIX Fig. 10) und den grossen Arten von *Nematoseclis* ausgebildet. Nach Grenacher (1879 p. 120) alterniren bei *Mysis* die Plättchen der im Leben roth gefärbten Rhabdome; ich habe ein derartiges Verhalten nicht beobachtet und fand stets die Plättchen der anliegenden Rhabdomsegmente in gleiche Höhe gestellt. Manchmal zerfiel sogar das Rhabdom an einzelnen Stellen durch Lockerung der Zwischensubstanz in isolirte quadratische Scheibchen.

Jene complicirte Verästelung einer in die Rhabdome eintretenden Nervenfasers, wie sie

Patten beschreibt und abbildet (1886 p. 629 ff., Taf. 31), habe ich nie wahrnehmen können, und ich hebe daher noch ausdrücklich hervor, dass der fadenförmig ausgezogene Proximalabschnitt des Rhabdome (welcher bei den obigen Längenangaben eingerechnet wurde), entschieden keine Nervenfasern repräsentirt, sondern nach seinem optischen Verhalten aus derselben Substanz wie das Rhabdom besteht. Dagegen constatirt man, dass die Opticusfasern allseitig im Umkreise der Rhabdome die gefensterte Membran durchsetzen und in die Sehzellen eintretend ihnen ein feinstreifiges Aussehen in der Höhe der Rhabdome verleihen. Auf Querschnitten treten die Fasern als lichtbrechende Punkte, wie sie in Fig. 11 a der Taf. XIX dargestellt sind, scharf hervor.

Im Centrum der 7 Retinakzellen zieht sich, wie schon Grenacher bei *Mysis* beobachtete, ein feiner, stark lichtbrechender Axenfaden (*ax.*) von der Kuppe des Rhabdome bis zur Spitze der Krystallkegel hin. Grenacher (1879 p. 118) neigt der Auffassung zu, dass der Faden eher in Beziehung zu den Krystallkegeln stehe, denn zu den Rhabdomen und auch Parker (1891 p. 102) stimmt dieser Ansicht bei, indem er geneigt ist, ihn für einen fadenförmigen Fortsatz der Kegel zu erklären. Nach meinem Dafürhalten repräsentirt er entschieden eine den Retinakzellen zugehörige Bildung, welche dem stark verdünnten Distalabschnitt der Rhabdome vieler nächtlich lebender Arthropoden homolog ist. Der Axenfaden schmiegt sich mit kappenförmig verbreiteter Basis der Kuppe der Rhabdome an (Taf. XVII Fig. 4 und 7 *ax.*) und endet in einen (bei *Thysanoëssa* besonders schön entwickelten) trichterförmigen Abschnitt, welcher die Spitze der Krystallkegel concentrisch umfasst, ohne indessen in organischem Zusammenhang mit ihnen zu treten (Taf. XIX Fig. 12 *inf.*). Die Trichterbildung wird dadurch erklärlich, dass die Retinakzellen in der Höhe der Kegelspitzen auseinanderweichen und trichterförmig die letzteren umfassen. Der Axenfaden liegt demgemäss in seiner ganzen Länge im Centrum der 7 Retinakzellen und steht ausser Connex mit den Krystallkegeln und Krystallzellen.

Eine von Grenacher's und meiner Auffassung durchaus abweichende Anschauung hat sich Patten (1886 p. 629, 643) über den gelegentlich zu einem dünnen Faden reducirten Rhabdomabschnitt gebildet. Nach ihm bildet er das Bindeglied zwischen dem basalen Rhabdomabschnitt und zwischen Krystallkegeln; er steht nicht nur mit dem ersteren, sondern auch mit den Kegeln in organischer Verbindung. Auf Grund dieses vermeintlich sicher gestellten Befundes werden die Krystallkegel als die distalen Verbreiterungen des Stäbchenelementes, als die percipirenden Elemente in Anspruch genommen.

Selbstverständlich erhalten in consequenter Durchführung dieser Ansicht die einzelnen Elemente des Facettengliedes andere Deutung und Bezeichnung. Vor allem macht Patten, indem er den fadenförmigen Proximalteil des Rhabdome für einen Axialnerven erklärt, welcher vom Rhabdom bis zu den Krystallkegeln hinzieht, auf complicirte quere Nervenfasernzüge in den Krystallkegeln aufmerksam, welche die wahren percipirenden Endelemente darstellen sollen. Das Rhabdom erweist sich nach Patten als ein proximaler Fortsatz der Krystallkegel und die Krystallzellen sind die wahren Retinakzellen (l. c. p. 670 ff.)

Auf diese Befunde hin wird die Müller'sche Theorie des musivischen Sehens, wie sie von Grenacher und Exner — wenn auch für manche Fälle modificirt — eingehender begründet wurde, für einen überwundenen Standpunkt erklärt. Jeder Krystallkegel, also jede Einzelfacette, percipirt ein umgekehrtes von der Cornea entworfenes Teilbild der Umgebung und die alte Gottsche'sche Hypothese wird auf die neuen histologischen Ergebnisse hin wieder zu Ehren gebracht.

Die Ansichten Patten's, bewundert von manchen, welche, dem modernen Zuge folgend, in der Erforschung feinsten histologischer Details das alleinige Ziel zoologischer Bestrebungen erblicken, sind freilich wie ein Blendfeuerwerk versprüht. Keiner der neueren Beobachter hat die Nervenetze der Krystallkegel gesehen und manche — so z. B. Watase (1892) und Viallanes (1892) — haben sich noch speciell bemüht, den Nachweis zu führen, dass Krystallkegel und Rhabdome durchaus differente Bildungen repräsentiren, welche in keinem organischen Zusammenhang stehen. Wenn wir noch hinzufügen, dass Patten in einer neueren Mittheilung (1890 p. 354) sich nicht von dem Zusammenhang der Rhabdome und Krystallkegel bei Insekten überzeugen konnte, so dürfen wir es wohl mit Genugthuung begrüßen, dass die Anschauungen von Grenacher und Exner allmählich allgemein Eingang finden.

Aus den obigen Mittheilungen geht hervor, dass wir es bei den Schizopoden mit einem relativ einfachen Aufbau der Facettenglieder zu thun haben, welcher im Grunde genommen von dem bei den Dekapoden bekannt gewordenen Verhalten nur wenig abweicht. Da die grossen Facettenglieder der Frontaugen bei ihrem Pigmentmangel besonders instructive Untersuchungsobjekte abgeben, so mögen nochmals die Constituenten einer Einzelfacette im Zusammenhange vorgeführt werden. Sie setzen sich zunächst aus zwei Bildungszellen der Cornea zusammen, welche von den bisherigen Beobachtern übersehen wurden und mit sichelförmigen Kernen ausgestattet, die vier „Semper'schen Zellen“ überdachen. Von den letzteren bilden sich zwei zu den Krystallzellen aus, welche die zweigetheilten Krystallkegel abscheiden, während die beiden übrig bleibenden als einfache „Füllzellen“ von den bisher erwähnten umschlossen werden. Auf die Krystallzellen mit den Kegeln folgen dann noch die sieben Retinulazellen, welche die viertheiligen Rhabdome mit den Axenfäden ausscheiden. Im Ganzen erhalten wir also 13 Zellen als Constituenten eines Facettengliedes. Zu ihnen gesellen sich dann noch als interfacettäre Elemente die Irispigmentzellen. Will man sie bei Berechnung der in den Aufbau des Facettengliedes eintretenden Elemente in Anschlag bringen, so haben wir zu bedenken, dass jede der sechs ein Facettenglied umsäumenden Pigmentzellen drei benachbarten Gliedern angehört. Auf die Einzelfacette entfallen demgemäss noch zwei Irispigmentzellen und damit würde die Gesamtzahl der in den Aufbau des Facettengliedes eingehenden Zellen fünfzehn betragen. Ich möchte vermuthen, dass es sich in den oben angegebenen Zahlen um Grundzahlen handelt, die bei allen stielhängigen Krebsen wiederkehren. Denn die Retinapigmentzellen, welche allen oben erwähnten Schizopoden fehlen (die Pigmentirung knüpft ja bei ihnen, falls sie überhaupt auftritt, an die Retinazellen an), repräsentiren entschieden Bildungen *sui generis*, welche erst sekundär mit den Facettengliedern Beziehungen eingehen und unter Umständen völlig aus deren Verband durch Einwandern in das Augenganglion austreten. Auch scheinen die entwicklungsgeschichtlichen Befunde darauf hinzuweisen, dass die Retinapigmentzellen nicht den ektodermalen Wucherungen angehören, aus denen die Facettenglieder entstehen, sondern dass sie Mesodermzellen repräsentiren, welche secundär zwischen die Retinulazellen sich eindringen.

Bei sämtlichen von mir untersuchten Schizopoden wird die Zahl der Facettenglieder das ganze Leben hindurch vermehrt und der Umfang des Auges vergrössert. Es geschieht dies dadurch, dass am Rande der Front- und Seitenaugen Knospungszonen als ektodermale Wucherungen auftreten, wie sie Claus (1886 p. 41, Taf. VII Fig. 2 und 3) von jungen Exemplaren

des *Branchipus* zuerst beschrieb. Bei *Euphausia* finde ich diese Knospungszone am medialen (inneren) Rande der facetirten Augenpartie in nur geringer Ausdehnung entwickelt (Taf. XVII Fig. 2 x). Kommt es zur Theilung des Auges in Front- und Seitenaugen, so treten zwei Knospungszonen auf. Diejenige des Frontauges ist der Knospungszone von *Euphausia* homolog und liegt gleichfalls (wie Horizontalschnitte lehren) am medialen Rande der facetirten Partie. Ich finde sie besonders breit bei den *Nematoscelis*-Arten entwickelt, wo sie sich dicht an die durch lang oval ausgezogene Kerne charakterisirte Knospungszone für das Augenganglion anschmiegt. Auch am Frontauge aller Vertreter der Gattung *Stylocheiron* lässt sich an der medialen Fläche leicht die Knospungszone nachweisen (Taf. XIX Fig. 1 x). Um durch einige specielle Angaben die während der Geschlechtsreife ständig sich vollziehende Verbreiterung des Frontauges zu illustriren, so hebe ich hervor, dass jüngere geschlechtlich thätige Exemplare auf einem in der Längsrichtung resp. in der Horizontale geführten Hauptschnitte nur drei fertige Facettenglieder aufweisen (Taf. IX Fig. 1). Das kegelförmig sich zuspitzende Frontauge der jüngeren Exemplare wird nun dadurch in ein cylindrisches übergeführt, dass aus der Knospungszone sich ständig neue Facettenglieder zugesellen; so trifft man auf den angegebenen Hauptschnitten späterhin sieben (Taf. XIX Fig. 1) bis neun (ibid. Fig. 2) funktionirende Facettenglieder an. Mehr als neun ausgebildete Facettenglieder habe ich auf Hauptschnitten durch die Frontaugen älterer Exemplare von *Stylocheiron mastigophorum* nicht nachweisen können. Weit ausgiebiger erweist sich die Verbreiterung des Frontauges unter Mitwirkung der Knospungszone bei den Arten der Gattung *Nematoscelis*; das schöne Frontauge von *N. mantis* weist auf einem Hauptschnitte nicht weniger denn 18—20 Facettenglieder auf (Taf. XVIII).

Auch das Seitenauge nimmt an Umfang vermittelt einer Knospungszone (x') ständig zu. Sie liegt niemals an jenem Rande, welcher an das Frontauge anstößt, sondern an dem der Innenfläche des Augenganglions und dem Leuchtorgane zugekehrten. In direkter Umgebung des Leuchtorganes ist allerdings die Knospungszone nur unansehnlich entwickelt, während sie an allen dem Augenganglion zugewendeten Partien breit auftritt.

In den Knospungszonen sondern sich die mehrschichtigen ektodermalen Zellwucherungen in senkrecht stehende Pfeiler, deren jeder ein Facettenglied bildet. Die Zellen mit ihren Kernen liegen annähernd in gleicher Höhe und liefern in jedem Pfeiler die bekannten Constituenten eines Facettengliedes. Das Irispigment wird erst spät, nämlich dann, wenn der den funktionirenden Facettengliedern anliegende Pfeiler einen bereits weit entwickelten Krystallkegel ausgebildet hat, ausgeschieden. Die Krystallkegel erscheinen in ihrer ersten Anlage, wie dies Grenacher bereits erkannte (1879 p. 118), als kuglige aus zwei getrennten Hälften bestehende lichtbrechende Tröpfchen, welche bald die Kegelform annehmen und einen oft fadenförmig ausgezogenen Proximaltheil erkennen lassen.

Im Grunde genommen handelt es sich bei der Vergrößerung des Facettenauges durch Knospungszonen um denselben Vorgang, wie bei der Embryonalentwicklung. Nach Nusbaum (1887), Herrick (1893 p. 450) und Parker (1890 p. 34) besteht die erste Anlage des Facettenauges aus einer soliden mehrschichtigen Ektodermsscheibe, in welcher sekundär die Zellen sich zu radiär ausstrahlenden Pfeilern (den Anlagen der Facettenglieder) anordnen. Die Knospungszonen repräsentiren einen Theil dieses embryonalen Gewebes, welches ständigen Zuwachs durch jugendliche, indifferente Ektodermzellen erhält und ebenso wie bei dem Embryo einen sekundären Zerfall in Facettenglieder einleitet. Niemals nimmt man wahr, dass das einzelne

Facettenglied durch eine selbständige Einfaltung gebildet wird und ich stimme daher durchaus Parker bei, wenn er auch in seiner neuesten Publikation (1895 p. 66) die Auffassung von Wataſe (1890), nach der die Facettenglieder als Einstülpungen der Hypodermis gelten sollen, zurückweist.

c. *Topographie des Augestieles.*

Die nervösen Centren des Schizopodenauges haben durch Grenacher (1879 p. 120 bis 121) eine für ihre Zeit ganz vortreffliche Darstellung erfahren, welcher ich thatsächlich nur wenig hinzuzutügen wüsste. Da ich mich zudem überzeugte, dass gerade die Mysideen ein für Erkenntniſs des Faserverlaufs in den optischen Ganglien besonders geeignetes Objekt abgeben, so beschränke ich mich auf den Hinweis, dass die Verhältnisse bei den Euphausiden insofern nicht so klar hervortreten, als der Augestiel verkürzt ist und daher die vier Angenganglien sich eng an einander drängen (Taf. XVII Fig. 2 ga<sup>1-4</sup>). Wie sich nun der mächtige Ganglienbelag mit den Fibrillenzügen der von Ganglienzellen freien centralen Substanz in Beziehung setzt, wie die Fasern in den einzelnen Centren sich kreuzen — darüber habe ich zwar an einzelnen Stellen einen nothdürftigen Aufschluss erhalten, der indessen zu einem befriedigenden Gesamtbilde sich nicht vereinigen lässt. Ich glaube daher, dass dem Leser mit einer weitläufigen Darstellung dieser Verhältnisse kaum gedient sein dürfte und das um so mehr, als erst kürzlich Parker (1895 p. 37 ff.) an der Hand der für das Nervensystem neuerdings eingeführten Golgi'schen und Methylenblau-Methode den Faserverlauf im Auge des Flusskrebſes schilderte.

Ein Blick auf die Abbildungen mag jedenfalls für die monströse Entwicklung des Ganglienbelags, wie er im Umkreise des distalen (vierten) Angenganglions auftritt, Zeugniſs ablegen (Taf. XVII Figur 5, Taf. XIX Fig. 2). Bei den Gattungen *Thysanoſſa*, *Nematoseclis* und *Stylocheiron* wird geradezu durch die gewaltige Entwicklung der ganglionären Substanz die von Facettengliedern freie Augenfläche kuglig aufgetrieben. Die Nervenfasern, welche aus dem mehrfach geschichteten distalen Ganglion zu der Retina ausstrahlen, sind bei den mit Front- und Seitenaugen ausgestatteten Formen zu einzelnen Bündeln angeordnet, welche man bei *Stylocheiron* namentlich auf Aequatorialschnitten (Taf. XIX Fig. 1, Fig. 10) in ihrer ganzen Ausdehnung vor sich hat. Sie zerfasern sich kurz vor ihrem Durchtritt durch die *membrana fenestrata* in kleinere Bündel, welche bei *Nematoseclis rostrata* und bei *Bratomyſis Voglii* von Pigment umgeben waren (Taf. XVII Fig. 5, Taf. XX Fig. 1).

Eine für die Gattung *Stylocheiron* besonders charakteristische Bildung gibt ein breites aus verfilzten Lamellen bestehendes Band ab, welches von dem Ringwall an längs der dorsalen Fläche des Frontauges hinzieht und bis zum Leuchtorgan verstreicht (Taf. XIX Fig. 2 sept.). Auf Querschnitten (ibid. Fig. 11) stellt es sich als ein 0,2 mm breites Band dar, welches eine völlige Scheidewand zwischen der ganglionären und der facettirten Partie des Auges herstellt. Zwischen den Lamellen nahm ich lediglich in der Nähe des Ringwalles langgestreckte Kerne wahr, welche vielleicht den sie ausscheidenden Bildungszellen zugehören. Ueber den physiologischen Werth dieser Einrichtung vermag ich mir schwer ein Urtheil zu bilden und ich kann nur hinzufügen, dass es schwach entwickelt auch bei *Nematoseclis* (Taf. XVII Fig. 5 lam.) an den Ringwall sich ansetzt, ohne freilich bis zum Leuchtorgan vorzudringen.

Was den Gefässverlauf im Augenstiele anbelangt, so hat bereits Grenacher (1879 p. 120) darauf aufmerksam gemacht, dass in dem distalen Augenganglion unterhalb der Facetten bogenförmige Capillaren verlaufen. Späterhin verfolgte Claus eingehend den Gefässverlauf der Augenarterie von *Siriella* (1884 p. 8) mit ihrem reichen Capillarnetze im Umkreise der Augenganglien am lebenden Thier. Da mir die capillaren Verzweigungen an den Schnitten durch alle Augen der Euphausiden auffielen, so versuchte ich durch Combination der aus den Schnittserien gewonnenen Bilder einen Einblick zu erhalten. Erleichtert wurde mir das Studium dadurch, dass bei einzelnen Exemplaren von *Nematoscelis* die feinkörnige Blutmasse sich scharf von den ganglionären Centren abhob.

Die Augenarterie vermochte ich im Augenstiele auf den Schnitten durch das Auge von *Nematoscelis mantis* nur eine kurze Strecke weit zu verfolgen. Es scheint mir, dass sie bald zu Lakunen sich ausweitet, deren Anordnung in der Höhe des distalen Ganglions ich auf Fig. 11 der Tafel XII nach combinirten Schnitten darzustellen versuchte. Die gesammte ganglionäre Augenpartie ist gewissermaassen in einen weiten Blutsinus eingesenkt, der an verschiedenen Stellen den mächtigen distalen Ganglienbelag durchsetzt, um sowohl den Dorsalabschnitt des Frontauges (soweit er an die Ganglienmasse angrenzt), wie auch das Leuchtorgan zu umspülen. Dass in das letztere Capillargefässe eindringen, wurde bereits oben (p. 203) bei Schilderung der Augenorgane hervorgehoben. Von zwei Seiten her erfolgt nun eine capilläre und ungemein reizvolle Vascularisirung der an die Facettenglieder angrenzenden Region des distalen Augenganglions. Es dringen nämlich unterhalb der Rhabdome sowohl von dem medialen wie von dem nach Aussen gewendeten Rande der an die Facettenglieder anstossenden ganglionären Partie starke Stämme zwischen die Opticusfasern vor, welche sich allmählich in feinere Capillaren auflösen und bogenförmig dicht unterhalb der Retina verstreichen. Auf Längsschnitten durch die Augen von *Nematoscelis* und *Stylocheiron* findet man die Querschnitte der Capillargefässe namentlich unterhalb des Seitenauges in sehr regelmässiger zickzackförmig alternirender Anordnung (Taf. XVII Fig. 5 v' Taf. XVIII Fig. 1 und 2, v, v', Taf. XIX Fig. 1 und 2 v, v').

Bei den kleineren Arten von *Nematoscelis* (*N. Sarsi*, *N. rostrata*) vermochte ich auf günstig geführten Horizontalschnitten die Augenarterie bis zur facettirten Region zu verfolgen. Sie scheint sich bei ihnen nicht so frühzeitig in Lakunen auszuweiten wie bei *N. mantis*, da man sie deutlich von der Wurzel des Augenstieles an auf der Aussenseite wahrnimmt, bis sie in Begleitung gleich zu erwähnender Muskelbündel ausserhalb des Leuchtorganes das dicke Ganglienpolster durchsetzt und unterhalb des Seitenauges (von dessen dem Leuchtorgane zugekehrten Rande aus) sich in die Capillaren auflöst.

Bei *Euphausia* sind die Capillaren (v) unterhalb der Facettenglieder von stärkerem Caliber; sie anastomosiren gelegentlich mit einander und einzelne entsenden auch Aeste hinter die Ganglienlage, welche kapuzenförmig das vierte Augenganglion durchsetzt. Ziemlich reichlich treten sie weiterhin zwischen den vierten und dritten Ganglion auf, während nur spärliche Aeste zwischen den übrigen ganglionären Anschwellungen des Sehnerven zur Beobachtung gelangen. Innerhalb der fibrillären Grundsubstanz der drei proximalen Ganglien habe ich keine Capillaren beobachtet, dagegen werden sie, ähnlich wie dies Claus von *Siriella* schildert, an ihrer Peripherie von Capillaren umspinnen. An der Innenseite des Augenstieles vermochte ich die *arteria ophthalmica* bis zur facettirten Region zu verfolgen, wo sie sich in die Capillaren auflöst (Taf. XVII Fig. 2 a. ophth.). Auf der gegenüberliegenden Seite gelang es mir nicht mit ähnlicher Schärfe

ein stärkeres, die Capillaren entsendendes Gefäss nachzuweisen. Die oval gestreckten Kerne der Blutgefässe treten sowohl an den Capillaren wie an den stärkeren Stämmen (auch am Saume der lakunenartigen Verbreiterungen bei *Nematoscelis mantis*) deutlich hervor.

---

Was endlich die Muskulatur des Augenstieles anbelangt, so besteht sie bei *Euphausia* aus zwei kräftigen Bündeln, von denen der eine am inneren (medialen), der andere am äusseren Rande des Stieles bis zur facettirten Region des Auges verstreichen (Taf. XVII Fig. 2 mu.). An der Wurzel des Augenstieles kreuzen sich die beiden Bündel. Die gewaltige Entwicklung des Augenganglions bringt es mit sich, dass bei den Gattungen *Nematoscelis* und *Stylochiron* der aus Ganglienzellen gebildete Belag von den Augenmuskeln direkt durchsetzt wird. Der zum äusseren Rande des Auges verstreichende Muskel bleibt schlank und ungetheilt, während der längs des medialen Randes verlaufende und mit dem ersteren sich kreuzende in drei Bündel ausläuft (Taf. XII Fig. 11 mu.). Längsschnitte durch die Augen zeigen, dass der am Aussenrande sich inserirende ungetheilte Muskel höher liegt, als der stets von einem Blutsinus begleitete dreigetheilte (Taf. XVII Fig. 5, Taf. XIX Fig. 2 mu und mu'). In dem langen Augenstiele von *Arachnomysis* sind die beiden Muskeln in mehrere zickzackförmig sich kreuzende Bündel aufgelöst.

---

## 2. Der Sehvorgang im Auge der Tiefsee-Schizopoden.

Die Augen der von mir untersuchten Mysideen und Euphausiden erfüllen alle Bedingungen, welche nach den feinen Beobachtungen Exner's (1891) nothwendig sind für das Zustandekommen eines Superpositions-Bildes, d. h. eines aufrechten Bildes, bei dem die den einzelnen Facettengliedern zugehörigen Lichtmassen in der Ebene der Netzhaut zu einem grossen Theile übereinander fallen. Ein Superpositionsbild ist nur möglich in Augen, in denen sich zwischen dem dioptrischen Apparat und der empfindlichen Schichte der Netzhaut eine dickere Lage durchsichtigen Gewebes in einer solchen Anordnung findet, dass ein Netzhautelement von Strahlen, die aus mehreren Kegelspitzen austreten, getroffen werden kann (Exner 1891 p. 75). Es darf von vornherein erwartet werden, dass ein Superpositionsbild, welches vor dem (den Joh. Müller'schen Vorstellungen entsprechenden) Appositionsbild den Vorzug grösserer Lichtstärke aufweist, im Auge jener Crustaceen Verwerthung findet, welche in den dunklen Tiefenregionen schweben. In besonderem Maasse trifft dies für die Frontaugen von *Nematoseelis mantis* und der Gattung *Stylocheiron* zu, welche bei der enormen Vergrösserung der Facettenglieder, bei der weiten Entfernung zwischen den Linsencylindern und Rhabdomen und bei dem Mangel eines Retinapigmentes in vollendeter Weise die Charaktere von Dunkelaugen erkennen lassen. Die genannten Frontaugen sind überhaupt die vollkommensten Dunkelaugen, von denen wir bis jetzt Kenntniss haben und so dürfte es angezeigt sein, einige biologische Bemerkungen über dieselben einzuflechten.

Zunächst verdient die bemerkenswerthe Thatsache Erwähnung, dass das Auge der Tiefsee-Euphausien in zwei Abschnitte zerfällt, deren einer — das Seitenauge — die von den Leuchtorganen belichteten Objekte wahrnimmt, deren anderer — das Frontauge — Gegenstände sieht, welche von den Lichtkegeln der dem betreffenden Individuum zukommenden Leuchtorgane nicht betroffen werden. Ich verweise in dieser Hinsicht auf die obigen Bemerkungen (p. 205) über die Drehungen der Leuchtorgane, welche es ausgeschlossen sein lassen, dass die vom Thiere selbst erzeugte Phosphorescenz dem Frontauge direkt dienstbar gemacht wird. Das Frontauge wird, falls die in seinen Gesichtskreis gelangenden Organismen nicht phosphoresciren, im Allgemeinen nur schattenhaft verschwommene Umrisse wahrnehmen. Dies gilt in besonderem Maasse für das Frontauge von *Stylocheiron mastigophorum*, welches bei der geringen Zahl von 30—60 Facettengliedern und bei den relativ weiten Zwischenräumen zwischen den Rhabdomen schwerlich ein detaillirtes Bild wahrzunehmen vermag. Weit günstiger ist das grosse Frontauge von *Nematoseelis mantis* mit etwa 300 Facettengliedern und den dicht aneinander gedrängten Rhabdomen für Perception specialisirter Bilder eingerichtet.

In jeder Hinsicht sind die Seitenaugen mit ihren Tausenden schmaler Facettenglieder, welche nahezu eine Kugelschale bilden, für Wahrnehmung nicht verzerrter und detaillirter Bilder am günstigsten gestellt.

Um ein specielles Beispiel anzuführen, so sei bemerkt, dass die Corneafacetten des Seitenauges von *Stylocheiron mastigophorum* nur ein Drittel so breit sind wie die Facetten des Front-

anges. Die Rhabdome des Seitenauges stehen demgemäss weit enger gedrängt und die Leistungsfähigkeit des Seitenauges — was die Specialisirung des Bildes anbelangt — überbietet diejenige des Frontauges um das Dreifache.

Exner verdanken wir ausser seinen Darlegungen über die Dioptrik der Facettenglieder auch noch die interessante Entdeckung der Pigmentwanderung im Licht- und Dunkelauge. Er weist darauf hin, dass bei allen Arthropoden, welche mittels Superpositionsbilder im Hellen und im Dunkeln sehen, sinnfällige Verschiebungen des Iris- und Retinapigments stattfinden. Bei der Belichtung wandert das Irispigment nach hinten (in proximaler Richtung), während umgekehrt das Retinapigment (oft aus den unterhalb der Retina gelegenen Schichten) bei Crustaceen aufsteigt und die vorderen Enden der Rhabdome umscheidet. Die Folge ist, dass ein grosser Theil der einfallenden Strahlen im grellbelichteten Auge absorbiert wird, während sie umgekehrt im Dunkelauge ungehindert die Retina durchsetzen.

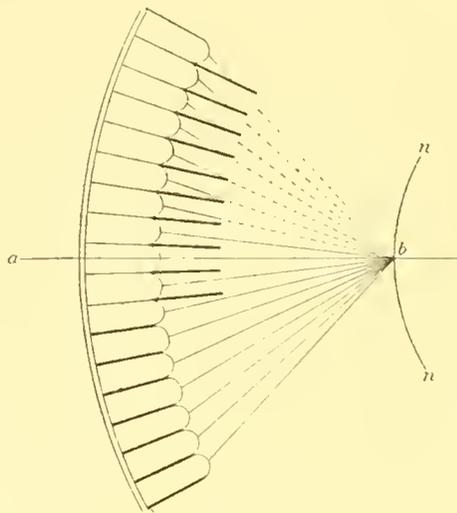


Fig. 6.

Zur Orientierung des mit den neueren Ergebnissen über die Physiologie des Facettenauges nicht vertrauten Lesers gebe ich die Copie einer schematischen Darstellung von Exner, welche in anschaulicher Weise die Wirkung der Irispigmentverschiebung versinnlicht. In dem Holzschnitte 6 ist in dem oberen Theile die Lichtstellung, in dem unteren die Dunkelstellung des Irispigmentes versinnlicht. Wenn nun aus der Richtung *a* von einem entfernten Punkte ausgehend Lichtstrahlen annähernd parallel auf die Cornea auffallen, so werden sie durch die als Linsencylinder wirkenden Krystallkegel sich in dem Punkte *b* zum Bilde auf der Netzhaut *n—n* vereinigen. Wir erhalten also

einen sehr lichtstarken, durch „Superposition“ erzeugten Bildpunkt *b*. Nimmt nun bei greller Belichtung das Irispigment durch Wanderung die in der oberen Hälfte der Figur angedeutete Lichtstellung ein, so ist leicht ersichtlich, dass ein Theil der Strahlen durch das Pigment absorbiert wird und nicht zum Bildpunkt gelangt. Denkt man sich nun, dass bei greller Belichtung das in der obigen Figur nicht dargestellte Retinapigment aus den hinter den Rhabdomen gelegenen Partien aufsteigt und dem Irispigment in distaler Richtung entgegenwandert, so würde jedes Facettenglied von den Krystallkegeln an völlig mit Pigment umscheidet sein. Der Effekt liegt auf der Hand: das Superpositionsbild wird in ein Appositionsbild übergeführt, indem nur die auf den Krystallkegel senkrecht auffallenden Strahlen zum Rhabdom gelangen, alle aus den benachbarten Facettengliedern zum Punkte *b* gebrochenen Strahlen hingegen durch das Pigment absorbiert werden.

Mit Exner's Befunden stimmen sehr wohl die unabhängig von ihm angestellten Experimente von Frä. Szezawinska (1891 Figuren 1 u. 2 Tafel XVI und 1, 2, 10, 11 Taf. XVII) an Crustaceenaugen überein. Da ich selbst Gelegenheit hatte, die Präparate der genannten Dame

zu studiren und mich von der exakten Durchführung der Experimente zu überzeugen.<sup>1)</sup> so kam ich in jeder Hinsicht den Ausspruch Exner's bestätigen, dass die Facettenaugen sich in höherem Grade durch ihre Pigmentwanderungen den verschiedenen äusseren Helligkeiten anpassen, als es das Wirbelthierauge durch seine Iris vermag. Ich will nicht verfehlen, darauf hinzuweisen, dass in einer soeben erschienenen Publikation von Parker (1895 p. 24—26) die Angaben Exner's über die Pigmentwanderungen in der Hauptsache durchaus bestätigt werden. Parker hat zudem die Experimente Exner's weitergeführt und an in geeigneter Weise behandelten Flusskrebsaugen (deren gesammte Facettenlage intakt gelassen wurde) durch direkte Beobachtung den Nachweis geführt, dass bei belichteten Augen ein aufrechtes Appositionsbild in der Höhe der Rhabdome entsteht (ibid. p. 35—36).

