

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Verzeichnis der anwesenden Mitglieder und Gäste	3
Kurze Übersicht über den Verlauf der Versammlung	4
Eröffnung der Versammlung und Begrüßungen	5
Geschäftsbericht des Schriftführers und Wahl der Revisoren	11
Referat des Herrn Prof. Hartmann: Der Generationswechsel der Protisten und sein Zusammenhang mit dem Reduktions- und Befruchtungs- problem	15
Vortrag des Herrn Dr. v. Frisch: Versuche zum Nachweise des Farben- sinnes bei angeblich total farbenblinden Tieren	50
Vortrag des Herrn Dr. Voss: Experimentelle Untersuchungen über den Flügelschlag und den Flug der Insekten	59
Vortrag des Herrn Prof. Guenther: Gedanken zur Deszendenztheorie	91
Vortrag des Herrn Prof. Plate: Übersicht über zoologische Studien auf Ceylon (nur Titel)	112
Demonstration des Herrn Prof. Plate: Ceylonische Vögel	113
Demonstration des Herrn Prof. Rhumbler: Trajektorien-Modell	113
Wahl eines Delegierten für den Ausschuß für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht	120
Wahl des nächsten Versammlungsortes	120
Bericht des Herausgebers des „Tierreichs“, Herrn Prof. F. E. Schulze	121
Vortrag des Herrn Dr. Schaxel: Reduktion und Wiederauffrischung	122
Vortrag des Herrn Dr. Thienemann: Die Notwendigkeit der Begründung eines Instituts für die Hydrobiologie der Binnengewässer	145
Vortrag des Herrn Prof. Lohmann: Über die Appendicularien der Tief- see-Expedition	157
Vortrag des Herrn Prof. Hoffmann: Die embryonalen Vorgänge bei Strepsipteren	192
Vortrag des Herrn Prof. Spemann: Über verzögerte Kernversorgung von Keimteilen	216
Vortrag des Herrn Prof. Reibisch: Die Bodenfauna von Nord- und Ostsee Demonstration des Herrn Prof. Spemann: Präparate betr. Linsen- regeneration	221
Demonstration des Herrn Prof. Hartmann: Kernteilungszentren bei ver- schiedenen Protisten-Gruppen (nur Titel)	235
Demonstration des Herrn Dr. Kühn: Mikrophotogramme von Amöben- teilungen (nur Titel)	236
Vortrag des Herrn Prof. Schleip: Die Entwicklung zentrifugierter Clep- sine-Eier	236
Bericht der Rechnungsrevisoren	253
Vortrag des Herrn Dr. Stendell: Zur Kenntnis der Mormyriden	254
Demonstration des Herrn Prof. Woltereck: Erläuterung experimentell ver- änderter Daphnienrassen und einiger Formenreihen und Formextreme bei Cladoceren (nur Titel)	261
Vortrag des Herrn Dr. Kühn: Versuche über die reflektorische Erhaltung des Gleichgewichts bei Krebsen	262
Vortrag des Herrn Prof. Steinmann: Untersuchungen über die Rheotaxis der Fische	278
Vortrag des Herrn Prof. Gerhardt: Über die Ösophaguspapillen von Ichthyococcus ovatus	290
Vortrag des Herrn Dr. v. Kemnitz: Untersuchungen über den Stoff- wechsel der Larven von <i>Gastrophilus equi</i>	294
Vortrag des Herrn Dr. Becher: Über statische Strukturen und kirstall- optische Eigentümlichkeiten des Echinodermenskeletts	307
Vortrag des Herrn Prof. Spengel: Über die Entwicklung des Schildkröten- panzers (nur Titel)	327
Statuten der Gesellschaft	328
Mitgliederverzeichnis	332

Zitierte Literatur

(kein maßgebendes Literaturverzeichnis für das Gesamtthema).

- BUTSCHLI, O., „Untersuchungen über Strukturen, insbesondere über Strukturen nichtzelliger Erzeugnisse des Organismus und über ihre Beziehungen zu Strukturen, welche außerhalb des Organismus entstehen“. Leipzig 1898. Mit Atlas von 26 Taf.
- MEYER, H., „Die Architektur der Spongiosa“ in: Arch. f. Anat. Physiol. usw. (von REICHERT u. DUBOIS) 1867.
- RAUBER, A., „Lehrbuch der Anatomie des Menschen“. 6. Aufl., v. 1; Leipzig 1902.
- RHUMBLER, L.: „Das Protoplasma als physikalisches System“ in: Ergebn. der Physiol., Jahrg. 14; p. 474—617; 59 Textfig.
- ROUX, W., „Die vier kausalen Hauptperioden der Ontogenese, sowie das doppelte Bestimmtheitssein der organischen Gestaltungen“ in: Mitteil. d. naturf. Gesellsch. zu Halle, v. 1; 1911, p. 1—30.
- ROUX, W. (12), CORRENS, C., FISCHEL, A. und KÜSTER, E., „Terminologie der Entwicklungsmechanik der Tiere und Pflanzen“. Leipzig 1912; 465 p.

 Dritte Sitzung.

Mittwoch, den 3. Juni, 9—1 Uhr.

Zunächst wurden einige geschäftliche Mitteilungen gemacht. Herr Prof. ZIEGLER (Stuttgart) sandte eine Einladung zum Besuch der biologischen Abteilung auf der Hygiene-Ausstellung in Stuttgart.

Herr Prof. HEIDER berichtete über die Verhandlungen auf der letzten Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien über die Frage eines eventuellen Zusammentagens der wissenschaftlichen Gesellschaften mit der Versammlung der Naturforscher und Ärzte. Herr Prof. HEIDER wurde mit der weiteren Vertretung der Gesellschaft bei den künftigen Verhandlungen über diese Frage beauftragt.

Dann folgte die Wahl eines Delegierten für den Ausschuß für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht an Stelle des Herrn Prof. CHUN. Es wird auf Antrag des Vorstandes beschlossen, Herrn Prof. Dr. v. HANSTEIN oder Prof. Dr. MATZDORFF zu fragen, und falls beide ablehnen sollten, den Schriftführer provisorisch mit der Vertretung der Gesellschaft im Ausschuß zu beauftragen.

Für die Wahl des nächsten Versammlungsortes liegen Einladungen des Herrn Prof. PLATE für Jena und der Herren Prof. ZIEGLER, LAMPERT und FRAAS für Stuttgart vor. Auf Antrag des Vorstandes wird beschlossen, für 1915 Jena, oder falls infolge des großen Burschenschaftsfestes, das auch Pfingsten 1915 in

Jena stattfindet, die Versammlung in Jena nicht stattfinden kann, Stuttgart zu wählen, sonst Stuttgart für 1916 in Aussicht zu nehmen. Auf Antrag des Herrn Prof. SPENGLER soll in der Einladung zur nächsten, der 25jährigen Jahresversammlung besonders zum Ausdruck gebracht werden, daß es sich um eine Jubelfeier handelt. Auf Antrag von Herrn Prof. R. HERTWIG wird weiter beschlossen, die Gründer der Gesellschaft zur nächsten Jahresversammlung besonders einzuladen.

Der Vorsitzende verliest ein Danktelegramm von Herrn Prof. WEISMANN und ein Begrüßungstelegramm von Herrn Prof. KORSCHULT. Letzterem wird gedankt.

Darauf verliest der Schriftführer den folgenden Bericht des Herausgebers des „Tierreichs“, Herrn Prof. F. E. SCHULZE.

Seit dem letzten Bericht (Mai 1913) in Bremen sind folgende Lieferungen vom „Tierreich“ fertiggestellt:

35. Lieferung: *Turbellaria II. Rhabdocoelida* von Prof. L. VON GRAFF in Graz. 504 Seiten, 394 Figuren.
36. „ *Pteropoda* von Dr. J. J. TESCH in Helder. 170 Seiten, 108 Abb.
37. „ *Gymnophiona (Amphibia apoda)* von Dr. FR. NIEDEN in Berlin. 41 Seiten, 20 Abb.
38. „ *Solenogastres* von Prof. J. THIELE in Berlin. 67 Seiten, 28 Abb.
39. „ *Cumacea* von Rev. R. R. T. STEBBING in Tunbridge Wells. 226 Seiten, 137 Abb.
40. „ *Cyclomyaria et Pyrosomida* von Dr. G. NEUMANN in Dresden. 47 Seiten, 19 Abb.

Die Lieferungen konnten dank dem Entgegenkommen des Verlegers wiederum reichlicher mit Abbildungen ausgestattet werden, was natürlich ihre Brauchbarkeit beim Bestimmen erheblich erhöht. Ich habe daher einen Zusatz zu dem § 51 der „Redaktionellen Bestimmungen für das Tierreich“ drucken und an die Mitarbeiter versenden lassen, in dem es heißt: „Außer den die Terminologie illustrierenden Figuren ist — wenn nötig — möglichst für jede Gattung ein Übersichtsbild zu geben. Für Arten sind Figuren nur dann zu liefern, wenn schwer zu beschreibende Verhältnisse dadurch klar darzustellen sind. Der Text kann in diesem Falle sehr gekürzt werden, ev. genügt ein Hinweis auf die betreffende Figur.“

Den genannten sechs Lieferungen sind 706 Figuren beigegeben worden.

Behandelt sind in den Lieferungen 69 Familien mit 224 Genera und 1055 Spezies.

Im Druck befindet sich:

41. Lieferung: *Bethylidae* von Prof. J. J. KIEFFER in Bitsch.

Die *Bethylidae* sind eine Familie der *Proctotrupoidea* und umfassen 1116 Spezies.

An diese Lieferung werden sich die übrigen fünf Familien der *Proctotrupoidea* anschließen, von denen schon die Manuskripte zu den *Serphidae* (= *Proctotrupidae*), *Calliceratidae* (= *Ceraphronidae*) und *Diapriidae* vorliegen.

Durch das schnellere Erscheinen der Lieferungen und ihre bessere Ausstattung mit Figuren ist zu erhoffen, daß die wissenschaftlichen Kreise immer mehr Interesse für das Werk als bisher zeigen werden, und daß der Absatz des Werkes dadurch auch eine Steigerung erfahren wird.

Herrn Dr. J. SCHAXEL (Jena):

Rückbildung und Wiederauffrischung tierischer Gewebe.

Gerät der noch in seiner gestaltlichen Ausbildung begriffene oder bereits hauptsächlich auf die Betriebsfunktionen beschränkte tierische Organismus in so ungünstige Lebensbedingungen, daß ihm die Fortsetzung der Gestaltungen oder die völlige Aufrechterhaltung seines Betriebes nicht mehr möglich ist, so muß er nicht sogleich notwendig dem Tode verfallen, sondern er kann, wenigstens für einige Zeit, Entbehrungen und Störungen überdauern, ja sogar in seiner Organisation entstandene Schäden durch besondere Vorgänge wieder beheben. Da jede Art nur in einer bestimmten Umwelt zu leben vermag, die ihr eben das bietet, was sie zu ihren Gestaltungs- und Betriebsfunktionen bedarf, so läßt sich für den speziellen Fall angeben, welche Veränderungen der Realisationsfaktoren den typischen Lebensablauf aufhalten. Allgemein kommen hierfür Sauerstoff- und Nahrungsmangel, Alterationen in der chemischen Beschaffenheit des Mediums, extreme Temperaturen und dergleichen in Betracht. Ferner können an dem Organismus selbst durch Entfernung oder Verlagerung von Teilen hervorgerufene Störungen tiefgreifend genug sein, um seine typischen Leistungen zu sistieren, ohne schon tödlich zu wirken.

Man nennt die meist ohne weiteres als atypisch betrachteten Prozesse, die den Organismus nach Störungen wieder dem Typus annähern, Regulationen. Hier befassen wir uns mit regulatorischen Prozessen, die mit einer Rückbildung von Geweben einhergehen und bei denen durch eben diese Rückbildung, zusammen mit eng

damit verbundenen Neubildungen, die Wiederherstellung des Typischen geschehen soll. Solche regulatorische Reduktionen werden durch die vorhin genannten Anomalien des Komplexes der Realisationsfaktoren und durch die Restitutionen entnommener Teile erheblichen Umfangs veranlaßt. Je nach ihrem Bereich treten die Reduktionen äußerlich mehr oder minder auffällig in Erscheinung. In sehr tiefgreifenden Fällen zeigt der in Reduktion begriffene Organismus die Kennzeichen der *vita minima*.

Partielle Reduktionen kommen wohl bei allen Regenerationen vor und spielen auch bei den typischen Metamorphosen eine Rolle. Im Hungerzustande werden nach dem Verbrauch der sogenannten Reservegewebe einzelne Organapparate, z. B. die Kopulationsorgane der Planarien, rückgebildet. Totale Reduktionen, die die gesamte Organisation betreffen, haben sich in mehreren Fällen experimentell erzeugen lassen. Bei Spongien, Hydra, marinen Hydroiden, Ephyren der Scyphomeduse *Chrysaora*, Bryozoen und Ascidien werden sie durch Einflüsse des Mediums hervorgerufen. Durch Restitutionen, die im Hinblick auf das Wiederherzustellende von sehr unvollständigen Stammstücken ausgehen, veranlaßte Reduktionen sind bei Planarien, Nemertinen und Ascidien beobachtet worden.

Was in dem Organismus, der seine typische Organisation verliert und nach einigem Verharren in dem reduzierten Zustande von neuem typische Bildungen zeigt, im einzelnen eigentlich vorgeht, ist wenig aufgeklärt. Im Anschluß an meine der Analysis der ontogenetischen Entwicklung gewidmeten Untersuchungen, die den intrazellulären Vorgängen besondere Beachtung widmen, habe ich die Reduktionserscheinungen in den Kreis meiner Betrachtungen gezogen. Ich ging dabei von der Erwartung aus, daß für die Beurteilung der im reduzierten Organismus vermuteten Rückbildungen, Umbildungen und Neubildungen der histologische und cytologische Befund Entscheidendes liefern würde.

Im folgenden teile ich auszugsweise die an der Ascidie *Clavelina lepadiformis* MÜLL., Var. *rissoana* EDW. gewonnenen Ergebnisse mit. *Clavelina* ist historisch und sachlich für das Reduktionsproblem von großer Bedeutung. Aus ihrem Verhalten haben die früheren Untersucher eine ziemlich verbreitete Theorie der Reduktion erschlossen, die kaum einer anderen als der vom Neovitalismus vertretenen Anschauung über die Natur des Lebens sich einfügt. Da diese die einzige eigentlich durchgeführte Reduktionstheorie geblieben ist, so muß unser Objekt bei dem an den allgemeinsten Fragen der Biologie Interessierten besondere Anteilnahme finden.

Bei *Clavelina* kommt zudem die Reduktion des gesamten Tieres unter den Einflüssen des Mediums sowie die regulative Reduktion bei der Bildung eines Ganzen aus einem sehr unvollständigen Teil vor. Endlich zeigt diese kleine Ascidie, die in dem nördlichen und südlichen Meere Europas häufig und experimentellen Maßnahmen leicht zugänglich ist, typischerweise Einrichtungen und Vorkommnisse, die wir mit den anscheinend atypischen Phänomenen der Reduktion in die engste Beziehung zu bringen haben werden.

H. DRIESCH (1902 b) isolierte den Kiemenkorb der *Clavelina* und beobachtete, daß durch Sprossung von der Wunde aus die fehlenden Teile in typischer Weise regeneriert wurden. Nicht immer aber wurde dieser anderen bekannten Fällen von Regeneration sich anreihende Restitutionsmodus befolgt, sondern es wurde vielfach „ein Prozeß totaler Rückbildung aller vorhandenen äußeren Organisation der Objekte“ beobachtet. Die Kiemenspalten und die Siphonen verschwinden, die charakteristische weiße Zeichnung des Kiemenkorbes wird immer undeutlicher und weniger präzise und geht allmählich in eine Weißfärbung des ganzen Gebildes über. „Ein runder, weißer, äußerlich strukturloser Klumpen ist das endliche Resultat dieser ... Vorgänge“ (S. 261). „Von zehn bis zu dreißig Tagen vermögen die zu weißen Klumpen degenerierten Kiemenkörbe der *Clavelina* zu ruhen. Endlich aber schlägt für jedes Objekt einmal die Stunde der Auffrischung und Verjüngung. Der Prozeß beginnt mit einer Längsstreckung, der eine allmähliche Aufhellung der Masse parallel geht; bald sieht man das Herz schlagen, gewahrt die Örtlichkeit der späteren Kiementaschen und Siphonen vorgebildet, die weiße Zeichnung bildet sich aus der allgemeinen Pigmentierung wieder bestimmt hervor, und zum Schluß ist die neue kleine Ascidie fertig. Sie weist stets drei oder vier Kiementaschenreihen mit je nur wenig zahlreichen Kiemenspalten auf, während alle beobachteten Objekte ursprünglich sieben bis neun solcher Reihen besaßen“ (S. 262). DRIESCH sagt, daß es sich dabei um „eine wirkliche, totale Neubildung“ handelt, die aus dem „total reduzierten“ ursprünglichen Objekt durch einen „Verjüngungs- oder Auffrischungsprozeß“ hervorgegangen ist. Er zeigt weiter, daß zu der Bildung einer kleinen typischen Ascidie nicht der ganze Kiemenkorb nötig ist, sondern daß die verschiedenartigsten Bruchstücke, nämlich die oberen, unteren oder seitlichen Hälften, dieselbe Ganzbildung zu leisten vermögen. Außer von der regenerativen Sprossung von der Wundfläche aus und von den regulatorischen Reduktionen berichtet DRIESCH noch von einem gemischten Restitutionsmodus, der

ihm in dem Ineinandergreifen der zwei Arten regulativen Formgeschehens zu bestehen scheint. „Das Objekt beginnt regenerativ; aber offenbar ist die Restitution in dieser Form aus irgendwelchen Gründen nicht durchführbar, und daher hilft es sich weiter durch Reduktion, durch Einschmelzung seiner Organisation, und endet mit allgemeinen Verjüngungsprozessen“ (S. 160).

Wie Stücke des Kiemenkorbes verhalten sich nach DRIESCH (1902 a) beliebige abgetrennte Stücke der röhrenförmigen Stolonen von *Clavelina*, aus denen typischerweise neue Knospen als seitliche Aussackungen hervorsprossen. Nach der Operation treten starke Schrumpfungen in dem ausgeschnittenen Stolostück sowohl der Länge wie der Breite nach ein. Gleichzeitig verliert das Objekt seine Durchsichtigkeit. Nach einiger Zeit der Ruhe treten am proximalen Ende die ersten Anzeichen einer beginnenden Differenzierung auf, als deren endlicher Effekt eine vollkommene kleine Ascidie erscheint. DRIESCH betont, „daß der geschilderte Prozeß der Umgestaltung eines beliebig gewählten Stolostückes zu einer kleinen Ascidie mit der normalen, seitlich am Stolo geschehenden Knospung der *Clavelina* nicht das mindeste zu tun hat: in der Richtung seiner Längsachse wandelt sich das Stolostück zur Ascidie um“ (S. 232).

Über das, was bei den Restitutionen der *Clavelina* eigentlich vor sich geht, teilt DRIESCH nichts mit, er spricht zwar von der Notwendigkeit eingehender histologisch-genetischer Forschungen, umgeht sie aber mit dem Hinweis auf die besondere Schwierigkeit solcher Untersuchungen, die wegen der individuell äußerst verschiedenen Geschwindigkeit der Entwicklung und der Undurchsichtigkeit der geschrumpften Objekte zu überwinden ist. Um so mehr ist er bereit, das Ergebnis seiner auf den äußeren Verlauf der Vorgänge beschränkten Beobachtungen im Sinne der ihn beherrschenden Ideen zu verwerten: „*Clavelina* kann so recht als Paradigma harmonisch-äquipotentieller Systeme gelten“ (1902 b, S. 27). Es ist ihm der Prototyp dieser begrifflich von ihm umschriebenen morphogenetischen Systeme, auf deren Differenzierung er zu wiederholten Malen seinen ersten Beweis für die Autonomie der Lebensvorgänge gegründet hat. An den drei Modi der von ihm an den isolierten Kiemenkörben der *Clavelina* entdeckten regulatorischen Restitutionen (der echten sprossenden Regeneration, der mit totaler Durchgangsreduktion verbundenen Verjüngung und der Kombination beider) hebt er vor allem ihre Äquifinalität hervor. Bei aller Variabilität in dem Vorgange ihrer Herstellung zeigen die Gestaltungen Konstanz in ihrem harmonischen Endprodukt. Das Ziel, nicht der Weg steht

fest. Wir haben es nach DRIESCH mit dem maschinell nicht faßbaren Wirken der Entelechie zu tun, der Reduktion und Destruktion, Umdifferenzierung, Verjüngung und Wiederauffrischung nur Mittel zu dem Zwecke sind, den sie formbildend verwirklicht. Es genügt DRIESCH, die Mittel als solche begrifflich zu kennzeichnen; auf die Einsicht in ihre tatsächliche Beschaffenheit verzichtet er.

Die Reduktion ist also nur ein Durchgang. „Wir dürfen es wohl mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit aussprechen: Zellen, die vor der Reduktion etwas Spezifisches, Funktionierendes waren, sind auch nach der Reduktion ein solches; man müßte denn annehmen, daß alle vor der Reduktion spezifisch gewesenen Zellen total aufgelöst, nicht nur, daß sie organisatorisch reduziert wären, und daß alle Verjüngung von vorher indifferent gewesenen Zellen ausgehe“ (1902 b, S. 276). DRIESCH stellt die Prognose, daß eine künftige genaue histologische Untersuchung wohl auf eine „Umdifferenzierung“, auf ein „Hervorgehen von positiven Bildungen aus anderen positiven“, stoßen möchte (S. 276, 285). Diese Umdifferenzierung dürfte vielleicht mit einer der Differenzierung entgegenlaufenden Dedifferenzierung eingeleitet werden. DRIESCH hält es für wahrscheinlich, „daß bei den Entdifferenzierungen des *Clavelina*-Kiemenkorbess sich an den einzelnen Elementen diejenigen Vorgänge rücklaufend abspielen, welche bei ihrer Differenzierung vorwärts verliefen, so daß also alle Elemente als solche bewahrt bleiben“ (S. 285). Mit vorsichtigem Zurückhalten wird dem hinzugefügt: „Wir stehen also nicht an, bis zu einem gewissen Grade die Möglichkeit der Umkehrung von Formvorgängen an Lebewesen hypothetisch zu behaupten“ (S. 286).

E. SCHULTZ (1907) hat DRIESCH's Versuche mit *Clavelina* wiederholt und ist zu einer „vollen Bestätigung der DRIESCH'schen Befunde“ gelangt, die er dadurch ergänzen will, daß er die von DRIESCH außer acht gelassenen histologischen Einzelheiten mitteilt. Es muß freilich gleich gesagt werden, daß weder aus der textlichen noch aus der bildlichen Darstellung recht klar wird, was eigentlich beobachtet wurde. Auf jeden Fall läßt SCHULTZ die von DRIESCH zurückhaltend geäußerte Hypothese von der umkehrbaren Entwicklung zur Tatsache werden. „Der Kiemenkorb legt bei der Reduktion, die durch Einschmelzung der Kiemenspalten und Rückbildung der Flimmerbogen geschieht, den Weg zur Embryonalanlage zurück“ (S. 513). Über Darm, Ganglion, Subneuraldrüse, Flimmergrube, Epikard, Perikard und Herz werden weniger präzise Angaben gemacht. Immerhin wird von der Reduktion der *Clavelina* im allgemeinen gesagt,

daß sie „ein Beispiel umgekehrter Entwicklung und der Rückkehr zu einem früheren Entwicklungsstadium“ bietet (S. 507). Über die intimen Vorgänge der Reduktion erfahren wir zunächst nichts. In einer theoretisierenden, der Bedeutung der umkehrbaren Entwicklungsprozesse gewidmeten Schrift (1908) sagt SCHULTZ unter Bezugnahme auf *Clavelina* und andere Beispiele: „Die Zellen dedifferenzieren sich und differenzieren sich darauf von neuem, aber schon in anderer Richtung und anderen Bahnen“ (S. 20). Was dabei in den Zellen vor sich geht, wird nicht einmal geschildert. Dafür erhalten wir die Aufklärung: „Die rückgängige Entwicklung ist der elementare Grundprozeß, der dieselbe Stelle wie der ontogenetische Entwicklungsprozeß einnimmt, also fürs erste als eine Grundeigenschaft der lebenden Materie einfach hingenommen werden muß“ (S. 20).

Das Vorkommen rückläufiger Entwicklung, die, soweit es sich um experimentell beherrschtes Geschehen handelt, zusammen mit ihrem vorhergehenden und nachfolgenden Korrelat von umkehrbarer Entwicklung zu sprechen erlaubt, würde für die Beurteilung des Lebens überhaupt und vieler biologischer Probleme, im besonderen der ontogenetischen Determination, der Vererbung, der Phylogenese usw. von großer Wichtigkeit sein. Mir scheint aber das bisher zugunsten der rückläufigen Entwicklung von den genannten und anderen Autoren Vorgebrachte den Anforderungen, die an einen so folgenschweren Nachweis zu stellen sind, nicht zu genügen.

Wer die Reversibilität ontogenetischer Prozesse beweisen will, hat die Aufgabe zu zeigen, daß ein Gestaltungsvorgang, der typischerweise die Stadien $a-b-c-d-e \dots n$ durchläuft, gezwungen werden kann, von n aus die umgekehrte Folge $n \dots e-d-c$ zurückzulegen, wobei er allerdings nicht bis a zurückzukehren braucht, sondern schon früher, etwa bei c , Halt machen kann. Die Strecke $n-c$ ist die Rückbildung, an die sich, um nicht nur Umkehrung, sondern Umkehrbarkeit zu erweisen, die Erneuerung $c-n$ wieder anzuschließen hat. Wo bei der rückläufigen wie bei der wieder vorwärtsgehenden Entwicklung der typischen Entwicklung gegenüber Stadien übersprungen (Abkürzung des Vorgangs), in ihrer Reihenfolge vertauscht (Heterochronien) oder gar neue Bahnen eingeschlagen werden, ist es notwendig, die besondere Veranlassung solcher Vorkommnisse zu ergründen. In dieser Weise ist der allgemeine Verlauf des Geschehens darzustellen, gleichgültig, ob es sich um die Entwicklung und ihre fragliche Umkehrung von ganzen Individuen in bezug auf das Ei oder die Knospe, oder um die Bildung und Rückbildung einzelner Teile in bezug auf ihre Anlagen handelt.

Soll nun, wie DRIESCH es für wahrscheinlich hält und SCHULTZ es behauptet, die Umkehrung der Entwicklung durch reduktive Entdifferenzierung des Differenzierten und Neudifferenzierung des Entdifferenzierten geschehen, so muß die Reversion der typischen histogenetischen Prozesse und die abermalige Histogenese derselben Elemente in allen Einzelheiten gezeigt werden. In bezug auf ihren Gegenstand unbestimmte Ausführungen über regulative Destruktion, Entdifferenzierung, Wiederauffrischung und Verjüngung sagen nicht nur nichts darüber, ob etwa Umkehrung der Entwicklung statthabe, sondern lassen überhaupt unaufgeklärt, was eigentlich vor sich geht. Wir wollen aber über Zeit, Ort, Quantität und Qualität des fraglichen Geschehens unterrichtet werden, um beurteilen zu können, ob und inwieweit von der Umkehrbarkeit der Entwicklung durch Rückbildung und Wiederauffrischung der Gewebe gesprochen werden kann.

Weder für die regulative Reduktion von *Clavelina* noch für ähnliche Vorgänge bei anderen Tieren, auf die wir hier nicht eingehen, sind die von uns zu dem Beweise der umkehrbaren Entwicklung geforderten Angaben gemacht worden. Wir werden sehen, daß diese Unterlassung ihren guten Grund hat.

Meine eigenen Versuche mit *Clavelina* bestehen in der Aufzucht ganzer Clavelinen aus isolierten Stücken des Körpers und des Stolos und aus den klumpigen Redukten ganzer zur Rückbildung gebrachter Tiere. Die Absicht, histologische und cytologische Untersuchungen auszuführen, versetzte mich in die Notwendigkeit, die bisher nicht eingehend durchforschte typische Histogenese und Histologie durchzuarbeiten. Dadurch und durch die Verfolgung der einzelnen Zellarten, die sich als recht mannigfaltig herausstellten, wurde meine Arbeit ziemlich umfänglich. Die Mitteilung der vielen Einzelheiten ist ohne Beigabe zahlreicher Abbildungen nicht möglich. Daß sich die an der Rückbildung und Wiederauffrischung beteiligten histologischen Elemente gerade in den wesentlichen Zügen übereinstimmend verhalten, gestattet die Bevorzugung eines Beispiels. Aus denselben Gründen behandeln wir hier von den isolierten Körperabschnitten nur die auch von früheren Untersuchern wegen der klaren Ausprägung ihres Baues bevorzugte Thorakalregion mit dem Kiemenkorb, und zwar nicht die ganze, sondern Teile, die einhalb bis dreiviertel der distalen Partie ausmachen.

Dem äußeren Verlauf nach sah ich die Reduktion der isolierten Kiemenkorbstücke sich so vollziehen, wie DRIESCH es schildert. Ich

teile nur noch einige ergänzende Beobachtungen mit, die Beziehungen zu den nachher zu schildernden inneren Vorgängen ergeben. Sofort nach der Operation kontrahiert sich die Längsmuskulatur kräftig, wodurch eine Verkürzung und ein mehr oder weniger dichter Verschuß des proximal offenklaflenden Kiemendarmes entsteht. Auch die Siphonen schließen sich durch ihre Sphinkter. Auf diese Weise wird der an Volumen bedeutend verringerte Gewebekomplex allseitig von dem Zellulosemantel umhüllt. Im Laufe der ersten Tage nimmt das Volumen des Gewebekomplexes durch Schrumpfung der Länge und der Breite nach-nach mehr ab. Die Durchsichtigkeit des Gebildes geht durch Trübung verloren. Bei den einzelnen Fällen bleibt die freilich verzerrte Gestalt des Kiemenkorbes verschieden lange Zeit erkennbar. Von 20 schließlich alle völlig reduzierten halben Kiemenkörben eines Versuches ist sie beispielsweise bei 9 nach 5 Tagen, bei den übrigen nach und nach erst nach 12 Tagen verschwunden. Namentlich Andeutungen der Siphonen sind oft lange zu sehen. Es wird sich zeigen, inwiefern dieser Umstand auf die von DRIESCH gemachte Annahme seines gemischten Modus der Restitution (s. S. 125) ein Licht wirft. Schließlich verschwinden die Siphonen immer. Mir ist es nicht vorgekommen, daß wenn überhaupt Reduktion eintritt, auch nachträgliche im Sinne DRIESCH's (1902 b, p. 258), die alten Siphonen als solche in die aus dem Reductum hervorgehende neue *Clavelina* einbezogen werden. Die Gestalt der Reduktionskörper ist die abgerundeter Klumpen von kugelig oder länglicher Form. Zuweilen kommen hantelförmige Gebilde vor, indem zwei rundliche Anschwellungen durch ein dünnes Mittelstück verbunden sind, während eine einheitliche Zellulosemasse das Ganze umschließt. Aus solchen Redukten, die von einem Kiemenkorbstück ihren Ausgang genommen haben, gehen zwei Clavelinen hervor.

Im reduzierten Zustande verweilen die Tiere kürzer oder länger. Die äußeren Umstände sind dafür nicht allein ausschlaggebend; denn unter gleichen Bedingungen nach gleicher Operation ausgesetzte Kiemenkorbstücke, die von derselben Kolonie stammen, verhalten sich doch nicht gleich. Immerhin ist die Beschaffenheit des Mediums von großem Einfluß, indem niedere und hohe Temperaturen sowie Sauerstoffmangel den Eintritt der völligen Reduktion beschleunigen und sie andauern lassen und eine von dem natürlichen Standort des Tieres abhängige optimale Temperatur und Sauerstoffreichtum die Wiederauffrischung herbeiführen und erleichtern. Die kürzeste Zeit, die ich von der Operation bis zu der

Bildung einer fertigen *Clavelina* nach Reduktion beobachtet habe, beträgt 6, die längste 96 Tage. Es ist aber sicher, namentlich bei im ganzen reduzierten Clavelinen, eine noch längere Reduktionsdauer möglich. Ich habe vier Monate ruhende Reducta histologisch untersucht und die Anzeichen gefunden, die wir als die Voraussetzung der Wiederauffrischung kennen lernen werden.

Aus dem Reductum scheint die neue *Clavelina* sehr rasch hervorzugehen. Die Autoren bewundern daher die Geschwindigkeit des Verjüngungsvorganges. Einigermaßen wird aber der rasche Verlauf des Prozesses dadurch vorgetäuscht, daß die Betrachtung des lange unverändert bleibenden Äußeren des Reductums nicht offenbart, was in seinem Inneren vor sich geht.

Die Reduktion desselben Objektes kann sich mehrmals wiederholen. Ich habe in einem Falle vier Generationen von Clavelinen durch Isolierung des Kiemenkorbes gezogen. Das vierte Exemplar war eine Kümmerform, die zum Zwecke der histologischen Untersuchung konserviert wurde.

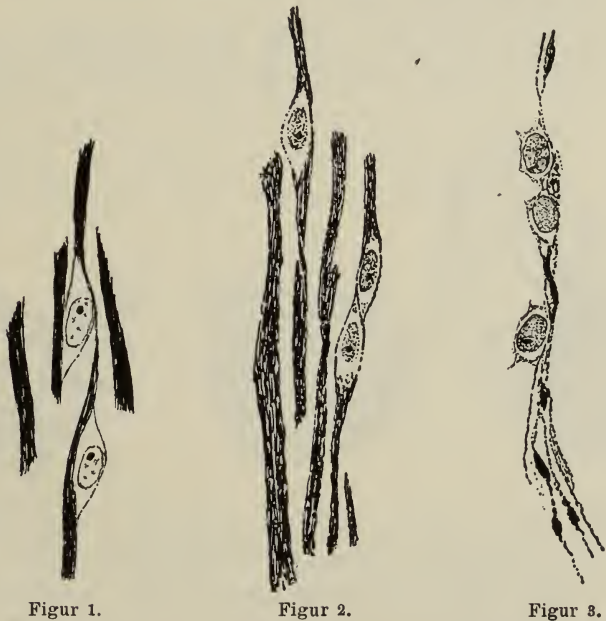
Die Vorgänge, die sich bei der Reduktion in den Geweben der isolierten Kiemenkörbe abspielen, und sie also eigentlich ausmachen, lassen sich durch die Untersuchung zahlreicher in Längs- und Querschnitte zerlegter Stadien feststellen. Auf alles Technische der Untersuchung soll hier nicht eingegangen werden. Es sei nur gesagt, daß die der folgenden Darstellung zugrunde gelegten Präparate $5\ \mu$ dicke Schnitte durch Objekte sind, die mit FLEMMING'schem Gemisch fixiert und mit Eisenhämatoxylin und Lichtgrün gefärbt worden sind. Andere Verfahren zeigen Übereinstimmendes.

Als Beispiel des Verhaltens typisch differenzierter Zellen bei der Reduktion verfolgen wir die Elemente der Längsmuskelstränge der Leibeswand, die bei *Clavelina* eine ansehnliche Ausbildung haben. Sie gehen bei der typischen Entwicklung aus Mesenchymzellen hervor, die sich aneinander lagern und deren fibrilläre Differenzierungen uns in ausgebildetem Zustande als durchlaufende Stränge entgegentreten.

Die Fig. 1 zeigt Stücke von Längsmuskelsträngen aus der Kiemenkorbbregion unmittelbar nach der Isolation des Kiemenkorbes. Sie befinden sich im Zustande der Kontraktion und sind anscheinend glatt, wenngleich zuweilen, wohl mit dem funktionellen Zustande wechselnd, eine mehr oder minder ausgeprägte Querstreifung vorkommt. Den Fibrillensträngen liegen die Zellkerne in kleinen Höfen von klarem Cytoplasma an. Sie enthalten einen Nucleolus und spärliches in Flocken auf dem achromatischen Kernnetz ver-

teiltes Chromatin. Die Beschaffenheit der Kerne und ihr Lageverhältnis zu dem fibrillären Differenzierungsprodukt ihrer Zelleiber, das jetzt das beherrschende Kontinuum vorstellt, ist charakteristisch für Zellen, die nach Beendigung der Gestaltungsvorgänge nur mehr Betriebsfunktionen zu leisten haben.

Die erste Veränderung, die an den Muskelsträngen des in Reduktion begriffenen Kiemenkorbes wahrzunehmen ist, besteht in einer gewissen Lockerung der Fibrillen. Sie ist kaum durch das Aufhören der Kontraktion veranlaßt, da eine Ausdehnung des isolierten Kiemenkorbstückes überhaupt nicht mehr stattfindet,



Figur 1.

Figur 2.

Figur 3.

