



ZOOLOGISCHE JAHRBÜCHER.

ABTHEILUNG

FÜR

ANATOMIE UND ONTOGENIE
DER THIERE.

HERAUSGEGEBEN

VON

PROF. DR. J. W. SPENDEL
IN GIESSEN.

ACHTER BAND.

MIT 37 TAFELN UND 18 ABBILDUNGEN IM TEXTE.



J E N A,
VERLAG VON GUSTAV FISCHER.

1895.

PROLOGUE TO THE HISTORY OF THE UNITED STATES

BY

WILLIAM B. EGGERS

OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

REVISED EDITION

1955

UNIVERSITY OF CALIFORNIA PRESS

BERKELEY, CALIF.

1595

UNIVERSITY OF CALIFORNIA

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

UNIVERSITY OF CALIFORNIA

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

Inhalt.

Heft I

(ausgegeben am 15. Oktober 1894).

| | Seite |
|--|-------|
| LEYDIG, F., Integument und Hautsinnesorgane der Knochenfische. Mit Tafel 1—7 | 1 |
| NÖLDEKE, BERNHARD, Die Metamorphose des Süßwasserschwammes. Mit Tafel 8 und 9 | 153 |

Heft II

(ausgegeben am 10. December 1894).

| | |
|--|-----|
| SCHIMKEWITSCH, W., Ueber Bau und Entwicklung des Endosternits der Arachniden. Mit Tafel 10 und 11 | 191 |
| CARLSSON, A., Ueber die Zahnentwicklung bei einigen Knochenfischen. Mit Tafel 12 und 13 und 2 Textfiguren | 217 |
| HÄCKER, Dr. V., Die spätere Entwicklung der Polynoë-Larve. Mit Tafel 14—17 | 245 |
| RANKIN, J., On the supposed Vertebration of the Tail in Appen- dicularia. With Plate 18 | 289 |

Heft III

(ausgegeben am 11. Mai 1895).

| | |
|--|-----|
| SPEMANN, HANS, Zur Entwicklung des Strongylus paradoxus. Mit Tafel 19—21 | 301 |
| SCHMIDT, FERDINAND, Beiträge zur Kenntniss der Entwicklungsgeschichte der Styломmatophoren. Mit 9 Textfiguren | 318 |
| BERGH, R., Beiträge zur Kenntniss der Strombiden, besonders der Gattung Terebellum Klein. Mit Tafel 22 und 23 | 342 |
| POLLARD, H. B., The Oral Cirri of Siluroids and the Origin of the Head in Vertebrates. With Plates 24 and 25 | 379 |

Inhalt.

Heft IV

(ausgegeben am 30. Juli 1895).

| | Seite |
|--|-------|
| FULLARTON, J. H., On the generative Organs and Products of <i>Tomopteris onisciformis</i> ESCHSCHOLTZ. With Plates 26—28 . . . | 425 |
| NICKERSON, W. S., On <i>Stichocotyle nephropis</i> Cunningham, a Parasite of the American Lobster. With Plates 29—31 | 447 |
| KLINCKOWSTRÖM, A., Zur Anatomie der Edentaten. Mit Tafel 32—35 und 7 Textfiguren | 481 |
| SPULER, ARNOLD, Beitrag zur Kenntniss des feineren Baues und der Phylogenie der Flügelbedeckung der Schmetterlinge. Mit Tafel 36 | 520 |
| BETHE, ALBRECHT, Die Otocyste von <i>Mysis</i> . Mit Tafel 37 | 544 |

Integument und Hautsinnesorgane der Knochenfische.

Weitere Beiträge

von

F. Leydig in Würzburg.

Hierzu Tafel 1—7.

Im Anschluss an Früheres gestatte ich mir mit neuen Beiträgen zur Kenntniss der Hautdecke und Hautsinnesorgane hervortreten, obschon sie allerdings wieder nur den Charakter von Bruchstücken an sich haben. Theilt doch wohl Jeder, welcher dieses Feld betreten hat, die Ueberzeugung, dass es noch der mitwirkenden Theilnahme vieler Beobachter bedarf, bis eine zusammenfassende und abschliessende Darstellung sich ermöglichen lässt. Die Menge der Punkte, welche noch aufzuklären sind, übertrifft bei weitem die Zahl jener, über welche wir uns im Bisherigen einigermassen zu unterrichten wussten.