Wenn wir uns nun an der Hand der Exner'schen Ergebnisse die Bedingungen versinnlichen, unter denen pelagische Organismen ihre Lebensarbeit verrichten, so dürfen wir von vornherein erwarten, dass Pigmentverschiebungen nur solchen zukommen, welche an der Oberfläche leben oder gleichzeitig an der Oberfläche und in der Tiefe verbreitet sind, dass hingegen bei allen echten Tiefenbewohnern Pigmentverschiebungen in Wegfall gekommen sind resp. dass die Pigmentvertheilung in der für das Dunkelauge charakteristischen Anordnung durchgeführt ist. In denkbar vollkommener und wegen ihrer unerwarteten Sinnfälligkeit mir geradezu überraschender Weise ist dies Verhalten an den Augen von *Nematoseclis mantis* und der *Stylocheiron*-Arten durchgeführt: Das Retinapigment, welches ja überhaupt funktionell für Tiefseeorganismen belanglos wäre, ist in Wegfall gekommen und das Irispigment zeigt constant die Dunkelstellung. Ich habe nun in dem vorigen Kapitel darauf hingewiesen, dass gelegentlich diese Tiefseeformen auch vereinzelt bis an die Oberfläche gelangen und habe auch auf die Bedingungen aufmerksam gemacht, unter denen dies geschieht. Indem ich bezüglich der letzteren auf meine früheren Ausführungen verweise (p. 142), bemerke ich, dass ich die Augen des von mir bei Tage an der Oberfläche (bei den Canarischen Inseln) erbeuteten Exemplares von *Stylocheiron mastigophorum* in Schmitte zerlegte, ohne indessen eine Verschiebung des Irispigmentes wahrzunehmen. Sicherlich schwebte das Exemplar so lange in intensiv belichteten Regionen, dass Pigmentwanderungen hätten eintreten müssen, falls sie überhaupt dem Thiere zukämen. Ebenso habe ich die bei Tag und zwar bei greller Belichtung mit den Tiefennetzen erbeuteten Exemplare mit jenen verglichen, die ich bei nächtlichen Zügen fing (die Protokolle der Fänge enthalten alle hierauf bezüglichen Daten), ohne dass Differenzen sich ergeben hätten.

Das Auftreten von Retinapigment in der Umgebung der Rhabdome und längs der Sehnervenäste bei den *Euphausia*-Arten, bei *Nematoseclis rostrata*, *Thysanoëssa gregaria* und *Bratomysis Vogtii* deutet hingegen darauf hin, dass diese Organismen sich gelegentlich in belichteten Regionen anhalten.

Wenn nun die hier geäußerten Vorstellungen das Richtige treffen — und ich weise ausdrücklich darauf hin, dass sie mit den in der Einleitung zum vorigen Kapitel p. 139—143 mitgetheilten Ergebnissen über die vertikale Verbreitung pelagischer Organismen in Einklang stehen — so gelingt es, ein untrügliches Merkmal für die Augen der Tiefsee-Crustaceen in der Ver-

<sup>1)</sup> Die an Insekten an Arachniden angestellten Experimente von Micheline Stefanowska (La distribution histologique du pigment dans les yeux des Arthropodes sous l'influence de la lumière directe et de l'obscurité complète in: Recueil Zoolog. Suisse T. V 1889) sind wenig zuverlässig und theilweise den Ergebnissen von Exner und Szczańska direkt entgegengesetzt.

theilung des Pigmentes zu erkennen. Ich darf es gera lezu als das wesentliche Ergebniss meiner Untersuchungen bezeichnen, dass die biologische Eigenart pelagischer Crustaceen ihren getreuen Spiegel im feineren Bau des Auges findet. Pelagisch flottirende Schizopoden, welche auf den ständigen Aufenthalt in den dunklen Tieferegionen angewiesen sind, entbehren des Retinapigmentes. Der Mangel des Retinapigmentes weist unzweideutig auf die Tiefsee-Natur des betreffenden Organismus hin.

Was nun die Anordnung des Irispigmentes bei den Tiefsee-Schizopoden anbelangt, so ergeben sich wesentliche Differenzen zwischen Front- und Seitenaugen lediglich bei den *Stylocheiron*-Arten. An den Seitenaugen muscheidet es fast den ganzen Krystallkegel, während es an den Frontaugen nur einen schmalen Ring am unteren Drittel der Kegel bildet. Es liegt auf der Hand, dass eine derartige Anordnung des Irispigmentes bei gleichzeitigem Mangel des Retinapigmentes eine Ueberempfindlichkeit des Auges gegen grelle Belichtung bedingt. Das Frontauge bietet uns den conträren Gegensatz zu dem Tagesauge vieler Insekten mit Appositionsbildern dar. Während die letzteren nachtblind sind und in der Dunkelheit nicht sehen, so sind wir wohl im Recht, wenn wir die mit den oben geschilderten Frontaugen ausgestatteten Crustaceen für „tagblind“ erklären und ihnen das deutliche Sehen in belichteten Regionen absprechen. Gerade dieser Umstand mag es vorwiegend bedingen, dass die genannten Emphausiengattungen belichtete Regionen meiden und an die Tiefe gebannt sind.

Als Compens für den Mangel des Pigmentes ist nun offenbar die für Wasserthiere fast befremdliche Wölbung der Cornea eingetreten. Es wäre irrthümlich, aus diesem Verhalten den Schluss zu ziehen, dass die Augen der Tiefsee-Formen nur nahe Gegenstände wahrnehmen. Die Einzelfacette gleicht stets einem auf Unendlich eingestellten astronomischen Fernrohr; die Hauptstrahlen gelangen zu dem Rhabdom, gleichgiltig ob die Cornea gewölbt oder flach ist. Wohl aber kommt die sammelnde Kraft der Linse, zumal wenn dieselbe halbkugelig hervorgewölbt ist, für die Seitenstrahlen in Betracht. Wenn auch der Brechungsexponent der Cornea sich vielleicht nur wenig von jenem des Seewassers unterscheidet (Unterschiede müssen vorhanden sein, wenn die Corneawölbung überhaupt einen Sinn haben soll), so werden doch die Seitenstrahlen gegen den Krystallkegel gebrochen und durch die eigenthümliche Wirkung dieser Linsencylinder den Rhabdomen zugeführt. Die Zusammensetzung der Cornea aus mehreren schalenförmig ineinandergreifenden Chitinlagen trägt sicher dazu bei, die Brechung der schräg einfallenden Strahlen zu unterstützen. Jedenfalls können Strahlen, welche im gewöhnlichen Auge bei mangelnder Krümmung der Cornea durch das Pigment absorbiert werden, den pereipirenden Elementen zugeführt werden: gewiss eine sinnreiche Einrichtung für ein Auge, indem alles auf Nutzbarmachen einfallender Strahlen, wenig auf Detaillirung des Bildes ankommt.

Immerhin ist nicht zu leugnen, dass in den so kärglich mit Pigment ausgestatteten Frontaugen mit ihren nach Art der nächtlich lebenden Insekten enorm verlängerten Facettengliedern sehr starke Zerstreungskreise um die einzelnen Bildpunkte auftreten werden. Exner hat bereits darauf aufmerksam gemacht, dass solche Zerstreungskreise nicht nur in den Augen mit Superpositionsbild, sondern selbst auch in jenen mit Appositionsbild auftreten müssen, und scharfsinnig, wie seine ganzen Darlegungen sind, sucht er nachzuweisen, dass die Zerstreungskreise vorzüglich das Erkennen von Bewegungen unterstützen. Es liegt nun auf der Hand, dass in einem Auge mit mangelndem Retinapigment ein schräg auf die Kuppe eines Rhabdomes auffallender Strahl ungehindert in seinem weiteren Verlauf noch benachbarte Rhabdome treffen und

in Erregungszustand versetzen kann. In dem Frontauge mit seinen relativ langen Rhabdomen wird sich ein ungewöhnlich breiter Zerstreungskreis bilden, welcher dem Thier die Annäherung von Objekten — wenn auch nur in schattenhafter Verschwommenheit — verräth. Unterstützt wird dieses Vermögen dadurch, dass in dem Frontauge von *Stylocheiron* im Umkreis jener Rhabdome, welche den mit Krystallkegeln versehenen Facettengliedern zugehören, noch eine ungewöhnlich grosse Zahl von Sehstäben wohl entwickelt und offenbar auch funktionsfähig auftritt, welche — wie der Verlauf der Achsenfäden beweist — den rudimentär gewordenen Seitenfacetten angehören. Um eine Vorstellung von diesem Verhalten zu geben, so bilde ich im beiliegenden Holzschnitt Fig. 7 nach einer Mikrophotographie einen Querschnitt durch das Rhabdomfeld desselben Auges ab, dessen obere Partie in Fig. 9 der Tafel XIX dargestellt wurde. (Vergl. auch die Figur 11 der Taf. XIX).

Man constatirt, dass die zu den 34 ausgebildeten Facettengliedern gehörigen Sehstäbe (welche in dem nebenstehenden Holzschnitte durch eine punktirte Linie umrandet wurden) nur einen kleinen Theil des gesammten Rhabdomfeldes mit seinen in Kurven angeordneten Rhabdomen abgeben. Würde das Frontauge, statt trichterförmig sich zu verbreitern, cylindrisch gestaltet sein und nur so viele Rhabdome enthalten, als funktionirende Krystallkegel ausgebildet sind, so müsste ein grosser Theil schräg einfallender Strahlen an den Wandungen des Cylinders durch das Pigment absorbirt werden. Bei der vorliegenden Form des Auges treffen indessen schräg einfallende Strahlen die seitlichen Rhabdome, indem sie gleichzeitig wiederum Zerstreungskreise bedingen: ein neues Zeugniß dafür, dass im Dunkelauge der Tiefseeformen eine möglichst grosse Zahl einfallender Strahlen für den Sehvorgang nutzbar gemacht wird. Die Region schärfster Perception im Rhabdomfelde wird immerhin jene sein, welche die den funktionirenden Facettengliedern angehörigen Rhabdome umfasst; sie verhält sich — wenn der Vergleich gestattet ist — wie die Macula lutea zur Netzhautperipherie.

Unter den gesammten Schizopoden steht, auch im Hinblick auf den Sehvorgang, am eigenartigsten die Gattung *Arachnomysis* da. Durch den Wegfall des Seitenauges (Taf. XX Fig. 2) ist ihr die Möglichkeit benommen, detaillirte Bilder zu sehen, und indem die Retina sich verkürzt und einen mit klarer Flüssigkeit erfüllten Hohlraum frei lässt, sind die Facettenglieder als geschlossene Einheiten nicht mehr vorhanden. In physiologischer Hinsicht dürfte es freilich gleichgiltig sein, ob bei einem des Retinapigmentes entbehrenden Frontauge die durchsichtigen Retinulä bis zu den Krystallkegeln reichen oder nicht: Superpositionsbilder und Zerstreungskreise entstehen ebenso wie in den Frontaugen mit geschlossenen Facettengliedern.

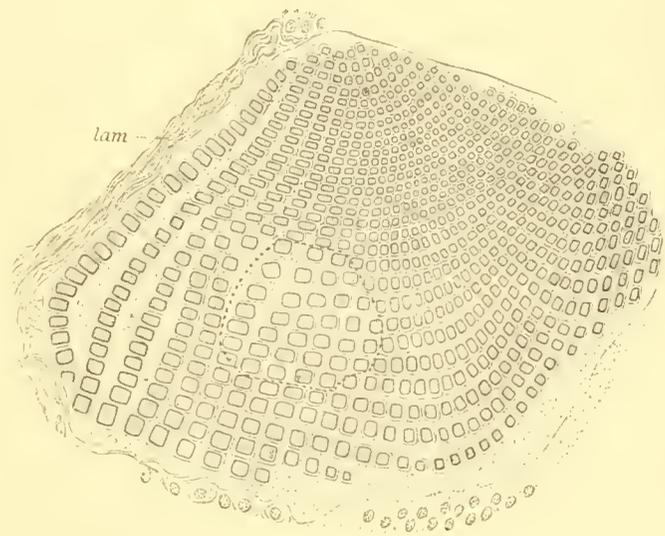


Fig. 7

Der Abriss, welchen ich über den Bau und die Leistung der Augen von Schizopoden gegeben habe, mag vielleicht den Leser überzeugt haben, dass es nur auf dem Wege des Vergleiches gelingt, ein volles Verständniß für die morphologische und physiologische Eigenart der Tiefseeaugen zu gewinnen. Die Anpassungen, welche dahinführten, dass das für Wahrnehmung bei Tag und Nacht eingerichtete Kugelauge der Flachwasser-Mysideen und der Euphausiden-gattungen *Thysanopoda*, *Nyctiphanes* und *Euphausia* in ein zweigetheiltes Dunkelauge übergeführt wurde, lassen sich schrittweise verfolgen, und ich glaube im vorigen Kapitel (p. 181—189) mit guten Gründen nachgewiesen zu haben, dass die phyletische Entwicklung der Tiefsee-Schizopoden in diesem Verhalten ihren Ausdruck findet.

### 3. Die Augen der Sergestiden.

Taf. XX Fig. 3—8.

Nach den Erörterungen über den Bau und die Leistung des Schizopodenauges scheint es mir angezeigt, bei einigen pelagischen Crustaceen auf Facettenaugen hinzuweisen, welche durch die Abweichung von der normalen Kugelgestalt Interesse erwecken dürften. Wenn ich in erster Linie die **Sergestiden** herausgreife, so geschieht dies nicht nur aus dem Grunde, weil sie eine durch hochpelagische Lebensweise ausgezeichnete Familie repräsentiren, sondern auch, weil durch meine früheren Untersuchungen (1887 p. 33, 1889 p. 20) bekannt geworden ist, dass einzelne Vertreter der Gattung *Sergestes* die grösseren Tiefen bevorzugen. Ein junges Exemplar des durch die exorbitante Länge seiner Antennen ausgezeichneten *Sergestes (Sergia) magnificus* Chun fand ich im Inhalt des in ca. 800 m versenkten Schliessnetzes vor *Ischia* und eine vielleicht *S. longirostris* Sp. Bate zugehörige Larve im Schliessnetz aus 500 m bei der Überfahrt nach den Canaren. Da nun regelmässig die in grössere Tiefen versenkten offenen Netze Sergestiden und deren Larvenformen enthielten, so dürfte die Annahme wohl nicht von der Hand zu weisen sein, dass sie einen Bestandtheil der in dunklen oder nur von Dämmerlicht erleuchteten Regionen schwebenden Fauna ausmachen.

Mit diesen Befunden stimmen diejenigen der Plankton-Expedition insofern überein, als *Sergestes Atlanticus* M. Edw. in einem Schliessnetzfang aus 700—500 m und eine Sergestidenlarve sogar in der bedeutenden Tiefe von 3450—3250 m erbeutet wurde (Ortmann 1893 p. 59 u. 70). Dabei geriethen sowohl auf der Plankton-Expedition, wie auf der Fahrt des „Albatross“ im pacifischen Ocean Sergestiden häufig in die offenen Tiefennetze. Wenn freilich die Nachrichten über die Tiefenverbreitung der Sergestiden relativ spärlich fliessen, so liegt dies wesentlich daran, dass sie mehr vereinzelt und nicht in solchen Schwärmen wie die Euphausiden im Ocean verbreitet sind.

Was nun die Augen der Sergestiden anbelangt, so zeigt schon ein Blick auf die der Monographie von Kroyer (1859) beigegebenen Abbildungen, dass sie häufig von der Kugelform abweichen. Kuglig gestaltete Augen, die zudem von mässiger oder nur geringer Grösse sind (*Sergestes Frisii* Kr., *S. cornutus* Kr.), scheinen sogar seltener vorzukommen, als eiförmig gebildete.<sup>1)</sup>

Ebenso wie die Form der Augen schwankt auch die Länge des Augenstieles bei den einzelnen Arten. Im Allgemeinen ist er kurz bei den mit Kugelaugen ausgestatteten, lang hingegen bei den durch eiförmige Augen ausgezeichneten Formen. Die letzteren sind es nun, welche vorwiegend unser Interesse in Anspruch nehmen und deren bisher noch so gut wie unbekannt gebliebene Augen ich in ihrem feineren Bau vorführen möchte.

Betrachtet man das eiförmige Sergestidenauge von der Seite, so ergiebt es sich, dass es

<sup>1)</sup> In dem soeben (1895) erschienenen prächtigen Werke über die vom „Albatross“ erbeuteten Tiefseepodophthalmen (W. Faxon, The stalked-eyed Crustacea, Mem. Mus. Comp. Zool. Cambridge Vol. XVIII) wird ein *Sergestes inous* Fax. beschrieben (p. 208, Taf. 51 Fig. 2), dessen Augen auffällig klein und nicht breiter als der Augenstiel sind.

einen breiteren Pol aufweist, welcher den Augensiel ventralwärts nur wenig überragt und einen zugespitzten Pol, der dorsalwärts weit über den Augensiel vorspringt (Tafel XX Fig. 3). Der Vergleich mit einem Ei trifft wegen der verschiedenen Form der beiden Pole durchaus zu und so sei nur noch hinzugefügt, dass der den Augensiel überragende spitze Pol entweder direkt nach oben oder schräg nach oben und vorne gewendet ist. Bei den von mir auf Schnitten untersuchten Augen von *Sergestes longirostris* Kr., *S. longispinus* Bate, *S. armatus* Kr. und *S. magnificus* Ch. (ich schnitt ausserdem noch einige Augen von Arten, die ich nicht zu bestimmen vermochte) bildet die Längsachse des facettirten Auges einen bald mehr, bald minder spitzen Winkel mit der Längsachse des Augensieles. Aus den Abbildungen von Kroyer scheint indessen hervorzugehen, dass auch Arten existiren, bei denen die beiden Längsachsen in stumpfem Winkel zusammenstossen (1859 Taf. III Fig. 8 *S. ancyllops* Kr.). Bei spitzwinkligen Augen, wie ich kurz diejenigen der ersten Kategorie nennen will, kann die Längsachse des Auges mit der Medianebene dadurch in parallele Lage gebracht werden, dass der bewegliche Augensiel nach unten und hinten gesenkt wird, während er bei den stumpfwinkligen schräg nach vorn und oben gehoben werden muss, um den gleichen Effekt zu erzielen.

Ein Längsschnitt durch das Sergestidenauge, wie ich ihn auf Taf. XX Fig. 3 von *Sergestes armatus* zur Darstellung bringe, lehrt nun, dass die nach oben resp. schräg nach vorne gerichtete Partie durch eine ungewöhnliche Verlängerung ihrer Facettenglieder ausgezeichnet ist. Ganz allmählich gehen die verlängerten am spitzen Augenpol gelegenen dorsalen Glieder in die kürzeren angrenzenden und namentlich in die stark verkürzten ventralen über. Die Rhabdome bilden im Allgemeinen ein von Pigment umhülltes Oval, welches excentrisch der Ventralfläche des Auges bedeutend näher liegt, als der Dorsalfläche. Um die Grössenunterschiede in der Ausbildung der Facettenglieder durch einige Zahlenangaben zu illustriren, so bemerke ich, dass das in Fig. 3 dargestellte Auge von *S. armatus* (soweit die facettirte Region in Betracht kommt) einen Längenindex von 0,83 mm bei einer Breite von 0,4 mm aufweist. Die längsten dorsalen Facettenglieder messen 0,6 mm, die kürzesten ventralen 0,16 mm; die ersteren sind also nahezu viermal so lang wie die letzteren. Noch auffälliger gestaltet sich das Verhältniss, wenn man lediglich die Krystallkegel in Betracht zieht: die dorsalen Kegel sind siebenmal so lang wie die ventralen!

Wie aus dem Gesagten hervorgeht, so liegen an dem Sergestidenauge insofern ähnliche Umbildungen wie bei dem Schizopodenaug vor, als es wiederum die nach oben resp. schräge nach vorn gewendete Partie des Auges ist, welche von einer auffälligen Verlängerung der Facettenglieder betroffen wird. Es unterscheidet sich freilich wieder von dem Auge der pelagischen Tiefsee-Schizopoden dadurch, dass eine Theilung in ein Front- und Seitenaug nicht zu Stande kommt. Unmerklich geht die frontale Partie in die ventrale über, ohne dass eine Pigmentabgrenzung erfolgt und rudimentäre Facettenglieder sich einschalten.

Auch in dem Bau der einzelnen Facettenglieder ergeben sich wesentliche Unterschiede zwischen Schizopoden und Sergestiden.

Die Corneafacetten, welche an den verlängerten Facettengliedern 0,03 mm breit werden, sind nach Aussen flach, nach Innen schwach convex vorgewölbt. Sie werden von je zwei Hypodermiszellen abgeschieden, welche daehförmig zusammenneigen und durch die bekannten Sichelkerne (Fig. 4 m. e.) charakterisirt sind.

Die vier Krystallzellen neigen gegen die Cornea kegelförmig zusammen und berühren

mit der Spitze des im Querschnitt oval gestalteten (Fig. 4 cr.) und bei der Seitenansicht feingestreiften Kegels die Cornea (Fig. 5 cr.). Auf diese eigenthümliche Gestaltung des Distalabschnittes der Krystallzellen hat namentlich Parker bei *Gonodactylus* und bei verschiedenen Dekapoden (1891 p. 105 und 110) aufmerksam gemacht. Wenn ich mich überhaupt bei historischen Nachweisen auf das Nothwendigste beschränke, so geschieht das wesentlich mit Rücksicht auf die genannte fleissige Publikation von Parker, in welcher die allmähliche Entwicklung unserer Kenntnisse von den Elementen der Facettenglieder übersichtlich geschildert wird (1891 p. 108—115). Die vier Kerne der Krystallzellen (nu. cr.) sind oval gestaltet und liegen in einer Ebene dicht nebeneinander (Fig. 6). Dass in diesem Verhalten der einzige wesentliche Unterschied zwischen den Facettengliedern der Schizopoden und Dekapoden sich ausprägt, wurde oben (p. 220) bereits betont.

Eigenthümlich für die Sergestiden ist nun der Umstand, dass die Krystallkegel (con.) sich nicht scharf von dem Distalabschnitt der Krystallzellen abgrenzen lassen. Es macht fast den Eindruck, als ob die Krystallzellen selbst in die Kegel aufgingen und so glaube ich wohl den Verhältnissen am besten dadurch Rechnung zu tragen, dass ich den gesammten Abschnitt unterhalb der vier Kerne als Krystallkegel in Anspruch nehme. Sie stossen in ihrer distalen Hälfte dicht aneinander und platten sich gegenseitig nahezu quadratisch ab, während sie proximalwärts bei rundlichem Querschnitt auseinanderweichen und schliesslich in lange stabförmige Ausläufer enden, die sich bis zu dem Retinapigment verfolgen lassen (Fig. 3 con.). Der stabförmig verjüngte Proximalabschnitt der Kegel ist an den ventralen Facettengliedern sehr kurz, auffällig lang hingegen an den dorsalen. Auf Querschnitten (Fig. 7) tritt überall deutlich die Zusammensetzung des Kegels aus vier Abschnitten hervor, welche nach dem Eintritt des proximalen stabförmigen Abschnittes in das Retinapigment sich spalten und längs der Rhabdome als feine Fäden sich verfolgen lassen. Ob sie bis zur Basalmembran reichen, vermag ich bei der Feinheit des Objectes nicht anzugeben.

Am verjüngten Proximalabschnitt der Krystallkegel tritt ein Saum dicht gedrängter und relativ kleiner runder Kerne (0,01 mm) auf, welche den Retinulazellen angehören. Bei der Kleinheit der Elemente ist es schwer, genau die Zahl der zu einem Facettenglied gehörigen Sehzellen zu bestimmen; ich glaube indessen durch Zählung der Zellkerne auf Querschnitten versichern zu können, dass die für Schizopoden und Dekapoden typische Siebenzahl auch für die Sergestiden gilt. Unterhalb der Kerne sind die Zellen braunschwarz pigmentirt und zwar tritt das Retinapigment besonders dicht in Gestalt eines relativ dünnen Saumes im Distaltheil der Zellen auf. Auf Querschnitten durch diese Region constatirt man, dass die Pigmentkörner sich im Umkreis der durchtretenden Krystallstäbe am dichtesten häufen, während sie längs der Rhabdome entweder völlig fehlen oder doch nur sehr zerstreut vorkommen.

Die stark lichtbrechenden und wegen der Zusammensetzung aus einzelnen Plättchen querstreiften Rhabdome erreichen eine Länge von 0,08—0,14 mm bei einem Querschnitt von 0,004 mm. Die den seitlichen und ventralen Facettengliedern zugehörigen Rhabdome stehen sehr locker und die sie umscheidenden Retinulazellen sind durch weite Zwischenräume von den benachbarten Retinulen getrennt. In den dorsalen Gliedern drängen sie sich indessen eng aneinander.

Wie aus der hier gegebenen Schilderung hervorgeht, so unterscheidet sich das Auge der Sergestiden in einer Hinsicht auffällig von jenen der Schizopoden: das Irispigment fehlt und dafür ist constant das Retinapigment ausgebildet. Es fragt sich nun aller-

dings, ob mit dem Mangel eines Irispigmentes auch der Wegfall seines Trägers, nämlich der Pigmentzellen, Hand in Hand geht. Denn zwischen den Krystallkegeln kommen zahlreiche runde Zellkerne vor, welche namentlich in der Region der kürzeren Facettenglieder annähernd in gleicher Höhe liegen (Fig. 3 und 7 y). Bilder, wie ich sie in Fig. 7 von einem Querschnitt unterhalb der Krystallkerne zur Darstellung bringe, haben mich anfänglich in der Auffassung bestärkt, dass diese interfacettären Kerne den pigmentfreien Irispigmentzellen zuzurechnen seien. Wenn ich trotzdem diese Ansicht nicht unbedingt aufrecht erhalte, so geschieht dies aus dem Grunde, weil die in Rede stehenden Kerne oft in mehrfacher Zahl (zu zweien und dreien) hintereinander gereiht liegen und zudem in der Region der langen Facettenglieder ganz unregelmässig vertheilt in eine fein granulirte Masse eingebettet erscheinen. Es macht durchaus den Eindruck, als ob es sich hier um Blutflüssigkeit handelt, welche den Proximalabschnitt der Krystallkegel (manchmal auch noch den Distalabschnitt) umspült und zahlreiche Blutkörperchen enthält. Wenn die Kerne der letzteren an den erwähnten Stellen in annähernd gleicher Höhe liegen, so könnte dies dadurch verursacht sein, dass die Blutkörperchen sich soweit vorzwängen, bis die engen Zwischenräume ein weiteres Vordringen ausschlossen. Ich gebe allerdings gern zu, dass ein sicherer Entschluss sich erst durch die wegen des Pigmentmangels sehr erleichterte Beobachtung am lebenden Objekt wird fällen lassen, zumal eine Ausbildung von Blutlakmen zwischen Sinnesepithelien ein ungewöhnliches Verhalten repräsentiren würde. Immerhin sei erwähnt, dass Claus (1886 p. 54) an analogen Stellen im Auge von *Branchipus* zahlreiche Blutkörperchen beobachtete und dass er auch bei *Phronima* zwischen den lang ausgezogenen Krystallkegeln eine granulirte Flüssigkeit wahrnahm, welche er als Blutflüssigkeit deutet (1879 p. 74).

Nach der Darstellung der facettirten Augenregion sei es gestattet, noch kurz der ganglionären Partien zu gedenken (Fig. 8).

Der breite Sehnerv (n. opt.), zwischen dessen Fasern ziemlich reichlich Nervenkerne eingestreut sind, schwillt in bekannter Weise zu vier Ganglien an. Dieselben setzen sich aus einem relativ mächtigen peripheren Polster kleiner Ganglienzellen zusammen, deren polyedrische Grenzen nur hier und da deutlich wahrnehmbar sind, während an der überwiegenden Mehrzahl nur ein äusserst dünner Mantel von Plasma auftritt. Central liegt die sogenannte fibrilläre Grundsubstanz mit den Faserzügen.

Was nun im Einzelnen die ganglionären Anschwellungen anbelangt, so ist die erste (Fig. 8 ga<sup>1</sup>) ziemlich unfänglich. Ihre Fibrillenzüge sammeln sich auf der Ventralfläche zu einem stärkeren Strang, welcher bei dem Uebergang in das zweite Ganglion eine Kreuzung mit einem schwächeren Faserstrang eingeht. Ausserdem wird das dorsale Ganglienpolster zwischen erstem und zweitem Ganglion von einem isolirten Faserzuge durchsetzt, welcher in gerader Richtung die Dorsalflächen beider Ganglien in Verbindung setzt. Das zweite Ganglion (ga<sup>2</sup>), bedeutend schwächer als das erste, leitet wiederum eine Faserkreuzung zum dritten Ganglion (ga<sup>3</sup>) ein. Das letztere steht an Umfang hinter dem ersten Ganglion nicht zurück und lässt einen ziemlich verwickelten Faserverlauf erkennen. Unter den stärkeren Fasersträngen hebe ich einen dorsalen und ventralen Strang hervor, welche an den Seitentflächen verstreichen und trompetenförmig sich verbreiternd in das vierte Ganglion einstrahlen. Die im Innern der fibrillären Substanz verstreichenden Fasern scheinen sich zu stärkeren Säulen anzusammeln, welche namentlich in der Ventralhälfte regelmässig radiär angeordnet gegen die Peripherie ausstrahlen.

Das vierte (distale) Ganglion (Fig. 3 und 8 g<sup>1</sup>) ist scheibentförmig abgeplattet und setzt sich aus zwei sichelförmig gebogenen Hälften zusammen, in welche einerseits die dorsalen, andererseits die ventralen peripheren Faserzüge des vorausgehenden Ganglions einstrahlen. Wie seitlich geführte Schmitte, an denen die beiden Hälften isolirt vorliegen, lehren, so findet in jeder Hälfte eine Kreuzung der in sie einstrahlenden Fasern statt. Besonders klar tritt in dem vierten Ganglion die Gruppierung der Fasern zu radiär angeordneten Säulen hervor, welche bisweilen in ihrer Mitte unterbrochen sind. Aus ihnen resultiren die in die Retina einstrahlenden Opticusfasern, welche zunächst ein Ganglienpolster durchsetzen, dessen Kerne mehr oder minder deutlich in der Fortsetzung der Säulen zu Reihen angeordnet sind.

Wie aus der hier gegebenen Beschreibung ersichtlich ist, so bietet der Faserverlauf in den einzelnen Ganglien manche Analogie zu den bei Schizopoden und Dekapoden (*Asturns*) durch Grenacher (1879 p. 121) und Parker (1895 p. 37—46) bekannt gewordenen Verhältnissen. Wenn ich mich auf einen eingehenden Vergleich nicht einlasse, so geschieht dies wesentlich, weil ich nur die gröberen Züge zu schildern vermag, welche auch an Präparaten hervortreten, die nicht mit den für den Faserverlauf neuerdings in Anwendung gebrachten Methoden behandelt wurden.