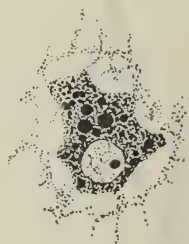
abgesehen davon, daß die zum Vergleiche herangezogenen nicht kontrahierten Fibrillenbündel im Zustande der narkotischen Lähmung fixierter Clavelinen diese Lockerung nicht aufweisen. Mit der fortschreitenden Lockerung der Bündel geht eine eigentümliche Zerstückelung der einzelnen Fibrillen einher. Die Zellkerne werden trübe, indem ihr Chromatin staubartig zerfällt. Die Fig. 2 gibt dieses Stadium wieder. Daß es sich um Zerfallerscheinungen handelt, die durch die Auflockerung eingeleitet werden, wird aus dem, was folgt, völlig klar. Die Fibrillenstückchen werden zu körnigen Gebilden, die hintereinander aufgereiht liegen. Wo sich die Fibrillen einander überkreuzend berührt haben, fließen die Körner zu größeren länglichen Klümpchen zusammen. Die Masse

der ehemaligen Fibrillenstränge hat jetzt sehr an Volumen verloren. Die trüben Kerne sind dagegen gequollen und die Begrenzung des Zelleibes ist auf den freien Seiten und gegen die Fibrillenkörner unscharf geworden (Fig. 3). Schließlich sind die Kerne inmitten der zerfallenen Fibrillen, die ungefähr ihren ehemaligen Verlauf vermuten lassen, nur noch als chromatische Häufchen zu erkennen. Die Muskelstränge samt ihren Bildnerinnen sind in zellenlosen, unorganisierten Detritus verwandelt, indem, nach der Reaktion auf Osmiumtetroxyd zu schließen, fettartige Stoffe vorherrschen. Mit dem Zusammenbruch der Form gehen also chemische Veränderungen einher.

In dem Muskeldetritus herrscht nicht die Ruhe des Todes, sondern aus der primären Leibeshöhle, die bei den Ascidien von



Figur 4.

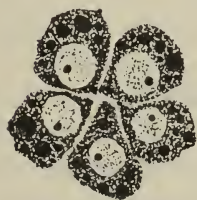


Figur 5.

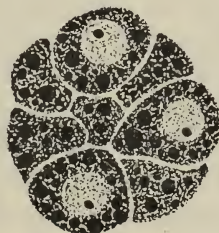
mannigfachen, freien oder in lockerem Verbande befindlichen Zellen bevölkert wird, gelangen amöboide Wanderzellen dahin. Sie erweisen sich als Phagozyten und beladen sich mit den Zerfallsprodukten der Muskeln (Fig. 4). Man findet alle Übergänge zwischen Wanderzellen, deren Zelleib aus schlierigen Substanzen besteht, über solche mit kleineren Körnelungen und größeren Kugeln bis zu den dicht mit Körnern und Kugeln erfüllten. Die Phagozyten räumen ziemlich gründlich mit dem Muskeldetritus auf, so daß sie vollgepfropft in mitten spärlicher Reste angetroffen werden (Fig. 5).

Das Zerstörungswerk betrifft nicht nur die Muskulatur, sondern alle Teile des Kiemenkorbes auf große Strecken hin, so daß bald Kiemendarm, Peribranchialräume, Kloakalraum und Leibeshöhle bis zu dem widerstandsfähigeren ektodermalen Epithel unter dem Zellulosemantel in offener Kommunikation miteinander stehen. Überall sind Phagozyten in Tätigkeit, deren Wanderungen die zerfallenden Gewebe kein Hindernis bieten. Ihr Schicksal ist, nach-

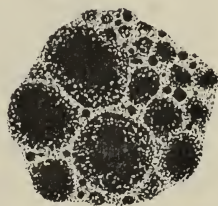
dem sie sich mit Gewebsdetritus voll beladen haben, ein sehr eigen- tümliches. Man begegnet in ihnen, soweit man den reduzierten Kiemenkorb auch verfolgt, keinem Fortschritt der Assimilation der in überreichem Maße aufgenommenen Stoffe, die ihre Zelleiber so dicht erfüllen, daß von ihrem eigenen Cytoplasma kaum mehr etwas wahrzunehmen ist. Sie liegen nicht mehr einzeln verstreut allent- halben umher, sondern nähern sich einander, um sich zu mehreren kleinen Häufchen zusammenzulagern. Die fixen Präparate zeigen oft die Stadien der noch zerstreuten und der da und dort einander genäherten, beladenen Phagocyten in großer Zahl. Was die Zellen zu der Vereinigung in Konglomeraten veranlaßt, ist schwer zu sagen. Man mag von Cytotropismus im Sinne W. Roux's sprechen, um die Erscheinung einem weiteren Begriffe unterzuordnen, ohne aber über die die Annäherung bewirkenden Faktoren etwas Bestimmtes aussagen zu können. Wahrscheinlich zwingen dieselben Faktoren die Phagocyten zu der Zusammenlagerung, die sie bei dem Vorhandensein kleinbröckeliger Zerfallsprodukte diese auf-



Figur 6.



Figur 7.



Figur 8.

nehmen lassen, bei ihrem Fehlen aber die Wanderzellen selbst aneinanderpressen, während ein gegenseitiges Umschließen wegen des gleichen Volumens, ein Zusammenfließen aber zunächst aus inneren Ursachen, etwa durch die Beschaffenheit der Oberfläche, nicht möglich ist. Die Fig. 6 zeigt einen Schnitt durch eine Ansammlung einander genäherter Zellen. Sie zeigen noch die wechselnde Form, die die amöboide Bewegung mit sich bringt. In dem Stadium der Fig. 7 ist bereits eine innige Berührung der Zellen eingetreten. Der ganze Komplex hat ungefähr Kugelform. Die Zellkonturen sind im Inneren durch die gegenseitige Abflachung bestimmt, während die freien Oberflächen abgerundet sind. Der Inhalt der Zelleiber verrät Neigung, zu größeren Tropfen zusammenzuzießen. Es ist also eine Verflüssigung des aufgenommenen Detritus in den Vacuolen vor sich gegangen. Die bisher sehr klaren Kerne werden von einer zunehmenden Trübung ergriffen.

Die Kugeln aus Zellen mit trüben Kernen und Zelleibern von fettigem Vacuoleninhalte erfüllen das Reduktum, das außer ihnen der Hauptsache nach nur noch aus ruinösen Gewebsfragmenten besteht, in großer Zahl. Noch ist an ihnen das Zerstörungswerk nicht vollendet. Nach längerem Verweilen in dem eben genannten Zustande schwinden die Zellgrenzen, und die Kerne gehen in den zusammenfließenden Massen unter. Es scheint, daß der Inhalt der Vacuolen die schwachen trennenden Plasmawände durchbricht und so zuerst die einzelnen Zellen, deren Kerne schon in Degeneration begriffen sind, zugrunde gehen. Schließlich wird das Zellgefüge überhaupt aufgehoben. Die Fig. 8 stellt ein solches Gebilde dar, das nicht mehr als lebend betrachtet werden kann. Was später aus seinesgleichen wird, werden wir noch sehen.

Das Schicksal der Muskelzellen und der von ihnen gebildeten Fibrillenstränge ist charakteristisch für alle histogenetisch differenzierten Zellen bei der Reduktion. Die genaue Verfolgung der Ganglienzellen und der Fasermasse des Gehirnganglions, der Nervenstränge, der Zellen der Flimmergrube und der Neuraldrüse, der verschiedenartigen Flimmer- und Drüsenzellen des Endostyls, der ekto- und entodermalen Anteile der Kiemenspalten und -bögen, der Peribranchialepithelien, der mannigfachen Abkömmlinge des Mesenchyms, der Zellulose abscheidenden Zellen des Ektoderms und schließlich der lebenden Bestandteile des Zellulosemantels während der Reduktion ergibt immer dasselbe, eben die vollständige Auflösung der für den Aufbau der Organe differenzierten Gewebe. Immer schreitet die Histolyse bis zum zellenlosen Detritus fort, meist tritt dazu noch Phagocytose und auch die überfütterten Phagocyten verfallen der Degeneration. Was mit Sicherheit für keine Gewebsart beobachtet wird, ist die Umkehrung der histogenetischen Differenzierung im Sinne der Verjüngung, die indifferente in derselben oder in einer anderen Richtung zu neuen Bildungen befähigte Zellen liefert. Von einem Embryonalwerden irgendwelcher Gewebe im Dienste der rückläufigen Entwicklung kann keine Rede sein.

Die Reduktion als Rückbildung typischer Organisation ist Zerstörung dieser Organisation, und zwar Zerstörung von der Art, die keine Wiederauffrischung mehr duldet und endgültig zum Tode führt. Eine mitunter beträchtliche Anzahl der zu der Reduktion gezwungenen Organismen und Organismenteile geht in der Tat zugrunde, und die Untersuchung der Leichen lehrt, daß sie aus nichts bestehen als aus den beschriebenen Zerfallsprodukten, von

denen man wohl auch ohne weitere Verfolgung ihres Verhaltens keine Neubildung mehr erwarten würde.

Wenn durch Umdifferenzierung des typisch Differenzierten die Neubildung aus dem Reduktum nicht geschehen kann, weil alles Differenzierte der Destruktion verfallen ist, wie geht dann das Er-wachen des neuen Lebens vor sich?

Die Antwort auf diese Frage läßt schon die genaue histologische Durchforschung der ungestörten normalen *Clavelina* vermuten. Wir finden in den verschiedenartig differenzierten ektodermalen und entodermalen Epithelien und unter den mesenchymatischen Elementen der Leibeshöhle Zellen, die sich von ihren Nachbarn wesentlich unterscheiden, unter sich aber sehr ähnlich sind. So



Figur 9.



Figur 10.

enthalten z. B. die Peribranchialepithelien namentlich in der äußeren Wand des Peribranchialraumes allenthalben zerstreut rundliche Platten von ungefähr kubischen Zellen, die auf Schnittbildern sich deutlich von den gewöhnlichen Epithelzellen abheben. Während diese klein sind, ein körnerreiches Cytoplasma und einen kleinen abgeflachten Kern mit relativ großem Nucleolus aufweisen, sind jene groß, in Kern und Zelleib sehr saftreich, haben ein klares Cytoplasma und einen prallen wenig färbbaren Kern mit einem winzigen Nucleolus. Die Fig. 9 gibt eine solche einschichtige Platte im Querschnitt wieder. Im Entoderm begegnet uns Ähnliches. Die Fig. 10 zeigt ein Schnittbild durch eine zweischichtige solche Platte, die dem äußeren entodermalen Epithel eines Kiemenbogens entstammt. Auch hier tritt der Unterschied zwischen den saftreichen großen Zellen und den gewöhnlichen Epithelzellen hervor. Unter den Zellen der Leibeshöhle entsprechen mäßig verzweigte Zellen vom Habitus des embryonalen Mesenchyms und

einlagerungsfreie Wanderzellen den genannten epithelialen Platten. Was alle diese Zellen auszeichnet, ist ihre Indifferenz in histologischer Hinsicht. Sie gleichen vollkommen den Elementen am Ende der Furchung nach der Formierung der Organanlagen, ehe die in der Produktion von Plasmaderivaten bestehende histogenetische Differenzierung einsetzt. In der typischen Entwicklung aus dem Ei oder der Knospe sind sie an die Orte, an denen sie sich jetzt befinden, gelangt und undifferenziert geblieben, während um sie her die Histogenese vor sich gegangen ist. Sie sind Reservezellen im vollen Sinne des Wortes. Von ihnen nehmen die Neubildungen ihren Ausgang, wenn bei der Reduktion alles Differenzierte zugrunde geht.

Nicht alle Reservezellen eines isolierten Thorakalabschnittes der *Clavelina* leisten die Neubildung. Das allseitig in differenziertes Gewebe eingeschlossene indifferente Material teilt meist das Schicksal der Degeneration seiner Umgebung. Nur in den Reservaten in der Nähe der durch den Schnitt erzeugten Wunde sind bald nach der Operation Veränderungen zu bemerken. Während die Zellen bisher in Teilungsrufe verweilt haben, setzen hier jetzt Zellteilungen ein. Es erfolgt eine lebhaft Vermehrung der indifferenten Zellen eines jeden Keimblattes. Als auslösender Faktor für ihre Aktivierung ist wohl die Aufhebung der Nachbarschaftswirkungen (W. Roux) anzusehen, die durch die Operation veranlaßt wird. Indem die ruhenden Reservezellen von den sie umgrenzenden Geweben auf einer Seite befreit werden, wird ihnen Gelegenheit gegeben, ihre Potenzen nach dieser Seite hin zu entfalten. Auf diese Weise wachsen von den angeschnittenen oder dem Wundrande benachbarten Reservaten des Entoderms und des Ektoderms Proliferationen aus, von denen die gleichartigen sich unter sich vereinigen. Die über der Wunde sich ergebende Neubildung besteht daher aus einem entodermalen und einem ektodermalen Blatte, zwischen denen sich indifferentes Mesenchym reichlich ansammelt.

Betrachtet man den in Umbildung begriffenen, isolierten Kiemenkorb bei durchfallendem Licht, so ist der distale in destruktiver Rückbildung befindliche Teil undurchsichtig oder trüb, während die Region der Neubildungen hell und durchscheinend ist. Es bestehen weitgehende individuelle Unterschiede insofern, als bald die Neubildung gleich nach der Operation eine gewisse Mächtigkeit erreicht und die Destruktion des Differenzierten gleichsam erst nach sich zieht, bald zuerst alles Vorhandene zerstört wird und

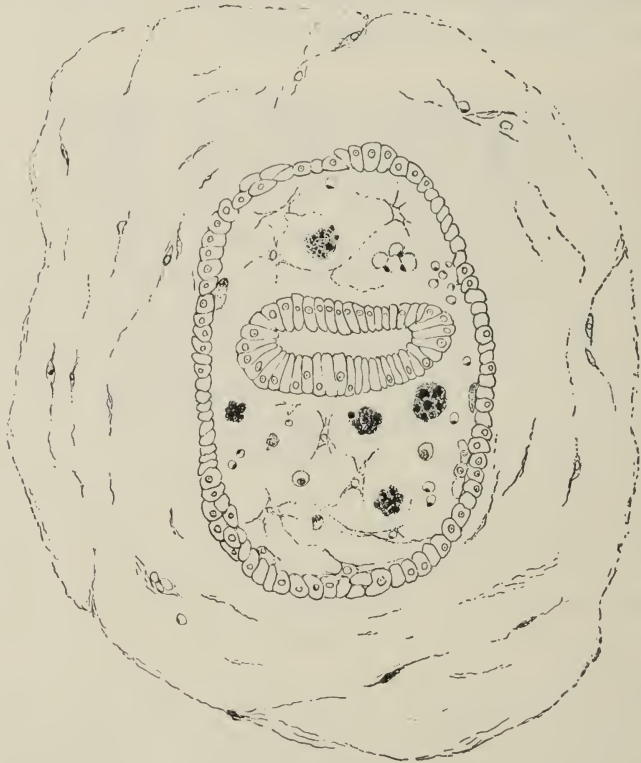
erst dann die Neubildungen einsetzen. DRIESCH'S „gemischter Modus der Restitution“ (siehe S. 125) ist wohl auf den ersten Fall zurückzuführen. Tatsache ist jedenfalls, daß immer eine totale Destruktion der differenzierten und eine totale Neubildung aus indifferenten Zellen statthat. Da es vom Zufall abhängt, in welchem Maße der operative Schnitt Lager von Reservezellen bloßlegt, und so ihre Aktivierung auslöst, werden manche Objekte rascher zu Neubildungen gelangen als andere. Es liegt also nicht eigentlich an einer individuellen Disposition zu langsamer oder beschleunigter Neubildung, sondern die Operation schafft zufällig eine günstige oder eine ungünstige Ausgangssituation.



Figur 11.

Über den Verlauf der Gestaltungsvorgänge in ihren Einzelheiten orientieren Längs- und Querschnitte. Die Fig. 11 zeigt das proximale Ende eines Längsschnittes durch das Stadium, in dem die aus den Reserven auswachsenden Proliferationen epithelialen Zusammenschluß gefunden haben. Die in Vermehrung begriffenen indifferenten Zellen sind vor den degenerierenden differenzierten Geweben durch ihr klares Plasma ausgezeichnet. Die zu einer kuppenförmigen Bildung gediehene entodermale Partie hat von den Reservaten angeschnittener Kiemenbögen ihren Ausgang genommen, während die ektodermale Partie der Leibeswand entstammt. Zwischen Ektoderm und Entoderm finden sich zahlreiche Mesenchymzellen mit anastomosierenden Ausläufern, Phagocyten und Blutzellen. Distal-

wärts liegen die zerfallenden Gewebe des Kiemenkorbes, in denen die Zellen nur noch undeutlich gegeneinander abgegrenzt sind. In der Leibeshöhle begegnet man den Stadien der phagocytären Rückbildung. Im Ektoderm sind die Mantelbildner noch ziemlich gut erhalten. Der Zellulosemantel selbst weist kaum Veränderungen auf. Der ektodermalen Neubildung liegt er nicht wie sonst dem Ektoderm an, sondern ist darüber abgehoben. Er ist auch nicht das Produkt dieses noch nicht sezernierenden Ektoderms, sondern der alte über der Schnittwunde zusammengeschlossene Mantel.



Figur 12.

Als bedeutungsvolles Stadium der Neubildung betrachten wir jenes, das aus zwei an beiden Enden geschlossenen Röhren besteht, von denen die innere entodermale von der äußeren ektodermalen umschlossen wird. Den Raum zwischen den beiden Röhren nimmt das Mesenchym und der Detritus der rückgebildeten Gewebe ein. Oft sind die Röhren nicht viel länger als weit, so daß von fast kugeligen Blasen gesprochen werden kann. Die Fig. 12 zeigt einen Querschnitt durch ein solches Gebilde. Bei der auf das

Äußere beschränkten Betrachtung wird man es noch als „Reduktum“ ansprechen. Es ist aber viel mehr als ein Stadium der Rückbildung; denn wir kennen es ja als die gleichzeitig mit oder nach der Rückbildung vor sich gegangene Neubildung. Die wenigen indifferenten Zellen, die es durch fortgesetzte Teilung gebildet haben, ohne dabei ihr Volumen zu verringern, bedürfen natürlich der Ernährung, und wir müssen annehmen, daß ihnen die fettig degenerierten Gewebe der Kiemenkorbororganisation die benötigte Nahrung liefern. Über die Physiologie der wohl während des Teilungswachstums vor sich gehenden Nahrungsaufnahme und -assimilation können wir keine Angaben machen. Das letzte beobachtete Stadium der Phagocyten-degenerate (Fig. 14) spricht für eine Verflüssigung dieser Gebilde.

Die dreischichtige Blase (Ektoderm, Mesenchym, Entoderm), mit der wir bei der Betrachtung der Neubildung Halt machen, gleicht in allen wesentlichen Zügen einer Bildung, die in der typischen Entwicklung der *Clavelina* eine bedeutsame Rolle spielt. Die *Clavelina* vermehrt sich bekanntlich auf ungeschlechtlichem Wege dadurch, daß das aus dem befruchteten Ei hervorgegangene Oozoid Ausläufer, die Stolonen, treibt, aus denen durch Knospung die Blastozoiden sprossen. Der Stolo zeigt an den Stellen, wo er sich zu der Bildung einer Knospe anschickt, morphologisch, histologisch und cytologisch dieselbe Zusammensetzung wie die bei der Reduktion von uns beobachtete Neubildung. Die Fig. 13 stellt einen Querschnitt durch den zylindrischen Stolo prolifer dar. Unter dem Zellulosemantel liegt das Ektoderm, das außer den Zellulose absondernden Zellen mit sekretführenden, spitzen Ausläufern auch rundliche undifferenzierte Zellen aufweist. Bei der neugebildeten Blase, die noch keinen eigenen Mantel abgeschieden hat, besteht das Ektoderm nur aus solchen undifferenzierten Zellen. Das Mesenchym beider Gebilde stimmt völlig überein. Es kommen sogar in der Höhlung des typischen Stolos häufig Konkreme degenerierter Gewebe vor. Das Entoderm des Stolos, das sogenannte Stoloseptum, ist zwar im auswachsenden Stolo keine Röhre mit deutlichem Lumen, in der Knospenbildungsregion aber formt es sich zu einer geschlossenen Aussackung um.

Mit der dreischichtigen Blase nach der Reduktion von Kiemenkorbstücken und der typischen Knospenanlage am Stolo prolifer zeigt noch ein Drittes übereinstimmenden Bau, nämlich dasjenige Gebilde, das als Formierung aus der „Reduktion“ eines ausgeschnittenen Stolostückes hervorgeht. Letzteres erweist sich als nichts anderes als eben eine Knospenanlage, die ausdauert und

weiterwächst, während der Rest des Stolostückes zugrunde geht, alle drei genannten Gebilde haben dieselbe Zusammensetzung und dieselbe Herkunft. Sie sind in jedem Fall die Bildungen bestimmender indifferenten Zellen. Wie kaum anders zu erwarten, stimmen sie auch in ihrem weiteren Verhalten überein. Die beiden Epithelien samt der Zwischenschicht lassen die Organe der *Clavelina* in der für die Entwicklung aus der Knospe typischen Weise entstehen. Auf die Schilderung der Bildung der Anlagen



Figur 13.

im einzelnen muß bei der hier gebotenen Kürze der Darstellung vorläufig verzichtet werden. Es sei nur wieder auf unser schon bei der Besprechung der Destruktion herangezogenes Beispiel der Längsmuskelstränge der Leibeswand verwiesen, um zu zeigen, daß auch die histogenetische Differenzierung in der Neubildung durchaus typisch verläuft. Nach der vorausgehenden Chromatinanreicherung in dem Kern, sondert sich in den peripherischen Teilen der spindelförmig gewordenen Zellen dichtes Plasma zu parallel verlaufenden Fibrillen. Die sich mehr und mehr ausstreckenden Spindelenden enthalten fast nur mehr fibrillär differenziertes Plasma.

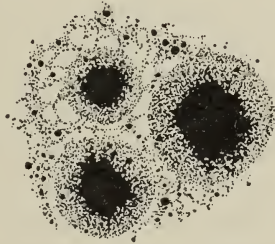
Schließlich durchsetzen die Fibrillen auch die zentralen Partien der Zellen und verschweißen an den auslaufenden Enden miteinander, so daß das durchgehende Kontinuum die Grenzen der Bildnerinnen aufhebt. Die Fig. 15 zeigt ein mittleres Stadium der Myogenese. Ein Vergleich mit dem inzwischen bis zur Verflüssigung gelangten Degenerat der differenzierten Zellen der Kiemenkorbanorganisation (Fig. 14) lehrt, daß kein genetischer Zusammenhang zwischen den rückgebildeten Geweben und den nunmehr in Histogenese begriffenen bestehen kann.

Erwähnt sei, daß bei der Neubildung von Clavelinen aus Bruchstücken der Thorakalregion und aus Stolostücken zuweilen nicht eine, sondern zwei, bei Stolostücken eventuell sogar mehr Ganzbildungen hervorgehen. Dergleichen kommt dadurch zustande, daß zufällige Einschnürungen oder Zerreißen des so nochmals geteilten

Stückes eine oder mehrere Knospenanlagen entstehen lassen.

Die Reduktion ganzer Clavelinen wird durch extrem hohe oder

tiefe Temperaturen herbeigeführt. Sie tritt im Hafen von Palma de Mallorca, dem meine Objekte entstammen, Anfang Juli als Einleitung einer Sommergeruhe regelmäßig ein. Durch eine Temperatur von ca. 26 ° C habe ich sie jederzeit herbeiführen und durch Vermeiden einer Temperatur von mehr als 20 ° C ihren Eintritt verhindern können. Daß niedere Temperaturen ebenfalls reduzierend wirken, zeigen die Angaben von H. KERR (1908) über die Überwinterung der Clavelinen der nördlichen Meere. Die Reduktion der ganzen *Clavelina* besteht in einer völligen Zerstörung der Organisation bis auf die Herde von Reservezellen, die sich am Fußende da befinden, wo das Tier mit dem alle Individuen der Kolonie verbindenden Stolo verwachsen ist, also der Stelle seiner eigenen Knospung, wenn es sich um ein Blastozoid handelt. Es bleibt wie bei dem isolierten Stolostück eine Knospenanlage erhalten. Außer den typischen dreischichtigen ruhenden Anlagen finden sich auch ektodermale Blasen, die nur fettigen Detritus, ein wenig Mesenchym und kein Entoderm enthalten. Es scheint mir zweifelhaft, ob aus



Figur 14.



Figur 15.

ihnen noch irgend etwas werden wird. Sie sind wohl unvollständige Bildungen, denen eine Weiterentwicklung nicht möglich ist.

Überblicken wir das, was wir über die die Rückbildung und Wiederauffrischung der Gewebe und über die die Umbildung der Organisation bewirkenden Vorgänge festgestellt haben, so ergibt sich folgendes:

Bei der Reduktion von Stücken des Körpers oder des Stolos der *Clavelinen* und von ganzen Tieren wird die aus histogenetisch differenzierten Geweben bestehende Organisation vollständig zerstört, indem die Gewebe auf dem Umweg der Phagocytose oder geradewegs der histolytischen Degeneration verfallen. Gelegentlich der Destruktion des Differenzierten werden die bei der typischen Ontogenese indifferent gebliebenen Zellkomplexe von den Nachbarschaftswirkungen befreit und ihnen die bisher aufgehaltene Weiterentwicklung ermöglicht. Es kommt zu der Bildung einer typischen Knospenanlage aus drei in sich indifferenten Zellschichten, die in durchaus typischer Entwicklung die Bildung der neuen *Clavelina* leisten.

Auf diesen Tatsachenbestand zurückgeführt, verlieren die Umbildungen der *Clavelina* und ihrer Teile das Wunderbare und Seltene, das den Erscheinungen bei der bloßen Betrachtung ihres äußeren Verlaufes anhaftet. Von höchster Bedeutung ist vor allem die Erkenntnis, daß, was auch geschieht, die Grenzen des Typischen nicht überschritten werden, also der Organismus nicht mehr leistet, als seine ursprüngliche Determination in sich begreift. Atypisch ist eigentlich nur die vorzeitige Vernichtung unvollständiger Organisation bei der Reduktion der Bruchstücke und ganzer Organisationen bei erheblicher Störung der Realisationsfaktoren. Gerade diese von außen induzierten, nicht durch im Organismus selbst gelegene Faktoren bewirkten Atypien veranlassen die typisch vorgebildeten Reserveanlagen zu der eigenen typischen Bildung.

Von einer eingehenden theoretischen Verwertung des Falles *Clavelina* soll hier abgesehen werden. Sie kann vorteilhafter zusammen mit den gleichsinnigen Ergebnissen von Versuchen an anderen Objekten und im Rahmen einer Theorie der ontogenetischen Determination, die sich auf breiter Basis erhebt, vorgenommen werden. Wir begnügen uns mit kurzen Andeutungen in Rücksicht auf die eingangs genannten Ansichten jener Autoren, die sich auf die erst jetzt einigermaßen durchschauten Vorkommnisse bei *Clavelina* stützen.

Mit Sicherheit in Abrede zu stellen ist die von E. SCHULTZ angenommene Umkehrung oder gar Umkehrbarkeit des Entwick-

lungsgeschehens. Wo das, was an Organisiertem vorhanden ist, nicht nur in der speziellen Organisation schlechthin zerstört, sondern auch das aufbauende Material einfach aufgelöst wird, wird niemand von „rückläufiger Entwicklung“ als einer „elementaren Grundeigenschaft der lebenden Materie“ sprechen wollen. Im besonderen gibt es keine Entdifferenzierung bereits einmal in irgendeiner Richtung histogenetisch differenzierter Zellen. Gerade die genaue Verfolgung der reduktiven Prozesse bei *Clavelina* bestätigt aufs neue die Einsinnigkeit und Spezifität aller auf der Produktion von Plasmaderivaten beruhenden Differenzierungen, die die cytologische Analysis der Entwicklungsvorgänge schon früher gelehrt hat. Wie die Entwicklung der Einzelzellen eine durchaus einsinnige ist, ist es auch die der von ihnen aufgebauten Gewebe, in denen wir nichts als eben den Effekt des Zusammenwirkens der Einzelzellen sehen können.

Der Fall *Clavelina* kann nicht als die Verjüngung eines gealterten Individuums oder eines ausgebildeten Teiles eines solchen betrachtet werden. Eine unfäßliche Individualität wird überhaupt nicht über die Reduktion hinaus erhalten, namentlich da nicht, wo aus einem Reduktum mehr als eine Ganzbildung hervorgeht. Es handelt sich vielmehr um die Zerstörung eines Individuums und die Bildung eines oder mehrerer neuer Individuen aus dafür prädisponiertem Material, sozusagen um einen Fortpflanzungsakt, wie wir ihn in der Knospung vor uns haben.

Mit der Aufgabe der Individualität erledigt sich auch die Frage der Polarität; denn es hängt von Zufälligkeiten ab, welche Lage die Formierung der Reservezellen in bezug auf die vorher bestehende Organisation einnimmt.

Nach unseren Untersuchungen sind weder die ganze *Clavelina*, noch ihre einzelnen Körperabschnitte, noch der Stolo harmonisch-äquipotentielle Systeme im Sinne von H. DRIESCH. Damit sind aber seine an die Existenz solcher Systeme geknüpften Schlüsse noch nicht widerlegt. Er wird jetzt vielmehr die drei Schichten der aus indifferenten Zellen formierten Blase als eine Dreiheit in sich harmonisch-äquipotentieller Systeme ansehen. Sein bevorzugtes Paradigma verliert dadurch zwar an Großartigkeit, bleibt aber doch noch brauchbar. Bedenklicher ist, daß von Äquifinalität, von der Variabilität der gestaltenden Wirkungen bei der stets folgenden Konstanz im harmonischen Effekt, nicht mehr gesprochen werden kann; denn wir haben gesehen, daß es sich immer nur um typisches, einsinnig determiniertes Geschehen handelt. Wir sind allerdings

augenblicklich nicht in der Lage, den Determinationskomplex der *Clavelina*-Entwicklung restlos in seine Einzelfaktoren aufzulösen. Wenn wir uns aber daran erinnern, daß wir in der frühesten Ontogenese bei der Entwicklung aus dem Ei, nämlich in der Furchung und der sich daran anschließenden Formierung der Organanlagen, ein in sukzessiven Akten determiniertes Geschehen erkannten, also die von DRIESCH für seine „Elementarorgane“ gemachte Annahme harmonisch-äquipotentieller Systeme als unhaltbar nachweisen konnten, werden wir bei der Entwicklung aus der Knospe der Behauptung harmonisch-äquipotentieller Systeme mit äußerster Skepsis begegnen. Wir werden es jedenfalls für ein gewagtes Spiel halten, wenn das vorläufige Unterbleiben der Analysis als Kennzeichen der Unauflösbarkeit angesehen und mit solcher Begründung der Vitalismus proklamiert wird, ein Verfahren, das sich schon einmal, eben für die Furchung, als folgenschwerer Irrtum herausgestellt hat.

Nachwort:

Die Experimente mit *Clavelina* wurden zusammen mit anderen ähnlicher Art nach in der Stazione zoologica zu Neapel angestellten Vorversuchen in dem Laboratorio biológico-marino zu Porto-Pi bei Palma de Mallorca (Balearen) ausgeführt. HERR ODON DE BUEN, Professor an der Universität Madrid, hatte mir in der von ihm errichteten und mit allen Forschungsmitteln ausgerüsteten Anstalt von April bis September 1913 ein Arbeitszimmer zur Verfügung gestellt. Ihm und den anderen spanischen Freunden, die der sprichwörtlichen Gastfreundschaft ihres Landes alle Ehre machten, bleibe ich zu verbindlichem Danke verpflichtet.

Wegen aller Einzelheiten der Anordnung und der Ausführung der Versuche, der Verarbeitung des experimentell gewonnenen Materials und der theoretischen Verwertung der Ergebnisse im Zusammenhang mit den in der Literatur vorliegenden Angaben anderer Autoren sei auf spätere Publikationen verwiesen. In dem vierten Teil meines Versuchs einer cytologischen Analysis der Entwicklungsvorgänge findet sich bereits manches auch hier Einschlägige und vorläufige kurze Bemerkungen sind in dem Vortrag zur Kritik des Neovitalismus gemacht.

Zu den hier gegebenen Abbildungen sei gesagt, daß die Fig. 1—10 und 14, 15 bei der mit der homogenen Apochromatimmersion n. A. 1,3, 2 mm und dem Kompensationsokular 12 von CARL ZEISS erzielten Vergrößerung auf der Höhe des Objektisches

gezeichnet und in der Originalgröße reproduziert sind. Die Fig. 11 bis 13 sind mit dem Objektiv D und dem Okular 4 gezeichnet und bei der Reproduktion auf zwei Drittel der Originalgröße verkleinert worden.

Literaturverzeichnis.

- DRIESCH, H., 1902 a, Über ein neues harmonisch-aequipotentiell System und über solche Systeme überhaupt, in: Arch. Entw.-Mech., Vol. 14.
 — 1902 b, Studien über das Regulationsvermögen der Organismen. VI. Die Restitutionen von *Clavellina lepadiformis*, in: ibid., Vol. 14.
 KERB, H., 1908, Biologische Beiträge zur Frage der Überwinterung der Ascidien, in: Arch. mikrosk. Anat., Vol. 71.
 SCHAXEL, J., 1912—14, Versuch einer cytologischen Analysis der Entwicklungsvorgänge. I—III, in: Zool. Jahrb., Anat., Vol. 34, 35, 37; IV, ibid., Physiol., Vol. 35.
 — 1914, Zur Kritik des Neovitalismus. Jenaische Zeitschr. Naturw., Vol. 52.
 SCHULTZ, E., 1907, Über Reduktionen. III. Die Reduktion und Regeneration des abgeschnittenen Kiemenkorbes von *Clavellina lepadiformis*, in: Arch. Entw.-Mech., Vol. 24.
 — 1908, Über umkehrbare Entwicklungsprozesse, in: Vortr. u. Aufs. Entw.-Mech., hrsg. v. W. ROUX, H. 4.

Diskussion: Herr Prof. HEIDER.

Herr Prof. HERBST bestreitet, daß die vom Vortragenden mitgeteilten Tatsachen die Existenz harmonisch-äquipotentieller Systeme bei Tunicaten und Echinodermen irgendwie in Frage stellen.

Herr Prof. SPEMANN: Herr SCHAXEL verwechselt nach meiner Ansicht den Begriff resp. das Problem des harmonisch-äquipotentiellen Systems mit den Schlußfolgerungen, die DRIESCH daran knüpft. Man kann die letzteren ablehnen und doch in dem ersteren ein Grundproblem der Entwicklungsphysiologie erblicken.

Herr Dr. SCHAXEL verweist wegen der die Furchung betreffenden Versuche, ihrer Ergebnisse und der seiner Meinung nach daraus folgenden Beurteilung der DRIESCH'schen Begriffe auf seine diese Gegenstände betreffende ausführliche Publikation.

Herr Dr. A. THIENEMANN (Münster i. W.):

Die Notwendigkeit der Begründung eines Institutes für die Hydrobiologie der Binnengewässer.

Vor drei Jahren erstattete WILHELM ROUX für die Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften ein „Gutachten über dringlich zu errichtende Biologische Forschungsinstitute, insbesondere über die Errichtung eines Institutes für Entwicklungs-

mechanik“¹⁾. Wenn nach ihrem Programme es Aufgabe der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft ist, wissenschaftliche Forschungsinstitute zu errichten und zu unterhalten, die nötig sind, um Deutschlands wissenschaftliche Stellung zu wahren, so handelt es sich, wie Roux im Beginne seines Gutachtens ausführt, dabei um zwei Gruppen von wissenschaftlichen Disziplinen:

einmal um solche, „in denen Deutschland an der Spitze steht und in Gefahr ist vom Auslande überholt zu werden, oder um Disziplinen, in denen Deutschland an der Spitze stand und schon überholt worden ist“;

zweitens aber verdienen nach Roux's Meinung solche Förderung „vor allem neue Disziplinen, welche bereits Wichtiges geleistet haben, von denen aber noch viel zu erwarten ist“.

Eine solche neue Disziplin, die bereits Wichtiges geleistet hat, von der aber noch viel zu erwarten ist, ist die Hydrobiologie. Die Errichtung eines Institutes für die Hydrobiologie, speziell der Binnengewässer, ist dringend notwendig, wollen wir Deutschen nicht von anderen Nationen — vor allem den Amerikanern — in unserer Wissenschaft in kurzer Zeit überflügelt werden!

Vor kurzem habe ich dies in einem Aufsätze über „Hydrobiologie als selbständige Wissenschaft und die Gründung einer Anstalt für die Hydrobiologie der Binnengewässer“²⁾ eingehend auseinandergesetzt; es würde von ganz besonderem Werte für meinen Vorschlag sein und ihn der Verwirklichung schon ein gut Stück näherbringen, wenn die offizielle Vertretung der deutschen Zoologen, die Deutsche Zoologische Gesellschaft, sich meinen Ausführungen anschließen und, wenn möglich, eine entsprechende den maßgebenden Stellen zuzusendende Resolution fassen wollte.

Meine programmatischen Auseinandersetzungen liegen Ihnen in Sonderabzügen hier vor; auf ihren Hauptinhalt möchte ich indessen hier doch noch einmal wenigstens zum Teil eingehen, um so mehr, als seit der Ausgabe der Sonderabzüge ein ziemlich lebhafter Brief-

¹⁾ Gedruckt als Heft XV der Vorträge und Aufsätze über Entwicklungsmechanik der Organismen. Leipzig 1912.