Es wird im Nachfolgenden zuerst dasjenige vorgelegt, was mir die erneute Beschäftigung mit einigen Arten von Fischen vor die Augen gebracht hat; sodann ging ich daran, das Ermittelte mit den anderweitig gewonnenen Thatsachen und Vorstellungen in Verbindung zu setzen.

Einzeluntersuchungen.

I.

Discognathus lamta.

Die Gelegenheit, den genannten indischen Cyprinoiden in einem gut conservirten Exemplar benutzen zu können, verdankt der Verfasser der Freundlichkeit der Herren DDr. SARASIN, denen der Fisch

auf ihrer ceylonischen Forschungsreise durch verschiedene wunderliche Bildungen des Integuments aufgefallen war, weshalb sie ein Stück in Chromsäure einlegten und mich nach ihrer Rückkehr damit beschenkten¹⁾.

Epidermis und Lederhaut. In der Structur der beiden Hauptschichten des Integuments besteht Wiederholung bekannter Verhältnisse. Die äussern Lagen der Epidermis setzen sich zusammen aus flachen Zellen, darunter kommen rundliche Formen, und in der Tiefe, zunächst der Lederhaut, hebt sich eine Schicht hoher, schmaler Cylinderzellen ab.

An manchen Körperstellen entwickelt die freie Fläche der Epidermis eine Cuticularbildung, der ich bereits an einem andern Orte gedacht habe, da sie einer von mir geäusserten, von Andern bestrittenen Ansicht zur Stütze dienen kann²⁾. Es zeigt nämlich die oberste Lage der platten Zellen ein streifiges Wesen, das man für eine Art Sculptur ansprechen darf, entstanden durch Verdickungen eines Cuticularsaumes. Von da aus kommt es zur Entstehung von feinen Spitzen, Zapfen oder Dornen, welche sich auf der Einzelzelle erheben, genau dort, wo der Kern der Zelle liegt. Der Dorn gliedert sich in Sockel und Endspitze, wovon letztere, weil stärker erhärtet, von einigermassen glänzendem Aussehen ist. Dergleichen cuticularen Dornen oder Stacheln begegnen wir z. B. an den Flossenstrahlen, wo sie ganz allmählich beginnen, auf der Wölbung des Strahles am meisten auswachsen, um sich wieder, nach und nach kleiner geworden, gegen die Zwischenhaut der Strahlen zu verlieren (Taf. 1, Fig. 2 a).

Schleimzellen sind sehr zahlreich vorhanden: in den obern Schichten der Epidermis von runder Form, nehmen die tiefer gelegenen eine kolben- oder flaschenförmige Gestalt an, wobei das schmalere Ende oder der halsartige Theil immer gegen die Lederhaut gekehrt erscheint. Es verbreiten sich die Schleimzellen fast über die ganze Hautfläche hin, bald etwas mehr vereinzelt stehend, bald auch in dichter Folge. Sie sind z. B. äusserst zahlreich in der Gegend des Kiemendeckels; auch auf den Schuppen zeigen sie sich gehäuft, lassen jedoch schon hier den eigentlichen Saum der Schuppe frei. Und es giebt Stellen, wo sie völlig fehlen: man vermisst sie z. B. an der Oberlippe dort, wo die Haut vor der Zone der Papillen sehr glatt

1) Integument brünstiger Fische und Amphibien, in: Biol. Centralbl. 1892.

2) Zum Integument niederer Wirbelthiere, ebenda.

ist; sie mangeln auch auf den Flossenstrahlen an den Orten, wo die Epidermis die vorhin erwähnten dornigen Cuticularbildungen entwickelt, während sie hingegen in der Haut zwischen den Strahlen sehr zahlreich anzutreffen sind.

Entweder erscheinen die Schleimzellen geschlossen, oder sie haben eine nach oben gekehrte, rundliche Oeffnung, deren Weite verschieden gross sein kann.