Was endlich den Gefässverlauf im Augenstiel anbelangt, so bemerke ich, dass die *arteria ophthalmica* sich auf der Ventralseite des Augenstieles ziemlich weit bis in die Höhe des dritten Ganglions verfolgen lässt. Es scheint mir nicht, dass sie sich schliesslich in Capillarschlingen auflöst, da ich Andeutungen derselben nicht anzufinden vermochte. Die Blutmasse ergiesst sich schliesslich in einen weiten Sinus (*sin.*), der hier und da von Septen durchsetzt allseitig die ganglionären Partien umspült. Als abgegrenzte Theile dieses Sinus dürften gefässartige Bahnen zu betrachten sein, welche zwischen facettirter und ganglionärer Augenregion zur Beobachtung gelangen (Fig. 3 v.).

#### 4. Ueber iridopigmentäre und retinopigmentäre Augen.

Die Augen der Sergestiden, welche im vorhergehenden Abschnitte geschildert wurden, stimmen nur insofern mit den Augen pelagischer Tiefsee-Schizopoden überein, als die nach oben resp. schräg nach vorne gekehrte Facettenregion durch eine auffällige Verlängerung ihrer Facettenglieder sich auszeichnet. Wenn wir nun davon absehen, dass bei den letzteren eine Zweitheilung des Auges Platz greift, die zur Folge hat, dass das Individuum über vier vollständig von einander getrennte Facettenaugen, zwei Frontaugen und zwei Seitenaugen, verfügt (eine Theilung, welche bei keinem der von mir untersuchten Sergestiden durchgeführt ist), so ergibt sich in der Pigmentanordnung ein durchgreifender Unterschied zwischen beiden Gruppen. Den Tiefsee-Schizopoden fehlt das Retinapigment, während umgekehrt die Sergestiden des *Irispigmentes* entbehren. Eine Pigmentarmuth ist in beiden Fällen für diese in grossen Tiefen schwebende Organismen typisch, aber die Pigmentvertheilung ist bei ihnen eine entgegengesetzte. Um mit einem kurzen Ausdruck diesen Verschiedenheiten gerecht zu werden, so nenne ich die Augen der Tiefsee-Schizopoden iridopigmentäre Augen, diejenigen der Sergestiden retinopigmentäre Augen.

Wenn wir nun in der Reihe der pelagischen Crustaceen Umschau nach Augenformen halten, welche in die beiden genannten Kategorien sich einbeziehen lassen, so ergibt es sich zunächst, dass unter den Amphipoden retinopigmentäre Augen gar nicht selten vorkommen. Ich verweise nur auf das Auge der Gattung *Phronima*, welches mit dem Sergestidenauge den Mangel des *Irispigmentes*, mit dem Schizopodenaug die Zweitheilung in ein Front- und Seitenauge gemein hat. Das *Phronimidenauge*, vielfach untersucht und bisher als ein *Curiosum* betrachtet, dessen fremdartiger Aufbau unvermittelt und unverständlich in die Erscheinung tritt, erweist sich demnach als ein Glied einer Reihe von Umbildungen, die unter pelagischen Organismen weit verbreitet sind.

Man wird mir allerdings entgegenhalten, dass nach meinen Darlegungen diese abnormen Augenformen Organismen eigen sind, welche mit Vorliebe oder ausschliesslich die tieferen, nur von Dämmerlicht erhellten oder vollständig dunklen Wasserschichten bevölkern, während gerade *Phronima sedentaria* Forsk. einen allbekannteren Vertreter der oberflächlichen Wasserschichten abgibt. Ich erwiedere hierauf, dass das *Phronimidenauge*, wie später noch dargelegt werden soll, ein weit lichtschwächeres Bild entwirft, als dasjenige der Schizopoden und dass es schon aus diesem Grunde erklärlich ist, wenn *Phronima* gelegentlich bei Nacht an die Oberfläche aufsteigt. Immerhin wird der Leser, welcher sich der Mühe unterzieht, meine obigen Mittheilungen über die Biologie der Gattung *Phronima* zu durchblättern (p. 109—111), die Auffassung nicht ohne Weiteres zurückweisen, dass *Phronima sedentaria* den grössten Theil ihres Lebens in dunklen Regionen zubringt. Dies trifft in noch höherem Grade für *Phr. Colletti* Bovall. zu, welche ich mit

jedem Zuge der auf das Gerathewohl in die Tiefe versenkten Schwebenetze erbeutete, während sie an der Oberfläche als grosse Seltenheit erschien.

Wenn es mir nun gelungen sein sollte, das zweigetheilte Auge der Tiefsee-Schizopoden aus dem Kugelauge der Oberflächenformen abzuleiten, so fällt es auch nicht schwer, die Bindeglieder zwischen dem zweigetheilten Phronimidenauge und dem Kugelauge der Hyperiidien aufzufinden.

Unter den Phronimiden theilen mit *Phronima* noch die Gattungen *Phronimopsis* Claus und *Dairella* Bovall, die Zweitheilung des Auges in Front- und Seitenauge. Die nächst verwandten Hyperiidien, nämlich die Gattungen *Paraphronima* Claus und *Phronimopsis* Claus besitzen gleichfalls ein zweigetheiltes Auge, obwohl bei *Phronimopsis* die Pigmentlagen so nahe zusammerrücken, dass man zweifeln kann, ob thatsächlich die Theilung des Auges völlig durchgeführt ist. Einen Schritt weiter und wir erhalten das für zahlreiche Hyperiidengattungen (*Hyperidea reticornia* Bovall.) charakteristische Auge, welches ein vollständiges Analogon im Sergestidenauge findet: eine einheitliche Retina, von welcher nach der Scheitelregion des Kopfes lange Facettenglieder ausstrahlen, die ganz allmählich in die verkürzten ventralen übergehen. Durchaus ähnlich gebaut sind die Augen der überwiegenden Mehrzahl der Platysceliden (*Hyperidea curvicornia* Bovall.); auch bei ihnen haben wir es mit oft sehr originell gestalteten Augen zu thun, deren Frontabschnitt durch verlängerte Facettenglieder ausgezeichnet ist und ganz allmählich in den verkürzten Ventralabschnitt übergeht. Wer die neueren Publikationen von Claus (die Platysceliden 1887), Stebbing (Chall. Rep. Amphipoda 1888) oder von C. Bovallius (Monogr. Hyperidea 1889, Oxycephalids 1890) durchblättert, wird eine Fülle instruktiver Beispiele für das erwähnte Verhalten im Aufbau der Augen herausfinden können.

In allen den hier erwähnten Fällen handelt es sich um Organismen, welche durch retinopigmentäre Augen charakterisirt sind und entweder ausschliesslich oder doch mit Vorliebe in unbelichteten Regionen schweben. (Chun, 1887 p. 28 und 29; 1889 p. 8—17.) Manche derselben — so z. B. die durch Bovallius (1887), durch mich (1889) und Stebbing (1895) neuerdings genauer bekannt gewordenen *Scinidae* — besitzen in Anpassung an den Aufenthalt in dunklen Regionen rückgebildete Augen oder sind völlig blind, wie dies auch für die merkwürdigen, von Bovallius beschriebenen *Mimonectidae* (vergl. Holzschnitt 1, p. 102) zutrifft. Wenn trotzdem die genannten sehenden und blinden Hyperiidien gelegentlich an der Oberfläche erscheinen, so kann dieser Umstand ebensowenig als Zeugnis gegen meine Auffassung in das Feld geführt werden, wie das in den obigen Ausführungen (p. 142) eingehend erörterte Erscheinen von Tiefsee-Schizopoden an der Oberfläche. Der feinere Bau des Auges ist ein untrüglicher Gradmesser für die biologische Eigenart pelagischer Organismen, und wer meine früheren Darlegungen über die Tiefenverbreitung pelagischer Organismen für nicht beweiskräftig erklärt,<sup>1)</sup> der möge wenigstens die durch die Untersuchung der feineren Augenstruktur gewonnenen Ergebnisse nicht einfach ignoriren. Ich bin fest überzeugt, dass die Wahrnehmungen der Plankton-Expedition eine werthvolle Bereicherung unserer Kenntnisse von der Tiefenverbreitung der Hype-

<sup>1)</sup> Dr. Giesbrecht theilt mir brieflich mit, dass der von mir auf p. III gewählte Ausdruck, er halte meine Untersuchungen für „völlig werthlos“ weder mit seiner thatsächlichen Ansicht übereinstimme, noch auch von ihm gebraucht worden sei. Ich nehme gern Veranlassung, zu bestätigen, dass der Ausdruck „völlig werthlos“ in seiner Monographie der Copepoden nicht vorkommt.

riiden liefern werden, glaube aber auch annehmen zu dürfen, dass meine Anschauungen durch sie keine principiellen Aenderungen erfahren werden. Um nur durch ein Beispiel das Gesagte zu erläutern, so erwähne ich, dass die an der Oberfläche recht selten erscheinenden Gattungen *Paraphronima* und *Phronimopsis* mit den Tiefennetzen häufig erbetet werden. Die originelle *Phronimopsis spinifer* Clans, welche an der Oberfläche zu den grössten Seltenheiten gehört, ist in den Tiefen des Mittelmeeres geradezu gemein; in den Schliessnetzen fand ich sie aus 900—1000 m Tiefe.

Um indessen zum Ausgangspunkt unserer Betrachtung zurückzukehren, so sei hervorgehoben, dass die Zweitheilung des Auges, welcher bei den Phronimiden sogar eine Theilung des Sehnerven parallel läuft, ganz allmählich einer einfacheren Gestaltung Platz macht und zu einem nicht getheilten Auge mit verlängerten dorsalen Facettengliedern hinführt. Auch dieses bietet bei manchen Hyperiidien durch den Ausgleich im Längenunterschiede der Krystallkegel alle nur denkbaren Uebergänge zu dem normalen Kugelauge dar.

Wie nun im Einzelfalle die Anordnung des Retinapigmentes sich gestaltet, scheint mir noch nicht genügend aufgeklärt. Die älteren Beobachter bis zu Grenacher (1879 p. 112) geben keinen Anschluss darüber, ob das Pigment in besonderen Pigmentzellen enthalten ist, während Carrière (1885 p. 161) nicht weniger denn drei Kategorieen solcher Zellen in den Seitenaugen von *Phronima* schildert. Schnitte, welche ich durch Front- und Seitenaugen der genannten Gattung fertigte, machen es mir zweifelhaft, ob diese Kategorieen aufrecht erhalten werden können, wie denn überhaupt eine vergleichende Untersuchung der Hyperiidenaugen noch manchen werthvollen Aufschluss liefern dürfte. Wanderungen des Pigmentes bei Belichtung und Verdunkelung des Auges scheinen nach den Beobachtungen von W. Szezawinska (1891 p. 35, 36) bei *Phronima sedentaria* nur wenig ausgiebig zu sein und erstrecken sich keineswegs über den Bereich der Retinulä hinaus. Mag nun auch eine spätere Forschung das morphologische Aequivalent der Irispigmentzellen bei den in der Tiefe lebenden Hyperiidien nachweisen, so steht doch jedenfalls fest, dass in physiologischer Hinsicht wir es mit retinopigmentären Augen zu thun haben, deren Sehvorgang sich in anderer Weise abspielt, dem bei den iridopigmentären.

Was den Sehvorgang im retinopigmentären Auge anbelangt, so liegt auf der Hand, dass bei dem Mangel eines Irispigmentes die auffallenden Lichtstrahlen unbehindert die durchsichtige proximale Augenpartie bis zu den Kuppen der pigmentirten Retinulä durchsetzen können. Es fragt sich nur, auf welchem Wege diejenigen Strahlen, welche nicht vom Retinapigment absorbiert werden, zu den Rhabdomen gelangen, da die monströsen Krystallkegel im Frontauge der Phronimiden und im Dorsalabschnitt des Sergestidenauges in einen langen fadenförmigen Abschnitt auslaufen. Da nun die Krystallkegel häufig nicht gerade gestreckt sind, so vermuthete bereits O. Schmidt (1878 p. 7), dass das Licht nicht auf dem gewöhnlichen dioptrischen Wege durch den fadenförmigen Abschnitt des Kegels geleitet werde. Da der letztere einen Durchmesser von etwa 0,001 mm besitzt, so dürfte der bei grossen *Phronima*-Weibchen bisweilen 5 mm lange Krystallfaden, wie Exner zutreffend hervorhebt, auch nicht um ein Tausendstel Millimeter von der Geraden abweichen, wenn das dioptrische Bild am Proximalende des Fadens nicht zerstört werden sollte. So stimmt denn Exner (1891 p. 132—135) in einer Hinsicht den An-

schauungen von O. Schmidt bei, indem er nämlich mit ihm annimmt, dass das Licht durch totale Reflexion in den langgezogenen Krystallkegeln weiter geleitet wird. Da diese Leitung auch in gekrümmten Glasstäben stattfindet (sie wird ja neuerdings bei der künstlichen Beleuchtung durch Mikroskopirampen praktisch verwerthet), so bieten die Abweichungen von der Geraden im Verlaufe der Krystallkegel keine Schwierigkeit für eine derartige Annahme dar. Es scheint mir, dass auch im Sergestidenauge Krümmungen der Krystallkegel vorkommen, welche nicht erst auf Rechnung der Conservirung und technischen Behandlung behufs Herstellung der Schnitte zu setzen sind; sehr auffällig treten sie jedenfalls an den seitlichen Partien des auf Taf. XX Fig. 3 dargestellten Schnittes hervor. Exner hat nun weiterhin auch darauf hingewiesen, dass die sammelnde Kraft der Linsencylinder, als welche ja die Krystallkegel zu betrachten sind, bei der Leitung der Strahlen durch totale Reflexion in Betracht zu ziehen ist und zur Helligkeitssteigerung des aufrechten Netzhautbildes beiträgt. Immerhin liegt es auf der Hand, dass ein Bild, welches dem Appositionsbild der Tagesaugen am nächsten kommt, weit lichtschwächer sein muss, als das Superpositionsbild der iridopigmentären Schizopodenaugen.

Wenn wir nun zur Annahme gedrängt werden, dass der Sehvorgang im retinopigmentären Auge wesentlich auf der Leitung der Strahlen durch totale Reflexion beruht, so ist damit immer noch nicht die auffällige Längendifferenz der Facettenglieder erklärt. Welchen Vortheil haben die in der Tiefe lebenden pelagischen Organismen mit retinopigmentären Augen von monströs verlängerten Krystallkegeln, welche entweder mit den zugehörigen Retinulen als gesondertes Frontauge sich abzweigen oder continuirlich in die verkürzten seitlichen Partien des Auges übergehen? Irgend einen Sinn muss doch eine Einrichtung haben, welche in convergenter Ausbildung bei Krustern wiederkehrt, die den verschiedensten Gruppen zugehörend, unter gleichen Existenzbedingungen leben.

Ich will versuchen, eine Erklärung zu geben, welche vielleicht unzulänglich ist, aber doch dem thatsächlich vorliegenden Befunde Rechnung zu tragen sucht.

Denkt man sich die Facettenglieder ansehnlich verlängert, so werden die in weiterer Entfernung von dem Auge von einem Punkte ausgehenden Strahlen annähernd parallel auf die Cornea auffallen. Der Hauptstrahl, d. h. jener, welcher in der Richtung der Hauptachse eines Facettengliedes einfällt, wird durch totale Reflexion dem zugehörigen Retinaelement zugeleitet. Da nun die Corneafacetten der verlängerten Glieder nicht breiter sind, als diejenigen der verkürzten (wie dies thatsächlich für Sergestiden und annähernd für Hyperiidien zutrifft), so divergiren die Krystallkegel in den verlängerten Gliedern nicht so stark, wie in den verkürzten; der Winkel, in dem zwei benachbarte verlängerte Krystallkegel gegeneinander geneigt sind, ist viel spitzer, als bei den verkürzten Kegeln. Die Folge davon ist, dass die im Umkreis des den Hauptstrahl auffangenden Krystallkegels gelegenen Facettenglieder einen Theil der von einem Bildpunkt ausgehenden Nebenstrahlen nicht durch Reflexion und mit ihr combinirte Brechung eliminiren, sondern weiter leiten werden. Je weniger ein Nebenstrahl gegen die Kegellachse geneigt ist, desto vollständiger wird er in den Kegel eindringen und durch totale Reflexion zu dem percipirenden Rhabdom gelangen. Es liegt nun auf der Hand, dass in den Seitenaugen mit verkürzten und stark divergirenden Facettengliedern die dem Hauptstrahl benachbarten Nebenstrahlen unter starker Neigung gegen die Kegellachsen treffen. Sie werden zum grössten Theile eliminiert und die Folge ist, dass in den Seitenaugen ein weit kleinerer Zerstreungskreis um den durch den Hauptstrahl erzeugten Bildpunkt entsteht, als in den Frontaugen.

Diese Wirkung wird nun vielleicht dadurch noch verstärkt, dass in dem retinapigmentären Auge sämtliche Strahlen, welche nicht auf Krystallkegel treffen, gleichfalls bis zum Retinapigment vordringen. Diesen Umstand dürfen wir nicht unbeachtet lassen, da er gerade einen wesentlichen Unterschied mit dem iridopigmentären Auge bedingt. In letzterem ist es durch das die Kegel umscheidende Irispigment ausgeschlossen, dass Strahlen zwischen den Krystallkegeln bis zur Retina vordringen. Man möchte nun auf den ersten Blick geneigt sein, die Bedeutung dieser Strahlen nicht hoch anzuschlagen, weil sie doch schliesslich durch das Retinapigment absorbiert werden. Wenn wir indessen bedenken, dass ein Theil der Strahlen auf die radentförmigen Verflügerungen der Krystallkegel trifft, so wäre es möglich, dass sie nicht durch Reflexion an den Seitenwänden der Kegel verloren gehen, sondern eindringen und weiter geleitet werden. So lange indessen der Brechungsindex der Kegel und der sie umspülenden Flüssigkeit nicht bekannt ist, wird es schwer fallen, sich ein Urtheil über das Schicksal dieser Strahlen zu bilden.

Aus diesen Ausführungen ergibt es sich nun weiterhin, dass die Strahlen, welche von einem entfernten Lichtpunkte ausgehen, grössere Zerstreungskreise verursachen, als von einem nahen. In ersterem Falle laufen die Strahlen annähernd parallel, in letzterem divergiren sie bei ihrem Auftreten auf die Cornea um so stärker, je näher der Lichtpunkt liegt. Die Folge ist, dass bei stark genäherten Objekten die dem Hauptstrahl benachbarten Nebenstrahlen unter starker Neigung auf jene Krystallkegel auftreffen, welche im Umkreise des jen Hauptstrahl auftretenden gelegen sind. Sie werden also um so vollständiger eliminirt werden, je näher das Objekt dem Auge liegt. Ein heller Punkt, wie etwa ein aufleuchtender pelagischer Organismus, wird also in der Emündung mit einem Lichtloche umgeben erscheinen, dessen Intensität nach Aussen weniger rasch abnimmt, wenn der Lichtpunkt weit entfernt ist, als dann, wenn er dicht vor dem Auge gelegen ist.

Exner hat in seinen Darlegungen über die Physiologie der facitrirten Augen scharfsinnig ausgeführt, dass die Entstehung von Zerstreungskreisen in besonderem Maasse das Erkennen von Bewegungen begünstigt (1891 p. 182—188). Es würde zu weit führen, wenn ich seine Erörterungen hier ausführlich wiedergeben wollte und ich verweise daher auf das Original. Nur so viel sei erwähnt, dass durch das Entstehen eines Zerstreungskreises nicht nur ein Rhätikum in Erregung versetzt wird, sondern die ganze Gruppe derselben. Es entsteht ein kleiner Empfindungszerstreungskreis, in welchem der Grad der Erregung von dem am stärksten betroffenen centralen Sehstabe nach der Peripherie kontinuierlich bis zu Null herabsinkt. Denken wir uns jetzt den fochrenden Punkt nur so weit verschieben, dass das Netzhautbild um den Durchmesser eines Sehstabes verdrückt, so muss sich der Erregungsgrad sämtlicher dem Zerstreungskreis anstehenden Sehstäbe geändert haben. Es beachtet ein, dass diese Erregungsänderung in einer grossen Zahl von Nervenendigungen in hohem Grade geeignet ist, die Aufmerksamkeit auf sich zu ziehen, d. h. ein Bewerken der stattgehenden Bewegung, sowie ihrer Richtung zu veranlassen.

Das Entstehen von Zerstreungskreisen bedinträchtigt nun freilich die Schärfe des Netzhautbildes; sie wird nach den obigen Ausführungen sich um so störender geltend machen, je weiter die Objekte vom Auge entfernt sind. Der Nachtheil wird indessen durch die ungemene Empfindlichkeitssteigerung für Wahrnehmung von Bewegungen ausgeglichen. Bedenkt man nun, dass wir es mit Organismen zu thun haben, welche im Dämmerlichte oder in dunklen Regionen

schwebend, auf die sicherlich nur kärglich gebotene Beute lauern, so liegt der Vortheil auf der Hand, den ein Frontauge darbietet, das in ungewöhnlichem Maasse das Erkennen von Bewegungen begünstigt und bei dem Anähern an das Objekt ein schärferes Erfassen der Form ermöglicht. Fassen wir also das Resultat unserer Erörterungen kurz zusammen: der Werth ungewöhnlich verlängerter Facettenglieder, welche sich bisweilen als ein gesondertes Frontauge abzweigen, beruht sowohl bei den retinopigmentären, wie bei den iridopigmentären Augen pelagischer Crustaceen darauf, dass das Erkennen von Bewegungen — vermittelt durch das Entstehen breiter Zerstreuungskreise — in hervorragendem Maasse begünstigt wird.

## 5. Vergleich der Augen von pelagischen und auf dem Grunde lebenden Tiefseecrustaceen.

„Tantum pictoribus atque poetis, quibus quaelibet  
tingendi potestas, antecellit natura polydaedala.“

O. F. Müller, Entomostrea, 1785 p. 119.

Bau und Leistung eines Organes verhalten sich wie die Glieder einer Gleichung, welche beide nur eine äquivalente Aenderung zulassen, wenn sie Giltigkeit behalten soll. Der direkt umformende Einfluss veränderter Existenzbedingungen, wie ihn Lamarck als treibendes Motiv für die Artumwandlung in Anspruch nahm, lässt sich denn auch an wenigen Organsystemen in ähnlich instruktiver Weise veranschaulichen und dem Verständnis näher bringen, als an den Sehorganen. Man hat bei derartigen Betrachtungen bisher allerdings mehr die negative Seite, nämlich die Rückbildung der Augen, betont, während in den vorhergehenden Mittheilungen der Versuch unternommen wurde, Augenformen zu schildern und in ihrer Anpassung an die Existenzbedingungen dem Verständniss näher zu bringen, welche in positivem Sinne zu den feinsten und gleichzeitig auch monströsesten Sehorganen gehören, welche aus dem Thierreiche bekannt wurden. Das Auge von *Stylochiron mastigophorum*, welches ein Sechstel der Körperlänge erreicht, und die umfänglichen Phronimidenaugen dürften an relativer Grösse unter den lebenden Crustaceen nicht übertroffen werden. Unter den fossilen sind es einige Trilobiten, welche durch den Umfang ihrer Augen imponiren und ähnliche relative Dimensionen erkennen lassen.

### a. Die Augen der pelagischen Tiefseecrustaceen.

Bevor wir nun die Frage erörtern, inwieweit die Augen der auf dem Meeresboden lebenden Tiefseecrustaceen Umformungen eingingen, welche wiederum nur durch die Anpassung an die Existenzbedingungen ihre Erklärung finden, sei es gestattet, kurz das Ergebniss der bisherigen Betrachtungen über die Augen pelagischer Tiefseeformen zusammenzufassen.

Als Grundform des Facettenauges der Arthropoden betrachten wir ein Kugelauge, dessen Facettenglieder von einem idealen Mittelpunkt radiär ausstrahlen und annähernd von gleicher Länge sind. Die Facettenglieder werden in der Höhe der Krystallkegel von einem Irispigmente, in der Umgebung der Rhabdome von einem Retinapigmente umschieden. Ein derartiges Kugelauge kommt den pelagischen Oberflächenformen zu, während diejenigen Arten, welche entweder anschliesslich oder doch wenigstens vorwiegend in dunklen Regionen schweben, eine bemerkenswerthe Abweichung von der Kugelform des Auges aufweisen, die bei den verschiedenartigsten Ordnungen in convergenter Weise zum Ausdruck gelangt. Die nach oben resp. schräg nach vorne gerichteten Facettenglieder beginnen sich zu verlängern, indem sie entweder continuirlich in die verkürzten Glieder übergehen oder als ein gesondertes „Frontauge“ von dem „Seitenaug“

sich abgliedern. Bei weitergehender Anpassung an das Leben in der Dunkelheit macht sich eine Pigmentarmuth geltend, indem entweder das Irispigment (retinopigmentäre Augen) oder das Retinapigment (iridopigmentäre Augen) schwindet. Während anfänglich noch das Frontauge dem Seitenauge gegenüber in den Hintergrund tritt, so kehrt sich später das Verhältniss um, indem das Frontauge an Umfang zunimmt und das Seitenauge derart überflügelt, dass schliesslich überhaupt nur noch das Frontauge persistirt (*Arachnomysis*). In negativem Sinne tritt bei auffällig wenigen pelagischen Crustaceen eine Verkümmernng des Auges durch Anpassung an den Aufenthalt in der Tiefe ein (Sciniden, Mimonectiden, Haloeypriden). Der Grund zu der relativ seltenen Verkümmernng der Augen bei pelagischen Organismen mag wohl wesentlich darin liegen, dass alle Arten — auch die blinden — gelegentlich in belichtete Regionen, ja selbst bis an die Oberfläche gerathen.

Wir haben nun an der Hand der neueren Untersuchungen über die Tiefenverbreitung pelagischer Organismen den Nachweis zu führen versucht, dass der Umbildung der Augen die Lebensweise — d. h. der Aufenthalt in mehr oder minder beträchtlichen Tiefen — parallel läuft. Die mit reichlich pigmentirten Kugelaugen ausgestatteten Arten sind Oberflächenformen, während die Anpassung an den Tiefenaufenthalt in sich steigendem Maasse Pigmentmangel verbunden mit monströser Ausbildung des Frontauges bedingt.

Gleichzeitig gelang es durch eine Erörterung der verwandtschaftlichen Beziehungen der Schizopoden, die sich auf den Gesamtban des Organismus bezog, darzuthun, dass die pelagischen Oberflächenformen primitivere Charaktere wahren, als die an den Tiefenaufenthalt angepassten Arten. Die Umbildung der Augen erweist sich demgemäss nur als ein Glied in einer Kette von Aenderungen, die im Laufe der phyletischen Entwicklung eintraten, und die schon mehrfach geäusserte Ansicht, dass die Besiedelung der tieferen Wasserschichten von der Oberfläche aus erfolgte, erhält durch diese Ableitungen eine neue Stütze.

Als ein wesentliches Ergebniss dieser Betrachtungen darf ich demgemäss den Nachweis erachten, dass die Gestaltung des Auges und die Vertheilung des Pigmentes einen getreuen Spiegel für die biologische Eigenart pelagischer Organismen abgeben. Wer aus dem temporären Erscheinen pelagischer Tiefenformen an der Oberfläche den Schluss ziehen wollte, dass es sich um Tagesformen handelt, würde ebenso fehl greifen, wie jener, der nächtlich lebende Insekten und Wirbelthiere als solche nicht will gelten lassen, weil sie gelegentlich auch bei Tage sich umhertummeln. Manche Arten sind so selten, dass nur ein besonderer Zufall sie in die Schliessnetze gerathen lässt; wer da im Zweifel ist, ob es sich um Bewohner der Oberfläche oder grösserer Tiefen handelt, kann durch die Untersuchung der Augenstruktur in vielen Fällen bündigen Aufschluss erhalten. Zudem lehren die leider erst recht spärlich ausgeführten Schliessnetzfünge, dass pelagische Organismen in vertikaler Richtung oft einen weiten Verbreitungsbezirk beherrschen. Immerhin scheinen die mediterranen Formen insofern vor den atlantischen einen Vortheil voraus zu haben, als im Mittelmeere die Temperatur bis in die grössten Tiefen nicht unter 13° C. sinkt, während im freien Ocean die rasche Erniedrigung der Temperatur dem Vordringen mancher Arten in grössere Tiefen eine Grenze setzt.

Der physiologische Werth der Verlängerung der Facettenglieder beruht, wie die Untersuchungen von Exner lehren, darauf, dass ein Superpositionsbild entsteht, welches vor dem Appositionsbild der Tagesformen den Vortheil grösserer Lichtstärke voraus hat. Da zudem bei Organismen, welche ihr ganzes Leben in dunklen Regionen zubringen, Pigmentwanderungen zum

Zwecke des Abblendens greller Strahlen nicht von Nöthen sind, so erklärt sich einerseits der Mangel des Retinapigmentes, andererseits die constante Dunkelstellung des Irispigmentes bei den irido-pigmentären Augen der Schizopoden. Wir wüssten thatsächlich keine Augen zu nennen, welche dem Ideal eines Dunkelauges näher kommen, als diejenigen der pelagischen Tiefsee-Schizopoden.

Nach einem anderen Principe sind die offenbar weniger leistungsfähigen Dunkelaugen der retinopigmentären Sergestiden, Hyperiidien und der noch genauer zu besprechenden Polyphemiden construirt. Ein Superpositionsbild ist bei ihnen ausgeschlossen und die auffallenden Strahlen werden durch die enorm langen Krystallkegel mittelst totaler Reflexion den Rhabdomen zugeleitet. Das aufrechte Netzhautbild ist entschieden lichtschwächer als das Superpositionsbild im Schizopodenauge und auf Rechnung dieses Umstandes mag es auch zu setzen sein, dass die Sergestiden, Hyperiidien und Polyphemiden im Grossen und Ganzen sich der Oberfläche näher halten, als die Tiefsee-Schizopoden.

Wenn nun trotzdem bei den retinopigmentären Formen dieselbe monströse Verlängerung der nach oben gewendeten Facettenglieder wiederkehrt, wie im Schizopodenauge, so dürfte der Werth dieser Einrichtung in beiden Fällen auf Rechnung der entstehenden Zerstreuungskreise zu setzen sein. Dass manche Einrichtungen im Frontauge der Tiefsee-Schizopoden erst bei Berücksichtigung dieses Umstandes verständlich werden, wurde oben ausführlicher dargelegt und nicht minder wurde nachzuweisen versucht, dass gerade im retinopigmentären Frontauge die Verhältnisse für Bildung von Zerstreuungskreisen besonders günstig liegen. Zerstreuungskreise begünstigen, wie Exner darlegte, das Erkennen von Bewegungen, und so dürfen wir wohl im Allgemeinen sagen, dass die Frontaugen Organe darstellen, welche vorwiegend zum Erkennen beweglicher Objekte geeignet sind. Damit soll durchaus nicht gesagt sein, dass den Seitenaugen dieses Vermögen abgeht; es ist nur nicht so hochgradig ihnen eigen, während sie andererseits in Bezug auf Wahrnehmung specialisirter Bilder (wenigstens bei den Schizopoden) den Frontaugen überlegen sind. Dass aber für pelagische Tiefenformen das Erkennen von Bewegungen von höherem Werthe ist, als das Wahrnehmen specialisirter Bilder, vermag keine Thatsache drastischer zu illustriren, als der Mangel der Seitenaugen bei der Gattung *Arachnomysis*.