²⁾ Int. Revue d. ges. Hydrobiol. und Hydrograph. Bd. VII. Vgl. hierzu: ZACHARIAS, Neue Ziele und Aufgaben der Gewässerbiologie. Archiv f. Hydrobiol. u. Planktonkunde IX. 1914, p. 389—410.

FRANZ, Zum Plan eines Forschungsinstitutes für Hydrobiologie. *ibid.* p. 503—511.

wechsel mir manche Einzelheit in eine neue und andersartige Beleuchtung gerückt hat.

Die Hydrobiologie ist eine **neue** Disziplin: mit F. A. FOREL'S und WEISMANN'S Forschungen im Süßwasser, mit der Heimkehr der Challengerexpedition von der Hochsee beginnt das Interesse weiterer wissenschaftlicher Kreise sich ihr zuzuwenden, und die Klärung und Vertiefung ihrer Probleme in den letzten zwei Jahrzehnten, besonders aber in den allerletzten Jahren hat dargetan, daß die Hydrobiologie auch ein durchaus selbständiger Zweig an dem großen Baume der biologischen Wissenschaft ist.

Wie TSCHULOK¹⁾ kürzlich gezeigt hat, findet die biologische Wissenschaft, die sich auf sich selbst besinnt, sieben Fragen, die in bezug auf den Organismus beantwortet sein müssen, damit unser rein wissenschaftliches Interesse sich vollständig befriedigt fühlt; und so lassen sich auch sieben selbständige Hauptdisziplinen innerhalb der großen Wissenschaft vom Leben unterscheiden:

1. Die Verteilung der Organismen auf Gruppen nach dem Grad ihrer Ähnlichkeit (Klassifikation oder Taxonomie). 2. Die Gesetzmäßigkeiten der Gestalt (Morphologie). 3. Die Lebensvorgänge in den Organismen (Physiologie). 4. Die Anpassungen der Organismen an die Außenwelt (Ökologie). 5. Die Verteilung der Organismen im Raume (Chorologie). 6. Das zeitliche Auftreten der Organismen in der Erdgeschichte (Chronologie). 7. Die Herkunft der organischen Wesen (Genetik). Der vierte dieser sieben völlig inkommensurablen materiellen Gesichtspunkte der biologischen Forschung, der ökologische, behandelt die Beziehungen der Organismen zueinander und zu ihrem Aufenthaltsorte, zum Medium; Grundbegriff der Ökologie ist die Anpassung, oder, wenn man lieber will, die Lebenserhaltung.

Unter den biologischen Instituten, deren Errichtung Roux in seinem Gutachten nach dem Institut für Entwicklungsmechanik empfiehlt, befindet sich (p. 22) auch eine Anstalt „für die Ermittlung der Wirkung der äußeren Lebensbedingungen“, d. h. also ein allgemein ökologisches Institut.

Wenn ich hier nur die Begründung einer Anstalt für Hydrobiologie, also für das ökologische Studium der Wasserorganismen

1) TSCHULOK, Das System der Biologie in Forschung und Lehre. Jena 1910. Vgl. auch:

TSCHULOK, Logisches und Methodisches. In ARNOLD LANG'S Handbuch der Morphologie der wirbellosen Tiere. Bd. 2. Auch separat als Züricher Habilitationsschrift. Jena 1912.

empfehle, so liegt der Grund vor allem darin, daß eine Geobiologie, d. h. eine eigene Wissenschaft, die die Wirkung terrestren Lebens im Gegensatz zum Aufenthalt im Wasser auf die Organismen erforscht, zurzeit nicht existiert. SIMROTHS geistvolles Buch über „die Entstehung der Landtiere“ bedeutet einen ersten und einzigen Versuch in dieser Richtung. Es lassen sich auch Gründe genug angeben, aus denen heraus sich die Bevorzugung der Wasserorganismen gegenüber ihren Geschwistern auf dem Lande bei ökologischen Studien sachlich verstehen läßt. [In meinem Aufsatz über „Hydrobiologie als selbständige Wissenschaft“ habe ich sie angeführt, so daß ich mich hier mit einem Hinweis darauf begnügen kann.]

Hydrobiologie ist also nicht etwa nur „Wasserzoologie“ oder „Wasserbotanik“ im allgemeinen, sondern die Wissenschaft von den Besonderheiten der Organismenwelt des Wassers, die als Anpassungen an die Besonderheiten des Mediums, des Wassers erscheinen. Die Hydrobiologie versucht also spezifische Form und Leben, sowie die Verteilung der Pflanzen und Tiere des Wassers aus den besonderen Lebensbedingungen, die das Wasser im Gegensatz zum Lande bietet, zu verstehen. So definiert aber ist die Hydrobiologie eine in ihren Zielen durchaus selbständige Wissenschaft oder zum mindesten ein selbständiger Zweig der allgemeinen biologischen Wissenschaft.

VOR 26 Jahren trat OTTO ZACHARIAS zum erstenmal mit einem „Vorschlag zur Begründung von zoologischen Stationen behufs Erforschung der Süßwasserfauna“¹⁾ an die Öffentlichkeit. In zahlreichen Publikationen hat er das Interesse weiter Kreise für die limnologische Forschung geweckt und schließlich ja auch die staatliche Unterstützung seiner Station am Plöner See erreicht. Aber nicht allein die Wichtigkeit der zu behandelnden wissenschaftlichen Fragen gab den Ausschlag für die Bewilligung von Geldmitteln seitens der Behörden; nein neben, oder vielleicht sogar vor dem rein wissenschaftlichen Interesse mußte immer wieder der Nutzen hervorgehoben werden, den die Praxis von einem solchen Institute haben könne. Sei es nun die fischereiliche Ausbeutung unserer Binnengewässer, für deren Verbesserung eine derartige Station durch ihre Studien wertvolle wissenschaftliche Grundlagen schaffen konnte, sei es die Praxis des naturkundlichen Unterrichtes, dem sich in den Süßwasserorganismen, speziell den planktonischen, ein stets leicht erreichbares

1) Zoolog. Anzeiger 1888. Nr. 269.

und bequem zu verarbeitendes Material für biologische Demonstrationen und Übungen darbot.

Ich halte es nicht mehr für nötig, ausdrücklich und ausführlich auf die Wichtigkeit der hydrobiologischen Forschung für die Praxis einzugehen. Was sie in dieser Hinsicht leisten kann, hat sie in den letzten Jahrzehnten hinreichend gezeigt; es sei nur an die Erfolge der internationalen Meeresforschung, an die vielseitigen fischereibiologischen Studien im Süßwasser, an den Ausbau der sog. biologischen Wasseranalyse usw. erinnert. Die Zeiten haben sich geändert: auch den rein wissenschaftlicher Forschung ferner stehenden, in der Praxis des staatlichen Lebens führenden Persönlichkeiten ist es voll bewußt geworden, daß eine jede Erweiterung und Vertiefung der rein theoretischen naturwissenschaftlichen Forschung auch ohne weiteres eine wesentliche Förderung der angewandten Disziplinen und damit der Praxis selbst bedeutet.

Darum kann ich mich hier darauf beschränken, auf die wissenschaftliche Bedeutung der Hydrobiologie hinzuweisen.

Wissenschaftlich wichtig und bedeutungsvoll aber wird ein jeder biologischer Forschungszweig dann, wenn er uns hineinführt in die Tiefe der Probleme des Lebendigen!

Indessen: es hieße Eulen nach Athen tragen, wenn ich Ihnen, meine Herren, die Sie mitten im Getriebe des wissenschaftlichen Lebens stehen und die qualitativ wie quantitativ, extensiv wie intensiv so stattlichen Leistungen verfolgen, die die zoologische und biologische Forschung überhaupt, fast möchte man sagen, tagtäglich aufzuweisen hat, hier etwa eine eingehende Schilderung der Ergebnisse und Fortschritte der modernen hydrobiologischen Forschung geben wollte. Um so weniger wäre das angebracht, als ja mancher unter Ihnen selbst in so hervorragendem Maße an der Entwicklung, dem Aufblühen und der stetig größeren Reife dieser Wissenschaft Anteil hat. Doch darf ich wohl einiges Wenige, es aus der Fülle des gleich Wichtigen, Wertvollen und Erwähnenswerten herausgreifend, Ihnen in die Erinnerung rufen.

Grundlegendes ist in den letzten Jahren im Gebiete des hydrobiologischen Formproblems geleistet worden, des Problems, das die Beziehungen zwischen der Form und damit auch der Lebensweise der Wasserorganismen einerseits und den Eigentümlichkeiten ihres Wohnmediums andererseits aufzudecken bestrebt ist. Was kürzlich hierbei für die Planktonorganismen insbesondere WESENBERG-LUND und WOLTERICK — die von ganz verschiedenen Seiten und mit ganz verschiedenen Methoden an die

gleiche Aufgabe herangetreten sind — geleistet haben, ist bekannt. Und ebenso wissen Sie, wie gerade diese Untersuchungen schließlich hineingeführt haben in eines der Zentralprobleme der Wissenschaft vom Lebendigen, in das der Beziehung zwischen den aktuellen Faktoren der äußeren Lebensbedingungen und der historisch, durch die Vererbung bedingten, in Form und Lebensweise sich ausprägenden Eigenart des Organismus. Weniger bekannt dürften vielleicht manchem von Ihnen die feinsinnigen Untersuchungen des Genfer Forschers Fr. BROCHER sein über die Atmung der wasserbewohnenden Insekten sowie besonders auch über die biologische Bedeutung der Kapillärphänomene, die sich an der Wasseroberfläche abspielen, Untersuchungen, die uns eine große Menge von Organisationseigentümlichkeiten luftatmender Wasserinsekten als Anpassungen an die eigentümlichen Verhältnisse des Flüssigkeitshäutchens verständlich gemacht haben und die inhaltlich und formal geradezu kleine Kabinettstücke ökologischer Forschung darstellen.

Aber mehr noch als in dem Gebiete des Formproblems entfaltet in dem des Verteilungsproblems die Hydrobiologie ihre Eigenart und Selbständigkeit; hier zeigt sich, „daß sie uns ganz neue, besondere, nicht mehr nur zoologische oder botanische oder physiologische, sondern eben hydrobiologische Aufgaben stellt, zu deren Lösung auch ganz besondere Methoden nötig sind.

Hier wird die Hydrobiologie zu einem wissenschaftlichen Grenz- oder, besser gesagt, Zwischengebiete, das, selbständig in seinen Aufgaben und Zielen, seine Ausgangspunkte von den verschiedensten Nachbardisziplinen nimmt und ihnen zum Teil wenigstens auch seine Methoden entleiht.“

Die Faktoren geographisch-geologischer, physikalisch-chemischer und ökologisch-biocoenotischer Art, die die Verbreitung der Wasserorganismen regeln, zu untersuchen, und das Bild der durch das Zusammenwirken dieser Faktoren entstandenen Fauna und Flora der einzelnen Wasseransammlungen zu entrollen, ist die Aufgabe dieses zweiten Hauptteils hydrobiologischer Forschung.

Denn die Verteilung der Organismen auf unserem Planeten ist ebensowenig etwas Zufälliges, wie es die Form des einzelnen Organismus ist. Wie im Organismus alle Teile in Wechselbeziehung zueinander stehen, wie ihr Werden und Sein von inneren und äußeren Faktoren bedingt und gesetzmäßig geregelt ist, so bilden auch die durch die notwendige Vergesellschaftung mehrerer oder vieler Organismen an einer und derselben Stelle entstandenen Lebensgemeinschaften zusammen mit ihrem Lebensraum (Biotop)

gleichsam Organismen höherer Ordnung. Daß der See einen Mikrokosmos darstellt, ist ja häufig ausgeführt worden. Den Gesetzen nachzuspüren, die eine Lebensgemeinschaft zusammenhalten und in ihrer Eigenart bestimmen und wiederum mit anderen Biocoenosen zu höheren Einheiten (Biosynoeceen) verbinden, dürfte eine Aufgabe sein, der wissenschaftlich die gleiche Bedeutung zukommt, wie z. B. den Versuchen, die Faktoren zu analysieren, die den Werdegang und damit auch das morphologische und physiologische Bild des erwachsenen Einzelorganismus bedingen.

Gerade diesem Teil der hydrobiologischen Forschung haften naturgemäß ganz besondere Schwierigkeiten an; viel Interessantes haben uns die Arbeiten der letzten Zeit gebracht, aber das meiste ist der Zukunft vorbehalten, und bei der überaus intensiven Tätigkeit, die gerade auf diesem Gebiete zurzeit an vielen Stätten wissenschaftlicher Forschung herrscht, ist, vielleicht schon für die nächste Zukunft, in diesem Gebiete „noch viel zu erwarten“. Um welche Probleme es sich dabei handelt, mögen einige lose aneinandergereihte Stichworte zeigen: biologische Bedeutung der im Wasser gelösten Gase und Salze; Rolle der Temperatur, des Lichtes, der Bewegung; geographische Lage, geologische Vergangenheit der Gewässer; Beziehungen der Organismen zueinander: Kreislauf der Stoffe im Wasser, Bedeutung der einzelnen Lebensgemeinschaften dafür; Ursachen für den zeitlichen Wechsel in der Zusammensetzung der Organismenwelt an einer Stelle; Einfluß der Organismen auf die chemisch-physikalischen Verhältnisse im Wasser sowie ihre geographisch-geologische Bedeutung für die Entwicklung der Wasserbecken usw.

Wenn man sich aber die Mittel und Wege vergegenwärtigt, mit denen die Lösung dieser Probleme zu erstreben ist, so sieht man ein, daß hierfür weder die Kräfte und Mittel eines Einzelnen ausreichend, noch auch die bestehenden Institute im allgemeinen geeignet sind. Denn geographische und geologische, botanische und zoologische und physiologische, chemische und physikalische Forschungen müssen hier Hand in Hand gehen, um das gemeinsame Ziel zu erreichen. Darum ist die Gründung einer Anstalt für hydrobiologische Forschung dringend erwünscht.

Einzelfragen, Teilprobleme lassen sich natürlich an den schon bestehenden Instituten, die den einzelnen für die Hydrobiologie grundlegenden Wissenschaften gewidmet sind, lösen und sind auch gelöst worden. Ich brauche hier ja nur auf die Nachbaruniversität Basel zu verweisen, an deren zoologischem Institut die Schule

ZSCHOKKES in so hervorragender Weise die Erforschung der Gewässer vor allem unter tiergeographischen Gesichtspunkten betreibt. Aber sobald für die Lösung hydrobiologischer Fragen eingehende Beschäftigung mit den im übrigen ferner gelegenen Wissensgebieten, z. B. der Wasserchemie, nötig wird, so erheben sich oft die allergrößten Schwierigkeiten und machen erfolgreiches Arbeiten gar oft zur Unmöglichkeit. Ein Jeder von uns, der in der hydrobiologischen Forschung darinsteht und bemüht ist, den Problemen von allen Seiten und bis in ihre Tiefen zu Leibe zu gehen, macht diese Erfahrung. Und darum, bei aller, größter Anerkennung dessen, was in hydrobiologischer Beziehung unsere zoologischen, botanischen — und, muß ich im Hinblick auf das Institut für Meereskunde hinzufügen, — geographisch-hydrographischen Universitätsinstitute an Erfolgen zu verzeichnen haben, muß ich betonen, daß für eine planmäßige allseitige Durcharbeitung der großen Probleme der Hydrobiologie die Schaffung eines besonderen Forschungsinstituts unentbehrliche Voraussetzung ist.

Denn auch die bei uns schon bestehenden Anstalten, in deren spezielles Arbeitsgebiet die Erforschung der Binnengewässer fällt, können hydrobiologische Studien in dem eben skizzierten Sinne nur in Auswahl und mit Beschränkung treiben. Das gilt in erster Linie für die der angewandten Hydrobiologie dienenden Institute (Kgl. Institut für Binnenfischerei in Friedrichshagen, Landesanstalt für Wasserhygiene in Dahlem, Kgl. bayerische biologische Versuchstation für Fischerei in München usw.); hier muß die reine theoretische Forschung natürlich zurückstehen hinter den wissenschaftlichen Aufgaben, die von der Praxis gestellt werden. Das gilt aber auch von der von ZACHARIAS begründeten Biologischen Station zu Plön, der ersten und einzigen Anstalt in Deutschland, die sich die reine limnologische Forschung zur Aufgabe gemacht hatte. Schon die durchaus ungenügenden materiellen Hilfsmittel der Plöner Station mußten allseitige hydrobiologische Arbeiten fast zur Unmöglichkeit machen und sie mehr auf das Gebiet der deskriptiven Süßwasserzoologie und -botanik drängen. Auch widmet zurzeit Plön seine Kräfte zum großen Teil der Fortbildung der Lehrer der Naturkunde.

Wir brauchen aber jetzt ein ausschließlich der Forschung dienendes, mit allen für die moderne hydrobiologische Arbeit nötigen Mitteln ausgerüstetes Institut.

Hervorragendes versprechen, nach den schon vorliegenden Ergebnissen zu schließen, die Seeuntersuchungen des Institutes für

Meereskunde in Berlin. Doch bilden solche süßwasserbiologischen Studien ja nur einen kleinen Teil der vielen und großen, diesem Institute gestellten Aufgaben; Aufgaben meereskundlicher Natur müssen hier in den Vordergrund treten.

Nur für die marine Hydrobiologie sind in Deutschland Institute vorhanden, die planmäßige, allseitige, gründliche Forschung ermöglichen.

Und deshalb trete ich hier nicht für ein allgemeines hydrobiologisches Institut ein, sondern für eine Anstalt für die Hydrobiologie der Binnengewässer.

Doch auch im übrigen erscheint die Trennung beider Zweige der Hydrobiologie begründet. Schon deshalb, weil sich wohl kaum ein Ort finden läßt, von dem aus sich ozeanographische und limnologische Arbeit gleich bequem durchführen läßt. Dazu kommt, daß die Methoden und technischen Hilfsmittel, die beide Schwesterwissenschaften nötig haben, doch sehr verschieden sind. Und schließlich und vor allem bringt es auch die Eigenart der Untersuchungsgebiete mit sich, daß die Probleme der Meeresforschung und Süßwasserforschung vielfach weit auseinandergehen.

Ein Institut für die hydrobiologische Erforschung der Binnengewässer, so wie es mir in Gedanken vorschwebt, muß, wenn es gründliche und tiefgehende Arbeit möglich machen soll, so viel Einzelabteilungen haben, als es Grundwissenschaften für die Hydrobiologie gibt. D. h. es muß eine Hydrographisch-Geographische, eine Chemische, eine Zoologische, eine Botanisch-Bakteriologische und eine Physiologische Abteilung umfassen. Und jede dieser Abteilungen muß vor allem das nötige wissenschaftliche Personal sowie die für die moderne wissenschaftliche Praxis erforderlichen Einrichtungen besitzen.

Erstrebenswert ist natürlich von vornherein ein selbständiges Institut. Sollten aber hierzu sich die Mittel nicht beschaffen lassen, so würde zur Not ev. auch an eine Vereinigung mit schon bestehenden Institutionen gedacht werden können, wobei aber die Selbständigkeit der wissenschaftlichen Arbeit des Instituts unbedingt gewahrt bleiben müßte.

Aufgabe des vorgeschlagenen Institutes ist die Pflege aller Zweige der Hydrobiologie; stehende wie fließende Gewässer werden gleichermaßen das Arbeitsgebiet bilden. Indessen wird doch die Seenforschung aus Gründen, die in der Sache selbst liegen, wohl stets eine Hauptrolle spielen. Darum sollte das Institut in der Mitte eines großen Seenkomplexes liegen, unmittelbar an einem See,

an einem Platze, von dem aus eine möglichst große Anzahl recht verschiedenartiger Seen leicht zu erreichen ist. Die holsteinischen Seen würden hierfür durchaus geeignet erscheinen. Vielleicht aber wäre auch an die Mark zu denken; die Nähe der Reichshauptstadt mit ihren vielseitigen wissenschaftlichen Anregungen und ihren Hilfsmitteln würde besonders hierfür sprechen. Eine zentrale Lage wäre auch deshalb erwünscht, weil so am leichtesten auch die Seengebiete der Alpen und des Ostens zu erreichen wären. Auf jeden Fall würde ich als Stätte für die Anstalt einen See des norddeutschen Flachlandes vorschlagen. Denn eine alpine Seestation besitzt unsere Wissenschaft ja schon in der von KUPELWIESER begründeten und von WOLTERECK organisierten biologischen Station in Lunz (Niederösterreich). Käme es zu der Gründung eines Institutes in Norddeutschland, so würde ein „Zusammen- oder Parallelarbeiten beider, unter so ganz verschiedenen geographischen Verhältnissen gelegenen Institute unsere Wissenschaft ganz außerordentlich fördern können“.

Die Arbeiten der Anstalt würden in erster Linie mit der genauen hydrobiologischen Erforschung der nächsten Umgebung des Institutes beginnen; alle weiteren Untersuchungen werden sich daran anschließen. Ihr Ziel wird im allgemeinen eine vergleichende biologische Gewässerkunde sein; zur Erreichung dieser Aufgabe aber werden häufig auch Untersuchungen an entfernt gelegenen Gewässern nötig sein, und so müssen Mittel und Arbeitskräfte zur Verfügung stehen, zur Lösung besonderer Probleme zeitweise Außenstationen zu errichten. Und aus dem gleichen Grunde wird auch ganz besonderer Wert zu legen sein auf ein Zusammenarbeiten der Anstalt mit andern, ähnlichen Instituten.

Es wäre natürlich verfrüht, jetzt, wo die Möglichkeit der Verwirklichung des Planes noch durchaus unsicher erscheint, hier auf Einzelheiten einer ev. späteren Ausgestaltung des Instituts einzugehen. Nur die größten Umrisse konnten angedeutet werden.

Erwähnen möchte ich hier nur noch eine mir ganz kürzlich durch Herrn Prof. HANS BACHMANN übermittelte Anregung¹⁾. Er erinnert an die Neapeler Station, „die doch ganz den Charakter eines deutschen Institutes trägt, dabei aber durch die Besetzung der Arbeitsplätze international geworden ist“. Ähnlich könnte die Organisation der hier vorgeschlagenen Anstalt auch eingerichtet

¹⁾ Er wird in einem besonderen Aufsatz „zur Gründung einer Anstalt für Hydrobiologie der Binnengewässer“ (im Archiv f. Hydrobiol. und Planktonkunde) Stellung nehmen.

werden; und es ist gewiß, daß durch die Schaffung eines internationalen Interessentenkreises die Arbeit des Institutes, vor allem in bezug auf eine vergleichende Gewässerbiologie, ganz wesentlich gefördert werden könnte.

BACHMANN'S Gedanke erscheint mir durchaus beachtenswert.

Aber nun die Hauptsache: wer soll die Anstalt für die Hydrobiologie der Binnengewässer errichten und unterhalten?

Vielleicht ist der preußische Staat dafür zu gewinnen, vielleicht entschließt sich die Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften zur Errichtung des Institutes. Wer es tut, ist im Grunde genommen für die Sache als solche gleichgültig, wenn es nur geschieht.

Soll sich die Hydrobiologie in Deutschland in dem Maße weiterentwickeln, wie es bei ihrer theoretisch-wissenschaftlichen wie auch praktisch-wirtschaftlichen Bedeutung dringend erwünscht ist, so ist es jetzt an der Zeit, die Gründung einer Anstalt für die Hydrobiologie der Binnengewässer mit allen Kräften zu betreiben.

Und ich habe die gewisse Zuversicht, daß auch die Deutsche Zoologische Gesellschaft diesem Plane ihre Sympathie bekunden und ihn wenn möglich tatkräftig unterstützen möge!

„Nicht für die alten, anerkannten und in vielen Anstalten bei uns gepflegten Richtungen, sondern für das Neue, sich Emporringende ist bei uns Hilfe dringend nötig!“ (ROUX).

Auf Antrag des Vorstandes wird beschlossen, folgende Eingabe an die Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften zu machen:

Der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften erlaubt sich die Deutsche Zoologische Gesellschaft ganz ergebenst die Bitte auszusprechen, die Errichtung eines Zentralinstituts für die Hydrobiologie der Binnengewässer ins Auge fassen zu wollen.

Während für die Erforschung der marinen Organismen dem deutschen Forscher drei große Institute, die zoologischen Stationen in Neapel und in Rovigno und die Biologische Anstalt in Helgoland zur Verfügung stehen, besitzen wir noch keine Anstalt, welche eine Erforschung der vielen Probleme, die die Form, das Leben und die Verbreitung der Süßwasserorganismen bieten, in großzügiger Weise ermöglicht. Zwar hat dieser Forschungszweig in den letzten beiden Jahrzehnten einen großen Aufschwung genommen,

aber es hat sich auch gezeigt, daß wegen des synthetischen Charakters der Hydrobiologie der Einzelforscher nur in sehr beschränktem Maße und in Auswahl an den großen Problemen mitarbeiten kann, wenn ihm nicht die Hilfe eines Zentralinstituts zuteil wird, von dem alle für die Hydrobiologie wichtigen und grundlegenden Zweige der Nachbarwissenschaften gepflegt werden (Hydrographie, Hydrochemie, Physiologie, Zoologie, Botanik). Das Ziel der Forschung muß sein, die Form und Verbreitung der Organismen des Süßwassers als das Ergebnis der Wechselbeziehungen zwischen ihnen und der sie umgebenden organischen und anorganischen Welt zu verstehen. Genaueste Kenntnis der Organismen, ihres Baues und ihrer Lebenserscheinungen (Ernährung, Wachstum, Bewegung, Fortpflanzung, Entwicklung) und genaueste Kenntnis der geologischen, physikalischen, chemischen Verhältnisse der Gewässer ist hierfür notwendig, also ein Zusammenwirken verschiedener Wissenschaften und ihrer verschiedenen Methoden. Gegenüber der marinen Hydrobiologie besitzt die des Süßwassers den Vorzug, daß die Lebensräume für die Süßwasserorganismen meist begrenzt, und dadurch in ihren Eigentümlichkeiten leichter analysierbar sind, und daß durch ihre Mannigfaltigkeit in bezug auf horizontale und vertikale Ausdehnung, Bewegung, Temperatur, Pflanzenreichtum, Bodenbeschaffenheit, Nahrungsmenge usw. im ganzen Jahr und in den verschiedenen Jahreszeiten auf natürliche Weise eine so große Variationsmöglichkeit geschaffen ist, wie sie sonst kaum experimentell gewonnen werden kann.

Daß eine derartige rein wissenschaftliche Erforschung des Süßwassers und seiner Bewohner allein die Grundlage für eine rationelle wirtschaftliche Ausnutzung der Gewässer geben kann, braucht hier, wo nur die wissenschaftliche Bedeutung in Frage kommt, nicht hervorgehoben zu werden. Zur näheren Begründung unserer Bitte erlauben wir uns auf die beigefügten Druckschriften, „Hydrobiologie als selbständige Wissenschaft und die Gründung einer Anstalt für die Hydrobiologie der Binnengewässer“ sowie „die Notwendigkeit der Begründung eines Instituts für die Hydrobiologie der Binnengewässer“ hinzuweisen.

Ein solches Zentralinstitut für die Hydrobiologie der Binnengewässer wäre am besten in einem Seengebiet der norddeutschen Tiefebene zu errichten.

Die einmaligen Kosten würden etwa 200 000 M., die dauernden etwa 30 bis 40 000 M. betragen.

Der Vorstand der Deutschen Zoologischen Gesellschaft.

Herr Prof. H. LOHMANN (Hamburg):

Die Appendicularien der Valdivia-Expedition.

Die Bedeutung der Ergebnisse, welche die Verarbeitung des reichen Appendicularien-Materiales der von CHUN geleiteten Deutschen Tiefsee-Expedition gehabt hat, liegt wesentlich auf allgemein biologischem Gebiete, während der zahlenmäßige Ertrag von neuen Arten, wie von vornherein zu erwarten war, nur recht bescheiden gewesen ist.

Die 8000 Copelaten, die aus den Fängen ausgesucht wurden, verteilten sich auf 9 Gattungen und 35 Arten. Von diesen waren 6 Arten und 2 Gattungen neu. Charakteristischerweise kam von den neuen Arten auf die beiden artenreichen Gattungen: *Oikopleura* und *Fritillaria* nur je eine antarktische Art. Da dieses Meeresgebiet von der Valdivia zum 1. Male genauer auf Planktonorganismen erforscht wurde, ist das leicht verständlich. Die beiden neuen Genera und 4 neue Arten gehören dagegen zu jenen artenarmen, isoliert stehenden Gattungen der Oikopleuriden, die in der Gegenwart sehr volksarm zu sein scheinen, da sie immer nur vereinzelt in den Fängen gefunden werden. Es ist wohl anzunehmen, daß derartige Formen noch weiterhin werden entdeckt werden, weil sie wegen ihrer Individuenarmut meist den Netzfängen entgehen. So wurden von der Gattung *Althoffia*, die bisher nur in einer Art (*A. tumida*) aus dem Atlantischen Ozean bekannt war, eine zweite Art im Guineastrom (St. 55, *A. oppressa*) und eine dritte Art im Indischen Ozean (St. 214, *A. verticalis*) gefunden, von jeder aber nur ganz wenige Individuen erbeutet. Mit einer pazifischen Art (*A. gracilis*), die DAHL im Bismarck-Archipel fing, besteht daher jetzt diese aberrante Gattung aus 4 Arten¹⁾. Von

¹⁾ Die 4 Arten von *Althoffia* Lohm. charakterisieren sich kurz folgendermaßen:

1. *Althoffia tumida* Lohm. (Fig. 7, Nr. 3b).

Der taschenförmige einheitliche Magen steht mit seiner Fläche quer zur Medianebene, ist bei den jungen Tieren senkrecht gestellt, wird aber später mit seinem Unterrande emporgehoben, bis seine Fläche vollständig horizontal gelagert ist. Die Speiseröhre mündet rechts, der Darm links in den dorsalen, später vorderen Rand des Magens ein. Der Schwanz enthält nahe seiner Spitze neben der Chorda rechts und links je eine Reihe großer Zellen. — Größtes Exemplar 1150 μ Rumpflänge. — Atlantischer, Indischer, Stiller Ozean.

2. *Althoffia oppressa* n. sp.

Der nahezu kugelige, nur leicht abgeflachte, einheitliche Magen steht mit seiner Fläche in der Medianebene des Rumpfes; dorsal

Megalocercus sind 2 Arten bekannt, die 4 anderen Gattungen aber (*Stegosoma*, *Folia*, *Chunopleura* (Fig. 11), *Bathochordaeus*) werden vorläufig nur von je einer einzigen Art gebildet.

Um so größeres Interesse bieten der Bau einzelner Formen sowie die geographische Verbreitung anderer von der Expedition gefundener Arten. Das gilt in erster Linie von jenem riesenhaften *Bathochordaeus charon*, den CHUN bereits in dem Reisewerke abgebildet und kurz beschrieben hat. Die eingehende Analyse ist für das systematische wie biologische Verständnis der Organisation des Appendicularienkörpers von großem Werte. Tiergeographisch sind die in der Antarktis von der Valdivia gefangenen

mündet die Speiseröhre ein, vorn oben geht der Darm ab. Der Schwanz enthält im distalen Abschnitt rechts und links unregelmäßig gelagerte kurze Reihen wenig zahlreicher Zellen. Der Rumpf ist bei dem bisher allein bekannten jungen Tier dorso-ventral niedergedrückt. — Einziges Exemplar 530 μ . — Atlantischer Ozean (Guineastrom, St. 55 d. Valdivia-Expedition).

3. *Althoffia verticalis* n. sp. (Fig. 7, Nr. 3a).

Der Magen ist wie bei der vorigen Art gestellt, aber sehr stark seitlich abgeflacht, ventral breit gerundet, dorsal stark verjüngt; Ansatz von Speiseröhre und Darm wie bei *Alth. oppressa*. Im Schwanz sind die Zellen rechts und links zu 3—4 kleinen rundlichen oder spindelförmigen Gruppen zusammengeordnet, die in weiten Abständen voneinander stehen. — Beide Exemplare von 1050 μ Rumpflänge. — Indischer Ozean (St. 214 d. Valdivia-Expedition).

4. *Althoffia gracilis* n. sp.

Der Magen ist wie bei *Alth. oppressa* und *verticalis* gestellt, aber nach hinten spitz ausgezogen; Einmündung von Speiseröhre und Darm gleichfalls wie bei den beiden vorigen Arten. Schwanz ohne besondere Zellreihen oder Zellgruppen. Der Rumpf ist bei älteren Tieren durch die Keimdrüsen ganz außerordentlich lang nach hinten verlängert, so daß er geradezu die Gestalt einer gestreckten Spindel erhält. — Größtes Exemplar 2200 μ Rumpflänge. — Stiller Ozean (Bismarck-Archipel).

Charakteristisch für die Gattung ist die sehr einfache Gestalt des Darmtraktes, der aus einem großen Magensack gebildet wird, von dem dicht nebeneinander die Speiseröhre und der Darm abgehen, so daß Cardia und Pylorus nur durch einen kleinen Abstand getrennt sind. Ferner werden die Keimdrüsen ventral vom Darmtraktus angelegt, wachsen aber schalenförmig dorsalwärts und nach vorn aus. Die Kiemengänge besitzen einen wohlentwickelten proximalen und distalen Abschnitt und einen geschlossenen Wimperring, der kreisförmig oder schmal schlitzförmig sein kann. Wenn im Schwanz besondere Zellgruppen vorkommen, sind sie symmetrisch rechts und links (dorsal und ventral) von der Chorda verteilt.

Arten und die im Indischen Ozean überall verbreitete Gattung *Megalocercus* bemerkenswert. Endlich geben uns die quantitativen Untersuchungen von APSTEIN zum ersten Male die Möglichkeit, verschiedene Gebiete des Weltmeeres ihrer Bevölkerungsdichte nach zu vergleichen und dadurch neues Material zu der wichtigen Frage beizutragen, ob die Tropen- oder Polarmeere die dichteste Bevölkerung besitzen.



Figur 1.

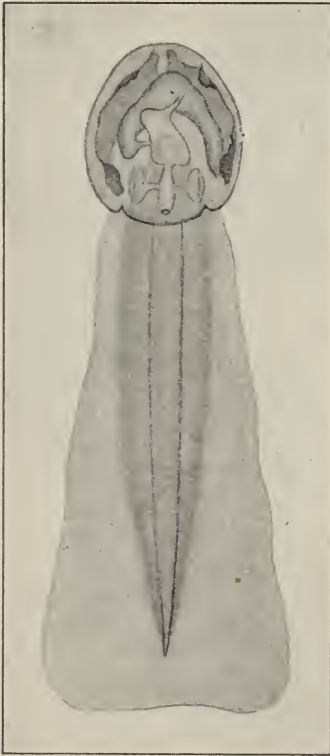
Karte mit der Reiseroute der Valdivia-Expedition.

Nur über diese vier Ergebnisse, die allgemeinere Bedeutung beanspruchen können, soll im folgenden gesprochen werden. Alles Weitere bleibt hingegen der ausführlichen Veröffentlichung in den wissenschaftlichen Ergebnissen der Valdivia-Expedition vorbehalten.

Der Weg, den die Expedition nahm, ist zur besseren Orientierung in Fig. 1 wiedergegeben. Die Erklärung für die Buchstaben in den Textfiguren findet sich am Schlusse des Vortrages.

1. *Bathochordaeus charon* CHUN aus dem Benguelastrom
(Stat. 88).

In dem südwestlichen Gebiete des atlantischen Beckens, wo auf dem Wege nach Capstadt der Benguelastrom durchfahren wurde, machte die *Valdivia* eine der interessantesten Entdeckungen der ganzen Reise, indem in Stat. 88 zwei Exemplare einer riesenhaften Appendicularie (Fig. 2) erbeutet wurden, deren Rumpf nicht weniger als $2\frac{1}{2}$ cm lang ist und deren Bau in sehr auffälliger Weise von dem



Figur 2.

Bathochordaeus charon Ch.
Nat. Größe. Nach Chun.

aller anderen Copelaten abweicht. CHUN hat sie *Bathochordaeus charon* genannt und in seinem Reisewerke (Aus den Tiefen des Weltmeeres, 2. Auflage, S. 554—556) in drei vortrefflichen, nach dem Leben ausgeführten Figuren abgebildet. Diese Zeichnungen sowie die Untersuchung des einen der beiden konservierten Exemplare liegen den nachstehenden Ausführungen zugrunde.

Wie sehr diese neue Art an Größe ihre Klassengenossen überragt, geht daraus hervor, daß die Mehrzahl der letzteren nur eine Rumpflänge von 1 mm selten übertrifft und die größten Arten, die bisher bekannt waren, nur einen Rumpf von 5—8 mm Länge besitzen (*Megalocercus abyssorum* CHUN bis 8 mm).

Beide Exemplare wurden in einem Vertikalfange von 2000—0 m Tiefe mit dem offenen Netze gefangen. Es ist also nicht bekannt, in welcher Tiefe sie in das Netz gerieten. Trotzdem ist es sehr wahrscheinlich, daß sie Tiefsee-Organismen sind. Schon der

Riesenwuchs spricht deutlich hierfür, denn auch bei vielen anderen Tiergruppen (Globigerinen, Radiolarien, Siphonophoren, Sagitten, Ostracoden, Copepoden) sind die Tiefenformen durch ihre abnorme Größe vor den Oberflächenformen ausgezeichnet.

