

376927

BIBLIOTHECA ZOOLOGICA.

Original-Abhandlungen

aus

dem Gesammtgebiete der Zoologie.

Herausgegeben

von

Dr. Rud. Leuckart
in Leipzig

und

Dr. Carl Chun
in Königsberg.

Erster Band.

1888—1889.



CASSEL.

Verlag von Theodor Fischer.

Inhalt.

Heft 1.

Die pelagische Thierwelt in grösseren Meerestiefen und ihre Beziehungen zu der Oberflächenfauna. Geschildert von Carl Chun in Königsberg. Mit 5 Tafeln.

Heft 2.

Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung des Rübennematoden *Heterodera Schachtii* Schmdt. Von Dr. Adolf Strubell aus Frankfurt a. M. Mit 2 Tafeln.

Heft 3.

Untersuchungen über Semaeostome und Rhizostome Medusen. Von Dr. Ernst Vanhöffen. Mit 6 Tafeln und 1 Karte.

Heft 4.

Untersuchungen über die Entwicklungs- und Lebensgeschichte des Distomum macrostomum. Von Dr. Gustav A. Heckert. Mit 4 Tafeln.

Heft 5.

Beiträge zur Kenntniss der Holotrichen Ciliaten. Von Dr. W. Schewiakoff. Mit 7 Tafeln.

BIBLIOTHECA ZOOLOGICA

Original-Abhandlungen
aus
dem Gesamtgebiete der Zoologie.

Herausgegeben

von

Dr. Rud. Leuckart und
in Leipzig

Dr. Carl Chun
in Königsberg.

Heft 1.

Die pelagische Thierwelt in grösseren Meerestiefen und ihre Beziehungen zu der Oberflächenfauna.
Geschildert von **Prof. Dr. Carl Chun** in Königsberg. — Mit 5 Tafeln.



CASSEL.
Verlag von Theodor Fischer.
1888.

Die
pelagische Thierwelt in grösseren Meerestiefen
und
ihre Beziehungen zu der Oberflächenfauna.

Geschildert
von
Carl Chun,
Prof. in Königsberg i./Pr.
Mit fünf Tafeln.



C A S S E L.
Verlag von Theodor Fischer.
1887.

Seinem Schwiegervater

Professor Carl Vogt in Genf

zur

Feier des 40jährigen Professorenjubiläums

gewidmet

vom Verfasser.

24/167

Die Entdeckungen jener Forscher, welche es sich zur Aufgabe stellten, die Tiefen der Oceane zu ergründen, haben unseren Gesichtskreis in grossartiger Weise erweitert. Die alte Lehre von Forbes, dass in grösseren Tiefen organisches Leben nicht zu existiren vermöge, ist zu Grabe getragen und eine stattliche Reihe von Forschern giebt uns neuerdings über die staunenswerthe Formenfülle von Tiefsee-thieren Aufschluss. Es liegt in der Natur der Sache, dass einstweilen noch das systematische und anatomische Interesse bei Erforschung der Tiefseeformen im Vordergrund stehen und dass eine Reihe von biologischen Fragen der Aufklärung in späterer Zeit harren. Wie fand die Besiedelung des Meeresgrundes statt, wie vermochten sich die Thiere den monotonen Existenzbedingungen anzupassen, wie ernähren sie sich, wie pflanzen sie sich fort? — Auf alle diese Fragen vermögen wir einstweilen nur mit Reserve zu antworten oder noch gar keine Auskunft zu geben.

Es ist klar, dass solche Fragen erst dann der Lösung näher gebracht werden können, wenn wir sicheren Aufschluss über das Vordringen von marinem pflanzlichen Organismen und pelagischen Thieren in vertikaler Richtung bis zu tieferen Wasserschichten erlangen. Hier macht sich bis jetzt eine recht fühlbare Lücke in unseren Kenntnissen bemerkbar. Während einige Beobachter, gestützt auf das vom „Challenger“ gesammelte Material, der Anschauung zuneigen, dass alle Wasserschichten in vertikaler Richtung von der Oberfläche an bis zum Meeresboden Organismen, wenn auch nur in spärlicher Zahl, enthalten, so stellt Agassiz, der einzige Beobachter, welcher exakte Experimente ausführte, die Möglichkeit einer Existenz von pelagischen Thieren in grösseren Tiefen in Abrede. Nach ihm sollen die Wasserschichten zwischen der Oberfläche und dem Grunde azoisch sein und jene Siphonophoren und Radiolarien, die angeblich in der Tiefe schwabend gefunden wurden, sollen erst oberflächlich in den Netzen erbeutet resp. von der Lothleine erfasst sein.

Als ich im Sommer 1886 ein interessantes Material von solchen an der Lothleine haften gebliebenen Siphonophoren zur Untersuchung überlassen bekam, da schienen mir doch die Angaben des Finders, des italienischen Marineoffizieres Chierchia, so präcis für ihr Vorkommen unterhalb 1000 Metern zu sprechen, dass ich die auf dem „Vettor Pisani“ während seiner Erdumsegelung unter dem Commando von Palumbo gemachten Wahrnehmungen einer exakten Prüfung zu unterwerfen beschloss. Da ich gleichzeitig mit einer monographischen Bearbeitung der mittelmeerischen Siphonophoren beschäftigt war und nach den Funden von Studer und Chierchia zur Auffassung gelangte, dass eigenartige Siphonophoren den Hauptbestandtheil einer postulirten pelagischen Tiefenfauna ausmachen möchten, so lag es in der Natur der Sache, dass ich zu Untersuchungen, welche einem einzelnen Beobachter kaum ermöglicht sind, die zoologische Station zu Neapel während der Monate August bis Oktober 1886 aufsuchte.

Ich hatte freilich aus Gründen, die ich im ersten Kapitel der allgemeinen Betrachtungen ausführlich darlege, gerechtfertigte Zweifel, ob Funde, die im freien Ocean gemacht wurden, auch für das Mittelmeer Geltung haben möchten.

Um so dankenswerther muss ich es anerkennen, wenn die Verwaltung der Zoologischen Station, trotzdem ein positives Resultat problematisch schien, mir den kleinen Dampfer „Johannes Müller“ mit seinem trefflich geschulten Personal zu mehreren Ausfahrten zur Verfügung stellte. Herr Dr. Eisig überliess mir ihn zu einer viertägigen Fahrt nach den Ponza-Inseln und Herr Professor Dohrn ordnete nach seiner Rückkehr aus Deutschland mit bekannter Zuvorkommenheit zwei längere Fahrten in den Golf von Salerno und nach Ischia und Ventotene an. Meinen aufrichtigen Dank für die Liberalität des Gründers der Station!

Mit Rath und That stand mir vor Allem mein werther Freund v. Petersen, Ingenieur der Station, zur Seite. Er begleitete mich nicht nur auf allen, oft recht strapaziösen Fahrten und leitete die schwierige Handhabung der schweren Netze, sondern erwies mir auch durch Construktion des sinnreichen Schliessnetzes und des photographischen Apparates für Messung der Lichtintensität in grösseren Tiefen einen unschätzbarren Dienst.

Den Herren Brandt, Giesbrecht und Schiemenz bin ich für die Berichte über Radiolarien, Copepoden und Pteropoden, welche ich zum Abdruck bringe, zu Dank verpflichtet. Ausserdem übersendeten mir Brandt und v. Petersen auf meine Bitte hin Material von pelagischen Tiefseeformen, welches sie im Januar 1887 auf einer Fahrt vor Capri sammelten. Dasselbe setzte mich in Stand, manche Anschauungen präziser formuliren zu können, als es nach meinen lediglich auf die Monate August, September und Oktober beschränkten Befunden möglich war.

Da meine Untersuchungen einen geradezu staunenswerthen Reichthum von pelagischen Thieren in grösseren Tiefen kennen lehren und hoffentlich endgültig die Auffassung widerlegen, dass azoische Wasserschichten zwischen Oberfläche und Meeresgrund existiren, so glaubte ich auf einigen Tafeln charakteristische Vertreter der pelagischen Tiefenfauna im Bild vorführen zu sollen. Ausführliche Darstellungen derselben werde ich in den „Mittheilungen der Zoologischen Station zu Neapel“ veröffentlichen.

I.

Methode des pelagischen Fischens in grösseren Meerestiefen.

Soll der Nachweis von der Existenz einer pelagischen Fauna in grösseren Tiefen mit Strenge erbracht werden, so handelt es sich in erster Linie um Construktion von Apparaten, die in gewisser Tiefe in Wirkung treten und bei dem Aufwinden sich selbstthätig schliessen. Offene Schwebnetze, wie sie z. B. bei der Challenger-Expedition¹⁾ als „tow nets“ verworhet wurden, bieten durchaus keine Garantie dafür, dass pelagische Thiere, welche sie an die Oberfläche bringen, auch thatsächlich in bestimmten Tiefen leben, da ja in vertikaler Richtung die Wassermasse ebenfalls durchfischt wird. So hat denn namentlich A. Agassiz²⁾ gegen die Funde in den „tow nets“ des Challenger den Einwand erhoben, dass die betreffenden Formen gar nicht aus der Tiefe stammten, sondern erst in der Nähe der Oberfläche erbuntet wurden. Allein Agassiz begnügt sich nicht mit diesem Einwand, sondern sucht selbst den positiven Nachweis zu führen, dass zwischen der Oberflächenfauna und der auf dem Grunde lebenden Tiefseeflora azoische Wasserschichten, jeglichen organischen Lebens baar, sich vorfinden. Er benutzte einen sinnreichen, von Capitän Sigsbee³⁾ construirten Cylinder, der in bestimmte Tiefen herabgelassen, durch ein an dem Tau nachgesendetes Gewicht zum weiteren Herabgleiten bis zu einer Hemmvorrichtung an dem Tauende gebracht wurde. Während dieses Herabgleitens um etwa 50 Faden öffnete sich ein Ventil und das Wasser wurde durch ein Sieb geseiht, bis der Cylinder an der Hemmvorrichtung angelangt sich schloss.

Vermittelst des Sigsbee'schen Apparates glaubte denn Agassiz den strikten Nachweis erbracht zu haben, dass unterhalb 150 Faden keine Organismen mehr vorkommen. Ohne seine Resultate irgendwie anzweifeln zu wollen, so kann ich jedoch nur zugeben, dass Agassiz lediglich die untere Grenze der Oberflächenfauna bestimmte. In dem Glauben, dass in grösseren Tiefen pelagische Thiere nicht existiren könnten, wendete er den Apparat für Tiefen von 1000 Meter an überhaupt nicht an.

¹⁾ The Voyage of H. M. S. Challenger. Narrative of Wyville Thomson and John Murray. Vol. I. 1885 p. 79.

²⁾ A. Agassiz. On the dredging operations of the U. S. S. „Blake“. 1880. Bull. Mus. Comp. Zool. Cambr. Vol. 6 No. 8 p. 153.

³⁾ C. D. Sigsbee, Description of a gravitating trap for obtaining specimens of animal life from intermedial Ocean-Depths. ibid. Vol. 6 No. 9 1880 p. 155.

Spätere Forscher, so Pavesi¹⁾ und Imhof²⁾, gebrauchten in Binnenseen Netze, welche in bestimmter Tiefe nach Beendigung des Fanges durch ein nachgesendetes Gewicht zugeschlagen wurden. So ist es wenigstens der Fall bei dem Netze von Pavesi, während ich über das von Imhof benutzte keine genaueren Angaben in der Litteratur erlangen konnte.

Endlich habe ich noch eines „Schliessnetzes“, wie ich solche in bestimmter Tiefe sich schliessende Netze kurz nennen will, Erwähnung zu thun, welches Palumbo, der Commandeur des „Vettor Pisani“, auf dessen Erdumsegelung 1882—1885 construirte.³⁾ Wie ich in einem Schlusskapitel noch ausführlicher darlegen werde, so gaben an der Lothleine hängen gebliebene Fetzen von Siphonophoren Veranlassung zur Construktion eines Netzes, welches in grösseren Tiefen sich öffnen und schliessen sollte, um dadurch den strikten Nachweis zu führen, dass tatsächlich Siphonophoren in Tiefen unterhalb 1000 Metern leben und nicht erst an der Oberfläche von der Leine erfasst wurden. Palumbo kam auf die Idee, das Netz in Verbindung mit dem Negretti und Zambra'schen Umkippthermometer zu bringen und es wiederum durch ein Gewicht bei dem Umkippen des Thermometers zuschlagen zu lassen. Thatsächlich funktionirte dasselbe in den meisten Fällen gut, obwohl ein eigentliches Fischen in horizontaler Richtung durch die Befestigung an der Lothleine ausgeschlossen war.

Bei meinen ersten Versuchen bediente ich mich eines Schliessnetzes, das nach dem Princip des Palumbo'schen construirt war. Die Resultate waren jedoch nicht befriedigend, da der Apparat noch manche Unvollkommenheiten aufwies. Nach mehreren Versuchen, dieselben zu beseitigen, kam schliesslich mein Freund von Petersen, Ingenieur der zoologischen Station, auf eine Idee, die in der Ausführung sich als eine recht glückliche erwies. Da ich späterhin mich ausschliesslich dieses Netzes bediente und auf mehreren Fahrten seine Zuverlässigkeit erprobte, so gebe ich in Folgendem unter Zuhilfenahme der Figuren 1—3 auf Taf. I eine kurze Beschreibung des Petersen'schen Schliessnetzes.

Im Princip liegt folgende einfache Idee dem Schliessnetze zu Grunde: Wird der eiserne Rahmen des Netzes durch zwei Scharniere zum Auf- und Zuklappen eingerichtet, so muss das Netz bei dem Ziehen durch das Wasser sich öffnen, wenn es an zwei Drähten angezogen wird, die an den Scharnieren (*a* Fig. 2) befestigt sind. Umgekehrt muss es sich schliessen, wenn zwei Drähte in rechtem Winkel zu den vorigen an den Punkten *b* anziehen.

Gelinge es nun, einen Mechanismus ausfindig zu machen, der es ermöglicht, dass das geschlossen in die Tiefe versenkte Netz zunächst an den Punkten *a* angezogen wird und demgemäß sich öffnet, dann aber durch Anziehen an den Punkten *b* zum Schliessen gebracht wird, so wäre der gewünschte Effekt erzielt. Um dies zu ermöglichen, so ist, ähnlich wie bei dem Negretti und Zambra'schen Tiefseethermometer ein Propeller (*p*) verwerthet. Er besitzt vier Flügel und ist in der Mitte einer langen Messingstange befestigt, die ihrerseits in einem eisernen Rahmen (*r*) aufgehängt ist. Die obere Hälfte der Messingstange (*st*) ist glatt und kann in eine Hülse (*f*) sich völlig einschieben; die untere Hälfte (*st¹*) ist mit einem feinen Schraubengewinde versehen, das durch eine sehr exakt gearbeitete Schraubenmutter (*m*) läuft. Wird der Propeller vertikal gehoben oder horizontal durch das Wasser gezogen, so drehen sich die Flügel derart, dass allmählich der Messingstab sich hebt (Fig. 3). Umgekehrt

¹⁾ P. Pavesi Altra serie, di ricerche e studj sulla fauna pelagica di laghi Italiani. Padova 1883.

²⁾ Imhof. Ueber die pelagische und Tiefsee-Fauna. Tageblatt d. 58. Vers. d. Naturf. in Strassburg 1885 p. 403.

³⁾ G. Chierchia, Collezioni per studj di scienze naturali. Rivista marittima Sett-Ott. 1885 p. 81. Taf. 10.

senkt sich der Stab durch entgegengesetzte Drehung der Flügel, wenn der Apparat in die Tiefe herabgelassen wird. Eine kleine, an einer Querleiste befestigte Hülse (*g*) verhindert ein Senken des Stabes über diese hinaus bei dem Herablassen. Das allmähliche Heben des Stabes bietet nun die Möglichkeit, successive die Drähte α und β auszulösen.

Vermittelst kleiner Ringe *x* können die das Schliessen des Netzes bewerkstelligenden Drähte β auf die kleine Hülse *g* aufgelegt werden und ebenso kann der Draht α , welcher das Oeffnen veranlasst, auf einer durchbohrten Platte *d* vermittelst eines Ringes *y* festgelegt werden.

Vor dem Herablassen des Netzes winde man den Messingstab mit dem Propeller völlig in die Höhe (Fig. 3) und lege zunächst den Ring *y* auf die Platte *d* auf, drehe dann den Stab *st¹* durch Ring *y* und die Oeffnung der Platte *d* so weit nach abwärts, bis das Ende des Stabes in der Nähe der Hülse *g* angelangt ist. Darauf lege man auf die Hülse die beiden Ringe *x* und drehe den Stab, bis er auf dem Boden der kleinen Hülse *g* angelangt ist.