Thatsächlich repräsentiren denn auch sämtliche pelagische Tiefenbewohner mit Facettenaugen, deren Dorsalabschnitt als Frontauge charakterisirt ist, räuberisch lebende Organismen, denen ein Wahrnehmen der sich bewegenden Beutethiere von hervorragendem Werthe sein muss. Sicherlich werden die ungemein lichtempfindlichen Frontaugen es dem Träger ermöglichen, Organismen — wenn auch nur in schattenhaft verschwommenen Umrissen — in jenen Tiefen wahrzunehmen, welche für gewöhnlich construirte Augen sich als völlig dunkel erweisen. Alles deutet ja darauf hin, dass in den monströsen Frontaugen der Gattungen *Nematoscelis* und *Stylocheiron* auch der schwächste auffallende Lichtstrahl nutzbar gemacht wird. Die räuberische Lebensweise stempelt denn auch den genannten Gattungen, die in grossen Schwärmen die Tiefenregionen bevölkern, ihr Gepräge auf: gewaltige Raubfüsse, prächtig entfaltete (auch den Sergestiden zukommende) Antennen mit üppig entwickelten Sinneshaaren und Leuchtorgane, welche die Beutethiere — wie oben (p. 211) ausgeführt wurde — anlocken, bilden den hervorstechendsten Charakterzug dieser originellen Wesen.

Wir finden stets den Magen der pelagischen Tiefenbewohner mit Resten von Copepoden, Ostrakoden und verwandter Organismen erfüllt und constatiren, dass die Magenwandungen mit Einrichtungen ausgestattet sind, welche ein Zerschrotten der aufgenommenen Harttheile ermöglichen.

b. *Die Augen der Polyphemiden.*

Die Vermuthung liegt nahe, dass Crustaceen, welche entweder temporär oder zeitlebens unter ähnlichen Bedingungen, wie die oben erwähnten Gruppen, eine räuberische Lebensweise führen, gleichfalls charakteristische Auszeichnungen im Baue der Augen zukommen möchten.

Wenn ich gerade die Polyphemiden herausgreife, so geschieht das aus zweifachem Grunde. Einerseits repräsentiren sie Organismen mit nur einem unpaaren Kugelauge und andererseits möchte ich den Nachweis führen, dass auch Bewohner des Süßwassers<sup>1)</sup> Umbildungen der Augen aufweisen, welche eine simfällige Convergenz zu der Augenstruktur mariner pelagischer Organismen darbieten.

<sup>1)</sup> Ueber die Biologie der pelagischen Süßwasserfauna in den tiefen Seen der Alpen liefern noch nicht veröffentlichte Untersuchungen von Dr. Hofer neue und in vieler Hinsicht interessante Aufschlüsse. Da die Ergebnisse dieser Studien an einer leider wenig zugänglichen Stelle (in den Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees, Lindau 1896) erscheinen werden, so bin ich Dr. Hofer zu Dank verpflichtet, dass er mir einen Einblick in sein Manuskript gestattete, dem das nachfolgende Referat entnommen wurde. Ich veröffentliche dasselbe um so lieber, als ich im September d. J. (1895) Gelegenheit fand, den Untersuchungen Dr. Hofer's am Achensee beizuwohnen und mich aus eigener Anschauung von der exakten Durchführung zu überzeugen.

Hofer untersuchte die Vertheilung der Thierwelt im Bodensee, Königsee, Starnberger-, Walchen- und Achensee und berichtet namentlich über die horizontale, verticale und zonare Vertheilung des Planktons in diesen Seen.

Mit Hilfe der Hensen'schen Planktonmethode stellt er fest, dass die horizontale Verbreitung des Planktons im Bodensee eine gleichmässige ist, so dass die Abweichungen vom Mittel normalerweise nicht über 25 % hinausgehen.

In Betreff der verticalen Verbreitung findet Hofer auf Grund von zahlreichen Stufen- und Schliessnetzfüngen (im Gegensatz zu der bisher allgemein verbreiteten Ansicht), dass die limnetische Thierwelt in den tiefen Seen nicht in allen Schichten verbreitet vorkommt, sondern dass sich unter einer oberflächlichen belebten, eine abyssale unbelebte Zone befindet. So reicht im Bodensee das Plankton nur bis zu einer Tiefe von 30 m, ebenso auch im Starnberger- und Königsee nur bis 35 m Tiefe, im Achensee steigt dasselbe jedoch bis zu 70, im Walchensee bis 85 m herunter.

Die Ursache dieser beschränkten verticalen Vertheilung setzt Hofer in Beziehung mit dem Verhalten des Lichtes im Wasser. Er constatirte, dass die Sichtbarkeitsgrenze während des Sommers im Bodensee, Starnberger- und Königsee in 5 bis 5½ m Tiefe, dagegen im Achensee zu gleicher Zeit bei 12 m, im Walchensee bei 14 m Tiefe liegt. Je durchsichtiger also ein See ist, um so tiefer steigt das Plankton in demselben herab. Nach den Untersuchungen, welche von Ferel im Bodensee mit Chlorsilberplatten angestellt wurden, hat das Licht im Sommer bei einer Tiefe von 30 m bereits soviel an Intensität eingebüßt, dass Chlorsilberplatten davon nicht mehr angegriffen wurden. Hofer nimmt deshalb an, dass die untere Grenze für die Verbreitung des Planktons zusammenfällt mit demjenigen Grad der Dunkelheit, bei welcher Chlorsilberplatten nicht mehr chemisch auf die jedenfalls nur sehr spärlich vorhandenen blauen oder violetten Lichtstrahlen reagiren.

In einer kritischen Revision der in der Litteratur vorliegenden älteren Angaben über die verticale Verbreitung des Planktons weist Hofer nach, dass seine Befunde in keinem Gegensatz mit den früheren Untersuchungen stehen, sondern dass die wirklich zuverlässigen Beobachtungen von Weismann, Pavesi und Asper eigentlich schon zu demselben Schluss hätten führen müssen.

In dem Kapitel über die zonare Vertheilung des Planktons berichtet Hofer, dass er in Uebereinstimmung mit Pavesi innerhalb der belebten Zone die Gesamtmasse des Planktons keineswegs gleichmässig vertheilt vorgefunden habe. Vielmehr findet er im Bodensee während der Sommer- und Herbstmonate, dass in den alleroberflächlichsten Schichten von 1—2 m Tiefe nur ganz geringe Mengen limnetischer Thiere vorkommen, (in 60 cbm Wasser ca. 0,1 cbcm Plankton). Von hier ab schwillt die Menge nach der Tiefe allmählich an, um im Bodensee zwischen ca. 10 und 15 m ihr Maximum von ca. 15—20 cbcm pro 60 cbm Wasser zu erreichen, fällt von da ab wieder langsam bis auf 30 m ab, um unter dieser Tiefe völlig zu verschwinden. Im Winter ändert sich diese Art der Vertheilung völlig, indem von der freien Oberfläche ab durch alle belebten Zonen eine ziemlich gleichmässige Verbreitung des Planktons zu beobachten ist.

Bei dieser zonalen Vertheilung verhalten sich die einzelnen das Gesamtplankton zusammensetzenden Thiere sehr verschieden.

Hofer unterscheidet vier Gruppen. Er fand einmal Formen, wie *Diaptomus gracilis* und *Cyclops Leuckarti*, welche zu keiner Zeit, auch nicht im Sommer, in irgend einer Zone massenhaft vorkommen, sondern welche

Zudem dürfte kaum eine Crustaceengruppe durch die Bemühungen hervorragender Forscher besser bekannt sein, als die Daphniden. Ihr Bau ist so eingehend erforscht, dass man schwerlich erwarten dürfte, neue und unerwartete Aufschlüsse zu erhalten. Wenn es mir trotzdem gelingen sollte, den Nachweis zu führen, dass ihre Augen Strukturverhältnisse erkennen lassen, welche allen Beobachtern entgingen, so dürften die im Nachfolgenden wiederzugebenden Befunde wohl dafür sprechen, dass ich in den allgemeinen Anschauungen über den durch die Lebensweise bedingten Bau der Augen nicht zu weit vom richtigen Wege abwich.

So weise ich denn zunächst darauf hin, dass unter den pelagischen Crustaceen unserer Süßwasserseen eine räuberisch lebende Art, welche das Licht meidet und nur bei Nacht an die Oberfläche aufsteigt, nämlich die Gattung *Bythotrephes*, wiederum durch verlängerte Facettenglieder im Dorsalabschnitt ihres unpaaren Stirnanges charakterisirt ist. Leydig, der Entdecker der Gattung, deutet dieses Verhalten nur unvollkommen an (1860 Taf. X Fig. 74), während Weismann in seiner Abhandlung über die Schmuckfarben der Daphniden (Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. XXX Suppl.

in allen belebten Schichten ziemlich gleichmässig vertheilt sind. Die zweite Gruppe, nämlich die Räderthiere, wie *Anuraea longispina*, *Conochilus volvox*, *Anuraea cochlearis*, ferner die meisten Daphniden (*D. hyalina*, *Daphnella brachyura*, *Bosmina longispina*), hält sich vornehmlich in den obersten und am meisten erwärmten Schichten des Wassers bis zu 15 m Tiefe auf. Die dritte Gruppe bilden *Leptodora hyalina* und *Bythotrephes longimanus*, welche in mittleren Zonen, zwischen 7 und 18 m leben, also die oberen warmen, wie auch die tieferen kalten Schichten meiden. Zur vierten Gruppe gehören endlich *Heterocope robusta* und *Cyclops strenuus*, welche die tiefen und kalten Zonen von 15–25 m besonders bevorzugen. Namentlich gilt diess von *Heterocope*, welche in den oberen Schichten bis 15 m nur spärlich verbreitet ist, während *Cycl. strenuus* eine weitere Verbreitung besitzt, aber nach der Tiefe zu unzweifelhaft viel massenhafter vorkommt.

Während des Winters ändert sich dieses Bild der Vertheilung sehr wesentlich. Zahlreiche Formen, wie *Leptodora*, *Bythotrephes*, *Heterocope*, mehrere Daphniden und Räderthiere, verschwinden nach Ablage ihrer Danereier vollständig aus dem Plankton oder treten an Masse stark zurück, so dass die Zusammensetzung desselben sehr viel einförmiger wird. Die limnetische Thierwelt setzt sich dann wesentlich nur aus *Diaptomus gracilis*, *Cyclops strenuus*, *Cyclops Leuckarti*, den Nauplien dieser Copepoden und *Bosmina longispina* zusammen und alle diese Thiere erscheinen nun gleichmässig in der ganzen belebten Zone vertheilt.

Berücksichtigt man die verschiedenen Temperaturverhältnisse während des Sommers und des Winters, so geht aus diesen Beobachtungen hervor, dass die Thiere des Planktons so lange eine zonare Vertheilung zeigen, als das Wasser thermisch geschichtet ist: wenn dagegen, wie im Winter, die thermische Schichtung des Wassers aufhört und dasselbe eine gleichmässige Temperirung von 4° C. erfährt, dann erscheinen auch die Planktonthiere gleichmässig vertheilt und nicht mehr zonarisch geschichtet. Interessant ist es, dass das Winterplankton vornehmlich aus solchen Thieren besteht, die auch im Sommer entweder in allen Zonen leben (*Diaptomus*, *C. Leuckarti*) oder sich mehr im kalten Wasser aufhalten, wie *C. strenuus*. Wenn *Bosmina longispina*, welche sich den Sommer über in warmen Wasserschichten aufhält, dennoch im Winterplankton zu finden ist, also eine Ausnahme hiervon macht, so rührt diess daher, dass diese Daphnide, wie bereits Weismann hervorgehoben hat, sich während langer Zeiträume im Bodensee nur noch parthenogenetisch fortpflanzt und keine befruchteten Wintererier mehr bildet.

Trotz der augenfälligen Beziehungen zwischen zonarer Schichtung der Thierwelt und der Temperatur des Wassers glaubt jedoch Hofer, namentlich mit Rücksicht auf das allnächtliche Aufsteigen auch der am tiefsten lebenden Formen (*Heterocope robusta*), den Einfluss des Lichtes auf die zonare Vertheilung des Planktons keineswegs ausschliessen zu dürfen.

Die mitgetheilten Beobachtungen sind durch eine Reihe von Zahlentabellen mit quantitativen Planktonangaben, sowie durch einige graphische Darstellungen der verticalen Verbreitung erläutert. Ausserdem bringt der Verfasser einige speciellere Beobachtungen über die Tiefseefauna des Bodensees, von denen wir hier nur hervorheben wollen, dass sich unmittelbar über dem Boden schwebend, bis in alle Tiefen herab ein *Cyclops viridis* im Bodensee vorfindet, welcher mit zunehmender Tiefe sein Augenpigment verliert und bei ca. 100 m Tiefe blind ist. Hofer nennt denselben daher *Cyclops viridis var. caecus*. Ebenso erwähnt der Verfasser einen von den Ichthyologen bisher übersehenen, den Fischern aber bekannten Tiefseesaibling (*Salmo subralpinus*), welcher nur am Grunde des Bodensees (auch des Ammersees) vorkommt, also dieselbe Lebensweise wie der Kilch, *Coregonus hiemalis*, führt und sich durch seine minimale Grösse, seine einförmig brangelbe Färbung auf dem Rücken und sein auffallend vergrössertes Auge als besondere Localvarietät auszeichnet.

Taf. VII Fig. 1), insbesondere aber P. E. Müller (1868 Taf. IV Fig. 29) und Claus (1877 p. 114 Taf. I Fig. 1, Taf. II Fig. 6) ein zutreffenderes Bild von dem Auge geben. Als ich zum ersten Male Gelegenheit fand, den *Bythotrephes longimanus* lebend am Genfer See zu untersuchen, war ich nicht wenig überrascht, ein Auge vor mir zu haben, das nahezu eine Scheidung in ein Frontauge und in ein Ventralauge (der letztere Ausdruck scheint mir für das unpaare Auge zutreffender, als die Bezeichnung „Seitenauge“) aufweist. Da nun überhaupt unter den Polyphemiden — und zwar sowohl unter den Vertretern des süßen wie des salzigen Wassers — die Tendenz zur Verlängerung der Krystallkegel (namentlich der dorsalen) offenkundig ist, so füge ich zunächst einige Bemerkungen über das Auge von *Bythotrephes* bei.

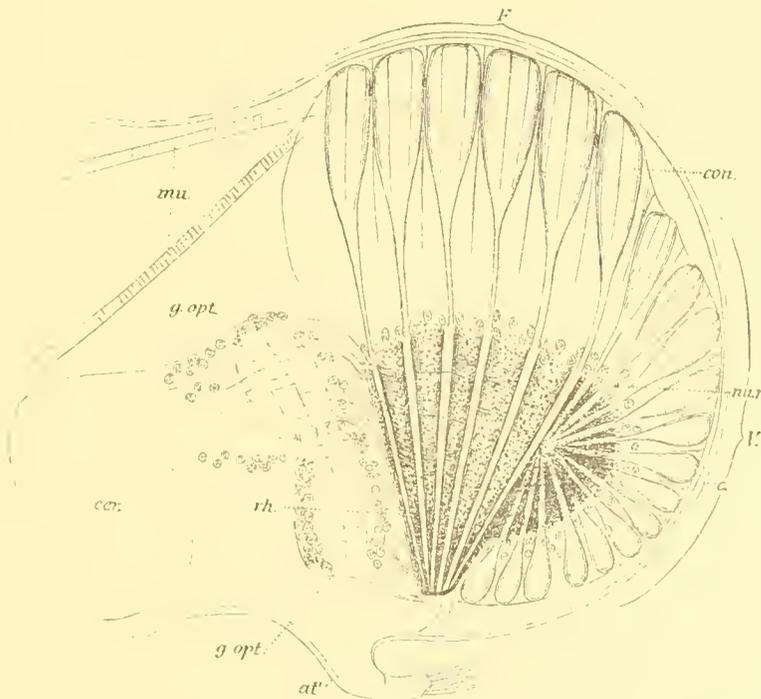


Fig. 8. Längsschnitt durch das Auge von *Bythotrephes longimanus* Leyd. Die oberen Retraktoren und die kleinen Antennen sind nach dem Leben eingezeichnet.

F. Frontauge. V. Ventralauge. at. Erste Antennen. c. Chitinhülle (Cornea). cer. Gehirn. con. Krystallkegel. g. opt. Zweithelliges Augenganglion. mu. Obere Retraktoren (die unteren sind nicht eingezeichnet). nu. r. Retinakern. rh. Rhabdome.

Die Untersuchung an Längsschnitten ergab die überraschende und von allen bisherigen Beobachtern übersehene Thatsache, dass das Auge von *Bythotrephes* thatsächlich in zwei völlig getrennte Augen, nämlich in ein Frontauge und in ein Ventralauge, zerfällt (Holzschnitt 8. F und V). Der Vergleich mit dem Phronimidenauge liegt um so näher, als nicht nur die Krystallkegel beider Augen nach zwei verschiedenen Mittelpunkten convergiren, sondern als auch das Polyphemidenauge dem Typus der retinopigmentären angehört.

Da beide Augen dicht an einander liegen, so fließen ihre Pigmentmassen anscheinend zusammen und erst die Längsschnitte zeigen, dass wir es mit getrennten Pigmentscheiden zu thun haben. Das Frontauge (F) ist kegelförmig gestaltet, während das Ventralauge (V) nahezu halbkugelige Form aufweist. Die Hauptachsen beider Augen stehen rechtwinklig zu einander und

zwar convergiren die Rhabdome des Seitenauges gegen einen Mittelpunkt, der an der Vorderfläche des Frontauges (etwa im oberen Drittel von dessen Pigmentmantel) gelegen ist.

In Einzelnen bemerke ich noch unter Bezugnahme auf den beigegefügtten Holzschnitt Fig. 8, dass die in einen langen fadenförmigen Abschnitt auslaufenden Krystallkegel (con.) des Frontauges bedeutend länger, als die continuirlich nach der Ventralseite sich verkürzenden Kegel des Seitenauges sind. Wie schon Leydig richtig erkannte (1860 p. 245) und Claus bestätigte (1877 p. 144), so sind die Krystallkegel fünftheilig. Die runden Kerne der fünf sie abcheidenden Krystallzellen vermochte ich lediglich bei älteren, noch im Brutraum des Mutterthieres befindlichen Embryonen deutlich wahrzunehmen; sie liegen hier oberhalb der fünf wie Kelchblätter auseinander weichenden Kegelsegmente.

Da überhaupt das Daphnidenaue ein subtiles Objekt ist, an dem der neueste Beobachter, nämlich Parker (1891 p. 76) keine Kerne (bei *Evadne*) nachzuweisen vermochte, so füge ich noch hinzu, dass die Hypodermis mit ihren runden Kernen der Chitinlamelle (c.) anliegt und vollständig ausser Verband mit den Facettengliedern getreten ist. Dass dieses Verhalten eine Folge der durch Muskeln (von denen in der obigen Figur nur die oberen beiden Retraktoren [mu.] angedeutet sind) bewirkten Drehung ist, liegt auf der Hand. Die Retinulazellen sind so intensiv mit braunschwarzen Pigmentkörnern, welche sich am dichtesten im Umkreis der Rhabdome anhäufen, durchsetzt, dass ihre Zahl sich schwer bestimmen lässt. Ich glaube indessen an manchen günstigen Stellen im Querschnitt fünf das Rhabdom umgebende Zellen erkannt zu haben — eine Zahl, welche nach Parker auch für *Evadne* gilt. Die Kerne der Retinazellen (m. r.) liegen durchweg an der Grenze der pigmentirten Zone im Umkreise der Krystallfäden; sie sind klein, rundlich und nur im Frontauge oval gestaltet. Die Rhabdome (rh.) des Frontauges sind nahezu dreimal so lang als diejenigen des Ventralauges; sie brechen sehr stark das Licht und weisen einen runden Querschnitt auf. Ihre Plättchenstruktur hat bereits Claus erkannt und so erwähne ich nur noch, dass sie etwas breiter sind, als die ihnen direkt aufsitzenden Ausläufer der Krystallkegel.

Die einzelnen Facettenglieder würden also bei *Bythotrephes* aus fünf Krystallzellen, welche einen fünftheiligen Krystallkegel ausscheiden, und aus ebenso vielen pigmentirten Retinazellen mit ihrem ungetheilten stabförmigen Rhabdom sich aufbauen. Zu diesen gesellen sich indessen noch interfacettäre Elemente, deren kleine Kerne zwischen den Distalabschnitten der Krystallkegel gelegen sind. Die sechsseitig sich abplattenden Krystallzellen lassen nämlich an jenen Stellen, wo die Irispigmentzellen der höheren Crustaceen sich zwischen sie eindrängen, einen Raum frei, in dem die genannten farblosen Zellen gelegen sind. Ich vermuthe, dass es sich in ihnen thatsächlich um die Homologa der Irispigmentzellen handelt.

Was endlich die ganglionären Elemente anbelangt, so sei bemerkt, dass das Ganglion opticum (g. opt.) in eine dorsale und in eine ventrale Partie zerfällt. Von ersterer gehen breite Faserbündel zum Frontauge ab, welche zwischen den Retinulen in zur Längsachse des Auges senkrechter Richtung verstreichen. Da sie von Pigment theilweise umhüllt werden, so nimmt man auf den Schnitten die durch sie bedingte Streifung deutlich wahr. Von der unteren Hälfte des Ganglions entspringen schwächere Faserbündel, die in das Frontauge eintreten, ausserdem aber noch ein vom Unterrand des Ganglions ausgehender Strang, welcher die kegelförmige Spitze des Frontauges umkreist und dann in das Ventralauge einstrahlt. Es scheint indessen, als ob auch Faserstränge, welche quer das Frontauge durchsetzen, bis in das Ventralauge gelangen.

So viel geht jedenfalls aus diesen Mittheilungen hervor, dass das Auge von *Bythotrephes* einen verwickelteren Bau aufweist, als alle früheren Beobachter annahmen. Leider war es mir, nachdem ich auf diese Verhältnisse aufmerksam geworden war, nicht mehr möglich, lebende Exemplare zu erbeuten und sie mit den für Erhaltung feinerer Strukturen bewährten Mitteln zu behandeln. Indem ich mir daher weitere Mittheilungen vorbehalte, so gestatte ich mir die Bemerkung, dass unter den Polyphemiden Verhältnisse vorliegen, welche erst an der Hand der von mir für die Schizopoden nachgewiesenen Umbildungen verständlich werden.

Das Kugelauge der an der Oberfläche von vegetabilischer Kost lebenden Daphniden weist bei den räuberischen und die Tiefe bevorzugenden Polyphemiden nicht nur grössere Dimensionen auf, sondern lässt auch die schon bei *Leptodora* kenntliche Verlängerung der dorsalen Facettenglieder nachweisen. Indem das Pigment, welches bei den Oberflächenformen bis zur distalen Kuppe der Krystallkegel vordringt, lediglich auf die Retinulazellen beschränkt wird, erhalten wir retinopigmentäre Augen, deren Sehvorgang sich offenbar ebenso wie im Phronimidenauge abspielt.

Eine weitere Etappe in den genannten Umbildungen gibt das Auge der Gattung *Polyphemus* ab, das auf Schnitten sich vielleicht schon als zweigetheilt erweisen dürfte und jedenfalls direkt zum Auge des *Bythotrephes* mit seiner Trennung in ein Front- und Ventralauge überleitet.

Doch die Umbildungen gehen noch weiter: das Ventralauge, welches bei *Bythotrephes* aus weit zahlreicheren Facettengliedern, als das Frontauge sich aufbaut, beginnt an Umfang zurückzutreten, um schliesslich völlig zu schwinden. Bei der Gattung *Podon* ist das Ventralauge nur auf wenige Facettenglieder reducirt und endlich fehlt es vollkommen der Gattung *Evadne*. In der ausschliesslichen Erhaltung des Frontauges gibt *Evadne* ein Seitenstück zu *Arachnomysis* ab.

Die Ableitung, welche ich hier nach den Abbildungen von P. E. Müller (1868) und Claus (1877) zu geben versuchte, muss allerdings erst durch eine eingehende Untersuchung auf Schnitten erhärtet werden. Ich glaube indessen nicht, dass ich fehl gegriffen habe, zumal Claus (1877 p. 144) ausdrücklich hervorhebt, dass bei *Evadne* die kleinen unteren Krystallkegel fehlen.

Jedenfalls darf ich es als eine bemerkenswerthe Thatsache hinstellen, dass es nun gelungen ist, bei nicht weniger denn vier Ordnungen von pelagischen Crustaceen, nämlich bei Daphniden, Hyperiidern, Sergestiden und Schizopoden convergente Umbildungen an den Augen nachzuweisen. Wenn oben der Versuch unternommen wurde, sie mit der räuberischen Lebensweise in grösseren Tiefen in Einklang zu bringen, so ist immerhin nachdrücklich zu betonen, dass die retinopigmentären Augen der drei zuerst erwähnten Ordnungen an Leistungsfähigkeit bedeutend hinter den iridopigmentären Augen der Schizopoden zurückstehen. Die Augen der letzteren kommen dem Ideal eines DunkelAuges am nächsten, insofern sie bei dem Mangel des Retinapigmentes lichtstarke Superpositionsbilder entwerfen. Es kann daher nicht überraschen, dass die ein weit lichtschwächeres Bild empfangenden retinopigmentären Augen Formen zukommen, welche sich im Allgemeinen der Oberfläche näher halten. Wenn unter ihnen die Polyphemiden diejenigen Arten repräsentiren, welche in nur geringer Tiefe schweben, so müssen wir bedenken, dass ihre Augen, sowohl was Umfang als auch Länge der Facettenglieder anbelangt, weit hinter den Augen der Sergestiden und Hyperiidern zurückstehen.

## c. Die Augen der auf dem Grunde lebenden Tiefseecrustaceen.

Wenn wir nun den Bau der Facettenaugen jener Crustaceen, welche auf dem Grunde der Tiefsee leben, mit den Augen der pelagischen Tiefenformen vergleichen, so bemerke ich zunächst im Allgemeinen, dass es nicht meine Absicht ist, an diesem Orte eine eingehende Darstellung meiner Resultate zu geben, welche ich an einem kostbaren, durch die Liberalität des Fürsten Albert von Monaco und Alexander Agassiz mir zur Verfügung gestellten Materiale gewann. Ebenso wenig liegt es in meiner Absicht, die schon vielfach erörterten Rückbildungen der Augen von Tiefseekrustern nochmals dem Leser vorzutragen; wer sich für diese Fragen interessiert, mag die in die Berichte der Challenger-Expedition eingeflochtenen Bemerkungen, die Darlegungen von S. J. Smith (1886 p. 194–197) und die Zusammenstellungen von Gerstaecker (1889 p. 682–683, 1893 p. 928–934) zu Rath ziehen.

Da bis jetzt noch niemals der feinere Bau der Facettenaugen von stielängigen Tiefsee-Crustaceen untersucht wurde, so gestatte ich mir zunächst, nur jene Punkte in den Vordergrund der Betrachtung zu stellen, welche für die oben angeregten Fragen von allgemeinem Interesse sind.

In erster Linie hebe ich hervor, dass bei der überwiegenden Mehrzahl der bis jetzt untersuchten Schizopoden und Dekapoden das Retinapigment fehlt, aber das Irispigment in der für die Dunkelstellung charakteristischen Anordnung vorhanden ist. Wir haben es also mit iridopigmentären Augen zu thun, welche in sinnfälliger Weise Anklänge an die oben geschilderten strukturellen Eigenthümlichkeiten der Schizopoden-Augen darbieten. Ich wüsste denn auch kein Argument anzuführen, welches berechtigt für die von mir oben vertretene Auffassung spräche, dass die des Retinapigmentes entbehrenden pelagischen Schizopoden ächte Tiefenformen repräsentiren.

Immerhin möchte ich nicht unerwähnt lassen, dass in einigen seltenen Fällen das Retinapigment — allerdings nicht zwischen die Rhabdome vertheilt — auch bei Grundbewohnern noch nachweisbar ist. Spuren desselben fand ich in den Augen eines Paguriden (*Parapagurus pilosimanus abyssorum* A. M. Edw.) zwischen den Opticusfasern und dicht angehäuft liegt es hinter der gefensterten Membran im Auge des merkwürdigen *Pontophilus occidentalis* Fax. Endlich traf ich eine breite ovale Masse schwarzen Pigmentes weit hinter der gefensterten Membran und von der letzten ganglionären Anschwellung des Sehnerven umgeben im Augensiel des *Benthescymus Tameri* Fax.

Wenn ich den Mangel des Retinapigmentes bei der überwiegenden Zahl von Grundbewohnern in erster Linie betone, so verdienen andererseits die bemerkenswerthen Unterschiede im Bau der Augen von pelagischen und auf dem Grunde lebenden Tiefenformen nicht minder eingehender Würdigung.

Kein Tiefseekrebs, der auf dem Grunde des Oceans seine Lebensarbeit verrichtet, besitzt auf der Dorsalfläche des Augensieles verlängerte Facettenglieder oder gar ein in Front- und Seitenauge getheiltes Facettenauge. Wer die Abbildungen von Crustaceen in den Werken der Tiefsee-Expeditionen durchmustert, wird sich überzeugen, dass die Augen (wenn sie nicht zu verkümmern beginnen) im Allgemeinen die Kugelform wahren. Der Umfang des facettirten Kugelabschnittes kann zwar ungemein wechseln, es kann die facettirte Region bald mehr auf die Dorsalfläche, bald mehr auf die Ventralfläche beschränkt sein oder gleichmässig nach allen Seiten hin sich ausdehnen, aber

niemals kommt es zur Ausbildung jener sogenannten „unregelmässigen Augen“ mit teleskopartig erhobener Frontpartie. Die Schnitte lehren denn auch, dass die Facettenglieder (mit Ausnahme der ja stets etwas kürzeren Randfacetten) von annähernd gleicher Länge sind.

Um das Gesagte durch specielle Beispiele zu erläutern, so weise ich zunächst darauf hin, dass die oben (p. 186) aufgeführten Gattungen von Tiefsee-Mysideen nach den genauen Abbildungen von G. O. Sars (1870) durchweg Kugelaugen besitzen, die sogar in manchen Fällen eine Abplattung in dorsoventraler Richtung erkennen lassen. Ebenso sind die eigenartigen, oft monströse Dimensionen erreichenden Tiefseeformen der Euphausiden durch Kugelaugen charakterisirt. Unter den Vertretern der letzteren habe ich die Augen der Gattung *Gnathophausia* untersucht und bin überrascht über die relativ geringe Höhe der Facettenglieder in Anbetracht der Breite des Auges. *Gnathophausia* steht in dieser Hinsicht weit hinter *Euphausia*, geschweige denn den mit Frontaugen ausgestatteten pelagischen Tiefsee-Euphausiden zurück. An Leistungsfähigkeit überbieten die prächtigen Augen der pelagischen Schizopodenformen weit diejenigen der Grundbewohner: bei ersteren hoch gewölbte, aus mehreren Schalen aufgebaute Corneafacetten und in weitem Abstände von den Krystallkegeln angeordnete Rhabdome, welche ein möglichst lichtstarkes Superpositionsbild empfangen, bei letzteren eine dicke Cornea, die als continuirliche, nicht mehr in Facetten gegliederte Schicht über das Auge sich hinwegzieht, und in nahem Abstand von den Krystallkegeln angeordnete Rhabdome, deren Superpositionsbild jedenfalls bedeutend lichtschwächer ist.

Als ein Erbtheil mancher an der Oberfläche eine nächtliche Lebensweise führender Kruster tritt uns bei vielen Dekapoden der Tiefsee ein wohl entwickeltes Tapetum entgegen. Ich vermisste dasselbe bei den Schizopoden (*Gnathophausia*) und unter den Dekapoden bei *Parapagurus* Smith und *Benthesisygnus* Bate, finde es bei den Gattungen *Heterocarpus* A. M. Edw. und *Nematocarcinus* A. M. Edw. mässig, bei den meisten Genera der verschiedenartigsten Dekapodenfamilien (z. B. *Glyphocrangon* A. M. Edw., *Acanthephyra* A. M. Edw., *Pontophilus* Leach) geradezu monströs ausgebildet. Auf den Schnitten blitzt es schon dem unbewaffneten Auge als silberweisses Band, das der membrana fenestrata anfliegt, entgegen; im durchfallenden Lichte ist es leicht gelblich getönt. Es umhüllt die Rhabdome und ist in eigenen Zellen enthalten, deren runde Kerne deutlich sichtbar sind. Nur selten fand ich Spuren des von Exner entdeckten Tapetums unterhalb der membrana fenestrata zwischen die Opticusfasern eingebettet und niemals konnte ich ein von dem Retinatapetum gesondertes Iristapetum nachweisen.