Es ist jedoch keineswegs die enorme Größe allein, durch welche *Bathochordaeus* sich vor den übrigen Copelaten auszeichnet; viel-

mehr ist sein Bau beinahe noch merkwürdiger (Fig. 2 und Fig. 7 Nr. 5, Fig. 8 Nr. 1).

Die Einreihung in das System ist allerdings ohne jede Schwierigkeit. Der Bau seiner Verdauungsapparate zeigt sofort, daß er zur Familie der Oikopleuriden gehört: Kiemenkorb und Kiemenöffnung sind durch einen deutlichen Kiemengang verbunden, wie er allen Fritillariden fehlt; die Speiseröhre mündet von der Dorsalfäche her in den Magen, der ein viel- und kleinzelliges Drüsenepithel besitzt, an der linken Rumpfseite mächtig entwickelt ist und nach rechts in den Darm übergeht; der Enddarm ist schlauchförmig und mündet median unter dem vorderen Abschnitte der Speiseröhre ventral aus.

Bathochordaeus gehört also zu derselben Familie, zu der auch die anderen durch ihre Größe ausgezeichneten Arten, wie *Oikopleura vanhoeffeni* und *Megalocercus abyssorum*, gehören.

Aber innerhalb dieser Familie ist die Stellung der neuen Art eine völlig isolierte. Zwar finden sich einige bemerkenswerte Beziehungen zu den Gattungen *Althoffia* und *Megalocercus* und wahrscheinlich auch zu der neuen Gattung *Chunopleura* (vgl. weiter unten und Fig. 11). Aber sie ändern an der Isolierung nur wenig.

Nach der Verbindung zwischen äußerer Kiemenöffnung und Kiemenkorb kann man nämlich alle Appendicularien in drei, wahrscheinlich natürliche Gruppen scheiden. Bei allen Fritillariden (*Fritillaria*, *Appendicularia*, *Kowalevskia* (Fig. 5 und 6)) fehlt ein eigentlicher Kiemengang vollständig oder ist nur ganz schwach entwickelt. Der Wimperring liegt unmittelbar vor der Außenöffnung oder wird doch nur durch einen ganz schmalen Saum von dieser getrennt. Bei *Oikopleura*, *Stegosoma*, *Folia* und *Althoffia* (Fig. 7 und 8) ist dagegen ein deutlicher und ab und an recht langer Kiemengang ausgebildet, der durch den Wimperring in einen proximalen und distalen Abschnitt zerlegt wird. Stets liegt der Wimperring in beträchtlichem Abstände von der Außenmündung des Ganges. Bei *Chunopleura* indessen und *Megalocercus* schwindet der distale Abschnitt, der Wimperring liegt wie bei *Fritillaria* oberflächlich, und bei *Megalocercus* wird sogar der Wimperring selbst bis auf ein ganz kleines vorderes Stück rückgebildet. *Bathochordaeus* schließt sich nun dieser letzten Gruppe an, indem der proximale Teil des Kiemengangs gut entwickelt, der distale aber vollständig geschwunden ist. Der Wimperring ist dabei wohl erhalten, aber im Gegensatz zu fast allen anderen

Oikopleuriden von vorn nach hinten zu einem langen schmalen Schlitz ausgezogen. Mit *Megalocereus* und *Althoffia* verbindet die neue Art ein bandförmiger Fortsatz des Oikoplastenepithels, der vom Hinterrande des letzteren schräg nach hinten zieht und wahrscheinlich als Rudiment einer früher weiter nach hinten gehenden Erstreckung des Oikoplastenepithels aufzufassen ist, dem jetzt die Aufgabe zufällt, die zarte, weiche Haut des Hinterrumpfes zu stützen. Endlich ist die Wachstumsart der Keimdrüsen bei *Althoffia* und *Chunopleura* (Fig. 11) eine ganz ähnliche wie bei *Bathochordaeus*. Bei ihnen allen wachsen Hoden und Ovar schalenförmig an der Wand der Leibeshöhle von der Bauchfläche her dorsal aufwärts und lassen die Rumpfhöhle selbst völlig frei. Dabei dringen sie weit nach vorn hin bis über den After und in die Gegend der Kiemenöffnungen vor. Endlich ist bisher nur bei *Althoffia* eine spaltförmige Außenmündung der Kiemengänge beobachtet (*A. verticalis*).

Diese Beziehungen sind sicher bedeutungsvoll und weisen auf eine engere Verwandtschaft hin. Doch bleiben jene Gattungen ihrem ganzen Bau nach in naher Übereinstimmung mit der Hauptgattung der Familie: *Oikopleura*. *Bathochordaeus* hingegen weicht vor allem in der Ausbildung des Oikoplastenepithels und des Darmtrakts so weit von ihr ab, daß eine Zurückführung auf große Schwierigkeiten stößt und zum Teil heute überhaupt noch nicht möglich ist.

Was zunächst das Oikoplastenepithel betrifft, so endet dasselbe dorsal weit vor der Einmündung der Speiseröhre in den Magen (Fig. 7 Nr. 5), hat also eine ebensolche dorsale Längenentwicklung wie bei *Althoffia verticalis* (Fig. 7 Nr. 3a); ventral dagegen ist es im Gegensatz zu allen Oikopleuriden auf einen ganz schmalen Streifen unterhalb der Mundöffnung und vor den Kiemenöffnungen reduziert. Der freie Seitenrand des Drüsenepithels berührt nirgends die Bauchfläche, liegt vielmehr vollständig dorsal und läßt rechts und links noch die breiten Streifen der Rückenfläche frei, unter denen die Keimdrüsen sich nach vorn schieben. Am Vorderrand des Rumpfes bezeichnen zwei Einkerbungen die Punkte, wo das Oikoplastenepithel seitlich endet und auf die Bauchfläche übertritt (Fig. 8 Nr. 1). Die Figuren 7 und 8 zeigen deutlich die verschiedene Ausbreitung des Gehäuse-bildenden Drüsenepithels innerhalb der Familie der Oikopleuriden. Es hat nirgends auch nur annähernd eine solche Einschränkung erfahren wie bei *Bathochordaeus*; ventral ist es fast ganz verdrängt, dorsal bildet es nur noch eine leicht gewölbte, in membranösem Epithel eingelagerte schildförmige Platte.

Die Oikoplasten selbst sind leider bei dem einen, von mir bis jetzt allein untersuchten Exemplare sehr schlecht und unvollkommen erhalten. Eine sichere Zurückführung auf die Gehäusebildner der anderen Oikopleuriden gelang daher noch nicht. Jedenfalls hat die Anordnung der Zellen große Eigentümlichkeiten. Ob EISEN'sche Oikoplasten, die die Gitterfenster und Einströmungstrichter des Gehäuses bilden, vorkommen, vermag ich nicht mit Sicherheit zu sagen. Sie fehlen aber bekanntlich manchen Arten sonst typischer Oikopleuren, so daß ihr Nachweis nicht von solcher Bedeutung sein würde. Die FOL'schen Oikoplasten, denen die Bildung der Fangapparate obliegt, und die ausnahmslos allen Oikopleuriden eigen sind, kommen auch hier vor, aber in einer sehr merkwürdigen und abweichenden Ausbildung. Während dieser Zellkomplex sonst stets aus einer axialen Reihe mächtiger Zellen gebildet wird, hinter denen drei Reihen kleiner kubischer Zellen und vor denen ein halbkreisförmiges Feld spindelförmiger Zellen gelegen ist, treten hier, soweit der Erhaltungszustand das erkennen läßt, vier hintereinander liegende Reihen solcher Riesenzellen auf (Fig. 7 Nr. 5); allerdings ist die hinterste bei weitem die kräftigste, und an ihr ließ sich auch am besten die Übereinstimmung mit den gleichen Zellen der anderen Oikopleuriden nachweisen. Hinten waren ihnen jene kleinen kubischen Zellen dicht angelagert, die die Gallertfäden des Fangapparates ausscheiden. Die drei vor ihnen liegenden Reihen von Riesenzellen schienen den gleichen Bau zu besitzen und gleichfalls von den Fadenbildnern begleitet zu sein. Es ist aber sehr erwünscht, noch weitere Studien an dem zweiten Exemplare, das mir bisher nicht vorlag, zu machen, um möglichste Klarheit hierüber zu erhalten. Die vier Oikoplastensysteme, deren jedes demnach einem FOL'schen Oikoplasten entsprechen würde, treten deutlich hervor, aber die einzelnen Zellen sind größtenteils zerstört. Im Leben sind sie gleichfalls mit aller Schärfe gesehen, wie sowohl die sofort an Bord ausgeführte Zeichnung, wie auch CHUN's Beschreibung, in der von vier Schnurrbart ähnlichen Zellgruppen die Rede ist, beweisen. Wir würden demnach zu folgern haben, daß der Fangapparat von *Bathochordaeus* einen wesentlich komplizierteren Bau besitzen muß als bei den anderen Oikopleuriden, bei denen nur eine FOL'sche Gruppe ausgebildet ist. Auffällig ist schließlich noch die große Übereinstimmung, die die Ausbildung der ganzen Oikoplastenzone von *Bathochordaeus* mit derjenigen von *Fritillaria* zeigt. Hier wie dort ein dorsales Oikoplastenschild, das nur in der Umgebung des Mundes in ganz schmalem, vor den Kiemenöffnungen liegenden

Bande auf die Ventralfläche übergreift; bei beiden Gattungen in dem hinteren Teile des dorsalen Schildes mächtige, plattenförmige Oikoplasten. Es ist deshalb von ganz besonderem Interesse, daß bei der *Fritillaria* nahestehenden Gattung *Appendicularia* jederseits zwei Fangapparate bildende Zellgruppen vorkommen (Fig. 5 Nr. 2), ein Verhalten, das also direkt zu dem von *Bathochordaeus* mit je vier solchen Gruppen überführen würde.

Noch merkwürdiger als das Gehäuse-bildende Epithel des Rumpfes ist jedoch der gesamte Darmtraktus umgebildet.

Bei den übrigen Oikopleuren ist der letztere von leicht verständlichem und relativ einfachem Bau. Der Mund führt in den Kiemenkorb; durch Wimperbänder an der Wand desselben wird der Schleim der hinter der Mundöffnung gelegenen Endostylldrüse der hinten und dorsal gelegenen Speiseröhre zugeführt, wobei alle Nahrungspartikelchen von ihm festgehalten und mitgeführt werden. Vor der Speiseröhre staut das Wasser sich an, sinkt an der Vorderwand des Magens herab und wird durch die hier liegenden Kiemengänge nach außen fortgeleitet. Schleim und Nahrung gelangen aus der Speiseröhre in den weiten, taschen- oder sackförmigen Magen, von dort in den schlauchförmigen Darm und Enddarm. Letzterer ist stets spindel- oder eiförmig gestaltet und nimmt den großen Fäkalballen auf. Im Magen findet deutliche Säurebildung statt, wie die Farbenveränderung von eingeführten Farbstoffen bei lebenden Tieren beweisen. Die Kiemengänge sind, wie die Bauchansicht von *Oikopleura* und *Megalocercus* zeigt, nach hinten gerichtet, so daß das durch den Endostylschleim filtrierte Wasser ohne Umweg und Richtungsänderung direkt nach außen gelangt. Durch den in den Kiemengang eingeschalteten Wimperring ist eine feinste Regulierung der Abflußgeschwindigkeit möglich gemacht.

Bathochordaeus zeigt einen ganz anderen Bau der Kiemengänge. Nicht hinten gehen sie von dem außerordentlich kleinen, spindelförmigen Kiemenkorb ab, sondern in der Mitte der Seitenwände; sie stehen ferner rechtwinklig zu diesen und münden in einem kleinen Schlitz in die Kiemenhöhle, statt schräg zur Längsachse abzugehen und trichterförmig in jene zu münden. Nicht erleichtert ist demnach der Abfluß des filtrierten Wassers aus der Kiemenhöhle, sondern im Gegenteil nach Möglichkeit erschwert. In ihrem proximalen Abschnitt sind die Kiemengänge dünn röhrenförmig und verlaufen horizontal seitwärts, bald aber biegen sie rechtwinklig zur Bauchfläche um und erweitern

sich nun schnell kegelförmig, so daß sie mit einer elliptischen Basis die Ventralfläche erreichen. Statt nun aber, wie bei *Megalocercus*, sich in ihrem ganzen Querschnitte nach außen zu öffnen, durchbrechen sie die Haut nur in einem schmalen Längsspalt, der rings von dem Wimperbände umsäumt wird. Bei *Megalocercus* scheint derselbe Vorgang eingeleitet zu sein, indem nur der vorderste Teil der Kiemenöffnung sich spaltförmig geschlossen hat; und interessanterweise ist hier genau wie bei *Bathochordaeus* das Wimperband auf diesen spaltförmig verengten Abschnitt beschränkt! Das kann keine zufällige Übereinstimmung sein, sondern weist auf phyletische Beziehungen hin. Die als Sammelraum wirkende kegelförmige, distale Erweiterung der Kiemengänge und die Reduktion der Öffnung auf einen schmalen bewimperten Spalt müssen eine außerordentlich feine Regulierung des Abflusses aus der Kiemenhöhle ermöglichen, wodurch jede Störung der Fangwirkung des Endostylschleimes und der in normaler Weise verlaufenden Wimperbänder nach Möglichkeit trotz der Kleinheit des Kiemenraumes verhindert wird.

Die weitgehende Einschränkung der Leistungsfähigkeit der Kiemengänge für den Wasserabfluß hat aber bei *Bathochordaeus* sicherlich noch eine ganz andere Bedeutung, die viel wichtiger ist. An den Kiemenkorb setzt sich hinten die Speiseröhre an; aber sie mündet nicht mit weitausladendem Trichter in ihn ein, und führt ebensowenig mit schlauchförmigem Abfluß direkt in den Magen. Vielmehr ist der Trichter in einen weiten, schräg von vorn nach hinten ansteigenden Sack umgewandelt, der rechts hinten dem Darne aufrucht. Das hintere Ende der Speiseröhre ist dagegen unverändert geblieben und mündet als Schlauch in die hintere Magenpartie, vom Rücken her sich niedersenkend, ein. Die Speiseröhre ist also in zwei Abschnitte gesondert, deren vorderer einen mächtigen Sammelraum von etwa dreifachem Inhalt der Kiemenhöhle darstellt, während der hintere nur als Zuleitungsrohr vom Sammelraum zum Magen dient. Gegen den Kiemenkorb setzt die Speiseröhre sich durch ihr kleinzelliges, plasmareiches Wimperepithel scharf ab, so daß über die Zugehörigkeit des Sammelraumes zum Ösophagus kein Zweifel bestehen kann.

Merkwürdigerweise ist nun auch der Magen und Darm zu einem mächtigen halbmondförmigen Sack aufgebläht, wobei sehr beachtenswert erscheint, daß der bei allen anderen Oikopleuriden vertikal orientierte Darm seiner ganzen Länge nach horizontal verlagert ist, so daß er mit dem Magen zusammen einen morphologisch

einheitlich wirkenden Körper bildet, der durch seine Hufeisenform die Grundlage des ganzen Hinterrumpfes abgibt. An das vordere Ende des Darmschenkels setzt sich dann direkt der ganz dünne, einfach schlauchförmige Enddarm an, der horizontal zur Mediane läuft und darauf senkrecht zur Bauchfläche sich niedersenkt.

Sehen wir von der Kiemenhöhle ab, so besteht also der übrige Darmtraktus bei *Bathochordaeus* aus zwei großen, hintereinander liegenden Säcken, dem Speiseröhrensack und dem Magen-Darmsack; beide sind durch ein dünnes Röhrenstück des Ösophagus miteinander verbunden; jener empfängt seinen Inhalt vom 3mal kleineren Kiemenkorbe, und befördert ihn in den 6mal größeren Magen-Darmsack¹⁾. Dieser entleert sich durch den ganz engen, röhrenförmigen Enddarm.

Der Inhalt beider Säcke ist in durchströmender Bewegung; eigentliche Fäkalballen können nicht gebildet werden, es müssen die Exkremente also in flüssiger Form entleert werden. Im Magen-Darmsack findet Verdauung und Resorption statt; im Ösophagus-Sack muß eine Vorbereitung der eingeführten Nahrung erfolgen. Um eine solche herbeizuführen, ist wahrscheinlich nichts weiter als die Stauung des vom Kiemenkorbe eingeführten Wassers nötig, dem fortgesetzt neue Fangmassen des Fangapparates zusammen mit Endostylsekreten zugeleitet werden. Erstere werden aus Detritus und kleinen Planktonten bestehen. Ein Teil derselben wird bald absterben, ein anderer aber auf das üppigste in dem an organischen Stoffen angereicherten Wasser gedeihen. Nach Beobachtungen über die Organismenwelt, die in den Fangapparaten leerer Gehäuse sich entwickelt, wird das vor allem bei den Bakterien, einer Reihe kleiner Diatomeen, vielen Gymno-

¹⁾ Nach dem Ausmaß von Glasmodellen verhält sich der Inhalt von Kiemenkorb, Speiseröhre und Magen-Darmapparat bei *Fritillaria haplostoma*, *Oikopleura albicans* und *Bathochordaeus charon* folgendermaßen zueinander:

Fritillaria *Oikopleura* *Bathochordaeus*

1. Kiemenkorb*)	7	12	1
2. Speiseröhre**)	1	1	3
3. Magen-Darmapparat	3	14	6

Das Übergewicht des Kiemenkorbes bei *Fritillaria*, des Darmapparates bei *Bathochordaeus* und das annähernde Gleichgewicht zwischen Kiemenhöhle und Darmknäuel bei *Oikopleura* tritt gut hervor. Doch sind diese Verhältnisse in den Gattungen *Fritillaria* und *Oikopleura* nicht konstant.

*) Mit Kiemengängen.

**) Mit trichterförmigem Anfangsteil.

minien, zahlreichen Amöben und Zooflagellaten der Fall sein. Der Gewinn für die Copelate würde in der möglichst weitgehenden Ausnutzung bestehen, welche sie auf diese Weise von der dichten Anhäufung von Detritus, absterbenden und lebenden Mikroorganismen, organischen Sekreten usw. macht, die durch die Fangapparate dieser Tiere ermöglicht wird. Die im Ösophagussack sich entwickelnde Organismenwelt führt dies zum Teil sehr schwer verdauliche Material in lebende, leicht zu verarbeitende Massen über, und verleiht der Fangmasse dadurch einen vielfach höheren Nährwert für das Tier. Solche Steigerung der Nutzung ist aber vor allem in der nahrungsarmen Tiefsee von ganz besonderer Bedeutung. Wir gewinnen daher aus der Betrachtung über den Bau und die Leistung des Verdauungsapparates von *Bathochordaeus* einen neuen Grund mehr, sie als echte Tiefseeform zu betrachten.

Ist die hier entwickelte Auffassung von der Ernährungsart des *Bathochordaeus* richtig, so erklärt sich die Kleinheit des Kiemenkorbes und die merkwürdige Umbildung der Kiemengänge ebenso wie die Umgestaltung der Speiseröhre und des Magen und Darmes aus der Verwendung, die das Tier von dem Kiemenhöhlenwasser und der Fangapparat-Ausbeute macht. Der Wasserstrom geht nicht nur durch den Kiemenkorb, wie bei den übrigen Oikopleuriden, sondern zugleich durch den Darm.

Aber es kommt für das Verständnis des Baues von *Bathochordaeus* noch ein weiteres wichtiges Moment in Betracht, nämlich die Schwebfähigkeit des Körpers.

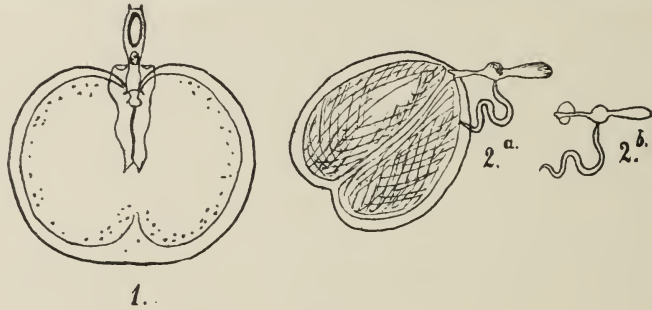
Die Klasse der Copelaten hat eine außerordentlich klare Gliederung¹⁾. Jede der beiden morphologisch begründeten Familien

¹⁾

Systematische Gliederung und Verbreitung der Appendicularien	<i>Oikopleura</i>	<i>Stegosoma</i>	<i>Folia</i>	<i>Chamopleura</i>	<i>Althoffia</i>	<i>Megalocercus</i>	<i>Bathochordaeus</i>	<i>Fritillaria</i>	<i>Appendicularia</i>	<i>Kowalevskia</i>	Artenzahl	Gattungszahl
1. Nördliches Polar- gebiet	2	—	—	—	—	—	—	1	—	—	3	2
2. Äquatoriales Ge- biet	12	1	1	1	4	2	1	17	1	3	43	10
3. Südliches Polar- gebiet	2	—	—	—	—	—	—	2	—	—	4	2
Artenzahl:	16	1	1	1	4	2	1	20	1	3	50	10
Familien:	1. Oikopleuriden						2. Fritillariden					

besteht aus einer Reihe von Gattungen. Jedoch nur eine Gattung jeder Familie ist artenreich: *Oikopleura* hat 16, *Fritillaria* 20 Arten; keine der anderen acht Gattungen hat mehr als vier Arten, die Mehrzahl von ihnen nur eine einzige Art. Nur *Oikopleura* und *Fritillaria* sind ferner über äquatoriale und polare Gebiete verbreitet und bewohnen tatsächlich das gesamte Weltmeer; alle anderen Genera sind vollständig auf das warme Wasser und dessen Ausläufer beschränkt.

Die beiden artenreichen und kosmopolitischen Gattungen sind nun biologisch und morphologisch die Repräsentanten zweier grund-



Figur 3.

Gallertblasen von *Fritillaria*, die den Rumpf des Tieres unverhüllt lassen, meist unter der Kapuze zusammengeschnürt liegen (2b) und nur zum Nahrungsfange durch Eintreiben von Wasser aufgeblasen werden (1, 2a). — Die Tiere sind Rumpfschweber. — Gleiche Vergrößerung wie in Fig. 4.

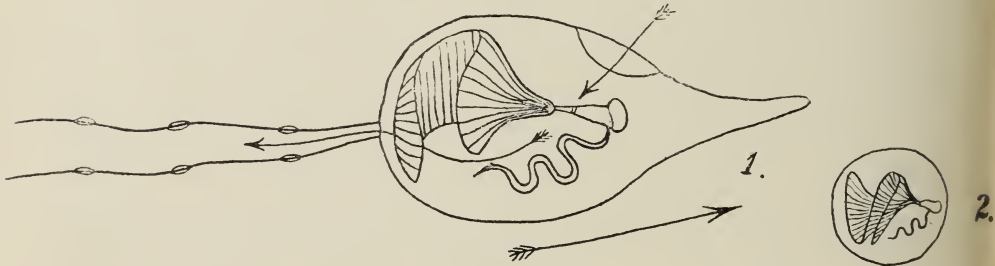
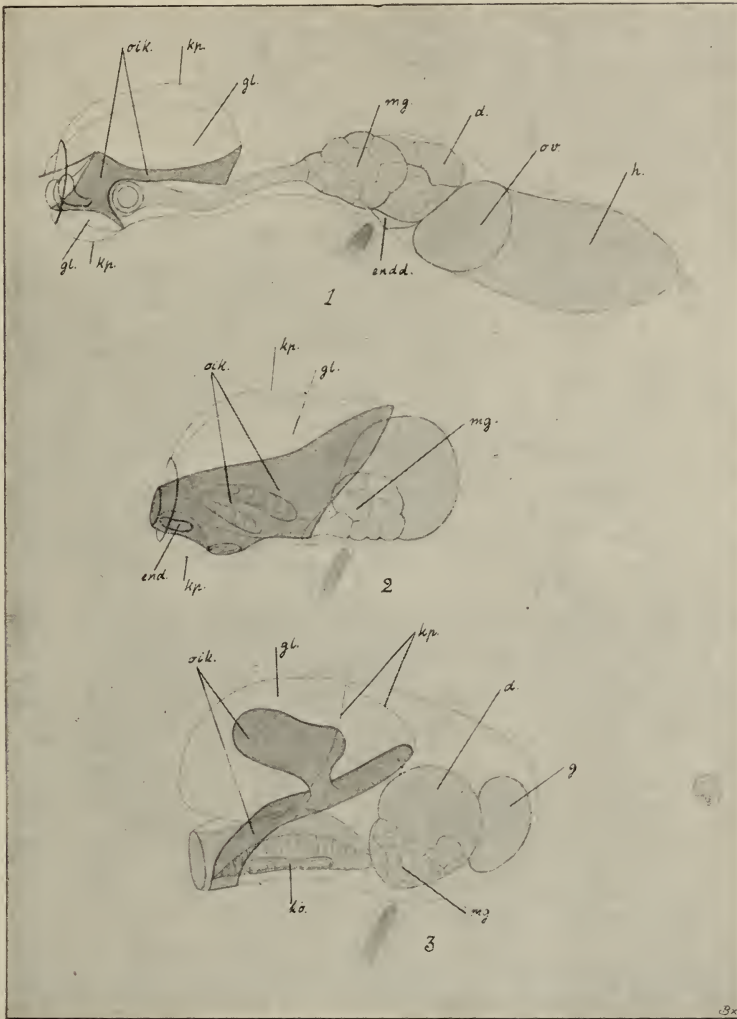


Fig. 4.

Gehäuse von *Oikopleura*, die dauernd ausgespannt bleiben und das ganze Tier vollständig umhüllen. Das kleinste Gehäuse (*Oikopleura dioica*) hat einen Durchmesser von 5 mm, die größere (*Oikopleura allicans*) hat eine Länge (ohne Schleppfäden) von 17 mm. — Die Tiere sind Gehäuseschweber. — Gleiche Vergrößerung wie in Fig. 3.

verschiedener Lebensweisen (Fig. 3 und 4). *Oikopleura* (Fig. 4) bildet Gehäuse, die das ganze Tier umhüllen; der Körper der Tiere ist dem Aufenthalt im Gehäuse angepaßt und besitzt keine besonderen Schwebeanpassungen. *Fritillaria* (Fig. 3) dagegen bildet lediglich Fangapparate, die nur zum Gebrauch ausgespannt, sonst aber unter einer Kapuze verborgen getragen werden. Der Körper bewegt sich also meist frei im Wasser umher und hat daher Schwebeanpassungen nötig. Wir können beide Gattungen daher als

Gehäuseschweber (*Oikopleura*) und Rumpfschweber (*Fritillaria*) einander gegenüberstellen.



Figur 5.

Typische Vertreter der Familie der Fritillariiden in Seitenansicht des Rumpfes. Die oberste Figur zeigt eine vollkommen als Rumpfschwärmer ausgebildete *Fritillaria* (*Fr. borealis* f. *typica* Lohm.). Die beiden anderen Figuren geben Gehäuseschwärmer wieder, und zwar Nr. 2 *Appendicularia sicula* Fol, die durch ihren riesenhaften Enddarm ausgezeichnet ist, Nr. 3 *Kowalevskia tenuis* Fol, die durch die Ausbildung des Kiemenskorbes und des Oikoplastenepithels ganz aberrant erscheint.

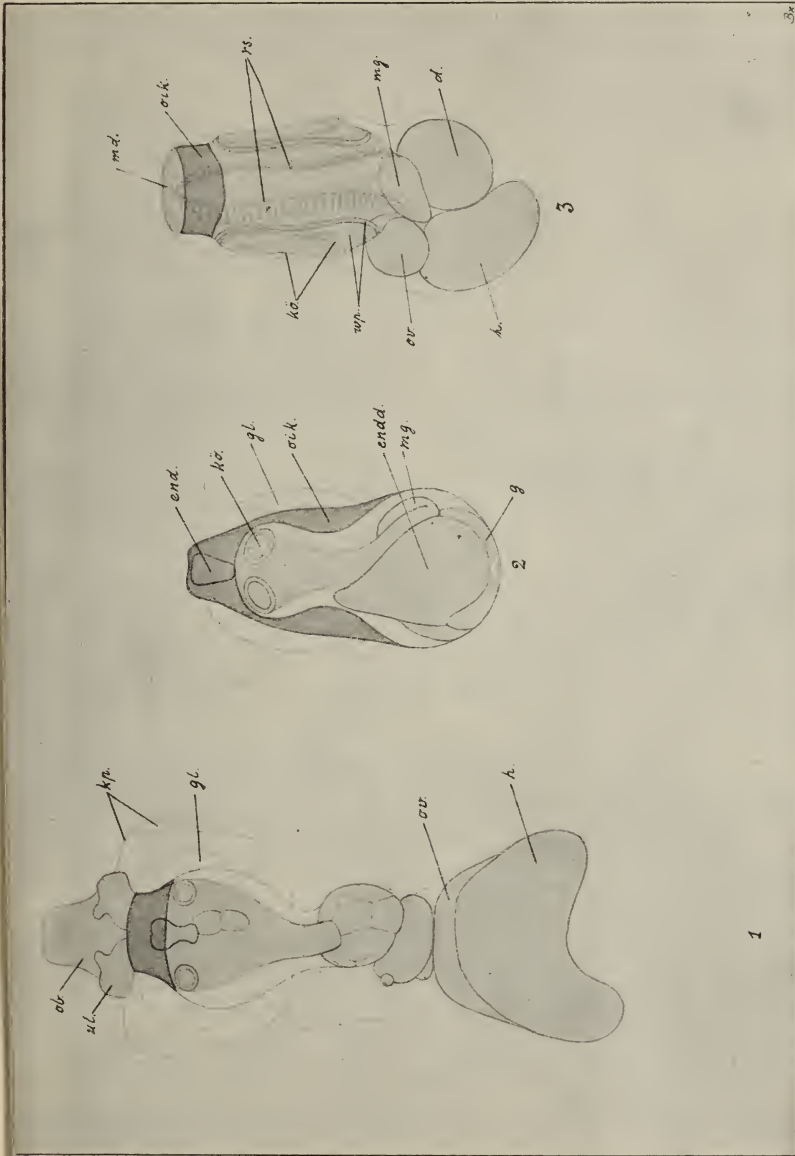
Was aber von den zwei Gattungen gilt, hat keineswegs auch für die nach ihnen benannten Familien Gültigkeit. Unter den Fritillariiden sind die Gattungen *Appendicularia* und *Kowalevskia*

Gehäuseschweber, unter den Oikopleuriden zeigen *Althoffia*, *Chunopleura*, *Megalocercus* und *Bathochordaeus* mehr oder weniger weitgehende Schwebearpassungen, und es lohnt eine Untersuchung, wie weit wirkliche Rumpfschweber etwa auch unter den Oikopleuriden anzunehmen sind.

Wir wollen ausgehen von den Fritillariden (Fig. 5 und 6), da hier die Verhältnisse vollkommen klar und einfach liegen. Bei den Rumpfschwebern, zu denen die zahlreichen Arten der Gattung *Fritillaria* gehören, sind die verschiedenen Organsysteme in langer Reihe hintereinander gelagert. Dies tritt am besten in der Seitenansicht des Rumpfes hervor (Fig. 5, Nr. 1). Auf den kurzen Kiemenkorb folgt der langgestreckte Ösophagus, der zum Darmknäuel verläuft. Hinter dem letzteren liegt das Ovar, hinter diesem der Hoden. In der Flächenansicht (Fig. 6, Nr. 1) erkennt man die enorme Entwicklung des Gallert oder Schleimgewebes, durch welches der ganze Rumpf die Form einer breiten Scheibe erhält, in deren Längsachse die Eingeweide eingebettet sind. Vielfach, doch nicht bei allen Arten, nehmen die Kapuze und die Keimdrüsen an dieser flächenhaften Entwicklung in die Breite lebhaften Anteil, wie auch die abgebildete *Fr. bicornis* zeigt.

Ganz anders ist die Lagerung der Organe bei den Gehäuseschwebern der Gattungen *Appendicularia* und *Kowalevskia* (Fig. 5 und 6, Nr. 2 und 3). Alle Organe sind eng zusammengedrückt und der Rumpf ist dadurch kurz und gedrungen gemacht. Die Speiseröhre ist ganz verkürzt und der Kiemenkorb dadurch so dicht an den Darmknäuel herangezogen, daß das über ihm liegende Oikoplastenepithel sich mit seiner hinteren Fläche noch dorsal über den Darmknäuel hinüberschiebt. Die Keimdrüsen ferner haben sich von hinten dem Darmknäuel auf das engste angeschmiegt und bedecken bei *Appendicularia* wie ein Überzug den Enddarm. Nirgends ist Gallertgewebe zu nennenswerter Ausbildung gekommen. Das seines Gehäuses beraubte Tier vermag sich daher auch gar nicht im Wasser schwebend zu erhalten, der Rumpf sinkt vielmehr wegen seiner Schwere nach unten und zieht den Schwanz nach, der nur durch gewaltsame Kontraktionen seiner Muskulatur das Tier zeitweilig drehen und mit dem Rumpf voran kurze Zeit emporschwimmen machen kann. Bei *Appendicularia* (Fig. 5 und 6, Nr. 2) findet sich noch eine besondere Anpassung an das Leben im Gehäuse, indem der Enddarm (endd.) zu einem kolossalen Sack aufgetrieben ist, der beinahe das halbe Volumen des Rumpfes ausmacht und als Sammelraum für etwa 50 Fäkalballen dient.

Diese gefährden nämlich, wenn sie in das Gehäuse entleert werden, die zarten Wandungen desselben, und daher ist es ein großer Gewinn, daß diese zunächst im Enddarm aufgesammelt werden



Figur 6.

Typische Vertreter der Familie der Fritillariden in Bauchansicht des Rumpfes. Links *Fritillaria bicornis* Lohm. (Rumpfschweber), rechts *Kowalevskia tenuis* (Gehäuseschweber) und in der Mitte *Appendicularia sicula* (gleichfalls Gehäuseschweber).

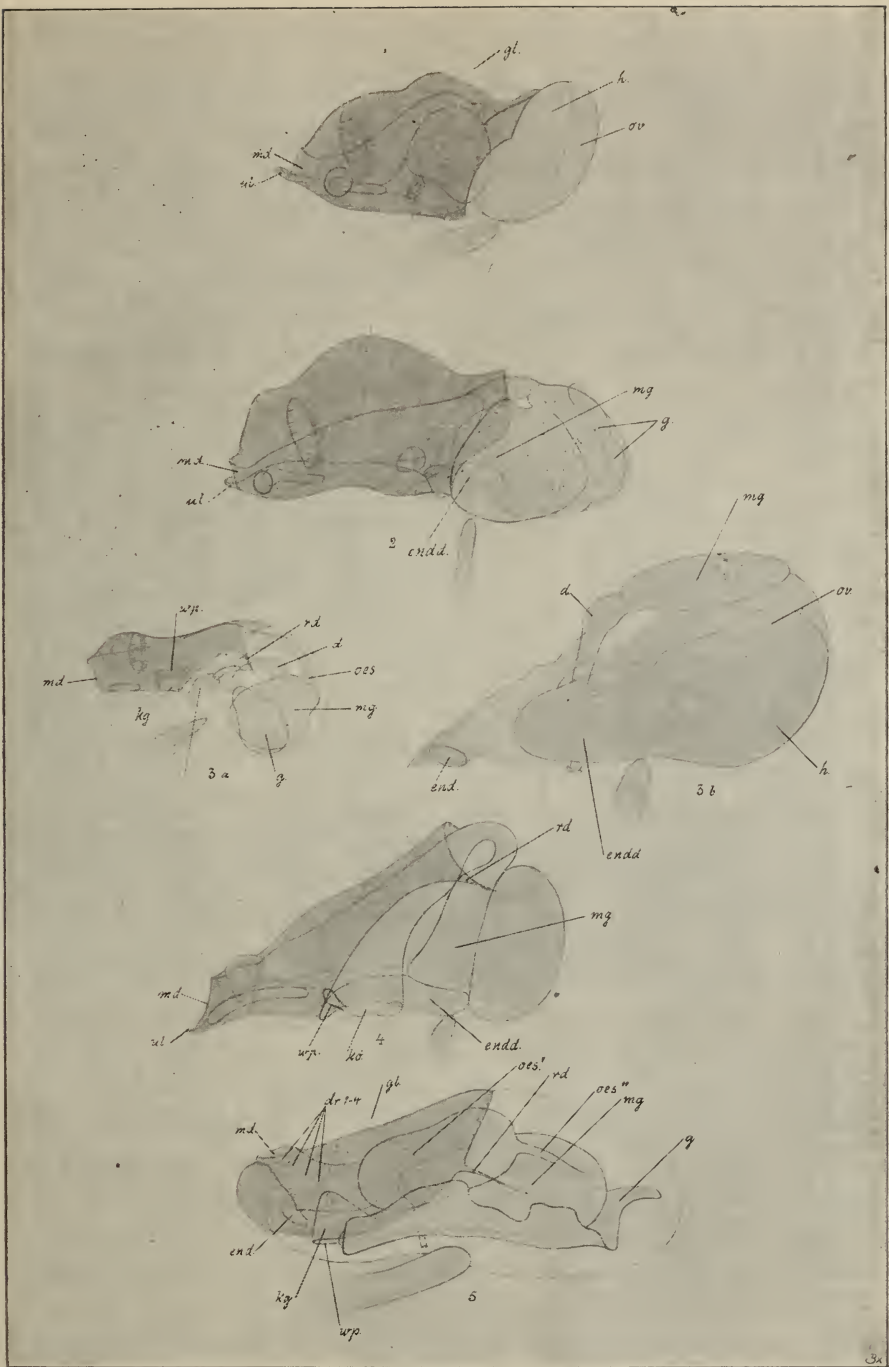
können. Bei *Kowalevskia* (Fig. 5 und 6, Nr. 3) ist der Kiemenkorb ganz aberrant gebildet, indem eine Schleimdrüse ganz fehlt und ihre Funktion 2 Paar Reusengitter (rs.) aus bewimperten fingerförmigen

Fortsätzen der Kiemenwand übernommen haben. Dieselben grenzen den Mittelraum der Kiemenhöhle, der von der Mundöffnung zur Speiseröhre führt, gegen die langgestreckten und weiten Kiemenöffnungen ab und halten alle Nahrungspartikel in der Kiemenhöhle zurück. Die Speiseröhre ist bis auf ein ganz kurzes Stück unmittelbar am Mageneingange zurückgebildet.