Das Netz ist nun geschlossen (Fig. 1), da lediglich die Drähte β wirken und wird geschlossen in die gewünschte Tiefe versenkt. Zieht man an der Leine, welche den eisernen Rahmen trägt, an, so stellen sich Rahmen und Netz schräg, während gleichzeitig der Propeller in Aktion tritt. Nach einigen Minuten tritt das Ende des Stabes *st¹* aus der Hülse *g* und es lösen sich die Ringe *x* aus. Die Drähte β werden schlaff, während der Draht α , an dem jetzt allein das Netz hängt, anzieht und das Oeffnen (Fig. 2) bewerkstelligt. Das Netz fischt nun geöffnet 15—20 Minuten, während gleichzeitig der Stab *st¹* in dem Muttergewinde *m* sich durch weitere Drehung des Propellers hebt. Schliesslich tritt sein Ende aus der Oeffnung der Platte *d* und der Ring *y* wird ausgehakt. Die Drähte α werden schlaff und das Netz hängt allein in den Drähten β , die nun ihren Zug ausüben und das Netz zum Schliessen bringen.

Neben diesem Schliessnetze verwendete ich gleichzeitig ein offenes Netz von ansehnlichen Dimensionen. Der eiserne Rahmen hatte einen Durchmesser von 1 resp. $1\frac{1}{2}$ Meter und wog an dem grössten Netze beinahe einen Centner. Das Netz, von 2,5 Meter Länge, bestand aus Sackleinwand und endete in einen Zinkeimer, in dem die Thiere sich sammelten. Der Eimer konnte nach dem Aufwinden abgebunden und in die bereit gehaltenen Gläser entleert werden. Dem Gebrauch dieses Eimers war es vorwiegend zuzuschreiben, wenn die Thiere, ohne von den Wandungen des Netzes zerscheuert zu werden, in tadellosem Erhaltungszustand erbeutet wurden.

Um das Schliessnetz sowohl, wie das schwere offene Netz gleichzeitig zu ziehen, bedurfte es der vollen Dampfkraft des „Johannes Müller“, zumal wenn die Netze in Tiefen über 1000 Meter herabgelassen wurden.

Es versteht sich von selbst, dass die Netze trotz ihrer Schwere und der gelegentlich noch anhängten Bleigewichte nicht senkrecht unter dem Schiffe bei dem Ziehen standen. Ich habe indessen die Ablenkung nicht genauer bestimmt, aus Gründen, die sich aus den allgemeinen Schlusserörterungen ergeben.

Wurden 1500 Meter Tau ausgelassen, so dürften die Netze in 1300—1400 Meter geschweift haben. Ich schliesse das daraus, dass zweimal die Netze auf dem Meeresboden schleiften und Schlamm heraufbrachten, als 1500 Meter Tau ausgelassen waren bei einer gelotheten Tiefe von 1350 Metern.

Die Anwendung eines starken Stahldrahtes erwies sich leider nicht als vortheilhaft. So wenig Widerstand er bei dem Durchschneiden des Wassers findet, so leicht reisst er, sobald durch eine in langer

Spirale erfolgende Drehung des Netzes der Draht bei späterer starker Spannung einen Knoten bildet. Auf diese Weise verloren wir bei Ponza die beiden mit Mühe hergestellten Netze.

Das Aufwinden der Netze erfolgt ebenso wie dasjenige der Tretsche vermittelst einer Dampfwinde. Es erfordert aus einer Tiefe von 1000 Metern durchschnittlich 25 Minuten.

Die grösseren von Neapel aus dem kleinen Dampfer zugänglichen Tiefen waren theilweise rasch zu erreichen. Die Küste von Amalfi bis zu der Südseite von Capri zeigt einen ausserordentlich steilen Abfall. Wenige Seemeilen südlich von Capri sind von dem „Washington“, dessen Lothungen mir gütigst mitgetheilt waren, Tiefen bis zu 1800 Meter gefunden worden. Weiter hinaus erhebt sich ein Plateau von durchschnittlich 700—800 Meter, welches erst vor Sieilien wieder einen steilen Abfall aufweist. Grössere Tiefen von mehr als 2000 Metern finden sich westlich der Ponza-Inseln; auch ist dort der Abfall gegen das freie Meer ein minder steiler.

Die von mir erforschten Theile des Mittelmeeres betreffen die bis zu 1400 Meter untersuchten Tiefen vor Ponza, Ventotene, Ischia, Capri und den Sireneninseln (Galli). Ausserdem unternahm ich häufige Ausfahrten mit der kleinen Dampfbarkasse „Balfour“ in den Golf, um die geringeren Tiefen von 50—250 Meter zu durchfischen.

Indem ich nun zu einer Darlegung meiner Ergebnisse mich wende, so schildere ich zunächst in einem speziellen Theile die verschiedenen in den einzelnen Tiefen beobachteten Formen¹⁾, um dann in einem allgemeinen Theile die Zusammensetzung der pelagischen Tiefen-Fauna, ihre Existenzbedingungen und ihr Verhalten zu der Oberflächen-Fauna klar zu legen. Zum Verständniss des speziellen Theiles führe ich lediglich das Hauptergebniss an, dass nämlich sämmtliche Tiefen des Mittelmeeres in den von mir untersuchten Strecken einen geradezu erstaunlichen Reichthum von pelagischen Thieren aufweisen.

¹⁾ Wenn Arten in dem Schliessnetz gefunden wurden, so habe ich dies stets ausdrücklich erwähnt.

an der Oberfläche des Mittelmeeres. Die beiden Castanelliden-Species und *Aulacantha* n. sp. sind zwar bisher noch nicht im Mittelmeer beobachtet worden; es bleibt aber abzuwarten, ob nicht alle drei Arten von Haeckel in dem Oberflächenmaterial der Challenger-Expedition gefunden sind. *Heliosphaera* n. sp. habe ich wiederholt an der Oberfläche des Golfes gefunden. Von jenen in der Tiefe häufigen Radiolarien tritt *Aulacantha scolymantha* besonders im Winter an der Oberfläche des Golfes, zuweilen in grosser Anzahl auf, während *Spongospaera streptacantha* zu jenen wenigen Radiolarien gehört, die fast in jeder Jahreszeit an der Oberfläche des Golfes angetroffen werden können.⁴⁾

II. Coelenterata

1. Anthozoa.

Freischwimmende Aktinienlarven, wahrscheinlich der Gattung *Cerianthus* resp. *Edwardsia* zugehörig, kommen in grösseren Tiefen nicht selten vor. Es sind offenbar dieselben Larven, welche Kowalewsky¹⁾ abbildet. Unter den zahlreichen kugeligen und eiförmigen milchweissen 1, 5—2,5 mm grossen Larven fand ich nur einmal eine Larve mit angelegten Tentakeln und zwar waren es deren fünf. Während der Nacht fischte ich sie Ende September bei Ischia an der Oberfläche, doch fehlt sie nicht bis zu den grössten untersuchten Tiefen. In dem Schliessnetz fanden sich Exemplare aus 600 und aus 1000 m. Tiefe.

2. Hydromedusae.

Viele craspedoten Medusen suchen während des Sommers grössere Tiefen auf. Unter den Anthomedusen fischte ich *Lizzia* (*Rathkea*) *Köllikeri* Ggbr. aus 1200 m, vor Capri in einem Exemplar und *Cytaea* *pusilla* Anfang September vor Ponza aus 1300 M. Letztere hatte eine Radiolarie der Tiefsee, nämlich *Coelodendrum ramosissimum*, im Magen. Von Trachomedusen ist *Sminthea* (*Trachynema*) *eurygaster* Ggbr. ziemlich häufig in der Tiefe. In dem Schliessnetz fand sie sich in 1300 M. (Ende September) und in 1200 M. (11. Oktober) vor Capri; *Aglaura hemistoma* P. et Les. war ebenfalls in dem Schliessnetz aus 1300 M. vertreten. *Rhopalonema velatum* war häufig von 100 M. bis 1300 M.; von Ende September an erschien sie auch an der Oberfläche. Von Geryoniden fand sich *Geryonia* (*Carmarina*) *hastata* Haeck. in jugendlichen Exemplaren aus 1200 und 1300 M., während erwachsene Thiere Ende September in der Nacht an der Oberfläche gefischt wurden. *Liriope eurybia* fand sich in 600 M. am 11. Okt. Am häufigsten unter allen Craspedoten trat *Cumina* (*Solmissus*) *albescens* Ggbr. in der Tiefe auf. Bei zwei nächtlichen Zügen aus 800 M. (30 Sept. vor Ischia) und 600 M. (11. Okt. vor Capri) waren die grossen Netze und Schliessnetze vollgepfropft von Cuminen. Auch bis zu 1300 M. wurde sie vereinzelt beobachtet. Ziemlich häufig ist fernerhin *Aeginopsis* (*Solmundella*) *mediterranea* Müll. In dem Schliessnetz fand sie sich aus 600 M., doch war sie in dem Inhalt des grossen Netzes bis zu 1300 M. zahlreich vertreten.

3. Acalephae.

Auffällig war der Mangel erwachsener Scheibenquallen in der Tiefe. Nur einmal war eine Ephyra in dem grossen Netze aus 1200 M. vertreten.

4. Siphonophorae.

Kaum ein pelagisches Thier ist gemeiner von der Oberfläche an bis zu 1300 M. Tiefe, als *Diphyes Sieboldii* Koll. Sie fehlt in keinem Schliessnetz und macht stets den Hauptbestandtheil

⁴⁾ A. Kowalewsky, Entwicklung der Cölenteraten (russisch). Protok. Mosk. Naturf.-Ges. 1873, Taf. 6.

des gefischten Materials aus. Häufig findet man auch gleichzeitig ihre Eudoxiengruppen. Auch *Abyla pentagona* Eschsch. ist von der Oberfläche an, wo ich sie zur Nachtzeit Ende September fischte, bis in die grossen Tiefen nachweisbar, obwohl sie nicht so häufig auftritt wie *Diphyes*. Die zahlreichsten Exemplare und Eudoxiengruppen stammen aus einer Tiefe von 80—100 M. Ebenfalls in geringerer Tiefe von 100 M. fischte ich Ende August und Anfang September *Diphyes subtilis* Ch., *Galeolaria aurantiaca* Vogt und *Monophyes gracilis* Claus. Die letztgenannten drei Arten erschienen von Mitte September und Anfang Oktober (*Galeolaria*) an der Oberfläche.

Von Physephoriden traf ich Ende August in 100 M. Tiefe jugendliche und erwachsene Exemplare des *Halistemma (Stephanomia) pictum* Metschn. an. Die Larven desselben waren gleichzeitig häufig an der Oberfläche und lieferten ein willkommenes Material zum Studium der bisher unbekannten postembryonalen Metamorphose. Erst vom 23ten September an zeigten sich die erwachsenen Thiere an der Oberfläche. *Apolemia uvaria* Eschsch. ist für die grossen Tiefen wiederum charakteristisch. In dem Schliessnetz fanden sich Gruppenanhänge des Stammes aus 600 M., während grössere Bruchstücke derselben sowohl Anfang September bei Ponza, wie Mitte Oktober vor Capri und Ischia bis zu 1200 M. Tiefe in das grosse Netz geriethen. An der Oberfläche fing ich sie Ende September während der Nacht und Anfang Oktober bei Tage. Von einer neuen *Forskalia*-Art, deren Beschreibung ich in einer monographischen Bearbeitung der Siphonophoren geben werde, fand ich Bruchstücke vor Ponza aus 1300 M. am 9. September. Einen Monat später beobachtete ich sie aus derselben Tiefe vor Ischia. An der Oberfläche erschien sie im Winter 1884; sie zeichnet sich, abgesehen von der ansehnlichen Grösse ihrer Magenschläuche und ziegelrothen Färbung der Batterien und Polypen, durch ihre grossen rechtwinklig abgestutzten Deckschuppen aus.

So hat sich denn meine Erwartung, die den Ausgangspunkt zu den vorliegenden Untersuchungen abgab, dass nämlich in grösserer Tiefe eigenartige Siphonophoren leben möchten, für die von mir erforschten Theile des Mittelmeeres nicht bestätigt. Alle Siphonophoren aus grösseren Tiefen erscheinen zu gewissen Zeiten auch an der Oberfläche. Dass trotzdem der pelagische Fang in den Tiefen auch für die Siphonophoren manche interessante biologische Aufschlüsse giebt, will ich an zwei Beispielen darzulegen versuchen.

Im Winter und Frühjahre ist im Golfe kaum eine Siphonophore gemeiner, als *Hippopodius luteus*. So häufig er auch erscheint, so selten sind junge Stadien mit nur vier bis sechs Schwimmglocken. Vergeblich suchte ich jedoch nach Larvenformen, welche über die postembryonale Entwicklung desselben Aufschluss gegeben hätten. Schon Metchnikoff¹⁾ hebt hervor, dass es ihm erst nach vielen missglückten Versuchen gelang, einige befruchtete Eier zu erhalten, an denen er die frühesten Stadien der Entwicklung beobachtete. Ich selbst habe mich öfter vergeblich abgemüht, eine künstliche Befruchtung vorzunehmen. Da nun der Hippopodius mit Beginn des Sommers von der Oberfläche verschwindet, so durfte ich darauf gefasst sein, ihn in grösserer Tiefe wieder aufzufinden. Thatsächlich gelangten denn auch bei meiner ersten Fahrt, Ende August, einige isolirte Schwimmglocken aus 100 M. Tiefe in das Netz. Später fand ich sie vereinzelt bis zu 1200 M. Tiefe. Gleichzeitig enthielt aber auch das Netz die schon längst

¹⁾ E. Metchnikoff, Studien über die Entwicklung der Medusen und Siphonophoren. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 24 p. 46.

gesuchten jugendlichen Formen mit 2 oder 3 Glocken und gelegentlich auch junge Siphonophoren von Monophyes ähnlichem Habitus. Sie besassen eine völlig runde Schwimmglocke mit relativ sehr kleinem Schwimmsack und erreichten die immerhin ansehnliche Grösse von 7 mm. Ich glaubte bei oberflächlicher Betrachtung, dass ein neues grosses Monophyes vorliege, doch brachte die genauere Untersuchung mich auf die Vermuthung, dass diese Wesen in genetischer Beziehung zum Hippopodius stehen möchten. Durch meine früheren Untersuchungen lag ja die Erwartung nahe, dass die Larven der Calycophoriden einen vom ausgebildeten Thier sehr differenten Habitus zur Schau tragen würden.

Thatsächlich repräsentiren denn auch die originellen in Fig. 1 und 2 auf Taf. II dargestellten Wesen die Larven des Hippopodius, und der Grund, dass wir bisher über die postembryonale Entwicklung eines der gemeinsten pelagischen Thiere des Golfes keine Nachrichten haben, liegt wohl hauptsächlich darin, dass die monophyesartigen Larven des Hippopodius in grösseren Tiefen leben.

Zur Erläuterung der beiden Figuren bemerke ich noch Folgendes. Die primäre heteromorphe Schwimmglocke des Hippopodius ähnelt der Glocke von *Monophyes gracilis* und *M. irregularis* nicht nur durch ihre rundliche Form, sondern auch durch den Besitz eines Saftbehälters (*s*) und einer grossen Scheide (*v*). Der bilateral-symmetrische Schwimmsack ist relativ klein und kehrt seine Mündung sehräg nach oben (die schlitzförmige Oeffnung der Scheide als nach unten gewendet gedacht). Die 4 Radiärgefässe desselben und namentlich das grosse untere Gefäss sind breit. Ein bogenförmig verlaufendes Gefäss stellt die Verbindung mit dem Ende des Saftbehälters her. Letzterer bildet den dorsalen Abschluss der grossen mit einer schlitzförmigen Oeffnung (Fig. 2) ausmündenden und seitlich comprimirten Scheide. Nur das Ende derselben ragt frei in die Umbrellargallerte. Der schlanke und durchsichtige Magenpolyp mit seinem noch kurzen dem Schwimmsack zugekehrten Fangfaden sitzt am Anfangstheil des Saftbehälters. Er ist ausserordentlich dehnbar und kann seine Mundöffnung aus der Scheide hervorstrecken. Sehon auf diesem frühen Stadium tritt sehräg oberhalb des Polypen die Anlage einer Knospe auf, welche sich späterhin zu der ersten definitiven pferdehufähnlichen Schwimmglocke des Hippopodius ausbildet.

Ueber die weitere Entwicklung giebt Fig. 3 Auskunft, welche Schwimmsack (*u*) und die Knospengruppen einer älteren Larve sehräg von oben gesehen darstellt. Neben dem ersten Magenpolyp (*p¹*) ist ein zweiter (*p²*) hervorgeknospt und hinter diesem liegt die Knospe für einen dritten (*p³*). Die dorsale Anlage der ersten definitiven Glocke (*c¹*) hat sich vergrössert und ihr sitzt bereits die Knospe für eine zweite Glocke (*c²*) an. Ich konnte diese Larve zwei Tage lebend erhalten, während deren die provisorische primäre Glocke abgeworfen wurde und gleichzeitig der Saftbehälter (*s*) schrumpfte. Der zwischen Schwimmglockenknospen und Magenpolypen gelegene Theil des letzteren streckte sich bedeutend zu einem Stämme, an dem auf der ventralen Seite drei Magenschläuche und die Knospe für einen vierten sich inserirten. Der älteste am Ende des Stammes sitzende Magenpolyp hatte seine definitive Grösse erreicht und ebenso war der Fangfaden mit 6 ausgebildeten nierenförmigen schwefelgelben Batterien, wie sie für Hippopodius charakterisch sind, ausgestattet. Von den am Anfang des Stammes dorsal gelegenen Glockenanlagen liess die älteste bereits den für die definitiven Glocken typischen Gefässverlauf erkennen. Dasselbe Stadium fischte ich auch freilebend; nur waren die beiden ersten definitiven Glocken weit entwickelt und von der charakteristischen pferdehufähnlichen Form. Sie vermittelten durch lebhaftes Pumpen die Ortsbewegung und ihnen sassen wiederum zwei weitere Glockenknospen an.