Die Kolbenzellen erweisen sich auch hier als eine Umbildung der Schleimzellen, und an gewissen Körpergegenden sieht es aus, wie wenn sämtliche Schleimzellen in Kolbenzellen sich umgesetzt hätten, so z. B. am Rücken der Schnauze, wo sie alsdann auch dicht gehäuft stehen. Oberhalb der Kolbenzellen ziehen sich hauptsächlich die dunkeln Chromatophoren der Epidermis hin.

Wie im Bau der Oberhaut sind auch in der Structur der Lederhaut die Grundzüge die gleichen, welche wir an einheimischen Fischen kennen. Der Stock des Coriums besteht aus wagerechten Lagen, und diese sind von senkrecht aufsteigenden Zügen durchbrochen. Eine zweite Lage von dunkeln Chromatophoren ist zugegen. Das Unterhautbindegewebe stellt sich unter der Form eines weiten, Fettzellen umschliessenden Wabenwerkes dar, weshalb es fürs freie Auge sich wie eine weiss-gelbliche Masse ausnimmt, und diese Schicht zeigt sich unter der Haut der Schnauze besonders verdickt.

Innerhalb des Unterhautbindegewebes ist auf Schnitten unter der Seitenlinie ein nach der Länge ziehender Lymphraum sichtbar, der noch mit geronnener, feinkörniger Lymphe gefüllt war. Auf dem Wege, den das Bindegewebe zwischen die Hälften der Seitenmusculatur nimmt, entsteht zum zweiten Mal ein Lymphraum, welcher den Nervus lateralis umgiebt.

Becherorgane. An den Weingeist-Exemplaren der von mir früher untersuchten indischen Cyprinoiden¹⁾, welche lange in einer Sammlung gestanden hatten, war nichts mehr von den bezeichneten epithelialen Bildungen nachzuweisen. Doch hatte ich gewisser Erhebungen der Lederhaut zu gedenken, von denen wahrscheinlich war, dass sie „mit epithelialen Sinnesbechern gekrönt sein werden“. Hier an dem in Chromsäure aufbewahrt gewesenen indischen Karpfen sind die Becherorgane deutlich zu sehen.

Unter einander von verschiedener Grösse, so dass die einen um

1) Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Thiere, Bonn 1883.

das Doppelte des Umfanges die andern übertreffen, stellen sich die grössern für das freie Auge und die Lupe unter der Form feiner Höckerchen oder grauer Fleckchen dar. Die kleinern sind nur von Punktgrösse, und die allerkleinsten tauchen erst unter dem Mikroskop auf. Der Wechsel in der Grösse bindet sich auch zum Theil an die Qertlichkeiten ihres Vorkommens, indem sie z. B. im Allgemeinen auf der Scheitelfläche des Kopfes stattlicher sind als in der Wangengegend.

Hinsichtlich der Verbreitung der Organe zeigt sich, dass sie über die ganze Hautfläche sich erstrecken und es nur wenige Stellen giebt, allwo sie wirklich fehlen. Am Kopf ist namentlich die Schnauze dicht besetzt mit den Sinnesbechern; auch an den Barteln trifft man sie in grösster Zahl, und sie verleihen dem Rand der Barteln, da sie deutlich hervorragen, ein leicht höckeriges Aussehen; in gleich dichter Menge stehen sie in der Haut der vordern Nasenröhre, was besonders auffällt, wenn wir deren schwach lappigen oder gekerbten Saum vor uns haben. Sie verbreiten sich über die Scheitel- und Wangengegend, finden sich längs des Rückens und der Flanken, nicht minder an der Kehle und am Bauch vor und zeigen sich auch noch auf den Flossen vorhanden. Selbst der glatten, fast spiegelnden Fläche der eigenthümlichen Scheibe hinter der Unterkinnlade fehlen sie nicht. Zu den Stellen, wo ich sie aber vermisste, gehören die eingeklappten Hautfalten, z. B. am vordern Winkel des Auges.