Wie man aus diesen kurzen Darlegungen ersieht, so weichen die Augen der auf dem Grunde lebenden Tiefenformen nur wenig von jenen der Oberflächenbewohner ab. Hier wie dort eine bunte Fülle von bald umtänglichen, bald kleineren Augen, deren Schfläche in der mannigfaltigsten Weise umgrenzt ist. Wenn wir von den verschiedenartigen und in jedem Stadium verwirklichten Arten der Verkümmerng absehen, so ist es wesentlich der Mangel des Retinapigmentes, welcher einen durchgreifenden Unterschied mit den Augen der Oberflächenarten bedingt. Und dieser Unterschied ist nicht einmal so auffällig, wie es auf den ersten Blick erscheint: hat doch Exner (1891 p. 124) bereits darauf hingewiesen, dass dem *Peneus membranaceus* das Retinapigment fehlt und dass das Iripigment nur sehr schwach entwickelt ist.<sup>1)</sup> Wenn wir

<sup>1)</sup> Zur Erklärung dieser Thatsache mag die Bemerkung dienen, dass *Peneus membranaceus* im Mittelmeere erst in grösseren Tiefen von etwa 100 Metern auftritt, während *P. caranote* oberflächlicher (und zwar bis zu den Augen im Schlamm eingegraben) vorkommt.

von dem bei *Penaeus* entwickelten Tristapetum absehen, so haben wir thatsächlich bereits ein Auge vor uns, das den Anforderungen des Aufenthalts in unbelichteten Regionen angepasst erscheint.

Doch genug mit diesen Erörterungen, die sich vielleicht schon allzu umfangreich gestaltet haben! Nur ein Punkt sei noch herausgegriffen und in seiner allgemeinen Bedeutung erörtert. Kein auf dem Boden des Oceans lebender Tiefseekrebs besitzt Frontaugen oder dorsal verlängerte Facettenglieder — fast alle pelagischen Tiefenformen sind mit diesen charakteristischen Auszeichnungen versehen. Deutet dieses Verhalten auf abweichende Existenzbedingungen und sind wir im Stande, es aus der biologischen Eigenart der Grundbewohner heraus zu erklären?

Was wir über die Lebensweise und über die Ernährung der letzteren wissen, beruht auf gar kärglichen Angaben, während es an Vermuthungen und Hypothesen wahrlich nicht fehlt.

W. Faxon (1895 p. 253) weist in der soeben erschienenen Bearbeitung der vom „Albatross“ getretschten Tiefseecrustaceen darauf hin, dass die kräftigen Schwimmer, nämlich die Hoplophoriden, einige Penaeiden, Pasiphaeiden, die Sergestiden und Gnathophausien, durchweg mit wohl entwickelten Augen ausgestattet sind, während die Grundbewohner (namentlich die in den Schlamm sich einwühlenden) vielfach rückgebildete Augen anweisen oder völlig blind sind. Diesem Verhalten läuft die Thatsache parallel, dass die sich einwühlenden Formen meist bleiche Farben aufweisen, während die frei kriechenden oder schwimmenden Arten durch die überraschenden rothen Tinten charakterisirt sind. Es ist nun gewiss a priori wahrscheinlich, dass es sich thatsächlich so verhält, allein im Einzelfall lassen wir uns durch Analogieschlüsse und durch den Gesamthabitus der Formen bestimmen, ein Urtheil über die Lebensweise zu fällen. Wie vorsichtig wir indessen bei derartigen Annahmen sein müssen, lehren die Garneelen der oberflächlichen Schichten, welche alle als typische Schwimmer gestaltet sind und doch nur zum Theil über dem Meeresgrunde schweben, zum Theil aber sich einwühlen.

Da wir nun auch über die Ernährung nicht sicher orientirt sind (der Darminhalt ist nicht untersucht), so sind wir eigentlich nur auf die Aufschlüsse angewiesen, welche die vom Fürsten von Monaco in die grossen Tiefen versenkten Reusen lieferten. Sie ergeben, dass wir jedenfalls die frei beweglichen resp. aller Wahrscheinlichkeit nach schwimmenden Formen mit Aas zu ködern im Stande sind.

Ich stelle die einzelnen Daten nach den Angaben des Fürsten von Monaco (1895 p. 2–5) zusammen: Bis zu einer Tiefe von 2230 m wurden zwischen Monaco und Corsika zahlreiche Fische und Crustaceen in den Reusen erbeutet; eine einzige Reuse lieferte nicht weniger als 89 Schwarzhaie (*Centrophorus squamosus*), eine andere 33 Exemplare der *Acanthephyra pulchra*. In geringeren Tiefen des Atlantischen Oceans von 175 m lieferte ein Reusentaug 4 *Conger vulgaris*, 160 Garneelen der Gattung *Pandalus* und einige Hundert Comatulen. Im Golf von Gascogne verfangen sich andererseits in 2620 m 11 Tiefseeaale (*Simenuchelys*), 9 grosse Amphipoden (*Hoplonyx cicada*) und ein *Centrophorus*, dessen Weichtheile indessen völlig von kleinen Crustaceen aufgefressen waren. „Un certain nombre de ces crustacés, remarquables par leur puissance destructive, car ils ont dévoré en quelques heures environ 4 kg de matière organique, sont remontés dans les petites nasses que je mets toujours à l'intérieur des grandes.“

Das ist der ganze Aufschluss, den das Experiment über die Ernährung der Tiefseekruster lieferte. Er genügt aber, um zweierlei zu demonstrieren: einerseits die erstaunliche Gefrässigkeit derselben, andererseits die Thatsache, dass wir mit abgestorbenen Organismen (als Köder wurden

totde Fische verwendet) in den grossen Tiefen die Krebse zu erbeuten vermögen. Im Grunde genommen lehren also diese Versuche, dass die Ernährung der Tiefseecrustaceen wesentlich dieselbe ist, wie diejenige der auf dem Grunde sich aufhaltenden Oberflächenarten.

Ich kehre nun zum Ausgangspunkt dieser Betrachtungen zurück und versuche eine einfache Folgerung zu ziehen: wenn die Ernährung der auf dem Grunde lebenden Tiefseecrustaceen nicht wesentlich von derjenigen der Oberflächenarten abweicht, wenn andererseits die Struktur der Augen bei beiden Gruppen im Wesentlichen übereinstimmt (denn der Mangel des Retinapigmentes und die mächtige Entwicklung des Tapetums bei den Tiefenformen bedingen keine durchgreifenden Unterschiede und zeugen nur in sinnfälliger Weise für die Anpassung an das Leben in dunklen Regionen), so müssen gleichartige biologische Momente die Uebereinstimmung im Bau der Augen bedingen. Wesentlich abweichende Bedingungen müssen dagegen bei den pelagischen Tiefenformen obwalten und die Theilung ihrer Augen in Front- und Seitenaugen zur Folge haben.

Liegt es nun nicht nahe, die Differenzen im Bau der Augen mit der verschiedenen Ernährungsweise in Einklang zu bringen? Die pelagischen Crustaceen mit ihren auffällig grossen und abnorm gestalteten Augen sind räuberische Formen, welche meist von durchsichtigen, schwer wahrnehmbaren, aber beweglichen kleineren Crustaceen (Copepoden, Ostrakoden, Daphniden) sich nähren und in ihren Frontaugen ein unübertreffliches Organ zur Wahrnehmung von Bewegungen aufweisen — die Grundbewohner hingegen vertilgen Aas oder überfallen grosse, leicht wahrnehmbare Objekte, die auch ohne einen für das Sehen von Bewegungen besonders empfindlich gemachten Apparat bemerkt werden.

Wie nun freilich der Kampf um die Nahrung auf dem Tiefseeboden sich im Einzelfalle gestaltet, wissen wir nicht. In dem Magen der oft monströs gestalteten Grundfische treffen wir Fische, die ihrerseits wieder von kleineren Organismen leben müssen. Nachdem die Schliessnetzfunde das Ergebniss lieferten, dass die pelagische Fauna in grosse Tiefen hinabreicht, ist es in hohem Grade wahrscheinlich geworden, dass dicht über dem Meeresgrunde pelagische Organismen sich anhäufen. Die Existenz einer aus blinden Copepoden bestehenden pelagischen Grundfauna ist durch die Untersuchungen Hofer's für den Bodensee und andere Alpenseen nachgewiesen worden und es ist sicher nur eine Frage der Zeit, dass derselbe Nachweis auch für den freien Ocean geliefert wird. Sicherlich sind es diese unermüdlichen Schwimmer und Zerschroter des von oben herabrieselnden organischen Detritus, welche vielen sessilen Grundformen und Tiefseefischen das Dasein ermöglichen.

Existirt eine pelagische Fauna, die in der Nähe des Meeresgrundes sich anstaut, so kann auch die Thatsache nicht überraschen, dass ein so auffällig grosser Theil der Tiefseeorganismen leuchtet und die Existenz von wohl entwickelten Sehorganen erklärlich erscheinen lässt. Wenn wir mit unserer oben (p. 211) entwickelten Ansicht das Richtige trafen, dass nämlich die biologische Bedeutung der Leuchtorgane vorwiegend auf einem Anlocken der Beutethiere beruht, so ist es erklärlich, dass Pennatuliden, Gorgoniden, Isideen, Anneliden und Seesterne ein phosphorescirendes Licht ausstrahlen, welches von den Theilnehmern an den Tiefseeexpeditionen mit wahrhaft enthusiastischen Worten geschildert wird. Vor Allem werden es die Anthozoen der Tiefsee sein, welche in erster Linie die pelagische Tiefenfauna sich zu Nutzen machen und durch ihr Erglühen in phosphorischem Scheine den mit Sehorganen ausgestatteten Fischen und Krustern ein Erkennen der Beute ermöglichen. Denn die vielfach noch verbreitete Ansicht, dass unsere

Experimente mit empfindlichen photographischen Platten, die ja allerdings nur über das Vordringen der chemisch wirksamen Strahlen Aufschluss geben, es nicht ausgeschlossen sein lassen, dass auch noch grössere Tiefen als 500 m wirksam belichtet werden, ist entschieden nicht haltbar. Wer in dem köstlichen Werke von Paul Regnard „La vie dans les eaux“ (1891 p. 213) durch das Experiment belehrt wird, dass schon in einem Meter Tiefe die Intensität der Belichtung durch Absorption der Strahlen auf die Hälfte herabgesetzt wird, der wird es nicht befremdlich finden, wenn in relativ geringen Tiefen blinde Organismen leben.

Wenn Gerstaeker noch glauben konnte, dass die „viel gepriesene Anpassungstheorie“ gerade da uns im Stiche lasse, wo sie ihre Leistungsfähigkeit in besonderem Maasse zu dokumentiren habe, nämlich bei der Anpassung der Sehorgane an den Aufenthalt in der Tiefe, so hoffe ich den Leser überzeugt zu haben, dass sie im Gegentheile ihre Probe besteht. Das Studium der functionellen Anpassungen im Lichte der Descendenztheorie ist ein überaus anziehendes Gebiet und wenn hier ein bescheidener Versuch gemacht wurde, die Gestaltung der Sehorgane aus biologischen Gesichtspunkten heraus dem Verständniss näher zu bringen, so bin ich mir wohl bewusst, dass ich oft mag fehl gegriffen haben. Vieles ist uns noch räthselhaft, aber wo bliebe die Freude am Forschen, wenn nicht der Räthsel viele wären?

## Litteraturverzeichnis.

- Bovallins, C.**, Contributions to a monograph of the Amphipoda Hyperidea, Part 1, 1. 10 Taf. 1887 in: Kongl. Svenska Vetensk.-Akad. Handl. Band 21 No. 5. — Part 1, 2. 18 Taf. 1889 *ibid.* Band 22 No. 7.
- The Oxycephalids, in: Nova Acta Reg. Soc. Sc. Upsal. Ser. III. Upsala 1890.
- Boas, J. E. V.**, Studien über die Verwandtschaftsbeziehungen der Malakostraken, in: Morpholog. Jahrb. Bd. 8, 1883, p. 485—579 Taf. 21—24.
- Brandt, K.**, Ueber Anpassungserscheinungen und Art der Verbreitung von Hochseethieren, in: Ergebnisse der Plankton-Expedition Bd. I A (2. Anhang zu Kap. IX p. 1—33) 1892.
- Carrière, J.**, Die Sehorgane der Thiere vergleichend anatomisch dargestellt. München und Leipzig, 1885.
- Chun, C.**, Die pelagische Thierwelt in grösseren Meerestiefen und ihre Beziehungen zu der Oberflächenfauna, in: Bibliotheca zoologica, Heft 1, 1887.
- Bericht über eine nach den Canarischen Inseln im Winter 1887—88 ausgeführte Reise, II. Abtheil., in: Sitzungsber. K. Pr. Akad. d. Wissenschaften, Berlin, 1889, XXX. Taf. III.
- Ueber die Amphipoden-Familie der Scinidae Stebb. in: Zool. Anz. 12. Jahrg. 1889 No. 308 u. 309.
- Leuchtorgan und Facettenauge. Ein Beitrag zur Theorie des Sehens in grossen Meerestiefen, in: Biolog. Centralblatt 1893, Bd. XIII No. 17 u. 18.
- Claparède, E.**, Zur Morphologie der zusammengesetzten Augen bei den Arthropoden, in: Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. 10 p. 191—214, Taf. 12 bis 14. 1860.
- Claus, C.**, Ueber einige Schizopoden und niedere Malakostraken Messina's, in: Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. 13, 1863 p. 422, Taf. 25—29.
- Zur Kenntniss des Baues und der Organisation der Polyphemiden, in: Denkschr. K. Akad. der Wissensch., Math. Naturw. Kl. Wien 1877, p. 137—160, mit 7 Taf.
- Claus, C.**, Der Organismus der Phronimiden, in: Arb. Zoolog. Institut Wien, Bd. 2. Wien 1879, p. 59—146, Taf. 1—8.
- Zur Kenntniss der Kreislaufsorgane der Schizopoden und Dekapoden, in: Arb. Zoolog. Institut Wien. Bd. 5, 1884, mit 9 Taf.
- Untersuchungen über die Organisation und Entwicklung von Branchipus und Artemia nebst vergleichenden Bemerkungen über andere Phyllopoden, in: Arb. Zool. Institut, Wien. Bd. VI, 1886, p. 1—104, mit 12 Taf.
- Die Platysceliden, Wien 1887, mit 26 Taf.
- Dana, J. D.**, United States Exploring Expedition, Vol. XIII. *Crustacea*, Philadelphia 1852, mit Atlas von 69 Taf.
- Gerstaecker, A.**, Arthropoda, in: Bronn's Klassen und Ordnungen des Thierreichs. Schizopoda, p. 602—686. 1889.
- Giesbrecht, W.**, Mittheilungen über Copepoden 8. Ueber das Leuchten der pelagischen Copepoden und das thierische Leuchten im Allgemeinen, in: Mitth. Zool. Stat. Neap. Bd. 11, 1895 p. 648—689.
- Grenacher, H.**, Untersuchungen über das Sehorgan der Arthropoden, insbesondere der Spinnen, Insekten und Crustaceen, m. 11 Taf. Göttingen 1879.
- Herrick, F. H. and Brooks, W. K.**, The Embryology and Metamorphosis of the Macroura, in: Nat. Acad. Sciences Vol. V Mem. 4 p. 325—464, mit 57 Taf. 1893.
- Hofer, B.**, Die Vertheilung der Thierwelt im Bodensee nebst vergleichenden Untersuchungen in einigen anderen Süsswasserbecken, in: Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees und seiner Umgebung, 1896.
- Kroyer, H.**, Forsög til en monographisk Fremstilling af Kraebdylrslaegten *Sergestes*, in: Kong. Danske Videnskab. Selsk. Skrifter. Bd. 4, 1859, p. 219 bis 303, mit 5 Taf.
- Leydig, F.**, Naturgeschichte der Daphniden (Crustacea cladocera), mit 10 Taf. Tübingen 1860.
- Monaco, Prince Albert I de.** Sur les premières campagnes scientifiques de la „Princesse Alice“ in: Compt. rend. Acad. Scienc. t. CXX. 7 Janv. 1895.

- Müller, P. E.**, Danmarks Cladocera, in: Naturhistorisk Tidsskrift, III R. Bd. 5, p. 53—240, Taf. 1—6, Kopenhagen 1868.
- Murray, J.**, The voyage of H. M. S. Challenger. Narrative of the Cruise, 1885.
- Nusbaum, J.**, L'Embryologie de *Mysis Chameleo* (Thompson) in: Arch. Zool. Exp. He Sér. T. V. 1887 p. 123—202, Taf. 5—12.
- Oefmann, A.**, Decapoden und Schizopoden der Plankton-Expedition. Kiel und Leipzig 1893, mit 7 Taf., 3 Karten.
- Parker, G. H.**, The Histology and Development of the Eye in the Lobster, in: Bull. Mus. Comp. Zool. Camb., Vol. 20 p. 1—58, m. 4 Taf. 1890.
- The compound eyes in Crustaceans, in: Bull. Mus. Comp. Zool. Cambridge, Vol. XXI, No. 2 p. 45 bis 140, mit 10 Taf. 1891.
- The Retina and Optic Ganglia in Decapods, especially in *Astacus*, in: Mitth. Zool. Station Neapel. Bd. 12, p. 1—73, Taf. 1—3. 1895.
- Patten, W.**, Eyes of Molluses and Arthropods, in: Mitth. Zool. Stat. Neapel. Bd. 6, 1886, p. 542 bis 756, Taf. 28—32.
- Is the Ommatidium a Hear-bearing Sense Bud?, in: Anat. Anz. 5. Jahrg. No. 13 u. 14, p. 353 bis 359. 1890.
- Regnard, Paul**, Recherches expérimentales sur les conditions de la vie dans les eaux. Paris 1891.
- Sars, M.**, Beskrivelse over den af ham i aaret 1856 opstillede *Tysanopoda norvegica*, in: Forhandl. i Vidensk. Selsk. Christiania 1864 (Aar 1863), p. 2—10.
- Sars, G. O.**, Histoire naturelle des Crustacés d'eau douce de Norvège I. Mit 10 Taf. Christiania 1867.
- Carcinologiske Bidrag til Norges Fauna. 1 Monographi over de ved Norges Kyster forekommende *Mysider*. Christiania 1870—79. 1. Heft 1870 mit 5 Taf. 2. Heft 1872 mit 3 Taf. 3. Heft 1879 mit 34 Taf.
- The Voyage of H. M. S. Challenger. Report on the Schizopoda. Vol. XIII 1885, mit 38 Taf.
- Schmidt, O.**, Die Form der Krystallkegel im Arthropodenauge, in: Zeitschr. für wissensch. Zoologie, Bd. XXX, Suppl. p. 1—12, Taf. I. 1878.
- Semper, K.**, Reisebericht, in: Zeitschr. für wissensch. Zoologie, Bd. 11. 1862 p. 100—108.
- Smith, Sidney, J.**, The Abyssal Decapod Crustacea of the „Albatross“ Dredgings in the North Atlantic, in: Ann. and Mag. Nat. Hist. Vol. XVII, 5. Ser. March 1886 p. 187—198.
- Stebbing, Th.**, Report on the Amphipoda. Report Scient. Res. Voy. Challenger Zool. Vol. 29. 1888.
- Descript. of nine new Species of Amphipodous Crustaceans from the Trop. Atlantic, in: Transact. Zool. Soc., London. Vol. XIII Part X Febr. 1895.
- Szczawinska, Wanda**, Contribution à l'étude des yeux de quelques Crustacés et recherches expérimentales sur les mouvements du pigment granuleux et des cellules pigmentaires sous l'influence de la lumière et de l'obscurité dans les yeux des Crustacés et des Arachnides, in: Archives de Biol. T. X p. 523—566, m. 2 Taf. 1891.
- Thompson, John Vaughan**, Zoological Researches and Illustrations; or Natural History of non-descript or imperfectly known animals. Cork 1828—30. Memoir III. On the Luminosity of the Ocean, with descriptions of some remarkable species of Luminous Animals (*Pyrosoma pigmaea* and *Sapphirina indicator*) and particularly of the four new genera *Nocticula*, *Cynthia*, *Lucifer* and *Podopsis*, of the Schizopoda: p. 37—67. Pl. V bis VIII.
- Vallentin, R. and Cunningham, J. T.**, The Photospheria of *Nyctiphanes Norvegica* G. O. Sars, in: Quarterly Journal of Microscopical Science, p. 319—341, Taf. 23.
- Viallanes, M. H.**, Recherches anatomiques et physiologiques sur l'œil composé des Arthropodes, in: Ann. Sc. Nat. VII. Sér. Zool. T. XIII, p. 349 bis 384. Taf. 10 und 11. 1892.
- Wafase, S.**, On the Morphology of the Compound Eyes of Arthropods, in: Stud. Biol. Lab. J. Hopkins Univ. Vol. 4 p. 287 mit 7 Taf. 1892.

## Inhalts-Verzeichniss.

Vorwort . . . . .	p. I—V
Erstes Kapitel. <b>Die Knospungsgesetze der proliferirenden Medusen</b> . . . . .	p. 1 - 52
Mit Tafel I und II.	
Zweites Kapitel. <b>Auricularia nudibranchiata</b> . . . . .	p. 53—76
Mit Tafel III und IV.	
Drittes Kapitel. <b>Die Nauplien der Lepaden</b> . . . . .	p. 77—106
Nebst Bemerkungen über das Schwebvermögen der pelagisch lebenden Crustaceen.	
Mit Tafel V und VI.	
Viertes Kapitel. <b>Die secundären Geschlechts-Charaktere der Männchen von Phronima</b> .	p. 107—130
Mit Tafel VII und VIII.	
Fünftes Kapitel. <b>Ueber pelagische Tiefsee-Schizopoden</b> . . . . .	p. 137—190
Mit Tafel VIII—XV.	
Sechstes Kapitel. <b>Leuchtorgane und Facettenaugen</b> . . . . .	p. 191—262
Ein Beitrag zur Theorie des Sehens in grossen Meerestiefen.	
Mit Tafel XVI—XX.	
Tafelerklärungen.	



# Tafel I.

## Das Knospungsgesetz der Sarsiaden.

Auf allen Figuren sind die Tochterknospen mit A, B, C, D, E, F . . . bezeichnet, wobei A die älteste (proximale) Knospe, B, C, D . . . successive die jüngeren Knospen bedeuten. Die Ersatzknospen ersten Grades sind in entsprechender Weise mit a, b, c . . ., diejenigen zweiten Grades mit a', b', c' . . . und die Enkelknospen mit  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ,  $\varepsilon$  . . . bezeichnet.

Fig. 1—4. *Dipurena dolichogaster* Haeck. Nach dem Leben gezeichnet.

- |         |   |                 |
|---------|---|-----------------|
| Fig. 1. | <i>Dipurena</i> mit fünf Knospengruppen. Die beiden obersten Tochterknospen haben sich vom Manubrium losgelöst. Vergrößerung ca. . . . .  | $\frac{50}{1}$  |
| Fig. 2. | Manubrium mit 7 Knospengruppen. Die älteste Tochterknospe hat sich losgelöst  | $\frac{50}{1}$  |
| Fig. 3. | Die Knospengruppe D (Fig. 2) bei stärkerer Vergrößerung . . . . .   | $\frac{168}{1}$ |
| Fig. 4. | Eine weit entwickelte Tochterknospe mit Enkelknospen und Ersatzknospe. Der vorderste Ocellarbulbus und Tentakel ist nicht eingezeichnet, um die Enkelknospen deutlicher zu zeigen . . . . . | $\frac{86}{1}$  |
| Fig. 5. | <i>Sarsia gemmifera</i> Forbes mit 5 Knospengruppen. Die älteste Tochterknospe (A) steht dicht vor der Loslösung. su. Subumbrella. x Subumbralsack . . . . .                                | $\frac{45}{1}$  |
| Fig. 6. | <i>Sarsia gemmifera</i> . Eben frei gewordene junge Meduse mit 5 Tochterknospen ohne Ersatz- und Enkelknospen . . . . .   | $\frac{45}{1}$  |
|         | Der vorderste Ocellarbulbus mit Tentakel ist nicht eingezeichnet.   |                 |



## Tafel II.

### Knospungsgesetz und Knospenentwicklung von *Rathkea octopunctata* Sars.

Allgemein gültige Bezeichnungen:

b, t. Tentakelbulbus	ma Manubrium
c Radiargefäß	mu Muskulatur der Subumbrella
c, c Ringgefäß	o Mundöffnung
camp Glockenkern	pg Pigment
ek Ektoderm	sin Subumbralsack
en Entoderm der Muttermeduse	st Mundgriffel
en' Entoderm der Tochterknospen	su Ektoderm der Subumbrella
enl Gefäßlamelle	t Tentakel
g Magen	taen Interradiale Entodermwülste
gl entodermale Drüsenzellen	u Umbrellargallerte
l Stützlamelle	ve Velum

Sämmtliche Figuren sind Prismazeichnungen mit Benutzung eines Winkel'schen Instrumentes. Auf mehreren Figuren ist das Ektoderm mit bläulichem, das Entoderm mit braunem Ton angegeben.

Die Tochterknospen sind ihrem Alter entsprechend mit fortlaufenden arabischen Ziffern, die Enkelknospen mit römischen Ziffern bezeichnet.

- Fig. 1—4. Manubrien der *Rathkea octopunctata* mit ansitzenden Tochter- und Enkelknospen.
- |   |                   |
|---|-------------------|
| Fig. 1. Manubrium mit 4 Knospenkreisen: seitliche Ansicht . . . . .   | Vergr.<br>92<br>1 |
| Fig. 2. Manubrium mit 3 Knospenkreisen; die älteste Knospe (1) hat sich bereits losgelöst . . . . .                                     | 92<br>1           |
| Fig. 3. Manubrium von der Mundöffnung aus gesehen mit 2 Knospenkreisen . . . . .  | 110<br>1          |
| Fig. 4. Manubrium mit 4 Knospenkreisen; seitliche Ansicht . . . . .   | 92<br>1           |
| Fig. 5. Längsschnitt durch ein Manubrium mit 4 Knospenkreisen. Die Mundgriffel sind nach einem späteren Schnitt eingezeichnet . . . . . | 146<br>1          |
- Fig. 6—9. Längsschnitte durch die Tochterknospen des letzten Kreises. Die Proximalseite ist nach oben, die Distalseite nach unten gekehrt; die voransgehenden älteren Knospen (x) sind nur theilweise angedeutet. Alle Figuren sind nach Winkel's homogener Immersion  $\frac{1}{14}$  gezeichnet.

	Vergr.
Fig. 6. Jüngste Knospenanlage . . . . .	750 1
Fig. 7. Knospe mit beginnender Differenzirung des Knospenentoderms. $\gamma$ Zellen von indifferentem Charakter . . . . .	750 1
Fig. 8. Weiter entwickelte Knospe mit Entodermsack . . . . .	750 1
Fig. 9. Aeltere Knospe (9) mit ovalem Entodermsack und deutlich abgesetztem Material für eine junge Knospe (13) . . . . .	750 1
Fig. 10. Querschnitt durch eine Tochterknospe, welche gerade die acht Tentakelanlagen ausgebildet hat . . . . .	510 1
Fig. 11. Querschnitt durch eine Tochterknospe, welche zum Ablösen reif ist, in der Höhe des ersten Kreises der Enkelknospen . . . . .	255 1
sin. Sackförmige Hohlräume, welche durch Abheben der Subumbraalmuskulatur gebildet werden.	
Fig. 12. Längsschnitt durch eine Tochterknospe mit zwei Anlagen von Enkelknospen. Die Gastralhöhle des Mutterthieres communicirt mit derjenigen der Tochterknospe; die Grenze zwischen dem mütterlichen Entoderm und Knospenentoderm ist noch scharf zu erkennen . . . . .	380 1
Fig. 13. Basaler Theil eines Längsschnittes durch eine fast ausgebildete Tochterknospe mit zwei Enkelknospen (II und VI) . . . . .	560 1
Fig. 14. Querschnitt durch eine junge Knospe . . . . .	510 1
Fig. 15. Horizontal (parallel dem Schirmrand) geführter Schnitt durch einen Tentakelbulbus.	
Fig. 16. Längsschnitt durch ein in die Gastralhöhle des Mutterthieres einmündendes Radiargefäß . . . . .	510 1

## Tafel III.

### **Auricularia nudibranchiata.**

#### Allgemein gültige Bezeichnungen.

- |  |   |
|--|---|
| a. Anus  | lv'. do. Dorsaltheil der Längsschnur ( <i>linea vibratilis longitudinalis dorsalis</i> )  |
| amb. Ambulacralsystem  | lv'. v. Ventraltheil der Längsschnur ( <i>linea vibratilis longitudinalis ventralis</i> ) |
| coec. Blinddarm ( <i>coecum</i> )  | lv. or. Orale Wimperschnur ( <i>linea vibratilis oralis</i> )                             |
| ent. Enterocöl   | n. Nervensystem   |
| int. Mitteldarm ( <i>intestinum</i> )  | o. Mundöffnung  |
| l. oe. Schenkel der oralen Wimperschnur im Oesophagus ( <i>linea oesophagea</i> )                  | oes. Vorderdarm ( <i>oesophagus</i> )   |
| l. s. Schenkel der oralen Wimperschnur in der Mundrinne ( <i>linea sulci</i> )                     | p. Rückenporus  |
| lv. ab. a. Vordere Partie der aboralen Wimperschnur ( <i>linea vibratilis aboralis anterior</i> )  | re. Enddarm ( <i>rectum</i> )   |
| lv. ab. p. Hintere Partie der aboralen Wimperschnur ( <i>linea vibratilis aboralis posterior</i> ) | s. l. Seitenrinne ( <i>sulcus lateralis</i> )   |
|  | s. v. Mund- und Bauchrinne ( <i>sulcus ventralis</i> )                                    |
|  | ve. Mundsegel ( <i>velum</i> )  |

Sämtliche Figuren sind bei 33facher Vergrößerung mit dem Prisma nach in Osmium- und Chromosmiumsäure conservirten Exemplaren entworfen.

Fig. 1. Junge Larve der *Auricularia nudibranchiata* (9. Febr. 1888) von der rechten Seite gesehen.

Die römischen Ziffern I—X bezeichnen die 10 Hauptäste der longitudinalen Wimperschnur.

Fig. 2. Dieselbe Larve von der Bauchseite.

Fig. 3. Aeltere Larve (12. Jan. 1888) von der linken Seite. (I—X wie bei Fig. 1.)

Fig. 4. Dieselbe Larve von der Rückenseite.

Fig. 5. Aelteste Larve (13. März 1888) von der rechten Seite. (I—X wie bei Fig. 1.)

Fig. 6. Dieselbe Larve von der Rückenseite.