Bei den Oikopleuriden (Fig. 7 und 8) zeigt *Oikopleura* (Nr. 1 resp. 3) in ihren zahlreichen Arten die Eigenheiten der Gehäuseschweber am schärfsten ausgebildet. Die Zusammendrängung der Organe ist hier noch erheblich weiter getrieben als bei den Fritillariden, indem der Darmknäuel bis über die Kiemenöffnungen nach vorn vorgeschoben und die Speiseröhre und der hintere Teil der Kiemenhöhle an der Vorderwand des Magens steil aufgerichtet sind. Der Ösophagus mündet daher nicht vorn und ventral, sondern dorsal, unter der Rückenfläche des Rumpfes in die Cardia ein. Sehr bemerkenswert ist ferner die mächtige Entwicklung des Oikoplastenepithels, das dorsal durch steile, dachförmige Aufrichtung, ventral durch Ausdehnung bis zum Darmknäuel hin seine Fläche gewaltig vergrößert. Diese Vermehrung der Oikoplastenregion steht in unmittelbarer Beziehung zu der Verwendung der Gallertgehäuse zu Bewegungsapparaten oder Fahrzeugen, wozu natürlich eine viel festere und reichere Gallertbildung erfordert wird, als wenn die Gehäuse, wie bei den Fritillariden, lediglich als Stütze des Fangapparates und als Schwebeapparate dienen.

Folia und *Stegosoma* (Nr. 2) zeigen im wesentlichen gleiche Verhältnisse, doch bleibt bei der letzteren Gattung der Darmknäuel zum größten Teil vom Oikoplastenepithel unbedeckt.

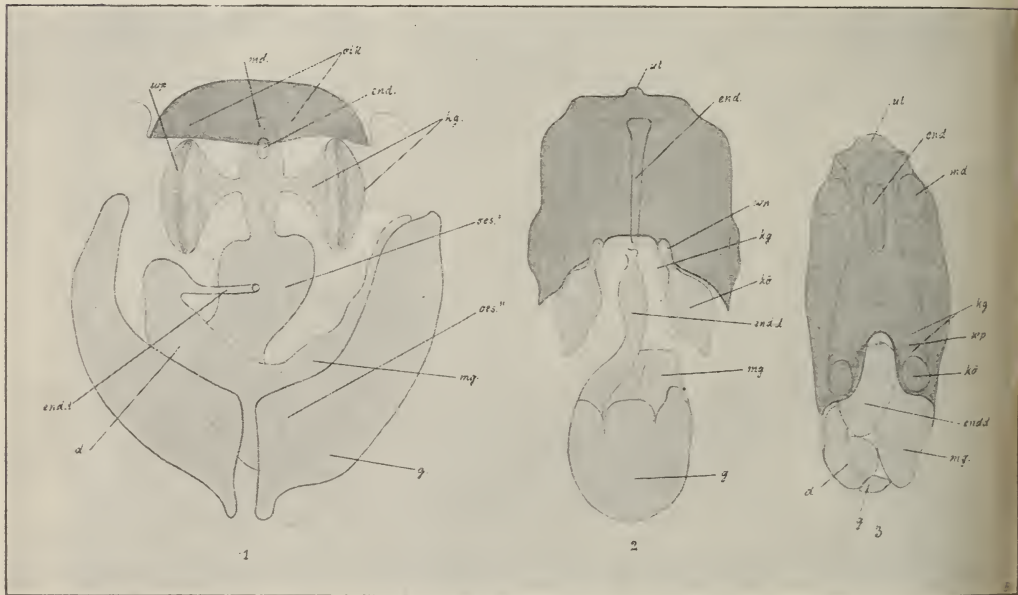
Anzeichen einer wirklichen Reduktion des Gehäuse-bildenden Epithels treten aber bei *Althoffia* und *Megalocercus* (Nr. 3 u. 4, resp. 2) auf, und damit verbinden sich bei *Althoffia* auffällige Umgestaltungen von Darmknäuel und Keimdrüsen, die nur auf Schwebearrangungen bezogen werden können. Zunächst kommt der ganze Darm- und Keimdrüsenapparat frei vom Oikoplastenepithel, und dieses selbst läßt auch seitlich einen großen Teil des Rumpfes bis zu den Kiemenöffnungen unbedeckt. Dieser Rückzug des Drüsenepithels wird gleichsam dokumentiert durch ein schräg nach hinten und unten ziehendes Band kleiner Oikoplastenzellen (Fig. 7, Nr. 3 und 4 rd.), das als letztes Rudiment aus der Zeit stehengeblieben zu sein scheint, als das Epithel noch weiter nach hinten reichte. Auch auf der Bauchseite hat sich die Oikoplastenzone weit nach vorn zurückgezogen (Fig. 8,



Figur 7.

Typische Vertreter der Familie der Oikopleuriden in Seitenansicht des Rumpfes. Die Anordnung ist so, daß zu oberst die Gattung *Oikopleura* steht, bei der der Rumpf am vollkommensten die Kennzeichen des Gehäuseschwebers zeigt, während die unterste Figur in *Bathochordaeus* die weitgehendste Umbildung zum Rumpfschweber gibt, die in dieser Familie bekannt ist. Die übrigen Gattungen stehen zwischen diesen beiden Extremen. 1. *Oikopleura rufescens* Fol; 2. *Stegosoma magnum* Lgh.; 3a *Althoffia verticalis* n. sp.; 3b *Althoffia tumida* Lohm.; 4. *Megalocercus huxleyi* Ritt.; 5. *Bathochordaeus charon* Ch.

Nr. 2). Dabei ist jedoch die Gruppierung der Oikoplasten zu Fol'schen und Eisen'schen Oikoplasten, wie sie für *Oikopleura* charakteristisch ist, unverändert geblieben. Fangapparat und Einstömungsöffnungen müssen also bei den Gehäusen dieser Gattungen ebenso wie bei *Oikopleura* gebildet werden. Damit ist aber noch nicht entschieden, ob sie auch als Fahrzeuge oder nur als Nahrungsfänger und Schwebearparate dienen. Bei *Althoffia tumida* wird nun ferner der ganze hintere, von Oikoplastenepithel freie Rumpf-



Figur 8.

Typische Vertreter der Familie der Oikopleuriden in Bauchansicht des Rumpfes. Rechts ist ein ausgesprochener Gehäuseschwaber (3. *Oikopleura albicans* Leuck), links der Rumpfschwaber *Bathochordaeus charon* Chun (1) abgebildet. *Megalocercus huxleyi* Ritt. steht auch seinem Baue nach zwischen beiden (2).

abschnitt zu einer mächtigen Blase aufgetrieben (Nr. 3 b), deren Wand von den flächenhaft entwickelten Keimdrüsen und dem horizontal verlagerten Magen ausgekleidet wird, während ihr weiter Hohlraum nur von Gallertgewebe und Leibeshöhlenflüssigkeit erfüllt ist. Es ist von ganz besonderem Interesse, daß bei den jungen Tieren der Magen noch seine normale Lage hat und erst später gehoben und gedreht wird. Die Keimdrüsen wachsen bei der Reife immer weiter dorsal empor und weiter nach vorn vor, so daß sie schließlich die Seitenwände des Magens berühren und vorn noch weit über den After seitlich vom Kiemenkorbe vorwärts reichen. Eine ganz

ähuliche Ausbildung scheinen die Keimdrüsen bei *Chunopleura* (Fig. 11 Nr. 1) zu erfahren.

In Messina hatte ich Gelegenheit, einen *Megalocercus* vom Boot aus zu schöpfen und lebend eine Zeitlang zu beobachten. Nach meinen damaligen Aufzeichnungen (1896) verhielt sich das Tier ganz anders als die *Oikopleura*. Es sank nicht mit dem Rumpf nach unten und brauchte keine krampfhaften Anstrengungen seines Schwanzes, um sich in einem bestimmten Niveau zu halten; vielmehr genügten ruhige Undulationen des Schwanzes vollständig, das Tier schwebend zu erhalten. Allerdings war es ein altes Tier, dessen mächtige Keimhöhle bereits entleert war. Jüngere Tiere werden sich vielleicht anders verhalten, aber es ist anzunehmen, daß jene merkwürdige Umgestaltung des hinteren Rumpfabschnittes bei *Althoffia* und *Chunopleura* eben die Bedeutung hat, ein Schweben auch des gehäuselosen Tieres zu ermöglichen. Das würde bedeutungsvoll werden, wenn die Neubildung von Gehäusen längere Zeit in Anspruch nähme als bei *Oikopleura* oder überhaupt seltener erfolgte.

Beide Vorgänge, die Reduktion des Oikoplastenepithels und die Ausbildung von Schwebenanpassungen erreichen nun aber eine ganz extreme Entwicklung bei *Bathochordaeus* (Nr. 5 resp. 1). Ganz wie bei *Fritillaria* greift das erstere nur als ganz schmales, die Kiemenöffnungen freilassendes Band auf die Ventralfläche über und auch dorsal bildet es nur eine flachgewölbte Platte, die seitlich von nichtdrüsiger Haut eingefast wird. Das rudimentäre Band findet sich interessanterweise hier ebenso wie bei *Althoffia* und *Megalocercus*. Zugleich erscheint nun aber auch die Gruppierung der Oikoplastenzellen wesentlich anders als bei den übrigen Oikopleuriden, indem eine Vielheit von Fangapparatbildnern (4 jederseits) auftritt. Dadurch wird die Ähnlichkeit mit den Fritillariden noch mehr gesteigert, da bisher etwas Ähnliches nur von *Appendicularia* bekannt ist.

Die Keimdrüsen sind wie bei *Althoffia* flächenhaft entwickelt und wachsen von der Ventralfläche parallel der Wand des Hinterrumpfes aufwärts und vorwärts. Dabei dringen sie ganz wie dort bis seitlich vom Kiemenkorbe vor, und nach der Ausdehnung des drüsenlosen Epithels zu schließen, erreichen sie schließlich sogar das Vorderende zur Seite der Mundöffnung. Jedenfalls setzt sich die Darm- und Keimdrüse enthaltende Höhle bis hierher fort, und ihr vorderes Ende ist in einer rechten und linken Vorwölbung zur Seite des Oikoplastenepithels der Mundpartie auf das deutlichste gekennzeichnet. Der Hinterrumpf hat also bei *Bathochordaeus* eine

ganz gewaltige Ausdehnung erhalten, so daß er hufeisenförmig den Vorderrumpf seitlich umfaßt, und dem ganzen Rumpf des Tieres seine charakteristische breite und flache Form verleiht. Die Umbildungen des Darmtrakts und Kiemenkorbes sind schon weiter oben besprochen; hier bleibt nur noch darauf hinzuweisen, daß auch in der Reduktion der Kiemenhöhle und der Umgestaltung der Kiemengänge ein Übergreifen des Gallertgewebes der Leibeshöhle vom Hinterrumpf auf den Vorderrumpf zutage tritt. Der ganze Rumpf des Tieres wird zu einem echten Schweberumpf umgebildet, der in schärfstem Gegensatze zu dem kompakten und gedrungenen, schweren Rumpfe von *Oikopleura* steht.

Die weitgehende Reduktion des Oikoplastenepithels beweist nicht, daß *Bathochordaeus* unfähig ist, ein Gehäuse zu bilden, da bei *Appendicularia* und *Kowalevskia* dieses Epithel auch keine starke Entwicklung hat. Aber die Form des Rumpfes und vor allem die mächtige Entfaltung von Gallertgewebe machen es sehr unwahrscheinlich, daß *Bathochordaeus* ein seinen ganzen Körper umhüllendes Gehäuse ausscheidet. Dazu kommt die riesenhafte Größe des Tieres, die eine ganz besonders mächtige Entfaltung des Oikoplastenepithels erwarten ließe, falls Gehäusebildung stattfände, und die abweichende Gruppierung der Fangapparatbildner. Es führt daher der eigenartige Bau des Tieres zu dem Schlusse, daß es aller Wahrscheinlichkeit nach ein echter Rumpfschweber ist, der nur zum Zwecke der Nahrungsgewinnung seine Fangapparate ausspannt, aber kein Gehäuse bildet.

Kowalevskia und *Bathochordaeus* würden demnach die gleiche aberrante Stellung in ihrer Familie einnehmen. Erstere ist diejenige Gattung der Fritillariden, welche am vollkommensten und eigenartigsten als Gehäuseschweber ausgebildet ist im Gegensatz zu den Rumpfschweben der Hauptgattung *Fritillaria*; letzterer steht in dem gleichen Gegensatz zu der Gattung *Oikopleura*, indem er als ganz eigenartiger Rumpfschweber sich darstellt, während *Oikopleura* nur typische Gehäuseschweber enthält.

Am nächsten verwandt ist *Bathochordaeus* entschieden mit *Althoffia* (rudimentärer Oikoplastenstreifen, Wachstumsform der Keimdrüsen, spaltförmiger Wimperring) und vor allem mit *Megalocercus* (Fehlen des distalen Kiemengangabschnittes, Form des distalen Kiemenganges und spaltförmige Lagerung des Wimperbandes; rudimentärer Oikoplastenstreifen); aber von beiden entfernt sich

Bathochordaeus sehr weit durch die Umgestaltung des Darmtrakts und die Schwebeanpassungen des Rumpfes.

Der Fundort lag im südlichen Teile des Benguelastromes, der typische Warmwasserformen enthielt. Zugleich mit *Bathochordaeus* wurden *Althoffia tumida* LOHM., *Stegosoma magnum* LGH., *Oikopleura intermedia* LOHM., *cophocerca* GEGENB., *longicauda* VOGT. *fusiformis* FOL., *albicans* LEUCK., *Fritillaria pellucida* und *borealis forma sargassi* gefangen. Er wird daher zunächst als Bewohner des südäquatorialen Stromzirkels zu betrachten sein, der wie die übrigen artenarmen Gattungen auf das Gebiet des warmen Wassers beschränkt sein wird.

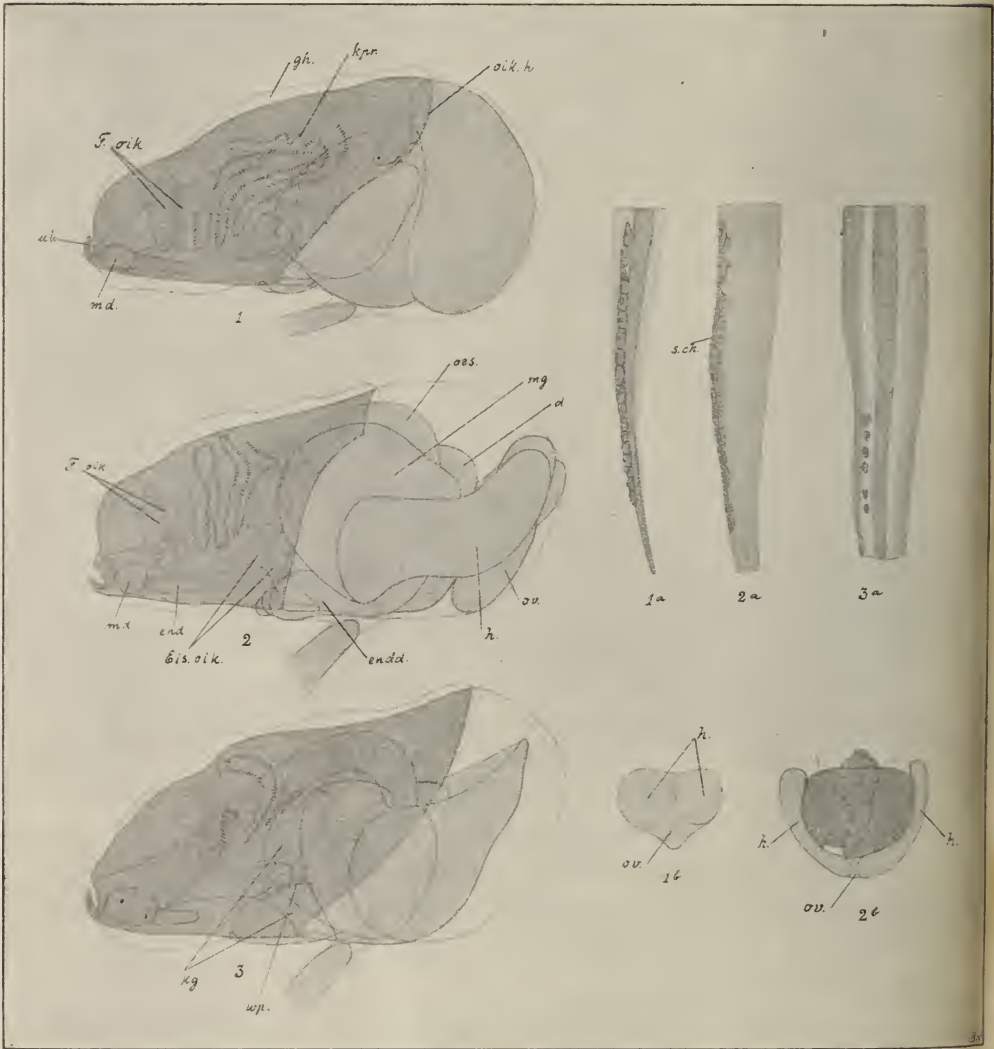
2. Die Appendicularien der Westwindtrift und des südlichen Eismeeres¹⁾.

Am 22. November 1898 bei einer Oberflächentemperatur des Wassers von nur 3,2° traten zuerst die typischen Kaltwasserformen der Appendicularien auf: *Oikopleura valdiviae* und *Fritillaria borealis forma typica*. Alle die zahlreichen Arten des warmen Wassers waren geschwunden, und nur diese beiden Arten, die zugleich Vertreter der beiden dominierenden, artenreichen Gattungen sind, bildeten die ganze Ausbeute. So blieb es während der ganzen Fahrt über die Bouvet-Inseln nach Enderby-Land und Kerguelen, wobei die Temperatur des Oberflächenwassers zeitweise bis auf -1,7° sank und niemals auf 5° stieg. Erst in Stat. 162, am 1. Januar 1899 bei 8,8° Wasserwärme schwand die *Oikopleura valdiviae*, und neben der *Fritillaria borealis forma typica* erschienen wieder die dem Warmwassergebiet eigenen Arten, wie *Oikopleura longicauda* und *fusiformis*.

Vor der Valdivia-Expedition war unsere Kenntnis über die Appendicularien der Antarktis äußerst gering. Zwar hatte schon der Challenger große Oikopleuren nahe dem Polarkreise südlich von Amerika gefangen, aber sie waren nicht beschrieben, und eine Nachuntersuchung ist jetzt nicht mehr möglich. Dann hatte MICHAELSEN an der Südküste Feuerlands Material gesammelt, das den interessantesten Nachweis brachte, daß von der kosmopolitischen *Fritillaria borealis* LOHM., im kalten Wasser der Südhemisphäre ganz die gleiche Form (*forma typica*) vorkommt wie im Norden.

¹⁾ Ein erster Bericht hierüber findet sich in: H. LOHMANN, Die Appendicularien des arktischen und antarktischen Gebiets, Zoolog. Jahrbücher, Suppl. VIII, p. 355 ff. 1905.

Die Valdivia wies nun auch für *Oikopleura* eine ganz überraschende Übereinstimmung mit den Arten des nördlichen polaren Wassers nach. Die von ihr entdeckte Art (*Oikopleura valdiviae*) steht nämlich der im Norden auftretenden *Oikopleura labradoriensis* außerordentlich nahe und besitzt



Figur 9.

Die 3 Arten der bipolaren *Labradoriensis*-Gruppe der Gattung *Oikopleura*. 1. *Oikopleura labradoriensis* Lohm. aus dem arktischen Meere. 2. *Oikopleura gaussica*, Lohm. aus dem antarktischen Meere. 3. *Oikopleura valdiviae* Lohm aus dem antarktischen Meere. 1a, 2a, 3a zeigt die verschiedene Form, Lagerung und Zahl der Subchordalzellen im Schwanz der 3 Arten. 1b und 2b gibt die Dorsalansicht der Keimdrüsen von *Oik labradoriensis* und *gaussica* wieder.

vor allem ganz gleichgebauten Häutungskörper in der Gehäuseanlage. Diese Körper, welche zur Absprengung der Cuticula von der Matrix und zur richtigen Leitung der Entfaltung der Gehäuseanlage dienen, sind bei *Oikopleura labradoriensis* (Fig. 9, Nr. 1 Kpr.) ganz eigenartig gebaut und in ganz charakteristischer Weise angeordnet. Wie die Figur zeigt, besteht jedes einzelne Körperchen aus dickem Schwellkörper und einem langen, feinen Faden, der von ihm ausgeht. Mehrere Hundert solcher Körper sind in einer langen, in Schleifen zusammengelegten Linie aneinandergereiht und stets so orientiert, daß bei einer Geradestreckung von vorn nach hinten alle Fäden der Rückenlinie zustreben und die Schwellkörper die untere Begrenzung der Linie bilden würden. Durch den gewundenen Verlauf der Reihe entstehen zwei Schleifen und eine hintere und eine vordere Endlinie. Die hintere Schleife ist spitzwinkelig nach vorn geknickt, die vordere Schleife in leichtem Bogen nach hinten gebogen. Die hintere Endlinie ist sehr lang und biegt dorsalwärts ähnlich der hinteren Schleife nach vorn um; die vordere Endlinie ist nur kurz.

Bei *Oikopleura valdiviae* (Fig. 9, Nr. 3) sind beide Schleifen gleichfalls zur Ausbildung gekommen, außerdem ist die hintere Endlinie vorhanden, aber hinter dieser erscheint noch eine weitere Linie angelegt. Eine vordere Endlinie konnte dagegen nicht gefunden werden. Überhaupt sind die Schleifen wie Endlinien nur unvollkommen ausgebildet und die Körperchen in viel geringerer Zahl als bei *Oik. labradoriensis* vorhanden. Die großen Munddrüsen, ebenso der Besitz von Subchordalzellen im Schwanz zeigen, daß *Oik. valdiviae* gleichfalls in die *Labradoriensis*-Gruppe gehört, deren verschiedene Arten sich gut nach der Art ihrer Häutungskörper unterscheiden lassen.

Später fand die Gauß-Expedition noch eine zweite antarktische *Oikopleura*, die durch die Subchordalzellen, die Schmalheit des Muskelbandes und die geringe Erstreckung des Oikoplastenepithels nach hinten gut von *Oik. valdiviae* unterschieden ist. Auch diese Art (*Oik. gaussica*, Fig. 9, Nr. 2) zeigt die gleiche Form und Anordnung der Häutungskörper, nur ist ihre Zahl viel größer und ihre Linienführung viel vollkommener als bei *Oik. valdiviae*. Sie läßt sich Zug für Zug auf die von *Oik. labradoriensis* zurückführen, doch sind die Schleifen viel steiler aufgerichtet, die hintere Endlinie übermäßig stark geknickt und die vordere Endlinie ganz ausgefallen. Da auch die Subchordalzellen ganz mit denen von *Oikopleura labradoriensis* übereinstimmen, so vermittelt *Oik. gaussica* aus-

gezeichnet zwischen *Oik. valdiviae* und der nordischen Art. Doch unterscheiden sich beide Arten des südlichen Polargebietes durch die Form des linken Magenlappens und den schalenförmigen Wuchs der Hoden, die den Darmknäuel seitlich umwachsen, sehr deutlich von der Art des Nordpolargebietes.

Wir sehen hier also eine scharf umschriebene Artengruppe auf das Polargebiet beider Hemisphären beschränkt; im Norden lebt eine, im Süden leben zwei Arten, keine derselben kommt an beiden Polen zugleich vor. Alle drei aber sind auf das engste untereinander verwandt. *Oikopleura labradoriensis* wird 2,4 mm lang, *Oik. valdiviae* 3,5 mm und *Oik. gaussica* 3,9 mm.

Neben diesen bipolaren Formen kommen aber in den Polar-meeren auch unipolare Arten vor, und zwar wiederum in jeder der beiden Gattungen. *Fritillaria antarctica* ist nur im antarktischen Wasser, *Oikopleura vanhoeffeni* LOHM. nur im arktischen Meere heimisch. Jene steht der Warmwasserart *Fritillaria fraudax* LOHM. sehr nahe, unterscheidet sich aber durch die Länge des Schwanzes, die Schmalheit der Muskulatur, das Fehlen der Nesselzellen in der Haut und die Lagerung des bandförmigen Ovar sehr deutlich von ihr. Mit *Fritillaria borealis* hat sie dagegen keine näheren Beziehungen. Die Valdivia-Expedition fand sie in Stat. 127 im Osten der Bouvet-Insel, die Südpolar-Expedition fing sie gar nicht selten unter dem Polarkreise an der Winterstation.

Oikopleura vanhoeffeni ist die größte *Oikopleura*, die bisher bekannt geworden ist, und erreicht eine Rumpflänge von 7 mm. Sie wird also nahezu ebenso groß wie *Megalocercus abyssorum* CHUN. Sie ist ausgezeichnet durch die große Zahl kleiner bohnenförmiger Häutungskörper, die regellos über die ganze Gehäuseanlage verteilt sind. Durch die großen Munddrüsen und die Subchordalzellen gehört sie der *Labradoriensis*-Gruppe an, und durch die zahlreichen kleinen Häutungskörperchen schließt sie sich innerhalb derselben am nächsten dem kleineren Kreise polarer Arten an, der oben beschrieben wurde. Jedoch unterscheidet sie von ihnen die regellose Verteilung der kurzen, gedrungenen, fadenlosen Häutungskörper.

So beobachten wir also ein doppeltes Verhalten der polaren Appendicularien zu den Arten des warmen Wassers:

1. Im Norden und Süden treten gleiche Formen oder Formengruppen auf, die im dazwischenliegenden Warmwassergebiet vollständig fehlen. Die Varietät von *Fritillaria borealis: forma typica* ist echt bipolar, ebenso die

aus *Oikopleura labradoriensis*, *valdiviae* und *gaussica* gebildete Artgruppe, die durch die Anordnung und Form der Häutungskörper charakterisiert wird.

2. In jedem der beiden Polargebiete treten ihm eigentümliche Formen auf, die sowohl dem Warmwassergebiet wie dem anderen Polargebiete fehlen: *Fritillaria antarctica* und *Oikopleura vanhöffeni*.

Die einfachste Deutung dieser Verhältnisse ist die, daß sowohl die bipolaren wie die unipolaren Formen sich mit der Sonderung der Kaltwassergebiete aus der bis zu jenem Zeitpunkte das ganze Weltmeer bevölkernden Warmwasserfauna herausgebildet haben. Da diese letztere völlig einheitlich war und im Norden wie im Süden an den späteren Grenzgebieten kalten und warmen Wassers aus den gleichen Arten bestand, kann es nicht überraschen, daß die gleiche Änderung der Existenzbedingungen auf beiden Hemisphären auch zu dem gleichen Ergebnis führte und bipolare Varietäten, Arten und Artgruppen, Gattungen usw. schuf. Bei den Appendicularien kam es nur zur Bildung einer bipolaren Varietät und einer bipolaren Artengruppe. Daneben aber war natürlich die Möglichkeit gegeben, daß andere Artbildungsvorgänge nur auf einer Hemisphäre erfolgreich sich durchsetzten, auf der anderen entweder ganz unterblieben oder mißglückten. So mußten unipolare Formen und Formgruppen entstehen; bei den Copelaten sind nur unipolare Arten gebildet.

Für diese Deutung spricht vor allem ein Umstand, der bei anderen Tiergruppen viel schärfer hervortritt als bei den Appendicularien, daß nämlich auf der Südhemisphäre im allgemeinen eine stärkere Formbildung stattgefunden hat als im Norden. Das ist leicht verständlich, weil hier die Berührungsfläche zwischen warmem und kaltem Wasser eine ungleich größere ist als auf der nördlichen Halbkugel und daher auch Jahr für Jahr bei einer ungleich größeren Zahl von Individuen der umgestaltende und auslesende Einfluß der sich ändernden Existenzbedingungen wirksam wurde. Das Experiment wurde in der Antarktis in einem viel gewaltigeren Umfange angestellt als im Norden. Bei den Appendicularien stehen nur 4 antarktische Arten den 3 arktischen gegenüber; bei den Pteropoden aber ist die Zahl der antarktischen Arten 9, die der arktischen dahingegen nur 4!

Die die Erdkugel umspannende Berührungsfläche zwischen dem kalten Wasser der Antarktis und dem Warmwassergebiet führt aber noch zu einer anderen Erscheinung von allgemeinerer Bedeutung. Im

Osten der *Bouvet*-Insel (Stat. 127 und 128, 25. und 26. XI. 1898) wurde nämlich auf der *Valdivia*-Expedition eine sehr merkwürdige Mischung von Warmwasser- und Kaltwasserarten beobachtet, und zwar wurden gefunden:

Station 128. Vertikalzug 0—20 m. *Oikopleura valdiviae* (antarktisch).

Station 127. Vertikalzug 0—200 m. *Oikopleura valdiviae* (antarktisch); *Fritillaria borealis* f. *typica* (antarktisch), *Fritillaria antarctica* (antarktisch); *Fritillaria haplostoma* (warmes Wasser), *Fritillaria megachile* (warmes Wasser).

Die Warmwasserformen machten etwa 5 % aller Individuen aus. In den oberflächlichen Wasserschichten wurden also nur Formen des kalten Wassers gefunden; erst in den tieferen Schichten wurden die Warmwasserformen erbeutet.

Später hat die Deutsche Südpolarexpedition bei 64° südl. Breite nordwestlich von der Winterstation die gleiche Erscheinung noch genauer studieren können. So wurden am 15. März 1903 bei einer Oberflächentemperatur von $-1,8^{\circ}$ und einer Bodentemperatur in 3646 m Tiefe von $-0,25^{\circ}$ folgende Appendicularien erbeutet:

1. Vertikalzug 0—50 m: nur antarktische Arten (*Fritillaria borealis* f. *typica*, *Oikopleura valdiviae*).

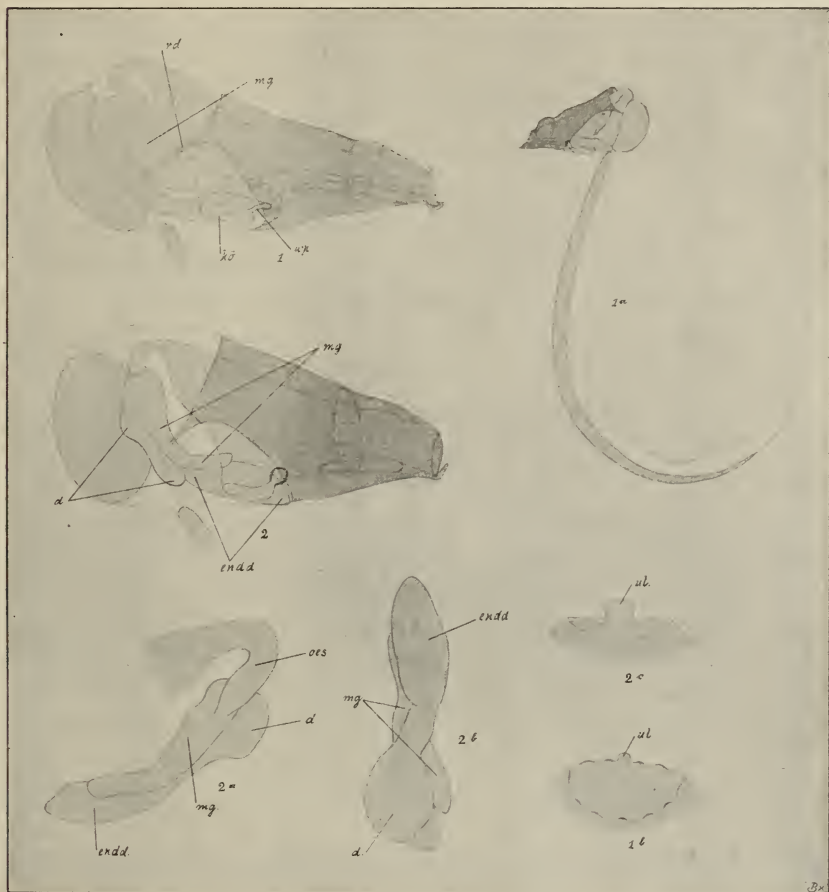
2. Vertikalzug 0—300 m: dieselben antarktischen Arten, aber daneben 6,5 % Individuen von Warmwasserformen (*Oikopleura parva*, *Stegosoma magnum*, *Fritillaria haplostoma*, *formica* und *gracilis*).

Dies erklärt sich dadurch, daß im Süden überall warmes Wasser in 200—2000 m Tiefe zum Ersatz des äquatorwärts strömenden polaren Bodenwassers in das Eismeer einströmt (Ergebnisse der Deutschen Tiefsee-Expedition, Bd. I. SCHOTT, Ozeanographie, Taf. 32, 1907). Die Überlagerung des warmen Wassers durch kaltes Wasser läßt eine Abkühlung nur ganz allmählich eintreten und gestattet so den Warmwasserarten, sich ohne Schädigung an diese ganz extreme Temperaturenniedrigung zu gewöhnen.

3. Die Appendicularien des Indischen Ozeans.

Vor der *Valdivia*-Expedition war nur wenig über die Appendicularien des Indischen Ozeans bekannt. SCHOTT, FREYDADL und BRUNN hatten an verschiedenen Orten Plankton gefischt, das von mir untersucht und in den Ergebnissen der Plankton-Expedition (1896) verwertet wurde. Es enthielt neun Arten (*Fritillaria pellucida*, *borealis* forma *sargassi*; *Appendicularia sicula*; *Oikopleura longicauda*,

fusiformis, *cophocerca*, *rufescens*, *dioica*, *Stegosoma magnum*), die alle auch aus dem atlantischen Becken bekannt waren. Später wurde von der Westküste Australiens eine neue *Fritillaria* (*Frit. abjörnseni* LOHM.) beschrieben, die MICHAELSEN und HARTMEYER in dem salzigen Wasser des Unterlaufes des Swan-River fanden.



Figur 10.

Megalocercus huxleyi Ritt. aus dem Indo-Pazifischen, *Megalocercus abyssorum* aus dem Mittelmeer-Gebiet. 1. *Megaloc. huxleyi*, Seitenansicht des Rumpfes; 1a ganzes Tier von links gesehen; 1b Mundöffnung von oben gesehen. — 2. *Megaloc. abyssorum*, Seitenansicht des Rumpfes; 2a Darmtraktus von links gesehen; 2b Darmtraktus in Ventralansicht; 2c Mundöffnung von oben gesehen.

Durch die zahlreichen Fänge der Valdivia-Expedition sind 18 weitere Arten hinzugekommen. Wie von vornherein zu erwarten war, stimmt die Fauna im allgemeinen vollständig mit der des atlantischen Warmwassergebietes überein. Allerdings wurden zwei

neue Arten (*Althoffia verticalis* und *Chunopleura microgaster*) erbeutet; es sind dies aber seltene Formen, die nur ganz vereinzelt bisher gefunden sind, und über deren Verbreitung sich vorläufig nichts angeben läßt.

Anders verhält es sich mit *Megalocercus huxleyi* RITTER (Fig. 10, Nr. 1), einem Verwandten des von CHUN im Mittelmeer entdeckten *Megalocercus abyssorum* (Fig. 10, Nr. 2). Diese Art, die eine Rumpflänge von 3,5 mm erreicht, und erst 1905 von RITTER von der Nordküste Neu-Guineas als *Oikopleura huxleyi* beschrieben wurde, ist nachher in dem westlichen Teile des pazifischen Ozeanes an verschiedenen Punkten gefangen (als *Oikopleura megastoma* von der japanischen Küste durch AIDA, 1907; aus dem malayischen Archipel während der Siboga-Expedition durch IHLE als *Megalocercus huxleyi* RITT. 1906; ich selbst fand die Art im Material, das DAHL im Bismarck-Archipel gesammelt hatte, veröffentlichte darüber aber bisher nicht).