Der weitaus grössten Mehrzahl nach stehen die Becherorgane einzeln für sich, bald näher beisammen, bald mehr auseinandergerückt. Aber an manchen Orten — und es handelt sich dann um Organe von geringerer Grösse — sind sie zu zwei bis vier so eng zusammengestellt, dass sie einheitliche Gruppen bilden, welche auch als solche von den Elementen der Epidermis umfasst werden. Die Epidermiszellen, von der Flächenansicht, umziehen die Einzelgruppe in Ringlinien. Dergleichen gehäufte Becherorgane heben sich für die Lupe als grössere Höcker ab, so z. B. auf der Oberlippe in der Gegend, wo die glatte Fläche in die papilläre Zone übergeht; auch in der Wangenseite begegnet man neben den einzeln stehenden, grössern und kleinern Becherorganen solchen, welche zu Gruppen gehäuft sind.

In Anbetracht der Beziehungen, welche die freien Hautsinnesorgane zu denen des Seitencanal-systems haben, sei auf das Verhalten der Becherorgane in der Epidermis der Schuppen noch im Besondern hingewiesen. Nicht auf jeder Schuppe sind die Organe zugegen, in der Fläche des Rückens z. B. habe ich sie auf gar mancher Schuppe

vergebens gesucht, während sie auf andern deutlich zu sehen waren. Hervorgehoben verdient aber zu werden, dass sie am beständigsten auf jenen Schuppen sich finden, welche von der Seitenlinie durchzogen werden. Die Organe gehören hier theils zu den grössern, theils zu den kleinern Formen, wovon die erstern in der Höhe der Oeffnung des Seitencanals stehen, und zwar meist zu dritt in einer Querreihe, während die kleinern ohne Ordnung über die Schuppe zerstreut sind. Die grössern, welche in der Nähe eines Porus des Seitencanals sich befinden, übertreffen den letztern an Umfang und nehmen sich für die Lupe wie graue Fleckchen aus (vergl. Taf. 1, Fig. 3 u. 11).

Histologisch unterscheidet man am einzelnen Becherorgan, in gleicher Weise wie bei den einheimischen Knochenfischen, die Rand- oder Mantelzellen und den Ballen der innern oder birnförmigen Zellen. Aus den letztern können kurze Spitzen oder Stachelchen hervorragen, was namentlich an denen der Barteln wahrzunehmen war; an andern Stellen sind die Spitzen zu längern Borsten geworden. Im optischen Querschnitt nehmen sich die Borsten wie eine Gruppe scharfer Punkte aus.

Die Becherorgane sind hervorgegangen aus den Elementen der Epidermis, und noch im fertigen Zustande lässt sich zum Theil das Verhältniss der Zellen der Epidermis zu jenen der Becherorgane erkennen. So sieht man bezüglich der Mantelzellen, dass sie gewissermassen Eins sind mit den Cylinderzellen, welche die unterste Schicht der Epidermis bilden: man vermag z. B. an der Seite der nachher zu besprechenden Papillen den unmittelbaren Uebergang der einen in die andern deutlich zu verfolgen. Aber auch für die innern oder birnförmigen Zellen liegt in den Einzelheiten noch gar Manches vor, was veranlassen kann, sie von den Schleimzellen der Epidermis unmittelbar abzuleiten. Die Lage des Kernes im fussartigen Theil der Zelle, Ausbildung eines Secretaumes im eigentlichen Zellkörper, die etwa vorhandene Borste als hervorgetretenes Secret — Alles deutet auf die von mir angenommene Verwandtschaft hin.

An den Becherorganen einheimischer Fische bin ich später noch mit einer Art dritter zelliger Elemente bekannt geworden, über welche unten des Näheren zu berichten sein wird. Es ist durchaus wahrscheinlich, dass die Körper auch bei unserm *Discognathus* zugegen sind und nur von mir in der Zeit, in welche die Untersuchung dieses Fisches fiel, noch nicht bemerkt wurden.

Papillarzone an der Ober- und Unterlippe. Der freie Rand der Oberlippe ist leicht gekerbt durch Furchenbildung

seiner Oberfläche. Eine breite Zone dicht stehender Höckerchen oder Papillen, die sich allmählich nach vorn zu verlieren, bildet den Saum (Taf. 1, Fig. 2).