# Tafel IV.

## Auricularia nudibranchiata.

### Allgemein gültige Bezeichnungen.

a. Anus	lv'. ve. Ventraltheil der Längsschnur
amb. Ambulacralsystem	lv. or. Orale Wimpersehnur
e <sup>1</sup> . . . e <sup>6</sup> . Ambulacralkanäle	mod. Nabe des Rädchens ( <i>modiolus</i> )
ce. Bildungszellen der Rädchen	n. Nervensystem
ent. Enterocöl	o'. Mundfurche
int. Mitteldarm ( <i>intestinum</i> )	oes. Vorderdarm ( <i>oesophagus</i> )
la. inf. Unterlippe ( <i>labrum inferius</i> )	p. Rückenporus
la. su. Oberlippe ( <i>labrum superius</i> )	rad. Radspeiche ( <i>radius</i> )
l. oes. Schenkel der oralen Wimpersehnur im Oesophagus	re. Enddarm ( <i>rectum</i> )
l. s. Schenkel der oralen Wimpersehnur in der Mundrinne	rot. Radumfang ( <i>rota</i> )
lv. ab. a. Vordere Partie der aboralen Wimpersehnur	s'. Uebergang der Bauchfurche in die Seitenfurche
lv. ab. p. Hintere Partie der aboralen Wimpersehnur	se. Secret der Bildungszellen der Rädchen
lv'. do. Dorsaltheil der Längsschnur	s. l. Seitenrinne ( <i>sulcus lateralis</i> )
	s. v. Bauchrinne ( <i>sulcus centralis</i> )
	ve. Mundsegel ( <i>velum</i> )

Sämtliche Zeichnungen nach Osmium-, resp. Chromosmiumpräparaten.

	Vergr.
Fig. 1. Wimpersehnüre und innere Organe einer jungen Larve von <i>Auricularia nudibranchiata</i> (Taf. III Fig. 1) von der linken Seite . . . . .	52 1
y Fortsatz des Ambulacralsystems.	
Fig. 2. Mundregion der grossen Larve (Taf. III Fig. 5 u. 6) von der Bauchseite . . . . .	52 1
Fig. 3. Uebergang der Seitenrinne in die Bauchrinne bei der grossen Larve . . . . .	52 1
Fig. 4. Ambulacralanlage der auf Taf. III Fig. 3 dargestellten Larve . . . . .	52 1
y Fortsatz.	
Fig. 5. Ambulacralsystem der grossen Larve (Taf. III Fig. 6) in dorsaler Ansicht . . . . .	52 1
x und x' Anlagen von Ambulacralkanälen.	
Fig. 6. Dasselbe wie Fig. 5 von der linken Seite . . . . .	52 1
Fig. 7. Bindegewebezelle aus der Gallerte einer grossen Larve	

	Vergr.
Fig. 8. Mehrkernige Bindegewebezellen	
8a von <i>Auricularia nudibranchiata</i>	
8b von Synaptalarven (Neapel) . . . . .	750 1
Fig. 9. Vielkernige Bindegewebezellen der <i>Auric. nudibr.</i> . . . . .	750 1
Fig. 10. Mesodermzellen mit grosser Vakuole (va) und wandständigem Kerne . . . . .	750 1
Fig. 11. Mesodermzellen mit körnigem Inhalt (Bildnerinnen der späteren Kalkkörper) . . . . .	750 1
a aus der Nähe des Afters, b dem Steinkanal ansitzend.	
Fig. 12. Bildungszellen der Kalkkugeln (Synaptalarven aus Neapel) . . . . .	750 1
a u. b einkernig, c vielkernig.	
Fig. 13. Oberflächlich gelegene vielkernige Bildungszellen der Rädchen . . . . .	750 1
( <i>Auric. nudibr.</i> )	
Fig. 14. Vierkernige Bildungszelle der Rädchen einer Synaptalarve (Neapel), welche einen Sekretballen (sc) ausgeschieden hat.	
Fig. 15—22. Entwicklung der Rädchen bei <i>Auric. nudibr.</i>	
Fig. 15. Der Sekretballen hat mützenförmige Form angenommen: eine Zelle sitzt der Spitze auf . . . . .	750 1
Fig. 16. Anlage der Radspeichen in der Aufsicht . . . . .	410 1
Fig. 17. Dieselbe Anlage, älteres Stadium . . . . .	410 1
Fig. 18. Radanlage von der Seite gesehen . . . . .	750 1
a im optischen Durchschnitt	
b in der Profilansicht.	
Fig. 19. Radanlage im optischen Durchschnitt: die Bildungszellen sind mit einer Ausnahme (cc') noch zu einem Häufchen vereinigt . . . . .	750 1
Fig. 20. Anlage eines Theiles des Radumfanges . . . . .	750 1
Fig. 21. Aeltere Radanlage im optischen Durchschnitt . . . . .	750 1
Die Nabe (mod.) ist gebildet und die Zellen sind auseinandergedrückt.	
Fig. 22. Aeltere Radanlage im optischen Durchschnitt: links ist eine Speiche, rechts der Zwischenraum zwischen zwei Speichen angegeben . . . . .	750 1
Fig. 23. Radanlage einer Synaptalarve (Neapel) mit 4 Bildungszellen . . . . .	750 1
Fig. 24—28. Aelteste Stadien der Radanlage bei <i>Auric. nudibr.</i>	
Fig. 24. Radanlage entkalkt mit den auseinanderrückenden Bildungszellen . . . . .	750 1
Fig. 25. Fertiges Rädchen in der Profilansicht, nur wenig entkalkt . . . . .	750 1
x Kalkstücke, welche den oberen Theil des Radumfanges bilden.	
Fig. 26. Ausgebildetes Rädchen mit dem Strahlenkranz (y) an seiner Peripherie . . . . .	410 1
Fig. 27. Ausgebildetes Rädchen schräg von oben gesehen . . . . .	410 1
Fig. 28. Theilweise entkalktes Rädchen mit den zwischen die Speichen gerückten Bildungszellen . . . . .	750 1

# Tafel V.

## Die Nauplien der Lepaden.

### Allgemein giltige Bezeichnungen.

abd. Abdominalanlage.	gl. sup. Obere Drüsen der Oberlippe.
an. After.	int. Mitteldarm.
at' Vordere Antennen.	l. ant. Vorderer Hirnlappen.
at'' Hintere Antennen.	l. post. Hinterer Hirnlappen.
c. Schildhörner.	l. opt. Augenlappen.
c. lat. Seitliche Schildhörner.	lbr. Oberlippe.
c. post. Hintere Schildhörner.	md. Mandibularfüsse.
ed. Schwanz.	mu. Muskeln.
com. Schlundring.	n. Nerv.
d. ant. Vorderzähne der Oberlippe.	o. Mund.
d. lat. Seitenzähne der Oberlippe.	oc. Naupliusauge.
d. post. Hinterzahn der Oberlippe.	oes. Oesophagus.
du. gl. Ausfuhrang der Schilddrüsen.	re. Rektum.
en. Endopodit.	s. do. Dorsale Stechborste der Stirnhörner.
ex. Exopodit.	s. ve. Ventrale Stechborste der Stirnhörner.
fil. Frontales Sinnesorgan.	sc. Rückenschild.
fl. ed. Flexor des Schwanzes.	sp. abd. Abdominalhaken.
fl. sp. ed. Flexor des Schwanzstachels.	sp. do. Rückenstachel.
fr. Seitliche Stirnhörner.	sp. cd. Schwanzstachel.
fr' Mittlere Stirnhörner.	sp. post. Hintere Abdominalhaken.
gl. Drüsenzellen.	th. abd. Thoraco-Abdominalanlage.
gl. fr. Drüsen der Stirnhörner.	u. Schildbuckel.
gl. lbr. Drüsen der Oberlippe.	

Fig. 1—4. *Nauplius eques*. Fig. 5—15. *Nauplius hastatus*.

Fig. 1. <i>Nauplius eques</i> . Von der linken Seite gesehen . . . . .	Vergr. 33 1
Fig. 2. Rückenschild von oben gesehen. Der Rückenstachel ist abgeschnitten; Darm und Nervensystem schimmern hindurch . . . . .	80 1
Fig. 3. Seitliches Stirnhorn; Spitze mit dem Ausfuhrang der Drüsen und Stechborsten . . . . .	270 1

	Vergr.
Fig. 4. Unterlippe von der rechten Seite . . . . . d. sup. Obere Seitenzähne der Unterlippe.	$\frac{188}{1}$
Fig. 5. <i>Nauplius hastatus</i> . Von der rechten Seite . . . . .	$\frac{25}{1}$
Fig. 6. Rückenschild von oben gesehen. Der braunroth pigmentirte Darm und das Nervensystem mit dem Naupliusauge schimmern hindurch . . . . . a und b. Die in Fig. 12 a und b vergrössert dargestellten Drüsen.	$\frac{80}{1}$
Fig. 7. <i>N. hastatus</i> von der rechten Seite gesehen zur Demonstration der inneren Organe. Der Darm ist im optischen Längsschnitt dargestellt und der Schlundring ist nach Combination aus Längsschnitten eingetragen. mu. lbr. Muskeln, welche sich an der Basis der Oberlippe ansetzen. mu. at'. mu. at'' und mu. md. Levatoren der ersten und zweiten Antennen und der Mandibeln; nur ihre obere Partie ist eingezeichnet. mu. tr. Adduktoren der Extremitäten im Querschnitt. f. dem Darm aufliegende Fasern. mu. rad. zum Oesophagus verlaufende Radiärfasern . . . . . Das Präparat war nach Färbung mit Pikrokarmine etwas gequollen.	$\frac{80}{1}$
Fig. 8. Oberlippe von vorne gesehen . . . . . prox. Proximalabschnitt. dist. Distalabschnitt der Oberlippe.	$\frac{75}{1}$
Fig. 9. Oberlippe von unten gesehen.	
Fig. 10. Die Bögen der Wimperborsten von der Seite gesehen . . . . . arc. ant. Vorderer Bogen. arc. ex. mx. Aeusserer Maxillarbogen. arc. pmx. Innerer Maxillarbogen. arc. fl. Die beiden Flexorbögen. arc. an. Anallbogen.	$\frac{270}{1}$
Fig. 11. Seitliches Stirnhorn von oben gesehen . . . . . z. Bindegewebezellen, welche Ausläufer an die Drüsen entsenden.	$\frac{180}{1}$
Fig. 12. a und b. Drüsenzellen des Rückenschildes (vergl. Fig. 6 a und b) . . . . . va. Vakuolen. nu. Kerne. ek. Kerne der ektodermalen Matrixzellen. x. Kleines Drüsenzellenpaar. y. Drüsenzellen, welche noch keinen Ausführgang gebildet haben.	$\frac{270}{1}$
Fig. 13. Zellen des Mitteldarmes . . . . . cut. Cuticularsaum. pg. Pigmentkörnchen.	$\frac{750}{1}$
Fig. 14. Metanauplius mit der Anlage der Cypris-Puppe . . . . . Die inneren Theile sind durch Osmiumbehandlung geschwärzt. mx' Anlage des ersten. mx'' des zweiten Maxillenpaares. Der Flexor des Schwanzstachels (fl.) ist eine Strecke weit hinter dem Abdomen erhalten.	$\frac{80}{1}$
Fig. 15. Anlage der Haftantenne innerhalb der ersten Nauplius-Antenne. II u. IV zweites und viertes Segment der Haftantenne. ac. Saugnapf. a und b. Anlagen des kolbenförmigen Riechanhangs und der Fiederborsten. ax. Reste der Achsenfäden.	

## Tafel VI.

### Die Nauplien der Lepaden.

#### Allgemein gültige Bezeichnungen.

abd. Abdominalanlage.	gl. sup. Obere Drüsen der Oberlippe.
an. After.	int. Mitteldarm.
at' Vordere Antennen.	l. ant. Vorderer Hirnlappen.
at'' Hintere Antennen.	l. post. Hinterer Hirnlappen.
c. Schildhörner.	l. opt. Augenlappen.
c. lat. Seitliche Schildhörner.	lbr. Oberlippe.
c. post. Hintere Schildhörner.	md. Mandibularfüsse.
cd. Schwanz.	mu. Muskeln.
d. ant. Vorderzähne der Oberlippe.	n. Nerv.
d. lat. Seitenzähne der Oberlippe.	o. Mund.
d. post. Hinterzahn der Oberlippe.	oc. Naupliusauge.
du. gl. Ausführgang der Schilddrüsen.	oes. Oesophagus.
en. Endopodit.	re. Rektum.
ex. Exopodit.	s. do. Dorsale Stechborste der Stirnhörner.
fil. Frontales Sinnesorgan.	s. ve. Ventrale Stechborste der Stirnhörner.
fl. cd. Flexor des Schwanzes.	sc. Rückenschild.
fl. sp. ed. Flexor des Schwanzstachels.	sp. abd. Abdominalhaken.
fr. Seitliche Stirnhörner.	sp. do. Rückenstachel.
fr' Mittlere Stirnhörner.	sp. ed. Schwanzstachel.
gl. Drüsenzellen.	sp. post. Hintere Abdominalhaken.
gl. fr. Drüsen der Stirnhörner.	th. abd. Thoraco-Abdominalanlage.
gl. lbr. Drüsen der Oberlippe.	u. Schildbuckel.

*Fig. 1—6, 13, 16 und 17* beziehen sich auf den *Nauplius hastatus*.

*Fig. 7—12, 14, 15, 18* *Nauplius lorincatus*.

Fig. 1. Die Extremitätenpaare des *Nauplius lorincatus* von der linken Seite gesehen. . . .

Die Exopoditenglieder der beiden hinteren Extremitäten sind mit arabischen Ziffern, die Endopoditenglieder mit römischen bezeichnet. proc. Kaufortsatz der zweiten Antenne.

Vergr.  
60  
1

	Vergr.
Fig. 2. Endopodit der zweiten Antenne mit dem langgezogenen Ganglion (ga.) und den in die Borsten eintretenden Achsenfäden (ax.) . . . . .	$\frac{270}{1}$
Fig. 3. Zwei Endborsten der Innenseite (Fig. 2) des Endopoditen mit einstrahlenden Achsenfäden (ax.) . . . . .	$\frac{410}{1}$
Fig. 4. Die 3 Borsten des zweiten Endopoditengliedes (Fig. 2) . . . . .	$\frac{410}{1}$
Fig. 2—6 nach mit Chromosmiumsäure behandelten Präparaten.	
Fig. 5. Anfangstheil der Schwimmborsten am 6ten u. 7ten Exopoditenglied der zweiten Antenne mit Matrixkernen (ma.) und Kernen (nu.) der Achsenfäden (ax.). Nach Behandlung mit Sublimat. . . . .	$\frac{410}{1}$
Fig. 6. Querschnitt durch den Oesophagus des <i>Nauplius loricatus</i> . . . . .	$\frac{750}{1}$
mu. rad. Radiärmuskeln (Dilatatoren). nu. circ. Ringmuskelfasern.	
Fig. 7. <i>Nauplius loricatus</i> von der linken Seite . . . . .	$\frac{33}{1}$
Fig. 8. Spreulöffel des seitlichen Stirnhorns . . . . .	$\frac{180}{1}$
Fig. 9. Linke zweite Antenne von hinten gesehen . . . . .	$\frac{80}{1}$
proc. Kaufortsatz des ersten. z. Fortsatz des zweiten Protopoditengliedes.	
Fig. 10. Rückenschild von oben gesehen . . . . .	$\frac{60}{1}$
Die Muskelausätze (mu) der Extremitätenlevatoren sind eingezeichnet. fl. Ansatzstellen der Flexoren des Schwanzes und des Schwanzstachels (fl'). Die vordere Partie des Nervensystemes und der Mitteldarm schimmern hindurch.	
Fig. 11. Rückenschild, Schwanz und Schwanzstachel von hinten gesehen.	
Fig. 12. Mandibel mit ihrem Endopodit und Oberlippe von hinten gesehen. pr' u. pr''. Erstes und zweites Protopoditenglied.	
Fig. 13. Vordere Partie des Nervensystemes von <i>Nauplius hastatus</i> . . . . .	$\frac{180}{1}$
Fig. 14. Nervensystem des <i>Nauplius loricatus</i> aus einer Serie von Horizontalschnitten combinirt . . . . .	$\frac{140}{1}$
n. lbr. Oberlippennerv. n. at', n. at'' und n. md. Nerven der ersten u. zweiten Antenne und der Mandibeln. n. post. In die hintere Körperregion verlaufender Nerv. a. Quercommisur. oes. Querschnitt des Oesophagus.	
Fig. 15. Kaufortsatz der zweiten Antenne des <i>Nauplius loricatus</i> . . . . .	$\frac{180}{1}$
Fig. 16. Längsschnitt durch die Thoraco-Abdominalanlage des <i>Nauplius hastatus</i> . . . . .	$\frac{220}{1}$
ma. Matrix der dorsalen Chitinlage. mx. Anlage der Maxille. I . . . . . VI Anlagen der Rankenfüße.	
Fig. 17. Anlagen der II—IVten Rankenfüße . . . . .	$\frac{750}{1}$
ma. Matrix der Chitinlamelle (eh). mes. Mesodermzellen.	
Fig. 18. Metanauplius des <i>Nauplius loricatus</i> . Hintere Körperregion von der rechten Seite. mx. Maxille. I . . . VI Rankenfüße. x. Der Histolyse anheim gefallener Inhalt des Schwanzstachels. y. Degenerirtes Gewebe hinter der Abdominalanlage.	

## Tafel VII.

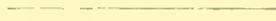
### Männchen der *Phronima sedentaria* Forsk.

#### Allgemein gültige Bezeichnungen:

at' Erste Antenne.	m. fl. mearp. Beuger des Metacarpus.
at'' Zweite Antenne.	m. fl. tib. Beuger der Tibia.
carp. Carpus.	ma. Kerne der Matrixzellen.
d. a., d. m., d. p. Vorderer, mittlerer und hinterer Carpalzahn.	mearp. Metacarpus.
daet. Daktylus.	n. Nerv (n <sup>5</sup> . . . <sup>7</sup> Beinnerven des fünften bis siebenten Paares).
f. Fasern der Sinneszellen.	o. Mündung der <i>vasa deferentia</i> .
fem. Femur.	s. kolbenförmige Sinnesfäden.
fl. Flagellum.	s' Spürhaare.
ga. Ganglion.	sens. Sinnesepithel.
gen. Genu (Kniesegment).	sept. Septen, welche die Bluträume begrenzen.
gl. Drüsenzellen.	sp. Spermatophore.
m. ext. carp. Strecker des Carpus.	st <sup>I, II, III</sup> Schaftglieder der Antennen.
m. ext. daet. Strecker des Daktylus.	tb. Tibia.
m. ext. gen. Strecker des Kniesegmentes.	te. Hoden.
m. ext. mearp. Strecker des Metacarpus.	v. d. <i>Vas deferens</i> .
m. ext. tb. Strecker der Tibia.	x. Basalthheil der Sinneshaare.
m. fl. daet. Beuger des Daktylus.	

Fig. 1. Erwachsenes geschlechtsreifes Männchen der <i>Phronima sedentaria</i> von der rechten Seite (Villafranca) . . . . .	Vergr. 12 1
Fig. 2. Jugendliches Männchen aus grösserer Tiefe (Neapel) . . . . .	14 1
Fig. 3. Männchen von mittlerer Grösse; Kopf und Brustregion von oben gesehen (Villafranca)	80 1
Fig. 4. Fünfter rechter Brustfuss eines erwachsenen Männchens . . . . .	80 1
Fig. 5. Scheerenband eines jugendlichen Männchens (Fig. 2) . . . . .	50 1
Fig. 6. Die beiden Antennen eines jugendlichen Männchens . . . . .	80 1
Fig. 7. Linke erste Antenne eines erwachsenen Männchens . . . . .	80 1
Die Geisselglieder sind mit fortlaufenden Zahlen (2 . . . 8) bezeichnet; das letzte Geisselglied (8) hat noch nicht seine definitive Länge erreicht.	
Fig. 8. Querschnitt durch den Proximalabschnitt der ersten Geisselglieder eines jüngeren Männchens (at'). . . . .	50 1

Fig. 9.	Querschnitt durch den Distalabschnitt; aus derselben Serie wie Fig. 8 . . . . .	Vergr. $\frac{188}{1}$
Fig. 10.	Längsschnitt durch das Zellpolster unter den Spürhaaren. Erwachsenes Männchen (vergl. Fig. 7); Chromosmiumpräparat. . . . .	$\frac{620}{1}$
Fig. 11.	Ganglienzellen, welche unter dem Sinnespolster liegen (ga' Fig. 10) . . . . .	$\frac{620}{1}$
Fig. 12.	Faserstrang, welcher aus dem Ganglion in die Basis (x) eines kolbenförmigen Sinnesschlauches eintritt. Chromosmiumpräparat; erwachsenes Männchen . . . . .	$\frac{410}{1}$
Fig. 13.	Theil des drüsigen Zellstranges im Längsschnitt . . . . .	$\frac{620}{1}$
Fig. 14.	Geißelglieder (2 . . . 8) der ersten Antenne; grösstes Männchen (Villafranca) . . . . .	$\frac{80}{1}$
Fig. 15.	Zweite Antenne des grössten Männchens. . . . .	$\frac{80}{1}$
	Die Geißelglieder sind mit 1 . . . 13 numerirt.	
Fig. 16.	Zweite Antenne eines jungen Männchens (Orotava) . . . . .	$\frac{80}{1}$



## Tafel VIII.

**Fig. 1—6. *Phronima Colletti* Bov. — Fig. 7—9. *Phronima sedentaria* J.**

Allgemein gültige Bezeichnungen:

<p>carp. Carpus.  d. a., d. m., d. p. Vorderer, mittlerer und hinterer Metacarpalzahn.  daet. Daktylus.  f<sup>1</sup> . . . f<sup>4</sup> Bündel der kontraktiven Fibrillen.  fem. Femur.  ga. Ganglion.  gen. Genn (Kniesegment).  gl. Drüsen.  m. ext. carp. Strecker des Carpus.  m. ext. gen. Strecker des Kniesegmentes.  m. ext. tb. Strecker der Tibia.  m. ext. mearp. Strecker des Metacarpus.  m. fl. daet. Benger des Daktylus.  m. fl. mearp. Beuger des Metacarpus.</p>	<p>m. fl. fib. Beuger der Tibia.  m. lat. Seitenmuskeln im Stielgliede der Abdominalfüsse.  m. post. Hintere Muskeln der Abdominalfüsse.  m. r. Muskeln der Ruderäste.  o. Mündung der <i>casa deferentia</i>.  pr. Rindenschichte der Muskelbündel.  sept. Septum, welches die Bluträume abgrenzt.  sin. ant. &amp; post. Vorderer und hinterer Blutsinnus im Carpus.  sp. Spermatophore.  tb. Tibia.  te. Hoden.</p>
---	--

Vergr.

Fig. 1. Weibchen der <i>Phronima Colletti</i> . Aus grösserer Tiefe vor Madeira. Nach dem Leben gezeichnet . . . . .	10 1
Fig. 2. Geschlechtsreifes Männchen der <i>Phronima Colletti</i> . Aus grösserer Tiefe vor Las Palmas . . . . .	25 1 1
Fig. 3. Rechte Greifhand des in Fig. 2 abgebildeten Männchens von der Aussenseite . . . x Gelenk des Metacarpus.	80 1
Fig. 4. Linke Greifhand eines erwachsenen Weibchens aus grösserer Tiefe; von der Aussenseite . . . . .	80 1
Fig. 5. Linke Greifhand eines im Februar 1888 an der Oberfläche (Orotava) gefischten Weibchens; von der Aussenseite . . . . .	38 1
Fig. 6. Querschnitt durch den Carpus eines jüngeren Männchens von <i>Phr. Colletti</i> . . . . .	140 1

m. Kerne in der Rindenschichte.

	Vergr.
Fig. 7. Vordere Drüsengruppe aus dem Carpus des fünften Brustfusses eines erwachsenen Männchens von <i>Phr. sedentaria</i> . Chromosminpräparat . . . . .	620 1
Fig. 7a. Die Verschlusszelle einer Carpaldrüsengruppe von <i>Phr. Colletti</i> ♂ im Längsschnitt se Sekretballen.	510 1
Fig. 8. Erstes Abdominalsegment eines mittelgrossen Männchens von <i>Phr. sedentaria</i> . . . Die Abdominalmuskeln sind mit 1 . . . 10 numerirt. y Pyramidenförmiger Muskel im äusseren Ruderast. x Längsmuskel des Ruderastes.	38 1
Fig. 9. Stielglied eines Abdominalfusses in der Ansicht; erwachsenes Männchen der <i>Phr. sedentaria</i> . . . . .	38 1



# Tafel IX.

## Stylocheiron mastigophorum Chun.

### Allgemein gültige Bezeichnungen:

abd. Abduktor der Greifhand.	lb. Oberlippe.
add. Adduktor der Greifhand.	l. i. Obere Laden der Maxillen.
at'. Erste (innere) Antennen.	l. s. Untere Laden der Maxillen.
at". Zweite (äussere) Antennen.	mcarp. Metacarpus.
carp. Carpus.	mu. Muskeln resp. Muskelsehnen.
daet. Daktylus.	oc. fr. Frontalange.
en. Endopodit.	oc. lat. Seitenauge.
ex. Exopodit.	p. Palpus der Maxillen.
fl. Geissel (flagellum).	pgn. Paragnathen.
fl. inf. } Untere und obere Geissel der ersten	ph. Leuchtorgan.
fl. sup. } Antenne.	s. Sinnesborsten.
ga. Ganglion des ♂ in der ersten Antenne.	sq. Schuppe (squama).
gen. Kniesegment (genn).	

Die Glieder des Protopoditen (Basalglied und Stammglied) sind mit I und II bezeichnet.

	Vergr
Fig. 1. Jüngerer Weibchen von <i>Stylocheiron mastigophorum</i> von der linken Seite nach dem Leben gezeichnet. Atl. . . . .	18 1
(Vergl. die Abbildung eines älteren Weibchens in: Bibl. Zool. Heft I, Taf. IV, Fig. 1.)	
Fig. 2. Rostrum und linkes Auge eines erwachsenen Weibchens von unten. Atl. . . . .	40 1
Fig. 3. Rostrum und rechtes Auge eines erwachsenen Männchens von oben. Atl. . . . .	40 1
Fig. 4. Erste und zweite Antennen des Männchens von unten. Atl. . . . .	40 1
I, II, III die Schaftglieder der zweiten Antenne.	
Fig. 5. Erste Antenne des Weibchens. Medit. . . . .	50 1
I, II, III die Schaftglieder. Auf dem ersten Schaftglied sind die Ansatzstellen der grossen Sinnesborsten (s) angegeben.	
Fig. 6. Mandibel ♀ Medit. . . . .	70 1
Fig. 7. Kaurand der Mandibel . . . . .	220 1

	Vergr.
Fig. 8. Erste Maxille ♂ Atl. . . . .	80 1
Fig. 9. Zweite Maxille ♂ Atl. . . . .	80 1
Fig. 10. Erster Thorakalfuss ♂ Atl. . . . .	80 1
Fig. 11. Zweiter Thorakalfuss ♂ Atl. . . . .	80 1
Fig. 12. Basaler Abschnitt des dritten Thorakalfusses ♀ Medit. . . . .	80 1
Fig. 13. Greifhand des dritten Thorakalfusses ♀ Medit. . . . .	112 1
Fig. 14. Greifhand des dritten Thorakalfusses ♀ Atl. . . . .	188 1
Fig. 15. Vierter Thorakalfuss ♂ Atl. . . . .	80 1
Fig. 16. Fünfter Thorakalfuss ♂ Atl. . . . .	80 1
Fig. 17. Sechster Thorakalfuss ♀ Medit. . . . .	80 1
Fig. 18. Kiemenbüschel des sechsten Thorakalfusses (Fig. 17) in seitlicher Ansicht . . . .	80 1
Fig. 19. Siebenter Thorakalfuss ♀ Medit. . . . .	80 1
Fig. 20. Achter Thorakalfuss mit Kiemenbüschel ♀ Medit. . . . .	80 1
Fig. 21. Achter Thorakalfuss isolirt ♂ Atl. . . . .	80 1
Fig. 22. Sechster, siebenter und achter Thorakalfuss (p <sup>6</sup> . . . p <sup>8</sup> ) ♂ Atl. . . . .	80 1
x. Männliche Genitalöffnung.	
Fig. 23. Erster Pleopode des Weibchens . . . . .	80 1
Fig. 24. Erster Pleopode des Männchens. Atl. . . . .	80 1
Fig. 25. Innenlappen des männlichen Endopoditen (Fig. 24) . . . . .	188 1
Fig. 26. Zweiter Pleopode des Männchens von der Seite. Atl. . . . .	80 1
Fig. 27. Schwanzfächer. ♀ Atl. . . . .	80 1

# Tafel X.

## Stylocheiron mastigophorum Chun.

### Allgemein gültige Bezeichnungen:

- |   |  |
|---|--|
| a. Ventralplatte des Kaumagens.           | g. abd. Abdominalganglion im sechsten Segment. |
| a. cer. arteria cerebralis.               | germ. Keimstätte des Ovariums.                 |
| a. ceph. aorta cephalica.                 | hep. Leberschläuche.                           |
| a. ophth. arteria ophthalmica.            | int. Darm.                                     |
| an. After.                                | mu. Muskelbündel.                              |
| b. Seitenplatte des Kaumagens.            | nu. Kern.                                      |
| c. obere Seitenplatte des Kaumagens.      | py. Pylorus.                                   |
| e. front. Stirnherz.                      | re. Rektum.                                    |
| chrom. Chromatische Substanz der Eikerne. | sin. Lebersinus.                               |
| coec. Blinddarm des Rektums.              | sperm. Spermatophoren.                         |
| f. Siehelfalte des Kaumagens.             | s. sperm. Spermatophorensack.                  |
| fol. Follikelepithel.                     | test. Hoden.                                   |
| g. Ventraler Pylorialwulst.               | v. def. vas deferens.                          |
| ga. Ganglion neben dem Rektum.            |  |

- |   |                    |
|---|--------------------|
| Fig. 1. Querschnitt durch den Ventraltheil der Mitte des Kaumagens. Sublimatbehandlung  | Vergr.<br>220<br>1 |
| x. Untere bogenförmig gekrümmte Borsten.  |                    |
| y. Obere gerade Borsten.  |                    |
| Fig. 2. Querschnitt durch den ventralen pylorialen Abschnitt des Kaumagens. Sublimatbehandlung                                      | 220<br>1           |
| Fig. 3. Längsschnitt durch den pylorialen Abschnitt des Kaumagens. Sublimatbehandlung   | 220<br>1           |
| Die punktirte Linie deutet die Richtung des Querschnittes Fig. 2 an.  |                    |
| Fig. 4. Querschnitt durch die Leber in der Höhe ihrer Eimmündung in den Pylorus. Ein kleiner Theil des Kaumagens ist noch getroffen | 92<br>1            |
| s. ven. Venensinus zwischen den Leberschläuchen.  |                    |
| Fig. 5. Einer der hinteren Leberschläuche. Chromosmium  | 220<br>1           |
| Fig. 6. Das sechste Abdominalsegment mit dem Enddarm und den Ganglien   | 92<br>1            |

	Vergr.
Fig. 7. Das Stirnherz eines weiblichen Exemplares in der Diastole . . . . .	$\frac{220}{1}$
Fig. 8. Schnitt durch ein Stirnherz in der Systole . . . . .	$\frac{510}{1}$
Fig. 9. Ovarium eines mittelgrossen Weibchens in dorsaler Ansicht . . . . .	$\frac{92}{1}$
Fig. 10. Schnitt durch ein Ovarium an der Theilungsstelle in die beiden Ovarialschenkel. Subl. . . . .	$\frac{220}{1}$
Fig. 11. Junges Ei mit den Chromatinballen . . . . .	$\frac{340}{1}$
Fig. 12. Kern einer Zelle aus dem Keimlager . . . . .	$\frac{750}{1}$
Fig. 13. Zellkern aus dem Keimlager mit Chromatinknäuel . . . . .	$\frac{750}{1}$
Fig. 14. Zellkern aus dem Keimlager mit kleinen Chromatinschollen . . . . .	$\frac{750}{1}$
Fig. 15. Kern eines jungen Eies . . . . .	$\frac{510}{1}$
Fig. 16. Kerne junger Eier von den Seitentheilen des Ovariums . . . . . Fig. 11–16 nach Sublimatbehandlung.	$\frac{92}{1}$
Fig. 17. Hoden und Samenleiter eines jungen Männchens. Subl. . . . .	$\frac{220}{1}$
Fig. 18. Spermatophorensack mit einer Spermatophore. Chromosmium . . . . .	$\frac{510}{1}$
Fig. 19. Spermatozoen. Subl. . . . .	$\frac{510}{1}$

# Tafel XI.

## Stylocheiron chelifer Chun.

(Fig. 9. *St. mastigophorum*.)