Auf der Valdivia-Expedition wurde nun diese große Oikopleuride im ganzen Indischen Ozean gefangen. Sie war unstreitig im äquatorialen Gebiete am häufigsten, kam aber auch sonst vereinzelt vor. Der reichste Fang wurde direkt unter dem Äquator an der Somaliküste gemacht (Stat. 250), wo ein einziger Zug mit dem Planktonnetz aus 0—100 m nicht weniger als 19 Individuen erbeutete, fast $\frac{1}{3}$ der gesamten Ausbeute im Indischen Ozean. Jedoch war dies gleichzeitig die Station, an welcher überhaupt die größte Menge von Appendicularien während der Expedition gefangen wurde (100000 unter 0,1 qm Meeresfläche). Dieses Meeresgebiet ist daher nicht nur für *Megalocercus huxleyi* besonders günstig, sondern war damals überhaupt ganz besonders dicht mit Copelaten bevölkert. Als ständiger Bestandteil der Fauna trat hier deshalb auch *Megalocercus* besonders zahlreich auf. Im Norden konnte *Megalocercus* bis in das Rote Meer verfolgt werden; im Süden wurde er an der Südspitze Afrikas im Agulhasstrom (Stat. 102) und westlich von Australien in Station 172 gefunden. Beide Orte bezeichnen von Norden her die letzten Stationen, an denen das Meer eine Oberflächentemperatur von 20° besaß und als unvermisches warmes Wasser des Indischen Ozeans anzusehen war. Das Mischgebiet kalten und warmen Wassers, in dem noch eine ganze Reihe der Warmwasser-Appendicularien vortrefflich gedeihen, erträgt *Megalocercus* nach diesen Befunden nicht. Damit stimmt überein, daß an nicht weniger als 21 Fangorten die Ober-

flächentemperatur über 26° ($26-29,3^{\circ}$) und nur an zwei Stationen (!) $20-21^{\circ}$ betrug. Diese Art ist daher ganz besonders wärmeliebend. Daß sie unmittelbar an der Oberfläche vorkommt, zeigte ein Horizontalfang in Station 207. Eine besondere Vorliebe für die Tiefe tritt in den Fängen nicht hervor. In dem Material aus den Schließnetzfängen wurde kein Individuum gefunden.

Es ist nun sehr auffällig, daß diese Appendicularie, die durch ihre Größe auffällt und daher nicht leicht übersehen werden kann, nirgends im Atlantischen Ozean beobachtet ist, obwohl dieses Meer viel gründlicher untersucht wurde als der Indische und Pazifische Ozean. Da ferner *Megalocercus huxleyi*, wo er gefunden ist, nicht besonders selten zu sein pflegt, so daß er durchschnittlich an jeder zweiten bis dritten Station, wo die Appendicularien ausgesucht wurden, nachgewiesen werden konnte, so kann es keinem Zweifel mehr unterliegen, daß diese Art den bis jetzt untersuchten Teilen des Atlantischen Beckens wirklich fehlt. Sehr bezeichnend ist es in dieser Hinsicht, daß auf der Valdivia-Fahrt das erste Exemplar sogleich bei dem ersten Eintritt in das warme Wasser des Indischen Ozeans am 1. November an der Südspitze Afrikas in Station 103 erbeutet wurde, während auf keiner der zahlreichen Stationen im atlantischen Wasser unter den vielen Appendicularien, die gefangen wurden, auch nur ein einziger *Megalocercus* war.

Wir haben hier also den tiergeographisch sehr merkwürdigen Fall, daß ein Planktonorganismus auf das indo-pazifische Gebiet beschränkt ist, dem atlantischen dagegen fehlt. Die Erklärung hierfür liegt offenbar in dem großen Wärmebedürfnis von *Megalocercus huxleyi*, das ihn verhindert, in den Mischgebieten warmen und kalten Wassers auszuhalten wie die weitaus überwiegende Zahl der übrigen Copelaten. Denn dann würde es ihm ein leichtes sein, um die Südspitze Afrikas herum in das atlantische Gebiet einzuwandern. Aber die Sachlage kompliziert sich dadurch noch bedeutend, daß die zweite Art der Gattung *Megalocercus abyssorum* CHUN auf das Mittelmeer beschränkt ist und gleichfalls im Atlantischen Becken nirgends gefunden ist. Diese Art ist bei Ragusa im Adriatischen Meer und bei Neapel von CHUN, an der Ostküste Siziliens bei Messina und Syrakus von mir und vor Monaco von KRÜGER gefangen. Sie ist also nicht so selten, daß man damit ihr Fehlen in den zahlreichen atlantischen Fängen der Plankton- und Valdivia-Expedition erklären könnte. Auch haben CHUN und ich selbst wiederholt mehrere Individuen in

den Fängen erbeutet. Wahrscheinlich bildet auch für diese *Megalocercus*-Art die Wassertemperatur die Verbreitungsgrenze. Für das Mittelmeer charakteristisch ist bekanntlich, daß die Wärme bis zu den größten Tiefen hinab nicht wesentlich unter 13° hinuntergeht. Im Ozean dagegen sinkt die Temperatur rapide mit zunehmender Tiefe, und gerade vor der Straße von Gibraltar liegt ein Gebiet kalten aufsteigenden Tiefenwassers, das hier besonders niedrige Temperaturen schafft. Dazu kommt, daß das eintretende Mittelmeereswasser jenseits der Gibraltarschwelle vermöge seines abnorm hohen Salzgehaltes schnell in große Tiefen (600—1200 m) absinkt (vgl. SCHOTT, Geographie d. Atlant. Ozeans, 1912, pag. 160, Fig. 49). Daneben mag auch die Erniedrigung des Salzgehaltes von Bedeutung sein, insofern sie auf die Sekretions- und Quellungsvorgänge bei der Gehäusebildung von wesentlichem Einfluß sein könnte.

Die Hauptschwierigkeit liegt aber nicht darin, zu verstehen, daß sowohl *Megalocercus huxleyi* wie auch *abyssorum* unter den heutigen ozeanographischen Verhältnissen nicht aus ihrem jetzigen Wohngebiet in das Atlantische Becken einwandern können, sondern vielmehr darin, daß eine Gattung von Planktonten des warmen Wassers im Atlantischen Ozean nie gefunden ist, im Indo-Pazifischen Becken aber und im Mittelmeer mit den gleichen Netzen regelmäßig gefangen wird.

Die Mittelmeerform und die indo-pazifische Art stehen sich sehr nahe. Bei *Megalocercus abyssorum* ist die Unterlippe erheblich breiter, der Magen lang schlauchförmig, die Endostyl-drüse weit kürzer als bei *M. huxleyi*, deren Rumpflänge (bis 3,5 mm) weit hinter der von *M. abyssorum* (bis 8 mm) zurückbleibt. Das sind alles nur Unterschiede des Grades, wesentliche Differenzen bestehen im Bau beider Arten überhaupt nicht.

Die einzige Hypothese, die die gegenwärtige Verbreitung der Gattung ohne besonderen Zwang zu erklären vermag, ist, soweit ich sehe, die Annahme, daß *Megalocercus* ursprünglich, wie wahrscheinlich alle anderen Appendicularien, über das warme Wasser aller Ozeane verbreitet war, aber im Atlantischen Becken allmählich ganz selten geworden oder völlig verschwunden ist. Als Ursache ist vielleicht, worauf BRAUER mich aufmerksam macht, der Einbruch des arktischen Wassers aus dem Polarmeere zu betrachten, der zugleich die Ablenkung des nordatlantischen Stromzirkels nach Norden bedingte und eine fortgesetzte

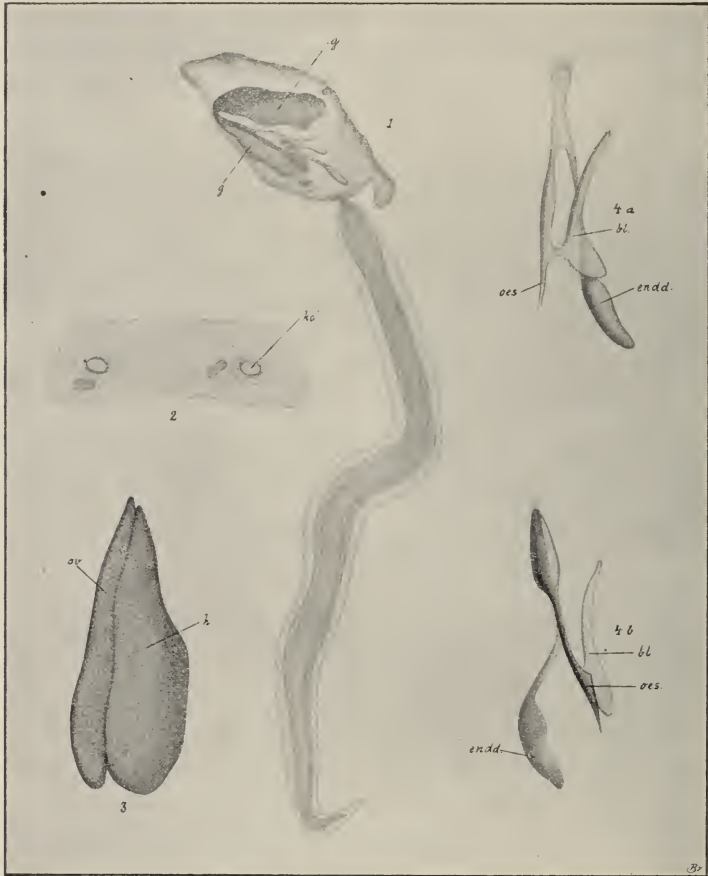
Ausfuhr warmen Wassers herbeiführte. Der Indische Ozean steht nur mit der Antarktis in Wasseraustausch; der Stille Ozean empfängt zwar durch die Behringstraße auch arktisches Wasser, aber im Vergleich zu den Mengen, die der Atlantische Ozean erhält, sind diese, vor allem wenn man die verschiedene Wasserführung beider Ozeane in Betracht zieht, ganz gering, und außerdem entsendet er keine Warmwassermasse in das Polarbecken fort. Sein nordäquatorialer Stromzirkel bleibt vielmehr vollständig geschlossen.

Wenn diese Annahme richtig ist, so wäre es nicht ausgeschlossen, daß sich an besonders geschützten Stellen des Atlantischen Ozeans mit hoher Erwärmung des Wassers noch *Megalocercus*-Kolonien erhalten hätten. Vor allem wäre das Amerikanische Mittelmeer einer Untersuchung wert, ob hier nicht *Megalocercus abyssorum* oder eine dritte ihm nahestehende Art sich erhalten hat.

Gehen wir dagegen von der Voraussetzung aus, daß die Gattung *Megalocercus* dem Atlantischen Ozean von Anfang an gefehlt hat, so müssen wir schon annehmen, daß ihre Entstehung in eine so späte Zeit fiel, daß die jetzige Gliederung des Weltmeeres bereits vollzogen war. Dann ist aber unverständlich, wie die Einwanderung in das Mittelmeer erfolgte.

Zur Charakterisierung der neuen Gattung *Chunopleura* (Fig. 11), die westlich von Sumatra im Nias-Südkanal (Stat. 198, Vertikalzug aus 0—520 m bei 677 m Bodentiefe und 27,9° Oberflächentemperatur) in einem, leider nur sehr mäßig erhaltenen Exemplare gefangen wurde, mögen noch einige Worte dienen. Der ganze Vorderrumpf samt dem Oikoplastenepithel war zu einer unkenntlichen Masse zusammengeschrumpft; es gelang mir jedoch die beiden Kiemenöffnungen herauszupräparieren. Sie sind rundlich und werden direkt von dem rings geschlossenen Wimperringe umzogen. Ein distaler Kiemengangabschnitt fehlt also wie bei *Megalocercus* und *Bathochordaeus*. Der Hinterrumpf bildet wie bei *Althoffia tumida* eine große Blase, in ihrem Zentrum liegt der Darmtraktus, der ganz abnorm schwächlich entwickelt ist. Speiseröhre, Magen und Darm bilden einen spitzwinkligen, nach vorn offenen, senkrecht stehenden Winkel. Der linke Magenlappen steht wie bei *Stegosoma* nur noch in ganz dünner stielartiger Verbindung mit dem übrigen Magen, der auf einen medianen nur leicht spindelförmig angeschwollenen, schlauchförmigen Abschnitt reduziert ist. Die Magentasche ist nach hinten in einen langen Fortsatz aus-

gezogen, erweitert sich aber nach vorn beilförmig, und ist an beiden Enden durch feine Plasmafortsätze seiner Zellen in der Leibeshöhle befestigt. An der Umbiegungsstelle des Darmtrakts, die dem Darm entspricht, erweitert sich dieser zu einer Darmtasche,



Figur 11.

Chunopleura microgaster n. gen. n. sp. 1. Ganzes Tier; Rumpf von unten gesehen; 2. Stück der Bauchhaut mit den Kiemenöffnungen; 3. die Keimdrüsen der einen Seite; 4a Darmtraktus von der linken Seite, 4b vom Rücken aus gesehen.

die wie der Magenblindsack plasmatische Verbindungen mit dem Fadenwerk der primären Leibeshöhle besitzt. Ventral und vorn geht vom Darm ein dünnes röhrenförmiges Verbindungsstück zum Enddarm, dem einzigen Abschnitt der ganzen Darmschlinge, der einen größeren Querschnitt besitzt und auf die Bildung konsistenter Exkremente hinweist. Verglichen mit der Rumpfgroße des Tieres ist aber auch dieser Darmabschnitt zwerghaft klein. Eigentümlich

erscheint, daß der Enddarm in sanftem Bogen nach der rechten Seite abbiegt. Wahrscheinlich sind aber im Leben die Speiseröhre, Magen und Darm nach links verschoben, während der Enddarm median gelegen ist, und erst bei der Konservierung ist nachträglich eine Verlegung des letzteren eingetreten. Die Keimdrüsen sind ganz wie bei *Althoffia tumida* schalenförmig gebildet. Der Schwanz hat keine Subchordalzellen; seine Muskulatur ist nur wenig breiter als die Chorda — Größte Rumpflänge des Tieres war etwa 1800 bis 2000 μ ¹⁾. *Chunopleura* gehört ihrem Baue nach zu den Oikopleuriden und schließt sich im Bau des Darmtrakts am meisten *Stegosoma*, im Bau der Keimdrüsen *Althoffia* und im Bau der Kiemengänge *Megalocercus* an. Charakteristisch sind der zierliche eigenartig gestaltete Darmtraktus und die geschlossenen, rundlichen, aber oberflächlich gelegenen Wimperringe.

4. Die Bevölkerungsdichte der Appendicularien.

Die Valdivia-Expedition gibt zum ersten Male die Möglichkeit, verschiedene Ozeanbecken auf die Dichte ihrer Bevölkerung mit Planktonorganismen zu vergleichen. Die Plankton-Expedition hatte nur den Atlantischen Ozean und in erster Linie den küstenfernen und nördlich vom Äquator gelegenen Teil erforscht; über den Äquator nach Süden war sie nur bis Ascension (in etwa 9° südl. Br.) vorgedrungen. Die Deutsche Tiefsee-Expedition durchfuhr gerade den östlichen küstenahen Abschnitt und ging bis Capstadt hinunter.

Ganz neu war aber die quantitative Untersuchung der Westwindtrift und des südlichen Eismeeres, sowie des Indischen Ozeans.

Auf der Plankton-Expedition waren 15 000 Appendicularien unter 0,1 qum (Netzöffnung des großen HENSEN'schen Planktonnetzes), die größte Zahl, die überhaupt gefangen wurde. Sie wurde angetroffen nahe unter dem Äquator, nordöstlich von Para, vor der Nordküste Brasiliens, und übertraf den größten Fang, der im kalten Wasser der Irmingersee (23. VII.) gemacht wurde, um rund 1000 Individuen. Jedoch fand ich 1905 in dem flachen Wasser der Ostsee einmal 19 000 Appendicularien unter gleicher Fläche, also noch 4000 Tiere mehr als vor der Mündung des Amazonenstromes.

Die Valdivia-Expedition hatte im Atlantischen Ozean durchweg eine sehr viel ärmere Ausbeute nach den Fängen und Zählungen APSTEINS, deren Ergebnisse für die Copelaten er

¹⁾ Der stark geschrumpfte Rumpf, dessen Form Fig. 11 Nr. 1 wiedergibt, war in diesem verkürzten Zustande 1640 μ lang.

mir freundlichst zur Verfügung stellte. Der maximale Befund betrug nämlich nur 6000 Appendicularien, also noch nicht die Hälfte von dem der Plankton-Expedition. Aber bemerkenswerterweise fiel auch dieser Fang fast unter den Äquator (Stat. 67, 5° nördl. Br., südl. Kamerun). Die Armut aber erklärt sich leicht aus dem Verlauf der Fahrt in der Nähe einer Küste, die durch kaltes Auftriebwasser gekennzeichnet ist.

In der Westwindtrift und dem Antarktischen Meere war die Ausbeute an Appendicularien noch geringer als im Warmwassergebiet des Atlantischen Ozeans, während man in Analogie mit den Ergebnissen quantitativer Untersuchungen im Norden gerade hier recht hohe Werte hätte erwarten dürfen. Aber der reichste Netzzug¹⁾ brachte noch nicht 4000 (3700) Copelaten herauf. Das hängt indessen sicher mit der Jahreszeit zusammen, in welcher die Valdivia diese Gebiete besuchte. Denn nach VANHÖFFEN'S Beobachtungen an der Winterstation der Gauss ist gerade in den Monaten Dezember und Januar die Menge des Planktons am niedrigsten (XV. Deutscher Geographentag in Danzig, 1905, Zoogeographische Ergebnisse, p. 17). Zu anderer Jahreszeit werden hier also sicher bedeutend höhere Zahlen beobachtet werden.

Solche besonderen Verhältnisse, die die Bedeutung der Volkszahlen einschränken, liegen nun nicht vor bei den Fängen, die im Indischen Ozean ausgeführt wurden. Die Jahreszeit kann hier keinen solchen Einfluß ausüben, wie in den polaren Meeren und die Netzzüge wurden sowohl in großer Küstenferne wie in der Nähe der Küste gemacht. Der reichste Fang lag auch hier wiederum unter dem Äquator, und zwar nahe der Somalikküste. Er enthielt nicht weniger als 100 000 Appendicularien und war also, wenn wir die Volkszahl unter 0,1 qm Meeresfläche vergleichen, fünfmal so groß wie der Maximalfang aus der Ostsee. Im ganzen wurden 8 Fänge von mehr als 10 000 Copelaten erhalten; 5 davon lagen in unmittelbarer Nähe des Äquators (0° 46'—2° 38'), 2 etwa 4—5° von ihm entfernt und nur 1 (Busen von Aden) nahezu 13° nördlich. Im Warmwassergebiet des Atlantischen Ozeans machte die Plankton-Expedition viermal Fänge von mehr als 10 000 Individuen, davon lagen 2 unmittelbar unter dem Äquator (0,4° Br.; 21. IX. und 9. IX., vor der Küste Nordbrasilens), 1 nur 3° nördlich von demselben und 1 rund 16° nördlich (bei den Capverden).

¹⁾ Station 149 (0—200 m) ist der südlichste Punkt, an dem Appendicularien auf der Expedition gefangen wurden, nordöstlich von Enderby-Land.

Es ist also das stark erwärmte Wasser der äquatorialen Tropen sowohl im Warmwassergebiet des Atlantischen wie des Indischen Ozeans am dichtesten mit Appendicularien besiedelt und der Indische Ozean nach den bis jetzt vorliegenden Bestimmungen wiederum erheblich reicher bevölkert als der Atlantische.

Für die Gebiete kalten Wassers ist ein Vergleich verschiedener Gebiete noch nicht möglich, da die Plankton-Expedition im Nordatlantischen Ozean die Zeit reicher Planktonentwicklung, die Valdivia in der Antarktis aber gerade die Zeit der Planktonarmut antraf.

Ich habe mich hier absichtlich auf die Maximalfänge beschränkt, da ich nur die allgemeinsten Resultate anführen und alles einzelne auf die ausführliche Darstellung im Expeditionswerk aufsparen wollte.

Jedenfalls wird man aber nicht sagen können, daß die Tropen irgendwie an Bevölkerungsdichte durch die Appendicularien den kalten Gebieten nachstehen. Bis jetzt sind im Gegenteil die reichsten Fänge direkt unter dem Äquator gemacht. Im polaren Wasser wie in den Tropen kommt es zur Herausbildung großer Volksmengen; während sie aber in den Tropen voraussichtlich das ganze Jahr sich halten werden, erscheinen sie in den kalten Meeren naturgemäß nur für kurze Zeit. Die Appendicularien besiedeln daher aller Wahrscheinlichkeit nach das Tropenmeer viel dichter als das kalte Wasser. Ist das aber der Fall, dann muß auch im warmen äquatorialen Wasser ausreichende Nahrung für sie vorhanden sein und ein reiches, schnell sich erneuerndes und die Freßverluste wieder ersetzendes Nannoplankton das Meer beleben. Dieser Nachweis ist aber bisher noch nicht gelungen.

Buchstabenerklärung für die Textfiguren.

bl. = Blindsack.

d. = Darm.

dr. 1—4. = Reihen großer Drüsenzellen der Oikoplasten bei *Bathochordaeus*.

Eis. oik. = EISEN'sche Oikoplasten (Bildungszellen der Einströmungstrichter und Gitterfenster).

end. = Endostyl.

endd. = Enddarm.

F. oik. = FOL'sche Oikoplasten (Bildungszellen des Fangapparates).

g. = Keimdrüsen.

gh. = Gehäuse-Anlage.

gl. = Gallertausscheidung der Oikoplasten.

h. = Hoden.

- kg.* = Kiemengang.
kö. = äußere Öffnung des Kiemenganges.
kp. = Kapuze.
kpr. = Häutungs- oder Entfaltungskörper der Gehäuseanlage.
md. = Munddrüsen.
mg. = Magen.
ob. = Oberlippe.
oes. = Speiseröhre.
oes' = sackförmiger vorderer Abschnitt der Speiseröhre bei *Bathochordaeus*.
oes'' = schlauchförmiger hinterer Abschnitt der Speiseröhre bei *Bathochordaeus*.
oik. = Oikoplastenepithel.
oik. h. = Hinterrand des Oikoplastenepithels.
ov. = Eierstock.
rd. = bandförmiger hinterer Fortsatz des Oikoplastenepithels.
rs. = Reusenapparat.
sch. = Subchordalzellen.
ul. = Unterlippe.
wp. = Wimperband des Kiemenganges.

Herr Prof. R. W. HOFFMANN (Göttingen):

Die embryonalen Vorgänge bei den Strepsipteren und ihre Deutung¹⁾.

Obgleich die Strepsipteren nun seit über 100 Jahren bekannt sind und fast ebenso lange ihre eigenartige Stellung unter den Insekten gewürdigt worden ist, besaßen wir bisher doch nur eine einzige kleine und dazu höchst lückenhafte Arbeit von BRUES²⁾, über die Embryonalgeschichte dieser Formen. Zudem liegt das Hauptgewicht dieser, aus dem Jahre 1903 stammenden kleinen Studie, auf dem Gebiet der Eibildung. Der Verfasser gibt nur einige unzusammenhängende Stadien, (wahrscheinlich sind manche nicht einmal ganz richtig beobachtet), aus denen nicht zu ersehen ist, wie sich der Embryo weiter entwickelt. Was jedoch gezeigt wird, ist so eigenartig und so sehr verschieden von dem, was man während der Embryonalentwicklung anderen Insekten zu sehen bekommt, daß das Studium dieser Verhältnisse als eine sehr dankenswerte und lohnende Aufgabe erscheinen muß.

Es soll an dieser Stelle nur kurz ein Teil meiner Resultate behandelt werden und zwar vor allem jener, welcher ein allge-

¹⁾ Eine größere vorläufige Mitteilung über einige meiner Resultate, ohne Bezugnahme auf andere Insekten, findet sich unter dem Titel: „Zur Embryonalentwicklung der Strepsipteren“ in „Nachrichten der Ges. d. Wissensch. zu Göttingen“. Math. physikal. Klasse 1913.

²⁾ CH. TH. BRUES: A Contribution to our knowledge of the *Stylopidae*. Zoolog. Jahrb. Abt. f. Anat. u. Ontogenie. 18. Bd. 1913.

meineres Interesse in Bezug auf die embryonalen Vorgänge der Insektenentwicklung überhaupt darbietet.

Die Form, welche ich zu meinen Studien verwandt habe, stammt aus Paraguay¹⁾. Es handelt sich um eine neue Art der Gattung *Xenos*; ich nenne sie nach ihrem Erbeuter *Xenos Bohlsi*. Ihr Wirt ist *Polistes canadensis* L, eine Wespe, die über beide Amerika verbreitet ist.

Die Styloplisierung des Wirts findet auf die gewöhnliche Weise an dessen Hinterleib, durch Austritt des Parasiten an den Segmentgrenzen statt. Von Interesse ist die bisher unbekannte Tatsache, daß sich sämtliche Entwicklungsstadien in einem einzigen Weibchen vorfinden können. So lieferte mir ein einziges, wohlkonserviertes Weibchen das Material für alle meine Untersuchungen. Welche Folgerungen aus dieser Tatsache, sowie aus der Verteilung der einzelnen Stadien im Mutterkörper, vielleicht zu ziehen sind, will ich an dieser Stelle nicht weiter erörtern. Allerdings ist dies Verhalten keineswegs die Regel. Meistens finden sich in einer Mutter nur wenige verschiedene Entwicklungsstadien. Im reifen Zustande stellt das Weibchen kaum etwas anderes als einen Sack dar, der neben den wenigen, stark rudimentierten Organen eine große Menge Fettkörper enthält, in welchem die unreifen Embryonen eingebettet liegen. Wenn sie fertig ausgebildet sind, wandern die Triungulini durch die Brutschläuche in den Brutkanal. Eine federnde Zunge, welche die Öffnung der Ersteren abschließt, ermöglicht wohl den Austritt der Triungulini in diesen, jedoch nicht mehr ihre Rückkehr in den Mutterleib.

Die reifen ovalen Eier umgibt eine derbe Hülle, deren zellige Herkunft sich noch ziemlich lange nachweisen läßt. (Fig. 3 Cho.). Sie spaltet sich später in zwei Lagen, die jedoch gegen das Ende der Entwicklung wieder miteinander verbacken.

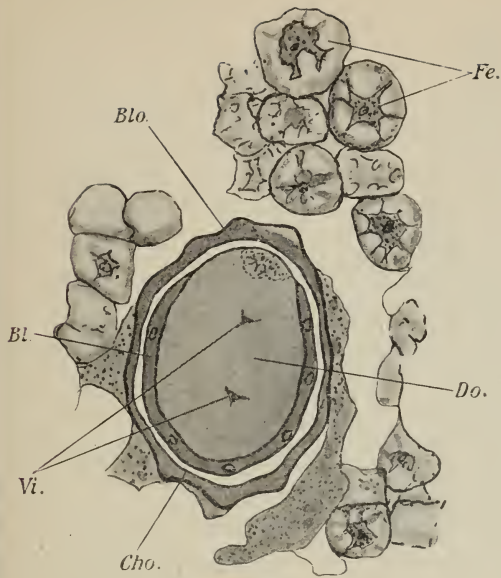
Auf den frühesten Entwicklungsstadien, die mir zur Verfügung standen, finde ich eine Anzahl von Zellen im Zentrum des Eies vereint. Eine größere Anzahl hat sich bereits an die Peripherie des Eies begeben und bildet dort ein Netzwerk relativ weit auseinanderstehender, platter Zellen, die durch Plasmafortsätze miteinander verbunden sind. Ein eigentliches Keimhaut-

¹⁾ Die Diagnose der neuen Art, in Verbindung mit der Beschreibung zweier interessanter Mißbildungen an Triunguliniformen, soll demnächst im Zoologischen Anzeiger erscheinen.

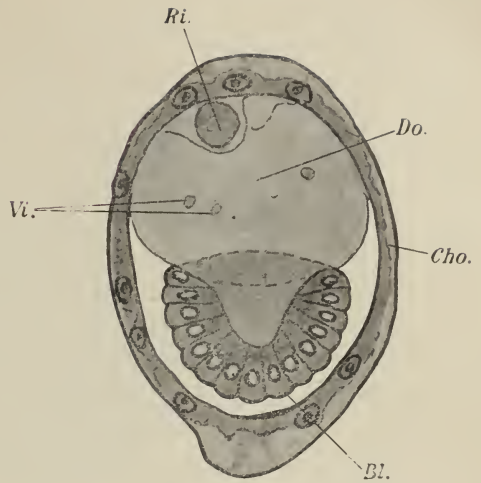
blastem fehlt. Von den im Centrum angehäuften Zellmassen bleiben 3 im Dotter zurück. Ziemlich häufig sind es auch vier, nur in seltenen Fällen fand ich zwei Zellen und nur in einem Falle eine einzige. Auf älteren Stadien traf ich immer drei oder vier Zellen an. Diese Zellen sind Vitellophagen. Neben dieser ihrer physiologischen Bedeutung kommt ihnen aber auch eine morphologische zu: sie bilden im Verein mit dem Dotter das Entoderm. Wie wir gesehen haben, sind die Vitellophagen, von Anfang an im Eiinnern. Vom Blastoderm aus erhalten sie später keinerlei Gefährten. Paracyten wurden ebenfalls nicht beobachtet. Ihre morphologische Sonderstellung zeigt sich, außer in ihrem späteren kolossalen Umfang, der in ursächlichem Zusammenhang mit ihrer Funktion als Dotterverarbeitungs-zentralen steht, in der ganz gesetzmäßigen Weise ihrer Wanderung, ihrer Anordnung im Dotter und ihren Beziehungen zu dem Embryonalgewebe. Ich vermute, daß ihre Kerne auch heute potentiell nicht gleichwertig sind, denn äußere morphologische Differenzen in den späteren Stadien stehen in inniger Beziehung zu ihrer Lagerung. Aus der Art ihrer Stellung zu einander, von einem gewissen Zeitpunkt an, möchte ich schließen, daß ursprünglich vier Vitellophagen vorhanden waren. Das Dreierstadium würde alsdann sekundär durch Reduktion entstanden sein. Daß die Vitellophagen sich anfangs äußerlich nicht von den übrigen Furchungszellen unterscheiden, und erst infolge ihrer Tätigkeit ihre gigantische Form annehmen, habe ich bereits angedeutet.

Kehren wir zu der Blastodermbildung zurück, so verwandelt sich das anfängliche Zellennetzwerk in eine kontinuierliche Zellhaut, die den Dotter als Mantel umkleidet. Dieser Mantel hat am einen Pol eine Öffnung. Die Stelle ist auch dadurch gekennzeichnet, daß an ihr die Polkörperchen liegen¹⁾. Betrachten wir den jungen Keim, vorausblickend, in bezug auf sein Verhältnis zum späteren Embryo, so stellt die Gegend, wo der Dotter zutage tritt, die spätere Dorsalseite dar, der entgegengesetzte Pol die spätere Ventralseite. Bekanntlich wird nach dem Vorgang Heymons' von vielen Forschern das Blastodermstadium als das Gastrulastadium angesehen, wobei für viele allerdings der Gastrulationsakt zu einem zweiphasigen geworden ist. Auch ich halte dieses Stadium für homolog dem Gastrulastadium ur-

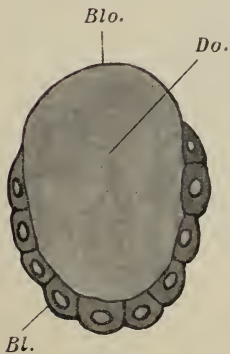
¹⁾ Allerdings liegen dieselben nicht genau an der Polspitze, sondern etwas von dieser entfernt.



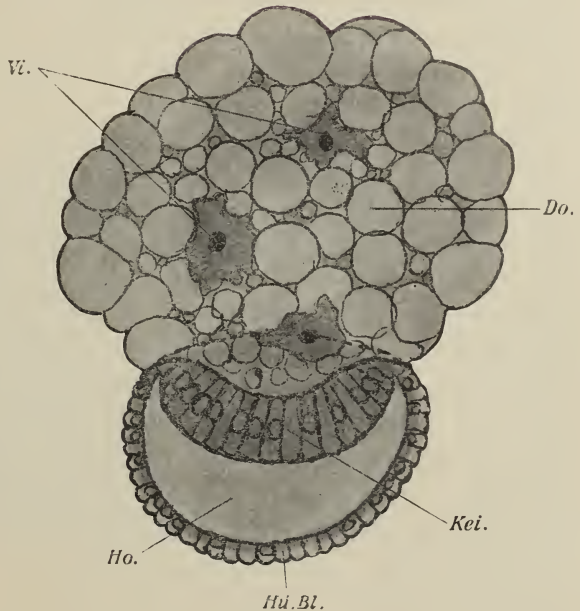
Figur 1.



Figur 3.



Figur 2.



Figur 4.

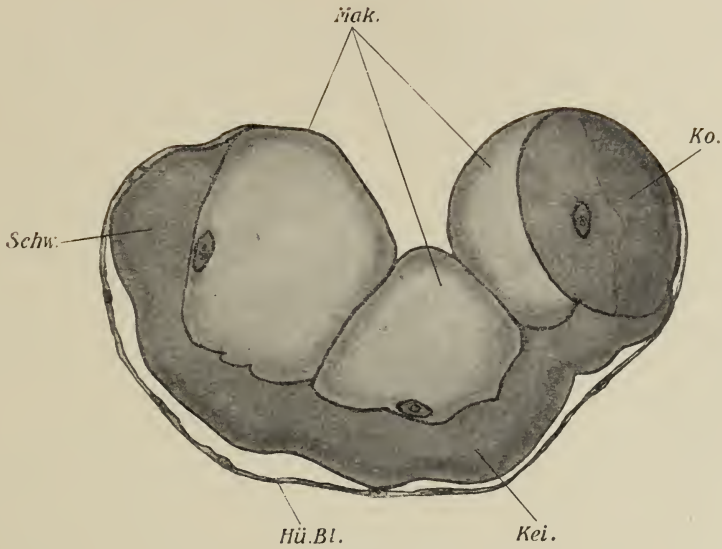
Embryonalstadien von *Xenos Bohlsi* n. sp.

- Fig. 1. Der junge Keim im Fettkörper (Sagittalschnitt). *Bl.* = Blastoderm; *Blo.* = „Blastoporus“; *Cho.* = Chorion; *Do.* = Dotter; *Fe.* = Fettkörperzellen; *Vi.* = Vitellophagen (noch unentwickelt). Vergrößerung 440 fach.
- Fig. 2. Späteres Stadium (Sagittalschnitt). Das Blastoderm hat sich schon etwas gegen den animalen Pol verschoben. Aus einem Syncytium hat es sich in ein kubisches Epithel verwandelt. Bezeichnungen wie vorher. Vergrößerung 440 fach.
- Fig. 3. Das Blastoderm hat sich auf das letzte Drittel des Dotters zurückgezogen und bildet hier eine aus Zylinderzellen bestehende Zellkappe. Der Dotter ist an der bedeckten Stelle in einen Zapfen ausgezogen, der auf dem nächsten Stadium resorbiert wird. Das Chorion beginnt sich in zwei Schichten zu zerspalten, eine kernhaltige und eine kernlose (optischer Sagittalschnitt). *Ri.* = Richtungskörper, in den Dotter gepreßt. Übrige Bezeichnungen wie vorher. Vergrößerung 440 fach.
- Fig. 4. Die Zellkappe hat sich zu einer Keimblase geschlossen. Der in ihrem Innern befindliche Dotter ist resorbiert worden. Ein Keimstreifen hat sich gebildet (optischer Sagittalschnitt). *Ho.* = Hohlraum der Keimblase; *Hü.Bl.* = Hüllenblastoderm; *Kei.* = Keimstreifen. Übrige Bezeichnungen wie vorher. Vergrößerung 440 fach.

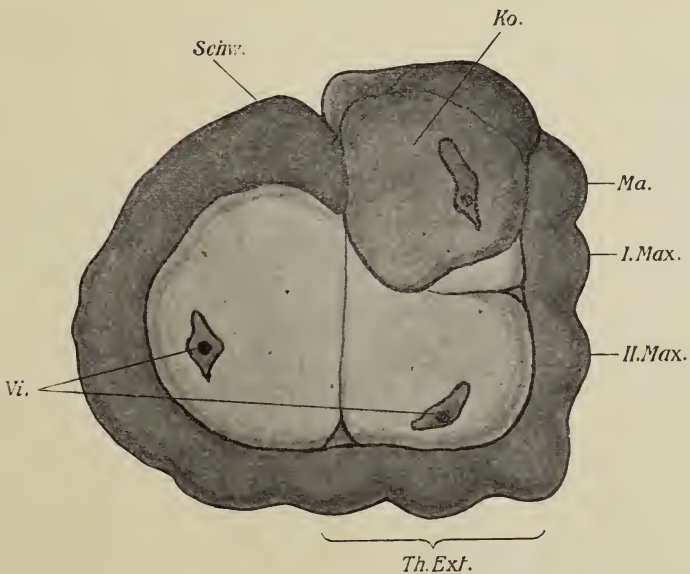
sprünglicherer Organismen. Dies gilt auch für den Fall, daß wir die polare Öffnung des Blastoderms nicht für einen primären Urmund halten, sondern für eine sekundäre Erwerbung. Auch bei anderen, vivipaaren Insekten, wie z. B. der vivipaaren Generation gewisser Aphiden, ist ein derartiger „Blastoporus“, als häufig vorkommende Bildung, beobachtet worden. Zu erinnern ist auch an das Verhalten des *Gryllotalpaeies*, bei dem ebenfalls das Blastoderm sich nicht auf die Dorsalseite des Eies erstreckt. Bei dieser Auffassung entspricht der Dotter mit seinen drei Zellen dem Entoderm. Das Ganze würde sich in unserem Fall verhalten wie eine epibolische *Gastrula*, bei der der Dotter die Ausbildung eines Urdarms verhindert.