Durch die hier mitgetheilten Beobachtungen ist nun auch für die Polyphyiden, wie ich die durch mehr als zwei definitive Schwimmglocken charakterisierten Calyceophoriden benenne, der Nachweis erbracht, dass den definitiven Glocken eine heteromorphe monophyesähnliche primäre Glocke vorausgeht, welche abgeworfen wird. Die erste Anlage derselben hat bereits Metschnikoff beobachtet; er deutet sie, wie dies nach dem damaligen Stande der Kenntniß von der postembryonalen Entwicklung der Calyceophoriden erklärliech scheint, als die erste definitive Glocke.

An einer anderen Stelle werde ich noch darlegen, dass der Organismus der Polyphyiden in mehrfacher Hinsicht lehrreich ist für das Verständniß der Physophoriden. Nur soviel sei hier hervorgehoben, dass dieselbe Opposition von Schwimmglockenknochen und Magenschläuchen auch bei den Physophoriden wiederkehrt. An den Larven des *Halistemma rubrum* sowohl wie an jenen der *Forskalia (Apolemia) contorta* liegen die Knospen für Taster, Magenschläuche und Geschlechtspolypen ventral, während die Schwimmglocken am Anfangstheil des Stammes dorsal gestellt sind. Hierdurch erklärt sich auch die von Claus¹⁾ zuerst nachgewiesene Umkehrung der Spiraldrehung des Stammes in der Säule der Schwimmglocken.

Ein zweites Beispiel, welches den Werth der pelagischen Tiefseefischerei für Erkenntniß der Biologie niederer Thiere illustriren mag, entnehme ich der postembryonalen Entwicklung von *Physophora hydrostatica*. Bekanntlich hat Haeckel²⁾ zuerst die Embryonalentwicklung der pompösen *Physophora magnifica* kennen gelehrt und den Nachweis geführt, dass zunächst ein kappenförmiges provisorisches Deckstück angelegt wird, welches Luftflasche und Polyp aufliegt und später abgestossen wird. Auch wies Haeckel nach, dass der primäre Tentakel mit Nesselknöpfen besetzt ist, die eine von der späteren Bildung abweichende Gestalt besitzen. In diesem Stadium fischte ich während des Frühjahrs 1886 mehrmals die freilebenden Larven der *Physophora hydrostatica*. Sie besassen ausser primärer Deckschuppe, Polyp und larvalem Fangfaden drei bis vier lange grünlich schillernde Taster, welche durch energische Bewegungen auffielen. Andere hatten bereits die Deckschuppe abgeworfen und mehrere Schwimmglockenknochen angelegt. Auf letzterem Stadium sind diese Larven bereits von C. Vogt³⁾ beobachtet und richtig auf *Physophora* bezogen worden. Ich verweise daher auf dessen Schilderung und Abbildung und bemerke nur, dass ich im Frühjahr vergeblich nach späteren Stadien mit ausgebildeten Schwimmglocken suchte. Da nun die im Golf seltene *Physophora* mit Beginn des Sommers von der Oberfläche verschwindet, so war ich wiederum angenehm überrascht, als ich am 10 Oktober aus einer Tiefe von 900 M. eine Larve derselben fischte, welche ein interessantes Zwischenstadium der von Vogt beschriebenen Jugendformen und des erwachsenen Thieres repräsentirt. Die in Fig. 4 abgebildete Larve war vollkommen durchsichtig, 8 mm gross und bewegte sich lebhaft in dem Gefäße durch Pumpbewegungen zweier ausgebildeter Schwimmglocken. Unterhalb der Luftflasche sind noch mehrere Schwimmglocken angelegt. Der Stamm (*t*) ist kurz und an seiner Basis bereits flaschenförmig erweitert. An letzterer sitzen vier Taster (*a*), welche je nach der Belichtung bald grünlich, bald in der zarten rothen Complementärfarbe schillern. Ihre der Batterien entbehrenden Angelfäden (*f*) sind schon von ansehnlicher Länge. Zwischen den ausgebildeten Tastern sitzen einige, zum Theil weit entwickelte Anlagen neuer Taster (*a'*). Neben

¹⁾ C. Claus. Ueber *Halistemma Tergestinum*. Arb. zool. Inst. Wien Bd. 1. 1878 p. 7.

²⁾ E. Haeckel. Zur Entwicklungsgeschichte der Siphonophoren. Utrecht 1869. p. 17 ff. Taf. 1—5.

³⁾ C. Vogt. Les Siphonophores de la mer de Nice. Mém. Inst. Nat. Genevois T. I 1853 p. 58, Taf. 6, Fig. 24.

dem grossen Magenpolypen (*p*) mit seiner weiten Mundöffnung (gelegentlich saugte er sich, dieselbe zu einer sechseckigen Scheibe verbreiternd, an die Gefässwandungen an) sprosst die Anlage eines zweiten hervor. Der Fangfaden hat die orange pigmentirten, körbchenförmigen und im Centrum mit langen Sinneshaaren ausgestatteten larvalen Batterieen verloren und weist an seiner Basis die Knospen für die definitiven Nesselknöpfe auf.

So lehrt denn dieses Stadium, dass ausser der frühzeitig abgeworfenen Deckschuppe und den larvalen Batterieen alle übrigen Gruppenanhänge in das definitive Thier aufgenommen werden. Ende November erschienen denn auch die jungen Physophoren an der Oberfläche. Durch Salvatore lo Bianco wurden mir drei mit bekannter Virtusität conservirte junge Exemplare übersendet, welche 4—6 entwickelte Schwimmlocken und 2—3 mit den für die erwachsene Physophora charakteristischen Knöpfen besetzte Fangfäden aufwiesen.

So geht denn aus diesen Mittheilungen hervor, dass die im Frühjahr an der Oberfläche auftretenden jugendlichen Physophora-Larven mit Beginn des Sommers grössere Tiefen aufsuchen, um dann nach Vollendung ihrer Metamorphose mit Beginn des Winters aufzusteigen und zu geschlechtsreifen Thieren sich zu entwickeln.

Wenn es auch nicht in meiner Absicht liegt, an dieser Stelle auf morphologische Betrachtungen mich einzulassen, so will ich doch hervorheben, dass für Physophora der frühzeitige Schwund der larvalen Nesselknöpfe charakteristisch ist. Die Larven des Halistemma besitzen den larvalen Fangfaden noch, während bereits an den oberen Magenschläuchen die definitiven Batterieen angelegt werden. Noch länger ist der bisher unbekannte larvale Fangfaden an dem untersten centralen Polypen beider Forskalia-Arten nachweisbar. Dass er auch bei den Agalnen lange Zeit neben den späteren heteromorphen Fangfäden sich erhält, haben schon frühere Forscher hervorgehoben. Sehr eigenthümlich verhält sich in dieser Hinsicht *Rhizophysa*. Gegenbaur¹⁾ wies bekanntlich nach, dass an dem Fangfaden derselben drei Formen von Batterieen auftreten, von denen sonderbare mit einem schnabelförmigen Fortsatz versehene Nesselknöpfe (Gegbr. Fig. 9) in der Minderzahl entwickelt sind. Gerade diese Nesselknöpfe treten jedoch ausschliesslich an den jüngsten von mir beobachteten Fangfäden auf. An älteren Exemplaren erscheinen an demselben Fangfaden allmählich die beiden anderen Formen von Batterieen. So besitze ich jugendliche Rhizophysen, an deren Fangfadenende bis gegen 15 vogelkopfähnliche Batterieen sitzen, ehe die anderen auftreten. Allmählich werden sie häufiger angelegt, um dann späterhin etwa die Hälfte der Nesselknöpfe auszumachen. An Exemplaren von mittlerer Grösse kehrt sich das Verhältniss zu Gunsten der später auftretenden Batterieen um und Gegenbaur gibt richtig an, dass zwischen etwa 10 Batterieen je eine vogelkopfähnliche beobachtet wird. An den ältesten Rhizophysen endlich vermisste ich in der oberen Hälfte des Fangfadens die genannten Nesselknöpfe. Hier steht zwischen 12—14 mit 2 Seitenästen ausgestatteten Batterieen (Gegbr. Fig. 7) je ein grosser Nesselknopf mit dichotom verästelten fingerförmigen Ausläufern. So spielen denn offenbar die vogelkopfähnlichen Nesselknöpfe die Rolle von Larvalen Gebilden und *Rhizophysa* ist insofern lehrreich, als sie zeigt, dass an einem und demselben Fangfaden der Wechsel der Batterieen sich vollzieht.

¹⁾ C. Gegenbaur. Beitrag z. Kenntniß der Schwimmpolypen. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 5. p. 329. Taf. 18. Fig. 7—9.

Ich vermuthe denn auch, dass der dem ältesten Magenschlauch ansitzende Fangfaden von Physophora nicht neu gebildet wird, sondern dass nach Verlust der larvalen Nesselknöpfe lediglich die Neubildung der definitiven Batterieen an demselben Fangfaden anhebt.

5. Ctenophorae.

Wie ich im allgemeinen Theile ausführen werde, so ist es mir schon vor Jahren gelungen, über den Verbleib einiger Ctenophoren während des Sommers Aufschluss zu erhalten. So fischte ich im Sommer 1877 aus etwa 100 Meter Tiefe *Beroë ovata* und Larven des *Cestus Veneris*. Ich kann diese Beobachtungen nach meinen jetzigen Erfahrungen bestätigen und erweitern. Aus einer Tiefe von 150 Meter wurde am 17. September eine kleine *Beroë ovata* erbeutet und am 9. September ein junger Venusgürtel. Ende September fand ich einen solchen in 50 Meter und gleichzeitig wurde auch das erste Exemplar an der Oberfläche beobachtet. Ueberraschend war es mir jedoch, dass *Cestus Veneris* auch die grösseren Tiefen aufsucht. Schon bei den ersten Zügen vor Ponza in 1200 Meter Tiefe gelangten Bruchstücke alter Exemplare an die Oberfläche und späterhin waren fast regelmässig Theile desselben in dem grossen Netze enthalten. Auch jüngere Exemplare und Larven (von letzteren aus 800 Meter vor Ischia das Stadium mit je einem Schwimmplättchen in den 8 Rippen) sind in der Tiefe vertreten. Von sonstigen Ctenophoren erwähne ich eines Exemplares von *Hormiphora plumosa* aus 150 Meter am 17. September, die bisher nur während des Winters und Frühjahrs an der Oberfläche beobachtet wurde. In auffälligem Gegensatz zu den bisher angeführten Arten steigen die gelappten Ctenophoren nie in die Tiefe. Ihre Larven sowohl, wie die ausgebildeten Thiere bevölkern in enormen Schwärmen die oberflächlichen Schichten bei Tag und Nacht. Welch' eigenthümliche Erscheinungen in der Fortpflanzung von *Eucharis* und *Bolina* durch den ständigen Aufenthalt in den oberflächlichen, der vollen Einwirkung von Licht und Wärme ausgesetzten Schichten bedingt werden, soll am Schlusse der allgemeinen Betrachtungen noch dargelegt werden.

III. Echinodermata.

Die Larven der Echinodermen vermisste ich durchaus in grösseren Tiefen; unterhalb 100 Meter gelangten sie nicht mehr in die Netze.

IV. Vermes.

1. Turbellarii.

Ein einziges Mal war in dem grossen Netz aus 600 Meter Tiefe eine rhabdocöle Turbellarie von 2,5 mm Länge enthalten. Sie war milchweiss und besass einen roth durchschimmernden Darm. In dem Uhrschälchen begann sie alsbald unter lebhaften Contraktionen an den Wandungen zu kriechen. Bei dem Versuch, sie in Sublimat zu conserviren, contrahirte sie sich dermassen, dass röhliche Fettropfen ausgestossen wurden und eine nähere Bestimmung nicht vorgenommen werden konnte.

2. Chaetognatha.

Die Sagitten bilden gemeinsam mit den Radiolarien, Tomopteriden, Diphyes Sieboldii und den Crustaceen die häufigsten und constantesten Bewohner der grösseren Tiefen. In zahllosen Mengen gerathen sie sowohl in das offene, wie in das Schliessnetz von 100 Meter an bis zu 1300 Meter. Am gemeinsten ist die grosse *Sagitta hexaptera* d'Orbigny, die man in allen Stadien regelmässig im

III.

Allgemeiner Theil.

Aus den bisher angeführten Thatsachen über die vertikale Verbreitung der pelagisch lebenden Seethiere ergeben sich folgende allgemeine Resultate:

1. Die untersuchten Theile des Mittelmeeres zeigen sowohl an der Oberfläche wie in allen Tiefen bis zu 1400 Meter ein reiches pelagisches Thierleben.
2. Pelagische Thiere, welche während des Winters und Frühjahrs an der Oberfläche erscheinen, suchen mit Beginn des Sommers die Tiefe auf.
3. In grösseren Tiefen kommen pelagische Thiere vor, die bisher an der Oberfläche selten oder noch gar nicht beobachtet wurden.
4. Eine Anzahl pelagischer Thiere verbleibt auch während des Sommers an der Oberfläche und steigt nie in die Tiefe.

Ich will versuchen, in Kürze nach den hier angeführten Gesichtspunkten die geographische Verbreitung der pelagisch lebenden Seethiere in vertikaler Richtung zu erörtern.

1. Ueber die vertikale Verbreitung der pelagischen Fauna.

Unsere bisherigen Anschauungen über die Möglichkeit einer Existenz von pelagischen Thieren zwischen der Oberfläche und dem Meeresgrunde haben sich durchaus noch nicht geklärt. Während man einerseits auf nachher zu erwähnende exakte Versuche hin die Auffassung vertritt, dass zwischen der Oberflächenfauna und den am Grunde lebenden Tiefseethieren azoische Wasserschichten vorhanden seien — eine Ansicht, die mit Vorliebe in den mehr populär gehaltenen Schriften gelehrt wird — so neigen sich eine Anzahl von Forschern der Anschauung zu, dass auch die tiefen Wasserschichten des thierischen Lebens nicht entbehren. In der That lassen vereinzelte Funde mit ziemlicher Sicherheit darauf schliessen, dass die grösseren Meerestiefen von pelagischen Thieren bevölkert werden.

Bei den Tiefenlotherungen, welche während der Reise der Corvette „Gazelle“ um die Erde 1874—1876 angestellt wurden, fanden sich wiederholt an der Lotheine ganze Siphonophoren und Theile

derselben. Wie Studer¹⁾ in seinen interessanten Mittheilungen über dieselben berichtet, so fallen die häufigsten Funde auf Tiefen von 800—1500 Faden mit Temperaturen von 2—3° C.

Um den Nachweis von pelagischen Thieren in grossen Tiefen zu erbringen, wendete man auf dem Challenger²⁾ die „tow-nets“ an, welche anfänglich bis zu 800 Faden herabgelassen und späterhin direkt an dem Tau der Dretsche befestigt wurden. Sie wurden theils in horizontaler Richtung gezogen, theils derart an dem Tau befestigt, dass sie erst bei dem Aufwinden in der Vertikalen die gesammte Wassersäule durchfurchten.

Stets enthielten sie pelagische Thiere, welche an der Oberfläche nicht beobachtet wurden, und der Verwendung dieser Taunetze ist vorwiegend die Entdeckung der merkwürdigen Challengeriden unter den Radiolarien zu verdanken. Der Uebelstand freilich, dass diese Netze die gesamme Wassermasse oft stundenlang in vertikaler Richtung durchziehen mussten, ehe sie an die Oberfläche gelangten, mag es mit sich gebracht haben, dass die einzelnen Bearbeiter des Challenger-Materialees nur mit grosser Reserve die Vermuthung aussprechen, es möchten gewisse in den Netzen enthaltene Thiere auch tatsächlich in bestimmten Tiefen gelebt haben. Als ein Beispiel für viele führe ich die Aeusserung von Spence Bate (Narrat. Vol. II, p. 528) an: „Before we shall be able to determine with accuracy the relative bathymetrical distribution of the Crustacea, it is desirable that we should be able to sweep the ocean at various depths without fear of entangling specimens from other strata than those required. Owing to the construction of the apparatus in use for dredging and drawling, it is difficult to determine whether a specimen from a Station with a recorded depth may or may not have become entangled in the nets during the downward or upward passage through the water.“ So mag es denn gekommen sein, dass andere Beobachter, so z. B. Sars in seiner Bearbeitung der Schizopoden des Challenger, auf Tiefenangaben des in den Taunetzen gesammelten Materialees verzichten. Nur Haeckel,³⁾ dem allerdings das weitaus reichhaltigste und interessanteste Material aus den Taunetzen zur Verfügung steht, bemüht sich die vertikale Verbreitung der Radiolarien nach Zonen zu gliedern. Er unterscheidet 1. pelagische, an der Oberfläche des Meeres schwimmende; 2. zonare, in bestimmten Meerestiefen schwimmende und 3. profunde, auf dem Boden des Meeres lebende Formen. Was seine Nomenclatur anbetrifft, so möchte ich mit Rücksicht auf die enormen Excursionen, welche nicht nur von Radiolarien (s. oben Brandt p. 10), sondern auch von sonstigen pelagischen Thieren in vertikaler Richtung unternommen werden, vorschlagen, den Ausdruck „pelagisch“ überhaupt auf alle flottirenden Thiere im Gegensatz zu festsitzenden und beweglichen „profunden“ anzuwenden. Für jene pelagische Formen, welche constant nur an der Oberfläche vorkommen, wende ich die Bezeichnung „superficiale“ an, während für die auf bestimmte Tiefenzonen angewiesene pelagische Thiere die Benennung „zonare“ gelten bleibt⁴⁾. Haeckel's und Murray's Darlegungen ist es wohl vorwiegend zuzuschreiben, wenn man neuerdings der Ansicht zuneigt, dass die grossen Tiefen, wenn auch relativ arm an Thieren, so doch wenigstens von Radiolarien bevölkert werden.