### Allgemein gültige Bezeichnungen:

abd. Abduktor der Scheerenhand.	excr. Excretionsorgan (Antemendrüse).
add. Adduktor der Scheerenhand.	fl. Flagellum.
a. ceph. aorta cephalica.	hep. Leberschläuche.
a. cer. arteria cerebralis.	ncarp. Metacarpus.
a. desc. arteria descendens.	md. Mandibel.
a. hep. arteria hepatica.	mu. md. Mandibularmuskel.
a. lat. arteria lateralis.	mu. abd. Abdominalmuskeln.
a. lat. post. arteria lateralis posterior.	mx. Maxille.
a. ophth. arteria ophthalmica.	n. at'. Nerv der ersten Antenne.
a. post. aorta posterior.	n. at''. Nerv der zweiten Antenne.
a. stern. arteria sternalis.	n. o. nervus opticus.
at'. Erste Antenne.	oes. Oesophagus.
at''. Zweite Antenne.	ov. Ovarium.
carp. Carpus.	ovd. Ovidukt.
ch. Chylusmagen.	p <sup>1</sup> . . . . p <sup>8</sup> . Erster bis achter Thorakalfuss.
ce. Gehirn.	pa. Palpus.
cor. Herz.	p. exer. porus excretorius.
c. front. Stirnherz.	ph. Leuchtorgan.
daet. Daktylus.	p. v. Kaumagen.
en. Endopodit.	tb. Tibia.
ex. Exopodit.	

Vergr.

Fig. 1. <i>Stylocheiron chelifer</i> Chun. Weibchen aus dem Atlantischen Ocean (lat. 34 <sup>o</sup> , 18 N. long. 15 <sup>o</sup> , 34 W. Gr., offenes Netz in 1000 m Tiefe versenkt) von der linken Seite . . . . .	21 1
Fig. 2. Zweite Antenne mit Schuppe und den drei Schaftgliedern (I, II, III) . . . . . ♀ Medit.	
Fig. 3. Erste Maxille, ♀ Medit. . . . .	80 1
Fig. 4. Zweite Maxille, ♀ Medit. . . . .	80 1
Fig. 5. Scheerenhand des dritten Thorakalfusspaares. . . . .	85 1

	Vergr.
Fig. 6. Erster Pleopod des Männchens. Atl. . . . .	80 1
Fig. 7. Zweiter Pleopod des Männchens. Atl. . . . .	80 1
Fig. 8. Schwanzfächer. ♀ Atl. . . . .	$\frac{25}{1}$
Fig. 9. <i>Stygocheiron mastigophorum</i> ♀, Topographie der inneren Organe. Der Zeichnung ist die Skizze nach einem lebend beobachteten Exemplar (27. Februar 1888, Orotava) zu Grunde gelegt. In dieselbe wurden nach combinirten Schnittserien das Nervensystem, Excretionsorgan, Ovarium und mehrere Details eingetragen. Das thorakale Bauchmark ist im Medianschnitt dargestellt; seine Ganglienknoten sind mit 1 . . . . . 10 numerirt . . . . .	60 1

## Tafel XII.

### Fig. I—II. *Nematoscelis mantis* Chun.

Allgemein gültige Bezeichnungen:

a. v. arteria ventralis.	mu. Muskeln.
ce. Gehirn.	p. v. Kanmagen.
daet. Daktylus.	ph. Leuchtorgan.
en. Endopodit.	rfl. Reflektor des Leuchtorganes.
ex. Exopodit.	sperm. Spermatophore.
ga. Ganglion der ersten Antenne.	str. Streifenkörper des Leuchtorganes.
g. opt. ganglion opticum.	test. Hoden.
mcarp. Metacarpus.	v. def. vas deferens.

	Vergr.
Fig. 1. <i>Nematoscelis mantis</i> Chun. Männchen von der linken Seite. Aus 500 m Tiefe (offenes Netz) vor Madeira; September 1887 . . . . .	19 1
In den Samenleitern liegt jederseits eine Spermatophore.	
Fig. 2. Dasselbe vom Rücken gesehen . . . . .	25 1
Fig. 3. Hand des zweiten Fusspaares . . . . .	80 1
Die sieben Stilette sind mit I . . . . VII bezeichnet.	
Fig. 4. Ansatzstellen der Stilette (um 180° gegen Fig. 3 gedreht) . . . . .	188 1
Die Stilette sind nach der Ansatzhöhe am Daktylus mit arabischen Ziffern und nach ihrer Länge mit fortlaufenden römischen bezeichnet.	
Fig. 5. Spitze des zweitgrössten Stillettes . . . . .	410 1
Fig. 6. Theil des grössten Stillettes . . . . .	410 1
Fig. 7. Erster Pleopode . . . . .	80 1
Fig. 8. Innenast des Endopoditen des ersten Pleopoden . . . . .	188 1
Fig. 9. Zweiter Pleopode von der Innenseite . . . . .	80 1
Fig. 10. Derselbe von vorn gesehen . . . . .	80 1
Fig. 11. Auge von <i>Nematoscelis mantis</i> (Medit.) zur Demonstration des Gefässverlaufes im Augenganglion und im Leuchtorgane. Chromosmiumsäure. Combination aus einer Schnittserie. Blutsinus und Capillaren sind blau angegeben. . . . .	95 1

- |   |                 |
|---|-----------------|
|   | Vergr.          |
| Fig. 12. <i>Nematoscelis rostrata</i> G. O. Sars (♂ <i>Las Palmas</i> Dec. 1887. 450 m). Längsschnitt durch die Ganglienreihe im Bereiche des zweiten (II), dritten (III) und vierten (IV) Abdominalsegmentes mit den in die Ganglienknotten eingelagerten Leuchtorganen. Chromosmiumbehandlung . . . . . | $\frac{188}{1}$ |
| Das Chitinskelett (ch) hat sich etwas abgehoben.  |                 |
| Fig. 13. Auge einer wahrscheinlich zu <i>Nematoscelis</i> gehörigen Larve. Nach dem Leben . . . . .   | $\frac{150}{1}$ |
| Fig. 14. Auge einer Euphausidenlarve. Nach dem Leben . . . . .  | $\frac{150}{1}$ |



# Tafel XIII.

## Arachnomysis Leuckartii Chun.

Allgemein gültige Bezeichnungen.

a. ceph. arteria cephalica.	hep. p. s. Oberer hinterer Leberschlauch.
a. post. arteria posterior.	int. Mitteldarm.
at' Erste (innere) Antenne.	lb. Oberlippe.
at'' Zweite (äussere) Antenne.	mearp. Metacarpus (Propodos).
carp. Carpus.	md. Mandibel.
ce. Gehirn.	mu. d. Dorsaler Muskel des Kaumagens.
cor. Herz.	mu. lat. Seitlicher Muskel des Kaumagens.
d. hep. Ausführungsgang der hinteren Leberschläuche.	mu. md. Mandibularmuskel.
daet. Daktylus.	mx' Erste Maxille.
ex. Exopodit.	mx'' Zweite Maxille.
excr. Excretionsorgan.	n. at' Nerv der inneren Antenne.
fa. Sichel falte des Kaumagens.	n. at'' Nerv der äusseren Antenne.
fl' Obere Geissel der inneren Antenne.	oes. Oesophagus.
fl'' Untere Geissel der inneren Antenne.	p <sup>1</sup> . . . . p <sup>7</sup> Erster bis siebenter Brustfuss.
g. at. Antennenganglion	p. mx. Kieferfuss.
g. fl. Ganglion der Geissel.	p. v. Kaumagen.
g. pa. Ganglion des Mandibulartasters.	pa. Mandibulartaster.
ga <sup>2</sup> , ga <sup>3</sup> Zweites und drittes Brustganglion.	pen. Penis.
gen. Kniesegment (genu).	scut. Thorakalschild.
hep. a. Vorderer Leberschlauch.	sept. Septen der Leibeshöhle.
hep. d. Dorsaler Leberschlauch.	sp. Dornen.
hep. p. i. Unterer hinterer Leberschlauch.	test. Hoden.
	v. def. vas deferens.

Die Glieder der Segmentanhänge sind mit I, II, III, IV numerirt.

Fig. 1. <i>Arachnomysis Leuckartii</i> . Erwachsenes Männchen von der linken Seite gesehen	Vergr 15 1
Fig. 2. Erwachsenes Männchen von der linken Seite zur Demonstration der inneren Organe	80 1
Fig. 3. Innere Antenne mit den Spürhaaren von unten gesehen	80 1
Fig. 4. Letzter (siebenter) Thorakalfuss	50 1
Fig. 5. Theil des Metacarpus des 7ten Fusses mit den Sinnesborsten	510 1
a. Ganglion an der Basis der kegelförmigen Borsten.	
b. Basalabschnitt einer langen geraden Borste.	



# Tafel XIV.

## Arachnomysis Leuckartii Chun.

### Allgemein gültige Bezeichnungen.

at' Erste (innere) Antenne.	hep. d. Dorsaler Leberschlauch.
at'' Zweite (äussere) Antenne.	hep. p. i. Unterer hinterer Leberschlauch.
carp. Carpus.	hep. p. s. Oberer hinterer Leberschlauch.
ce. Gehirn.	int. Mitteldarm.
d. hep. Ausführungsgang der hinteren Leberschläuche.	lob'....lob <sup>4</sup> Erste bis vierte Lade der ersten Maxillen.
en. Endopodit.	mearp. Metacarpus.
en'. Endopodit des ersten Brustfusses.	n. at' Nerv der inneren Antenne.
ep. Epipodit.	n. at'' Nerv der äusseren Antenne.
ex. Exopodit.	n. opt. Sehnerv.
ex <sup>1</sup> ....ex <sup>6</sup> Exopodit des ersten bis sechsten Brustfusses.	p <sup>1</sup> ....p <sup>7</sup> Erster bis siebenter Brustfuss.
fl' Obere Geissel der inneren Antenne.	p. v. Kaumagen.
fl'' Untere Geissel der inneren Antenne.	pa. Mandibulartaster.
g. abd. Abdominalganglion.	pgn. Paragnathen.
g. fl. Ganglion der Geissel.	scut. Brustschild.
ga <sup>2</sup> ....ga <sup>10</sup> Zweites bis zehntes Brustganglion.	sp. Dorn.
gen. Kniesegment (genu).	tb. Tibia.
	test. Hoden.

Die Glieder der Segmentanhänge sind mit I, II, III, IV numerirt.

	Vergl.
Fig. 1. <i>Arachnomysis Leuckartii</i> . Junges Männchen vom Rücken gesehen . . . . .	60
Fig. 2. Ventralansicht der Bauchganglienreihe mit den Ansatzstellen der Brustfüsse . . . . .	1 50
Fig. 3. Schaft der äusseren (zweiten) Antenne des erwachsenen Männchens . . . . .	circa 1
Fig. 4. Schaft der äusseren (zweiten) Antenne des jugendlichen Männchens . . . . .	circa 60 1
Fig. 5. Erste Maxille des jugendlichen Männchens . . . . .	circa 100 1
Fig. 6. Zweite Maxille des jugendlichen Männchens . . . . .	circa 100 1
Fig. 7. Kieferfuss des jugendlichen Männchens . . . . .	circa 100 1
Fig. 8. Kaurand der linken Mandibel des jugendlichen Männchens . . . . .	circa 220 1
a. vordere (incisive), b. gezähnte Lamelle, c. hintere (molare) Partie.	
Fig. 9. Spitze des ersten Brustfusses (erwachsenes Männchen) . . . . .	92 1
Fig. 10. Erster Pleopod des erwachsenen Männchens . . . . .	circa 50 1



## Tafel XV.

## Brutomysis Vogtii Chun.

Fig. 1.	<i>Brutomysis Vogtii</i> , jüngerer Männchen, von der Dorsalseite gesehen . . . . .	Vergl.	$\frac{33}{1}$
	p <sup>1</sup> . . . . p <sup>6</sup> Endopoditen des ersten bis sechsten Brustfusses.		
Fig. 2.	Rechte äussere (zweite) Antenne . . . . .	circa	$\frac{70}{1}$
	exer. Exeretionsorgan.		
	I, II, III, IV Die vier Schaftglieder.		
Fig. 3.	Spitze des Mandibulartasters . . . . .	circa	$\frac{150}{1}$
Fig. 4.	Distalende des ersten Brustfusses . . . . .		$\frac{92}{1}$
	dact. Daktylus. mearp. Metacarpus.		
Fig. 5.	Distalende des zweiten Brustfusses . . . . .	circa	$\frac{100}{1}$
	Die 3 Glieder des Metacarpus (mearp.) sind mit 1, 2, 3 numerirt. dact. Daktylus.		
Fig. 6.	Telson . . . . .	circa	$\frac{70}{1}$



# Tafel XVI.

## Leuchtorgane der Euphausiden.

### Allgemein giltige Bezeichnungen.

- |  |  |
|--|--|
| a. Vom Streifenkörper umschlossene Zellen<br>(im Text p. 201 mit e' bezeichnet). | l. Linse.  |
| a. lat. Lamellenring der Linsenorgane.   | lam. Seitenlamellen der Augenorgane.                                   |
| a. v. arteria ventralis.   | mu. Muskeln.   |
| b. Bildungszellen der Linse.   | n. Nerven.   |
| c. Zellkörper.   | pg. Rothes Pigment der Linsenorgane.                                   |
| e'. Vor der Linse gelegener Zellkörper.  | pg. ret. Pigmentlage, welche die Augenorgane<br>von der Retina trennt. |
| eh. Chitinwand.  | rfl. Reflektor.  |
| ek. Ektodermzellen (Matrixzellen des Chitin-<br>panzers).                        | sin. Blutsinus.  |
| f, f'. Faserstränge.   | sept. Den Blutsinus durchziehendes Septum.                             |
| ga. Ganglienzellhaufen.  | str. Streifenkörper.   |

Sämmtliche Zeichnungen sind mit dem Prisma nach Sublimatpräparaten (theilweise mit Benutzung von Mikrophotographien) entworfen. Die Blutsinus sind weiss angedeutet.

- |   | Vergr.   |
|---|----------|
| Fig. 1. Querschnitt durch das Leuchtorgan des Stielanges von <i>Euphausia pellucida</i> Dana ca.                      | 340<br>1 |
| Fig. 2. Querschnitt durch den Streifenkörper des Augenorganes von <i>Euphausia pellucida</i> ca.                      | 340<br>1 |
| Fig. 3. Querschnitt durch den Streifenkörper des Augenorganes von <i>Stylocheiron mastigophorum</i> Ch. . . . . ca.   | 400<br>1 |
| Fig. 4. Querschnitt durch das Leuchtorgan des siebenten Thorakalfusspaares von <i>Nematoscelis (mantis)</i> . . . . . | 400<br>1 |
| Fig. 5. Längsschnitt durch ein abdominales Leuchtorgan von <i>Nematoscelis (mantis)</i> . . . . .                     | 400<br>1 |
| Fig. 6. Längsschnitt durch das Leuchtorgan des dritten Abdominalsegmentes von <i>Euphausia gracilis</i> . . . . .     | 400<br>1 |
| Fig. 7. Querschnitt durch das abdominale Leuchtorgan von <i>Stylocheiron mastigophorum</i> Ch.                        | 400<br>1 |



# Tafel XVII.

## Augen von *Euphausia* und *Nematoscelis*.

### Allgemein gültige Bezeichnungen.

a. ophth. Arteria ophthalmica.	nu. er. Kerne der Krystallzellen.
ax. Kapuzenförmige Verbreiterungen der Axenfäden.	nu. pg. Kerne der Irispigmentzellen.
e. Cornea.	nu. r. Kerne der Retinazellen.
con. Krystallkegel.	nu'. Kerne der Füllzellen.
ek. Matrix des Chitines.	opt. Opticusfasern.
F. Frontauge.	ph. Leuchtorgan.
f. rud. Rudimentäre Facetten.	rfl. Reflektor des Leuchtorganes.
ga. Ganglienzellen.	rh. Rhabdome.
ga <sup>1-4</sup> Erstes bis viertes Opticusganglion.	S. Seitenauge.
lam. Lamellensystem am Augenvulst.	sin. Blutsinus.
iii. f. Membrana fenestrata.	v. Capillargefäße.
mu. Augemuskeln.	v'. Querschnitte der Capillargefäße.
n. Leuchtnerv.	w. Augenvulst.
nu. e. Kerne der Corneabildungszellen.	x. Knospungszone des Frontauges.
	x'. Knospungszone des Seitenauges.

Fig. 1. Seitlicher Längsschnitt durch das Auge von <i>Euphausia pellucida</i> Dana, welcher das Leuchtorgan in seiner ganzen Länge getroffen hat . . . . . ca.	Vergr. 90 1
Mit Benutzung einer mikrophotographischen Aufnahme gezeichnet. Sublimatbehandlung.	
Fig. 2. Horizontalschnitt durch das Auge von <i>Euphausia pellucida</i> . . . . . ca.	140 1
med. Medialer Rand des Auges. Mit Benutzung einer mikrophotographischen Aufnahme gezeichnet. Sublimatbehandlung.	
Fig. 3. Krystallkegel und überliegende Zellen aus einem Horizontalschnitt. <i>Euphausia pellucida</i> . Subl. . . . .	510 1
Fig. 4. Rhabdome von <i>Euphausia pellucida</i> . Subl. . . . .	750 1
a mit angeschwollenem Köpfchen (Glycerinpräparat). b mit verschmälertem Köpfchen (Canadabalsam).	
Fig. 5. Hauptlängsschnitt durch das Auge von <i>Nematoscelis rostrata</i> G. O. Sars . . . .	180 1
Chromosmiumbehandlung.	
Fig. 6. Corneafacetten und Krystallkegel aus dem Frontauge von <i>Nematoscelis mantis</i> . Längsschnitt. Chromosmiumbehandlung . . . . .	510 1
y Durch Abheben von den unteren Lamellen entstandener freier Raum.	
Fig. 7. Rhabdome des Seitenauges von <i>Nematoscelis (Sarsi)</i> . . . . .	750 1



## Tafel XVIII.

### Auge von *Nematoscelis mantis*.

Allgemein giltige Bezeichnungen.

- |  |  |
|--|--|
| <p>ax. Achsenfäden.<br/>                     c. Cornea.<br/>                     con. Krystallkegel.<br/>                     F. Frontauge.<br/>                     f. rud. Rudimentäre Facetten des Frontauges.<br/>                     ga. Ganglienzellpolster.<br/>                     ga<sup>t</sup>. Distales Opticusganglion.<br/>                     lam. Lamellen des Leuchtorgans.<br/>                     m. f. membrana fenestrata.<br/>                     n'. Fasern (Nerven?) im Leuchtorgane.<br/>                     nu. c. Kerne der Corneazellen.</p> | <p>nu. cr. Kerne der Krystallzellen.<br/>                     nu. pg. Kerne der Irispigmentzellen.<br/>                     nu. r. Kerne der Retinazellen.<br/>                     nu'. Kerne der Füllzellen.<br/>                     opt. Opticusfasern.<br/>                     ph. Leuchtorgan.<br/>                     rh. Rhabdome.<br/>                     S. Seitenauge.<br/>                     v. Capillargefäße.<br/>                     v'. Querschnitte der Capillargefäße.<br/>                     w. Augenvulst.</p> |
|--|--|

- |   |  |
|---|--|
| <p>Fig. 1. Seitlicher Längsschnitt durch das Auge von <i>Nematoscelis mantis</i> Ch. . . . .<br/>                     Chromosmiumbehandlung. Das Seitenauge ist nur in geringer Ausdehnung getroffen.</p> | <p style="text-align: right;">Vergr.<br/> <math>\frac{140}{1}</math></p> |
| <p>Fig. 2. Seitlicher Längsschnitt durch dasselbe Auge, welcher das Seitenauge in seiner ganzen Ausdehnung getroffen hat . . . . .<br/>                     Chromosmiumbehandlung.</p>                    | <p style="text-align: right;">Vergr.<br/> <math>\frac{140}{1}</math></p> |



## Tafel XIX.

### Auge von *Stylocheiron mastigophorum* Chun.

#### Allgemein gültige Bezeichnungen.

ax. Achsenfäden.	nu'. Kerne der Füllzellen.
c. Cornea.	opt. Opticnsfasern.
e <sup>1-4</sup> . Die verschiedenen Schichten der Cornea.	pg. Pigment.
con. Krystallkegel.	pg'. Pigmentfreie distale Partie der Irispigmentzellen.
cr. Krystallzellen.	pg. ir. Irispigment.
ck. Matrix des Chitines.	ret. Retinula.
F. Frontauge.	rfl. Reflektor des Leuchtorganes.
f. rud. Rudimentäre Facetten.	rh. Rhabdome.
ga. Ganglienzellen.	S. Seitenauge.
ga <sup>4</sup> . Distales Opticusganglion.	sept. Lamellöses Septum.
hyp. Hypodermiszellen (Corneabildungszellen).	sin. Blutsinus.
lam. Lamellen des Leuchtorganes.	str. Streifenkörper des Leuchtorganes.
m. f. membrana fenestrata.	tap. Tapetum.
mu. Augenmuskeln.	v. Capillargefäße.
nu. e. Kerne der Corneabildungszellen (Sichelkerne).	v'. Querschnitte der Capillargefäße.
nu. cr. Kerne der Krystallzellen.	w. Angenwulst.
nu. pg. Kerne der Irispigmentzellen.	x. Knospungszone des Frontauges.
nu. r. Kerne der Retinazellen.	x'. Knospungszone des Seitenauges.
nu. r. rud. Kerne der Retinazellen in den rudimentären Faettengliedern.	

Alle Präparate sind mit Chromosmiumsäure behandelt und mit alkoholischem Carmin gefärbt; nur Fig. 5 und 6 sind mit Sublimat behandelt.

Fig. 1. Horizontalschnitt durch das Auge von <i>Stylocheiron mastigophorum</i> . . . . .	Vergr. 180 1
Med. Medialer (innerer) Augenrand.	
x . . . . y. Richtung des in Fig. 9 abgebildeten Querschnittes.	
Chromosmiumbehandlung.	
Fig. 2. Hauptlängsschnitt durch ein grosses Auge . . . . .	180 1
Manche Details sind nach unmittelbar vorausgehenden und nachfolgenden Schnitten eingetragen.	

	Vergr.
Fig. 3. Corneafacetten des Frontauges in der Aufsicht . . . . .	$\frac{500}{1}$
Die linke Faette ist ganz von oben gesehen und zeigt die Corneabildungszellen (hyp.) mit den unterliegenden Füllzellen (nu'); die mittleren und rechten Facetten sind in der Höhe der Sichelkerne der Corneabildungszellen (nu. e.) quergeschnitten.	
Fig. 4. Corneafacetten mit den unterliegenden Zellen des Frontauges im Horizontalschnitt . . . . .	$\frac{500}{1}$
Auf der rechten Facette ist eine der über den Krystallzellen liegenden Füllzellen mit ihrem Kerne (nu') gezeichnet; auch ist hier ein Sichelkern (nu. e.) im Querschnitt getroffen.	
Fig. 5. Corneafacetten des Frontauges im Längsschnitt . . . . .	$\frac{500}{1}$
f. Angeschnittene Theile der benachbarten Cornea.	
Fig. 6. Querschnitt durch die Facettenglieder des Frontauges dicht unterhalb der Sichelkerne . . . . .	$\frac{500}{1}$
Fig. 7. Querschnitt durch die mittleren Facettenglieder des Frontauges in der Höhe des Irispigmentes . . . . .	$\frac{500}{1}$
Fig. 8. Querschnitt durch einen Krystallkegel des Frontauges in der Höhe der Retinulakerne . . . . .	$\frac{500}{1}$
Fig. 9–11 a nach mikrographischen Aufnahmen gezeichnet.	
Fig. 9. Querschnitt durch das Frontauge dicht unterhalb der Krystallkegel. An den seitlichen Facettengliedern sind die Retinulakerne und einige Lücken, in denen die seitlichen Kegel steckten, getroffen . . . . .	$\frac{200}{1}$
Fig. 10. Horizontalschnitt durch die Rhabdom-Region des Seitenauges . . . . .	$\frac{300}{1}$
Fig. 11. Querschnitt durch das Rhabdomfeld des Frontauges . . . . .	$\frac{200}{1}$
Fig. 11a. Theil (Querschnitt) eines Rhabdomfeldes des Frontauges mit quergeschnittenen und zum Theil gespaltenen Rhabdomen . . . . .	$\frac{300}{1}$
Die oberen, weiter auseinanderstehenden Rhabdome gehören den funktionierenden Facettengliedern an; in ihrem Umkreise sind die Querschnitte der Opticusfasern kenntlich.	
Fig. 12. Horizontalschnitt aus dem Seitenauge . . . . .	$\frac{750}{1}$
inf. Trichterförmige Verbreiterung des Achsenfadens.	
Fig. 13. Querschnitt durch das Seitenauge in der Höhe der Irispigmentzellen . . . . .	$\frac{500}{1}$

# Tafel XX.

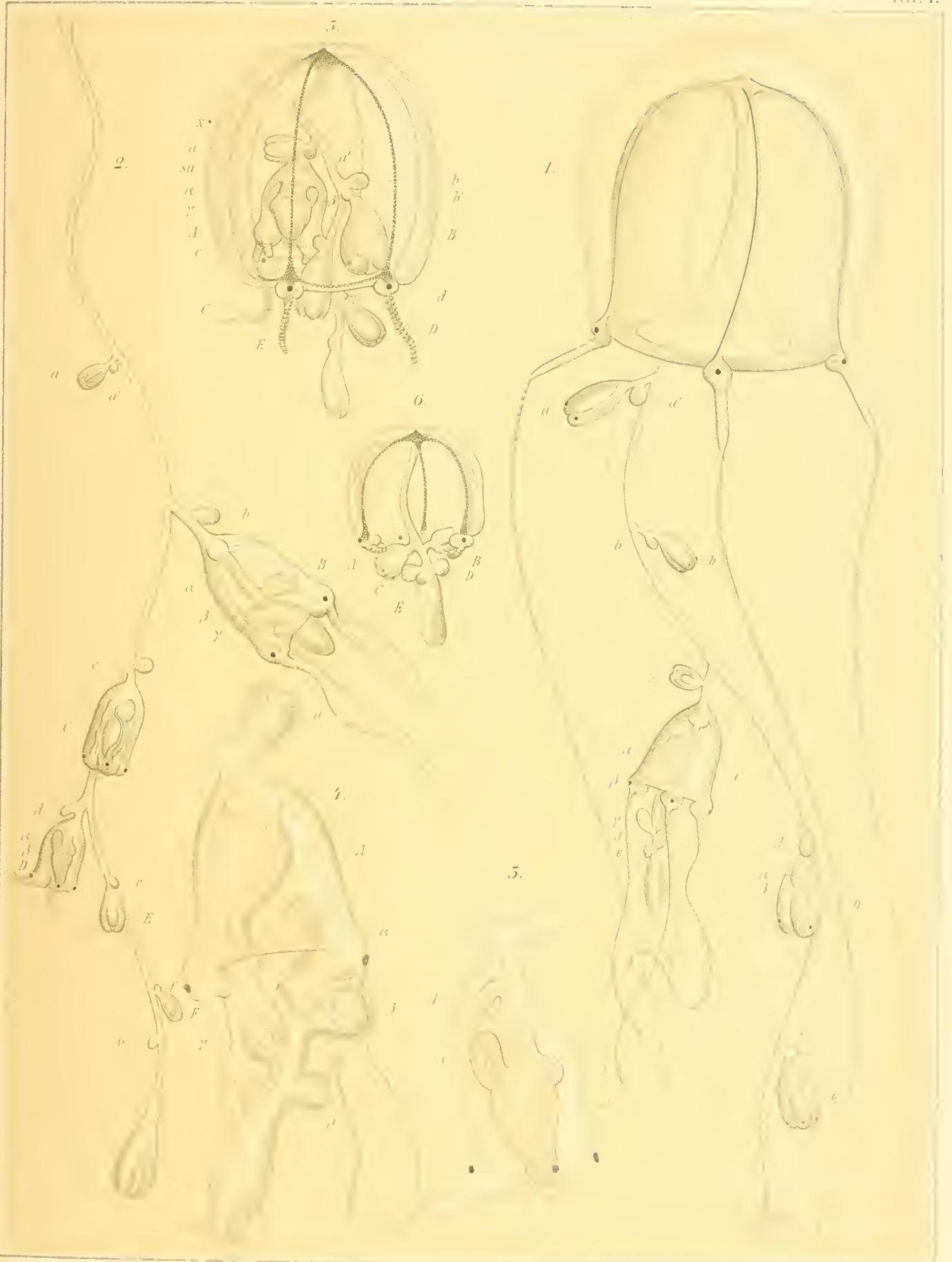
## Augen von *Brutomysis*, *Arachnomysis* und *Sergestes*.