Hinter der Mundspalte, im Bereich der Unterlippe, fällt eine platte, scheibenförmige Fläche auf, und diese zeigt sich abermals von einer mit Papillen besetzten Kreiszone umgeben, welche als Hautfalte vorspringt. Die Einzelpapillen sind grösser als jene der Oberlippe.

Vom Winkel der gedachten Scheibe zieht sich beiderseits eine Hautplatte nach aussen, die eine Anzahl, etwa ein Dutzend, von Wülsten oder Leisten an der Oberfläche entwickelt.

Diese verschiedenen Reliefbildungen der Haut haben etwas so Auffälliges, dass eben deshalb die DDr. SARASIN dem Fisch Beachtung schenkten und mir beim Uebersenden brieflich die Ansicht aussprachen, man dürfte vielleicht dahinter ein Sinnesorgan vermuthen. Die Systematiker hätten das Ganze für eine „Saugplatte“ erklärt, doch habe auch schon ein englischer Autor ¹⁾ gegen diese Deutung Bedenken geäussert. Durch das im Mundwinkel stehende blattartige Organ könne man an die Bildungen auf der Nase gewisser Fledermäuse erinnert werden. Alle diese Hinweise waren für mich Grund genug, um die Theile genauer auf ihren Bau anzusehen.

Von vornherein liess sich vermuthen, dass die Papillen Umbildungen jener Wärzchen sein werden, welche auch sonst im Bereiche der Schnauze sich finden, aber im dicken Epithel vergraben sind. Und in der That kommen denn auch am Rande der Scheibe Papillen vor, welche Becherorgane tragen, und auf diese folgen erst die vorspringenden rundköpfigen Wärzchen.

Bezüglich der letztern lehrt sowohl die Untersuchung von der Fläche als auch der senkrechte Schnitt, dass der bindegewebige innere Theil der Papille oben eine deutliche grubige Vertiefung hat, welche zur Aufnahme einer kuglig verdickten Epidermispartie dient (Taf. 1, Fig. 4). Man könnte sagen, die Epidermis erzeuge da, wo sie über den Gipfel der Papille weggeht, einen besondern Ballen, welcher sich in die Vertiefung legt. Diese die Grube ausfüllende Zellenmasse muss eine etwas andere chemische Beschaffenheit haben als die Epidermis der nächsten Umgebung, denn bei Behandlung mit Glycerin bleibt sie dunkel, während die Umgebung sich aufhellt. Und selbst wenn wir die mit deutlichem Kern versehenen Zellen des Ballens für sich vor

1) BROAD, Freshwater Fishes of India, 1877. (Ich selber bin nicht in der Lage, dieses Werk einzusehen.)

uns haben, so unterscheiden sie sich nicht bloss durch Grösse von den Zellen, welche die Seiten der Papillen und die Räume dazwischen bekleiden, sondern auch durch ein gewisses trübes Wesen. Bei starker Vergrösserung vermag man auf der Oberfläche besagter Zellen ausserdem eine etwelche dornig-streifige Zeichnung zu sehen, die allerdings wegen Feinheit nicht so ohne weiteres in die Augen fällt. Schleimzellen fehlen in der Epidermis der Papillenzone, ebenso Becherorgane. Nur am Rande der Scheibe stösst man auf rundköpfige Papillen, welche ausser dem Epidermisprotopf in der Grube des Gipfels, noch ein oder mehrere Sinnesbecher tragen können. Aber diese stehen dann auf einem Seitenvorsprung der Papille, was darthut, dass der Epidermisprotopf und die Becherorgane durchaus verschiedene Bildungen sind, und sich auch darin zeigt, dass nach aussen die schon erwähnten kleinern Papillen sich anschliessen, welche nur Sinnesbecher und nicht mehr den Epidermisballen tragen.

Der gedachte Epidermisballen ist wohl in erster Linie den Hornbildungen einzureihen, in zweiter Linie aber vielleicht den „Perlorganen“. Ob Letzteres richtig ist, kann im Augenblick freilich nicht entschieden werden.