¹⁾ Th. Studer. Ueber Siphonophoren des tiefen Wassers. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 31, 1878 p. 1—3.

²⁾ The Voyage of Challenger. Narrative by W. Thomson and T. Murray Vol. I, 1885, p. 79.

³⁾ E. Haeckel. Entwurf eines Radiolarien-Systems auf Grund der Challenger-Radiolarien. Jen. Zeitschr. f. Naturw. Bd. 15, p. 422.

⁴⁾ Jene Thiere, welche nicht an bestimmte Zonen gebunden sind, sondern von der Oberfläche an bis zu grossen Tiefen herabsteigen, könnten als „interzonare“ pelagische Thiere bezeichnet werden.

A. Agassiz¹⁾ verhält sich freilich den Befunden des Challenger gegenüber sehr kritisch: „The specimens brought up by the „Challenger“ from intermediate depths are inconclusive, since the nets used were the ordinary tow-nets, which were sent down open, kept open while towing, and remained open while coming up. It is perfectly true that by differentiation of the contents of the several nets at one locality some approximate results may be obtained, if the work were carried on for a long period, but an occasional haul taken by itself means nothing.“ Er wendet selbst den Sigsbee'schen²⁾ Cylinder (cf. p. 3) in Wasserschichten von 5—150 Faden unter der Oberfläche an und kommt zur Ueberzeugung, dass die pelagischen Thiere nicht tiefer als bis 100 Faden gehen und dass es keine eigenthümliche Fauna zwischen Oberfläche und Bodenfauna giebt.

Während hier also von gewichtiger Seite zum Theil gerechtfertigte Bedenken nicht nur gegen die Resultate des Challenger, sondern überhaupt gegen das Vorhandensein einer pelagischen Tiefseeflora geäussert werden, so sind es wiederum an der Lothleine haften gebliebene Tiefseesiphonophoren, welche zu den ersten exakten Versuchen Veranlassung geben. Wir verdanken sie Chierchia, einem italienischen Marineoffizier, der, auf der zoologischen Station zu Neapel in der Conservirung zarterer Formen vorgedacht, in einem anschaulichen Berichte³⁾ seine erfolgreiche Thätigkeit während der Erdumsegelung des „Vettor Pisani“ schildert. Chierchia ist nicht nur Sammler, sondern auch ein denkender Beobachter und so sucht er denn, als im Pacificischen Ocean wiederum Bruchstücke von Siphonophoren an der Lothleine von 1000 Meter Tiefe an hängen geblieben, sich Rechenschaft zu geben, ob sie thatsächlich in jener Tiefe lebten. Dem Commandeur des „Vettor Pisani“, Palumbo, gelang es denn, ein Schliessnetz zu construire (es ist auf Taf. 10 der Chierchia'schen Beschreibung abgebildet), das in Verbindung mit dem Tiefseethermometer von Negretti und Zambra in beliebiger Tiefe geschlossen werden konnte.

Thatsächlich waren denn auch in dem Netze Siphonophoren, Copepoden, Sagitten und Pteropoden enthalten. Es ist immerhin auffällig, dass solche hereingeriethen, da der Natur der Sache nach das an der Lothleine befestigte Netz nicht in horizontaler Richtung durch das Wasser gezogen wurde, sondern an einem bestimmten Punkte ruhig stehend eine Zeit lang offen blieb und dann durch das herabfallende Gewicht zugeschlagen wurde.

Als ich das interessante Material von Tiefseesiphonophoren, welches Chierchia erbeutet hatte, zur Bearbeitung überwiesen bekam und in dem Mageninhalt derselben Copepoden und Sagitten auffand, wurde der Wunsch rege, die immerhin recht spärlichen und zum Theil angefochtenen Funde pelagischer Tiefseethiere einer genaueren Controle durch eigene Untersuchungen zu unterwerfen.

Es lag, wie ich das in der Einleitung andeutete, in der Natur der Sache, dass ich zu Untersuchungen, welche einen umfänglichen Apparat von Instrumenten, einen Dampfer und ein geschultes Personal erfordern, die zoologische Station zu Neapel aufsuchte. Freilich erhielten es mir von vornherein

¹⁾ A. Agassiz. On the dredging operations of the U. S. Coast Survey Sr. „Blake“ 1878. Bull. Mus. Comp. Zool. Cambr. Vol. 5 No. 1, p. 8.

²⁾ C. Sigsbee. Description of Gravitating trap for obtaining specimens of animal life from intermedial Ocean-Depths ibid. Vol. 6, No. 9 1880 p. 155.

A. Agassiz ibid. N. 8 p. 153 „The experiments appear to prove conclusively that the surface fauna of the sea is really limited to a comparatively narrow belt in depth, and that there is no intermediate belt, so to speak, of animal life between those living on the bottom, or close to it, and the surface pelagic fauna.“

³⁾ Gaetano Chierchia. Collezioni per studj di scienze naturali. Rivista marittima sett. ott. e nov. 1885.

fraglich, ob das Mittelmeer bezüglich einer postulirten pelagischen Tiefseefauna irgend eine Analogie zum Ocean darbieten würde.

Die Existenzbedingungen in den tieferen Schichten des Mittelmeeres sind durchaus verschieden von jenen des Oceans. Was die Temperatur des Wassers in grösseren Tiefen anbelangt, so zeigt sie mit auffälliger Constanz 13° C., kommt also der durchschnittlichen niedrigsten Wintertemperatur des Oberflächenwassers gleich. Diese Temperatur wird relativ rasch erreicht. Um ein Beispiel anzuführen, so wähle ich eine typische Serie von Messungen, die von dem „Washington“ unter dem Commando des verdienten Chefs des hydrographischen Amtes, Magnaghi, ausgeführt wurden¹⁾ (am 27. August 1881 39° 20' N. L. 13° 10' E. Gr.)

Oberfläche	26°	C.
30 Meter	19°,5	"
50 "	16°,8	"
80 "	14°,9	"
100 "	14°,5	"
150 "	14°,3	"
200 "	14°	"
300 "	14°	"
500 "	14°,1	"
800 "	13°,5	"
1000 "	13°,6	"
2500 "	13°,3	"
3550 "	13°,3	"

Nach den von Washington im Juli bis September ausgeführten Temperaturserien habe ich die Mittel berechnet auf:²⁾

50 Meter	18°,4	C.	(6)
100 "	15°,3	"	(5)
150 "	14°,1	"	(7)
200 "	14°	"	(7)
300 "	13°,8	"	(8)
500 "	13°,9	"	(3)
1000 "	13°,5	"	(3)

Wir wissen fernerhin durch Carpenter's³⁾ Untersuchungen, dass der Gehalt an Kohlensäure

¹⁾ E. Giglioli. La scoperta di una fauna abissale nel Mediterraneo. Atti del III Congresso Geografico Internaz. p. 53.

²⁾ Die hinter den Temperaturgraden eingeklammerte Ziffer gibt die Zahl der Beobachtungen an.

³⁾ W. B. Carpenter, Report on scientific researches carried on during the months of Aug., Sept., Okt. 1871 in H. M. surveying-ship „Shearwater“ Proc. Roy. Soc. N. 138, London 1872, p. 535.

in den vom Wasser absorbierten Gasen in den Tiefen des Mittelmeeres bedeutend höher ist als in dem Ocean und umgekehrt der Gehalt an Sauerstoff bedeutend geringer^{1).}

Der Grund zu so auffälligen Temperaturdifferenzen zwischen Mittelmeer und Ocean liegt in der Trennung beider durch die unterseeische Barriere in der Meerenge von Gibraltar, welche nur eine Mischung der oberflächlichen Schichten gestattet und den Eintritt der kalten polaren Grundströme verhindert. Da die Angaben über die Tiefenverhältnisse in der Meerenge in den geographischen Handbüchern vielfach abweichen (die genannten Daten giebt Boguslawski im Handbuch der Oceanographie Bd. I., 1884, p. 91), so wendete ich mich an meinen Freund Colombo, der als Marineofficier an den Lothungen des „Washington“ betheiligt war und mir bereitwillig die Befunde desselben zur Verfügung stellte. Hiernach ergibt sich die Meerenge an einer Stelle bedeutend flacher, als man bisher angenommen. Fast genau in der Mitte zwischen Cap Spartel und Cap Trafalgar wurden nur 45 Faden (82 Meter) gelothet. Von hier aus fällt nach beiden Seiten der unterseeische Rücken ab; in der Mitte der Meerenge, östlich der Linie Cap Spartel—Cap Trafalgar, betrug die geringste gelothete Tiefe nach jener von 45 Faden bereits 152 Faden (278 Meter).

Da also eine relativ geringe Erhebung von 90 Metern genügen würde, um das Mittelmeer vollständig vom Ocean abzuschliessen, so liegt es auf der Hand, dass eine pelagische Tiefenfauna des Oceans seit Existenz des unterseeischen Rückens keine Mischung mit derjenigen des Mittelmeeres eingehen konnte. Es war mir somit fraglich, ob überhaupt im Mittelmeer eine pelagische Tiefenfauna existiren möchte, denn der von mir 1877 erbrachte Nachweis über das Niedersinken an der Oberfläche erscheinender Thiere bis in eine Tiefe von 100 Metern stimmt ja völlig mit den Beobachtungen A. Agassiz's überein und lässt keinen Rückschluss auf das Vorkommen einer Fauna in den tiefen Schichten zu. Wie Agassiz eine pelagische Fauna unterhalb der Hundertfadenlinie in Abrede stellt, so hält es denn auch Carpenter (l. c. p. 588) für unmöglich, dass im Mittelmeer thierisches Leben tiefer als 200 Faden hinabreiche. „I am disposed to believe, that in the Mediterranean Basin the existence of Animal life in any abundance at a depth greater than 200 fathoms will be found quite exceptional; and that, without pronouncing its depths to be absolutely azoic, we may safely assert them to present a most striking contrast, in respect of Animal life to those marine Paradises which we continually met with in the Eastern and Northern Atlantic at depths between 500 and 1200 Fathoms.“ Carpenter drückt sich mit Recht vorsichtig aus, denn die Befunde des Ingenieurs Jenking (1860) an dem Kabel zwischen Cagliari und Bona und einzelne Thierformen, welche die „Porcupine“ aus grösserer Tiefe dretschte, waren ihm nicht unbekannt. Die Entdeckungen des „Travailleur“ und die schönen Untersuchungen Giglioli's mit dem „Washington“ haben denn auch für das Mittelmeer die alten Anschauungen von Forbes über den Mangel des Thierlebens auf dem Meeresgrunde zu Grabe getragen.

Ich glaube denn, dass nun auch der von mir erbrachte strikte Nachweis von der Existenz einer pelagischen Tiefenfauna einiges Interesse darbieten wird. Als ich zum ersten Male am 9. September acht

¹⁾ Die Untersuchungen Carpenter's (l. c. p. 586) bedürfen durchaus einer Prüfung nach Proben aus verschiedenen Tiefen. Es scheint mir kaum glaublich, dass bei 60% CO₂, 5% O und 25% N im Mittelmeer ein reiches Thierleben in der Tiefe zu existiren vermöge.

Ueber die prozentuale Zusammensetzung der im Seewasser absorbierten Gase vergl. die Tabelle in Murray: Rep. Challenger. Narrative Vol. II., p. 997.

Seemeilen westlich von den Ponza-Inseln aus 1300 Meter Tiefe das Netz zog, da war die Ueberraschung über den geradezu erstaunlichen Reichthum der Tiefe an pelagischen Formen nicht gering. Kleine craspedote Medusen, Venusgürtel, Diphyiden, Tomopteriden, Sagitten, Alciopiden, zahllose Copepoden, die Stylocheiren, Larven von Dekapoden, Appendicularien, Pteropoden und kleine durchsichtige Cephalopoden: das Alles drängt und treibt sich im regem Gewimmel durcheinander. Bedenkt man, dass das Netz auf das Geradewohl in die Tiefe herabgelassen wird, während man an der Oberfläche nur auf ergiebigen Fang in den Strömungen (correnti) rechnet, so muss die Massenhaftigkeit des thierischen Lebens in der Tiefe in hohem Grade überraschen. Wer weiss, ob nicht im Laufe der Zeit unsere Anschauungen einem völligen Umschwung entgegengehen und ob nicht gerade die Tiefe als der eigentliche Mutterboden pelagischen Thierlebens sich herausstellt, von dem zeitweilig Schwärme sowohl an die Oberfläche, wie auf den Meeresgrund entsendet werden! Nur wenige Formen sind es ja, die so vollständig den wechselnden Existenzbedingungen an der Oberfläche sich anpassten, dass sie nicht mehr die tieferen Schichten aufsuchen.

Ich enthalte mich allerdings weiterer Schlüsse aus Beobachtungen, die nur über zwei Monate sich erstrecken, aber ich will doch hervorheben, dass Dr. Brandt und v. Petersen, die auf meine Bitte hin noch im Januar vor Capri in der Tiefe fischten, eine auffällige Abnahme in der Quantität nicht constatiren konnten. In dem von ihnen übersendeten Material fand ich fast durchweg dieselben Arten wieder, die ich Ende des Sommers erbeutet hatte.

Auch im freien Ocean muss die Quantität in der Tiefe lebender pelagischer Thiere eine enorme sein. Wenn man bedenkt, dass auf langen Strecken im Pacificischen Ocean fast ohne Ausnahme an der Lothleine Siphonophoren hafteten (*Chierechia* l. c. p. 85), die ihrerseits die Coexistenz von kleineren Nährthieren voraussetzen, so lässt die Häufigkeit solcher, mit den denkbar ungünstigsten Mitteln erbeuteter Formen auf einen ungeahnten Reichthum schliessen.

Mit solcher Erkenntniß findet freilich die Frage nach der Ernährung der am Grunde lebenden Tiefseethiere eine einfache Lösung. Es sind ja nicht die grossen Tiefen, in denen das thierische Leben sich üppig entfaltet, sondern im Allgemeinen eine Zone zwischen 800—2000 Meter, welche die unterseeischen Paradiese birgt, von denen Carpenter spricht, und die Wälder von Crinoiden, welche die Dretsche des „Blake“ durchfurchte. Auch ohne die Resultate aus dem Mittelmeer einfach auf den Ocean übertragen zu wollen, so deuten doch die eben angeführten Beobachtungen darauf hin, dass es nicht das schlechteste Nährmaterial ist, welches den Tiefseethieren zukommt. In solcher Tiefe leben gewiss pelagische Thiere in derselben Massenhaftigkeit wie an der Oberfläche und es braucht nicht ein im Vergleich zu der staunenswerthen Fülle von Grundthieren geringfügiger Regen von abgestorbenen Leibern zu sein, der, wie das Manna den Juden in der Wüste, von oben kommend zur Ernährung dient.

Jed brauche wohl kaum ausdrücklich zu betonen, dass unsere Vorstellungen über die allmäßige Besiedelung des Meeresgrundes mit einer stattlichen Fülle von Thierformen nun auch eine greifbare Fassung gewinnen. Während man bisher lediglich eine langsame Einwanderung aus seichtem Wasser von den Küsten aus annahm, so dürfte doch eine mindestens ebenso ausgiebige Bevölkerung direkt in vertikaler Richtung von Seiten der pelagisch lebenden Thiere stattgefunden haben. Pelagische Larvenformen sowohl wie ausgebildete Thiere mögen sich dem Leben auf dem Grunde angepasst haben, da sie ja gelegentlich bis auf den Meeresgrund niedersinken, ohne abzusterben.

Andererseits dürfen wir mit Sicherheit annehmen, dass der grösste Theil der Larven von Grundthieren pelagische Lebensweise führt und da ist die Möglichkeit durchaus nicht ausgeschlossen, dass auch sie in Regionen gelangen, wo das Sonnenlicht voll auf sie einwirkt, ehe sie sich wieder in ewiges Dunkel zurückziehen.

Doch führen uns solche Betrachtungen bereits zur Darlegung einer sehr bemerkenswerthen Lebensäusserung der pelagischen Thierwelt, welche ich im folgenden Kapitel ausführlich erörtern will.