Was nun weiter folgt, ist sicher ein sekundäres Verhalten, und doch scheint es mir ein bezeichnendes Licht auf die Potenzen des Blastoderms und seine Vergleichbarkeit mit dem Ektoderm einer *Gastrula* zu werfen: Es findet nun eine Art sekundären Gastrulationsprozesses statt, wobei das Entoderm zunächst von der Umwachsung ausgeschlossen wird. Hierbei kontrahiert sich die Zellhaube über dem Ei, bis sie nur noch ein Drittel des Dotters bedeckt. Mit diesem Prozeß Hand in Hand gehend, sehen wir, wie die flache Zellige des Blastoderms, die anfangs ein Syncytium darstellt, sich in eine wahrscheinlich bestimmte Anzahl Zellen abgrenzt, die immer höher und höher werden, erst Cylindergestalt und schließlich Keilform annehmen. Auf diesem Stadium verharret die Zellkappe eine Weile. Der Dotter wird, soweit sie ihn bedeckt, stark angenagt. Er verwandelt sich an der bedeckten Stelle in einen immer dünner werdenden Zapfen, der schließlich ganz resorbiert wird. Alsdann wandern die den Rand der Kappe begrenzenden Zellelemente aufeinander zu, bis sie sich treffen und zur Vereinigung schreiten. Hierdurch wird einerseits eine *Gastrula* ähnliche Hohlkugel erzeugt, andererseits die gesamte Dottersubstanz von dem plasmatischen Teil des Keims ausgeschlossen. Ich bin natürlich weit davon entfernt, die Hohlform als eine *Gastrula* anzusprechen; es dürfte jedoch nicht überflüssig sein, darauf hinzuweisen, daß bei ihrer Bildung ganz ähnliche Kräfte am Werk sind wie bei der Entstehung einer richtigen *Gastrula*. Kräfte, die dann erst in Aktion treten konnten, als sie von dem Einfluß des sie behindernden Dotters befreit wurden.

Ein wesentlicher Unterschied gegenüber einer echten *Gastrula* besteht nun darin, daß das primäre Entoderm, wie es durch die Dotterzellen repräsentiert wird, von der Keimblase ausgeschlossen



Figur 5.



Figur 6.

Embryonalstadien von *Xenos Bohlsi* n. sp.

- Fig. 5. Der Dotter wird von dem Keimstreifen umwachsen. Er hat sich — entsprechend der Anzahl seiner Vitellophagen — in drei Makromeren zerklüftet. *Ko.* = Kopfplatten; *Schw.* = Schwanzlappen; *Mak.* = Makromeren (plastische Totalansicht von der Seite). Vergrößerung 440 fach.
- Fig. 6. Späteres Umwachsungsstadium. Der Keimstreifen ist bereits so lang, daß er auf der dem Beschauer abgewandten Seite, links vom Kopfe, abgebogen ist (plastische Totalansicht von der Seite). *Ma.* = Mandibel; *I. Max.* = erste Maxille; *II. Max.* = zweite Maxille; *Th. Ext.* = Thoracalextrimitäten. Übrige Bezeichnungen wie vorher. Vergrößerung 440 fach.

ist. Am Schluß dieses Prozesses finden wir eine ringsum geschlossene Hohlform, die aus einem einschichtigen, gegen den Dotter hin erhöhten Epithel besteht und der Dotterkugel uhrglasförmig aufsitzt. Das Innere der Blase ist anfangs noch von Dotterelementen erfüllt, die jedoch sehr bald der Resorption unterliegen.

Die weitere Entwicklung vollzieht sich nun derart, daß die Keimblase den entblößten Teil des Dotters wieder umwächst, wobei die dem Dotter anliegende Zelllage zum Keimstreifen, der der Außenwelt zugekehrte Teil zur Embryonalhülle wird. Die durch diesen eigentümlichen Entwicklungsprozeß hervorgerufenen Verhältnisse weichen äußerlich nicht unwesentlich von jenen ab, die wir bisher für die Insektenentwicklung kennen gelernt haben.

Betrachten wir zunächst die Lage des Keimstreifens, so tritt er zuerst am einen Pol — wir wollen ihn den animalen nennen — auf. Dieser animale Pol wird später zur Ventralseite, wobei sukzessive der Keim in die Breite wächst, während er an Höhe verliert. Vergleichen wir ein Stadium wie das auf Fig. 5 abgebildete mit einem solchen eines anderen höheren Insektes, so scheint der einzige Unterschied der zu sein, daß statt zweier embryonaler Hüllen — abgesehen von dem Chorion — nur eine vorhanden ist. Aber das Studium der Embryogenese lehrt doch etwas anderes: nämlich daß gerade aus dem Teil des Blastoderms, aus dem für gewöhnlich der Keimstreifen hervorgeht, eine Embryonalhülle wird, während der letztere sich durch Zusammentritt von Elementen formt, welche ehemals die Öffnung im Blastoderm umgaben. Das wichtigste Ergebnis dieser Betrachtungen ist jedoch die Tatsache, daß der Keimstreifen samt der vom Embryo stammenden Keimhülle auch hier aus dem Blastoderm hervorgeht.

Welche Homologie ergibt sich nun für die blastodermale Embryonalhülle? Nun, sie ist zu homologisieren, dem sogenannten Hüllenblastoderm der Collembolen, d. h. jenem Teil der Blastodermis, welcher sich nach oben an den Keimstreifen anschließt, nur daß derselbe bei unserer Form nicht der Dottermasse anliegt, sondern über den Keimstreifen als Hülle geschlagen ist.

Das Hervorgehen des Keimstreifens aus anderen Bezirken des Blastoderms wie üblich, kann nicht als prinzipieller Unterschied gegenüber den Verhältnissen anderer Insekten aufgefaßt werden, da, wie schon HEYMONS ausgesprochen hat, früher sicher das ganze Blastoderm zur Bildung des Embryos verwandt worden ist und die Ausbildung eines besonderen Keimstreifenbezirks wohl dem Einfluß des Dotters zu verdanken sein dürfte. Haben wir nun auch in der

merkwürdigen Verwendung des Hüllenblastoderms (hier verdient diese Haut diesen von PHILIPTSCHENKO stammenden Namen eigentlich in noch höherem Maße, als bei den Collembolen, wo sie mit der einen Seite an den Dotter grenzt) eine sekundäre Modifikation zu sehen, so ist der Ausgangspunkt für diese Bildung doch ein ursprünglicherer Zustand als jener, den die höheren Insekten zeigen, bei denen es zur Bildung von Amnion und Serosa kommt.

Auch das Auftreten eines superfiziellen Keimstreifens stellt einen Charakter dar, der gegenüber dem bei höheren Formen vorkommenden invaginierten Keimstreifen als primitiv bezeichnet werden muß. Allerdings bleibt der Einwand, daß ersterer für unsere Form eine sekundäre Erwerbung darstelle, unwiderlegbar, wenn auch kaum berechtigt, da sich wohl keine Handhabe für eine derartige Annahme finden dürfte. Dieser Hinweis ist vielleicht nicht bedeutungslos, da die Strepsipteren, wie wir noch sehen werden, auch sonst noch primitive Charaktere aufweisen, die wohl nur zum Teile auf eine durch den Parasitismus hervorgegangene Vereinfachung zurückzuführen sind.

Schildern wir nun zuerst kurz die Herausbildung der äußeren Form, so sehen wir, wie der anfangs uhrglasförmige, einschichtige Keimstreifen sich in die Länge streckt und zu einem vorne breiten, hinten sich verjüngenden Band umgestaltet, daß sich mit starker Krümmung um die Dottermasse legt, die jedoch zunächst dorsal und lateral noch unbedeckt bleibt.

Während dieser Umwachsungsvorgänge sehen wir, wie die freie Wand der Blase sich sukzessive verdünnt. Hierbei sind zwei Prozesse wirksam: ein Dehnungsprozeß und ein Degenerationsprozeß. Der erstere wirkt infolge des Längenwachstums des Keimstreifens bei geringer oder fehlender Zellteilung der oberen Blasenwand. Der letztere zeigt sich in einer starken Vakuolisierung des distalen Teils der Blasenwand und einer Abschnürung dieser Teile, welche als schaumige, umfangreiche Masse längere Zeit dem vorderen und hinteren Teil des Keimstreifens anhaften. Die zellige Natur der oberen Blasenwand, die hierdurch zur Hüllmembran wird, läßt sich auch noch auf den spätesten Stadien nachweisen (siehe auch Fig. 5, Hü. Bl.).

Während der Umwachsung des Dotters durch den Keimstreifen sehen wir den ersteren sich der Form des letzteren anpassen: der ganze Embryo nimmt die Gestalt einer dicken Platte an.

Sobald der Keimstreifen Bandform erlangt, und etwas mehr als die Hälfte des Dotters überwachsen hat, zerfällt er in eine

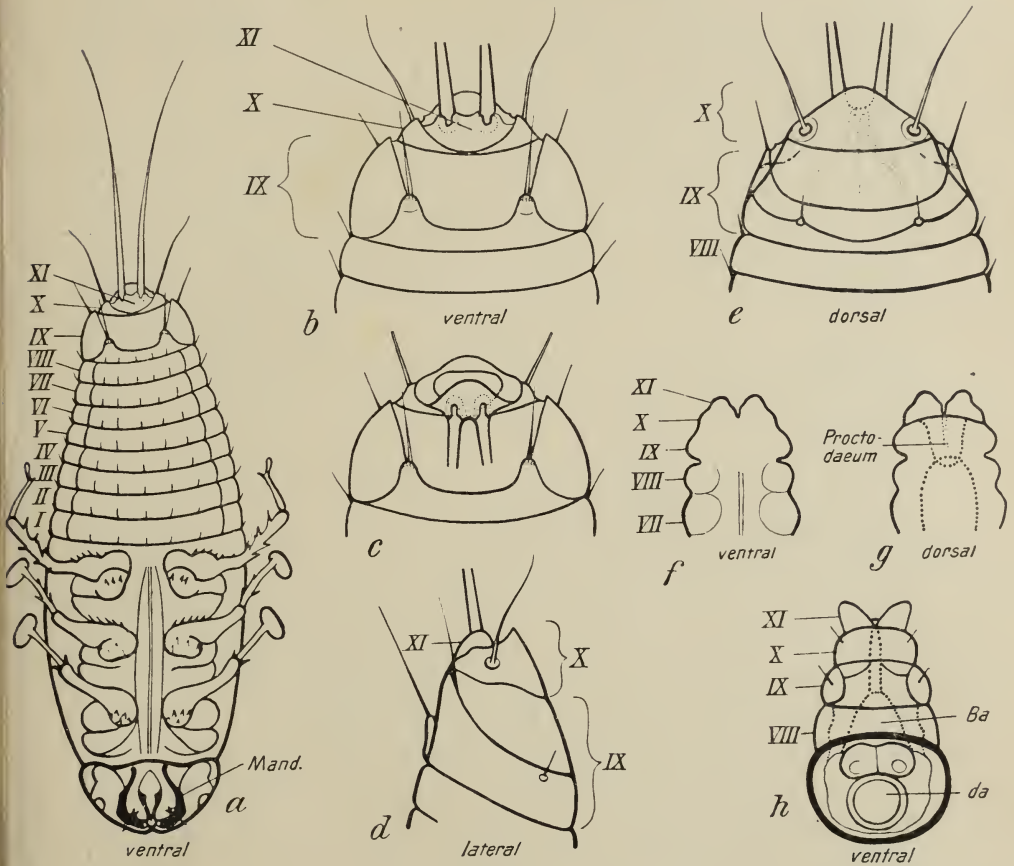
Anzahl von Regionen. Man erkennt die Kopflappen, ein Rumpfstück und eine Schwanzlappenregion. Es erfolgt nun die Zerlegung in einzelne Segmente. Auf diesen Teil meiner Untersuchung sei hier nur ganz cursorisch eingegangen. Auf die bekannte Weise treten nun, in der Richtung von vorn nach hinten, die Extremitätenanlagen auf. Daß am Kopf sämtliche bekannte Extremitäten, also auch die Antennen, sowie die ersten und zweiten Maxillen auftreten, beweist daß die Triunguliniform eine sekundär stark reduzierte Larve darstellt. Aus den Mandibeln gehen die auch bisher von den Forschern bei der Triunguliniform als Mandibeln angesprochenen beweglichen Anhänge in der Nähe des Mundes hervor, während die erste Maxillenanlage das Palpusrudiment der Larve liefert. Als eine sehr eigentümliche Tatsache muß es erscheinen, daß, im Gegensatz zu der starken Reduktion der ersten Maxille, bei der ausgebildeten Larve die erste Maxille lange Zeit während der embryonalen Entwicklung eine prädominierende Stellung unter den Mundwerkzeugen einnimmt. Anfangs haben alle drei Extremitätenpaare ungefähr denselben Umfang. Bald jedoch gewinnt die erste Maxille sehr bedeutend an Volumen, während die zweite Maxille ziemlich schnell wieder zurückgebildet wird. Eine Gliederung in eine Stipes- und Palpusanlage konnte embryonal mit Bestimmtheit für die erste Maxille, dagegen nur andeutungsweise für die zweite Maxille festgestellt werden. Von einem gewissen Stadium an werden die Mandibeln in das Innere des Kopfes versenkt, während die erste Maxille einer teilweisen, die zweite einer völligen Reduktion erliegt.

In bezug auf eine im Munde der ausgebildeten Form vorkommende hypopharynxartige Bildung verweise ich auf meine erste Mitteilung.

Den Thorax mit seinen Extremitätenanlagen übergehe ich als nicht besonders interessant in seinem Verhalten, und wende mich zum Abdomen.

Für dieses bin ich mittlerweile zu einer anderen Auffassung gekommen, als die es ist, welche ich in meiner vorhergehenden Arbeit vertreten habe. Allerdings nicht in bezug auf die tatsächlichen Verhältnisse, sondern nur hinsichtlich ihrer Deutung. Ich nahm bisher an, daß sich embryonal nur 10 Segmente anlegen, entsprechend der Organisation der ausgebildeten Triunguliniform. Das ist nur insofern richtig, als es sich hierbei um gut ausgebildete Segmente handelt. Als 11. Segment fasse ich jetzt die Anlagen der Springborsten auf. Untersucht man nämlich ein ganz

junges Abdomen, das eben seine Gliederung erlangt hat, so erkennt man 8 vordere Segmente und davon abgesetzt ein Endstück, das nochmals in 3 Abschnitte zerfällt (Fig. 7 f u. g). Die 2 vorderen erweisen sich als einwandfreie Segmente; das letzte, das Terminalstück, würde ebenfalls als ein solches gelten können, wenn es nicht zweiteilig wäre. Ein medianer Schlitz spaltet es bis zu seiner Basis;



Figur 7.

Halbschematische Figuren zur Erläuterung der äußeren Gestalt der fertigen *Triungulini*-Form und ihrer Entwicklung. *a*, *b*, *c*, *d*, *e* ausgebildete *Triungulini*-Form von *Enpathocera sphecedarum* Duf. *f*, *g* jüngeres, *h* älteres Embryonalstadium des Hinterleibsendes von *Xenos Bohlsi* n. sp. Bei der ausgebildeten *Triungulini*-Form unserer Art sind die Verhältnisse nicht ganz so deutlich mehr zu sehen, wie bei der von *Enpathocera*, weshalb ich statt ersterer die fertige Larve letzterer Art gebe!) — Auf *c* sind die Springborsten nach der Ventralseite geschlagen, wobei die Afteröffnung hervortritt. Das auf *h* dargestellte Hinterleibsende ist an der Stelle, wo es sich nach vorn umschlägt, abgeschnitten. — *Da.* = Darm; *I.*—*XI.* = 1.—11. Abdominalsegment. Die übrigen Bezeichnungen wie vorher. Alle Figuren nach einer vom Verfasser entworfenen Wandtafel. Vergrößerungen: *a* 269 fach; *b*, *c*, *d*, *e* 538 fach; *f*, *g* 253 fach; *h* 262 fach.

!) Ich verdanke das ♀ von *Enpathocera sphecedarum* Duf, das die von mir studierten *Triungulini*-Formen enthielt, der Freundlichkeit des Herrn cand. rer. nat. Stich, Leipzig, wofür ich ihm auch an dieser Stelle meinen besten Dank aussprechen möchte.

aus diesen beiden Teilen gehen die Springborsten hervor. Ich betrachte sie gleichwohl als die Derivate des längsgeteilten 11. Segments, das in sie auswächst. Die Art, wie aus diesen beiden Teilen zuerst 2 kegelartige Fortsätze hervorgehen, die sich erst ganz allmählich in 2 schlanke Borsten umwandeln, ist eine zu auffällige Erscheinung und weicht zu sehr von der üblichen Entstehungsweise derartiger Gebilde ab, als daß man nicht auf den Gedanken kommen müßte, ihnen einen anderen Ursprung zuzuschreiben¹⁾. Es kommt nun aber hinzu, daß der After sich sowohl hinter dem 10., wie hinter dem hypothetischen 11. Segment, in einem besonderen Abschnitt anlegt, der wohl ein 12. Segment repräsentieren dürfte. Allerdings liegt der Teil des Keimstreifens, auf dem sich die Proctodaealeinstülpung befindet, nicht in der Richtung der übrigen Abdominalsegmente, sondern er erscheint zu diesem anfangs gleichsam eingeknickt. Dieses Moment ist indessen für unsere Auffassung ohne Bedeutung, da ja derartige Einknickungen auch an dem Keimstreifen anderer Insekten vielfach beobachtet worden sind. Damit stände unser Ergebnis zugleich im schönsten Einvernehmen mit den bezüglichen Resultaten von HEYMONS' klassischer Arbeit über die Embryonalentwicklung der Dermapteren und Orthopteren, die seitdem zu wiederholten Malen bestätigt worden sind. Bei diesen Formen entstehen am 11. Abdominalsegment aus Extremitätenanlagen die Cerci. Nun zeigt sowohl das 9., wie das 10. Abdominalsegment unserer Form Extremitätenanlagen, die von einer Borste gekrönt werden (beide Borsten sind auch bei der erwachsenen Triunguliniform erhalten). Da derartige Extremitätenanlagen auch ehemals auf dem 11. Segment vorhanden gewesen sein dürften, wie es HEYMONS' für die oben erwähnten Formen nachgewiesen hat, so können wir wohl auch annehmen, daß in der Springborstenanlage, die heute aus dem ganzen 11. Segment entsteht, die Cercianlage enthalten ist. Dies ist von Wichtigkeit, weil diese Auffassung uns erlaubt, mit einer gewissen Einschränkung die Cerci der Orthopteren und Dermapteren

1) Bei der ausgebildeten Triunguliniform sitzen übrigens die Springborsten dem 10. Segment nicht dicht auf, sondern am Ende eines scharnierartig dem 10. Segment angefügten Blättchens, dessen Federkraft bei ventralwärts eingeschlagenen Springborsten den Sprung verursacht (siehe Textfig. 7c). Ich lasse es vorderhand dahingestellt sein, ob dieses Blättchen durch nachträgliche Verschmelzung der Basalteile der sich entwickelnden Springborsten entstanden ist und in diesem Falle ein echtes Derivat des 11. Segments darstellt, oder ob es ein sekundär vom 10. Segment abgegliedertes Stück ist.

mit den Springborsten der Strepsipteren-Triungulini zu vergleichen.

Hingewiesen mag an dieser Stelle noch auf die Tatsache werden daß das 8. Segment, namentlich auf frühen Stadien, sich besonders scharf gegen das 9. Segment absetzt (siehe Fig. 7 f und g). Auch bei der ausgebildeten Triunguliniform ist der hintere Teil des Körpers vom 8. Segment an noch etwas abgesetzt. Es zeigt sich dies auch in einer gewissen leichteren Verschiebbarkeit dieses Abschnittes. Zum Teil wird dies beim Embryo dadurch hervorgerufen, daß die neunten Abdominalextrimitätenrudimente stärker ausgebildet sind als die vorhergehenden und sich seitlich über letztere etwas hervorwölben. Diese Extremitätenstummel werden übrigens nicht zurückgebildet, sondern entwickeln sich an der Triunguliniform zu 2 Höckern, die von einigen Borsten gekrönt werden (siehe Fig. 7 a, b u. c). Auch vom 10. Abdominalextrimitätenpaar erhalten sich Reste¹⁾.

Wir wollen nun noch kurz die Lageveränderungen betrachten, welche der Keimstreifen bis zur Ausbildung der fertigen Larve durchmacht.

Wir haben gesehen, daß der Keimstreifen an der Ventralseite des Keims entlang wächst, und zwar geschieht dies anfangs sowohl am nunmehrigen vorderen, wie am nunmehrigen hinteren Pol ziemlich gleichmäßig, bis Vorderteil und Hinterteil des Keimstreifens etwa in der Mitte der Dorsalseite aneinanderstoßen. In diesem Stadium etwa suspendiert das Vorwärtsrücken des Vorderendes, während das Schwanzende immer weiter wächst. Da die Kopflappen seinem Wachstum ein Hindernis entgegenstellen, so weicht der Schwanzteil links oder rechts aus, wobei auch die Kopflappen eine entsprechende Ausweichebewegung machen. Der Keimstreifen verläßt jedoch bei dieser Bewegung niemals die Oberfläche des Dotters. An das Stadium der größten Längenausdehnung des Keimstreifens schließt sich unmerklich eine allmähliche Größenreduktion an, wobei er denselben Weg wieder zurücklegt, den er anfangs eingeschlagen hatte. Natürlich können die entsprechenden Stadien der fortschreitenden und rückläufigen Bewegung nicht miteinander verwechselt werden, da mittlerweile die äußere und innere Ausbildung des Keimstreifens bedeutende Fortschritte gemacht hat. Wenn das

¹⁾ Die stärkere Entwicklung des 9. Segments findet übrigens ihre Parallele in Embryonalstadien anderer Formen, wie z. B. der *Donacia crassipes* L. (nach HIRSCHLER). An diesem Segment findet sich bei diesem Käfer überdies das letzte und größte Stigmenpaar.

Schwanzende den Kopf wieder erreicht, hat es sich ein Stück vom Dotter abgehoben. Auf Sagittalschnitten erkennen wir, daß auf diesem Stadium der Dotter bereits von dem Keimepithel überwachsen ist und zwar in gleichem Maße vorne wie hinten. Noch deutlicher zeigt sich das auf einem etwas späteren Stadium, wo das Hinterende schon ein gutes Stück vom Kopfende entfernt ist: Man sieht dann in der Mitte des Rückens über dem Dotter die beiden Hüllhäute aufsteigen, die sich hier bis zur Berührung einander nähern.

Endlich nimmt der Embryo eine völlig gestreckte Lage ein, so daß sein ganzer Körper nun in einer Achse zu liegen kommt. In dieser Stellung verweilt er eine Zeitlang; dann erfolgt ein plötzliches Umklappen des Hinterteils nach der Ventralseite. Anfangs liegt ersteres der letzteren ziemlich dicht an. Auf späteren Stadien entfernt sich das Hinterende wieder etwas aus der Rumpfnähe. Es behält jedoch im wesentlichen seine anfängliche Krümmung bis zum Ausschlüpfen des Tieres bei. Die Befreiung aus der Eischale muß der Larve nicht viel Mühe verursachen, da erstere gegen Ende der Entwicklung sehr brüchig wird.

Wir wollen uns jetzt zu der inneren Entwicklung wenden. Hierbei sollen uns jedoch nur einige besonders interessante Fragen beschäftigen, und zwar vor allem die Entodermfrage, soweit sie die Entstehung des Mitteldarms betrifft, und im Zusammenhang damit die Frage nach der Bedeutung und dem Schicksal der Dotterzellen. Es sollen dann noch einige Bemerkungen über die Ausbildung und Verlagerung des Nervensystems folgen.

Was die Bildung des unteren Blatts anbelangt, so will ich mich darüber kurz fassen. Einen in der Mediane des Keimstreifens auftretenden Wucherungsprozeß, wie er so häufig für die niederen und höheren Insekten geschildert worden ist, verbunden mit einer vom Ektoderm ausgehenden Überschiebung, fand ich nicht, sondern eine sukzessive Umwandlung der einzelligen Keimstreifenwand in eine vielschichtige Zellschicht, durch Teilung und Verschiebung der Zellen nach höheren Lagen. Das Auftreten der beiden Neuralwülste, zwischen welchen eine Neuralrinne entsteht, deren Boden den Mittelstrang des Bauchmarks liefert, vollzieht sich auf die übliche Weise. So weit ich die feineren histologischen Verhältnisse bisher verfolgt habe, bieten sie nichts Auffälliges. Nur die ganz bedeutende Größe des Bauchmarks und die Tatsache, daß von Anfang an seine ganze Masse als ein einziger dicker Strang angelegt wird, dürfte als Besonderheit angeführt werden. Durch

den bedeutenden Umfang der nervösen Teile wird die später entstehende Leibeshöhle nicht unwesentlich eingeengt. Zugleich sehen wir, daß die Nervenmasse infolge ihrer Ausdehnung lange Zeit dem Dotter, bzw. dem sich formierenden Mitteldarm, dicht angepreßt erscheint. Dagegen fand ich keine vom unteren Blatt ausgehende Mittelplatte. Nach Bericht einer ganzen Anzahl von Forschern bildet nun eine solche Platte vielfach das sekundäre Entoderm, das später die Anlage des Mitteldarms liefert. Es wäre natürlich auch denkbar, daß sich Entodermelemente aus mehr seitlichen Partien des unteren Blatts entwickelten. Das Entscheidende wäre dann eben, daß sie die Mitteldarmanlage bildeten. Wir haben ja bisher kein verlässliches Kriterium, welches uns befähigt, einwandfrei aus dem morphologischen Verhalten von Zellen auf ihre Keimblattherkunft zu schließen. Etwas derartiges ist jedoch bei unserer Form nicht zu beobachten. Der Mitteldarm entsteht vielmehr, wie wir gleich sehen werden, völlig aus dem Ektoderm.

Ich erwähne noch, aus Gründen der Vollständigkeit, daß sich aus den seitlichen Partien des unteren Blattes die Coelombläschen entwickeln, und daß am Abdominalsegment ein bis jetzt noch nicht an der Larve beobachtetes Stigmenpaar zur Anlage kommt.

Sehr bald erfüllt sich der Epineuralsinus mit saftreichen Zellen, die durch Plasmaausläufer miteinander in Beziehung stehen. Später erweisen sich viele dieser Zellen, die sich dann besonders abkugeln, als Blutzellen. Andere entwickeln in sich Muskelsubstanz und werden zu Muskelzellen. Keine dieser Elemente (außer den Muskelzellen auf alten Stadien) haben die Tendenz, sich dem Dotter anzulegen. An weiten Stellen des Embryos ist übrigens der Epineuralsinus sehr arm an zelligen Elementen; aber auch dort, wo er reicher daran ist, scheinen sich diese nicht um den Dotter zu kümmern. Es liegt in der Natur der Sache, daß an den stomodaealen und proktodaealen Teilen des Körpers die Beziehung solcher zelliger Elemente zu den Darmabschnitten eine innigere ist, da hier die räumlichen Verhältnisse sehr beschränkt sind.

Die primäre Darmanlage besteht nun nach meiner Auffassung aus drei Teilen: dem Stomodaeum, dem Dotter, einschließlich der Vitellophagen, und dem Proktodaeum. Daß der Dotter hierbei dem Entoderm zuzuzählen ist, wurde schon oben erwähnt. Diese Ansicht wird heute von einer ganzen Reihe von Forschern vertreten. Allerdings bestreiten wieder andere Forscher, wie z. B. PHILIP-TSCHENKO, jede Beziehung der Dotterzellen zu den Keimblättern. Ich glaube nun, daß unser Objekt besonders geeignet ist, die betreffende

Frage zu studieren und sie der Lösung näher zu bringen, und zwar wegen der geringen Anzahl von Dotterzellen, sowie der Eigenart ihres Verhaltens.

Wir wollen uns nun zunächst mit dem Verhalten des Dotters in den späteren Stadien beschäftigen.

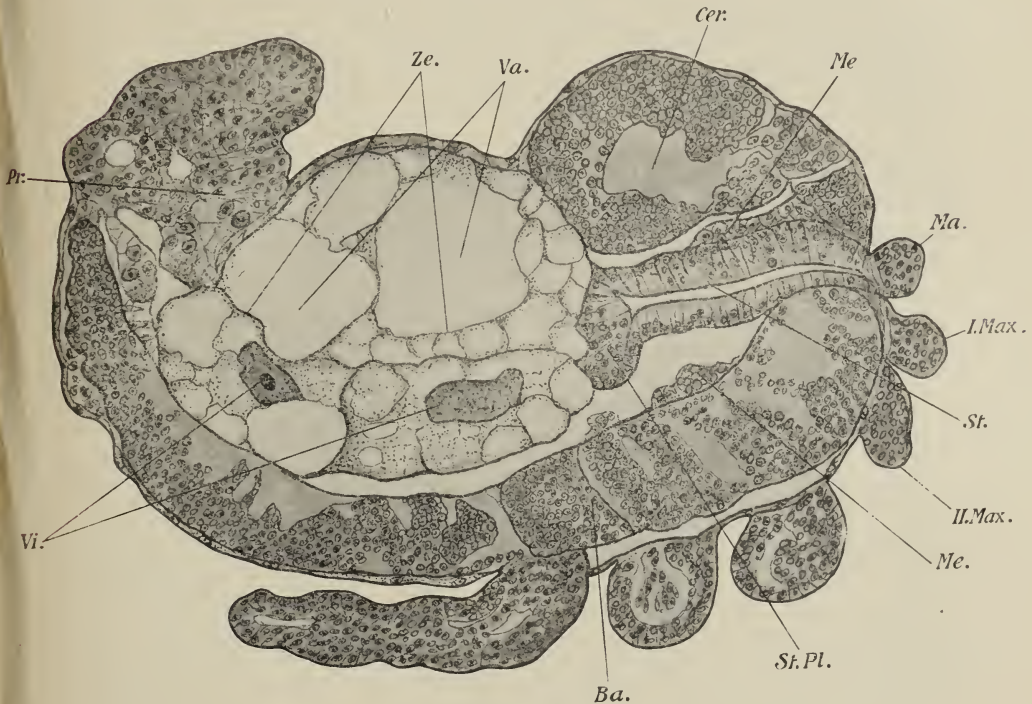
Wenn der Keimstreifen etwa $\frac{2}{3}$ des Dotters unwachsen hat, zerklüftet sich letzterer in drei Partien (Fig. 5, МАК.). Daß dieser Vorgang unter Einfluß der Vitellophagen geschieht, ist ganz zweifellos, denn jede der drei hierdurch entstehenden Dotterkugeln enthält stets, zentral oder benachbart dem Zentrum, einen Dotterkern. Dies geht auch aus dem Umstande hervor, daß in den Fällen, wo der Dotter mehr oder weniger als drei Vitellophagen enthält, derselbe stets in die entsprechende Anzahl von Abschnitten zerfällt. Die Teilung ist in jedem Falle völlig deutlich. Die Isolierung der einzelnen Dotterkugeln ist gelegentlich eine so vollkommene, daß eine oder die andere fast völlig von den übrigen getrennt erscheint.

Aus diesen Gründen und dem ganz bestimmten Verhalten der Dotterzellen auf allen späteren Stadien, halte ich es für berechtigt, die Dotterzerklüftung als einen echten, verspätet einsetzenden Furchungsprozeß und die Dotterzellen selbst als Makromeren zu betrachten. Wie wir sehen werden, erhalten sich die Makromerengrenzen eine ziemliche Zeit lang. Sie verschwinden zwar auf älteren Stadien. Aber auch dann müssen die Dotterzellen noch lange Zeit ihre Individualität beibehalten. Dies geht daraus hervor, daß dann die Kerne mit ihrem Zytoplasma ganz bestimmte Bewegungen vollziehen, die, wie wir gleich sehen werden, zu einer sehr bedeutsamen Gruppierung dieser Elemente innerhalb des Dotters führen.

Indem der Keimstreifen die Makromeren immer weiter unwächst, werden letztere wieder zusammengepreßt. Sie bilden nun wieder peripher eine einheitliche Masse (Fig. 6). Innerlich sind sie aber, nach wie vor, durch deutliche Scheidewände voneinander getrennt. Diese drei Makromeren, die anfangs nicht voneinander zu unterscheiden sind, zeigen von jetzt ab ein ganz individuelles Verhalten. Es lassen sich durch Gestalt und Anordnung eine vordere Makomere von zwei hinteren unterscheiden. Im Laufe der weiteren Entwicklung beginnt die vordere mehr und mehr über die beiden hinteren zu überwiegen, und zwar sowohl in bezug auf die Größe ihres Kerns, wie auf das Volumen der ganzen Zelle. Es ist möglich, daß diese Differenzen durch Beziehungen, welche

diese Zelle zu dem Stomodaeum nimmt, bedingt sind, insofern vielleicht hierdurch eine intensivere Verarbeitung des Nahrungsdotters stattfindet.

Im Laufe der weiteren Entwicklung ziehen sich nun die beiden kleineren Dotterzellen ganz nach der Ventralseite zurück. Die große Zelle schließt dann die gesamte Dottermenge oberhalb der beiden Zellen ein.



Figur 8.

Älterer Embryo im Stadium der Zurückweichung des Hinterendes (paramedianer Sagittalschnitt). *Ba.* = Bauchmark; *Cer.* = Cerebralganglion; *Me.* = Mesodermzellen; *Pr.* = Proctodaeum (das Lumen nicht getroffen); *St.* = Stomodaeum; *St.-Pl.* = Stomodaealplatte; *Ze.* = Zellgrenzen der beiden unteren Makromesen. (Der rechte Hinweistrich müßte weiter nach unten bis zu der dicken Horizontallinie reichen). Die übrigen Bezeichnungen wie vorher. Vergrößerung 778 fach.

Mittlerweile spielen sich am Dotter selbst ziemlich Veränderungen ab: durch die Tätigkeit des Dotterkerns erfolgt eine allmähliche Verflüssigung des Dotters; dies zeigt sich in riesigen Vakuolen (Fig. 8, *Va.*), die in unmittelbarer Nähe der Kerne auftreten. Die anfänglich runden Dotterkerne werden sternförmig und langgestreckt. Im Stadium der Zurückweichung des Keimstreifens hat sich schon ein ziemlich großer Lückenraum zwischen der ventralen Keimstreifenwand und dem Dotter gebildet. Dies

Verhalten erreicht zunächst seinen Höhepunkt in dem Augenblick, wo der Embryo eine völlig gestreckte Lage erlangt hat. Es vollzieht sich nun das schon geschilderte Umklappen des Hinterendes. Hiermit verbunden ist auch eine Veränderung der ganzen Körpergestalt. Indem sich die Spannungsverhältnisse im Embryo anders verteilen, wird zugleich der Dotter in eine längliche Wurst verwandelt. Durch starkes Wachstum des Bauchmarks erfolgt alsdann wieder eine Verengung des dorsalen Raumes, in dem er sich befindet, und so sehen wir, daß in diesem Stadium, trotz zweifellosen Substanzverlustes des Dotters, dieser doch wieder in der Sagittalebene der Rückendecke und ventralwärts dem Bauchmark dicht anlegt (Fig. 10). Die innere Struktur des Dotters hat alsdann ebenfalls ein ganz anderes Gepräge angenommen. Sie besteht nun aus einem gleichmäßigen, feinen Schaumwerk. Ich glaube nicht fehlzugehen, wenn ich diese Strukturveränderung auf einen Flüssigkeitsverlust zurückführe, der durch mechanische Auspressung der vorerwähnten großen Vakuolen, infolge des Umschlagens des Hinterleibes, zustande kommt.

Von diesem Stadium an lassen sich keine Zellgrenzen mehr für die Dotterzellen feststellen. Trotzdem behalten sie auch jetzt noch ihre Eigenart. Die Gestaltdifferenz ihrer Kerne ist jetzt recht auffällig und ebenso ihre Lage. Während die kleinen Makromerenkerne nun ganz flachgedrückt sind und an der äußersten ventralen Grenze des Dotters dicht nebeneinander liegen, sehen wir den großen Makromerenkern, nur ganz wenig abgeplattet, dorsal davon im Dotter ruhen. In dem nächsten Stadium vollziehen sich nun die folgenden Bewegungen der Dotterkerne: der große Kern zieht gegen das mit dem Dotter in Verbindung stehende Stomodaealende, wo er kolossal heranwächst, und die Dotterverarbeitung intensiver fortsetzt. Häufig sieht man ihn gegen das Stomodaealende zu pseudopodienartige Fortsätze ausstrecken. Die beiden kleineren Kerne hingegen kehren nach dem Innern des Dotters zurück und ordnen sich derart gegeneinander an, daß sie symmetrisch zu einer gedachten Längsachse des Dotters zu liegen kommen. Zwischen ihnen erstreckt sich ein dunkler, plasmatischer Streifen bis zu dem großen Dotterkern hin¹⁾.

Es lassen sich alle Zwischenstadien dieser Wanderung mühelos nachweisen. Sind vier Dotterkerne vorhanden, so sind zwei im vorderen Drittel und zwei im hinteren paarweise angeordnet.