Ich suchte mich auch über etwaiges Verhalten der Nerven zu den Papillen zu unterrichten, wusste mir aber keine rechte Einsicht in dieser Sache zu verschaffen. Zwar lassen sich innerhalb des Coriums der Papillarzone Nervengeflechte mit Bestimmtheit erkennen, aber ungewiss blieb, ob etwa einzelne Fasern in die Papillen aufsteigen. Möglich, dass die Aufbewahrung des Thieres in Chromsäure Schuld trug, weshalb über diesen Punkt keine Sicherheit zu erlangen war, denn selbst an den mit den Sinnesbechern ausgestatteten Papillen gelang es nicht, die doch wohl vorhandenen Nerven zweifellos zu sehen. Besser ging es mit dem Nachweis von Blutcapillaren, und im Falle Stücke derselben in noch gefülltem Zustande getroffen wurden, konnte sogar beim ersten Anblick die Meinung erweckt werden, dass im Innern der Papillen eigenartige Körper lägen, bis man sich überzeugte, dass es denn doch nur Abschnitte der Blutcapillaren seien.

Papillen der Saugscheibe bei Cyclostomen. Da es mich bedünken wollte, als ob die besprochenen Wärzchen der Ober- und Unterlippe von *Discognathus* den Papillen der Saugscheibe von *Petromyzon* angeschlossen werden könnten, so mögen, nachdem ich schon früher¹⁾ den Papillen des Mundsaumes des fertigen Fisches eine

1) Hautdecke und Hautsinnesorgane der Fische, in: Festschrift d. Naturf. Ges. in Halle a./S. 1879, p. 137, Anmerk.

kurze Bemerkung gewidmet habe, jetzt einige Beobachtungen an den gleichen Bildungen aus der Mundhöhle der Larve (*Ammocoetes*) hier eingeschaltet werden.

LANGERHANS hat zuerst diese Theile auf das histologische Verhalten untersucht. Er unterscheidet an den „verästelten Barteln“ ein zweischichtiges Epithel, mit feiner Cuticula. Sinneszellen kämen nicht vor, doch gelänge es mit Hilfe von Reagentien, hin und wieder einen Nerven in ihnen zu finden. Demgemäss seien, entgegen der Ansicht älterer Autoren, die Papillen nicht Sitz des Geschmacksinnes oder des Tastsinnes, vielmehr stellten sie, wie AUGUST MÜLLER ausgesprochen, einen rein mechanisch wirkenden Schutzapparat vor¹⁾.

Auch ich sehe, dass der Bau der Papillen in wesentlichen Punkten sich vom Integument entfernt. Schnitte durch letzteres, z. B. aus der Schwanzgegend, zeigen eine gleichmässige Schichtung der bindegewebigen Züge mit zahlreichen länglichen Kernen. In der Epidermis, welche das Corium um das Doppelte der Dicke übertrifft, sind zahlreiche Schleimzellen zugegen, verschieden in der Grösse; jene der Tiefe haben die Form von Kolbenzellen. Eingestreut erscheinen viele der sich stark färbenden Kerngebilde, welche man auf „Wanderzellen“ bezieht. Auch am Mundsaum ist das Epithel mit seinen Schleimzellen dicker als das Corium, dessen obere Fläche im senkrechten Schnitt eine leichte Zackenlinie giebt. Nerven kommen deutlich zur Ansicht.

Die Papillen nun, welche in Gestalt zerstreut stehender kleiner Vorsprünge in der vordern Partie der Mundhöhle beginnen, um weiter einwärts seitliche Auswüchse zu treiben, derart, dass sie zuletzt zu grossen, vielfach getheilten, dicht stehenden „Cirrhcn“ oder zerfaserten Barteln werden, besitzen ein dünnes Epithel, gebildet aus kleinen, rundlichen Elementen, ohne Schleimzellen und Sinnesbecher. Von Becherorganen ist überhaupt in der Mundhöhle nichts zu sehen. Die bindegewebige Grundlage der Papillen ist von gallertig-netzzelligem Charakter und schliesst nach aussen mit einem homogenen Saum ab. Nerven enthielten meine Präparate nicht, hingegen, was LANGERHANS nicht erwähnt, ausser den Blutgefässen zahlreiche, sehr entwickelte Lymphräume. Sie stellen sich dar als scharf abgegrenzte Höhlungen im Bindegewebe, wechselnd in Form und Grösse, oft buchtig erweitert, je nachdem sie eben vom Schnitt getroffen worden waren. Gleichwie in den Blutgefässen noch Blutkörperchen enthalten sein konnten, so boten auch manchmal die Lymphräume noch deutlich in ihrem Innern Lymphgerinnsel dar.