2. Ueber das periodische Auf- und Absteigen pelagischer Thiere.

Eine der überraschendsten Wahrnehmungen war für mich die Thatsache, dass pelagische Thiere, welche während des Winters und der Frühjahrsmonate die Oberfläche bevölkern, mit Beginn des Sommers nicht nur geringere Tiefen aufsuchen, sondern bis auf den Grund des Oceans über 1000 Meter tief herabsteigen. Kein Ort ist freilich günstiger zur Constatirung dieser Thatsache als der Golf von Neapel. Seit Jahren wird in der zoologischen Station über das Erscheinen und Verschwinden pelagischer Thiere an der Oberfläche Protokoll geführt. Die Listen Schmidleins¹⁾ und die hoffentlich bald veröffentlichten Aufzeichnungen von Salvatore Io Bianco geben über die Erscheinungszeit einer ganz stattlichen Reihe derselben Aufschluss. Aus diesen sowohl, wie aus den zahlreichen Erfahrungen der einzelnen Beobachter, welche längere Zeit hindurch mit dem Studium pelagischer Thiergruppen sich beschäftigten, geht hervor, dass etwa gegen Ende Mai die Zahl der pelagischen Thiere sich auffällig zu verringern beginnt, dass ganze Gruppen von der Oberfläche verschwinden, um erst mit Beginn des Winters und im Frühjahr wieder zu erscheinen. Nur wenige, im letzten Kapitel zu besprechende Formen sind es, welche man im Laufe des Sommers an der Oberfläche antrifft.

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 ovata* und Larven des *Cestus*, welche damals im Hochsommer an der Oberfläche fehlten²⁾. Auch Moseley³⁾ mit seinem reichen Schatz von Erfahrungen, die er auf dem

¹⁾ R. Schmidlein, Vergleichende Uebersicht über das Erscheinen gröserer pelagischer Thiere von 1875—1877. Mitth. Zool. Stat. Neapel, Bd. I., p. 119.

²⁾ C. Chnn. Die Ctenophoren des Golfes von Neapel. Fauna und Flora des Golfes von Neapel, Bd. I, 1880, p. 226—239. „Da noch andere Erklärungsversuche mir nicht ausreichend zu sein schienen, so kam ich auf die Vermuthung, dass während der heissen Jahreszeit die Rippenquallen in die Tiefe steigen möchten, um vielleicht im sogenannten Fango ihre Nahrung zu suchen. Es glückte mir in der That mehrmals, mit Schwebnetzen aus bedeutender Tiefe im Sommer 1877 *Beroë ovata* und Larven von *Cestus* zu erlangen, welche weder an der Oberfläche zu bemerken waren, noch, wie ich mich überzeugte, in der Nacht und gegen Morgen aufstiegen. Bei der Mühseligkeit und Umständlichkeit, mit denen diese Versuche verknüpft waren, konnte ich trotz vielfacher Wiederholung und Modification nur zu der allerdings begründeten Vermuthung gelangen, dass nach einer Frühjahrsperiode reger Fruchtbarkeit die Larven bei Beginn der heissen Monate in die Tiefe wandern, offenbar sich von den mannigfachen im Fango lebenden kleinen Crustaceen nähren und zu ausgebildeten Thieren herangewachsen, bei Beginn des Herbstanfangs in Masse aufsteigen.“

³⁾ H. N. Moseley, Pelagic life. Address at the Southampton meeting of the Brit. Assoc. Nature, Vol. 26, 1882, p. 561.

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 lo 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's¹⁾ auf dem Challenger und die oben erwähnten Experimente von Agassiz ein Absteigen über 100 Faden Tiefe in Abrede stellen. Und doch ist es im Mittelmeer das weitaus grösste Contingent der pelagischen Thierwelt, welches die Tiefen aufsucht. Vertreter aller pelagischen Gruppen treffen wir noch unter 1000 Metern an: Radiolarien sowohl, wie eraspedote Medusen, Siphonophoren, Ctenophoren, Sagitten, Tomopteriden, Aleiopiden, Copepoden, Ostracoden, Schizopoden, Cephalopoden, Appendicularien, Pyrosomen, Salpen und Fischlarven. Ich verweise in dieser Hinsicht auf die im speziellen Theil enthaltenen Angaben und mache hier nur darauf aufmerksam, dass eine gewisse Vorliebe für einzelne Regionen bei manchen Formen deutlich hervortritt. So trifft man die *Squilla*-Larven am häufigsten zwischen 50—100 M. Tiefe, die symmetrischen Larven der *Platessen* und die *Euphausia pellucida* zwischen 100—500 M., die *Stylocheiron*- und *Nematoscelis*-Arten, die durchsichtigen kleinen *Cephalopoden* und die drei *Spirialis*-Arten erst unterhalb 500 Meter bis in die grösseren Tiefen. Andere wiederum zeigen, wenn ich den Ausdruck gebrauchen darf, eine exquisite bathymetrische Energie, insofern sie von geringeren Tiefen an bis zu den grössten erforschten ziemlich gleichmässig vertheilt sind. Unter diese gehören die Globigerinen, manche eraspedote Medusen, *Apolemia uvaria*, *Cestus Veneris*, die Sagitten, Tomopteriden und Aleiopiden, *Phronimella elongata*, die bisher bekannten Appendicularien und Pyrosomen. Endlich erscheinen auch Formen, so z. B. *Salpa democratica*, *Diphyes Sieboldii* und *Euphausia pellucida* gleich zahlreich von der Oberfläche an bis zu den grössten Tiefen.

Ich enthalte mich weiterer Verallgemeinerungen, da aus Beobachtungen, die sich nur auf zwei Monate erstrecken, nicht mit Sicherheit auf die vertikale Verbreitung während eines ganzen Jahres geschlossen werden kann. Zudem ist ja für eine grosse Zahl von charakteristischen Familien — ich erinnere nur an die meisten Acaphelen — der Nachweis über den Verbleib während des Sommers zu führen.

Die systematische Durchforschung der tiefen Wasserschichten verspricht eine wahre Fundgrube für interessante biologische Beobachtungen zu werden. So will ich nur andeuten, dass gewisse Arten, z. B. die Pyrosomen und *Physophora* lediglich im Larvenzustand in der Tiefe erbeutet wurden, während die weitaus überwiegende Zahl pelagischer Thiere gleichzeitig als geschlechtsreife Formen und als Larven in den tieferen Schichten leben. Während jedoch die jungen Pyrosomen und Physophoren im Winter und

¹⁾ J. Murray. Voy. Chall. Narrative, Vol. I, p. 218.

Frühjahre auch an der Oberfläche sich zeigen, so scheinen die Larven und jüngeren Stadien der *Hippodius* die Tiefe zu bevorzugen und erst der Anwendung des Tiefennetzes ist es zu verdanken, wenn die postembryonale Entwicklungsgeschichte einer der häufigsten Siphonophoren des Golfes aufgeklärt werden konnte.

Eine schöne und lohnende Aufgabe ist es für die Bearbeiter pelagischer Thiergruppen und für alle Beobachter, welchen das beneidenswerthe Glück zu Theil wird, an den Gestaden des Mittelmeeres und Oceans zu leben, den biologischen Verhältnissen der pelagischen Fauna nicht nur an der Oberfläche, sondern auch in der Tiefe nachzuspüren.

Ich kann mich des Eindrucks nicht erwehren, dass bei der Massenhaftigkeit des Thierlebens in der Tiefe die Oberflächenfauna gewissermassen nur eine Avantgarde des Gros repräsentirt, die bald verstärkt, bald verringert gelegentlich völlig in geschützte Regionen sich zurückzieht. Die Mittheilungen und das Material, welche mir Ende Januar noch von Brandt und Petersen aus Neapel zugehen, lassen thatsächlich darauf schliessen, dass die Gesammtmasse pelagischer Thiere in der Tiefe auch während des Winters durchaus keine Verminderung aufweist.

So würden wir denn zum Schlusse dieser Betrachtung noch zu der Erörterung der Frage geführt: Welche Gründe veranlassen die pelagischen Thiere, sich im Winter und Frühjahr an die Oberfläche zu begeben resp. welche Ursachen sind massgebend für das Niedersteigen der pelagischen Fauna während des Sommers? Dass diesen periodischen Wanderungen dieselben Ursachen zu Grunde liegen, welche die bekannten täglichen Oscillationen, nämlich das Aufsteigen bei Nacht, das Niedersinken bei Tage veranlassen, dürfte um so wahrscheinlicher sein, als diese Excursionen nicht unbedeutende sind. Wie die oben angeführten Beobachtungen von Agassiz und Murray anzudeuten scheinen und wie ich nach eigenen Erfahrungen schliessen darf, so vermögen pelagische Thiere über 100 Meter tief bei Tagesanbruch zu sinken und umgekehrt mit Einbruch der Nacht aufzusteigen. Aleiopiden, Sagitten, Appendicularien und Coelenteraten, welche ich bei Tage erst in 100 Meter Tiefe und darunter antraf, wurden bei nächtlichen Zügen an der Oberfläche erbuntet.

Bekanntlich haben Weismann¹⁾, Forel²⁾ und Pavesi nachgewiesen, dass dieselben Oscillationen in vertikaler Richtung auch von der pelagischen Thierwelt der Binnenseen ausgeführt werden. In einem bekannten gehaltvollen Vortrage über das Thierleben im Bodensee sucht Weismann die Gründe zu eruiren, welche das Auf- und Absteigen bedingen (p. 18—20) und kommt zu dem Schlusse, dass die kleinen Crustaceen (denn auf sie beziehen sich wesentlich seine Betrachtungen) nicht nur sehr lichtempfindlich sind, sondern auch durch das periodische Untertauchen in den Stand gesetzt werden, ohne Unterbrechung Nahrung aufzunehmen und zugleich alle ihnen zugänglichen Wasserschichten nach Nahrung zu durchsuchen. Lichtempfindlichkeit und Nahrungsbedürfniss sind also nach Weismann die massgebenden Faktoren für die Wanderungen in vertikaler Richtung. Auch Moseley adoptirt die Anschauungen Weismann's und folgert aus meinen Angaben über das Auf- und Absteigen der Ctenophoren, aus jenen Agassiz's über die gleiche Gewohnheit der Echinodermenlarven und Ptero-

¹⁾ A. Weismann. Das Thierleben im Bodensee. Lindau 1877.

²⁾ F. A. Forel. La Faune profonde des Lacs Suisses. Mém. corr. Soc. Helv. Scienc. Nat. 1884 p. 88. S. ebenda die vollständigen Litteraturangaben über die pelagische Fauna der Seen.

poden, also augenloser Formen, dass dieselben genöthigt werden, ihren Nährthieren, nämlich den mit Augen ausgestatteten Copepoden, nachzuziehen.

Die Ansichten zweier ausgezeichneter Forscher bedürfen um so mehr einer Prüfung, als sie auf sehr plausible Gründe sich stützen. Trotzdem kann ich Lichtempfindlichkeit und Nahrungsbedürfniss nicht für diejenigen Faktoren halten, welche sowohl das periodische, wie im Laufe des Tages sich vollziehende Auf- und Niedersteigen der pelagischen Fauna in erster Linie bedingen. Weismann hat bei seinem Erklärungsversuch vorwiegend eine einzelne Thiergruppe, nämlich die pelagischen Crustaceen, im Auge. Es ist immerhin möglich, dass sie sehr lichtscheu sind, obwohl das nicht für alle pelagischen Crustaceen gilt. Zu jeder Tageszeit trifft man Copepoden an der Meeresoberfläche und ausser ihnen Formen, die, wie *Euphausia pellucida*, durch röthliches Pigment der Augen und durch eine fast überreiche Ausstattung mit Leuchtorganen für die Tiefe wie geschaffen scheinen. Nicht nur im Frühjahr 1886, sondern auch bei allen Fahrten im Sommer fischte ich regelmässig um die Mittagszeit bei grellem Sonnenschein zahlreiche Euphausien an der Oberfläche.

Dazu kommt vor Allem weiterhin der Umstand, dass die Wanderungen in vertikaler Richtung von sämmtlichen pelagischen Thiergruppen, von den Radiolarien aufwärts bis zu den Mollusken und Tunicaten, unternommen werden. Zu diesen stellen gerade die augenlosen Formen, so die Radiolarien, Foraminiferen, vesiculate Medusen, Ctenophoren, Siphonophoren, Echinodermenlarven, viele Wurmlarven, die Pteropoden, Appendicularien und Doliolen nahezu das überwiegende Contingent. Auch nähren sich alle diese Gruppen durchaus nicht stets von sehenden Thieren, sondern gelegentlich ausschliesslich — ich erinnere an die Radiolarien und Appendicularien — von augenlosen resp. von pflanzlichen Formen. Auch dürfte nicht unerwähnt bleiben, dass bei den täglichen Oscillationen die pelagischen Thiere zum grossen Theil geringere Tiefen von 30—50 Metern aufsuchen, in denen sie durchaus nicht der Einwirkung des Lichtes sich entziehen, sondern, wie dies im folgenden Capitel dargelegt werden soll, einem wenig geschwächten Sonnenlicht ausgesetzt sind.

Ich kann auch nicht annehmen, dass das Nahrungsbedürfniss die pelagische Fauna von der Oberfläche vertreibt. So sinurreich die Vorstellung ist, dass sie durch das Niedertauchen in den Stand gesetzt wird, alle Schichten ohne Unterbrechung nach Nahrung zu durchsuchen, so wenig trifft sie doch in vielen Fällen mit den thatsächlichen Verhältnissen zu. Wer je im Winter und Sommer die Schwärme von Sagitten und Copepoden während des Tages an der Oberfläche beobachtete, wer sich überzeugt hat, wie massenhaft die Diatomeen, Flagellaten und niederen Algen meilenweit die Oberfläche bedecken,¹⁾ der wird zugeben, dass andere Motive die grösseren pelagischen Thiere zum Verlassen solcher Weideplätze antreiben.

Warum steigen die Beroën im Sommer in die Tiefe, obwohl ihre Lieblingskost, nämlich die gelappten Ctenophoren, an der Oberfläche bleiben, warum verlässt überhaupt mit Eintritt der heissen Jahreszeit das weitaus grösste Contingent pelagischer Organismen die Oberfläche, um sich in Tiefen zu begeben, wo die niedrigsten pflanzlichen Organismen, auf deren Existenz doch in letzter Linie die Gesamtmasse pelagischen Thiere angewiesen ist, nicht mehr zu assimiliren vermögen?

¹⁾ Vergl. auch die Schilderungen von Moseley I. c. p. 599 und von Murray (Chll. Narrat. Vol. II, p. 935) über *Pyrocystis Ceratum*, p. 545 über *Trichodesmium*.

Hierfür giebt es nur eine, zudem recht nahe liegende Erklärung. Mit den Lichtstrahlen dringen die Wärmestrahlen in die oberflächlichen Wasserschichten vor; letztere werden rascher absorbirt als erstere. Es fällt zwar nicht leicht, die Wirkung beider aus einander zu halten, allein die Thatsachen sprechen deutlich dafür, dass der Wechsel der Temperatur die periodischen Wanderungen pelagischer Thiere in vertikaler Richtung bedingt. Nur wenige pelagische Thiergruppen vermögen die hohe Temperatur des Oberflächenwassers während des Sommers zu ertragen; die meisten entziehen sich der Einwirkung derselben durch das Niedersinken und endlich existiren ganze Gruppen, welche ihr Leben in den kühlen tiefen Regionen verbringen, ohne je an die Oberfläche aufzusteigen. Ich habe mit Absicht im vorigen Kapitel die genauen Temperaturnessungen des Washington ausführlicher vorgeführt. Aus ihnen geht hervor, dass die Erniedrigung der Temperatur in den oberflächlichen Schichten sehr rasch erfolgt, um bald der für das Mittelmeer typischen Constanten von 13° C. sich zu nähern. Während der Sommermonate Juli bis September beträgt die mittlere Temperatur in 50 Meter Tiefe $18,4^{\circ}$ C., in 100 M. $15,3^{\circ}$ C. und in 150 M. $14,9^{\circ}$ C. In 150 Meter übertrifft sie also die Temperatur in 1000—3000 Meter um wenig mehr als einen halben Grad. Die geringen Temperaturdifferenzen von einem bis zwei Graden zwischen 100 M. und 3000 M. Tiefe erklären denn auch allein die anscheinend auffällige Thatsache, dass im Mittelmeere der weitaus grösste Theil pelagischer Thiere während des Sommers von 100 Metern an bis hinab zum Meeresboden verweilt.

Das rasche Absterben von nahezu sämmtlichen aus der Tiefe gefischten pelagischen Thieren ist vorwiegend der Erhöhung der Temperatur zuzuschreiben. Mir fehlte es leider an Vorrichtungen, um einen exakten experimentellen Beweis auf dem Schiffe zu führen, dass nicht das Sonnenlicht (denn das Absterben erfolgt eben so rasch bei Nacht), sondern lediglich die Temperaturerhöhung den Tod herbeiföhre. Ich habe mir einen einfachen Apparat construirt, mit dem ich solehe Versuche (zunächst an *Leptodora*) anzustellen gedenke. Er beruht darauf, dass zwei Pokale mit denselben aus mässiger Tiefe gefischten Thierarten dem Sonnenlicht ausgesetzt werden. Bei dem einen haben die Lichtstrahlen einen Glasbehälter mit Alaunlösung, also einem die Wärmestrahlen absorbirenden Medium, zu passiren, während gleichzeitig für Erhaltung der gleichen Temperatur Sorge getragen wird. Der andere Pokal wird ohne Einschaltung von Wärme absorbirenden Medien der Belichtung ausgesetzt und ein dritter wird in der Dunkelheit mässig erwärmt. Eine solche Vorrichtung würde combinirt mit Durchlüftungsapparaten eine scharfe Controle über alle in den obigen Erörterungen als massgebend erachtete Faktoren bieten.