### Allgemein giltige Bezeichnungen.

- |  |   |
|--|---|
| c. Cornea.   | nu. pg. Kerne der Irispigmentzellen.                            |
| c. v. Glaskörperflüssigkeit.                         | nu. r. Kerne der Retinazellen.                                  |
| con. Krystallkegel.                                  | nu r. rud. Kerne der Retinazellen in den rudimentären Facetten. |
| cr. Krystallzellen.                                  | nu'. Kerne der Füllzellen.                                      |
| ek. Matrix des Chitines.                             | opt. Opticusfasern.   |
| F. Frontauge.  | pg. Pigment.  |
| f. rud. Rudimentäre Facetten.                        | rh. Rhabdome.   |
| ga. Ganglienzellen.                                  | S. Seitenauge.  |
| ga <sup>1...4</sup> Die vier Augenganglien.          | sept. Septen im Blutsinus.                                      |
| hyp. Corneabildungszellen (Hypodermiszellen).        | sin. Blutsinus.   |
| m. f. Membrana fenestrata.                           | sp. Dorne an den rudimentären Facetten.                         |
| n. opt. Sehnerv.                                     | v. Blutgefäß.   |
| nu. c. Kerne der Corneabildungszellen (Sichelkerne). | x'. Knospungszone des Seitenauges.                              |
| nu. cr. Kerne der Krystallzellen.                    | y. Kerne von Blutkörperchen (?).                                |

- |   |                        |
|---|------------------------|
| Fig. 1. Horizontalschnitt durch das Auge von <i>Brutomysis Vogtii</i> Ch. . . . .   | Vergr. $\frac{148}{1}$ |
| Sublimatbehandlung.   |                        |
| Fig. 2. Längsschnitt durch das Auge eines jüngeren Männchens von <i>Arachnomysis Leuckartii</i> Ch. . . . .                 | $\frac{220}{1}$        |
| Sublimatbehandlung.   |                        |
| Fig. 3. Längsschnitt durch das Auge von <i>Sergestes armatus</i> Kroy. . . . .  | cirea $\frac{130}{1}$  |
| Mit Benutzung einer mikrophotographischen Aufnahme gezeichnet. Chromosmiumbehandlung.                                       |                        |
| Fig. 4—7. Facettenglieder von <i>Sergestes armatus</i> Kroy. Chromosmiumbehandlung.   |                        |
| Fig. 4. Querschnitt des Facettengliedes in der Höhe der Sichelkerne . . . . .   | $\frac{510}{1}$        |
| Fig. 5. Distalabschnitt des Facettengliedes von der Seite gesehen . . . . .   | $\frac{510}{1}$        |
| Fig. 6. Querschnitt der Facettenglieder in der Höhe der Krystallkerne . . . . .   | $\frac{510}{1}$        |
| Fig. 7. Querschnitt der Facettenglieder in der Mitte der Krystallkegel . . . . .  | $\frac{510}{1}$        |
| Fig. 8. Längsschnitt durch den Augenstiel eines jüngeren Exemplares von <i>Sergestes (Sergia) magnificentus</i> Ch. . . . . | cirea $\frac{130}{1}$  |
| d. Dorsalfäche. v. Ventralfläche.   |                        |
| Mit Benutzung einer mikrophotographischen Aufnahme gezeichnet.  |                        |

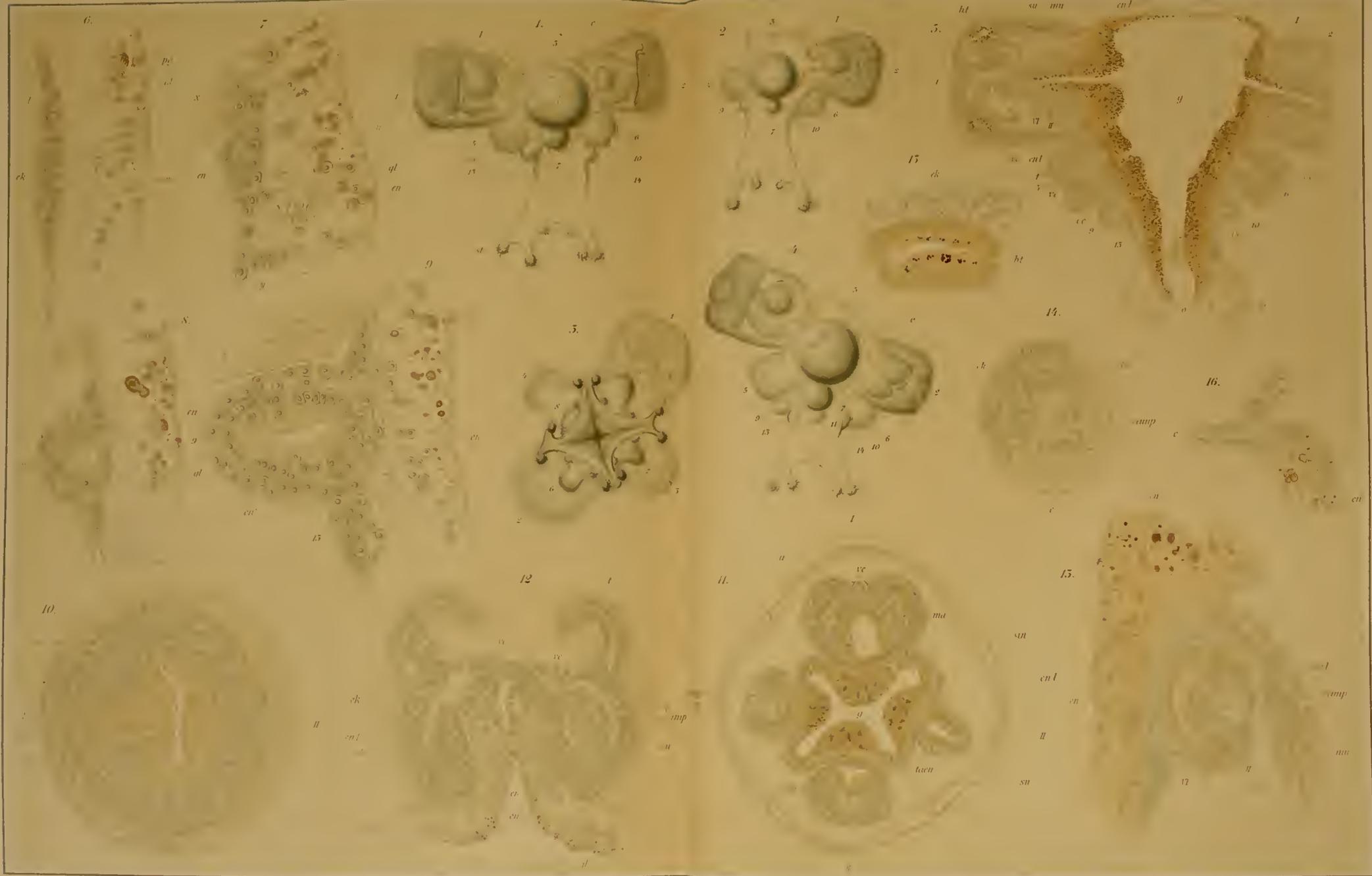




















































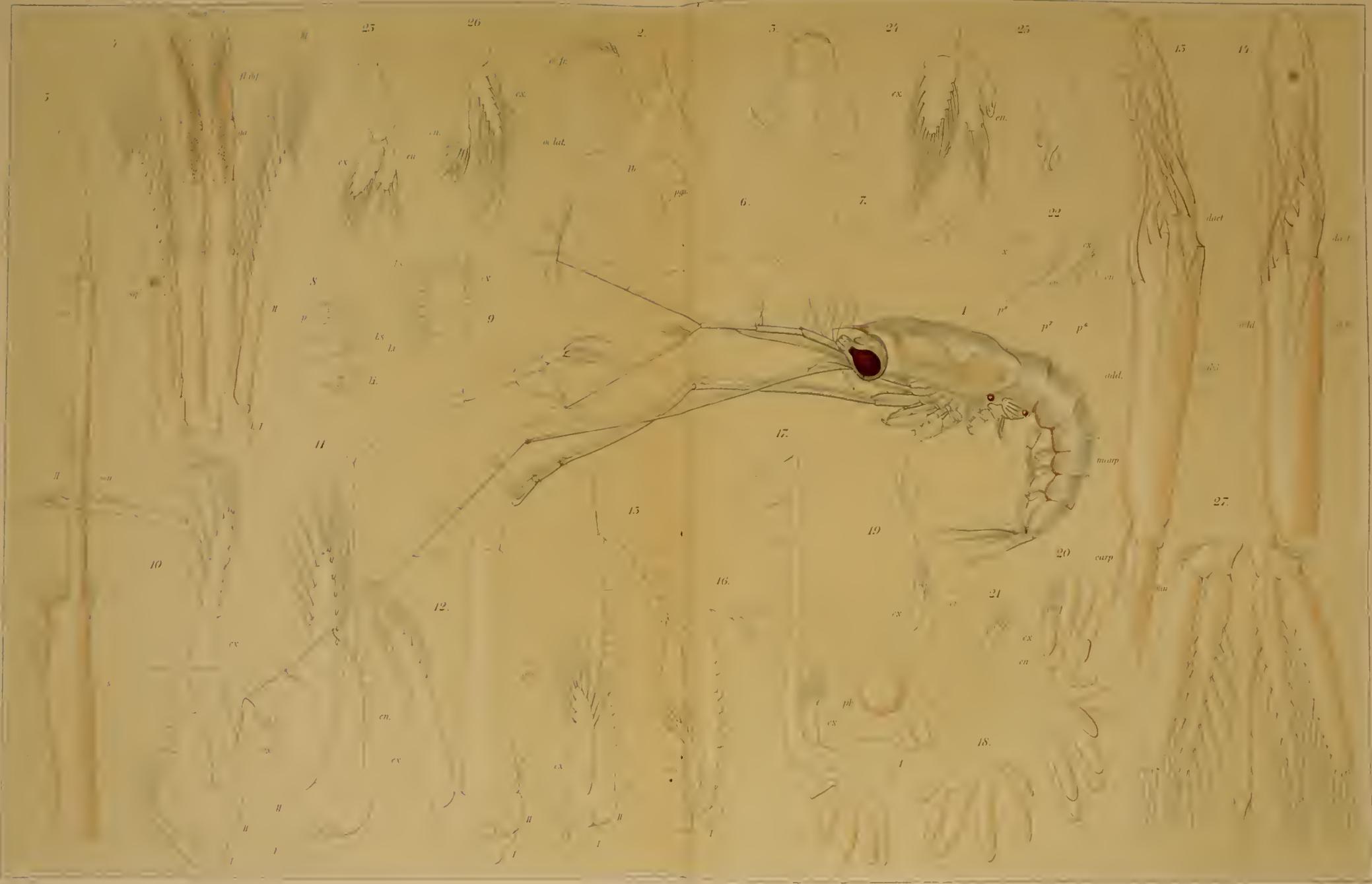






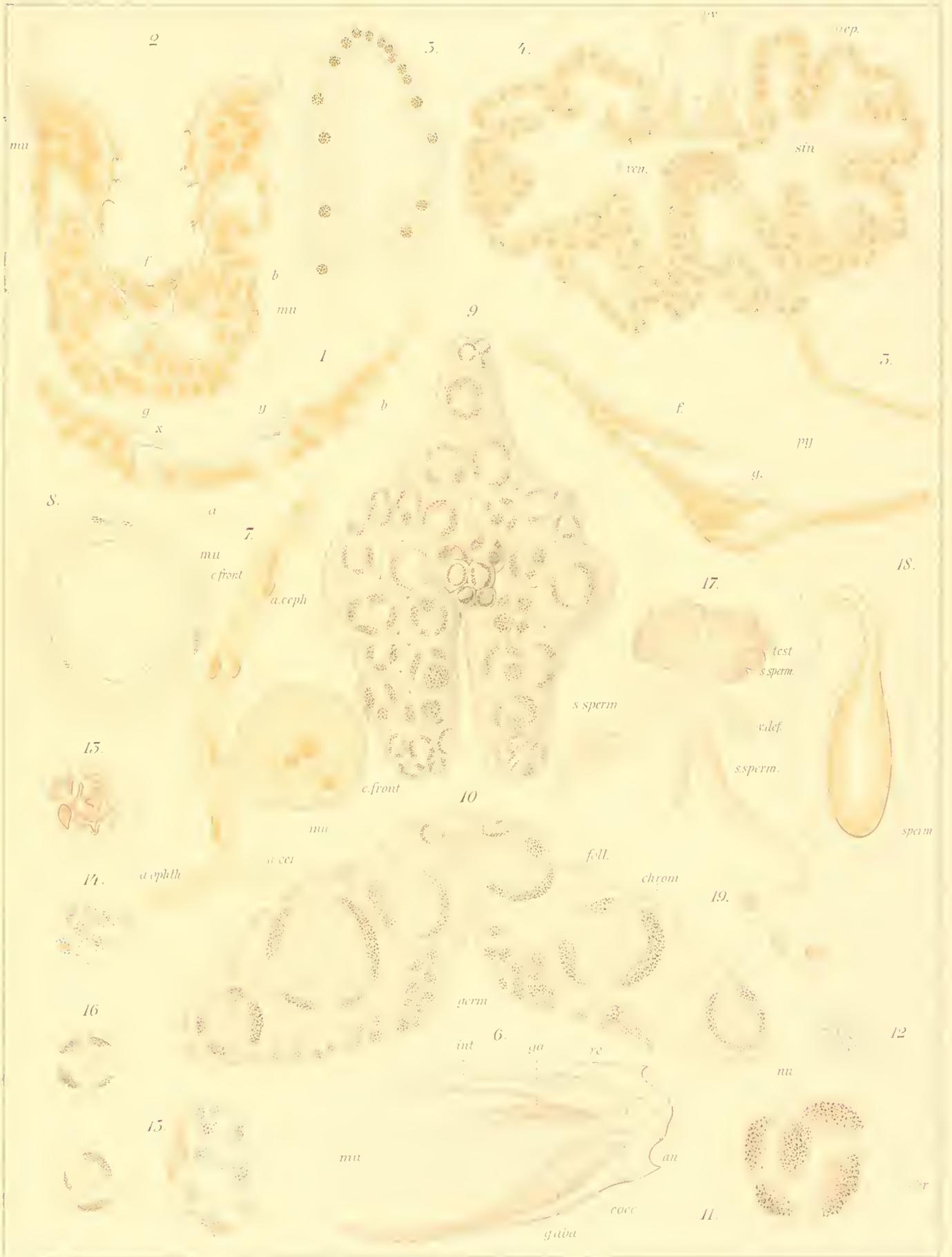






*Stylocheiron mulligophorum* Chun





*Stylocheiron mastigophorum*













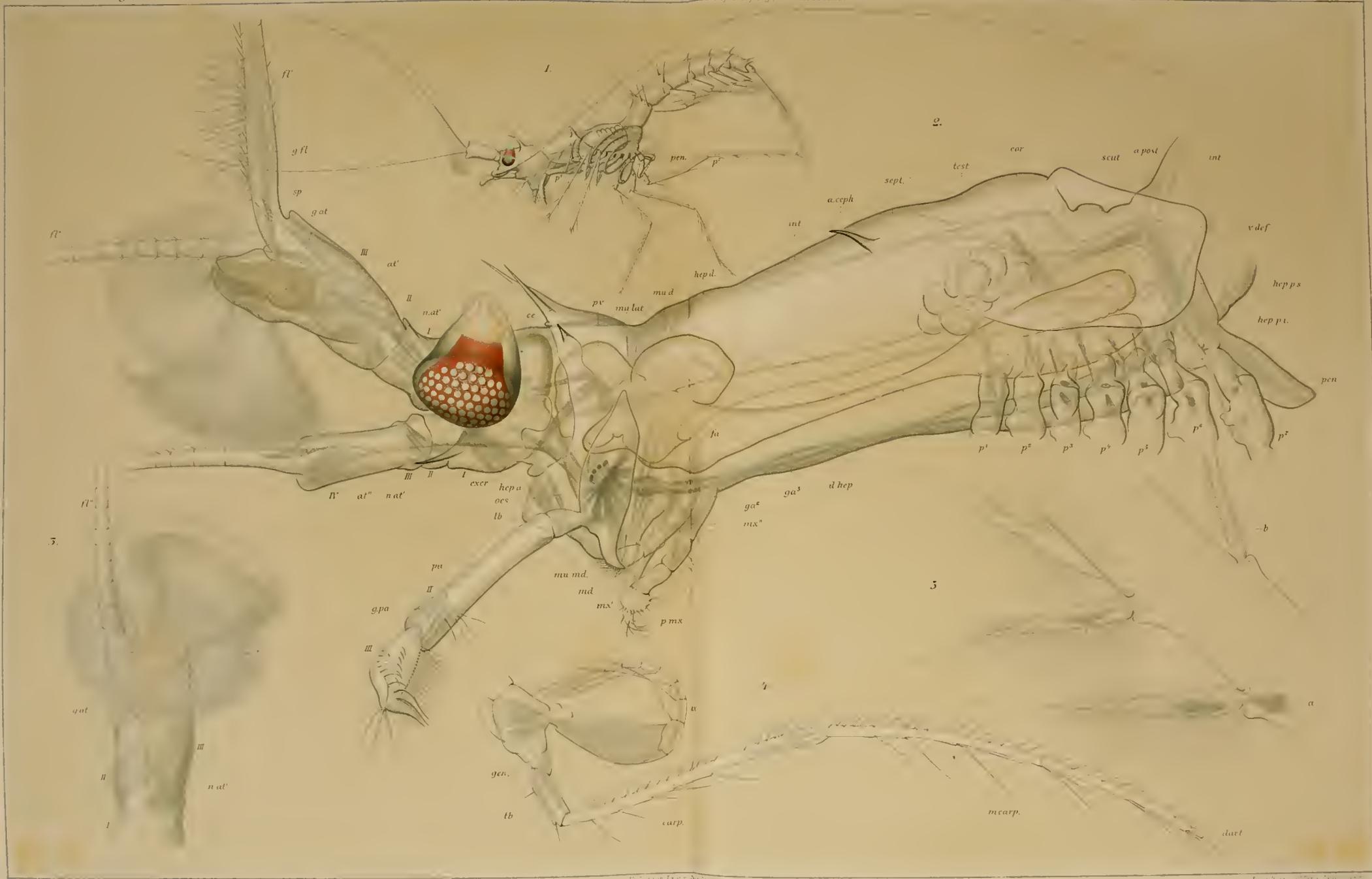






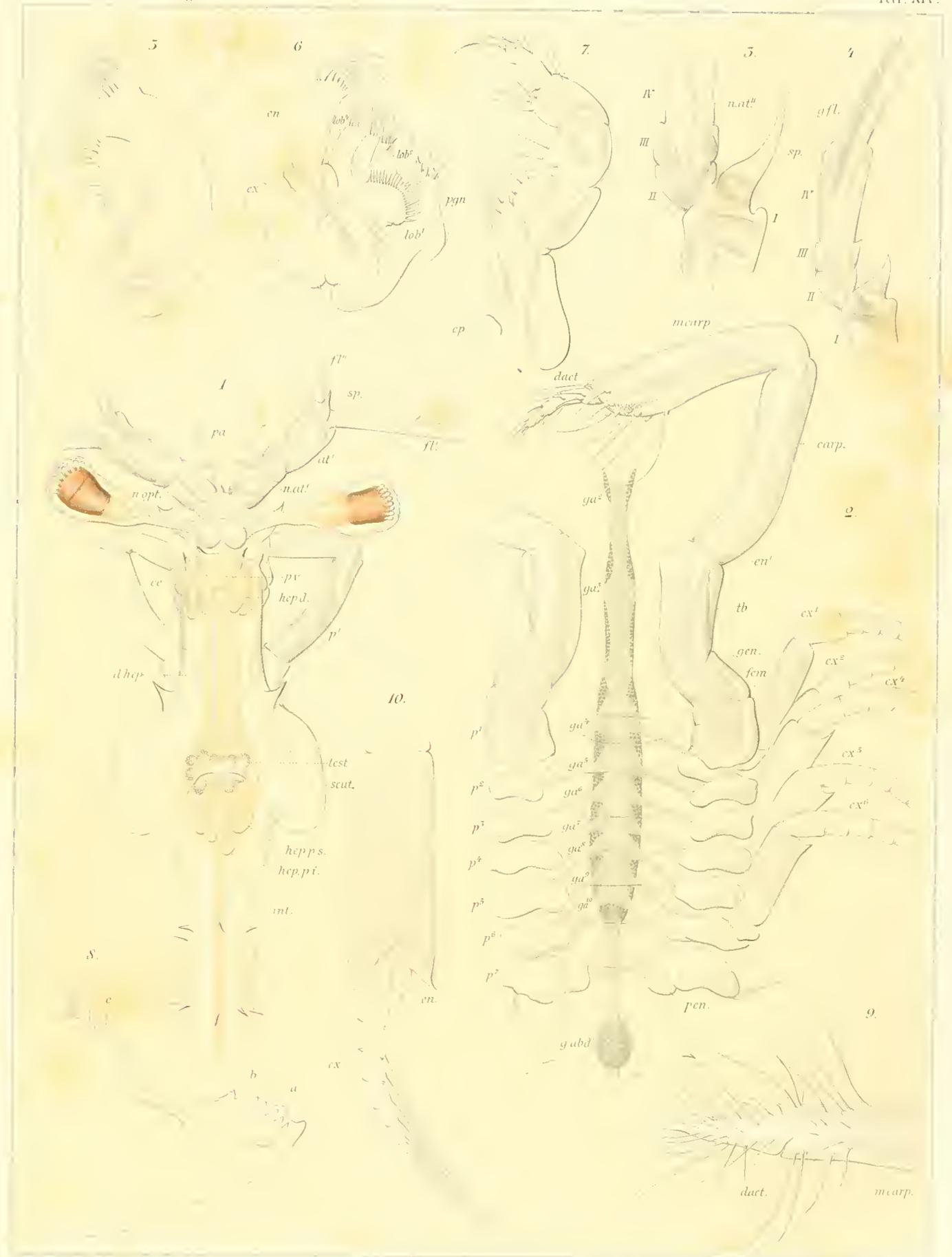




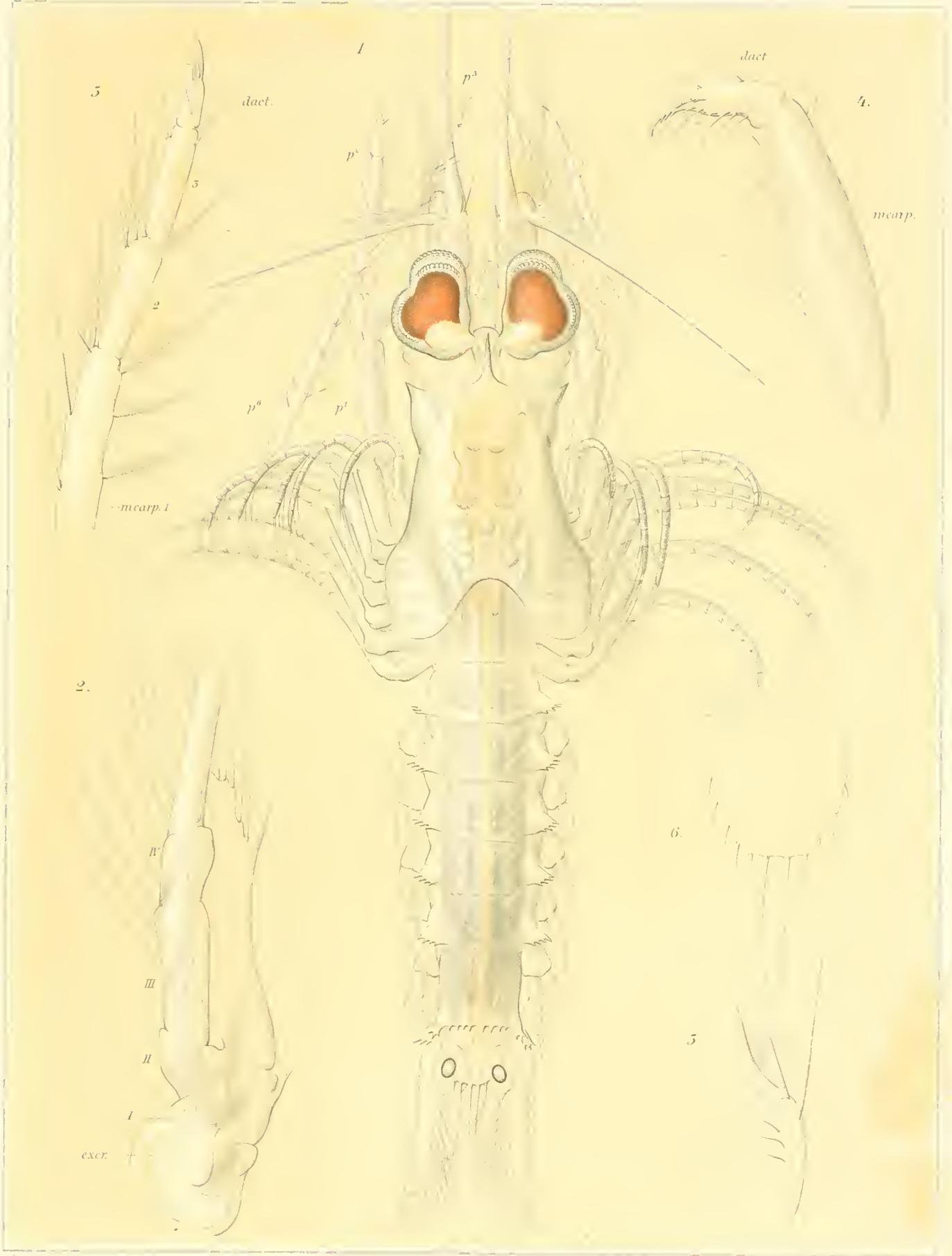


*Arachnomysis leuckartii* Chun



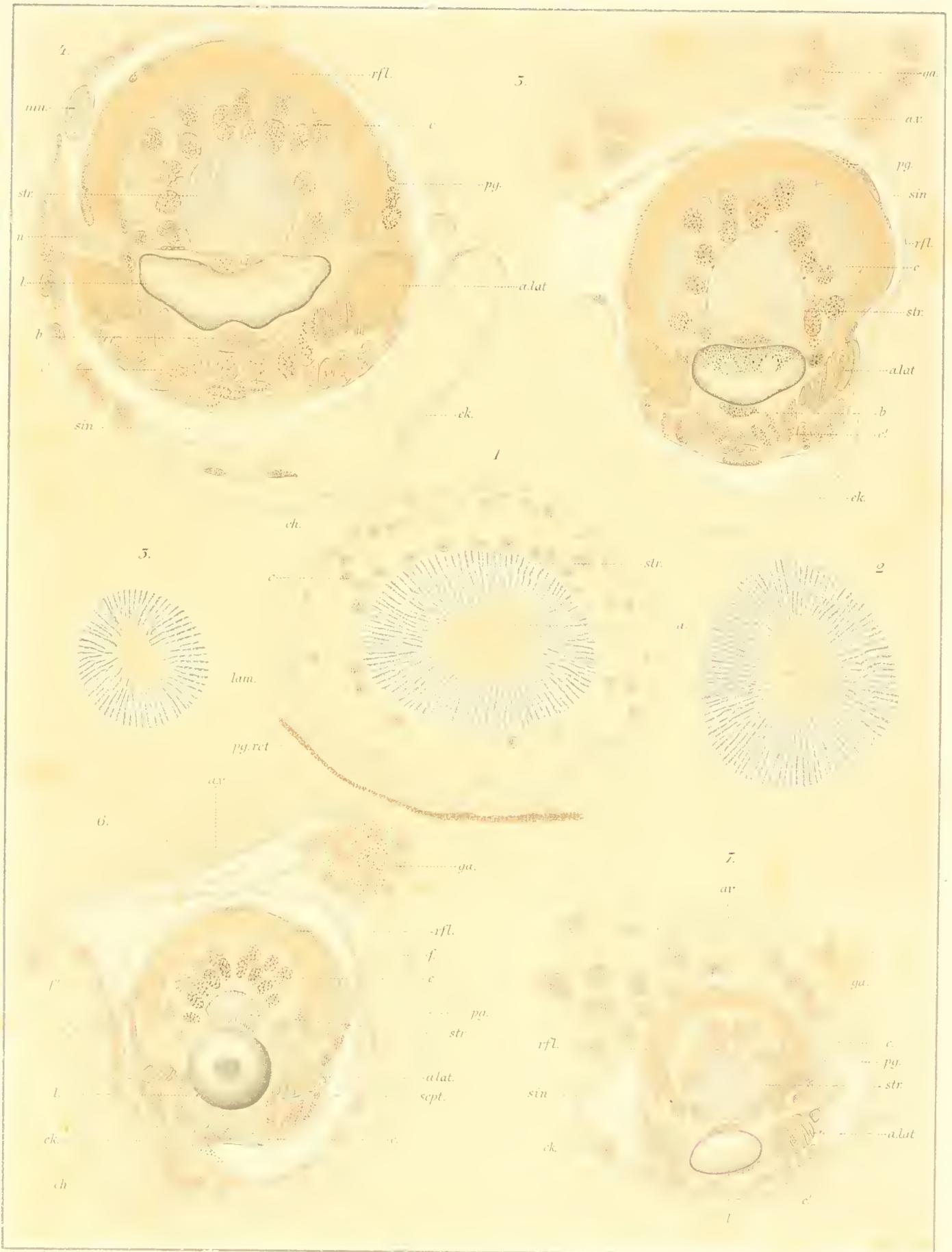






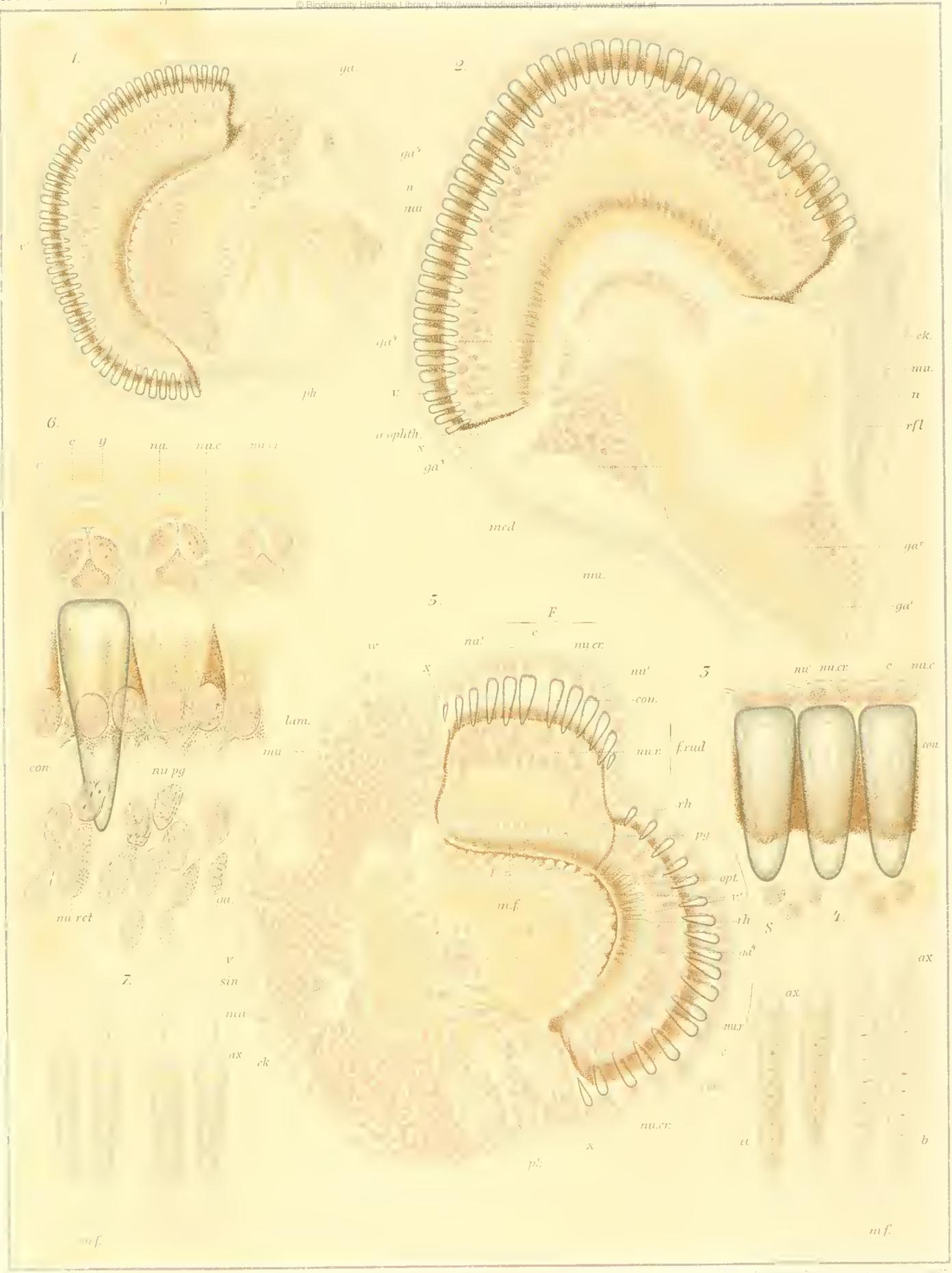
*Brutomysis Vogtii* Chun.







© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



Augen von Euphausia und Nematocystis