¹⁾ Siehe Fig. 6 meiner ersten Strepsipterenarbeit.

Zwischen diesen Kernen zieht sich stets in der Längsachse des Dotters die vorerwähnte kanalartige Sekretbahn, die dem ganzen Gebilde das Aussehen eines Darmabschnittes mit rudimentärem Lumen gibt. Dieser Eindruck wird noch dadurch verstärkt, daß sich in diesem Stadium der Dotter von den übrigen Gewebeteilen löst und in ein schlankes, darmartiges Gebilde verwandelt hat. In der Tat muß der Dotter in diesem Stadium als die rudimentäre Anlage des primären Mitteldarms betrachtet werden.

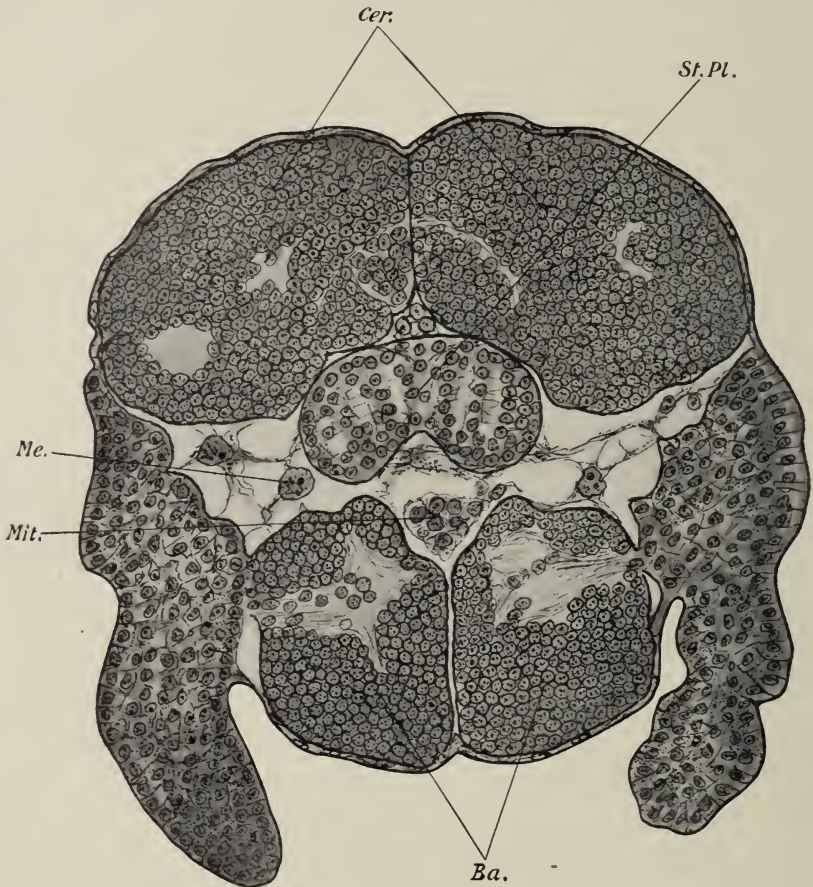
Inzwischen hat allerdings die Anlage des sekundären Mitteldarms schon längst begonnen. Um diese verstehen zu können, müssen wir zunächst zur Bildung von Stomodaeum und Proktodaeum zurückkehren.

Die erste Anlage des Stomodaeums fand ich auf einem Stadium, wo der Keimstreifen noch eine flache Scheibe bildet, jedoch bereits eine mehrschichtige Zellenplatte darstellt. Die Einstülpung ragt dann noch nicht in den Dotter vor, sondern steckt noch im Keimstreifen. Sie liegt etwa am Ende seines ersten Drittels. Von einer Proktodaeumanlage ist dann noch nichts zu sehen. In diesem frühen Stadium findet sich häufig am Keimstreifen, gegenüber der Stomodaealeinstülpung, einer der Vitellophagen. Ein anderer findet sich häufig gegenüber dem Ende des sich einstülpenden Proktodaeums. Ich bemerke jedoch ausdrücklich, daß diese Vitellophagen zur Zeit der bald auf dieses Stadium folgenden Dotterfurchung diese Lage wieder verlassen und mehr nach dem Innern des Dotters wandern.

Im Laufe der Entwicklung wächst das Stomodaeum in sanftem Bogen und in schiefer Richtung gegen die Ventralseite des Embryos zu. Das Proktodaeum hingegen, das, wie wir gesehen haben, hinter dem 11. Segment, aus dem die Springborsten hervorgehen, an einem eingeknickten Ende des Keimstreifens entsteht, verläuft zunächst parallel dem dorsalen Abschnitt des Keimstreifens. Beide Organanlagen bilden zwei aus Zylinderepithel bestehende Einstülpungen.

Ich verzichte darauf, die einzelnen Etappen der Entwicklung der beiden ektodermalen Darmanlagen eingehend zu schildern, und wende mich gleich zu einem älteren Stadium, auf dem der dorsale Teil des Keimstreifens schon ein Stück zurückgewichen ist. Auf einem solchen sehen wir das Stomodaeum zu einer langen Röhre ausgewachsen, während das Proktodaeum noch immer einen kurzen Sack darstellt. In dem Hohlraum zwischen Stomodaeum und Körperwand sieht man nur ganz vereinzelt Zellen liegen;

an der Stomodaealwand findet sich kaum eine fremde Zelle ange-
lagert. Auf paramedianen Sagittalschnitten sieht man nun, daß
das Ende des Stomodaealrohres eine andere Form angenommen
hat, indem es gegen die Ventralseite hin scheinbar einen
Fortsatz bildet, der sich rund und glatt von dem Dotter in dem

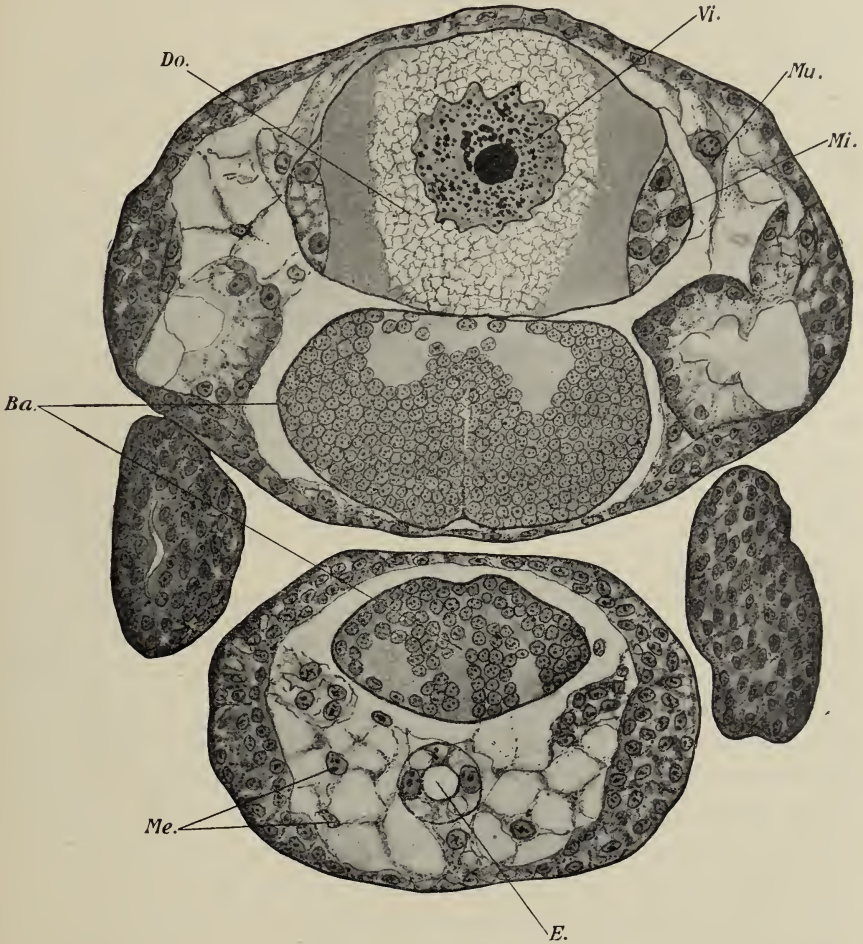


Figur 9.

Ähnliches Embryonalstadium wie auf vorhergehender Figur (Querschnitt in der Gegend der Stomodaealplatte). *Mit.* = Mittelstrang des Bauchmarks. Die übrigen Bezeichnungen wie vorher. Vergrößerung 1112 fach.

Hohlraum abhebt, an dem ebenfalls keine fremden Zellelemente
anliegen (Fig. 8 St. Pl.). Die eigentliche Beschaffenheit dieser Bildung
läßt sich jedoch erst auf Querschnitten studieren. Wir erkennen auf
solchen, daß der Fortsatz den seitlichen Teil einer Platte darstellt, in
welche der ventrale Teil des Stomodaealrohres ausläuft (Fig. 9 St. Pl.).
Diese Platte geht allmählich nach hinten in zwei Fortsätze über, die

sich latero-ventral dem Dotter anlegen. Diese ventrale Platte des Stomodaeums und die aus ihr hervorgehenden nach hinten gerichteten Fortsätze bilden die sekundäre Mitteldarmanlage. Auf späteren Stadien erfolgt auch wohl von



Figur 10.

Älterer Embryo, auf dem schon die Umklappung des Hinterendes erfolgt ist (Querschnitt in der Gegend kurz hinter dem Stomodaealende). *E.* = Enddarm; *Mi.* = Anlage des sekundären Mitteldarms. Die übrigen Bezeichnungen wie vorher. Vergrößerung 1112 fach.

dem dorsalen Ende des Stomodaeums aus eine geringe Proliferation von Zellen, die an dieser Stelle zu einer teilweisen Umwachsung des Dotters führt. Doch hat diese gegenüber dem anderen Modus nur eine relativ geringe Bedeutung.

Da ich die Genese dieser Zellplatte, sowie ihren Zusammenhang mit dem Stomodaealrohr einwandfrei feststellen konnte, so halte ich die eventuelle Deutung, daß es sich hierbei um Elemente des unteren Blatts handeln könnte, die sich am distalen Ende des Stomodaealrohrs angesiedelt haben, für völlig unberechtigt.

Im Laufe der Entwicklung sprossen nun die seitlichen Fortsätze der Platte immer weiter nach hinten vor. Die ventrale Stomodaealplatte wird hierbei mehr und mehr aufgebraucht; auf älteren Stadien ist sie nicht mehr zu sehen. Ja, die aus ihr hervorgehenden Fortsätze können sogar zeitweilig ihr festeres Gefüge mit dem Stomodaealende verlieren.

Die seitlichen Zellmassen wachsen nun so lange weiter, bis sie mit dem Proctodaeum in Verbindung getreten sind. Von dem Ende dieses Teils erfolgt ebenfalls eine Zellwucherung, die sich jedoch nicht auf bestimmte Bezirke beschränkt, sondern in der ganzen Zirkumferenz des Organs stattfindet. Nun breiten sich die Zellmassen allmählich nach oben und unten aus. Sehr lange bleibt die dorsale und ventrale Oberfläche des primären Mitteldarms von Zellen unbedeckt. Zum Teil mag dies ja wohl daran liegen, daß nach der Umklappung des Hinterendes, durch die hierdurch hervorgerufene sekundäre Verengung der Leibeshöhle, namentlich in der Sagittalebene, und das bedeutende Dickenwachstum des Bauchmarks, der Dotter an dieser Stelle wieder dicht der Körperdecke und dem Nervensystem anliegt. Andererseits werden aber auch die für die Anheftung von Zellelementen zugänglichen Partien des Dotters nicht von freien, in der Leibeshöhle befindlichen Zellen besetzt, und dies geschieht auch dann nicht, wenn der primäre Mitteldarm sich zu einem schlanken, frei in der Leibeshöhle liegenden Gebilde reduziert hat. Auch in dem Stadium, wo die Dotterkerne die oben geschilderte Endanordnung erlangt haben, zeigen Sagittalschnitte durch solche Embryonen an der dorsalen und ventralen Fläche des Mitteldarms keinerlei Zellbedeckung. Die Augen sind schon längst angelegt, und alle wesentlichen äußeren und inneren Organe der Larve ausgebildet, wenn endlich der Mitteldarm sich ganz geschlossen hat.

Verfolgen wir nun noch schnell die Entwicklung des Darms bis zu seiner definitiven Ausbildung, so sehen wir, wie freie Zellen der Leibeshöhle, die natürlich aus dem sogenannten unteren Blatt herkommen, sich an die Epithelien der drei Abschnitte legen und auf die oft geschilderte Weise die äußere Muskelschicht bilden. Der Vorderdarm verlängert sich ganz beträchtlich. Er beträgt bei unserer Form über $\frac{2}{5}$ der Länge des ganzen Tieres. Noch bevor

er in den Mitteldarm durchgebrochen ist, was sehr spät geschieht, schwillt er terminal in einen kugeligen Endabschnitt an, den wir als Kropf bezeichnen können. Später bildet sich auch etwas wie ein *Pharyngealabschnitt* aus, der bis zum 3. Thoracalsegment hinunterzieht, dessen wenig beträchtliche Elemente jedoch auf keinen eigentlichen Gebrauch schließen lassen. Der Mitteldarm wird zu einem sehr dünnen, häutigen Sack. Sehr wahrscheinlich hat er bei der ausgebildeten Triunguliniform gar keine Funktion mehr. Lange Zeit sieht man ihn noch mit Dotter erfüllt, in dem die Reste der degenierten Dotterkerne eingestreut liegen. Bei der fertigen Larve scheint der Darm kaum mehr zu funktionieren, da er dann eine fast gänzlich von Substanzen entblöbte häutige Blase darstellt, deren Epithel nur aus einer ganz dünnen Membran gebildet wird. Diese Auffassung wird auch durch die Tatsache bestärkt, daß der Enddarm in sie nicht mehr durchbricht. Die Larven werden sich wohl, nachdem sie den Mutterleib verlassen haben und in den Brutkanal gelangt sind, nicht allzulange in diesem aufhalten. Sobald sich eine Gelegenheit dazu findet, werden sie ihren Käfig verlassen und ins Freie gelangen. Einige Stunden, oder vielleicht auch Tage, werden sie wohl ohne Nahrung aushalten können; dann findet sich vielleicht Gelegenheit zur Infektion eines Wirts, oder sie gehen eben zugrunde.

Der Enddarm, der sich, wie wir gesehen haben, als Einstülpung des Keimstreifens anlegt, gliedert sich sehr bald in zwei deutliche Abschnitte, in eine sich trichterartig erweiternde Röhre und eine davon gut abgesetzte Ampulle. Während sich die Endröhre aus kleinzelligen Elementen zusammensetzt, besteht die Ampulle aus nur wenigen Zellen mit großen, bläschenartigen Kernen. Sehr wahrscheinlich ist die Ampulle eine Exkretionsblase. Dafür sprechen auch ihre großen, drüsigen Zellelemente und weiterhin der Umstand, daß sie sich an einer Stelle des Darms befindet, in deren Nähe bei anderen Insekten die malpighischen Gefäße hervorsprossen. Eine Andeutung dieser Organe scheint sich übrigens auch bei unserer Form vorzufinden. In der Zone zwischen der Exkretionsblase und dem Ende des Mitteldarms finden sich nämlich auf älteren Stadien einige fingerförmige Fortsätze, die wohl ihrer ganzen Lage und Beschaffenheit nach als die Anlagen malpighischer Gefäße angesprochen werden dürfen.

Ich möchte dieses Kapitel über die Entwicklung des Strep-sipterendarms nicht schließen, ohne noch einmal mit einigen Worten die Keimblätterfrage bei den Insekten zu streifen:

Schon HEYMONS hat in seiner Arbeit über die Embryonalentwicklung der Dermapteren und Orthopteren festgestellt, daß der gesamte definitive Darmtraktus dieser Formen aus dem Ektoderm hervorgeht, und daß der Dotter mit seinen Vitellophagen das primäre Entoderm darstellt. Seitdem sind zahlreiche entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an Insekten gemacht worden, und es haben sich allmählich die Forscher in zwei Hauptlager gespalten: die einen halten an der HEYMONS'schen Auffassung fest, die anderen behaupten, daß der Mitteldarm überall aus Derivaten des unteren Blatts hervorgehe. Wieder andere geben wenigstens zu, daß am Aufbau des Mitteldarms ektodermale Elemente beteiligt sein können. In letzter Zeit neigen die Forscher vielleicht etwas mehr zu der Ansicht von der entodermalen Herkunft des Mitteldarms.

Was die Auffassung des Dotter anbelangt, so gibt es neuerdings eine Richtung, wie sie z. B. VON NUSBAUM und FULINSKI, sowie VON PHILIPTSCHENKO vertreten wird, welche ihm jede Beziehung zu den Keimblättern abspricht. Andere moderne Forscher, wie HIRSCHLER, halten allerdings, nach wie vor, an der Entodernatur des Dotters fest. Ich glaube nun dieser letzteren Annahme durch die vorliegende Studie eine nicht unwesentliche Stütze verliehen zu haben. Andererseits glaube ich, daß bei den höheren Insekten, insofern man die den Mitteldarm bildenden Derivate des unteren Blattes für Entoderm hält, alle Übergänge zwischen dem völligen Aufbau des definitiven Insektendarms aus Ektodermzellen und seinem völligen Aufbau aus Elementen des unteren Blatts vorkommen können. Unser Fall würde dann am einen Ende der Entwicklungsreihe stehen.

Es ist nun auch mehrfach behauptet worden, daß gewisse Insekten ihren Mitteldarm nur aus Elementen der Dotterzellen bildeten, in anderen Fällen sollen wenigstens eine Anzahl Dotterzellen am Aufbau des Mitteldarms beteiligt sein. Ich will hier nicht untersuchen, ob diese zum Teil bezweifelten Angaben richtig sind. Auf jeden Fall liegen sie nach meiner Auffassung von dem morphologischen Wert der Dotterzellen durchaus im Bereich der Möglichkeit. Sie würden dann mehr oder minder primitive Zustände darstellen.

Soviel scheint mir sicher zu stehen, daß der entodermale Anteil des Insektenmitteldarms innerhalb der ganzen Gruppe vielfach eine Degeneration erleidet — eine Degeneration, die wahrscheinlich auf den schädigenden Einfluß des Dotters zurückzuführen ist. Indem die primären Entodermzellen sich zu Vitellophagen spezialisieren,

verlieren sie die Fähigkeit zur Fortpflanzung und Organbildung. Wahrscheinlich stellen bei unserer Form die drei Vitellophagen die Mutterzellen des ganzen Entoderms dar, das sie, infolge des Verlustes ihrer Teilfähigkeit, nicht mehr zu liefern imstande sind. Hingegen scheint bei ihnen die Fähigkeit, den Mitteldarm zu bilden, soweit dies ihre geringe Zahl zuläßt, bis zu einem gewissen Grade noch erhalten geblieben zu sein.

Die Degeneration des Entoderms würde sich aber auch vielfach dort zeigen, wo ein sekundäres Entoderm aus dem unteren Blatt auftritt; denn einerseits ist dieses vielfach nicht mehr imstande, den gesamten Mitteldarm zu liefern, sondern bedarf hierzu der Beihilfe ektodermaler Elemente, andererseits verliert es zum Teil auch seine physiologischen Potenzen. Gradezu ein Schulbeispiel für diesen letzten Fall bildet die vivipare Generation gewisser Aphiden (*Rhopalosiphum*), bei denen das untere Blatt (nach HIRSCHLER) nur noch ein winziges Stückchen des Darmkanals liefert, das zudem nicht einmal jenem Abschnitt des Verdauungstraktus angehört, der seiner ganzen äußeren Beschaffenheit und Funktion nach dem Mitteldarm anderer Insekten zu vergleichen ist, sondern einem Stück der in ihn einmündenden dünnen Röhre, die aus analogen Gründen als Ösophagus zu bezeichnen ist.

Welche Parallele im organischen Geschehen findet sich nun aber für die Bildung des definitiven Mitteldarms bei unserer Form? Nun, ich denke, daß die sich hierbei vollziehenden Vorgänge etwa jenen Wachstumserscheinungen zu vergleichen sind, die eintreten, wenn man einen Oligochaeten in Stücke zerteilt! Es erfolgt alsdann die Ergänzung des fehlenden Darmabschnittes (abgesehen von den andern Organen) durch Auswachsen des Stumpfes und Differenzierung der Neubildung, ganz unabhängig davon, ob das entfernte Darmstück aus demselben Keimblatt hervorgegangen war wie der restierende Teil, oder nicht.

Mit anderen Worten: die Bildung des Mitteldarms unserer Form stellt sich dar als ein physiologisch gewordener Regenerationsvorgang.

Zum Schluß möchte ich noch kurz einen letzten Punkt aus der Embryonalgeschichte unserer Form erwähnen: nämlich die Entwicklung des Nervensystems.

Zwei Besonderheiten sind hier zu vermerken: seine allmähliche Reduktion und seine Verschiebung. Besonders modifiziert erscheint das Bauchmark. Auch embryonal kommt es hier nicht mehr zu

einer Ganglienkette mit gut voneinander abgesetzten Ganglien. Das ganze Bauchmark bildet einen sehr umfangreichen, dicken Stab, dessen Zusammensetzung aus Ganglien nur durch die innere Struktur erweislich ist. Soviel sich erkennen läßt, besteht es aus 5—6 Ganglienmassen. Auf dem Stadium der Verkürzung des embryonalen Hinterendes reicht es etwa bis zum achten Abdominalsegment. Von da an erfolgt eine ständige Verkürzung und Konzentration des Bauchmarks, dessen Hauptmasse später in der Triunguliniform von *Neocholax Jacobsoni* DE MEJ nur bis zum 3. und 4. Abdominalsegment reicht. Es bildet alsdann eine rinnenförmig vertiefte Platte mit stark aufgekrämpften Rändern, die zwischen sich den Mitteldarm aufnehmen. Die interessanteste Tatsache in der Entwicklung des Zentralnervensystems bildet jedoch seine ganz merkwürdige Rückverlagerung.

Noch bis zu Ende des letzten Stadiums vor dem Umklappen hat die obere und untere Schlundganglienmasse ihre gewöhnliche Lage. Von da an rückt der ganze Komplex immer weiter nach hinten. Bis endlich die Cerebralganglien nur noch bis zur vorderen Mesothoraxgrenze, die Unterschlundganglien bis etwas über die hintere Mesothoraxgrenze reichen.

Diskussion: Herr Prof. HEYMONS.

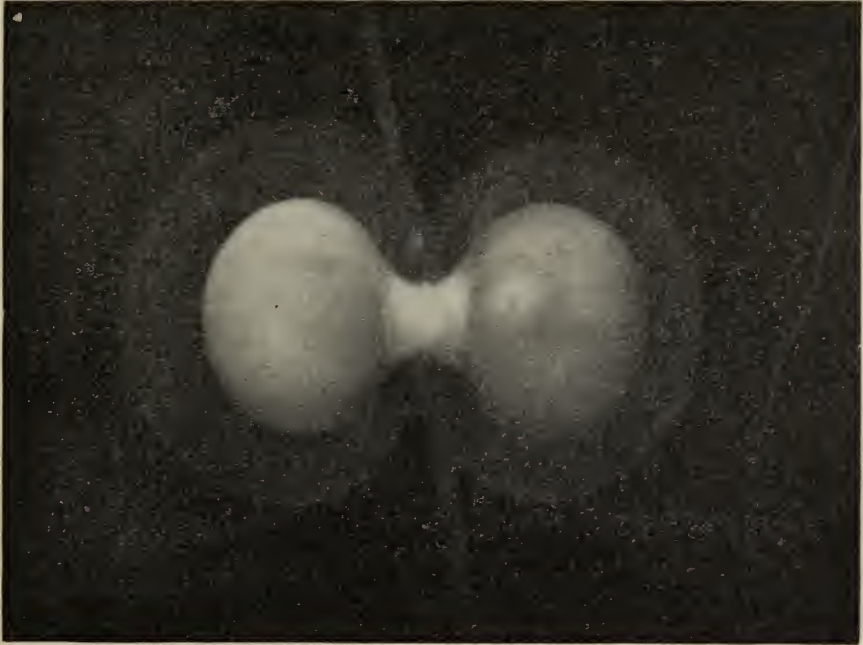
Herr Prof. SPEMANN (Rostock):

Über verzögerte Kernversorgung von Keimteilen.

Als ich im vergangenen Sommer einem Schüler zeigte, wie man Tritoneneier einschnürt, kam ich auf den Gedanken, es müßte möglich sein, durch Schnürung gleich nach der Befruchtung den Furchungskern in der einen Eihälfte zurückzuhalten, und erst einen späteren Abkömmling desselben durch die Substanzbrücke in die andere Hälfte des Eies hinüber zu lassen. So würde die bis dahin unentwickelte Hälfte statt mit $\frac{1}{2}$, je nach dem Grad der Schnürung mit $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{16}$ Furchungskern versehen. Dieser Versuch gelang aufs erste Mal. Ich habe ihn in diesem Frühjahr wieder aufgenommen, und möchte ihnen nun über meine bisherigen Ergebnisse berichten.

Am unbefruchteten Ei von *Triton taeniatus* sieht man den ersten Richtungkörper als kleinen, dunklen Punkt in einem helleren Feld. Der zweite Richtungkörper wird erst nach der Befruchtung

gebildet. Es dringen Spermatozoen in größerer Zahl ins Ei ein, von denen eines sich mit dem Eikern vereinigt; die übrigen gehen zugrunde. Die Eintrittsstellen der Spermatozoen erscheinen als dunkle Flecken (trous vitellins VAN BAMBECKE). Schnürt man daher das Ei kurze Zeit nach der Ablage oder nach der künstlich vorgenommenen Befruchtung mit einer Haarschlinge ein, so kann man voraussagen, welche Eihälfte den Eikern enthalten wird, und kann erkennen, ob Spermatozoen dabei sind (Fig. 1).



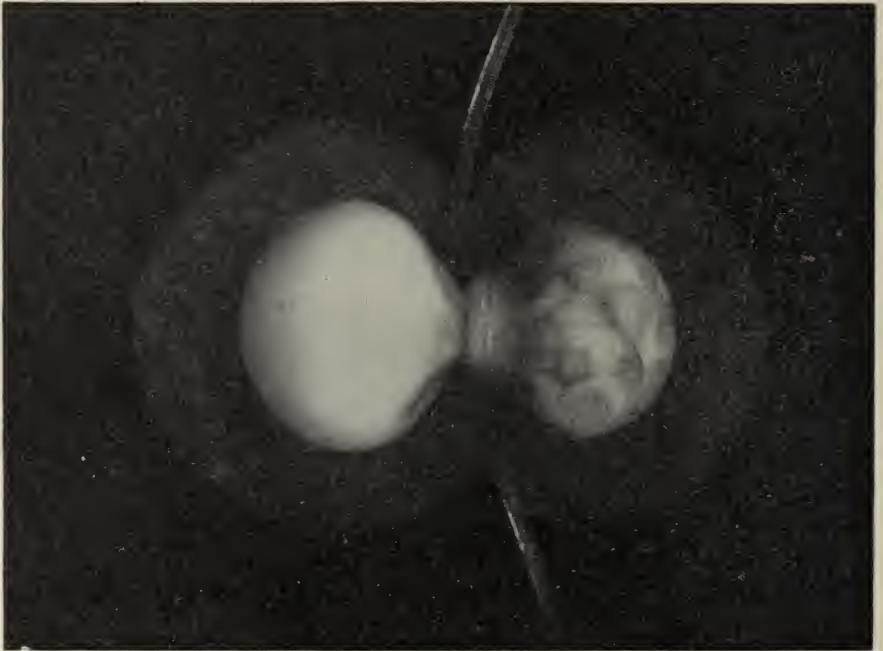
Figur 1.

Ei von *Triton taeniatus* (N 7), Vergr. $\times 30$, etwa 20 Minuten nach der künstlichen Befruchtung stark eingeschnürt. Rechts ziemlich in der Mitte der Oberseite der „Richtungsfleck“, rechts am Rande zwei „Dotterlöcher“.

Die Entwicklung derartig geschnürter Eier beginnt annähernd gleichzeitig mit der von Kontrolleiern, auf der den Eikern enthaltenden Hälfte, mit einer ersten Furche, welche meist schräg verläuft und eine kleine Zelle abschneidet. Die zweite Furche halbiert diese kleinere Zelle und schneidet von der größeren wieder ein Stück ab. Der Keim besteht dann aus vier Zellen, von denen drei kleinere ganz der einen Hälfte angehören, von einer großen vierten ein kleiner Teil, der den Kern enthält, während die kernlose Hauptmasse dieser großen Zelle auf der anderen Seite der Ligatur

liegt. Diese Teilungen auf der einen Hälfte können sich noch mehrmals wiederholen, bis eine Furche den die beiden Eihälften verbindenden Stiel durchtrennt. Damit ist auch ein Kern über die Brücke in die andere Hälfte hinüber gewandert. Nach starker Schnürung weichen hierbei die beiden Eihälften meist ganz auseinander, und bleiben dauernd getrennt (Fig. 2).

Nun beginnt auch diese bisher ungeteilte Eihälfte sich zu furchen, zunächst natürlich langsamer, als die schon kleineren



Figur 2.

Furchungsstadium von *Triton taeniatus* (G6); Vergr. $\times 30$, war 16 Minuten nach der künstlichen Befruchtung stark eingeschnürt worden, hatte sich dann 10 Stunden 20 Minuten weiter entwickelt. Die rechte Hälfte besteht aus (wahrscheinlich) 30 Zellen, die linke Hälfte ist noch ungeteilt, teilte sich einige Stunden später. Beide Hälften sind durch eine tiefe Furche getrennt, die sich ausbildete, nachdem ein Kern (wohl $\frac{1}{16}$ Furchungskern) in die bis dahin kernlose Eihälfte hinüber gewandert war.

Zellen der älteren Hälfte. Der so zustande gekommene Unterschied im Entwicklungsgrad der beiden Hälften ist noch in späteren Stadien deutlich erkennbar.

Um die weitere Entwicklung zu verstehen, muß man berücksichtigen, wie sich normalkernige Eihälften von *Triton taeniatus* nach Trennung ihres Zusammenhangs verhalten. Sie entwickeln sich bekanntlich entweder beide zu einem Embryo von halber

Größe, aber normalen Proportionen, oder aber nur die eine von ihnen, während die andere ein Bauchstück ohne Achsenorgane bildet. Das kommt daher, daß die erste Furchungsebene nicht immer dieselbe Lage hat, indem sie manchmal der Medianebene des Embryo entspricht, manchmal einer frontalen Ebene, welche Rücken und Bauch trennt; durch schwache Einschnürung im Zweizellenstadium läßt sich das mit Sicherheit feststellen.

Dasselbe nun erhält man auch nach Einschnürung des eben befruchteten Eies und später erfolgender Trennung der Hälften während der Furchung; also entweder Zwillinge, oder aber nur aus der einen Hälfte einen Embryo, aus der anderen ein Bauchstück. Bei medianer Schnürung kann demnach sowohl die eine Hälfte, welche z. B. $\frac{15}{16}$ des Furchungskerns, also viel zu viel, erhalten hat, einen normalen Embryo bilden, als auch die andere, der viel zu wenig, nur $\frac{1}{16}$ des Furchungskernes, zugekommen ist. Nach frontaler Schnürung dagegen nützt es der ventralen Hälfte nichts, $\frac{15}{16}$, ja den ganzen Furchungskern zu besitzen, sie bildet doch nur ein Bauchstück, während die dorsale Hälfte jedenfalls mit $\frac{1}{4}$ Furchungskern noch zum Embryo wird. Es liegt also am Ei-plasma, nicht an den Kernen, zu welchem Teile des Embryos sich die Teile des Keimes entwickeln.

Es ist mir aufgefallen, daß ich bis jetzt einen dorsalen Embryo wohl mit $\frac{1}{4}$, niemals aber mit $\frac{1}{16}$ Kern erzielte; in mehreren Fällen, wo ein Bauchstück mit $\frac{15}{16}$ Kern entstand, wo also sicher quer geschnürt worden war, ging die dorsale Eihälfte ohne erkennbare Ursache zugrunde. Nur nach einer großen Anzahl negativer Ergebnisse bei sonst gut gelungenen Versuchen wird sich sagen lassen, ob das Zufall war oder ob es eine Bedeutung besitzt. Es könnte der in einer ventralen Hälfte herangezüchtete Kern die Fähigkeit verloren haben, in einer dorsalen Eihälfte normal zu funktionieren.

Im Gegensatz zur starken Schnürung tritt nach mittlerer Schnürung meist keine dauernde Trennung der beiden Eihälften ein; dann entstehen, wenn median geschnürt worden war, verschiedene Arten von Doppelbildungen, deren Hälften verschieden „alt“ sind. Die daraus sich ergebenden interessanten Konflikte kann man dadurch noch verschärfen, daß man durch rechtzeitiges Lockern und Lösen der Ligatur eine nachträgliche Vereinheitlichung des Embryos veranlaßt. Solche Embryonen, die auf der einen Seite älter sind als auf der anderen, suchte ich vor vielen Jahren zu Anfang meiner Experimente am Tritonei dadurch zu erzielen, daß ich die Entwicklung der beiden Eihälften in verschieden warmem Wasser anstrebte.

Wesentlich andere, aber nicht weniger interessante Vorgänge werden veranlaßt, wenn man die beiden Eihälften gleich nach der Befruchtung völlig trennt. Die eine enthält dann den Richtungsfleck und später den Eikern; wenn sie außerdem ein Spermatozoon mitbekommen hat, was man an dem Vorhandensein eines Dotterlochs erkennt, so entwickelt sie sich je nach der Lage der Eiachse zu einem seitlichen oder dorsalen Embryo oder zu einem Bauchstück. Aber auch die andere Hälfte kann sich unter



Figur 3.

Ei von *Triton taeniatum* (O.), Vergr. $\times 30$. 7 Stunden nach der künstlichen Befruchtung; war 55 Minuten nach der künstlichen Befruchtung zerschnürt worden.

Umständen entwickeln. Bei den Urodelen herrscht nämlich physiologische Polyspermie; von den oft zahlreichen eingedrungenen Spermatozoen entwickelt sich nur das eine, das sich mit dem Eikern verbindet, die übrigen gehen früher oder später zugrunde. Entfernt man aber einen Teil des Eies mit dem Eikern, so treten im Rest des Eies eines oder mehrere der überzähligen Spermatozoen in Tätigkeit. Daraus folgt, daß diese sonst direkt oder indirekt durch den Eikern, respektive den ersten Furchungskern gehemmt werden. Das Tritonei besitzt also einen wesentlich anderen Befruchtungsmechanismus als die Eier, welche nur einem Spermatozoon Einlaß

gewähren und in Unordnung geraten, wenn ein zweites und drittes mit eindringt, aber auch anders als diejenigen, bei denen normalerweise mehrere oder viele Spermatozoen eindringen und dann vorübergehend in den Dienst der Entwicklung gestellt werden.

Solche haploide Stücke furchen sich sehr häufig; mehrmals bei verhältnismäßigen wenigen Versuchen habe ich aus ihnen einen Embryo erhalten (Fig. 3).

Die Gunst des Objektes besteht nun einmal darin, daß es nicht sehr schwer hält, Tritonlarven, auch solche aus halben Eiern, aufzuziehen, daß daher Aussicht vorhanden ist, solche haploide Embryonen bis zu dem Alter zu bringen, wo sie geschlechtsreif werden sollten. Ferner hat man immer den diploiden Zwillingsembryo aus demselben Ei zum Vergleich daneben, könnte daher z. B. feststellen, wie sich beide bezüglich ihres Geschlechts verhalten. Endlich ist es möglich, die Ligatur zu lösen und die beiden Eihälften, die vielleicht schon verschiedenes Geschlecht besitzen, durch den Druck des Dotterhäutchens wieder zur Vereinigung zu bringen.

Um den hemmenden Einfluß des Eikerns auf die überzähligen Spermatozoen abzuschneiden, ist es nicht unbedingt nötig, ihn völlig zu entfernen; es genügt manchmal schon, das Ei stark einzuschnüren, um auch in der eikernlosen Hälfte wenigstens Versuche zur Entwicklung anzuregen. Dann ist also offenbar die Plasmabrücke zwischen den beiden Eihälften zu dünn, um den hemmenden Einfluß genügend schnell oder in genügender Stärke durchzulassen. Eine Verwechslung dieser Entwicklung unter der Wirkung überzähliger Spermatozoen mit jener anfangs geschilderten, durch einen Furchungskern angeregten, ist aber bei sorgfältiger Verfolgung der äußerlich sichtbaren Vorgänge nicht möglich.

Vierte Sitzung.

Mittwoch, den 3. Juni, 3—5 $\frac{1}{2}$ Uhr.

Herr Prof. REIBISCH (Kiel):

Die Bodenfauna von Nord- und Ostsee.

Die Kenntnis der Fauna unserer deutschen Meere setzt, wie das ja für die meisten Meeresfaunen gilt, mit der systematischen Erforschung der Tiere eines schmalen Küstengürtels ein. Hieran schließen sich später zahlreiche anatomische Arbeiten über einzelne Arten und ganze Tiergruppen, während mit der Vertiefung der