In dem freien Ocean gestalten sich die Existenzbedingungen für die niedersteigenden pelagischen Thiere anders als im Mittelmeere. Die Temperatur sinkt in der Tiefe bis zu 0° und -2° C.; sie ist verschieden in den einzelnen Oceanen bei gleicher Tiefe und im Allgemeinen bei gleicher Tiefe um so niedriger, je ungehinderter die kalten polaren Strömungen in die Becken einzutreten vermögen. So giebt z. B. Chierchia die Temperaturen für jene Stellen des pacifischen Oceans, an denen er Tiefseesiphonophoren in dem Palumbo'schen Netze fand, an auf: $12,8^{\circ}$ C. bei 300 M.; $8,7^{\circ}$ C. bei 450 M.; $6,1^{\circ}$ C. bei 1000 M. und 4° C. bei 4000 M. Jedenfalls sind in dem freien Ocean die Bedingungen für eine Gliederung der pelagischen Tiefenfauna nach einzelnen Etagen, welche durch Temperaturdifferenzen hervorgerufen werden, mannigfaltiger als im Mittelmeere. Leider vermögen die wenigen vorliegenden

Beobachtungen keinen Anhaltspunkt zu geben, wie weit im Ocean die pelagischen Oberflächentiere in der heissen Jahreszeit in die Tiefe wandern.

Zum Schlusse möchte ich noch darauf hinweisen, dass mannigfache Mittel der pelagischen Thierwelt zur Verfügung stehen, um die Schwimmbewegungen bei dem Aufsteigen und Niedersinken zu unterstützen resp. diese Oscillationen zu ermöglichen, wenn gar keine Bewegungen ausgeführt werden. Da das specifische Gewicht der meisten kleinen Thiere nahezu demjenigen des umgebenden Mediums gleichkommt, so kann schon allein der Ausgleich zwischen der Temperatur verschieden warmer Wasserschichten ein Auf- und Absteigen der schwebenden Thiere begünstigen. Wird das Oberflächenwasser stark abgekühlt, so sinkt es, weil dichter und schwerer, in die Tiefe, während gleichzeitig die tieferen wärmeren Schichten so lange aufsteigen, bis ein Ausgleich stattgefunden hat. Wirksamer noch kann die Schwimmbewegung durch Einrichtungen zur Erleichterung resp. Vermehrung des specifischen Gewichtes unterstützt werden. So besitzen die Physophoriden und viele Fischlarven eine Luftflasche resp. Schwimmblase, während andererseits die Ausscheidung von ätherischen Oelen und Fetten den Radiolarien, Calycophoriden, Aleiopiden, den meisten Crustaceen und Pteropoden ein Aufsteigen erleichtert resp. allein ermöglicht.

3. Die pelagische Tiefenfauna und ihre Existenzbedingungen.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass in grösseren Tiefen pelagische Thiere leben, welche entweder niemals oder doch nur in seltenen Fällen an die Oberfläche aufsteigen. Hierfür sprechen nicht nur die Beobachtungen des Challenger, sondern auch meine Erfahrungen über die Mittelmeerfauna. Wenn wir bedenken, dass seit den Zeiten von Cavolini, Delle Chiaje und Johannes Müller die Erforschung der pelagischen Thierwelt des Mittelmeeres ein Lieblingsstudium für die Altmeister biologischer Wissenschaft nicht nur, sondern auch für die jüngere Generation abgegeben hat, wenn wir in Betracht ziehen, dass speziell der Golf von Neapel zu den am intensivsten durchforschten Meeresabschnitten gehört, so können wir unmöglich annehmen, dass über einen Zoll lange Appendicularien, mit wunderbar gestalteten Tastorganen ausgestattete Crustaceen und durchsichtige kleine Cephalopoden, wie ich sie auf den beifolgenden Tafeln darzustellen versuchte, der Aufmerksamkeit zahlreicher Beobachter entgangen wären.

Ich will in Folgendem versuchen, kurz jene Thierformen namhaft zu machen, die in der Tiefe häufig vorkommen, während sie an der Oberfläche selten und vereinzelt beobachtet wurden, oder welche überhaupt noch nicht an der Oberfläche gesehen wurden.

Von Radiolarien sind nach Brandt's obigen Mittheilungen (p. 10) die Phäodarien *Aulacantha scolymantha* und *Coelodendrum ramosissimum* in den grösseren Tiefen von 600 M. an häufig. Da sie indessen auch im Winter häufig an der Oberfläche erscheinen, so ist es fraglich, ob sie typische Tiefenbewohner repräsentiren, d. h. ob sie auch im Winter in grösserer Zahl in der Tiefe, als an der Oberfläche leben. Ob dagegen die beiden neuen Castanelliden und eine neue Aulacantha lediglich in der Tiefe vorkommen und nicht an der Oberfläche erscheinen, müssen erst weitere Untersuchungen lehren.

Unter den Anneliden ist *Tomopteris euchaeta* n. sp. typisch für die Tiefe. Gelegentlich dürfte sie im Winter an der Oberfläche erscheinen, denn ich entsinne mich, ein conservirtes Exemplar in der

zoologischen Station gesehen zu haben. Ihr massenhaftes Vorkommen in der Tiefe habe ich oben erwähnt. Ob auch *T. elegans* n. sp. lediglich in der Tiefe lebt, ist einstweilen noch nicht festzustellen; jedenfalls kommt sie auch im Winter häufig in der Tiefe vor. Unter den Crustaceen sind einige Phronimiden für die Tiefe charakteristisch. *Phronimella elongata* Cls. ist ausserordentlich häufig, während sie an der Oberfläche nur vereinzelt erscheint. Nicht minder typisch für die grösseren Tiefen sind die merkwürdigen *Paraphronima*- und *Phronimopsis*-Arten. Claus beobachtete nur 2 Exemplare der *Phronimopsis Zoëa* in Messina und beschrieb die *Paraphronima crassipes* nach einem Weingeistexemplar aus dem Mittelmeer. Auch vier Arten von Hyperiden, welche unbeschrieben sind, scheinen, nach ihrer Häufigkeit zu schliessen, Tiefenbewohner zu sein.

Ob unter den Copepoden und Ostracoden ächte Tiefenbewohner sich finden, muss einstweilen noch unentschieden bleiben.

Dagegen muss ich unter den Euphausiden *Stylocheiron mastigophorum* n. sp. und *Nematoscelis Sarsi* n. sp. als ächte Tiefenformen in Anspruch nehmen, da die geschlechtsreifen Thiere sowohl wie ihre Larven einen typischen Bestandtheil der Fauna unterhalb 400 Meter ausmachen. Zwar giebt Sars an, dass er in Messina *Stylocheiron longicorne* und *Nematoscelis microps* an der Oberfläche beobachtete und dass ein grosser Theil der den genannten Gattungen zugehörigen Arten an der Oberfläche vom Challenger gesammelt wurden, allein er erwähnt doch, dass andere Arten, so z. B. *Nematoscelis rostrata*, lediglich in den Tiefennetzen sich fanden.

Auch die merkwürdige Mysidee *Arachnomysis Leuckartii* n. g. dürfte eine Tiefenform repräsentiren.

Unter den Decapoden sind für die Tiefe *Miersia clavigera* n. sp. und der prächtige *Sergestes magnificus* n. sp. charakteristisch. Ich entsinne mich, dass ein offenbar dem letzteren zugehöriges Exemplar in früheren Jahren auch einmal an der Oberfläche erschien und von Salvatorelo Bianco conservirt wurde.

Von Mollusken hebe ich unter den Pteropoden die drei *Spirialis*-Arten, nämlich: *Sp. rostralis*, *trochiformis* und *recurvirostra*, wie dies Schiemenz betont, (p. 36) als charakteristische Tiefenbewohner hervor. Die *Spirialis recurvirostra* ist ziemlich constant bei jedem Zuge unterhalb 600 Metern gefunden worden und fiel mir gleich bei der ersten Ausfahrt auf, da ich noch nie einen Pteropoden mit schneckenförmig gewundener Schale gesehen hatte. Wie Schiemenz hervorhebt, so ist sie an der Oberfläche äusserst selten.

Auch die beiden Cephalopoden- (Decapoden-) Arten sind typische Tiefenbewohner. Die kleinere Art wurde ziemlich häufig gefunden und erschien bis jetzt nur in 2 Exemplaren, die im Besitze der zoologischen Station sind, an der Oberfläche. Die grössere, durchsichtige, von mir abgebildete Form ist noch unbekannt.

Endlich darf ich noch als charakteristische Tiefenbewohner die in zahlreichen Exemplaren gefundene grosse Appendicularie *Stegosoma pellucidum* n. g. und den in drei zolllangen Exemplaren erbeuteten *Megalocercus abyssorum* n. g. bezeichnen.

Es ist selbstverständlich, dass diese Liste von Tiefenbewohnern im Laufe der Zeit eine wesentliche Bereicherung erfahren wird. Welch' interessante Aufschlüsse sind doch zu erwarten, wenn erst die grossen Tiefen des Mittelmeeres bis zu 3000 Meter mit Schwebnetzen und Schliessnetzen erforscht werden!

Was die Existenzbedingungen der typischen Tiefenformen sowohl, wie der in die Tiefe niedersinkenden Oberflächenformen anbelangt, so unterliegt es ja keinem Zweifel, dass sie einen grossen Theil ihres Lebens in absolut dunklen Regionen zubringen. Dass trotzdem eine Rückbildung der Sehwerkzeuge bei den mit Augen ausgestatteten Formen in keinem Falle zu constatiren war, hat seinen Grund darin, dass sie einerseits nicht an eine bestimmte dunkle Zone gebunden sind, wie die Grundformen, sondern gelegentlich in stark belichtete Schichten aufsteigen; andererseits wohl auch darin, dass die pelagischen Thiere fast durchweg phosphorescirendes Licht aussstrahlen. Es gewährt während der Nacht einen magischen Anblick, wenn die Netze aus der Tiefe wie glühende Ballons der Oberfläche näher kommen. Conservirt man während der Nacht das reiche lebende Material, so lässt sich oft schon nach dem charakteristischen Leuchten die einzelne Species erkennen. Als eine Anpassung an den Aufenthalt in der Dunkelheit ist es wohl aufzufassen, wenn sowohl die Anneliden wie die Crustaceen der Tiefe durch hoehrothes (*Paraphronima*, *Phronimopsis*, *Arachnomysis*) oder braunrothes Augen-Pigment ausgezeichnet sind.

Die übermächtige Ausstattung mit Tastwerkzeugen bei *Stylocheiron*, *Arachnomysis*, *Sergestes magnificus* und *Tomopteris eucheta* ist wohl wesentlich durch den Aufenthalt in der Dunkelheit bedingt, nicht minder auch die auffällige Verlängerung mancher Beinpaare zu Raubfüßen (*Stylocheiron*, *Nematoscelis*) oder zu spinnenförmigen, mit zahllosen Tasthaaren und Borsten besetzten Greif- und Spürwerkzeugen.

Da weiterhin im Mittelmeere die Temperatur von 200 Metern an bis zu den grössten Tiefen fast keine Schwankungen aufweist, da Salzgehalt und, wie allerdings durch exakte Untersuchungen noch nachzuweisen ist, der Gehalt an absorbirtem Gasgemenge sich nahezu in der Tiefe gleich bleiben, so erklärt sich die auch oben (p. 51) bereits betonte bathymetrische Energie der pelagischen Tiefenbewohner. Formen, welche in 150 Meter Tiefe leben, kommen auch gleichzeitig in zehnmal grösserer Tiefe vor. In dieser Hinsicht bietet die mediterrane Grundfauna eine frappante Analogie. Wie Giglioli¹⁾ hervorhebt, so lässt sich für die abyssale Fauna nur schwer eine Grenze angeben, da bereits in 400 Meter Tiefe Thiere leben, welche in achtmal grösseren Tiefen gefunden wurden.

Eine schwierige Frage habe ich zum Schlusse noch zu erörtern, nämlich die Frage nach der Ernährung der pelagischen Tiefseethiere. Es sind ja nicht nur typische Tiefenformen, welche man unter 1000 Metern antrifft, sondern zugleich auch eine reiche Fülle von Arten, die im Winter und Frühjahr aufsteigen. Sie existieren in erstaunlicher Masse in der Tiefe des Mittelmeeres, verrichten ihre Lebensarbeit und pflanzen sich fort. Auch in dem freien Ocean muss eine Fülle von pelagischen Thieren in den Tiefen vorkommen. Wie ernähren sie sich, trotzdem dass eine Flora niederer pflanzlicher Organismen, auf deren Existenz doch in letzter Linie die pelagischen Organismen angewiesen sind, in solchen Tiefen nicht zu assimiliren und zu leben vermag?

Man könnte ja auf eine bequeme Weise sich mit der Vorstellung behelfen, dass es die von der Oberfläche niedersinkenden abgestorbenen thierischen und pflanzlichen Organismen sind, welche die Nahrung für die Tiefenbewohner abgeben. So nahm man es bisher für die am Grunde lebenden Formen an. Da ich jedoch zeigte, dass letzteren auch lebende pelagische Thiere zur Verfügung stehen (p. 49),

¹⁾ E. Giglioli, La scoperta di una Fauna abissale nel Mediterraneo 1881, p. 55.

„Meno facile assai sarebbe il dare ora un' opinione sui limiti in senso batimetrico della Fauna abissale; certo che il fatto, più volte accertato durante la campagna del „Washington“ che anche in profondità relativamente piccole si ponno trovare animali abissali che abitano ancora a profondità otto volte maggiori, è di singolare importanza.“

so würde nun die Frage nach der Ernährung, wenn ich mich so ausdrücken darf, um eine Etage höher verschoben sein.

Ehe wir indessen uns entschliessen, gewissermassen als Nothbehelf, die in die Tiefe sickernden abgestorbenen organischen Massen als einziges Nährmaterial anzusprechen, so dürfte es von besonderem Interesse sein, eine genauere Vorstellung über die Tiefe zu gewinnen, bis zu welcher lebende pflanzliche pelagische Organismen vordringen. Leider fehlen uns hierüber einstweilen die Daten. Ich selbst vermag keinen Aufschluss zu geben, da ein Schliessnetz für Untersuchungen, bei denen es sich um den Nachweis der kleinsten mikroskopischen Organismen handelt, nicht der geeignete Apparat ist. Der Schluss wird kaum je ein so vollkommener sein, dass in ein Netz einzelne einzellige Algen und Flagellaten nicht hineingerathen könnten. Man wird also darauf angewiesen sein, den von Sigsbee construirten Apparat anzuwenden und ein solcher stand mir nicht zur Verfügung.

Dagegen vermag ich wenigstens einige Daten über die Vorbedingung zur Existenz pflanzlicher Organismen, nämlich über das Vordringen des Lichtes im Meerwasser, mitzutheilen. Die bekannten Versuche von Forel¹⁾ und Fol über das Vordringen des Lichtes in den Schweizer Seen schienen mir durchaus einer Controle für das Meer zu bedürfen. Ich hatte, als ich diese Versuche anstellte, keine Kenntniss von den inzwischen durch Fol auch im Mittelmeer angestellten Experimenten, welche zeigten, dass das Licht bedeutend tiefer wahrnehmbar ist. Immerhin glaube ich, dass eine Bestätigung und Erweiterung seiner werthvollen Befunde durch eine von dem Forel'schen Apparat abweichende Construktion nicht unwillkommen sein werden. Der von den beiden genannten Forschern verwendete Apparat hat zwei Uebelstände. Einmal öffnet er sich erst, wenn er auf den Boden aufstösst und weiterhin muss er bei Nacht an die Oberfläche gezogen werden. Gelänge es nun einen Apparat zu construiren, der uns von der Tiefe unabhängig macht und an jeder beliebigen Stelle im Ocean auf jeder gewünschten Tiefe exponirt werden kann und der weiterhin nach der Exposition sich selbstthätig schliesst, so würden die genannten Uebelstände und etwaige Fehlerquellen beseitigt werden. Denn es lässt sich nicht leugnen, dass die Beschaffenheit des Bodens, auf den der Apparat aufstösst, störend einzuwirken vermag und dass weiterhin, da ja in der Nacht nicht absolute Finsterniss herrscht, eine empfindliche Bromsilberplatte bei dem Aufziehen des Apparates affieirt werden könnte.

Allen diesen Anforderungen entspricht ein Apparat v. Petersen's, dem ich so vielfach für seine Bemühungen zu Dank verpflichtet bin. Ich habe ihn auf Taf. 1, Fig. 4—6 in den verschiedenen Phasen der Thätigkeit abgebildet und bemerke zur Erklärung der Figuren Folgendes. Die Bromsilberplatte, welche, wie vorherige Versuche lehrten, von dem Seewasser nicht angegriffen wird, liegt in einer aus Blei hergestellten Dose (Fig. 4 a). Der ebenfalls aus Blei bestehende Deckel der Dose kann an einem Scharnier auf- und zugeklappt werden und greift in einen doppelten Falz derart ein, dass seitlich kein Lichtstrahl einzudringen vermag. Die Dose hängt excentrisch, freibeweglich in einem Rahmen und würde demgemäß ohne weitere Vorrichtung die aus Fig. 6 ersichtliche Stellung einnehmen. Um nun in beliebiger Tiefe ein Oeffnen des Deckels, also eine Exposition, herbeizuführen und nach beliebiger Zeit wieder die Dose zu schliessen, ist nach dem Princip des Negretti und Zambra'schen Umkippthermometers

¹⁾ F. A. Forel, La fauna profonde des lacs suisses. 1884, p. 33—35. S. ebenda die Literaturangaben über frühere Versuche.

ein Propeller (*p*) verwerthet. Derselbe besitzt 4 Flügel und beginnt erst zu wirken, wenn der Apparat in die Höhe gezogen wird. Ein feines, an dem Propeller befestigtes Schraubengewinde greift durch eine Schraubenmutter in den durchbohrten Rand der Dose ein und steckt etwa einen halben Centimeter tief in dem seitlichen Falz des Deckels.

Der Apparat wird nun in eine beliebige, durch das Zählwerk der Lotheine controlirbare Tiefe herabgelassen. Wird er, dort angelangt, in die Höhe gezogen, so hebt sich das Schraubengewinde durch die Drehung der Flügel des Propeller und tritt aus dem entsprechenden Falz des Deckels. Letzterer klappt auf und die Platte wird exponirt (Fig. 5). Ein dem Deckel seitlich anhängendes Bleigewicht (*g*) erleichtert das Aufklappen, welches bei einer Hebung des Apparates um 2,5 Meter erfolgt. Hat man die erforderliche Zeit hindurch exponirt, so tritt bei einer weiteren Hebung das Gewinde auch aus der entsprechenden Oeffnung der Dose und letztere, weil excentrisch aufgehängt, klappt zu (Fig. 6).

Was nun die mit dem Petersen'schen Apparate erzielten Resultate anbelangt, so stellten wir die ersten Versuche in Tiefen von 150 und 250 Meter am 9. Oktober ausserhalb Capri während eines wolkenlosen Tages um die Mittagszeit an. In beiden Fällen ergab sich eine starke Belichtung der Platte, obwohl nur $\frac{1}{4}$ Stunde exponirt wurde. Um einen ungefährnen Vergleich anstellen zu können, so wurde während der Nacht eine Platte ebensolang auf dem Schiffe exponirt. Es war mondhell, der Mond jedoch hinter Wolken während der Dauer der Exposition versteckt. Die Platte war nach der Entwicklung nicht so intensiv gedunkelt, wie die während des Tages in den obigen Tiefen exponirten Platten.

Petersen hat dann nach meinem Weggang die Versuche in 500 und 550 Metern wiederholt und theilt mir mit, dass auch in diesen Tiefen nach halbstündiger Exposition eine Belichtung erzielt wurde, welche nur wenig schwächer war als die früher während der Nacht erhaltene. Die Versuche wurden wiederum um 12 Uhr Mittags bei wolkenlosem Himmel am 10. November angestellt.

Weitere, über eine grössere Reihe von Beobachtungen während verschiedener Tages- und Jahreszeit sich erstreckende Resultate, hoffe ich noch mittheilen zu können.

Die hier mitgetheilten Beobachtungen geben eine nicht unwillkommene Bestätigung und Erweiterung der von Asper und Fol angestellten Versuche. Ersterer¹⁾ constatirte bereits, dass in 90 und 140 Meter eine Belichtung der Platten in den Tiefen des Zürchersees erzielt wurde und letzterer²⁾ wies nach, dass auch im Genfersee in 170 M. Tiefe eine Lichtwirkung wahrnehmbar ist. Endlich constatirten Fol und Sarasin³⁾, dass im Mittelmeer noch in 400 M. Tiefe versenkte Platten vom Lichte affieirt wurden.

Die hier mitgetheilten Versuche geben freilich nur über das Vordringen der chemisch wirksamen Strahlen, nicht aber über die Verbreitung der gelben und rothen Strahlen Aufschluss. Immerhin zeigen sie, dass die Lichtstrahlen nicht so rasch in reinem Seewasser absorbirt werden, wie man bisher annahm.

Es fragt sich nun, welche Helligkeit noch genügt, um eine Assimilation den niedrigsten Pflanzen zu ermöglichen. Wir besitzen über die Verbreitung von Algen in grösseren Tiefen nur wenige sichere

¹⁾ Asper in: F. A. Forel, La fauna profonde des lacs Suisse 1884, p. 34.

²⁾ H. Fol. Compt. Rend. Acad. Sc. Paris XCIX, p. 783, Nov. 1884.

³⁾ H. Fol et Ed. Sarasin, Sur la profondeur à laquelle la lumière du jour pénètre dans les eaux de la mer. Compt. Rend. Ac. Sc. Paris, Bd. 100, April 1885, p. 991.

Daten. Wyville Thomson¹⁾ gibt an, dass unterhalb 200 Faden pflanzliche Organismen fehlen, während Berthold²⁾ in 130 Meter Tiefe bei Capri, Ventotene und Ponza im Hochsommer noch eine reiche Algenflora vorfand. Er ist sogar der Ansicht, dass in 100—120 Meter die Lichtintensität noch sehr beträchtlich sein muss, da in 80 Meter Tiefe die Wirkungen direkter Insolation bemerkbar waren. So sehr ich es auch bedauern muss, dass mir ein Apparat von Sigsbee nicht zur Verfügung stand, so glaube ich doch nicht fehl zu gehen, wenn ich in Anbetracht der oben mitgetheilten Versuche über das Vordringen des Lichtes annehme, dass selbst in 250—300 Meter Tiefe den Diatomeen, Flagellaten und sonstigen niedrigen pflanzlichen Organismen im Hochsommer genügendes Licht zur Assimilation geboten wird.

Ziehen wir nun in Betracht, dass die pelagische Tiefenfauna wegen der gleichmässigen Temperatur bis zu 150—200 Meter aufsteigt, dass andererseits die an der Oberfläche erscheinenden Thiere ganz beträchtliche Oscillationen in vertikaler Richtung unternehmen, so dürfte doch die Frage nach der Ernährung der pelagischen Tiefseethiere weniger Schwierigkeiten darbieten, als es anfänglich scheinen mag. Radiolarien, Copepoden, Ostrakoden und Appendicularien ist der Genuss pflanzlicher Organismen ermöglicht und bei dem ständigen Auf- und Niedersteigen geben sie wieder die Nahrung für die grösseren, auf animalische Kost allein angewiesenen Formen ab. Dass offenbar in den grösssten Tiefen des Oceans noch Radiolarien leben, kann nicht befreunden, da diese sich von anderen Radiolarien zu nähren vermögen, welche aus den oberen Schichten zu ihnen gelangen. Brandt hat ja oben (p. 11) darauf aufmerksam gemacht, dass die *Dictyocha Messanensis* ein sehr charakteristisches Nährmaterial für die in der Tiefe lebenden Radiolarien und Ostracoden abgibt. Da ich andererseits wieder die Phäodarien in dem Magen der Medusen und Tiefseeappendicularien auffand, so kann ich mir immerhin vorstellen, dass auch ausser abgestorbenen, von der Oberfläche niedersickernden Thier- und Pflanzenresten den Tiefseethieren eine reiche Quelle lebenden Materials zur Ernährung fliest.

4. Die constante pelagische Oberflächenfauna.

Den wechselnden Existenzbedingungen an der Oberfläche des Meeres, vor Allem der direkten Insolation und der hohen Oberflächentemperatur während des Sommers haben sich eine ganze Anzahl von pelagischen Thieren angepasst. Nie fehlt an der Oberfläche auch während der heissen Jahreszeit völlig das thierische Leben. Radiolarien, Schwärme von gelappten Rippenquallen und kleinen craspedoten Medusen, Copepoden und Sagitten trifft man auch an wolkenlosen heissen Sommertagen um die Mittagszeit an der Oberfläche an. Als ein bemerkenswerthes Ergebniss der mit dem Schliessnetz angestellten Untersuchungen muss ich die Thatsache bezeichnen, dass der grösste Theil der während des Tages im Hochsommer an der Oberfläche erscheinenden pelagischen Thiere in der Tiefe durchaus fehlt. Ich habe ja oben (p. 51) darauf hingewiesen, dass manche Arten, so z. B. *Diphyes Sieboldii*, *Euphausia pellucida*, *Salpa democratica* und die kleineren Arten von *Doliolum*, gleichzeitig an der Oberfläche und in der Tiefe auftreten. Ihnen stehen nun jene Formen zur Seite, welche die constante „superficiale pelagische Fauna“ zusammensetzen.

¹⁾ W. Thomson. The Depths of the Sea p. 45.

²⁾ G. Berthold, Ueber die Vertheilung der Algen im Golf von Neapel. Mitth. Zool. Station Neapel, Bd. 3, p. 401.

Zu ihnen sind in erster Linie die auf der Oberfläche flottirenden Siphonophoren, nämlich die Physalien, Porpiten und Vellen zu zählen. Ich habe bei Erörterung der horizontalen geographischen Verbreitung der pelagischen Thiere bereits die eigenthümlichen Anpassungen betont¹⁾, welche die passive Bewegung durch den Wind und die exponirte Lage des Körpers bedingen.

Unter den im Wasser flottirenden Formen hebe ich in erster Linie die coloniebildenden Radiolarien hervor. Brandt²⁾ hat in seiner trefflichen Monographie der coloniebildenden Radiolarien bereits ausdrücklich betont, dass sie trotz der Temperaturschwankungen im Winter und Sommer an der Oberfläche auch während des Tages gefunden werden. Aus den von ihm, Berthold und Semmola geführten Aufzeichnungen ergiebt sich, dass die Temperatur des Oberflächenwassers im Winter sich bis auf 13,3° erniedrigt, im Sommer dagegen bis zu 26,7° im Golfe von Neapel steigt. Aus seinen oben mitgetheilten Bemerkungen (p. 11) geht weiterhin hervor, dass mit Ausnahme von *Sphaerozoum acuferum* die coloniebildenden Radiolarien in der Tiefe fehlen, während umgekehrt die in dämmeriger Tiefe lebenden Formen constant durch den Mangel gelber Zellen ausgezeichnet sind.

Unter den Cölenteraten war der Mangel der an der Oberfläche gemeinen Eucopiden in der Tiefe bemerkenswerth.

Unter den grösseren pelagischen Thieren sind weiterhin die gelappten Ctenophoren, nämlich *Eucharis multicornis* und *Bolina hydatina*, die typischsten Bewohner der Oberfläche. Nie fanden sich in den Tiefennetzen erwachsene Exemplare oder Larven vor — ein Umstand, der um so auffälliger erscheint, als die nahe verwandten Cestiden während des Sommers die Tiefe aufsuchen. In gewaltigen Schwärmen traf ich gleich bei meinen ersten Ausfahrten die früher nur selten beobachtete *Bolina hydatina* und nicht minder gemein die grosse *Eucharis* an der Oberfläche zu jeder Tageszeit an. Damit stimmen auch meine früheren, über mehrere Jahre sich erstreckenden Beobachtungen³⁾ überein, aus denen hervorgeht, dass lediglich *Eucharis multicornis* von allen Rippenquallen den ganzen Sommer hindurch auch bei Tage an der Oberfläche auftritt.

Unter den Würmern scheint die gemeine *Sagitta bipunctata* auf die Oberfläche beschränkt zu sein, während die verwandten Arten, wie *S. hexaptera* und *S. serratodentata* in grossen Mengen zugleich die Tiefe bevölkern.

¹⁾ C. Chun, Ueber die geographische Verbreitung der pelagisch lebenden Seethiere. Zoolog. Anzeiger 1886, No. 214, 215, p. 72. „Dagegen wird uns der eigenthümliche Bau der Vellen erst verständlich, wenn wir die vollendete Anpassung an die passive Bewegung durch den Wind in Betracht ziehen. Die Ausbildung eines schräg stehenden Segels, die kahnförmige Gestalt des Mantels, die Verkürzung der Fangfäden zu tasterähnlichen mit Nesselstreifen besetzten Anhängen, die reichliche Schleimsecretion am Mantelrande, welche die Wirkung der Fangfäden ergänzt und das Verkleben der Beutethiere bedingt, das ramificirte Gefüssnetz, welches ein Austrocknen der der Luft ausgesetzten Regionen des Körpers verhütet und endlich die Reihen von Luftlöchern auf der Oberseite der Luftkammern, welche der von der Sonne stark erwärmten und ausgedehnten Luft den Austritt gestatten: das Alles sind Momente, die erst durch Anpassung an ein rasches Segeln erklärliech werden. Selbst die reiche Ausstattung der Vellen mit gelben Zellen, die nesterweise in den Gefüßen liegen, dürfte darin ihre Erklärung finden, dass bei Windstille die Thiere oft lange Zeit an einer Stelle liegen und, unfähig die Beute vermittelst dehnbarer Fangfäden zu erwerben, auf die Ernährung von Seiten ihrer Schmarotzer angewiesen sind.“

²⁾ C. Brandt, Die coloniebildenden Radiolarien, Fauna und Flora des Golfes von Neapel. Bd. 13, p. 114—119.

³⁾ C. Chun, Die Ctenophoren des Golfes von Neapel, 1880, p. 236—239.

Von Copepoden hebt Giesbrecht oben (p. 27) ausdrücklich den Mangel des Genus *Pontellina* in der Tiefe hervor. Fortgesetzte Beobachtungen müssen weiterhin darüber Aufschluss geben, welche sonstige Copepoden Oberflächenformen repräsentiren.

Ich bin überzeugt, dass die hier aufgeführte Liste von superficialen Thieren durch fortgesetzte Beobachtungen eine ebenso wesentliche Bereicherung erfahren wird, wie die früherhin mitgetheilte über die pelagischen Tiefenbewohner. Immerhin genügen die erwähnten Formen, um mit Sicherheit die Auffassung vertreten zu können, dass ein Theil der pelagischen Thierwelt während des Sommers nicht in die Tiefe wandert, sondern in hohem Maasse gegen Schwankungen der Temperatur und gegen direkte Insolation unempfindlich erscheint.

Inwiefern die Fähigkeit, ausgiebige Temperaturschwankungen zu ertragen, auf die Lebensäußerungen superficialer Thiere rückwirkt, ist uns kaum bekannt. Ich glaube daher meine Darlegungen über die Biologie pelagischer Thiere nicht besser abschliessen zu können, als indem ich auf eine Erscheinung im Entwicklungsleben der superficialen gelappten Ctenophoren aufmerksam mache, für deren Verständniss vielleicht die eigenthümlichen Existenzbedingungen an der Oberfläche in Anschlag zu bringen sind.

5. Die Dissogonie der gelappten Ctenophoren.

Wie eben ausdrücklich betont wurde, so steigen die gelappten Ctenophoren während des Sommers nicht in die Tiefe, sondern verweilen an ruhigen Tagen dem direkten Einfluss der erhöhten Temperatur und des Sonnenlichtes ausgesetzt an der Oberfläche. Sie zeigen auch während des Sommers eine rege geschlechtliche Thätigkeit und so erklärt es sich, dass man gleichzeitig Larven in allen Entwicklungsstadien und junge Thiere in überreicher Zahl antrifft.

Nicht wenig wurde ich bei dem Studium der postembryonalen Metamorphose der *Eucharis multicornis* während des Sommers 1877 durch die Wahrnehmung überrascht, dass die cydippenförmigen Larven durchweg Geschlechtsprodukte in vier von den acht Meridionalgefassen entwickeln¹⁾. Es gelang mir nicht nur befruchtete Eier von den Larven zu erhalten, sondern auch die Embryonalentwicklung zu verfolgen und eben ausgeschlüpfte Junge aus Larveneriern zu züchten. Im Winter hingegen war eine derartige Geschlechtsreife bei Larvenformen nicht zu beobachten.

Ich kam zu der Auffassung, dass die Fortpflanzungsweise der *Eucharis* unter die Erscheinungen der Heterogonie falle, zumal nur die jungen Larven, nicht aber die zur Metamorphose sich anschickenden älteren Uebergangsstadien geschlechtsreif angetroffen wurden. Immerhin wäre eine solche Deutung erst dann völlig gesichert gewesen, wenn über das spätere Schicksal der geschlechtsreifen Larven sowohl, wie der von ihnen stammenden jungen Brut ein weiterer Aufschluss hätte erlangt werden können.

Was ich damals unerledigt lassen musste, vermag ich nun in hoffentlich befriedigender Weise nachzuholen. Freilich zeigten die Züchtungsversuche, dass eine Heterogonie nicht vorliegt, wohl aber lehrten sie eine cyclische Entwicklungsweise kennen, die bis jetzt einzig in der Thierreihe dasteht. Da ich dieselbe in einer ausführlichen Publikation noch eingehend darlegen werde, so beschränke ich mich

¹⁾) C. Chun, l. c. p. 143—147.

Inhaltsverzeichniss.

	Seite
I. Einleitung	1
I. Methode des pelagischen Fischens in grösseren Meerestiefen	3
II. Specieller Theil	7
I. Radiolaria	7
II. Coelenterata	12
Siphonophorae	12
Ctenophorae	17
III. Echinodermata	17
IV. Vermes	17
Tomopteriden	18
Eibildung bei Tomopteriden	21
Aleiopidae	24
V. Crustacea	25
Cirripedia, Copepoda	25
Ostracoda, Amphipoda Hyperina	28
Schizopoda	29
Decapoda	33
VI. Mollusca	35
Pteropoda, Heteropoda	35
Cephalopoda	36
VII. Tunicata	37
Appendicularia	37
Pyrosomata, Salpae, Doliodidae	42
VIII. Pisces	43
III. Allgemeiner Theil	44
I. Ueber die vertikale Verbreitung der pelagischen Fauna	44
Befunde des „Challenger“	45
Befunde des „Vettor Pisani“	46
Temperatur des Mittelmeeres	47
Eigene Befunde	48
Ernährung der Grundthiere	49
II. Ueber das periodische Auf- und Absteigen pelagischer Thiere	50
Verschwinden pelagischer Thiere während des Sommers	50
Ursachen der periodischen Wanderungen	52
Einfluss der Temperatur	54

	Seite
III. Die pelagische Tiefenfauna und ihre Existenzbedingungen	55
Pelagische Tiefseethiere	55
Existenzbedingungen derselben	57
Ernährung derselben	57
Experimente über das Vordringen des Lichtes in die Meerestiefen	58
IV. Die constante pelagische Oberflächenfauna	60
Pelagische Oberflächentiere	61
V. Dissoziation der gelappten Ctenophoren	62
Dissoziation von <i>Bolina hydatina</i>	63
Einfluss der Temperatur auf Dissoziation	65

Tafel-Erklärungen.

Tafel I.

Fig. 1—3. v. Petersen's Schliessnetz (vide p. 4).

Fig. 4—6. v. Petersen's photographischer Apparat zur Messung der Lichtintensität in grösseren Tiefen (vide p. 58).

Tafel II.

Fig. 1 u. 2. Larve des *Hippopodius luteus* Q. et G. aus 1200 M. Tiefe (vor Ponza).

Fig. 1 von der Seite, Fig. 2 von unten gesehen. (nat. Gr. 7 mm.)

v. Scheide,

v¹ Mündung derselben,

s. Saftbehälter.

f. Fangfaden.

e. Knospe der ersten definitiven Glocke.

Fig. 3. Umbrella und Knospengruppen einer älteren Larve.

c¹ Anlage der ersten definitiven Schwimmglocke,

c² Anlage der zweiten definitiven Schwimmglocke,

p¹ erster, p² zweiter, p³ dritter Magenpolyp,

u. Subumbrella,

v. Scheide,

w. Ektodermwulst des Polypen.

Fig. 4. Larve der *Physophora hydrostatica* aus 800 M. (p. 15.)

a. Taster,

a¹ Knospenanlagen derselben,

c¹ junge Schwimmglocken,

f. Fangfäden der Taster,

p. Polyp,

t. aufgetriebenes unteres Ende des Stammes.

Fig. 5—7. Zur Dissogonie der *Bolina hydatina* Chun. (p. 62—66.)

Fig. 5. Junge geschlechtsreife Larve von 2 Tagen vom Sinnespol aus gesehen. Zeiss A. 1.

Fig. 6. Ältere geschlechtsreife Larve von der Magenebene aus. Zeiss A. 1.

Fig. 7. Larve mit nahezu völlig rückgebildeten Geschlechtsorganen. Loupenvergr.

Fig. 8. Junge *Bolina*, die aus einer geschlechtsreifen Larve gezüchtet wurde. Nat. Gr.

Tafel III.

Tomopteriden der Tiefsee. (p. 18—24.)

(Nach Chromosmiumpräparaten gez.)

Fig. 1—3 *Tomopteris eucheta* Ch.

Fig. 1. Weibliches Exemplar von der Bauchseite gesehen. Loupenvergr.
ov. Ovarien.

Fig. 2. Kopf v. *T. eucheta*. Zeiss A. 1.
gr. Kopfgrube,
mu¹ — mu⁷ Muskellamellen,
o. Mund,
ph. Pharynx,
v. Scheide der grossen Borsten.

Fig. 3. Medianschnitt durch den Kopf. Zeiss A. 2
ep. Epithellamelle der Leibeshöhle.
l. Leibeshöhle,
g. Gehirn,
n. Nerv vor der Kopfgrube,
gr. Kopfgrube,
b. n. Bauchnerv,
ph. Pharynx,
me. Mesenterien des Darms,
mu. Muskellamelle.

Fig. 4. *Tomopteris elegans* ♀ Ch. Vorderes Körperende.
c¹ kleine Fühlereirren,
c² grosse Fühlereirren,
g. Gehirn,
w. Geruchsplatten (Wimperepauletten),
ph. Pharynx,
ov. Ovarium.

Fig. 5—9. Eibildung der Tomopteriden.

Fig. 5. Ovarium von *Tomopteris elegans* mit 5 Keimfächern. Zeiss E. 1.

Fig. 6. Ovarium von *Tomopteris eucheta* mit 18 Keimfächern. Zeiss C. 2.

Fig. 7—9. Freie Eier von verschiedener Grösse v. *T. eucheta*. Zeiss C. 2.

Tafel IV.

Pelagische Schizopoden und Decapoden der Tiefsee.

Fig. 1. *Stylocheiron mastigophorum* ♀ Ch. (pag. 30.) (nat. Gr. 6—10 mm.)

1—8 Brustfüsse.

Fig 1a. Greifhand des dritten Fusspaars. abd. Abductor, add. Adductor,

Fig. 2 u. 3. *Arachnomyysis Leuckartii* ♂ Ch. (pag. 32.) (nat. Gr. 8 mm.)

Fig. 2. Männchen von der Bauchseite.

Fig. 3. Dasselbe von der Seite.

p¹ Zweites Paar von Kieferfüßen,

p⁷ letztes Paar der Brustfüsse,

t. Begattungsanhang an denselben.

Fig. 3a. Telson und Uropoden mit Otolithenbläschen.

Fig. 4 u. 5. *Sergestes magnificus* Ch. (pag. 33.)

Fig. 4. Weibchen vom Rücken ^{2/1}.

Fig. 5. Männchen von der Seite ^{5/1}.

at¹ Antennulae,

at² hintere Antennen,

sq. Schuppe derselben,

II, III zweites und drittes Kieferfusspaar,

1—5. Thoracalfüsse.

a¹ erstes Abdominalfusspaar mit Begattungsanhang.

Fig. 5a. Basaltheil der Geisselanhänge an den Antennulae des Männchens. Zeiss A. 1

fl. e. Aeusserer, fl. i. innerer Ast des Flagellums,

h. Hamulus.

Fig. 6. *Miersia clavigera*. Ch. (pag. 34.) (nat. Gr. 10 mm.)

Tafel V.

Appendicularien und Cephalopoden der Tiefsee.

(Nach Sublimat- und Chromosminumpräparaten.)

o. Mundöffnung,

l. Lippen derselben,

ph. Pharyngealhöhle,

sp. Spiracula,

sp¹ innere Oeffnung derselben,

s. Sinneszellen am Rande der Spiracula,

ve. Gallertsegel,

e. Endostyl.

f. Ränder der Falten.
fl. Flimmerbögen.
gl. Drüsen.
oe. Oesophagus.
v. Magen.
h. Leber.
d. h. Lebergang.
p. Pylorus.
i. Darm.
r. Rektum.
a. After.
g. c. Gehirn,
ot. Otolithenbläschen,
olf. Geruchsgrube,
n. Hauptnerv,
n¹ Kiemennerven,
n² Nerv des Mundrandes.
g¹ Schwanzganglien,
n. e. Schwanznerv,
mu Muskulatur,
c Leibeshöhle,
ch Chorda,
ov. Ovarium,
t. Hoden,

Fig. 1. *Stegosoma pellucidum* Ch., von der linken Seite. Zeiss A. 1. (pag. 37.)

Fig. 2. *Stegosoma pellucidum*, völlig geschlechtsreifes Thier mit rückgebildetem Vorderkörper. Zeiss A. 1.

x. Stelle, an der wahrscheinlich die Geschlechtsprodukte entleert werden.

Fig. 3—7. *Megalocercus abyssorum* Ch. (pag. 40.)

Fig. 3. Grösstes Exemplar von der Rückseite $\frac{5}{1}$.

Fig. 3 a. Natürliche Grösse.

Fig. 4. Dasselbe von der rechten Seite $\frac{24}{1}$.

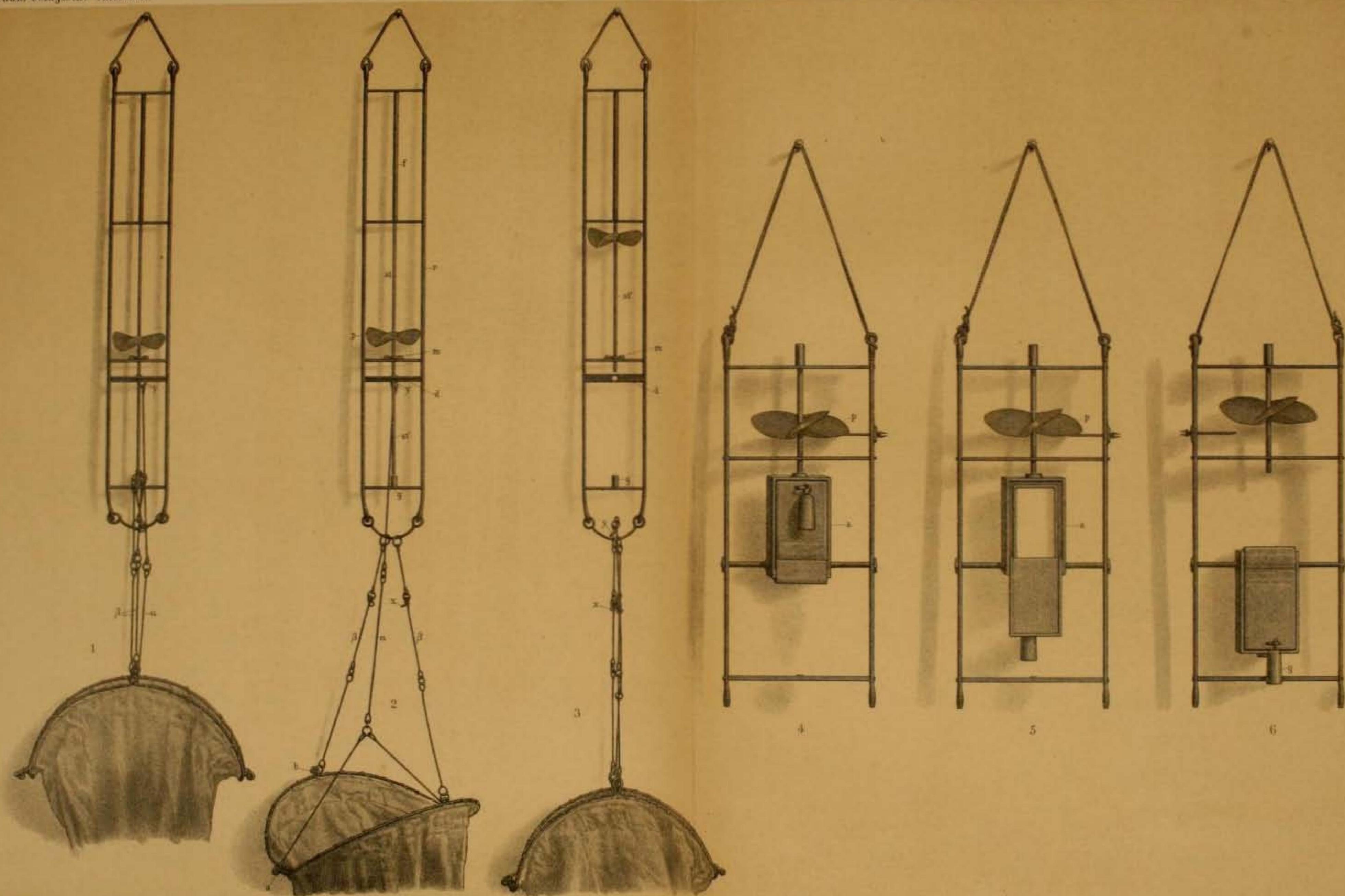
y Flimmerzellen am vorderen Rande des Spiraculum.

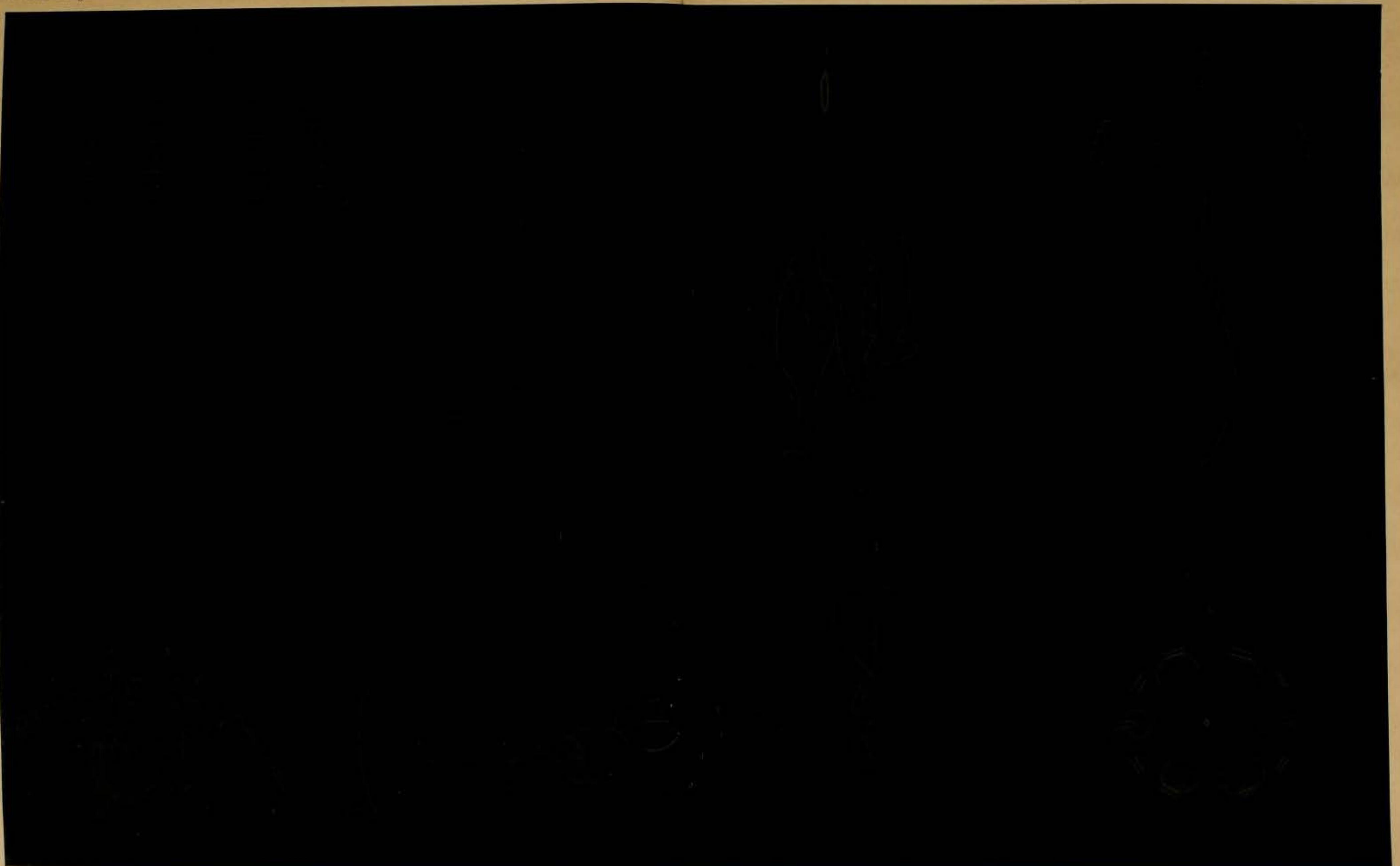
Fig. 5. Kleinstes Exemplar von der linken Seite.

Fig. 6. Mittleres Exemplar von der rechten Seite.

Fig. 7. Färbung der Eingeweide bei den kleinsten Exemplaren.

Fig. 8. Decapode aus 900 M. Tiefe (Ischia). $\frac{2}{1}$.





Chun, taf.

Arnst. Anst v. Th. Fischer, Cassel.

Fig. 1-3. Larve des Hippopodius luteus. Fig. 4. Larve von Physophora hydrostatica. Fig. 5-7. Geschlechtsreife Larven von Bolina hydatina. Fig. 8. Bolina hydatina juv.