Nach diesen Befunden darf man annehmen, dass die Papillen nicht in Bezug stehen zum Nervensystem, also wohl nichts mit Sinnesapparaten zu thun haben, sondern sowie morphologisch, so auch physiologisch eher den Endausbreitungen des Gefässapparats dienen und wohl durch An- und Abschwellung dem Organismus nützlich sein mögen. Ich erinnere hierbei auch an meine Untersuchungen an indischen Cyprinoiden, allwo papillen- und blattartige Bildungen vorkommen, von denen man zuerst

1) LANGERHANS, Untersuchungen über *Petromyzon Planeri*. in: Verhandlgn. Naturf. Ges. Freiburg i. B. 1873.

ebenfalls vermuthen möchte, dass sie Endpunkte des Hautnervensystems enthalten möchten. Doch es war in derselben keine Spur von Nervenfasern auffindbar gewesen, wohl aber boten sich zu Blutgefässen und Lymphräumen ganz entschiedene Beziehungen dar¹⁾.

Kopfgruben. Am vordern Theil der Schnauze, in der Gegend zwischen Auge und Nase, sowie am Scheitel machen sich Grübchen bemerklich, die, mit der Lupe angesehen; beinahe an die Papillae circumvallatae der Zungenoberfläche bei Säugern gemahnen könnten, indem aus einer wallartig umzogenen Vertiefung eine kurze Wölbung hervorsteht (Taf. 1, Fig. 6). Die zwei grössten dieser Gruben oder „Poren“ befinden sich am Schnauzeneck auf je einem kegelförmigen Vorsprung, wovon der eine nach oben, der andere nach unten gerichtet ist, so dass unter ihm der vordere Bartfaden entspringt (vergl. Taf. 1, Fig. 1, 2).

Bei der mikroskopischen Untersuchung durch Aufhellung der Haut kommen zahlreiche Nervengeflechte in der Umgebung der Gruben zur Ansicht, so dass man zunächst vermuthen möchte, es könnten Sinneswerkzeuge an diesen Hautstellen verborgen sein, was sich aber bei fortgesetzter Prüfung nicht bestätigen will.

Denn durch senkrechte Schnitte, welche die Kenntniss über den Bau der Gruben am meisten fördern, müssen unsere Gedanken eine ganz andere Richtung nehmen. Die grubige Eintiefung erscheint ausgefüllt von Epidermiszellen, derart, dass zu unterst, wie auch sonst, cylindrische Zellen zugegen sind; die Hauptmasse aber entspricht den Elementen der obern Epidermislage: es sind wohl ausgeprägte, vieleckige Epidermisplättchen, welche sich stark färben und eine etwas verhornte Natur zeigen.

Die innerste Zellenmasse nun kann sich zu einem, wenn auch nicht sehr abgegrenzten, Pfropf zusammenballen, der nach oben bald höher, bald niedriger hervorragt. In diesem Fall ist der Pfropf von einem anscheinend homogenen hellen Kämpchen nach aussen überdeckt, und es kann das Kämpchen zu einem ganz ansehnlichen Kegel oder selbst dornähnlichem Gebilde (Taf. 1, Fig. 5) auswachsen, das man dem ersten Blick nach für eine cuticulare Bildung halten möchte. Allein es lässt sich bald auf der glashellen Oberfläche des Kegels

1) Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Thiere, 1883. p. 16 ff. (Auf die in dieser Schrift gegebenen Erörterungen über die Bedeutung der Papillen und Hautlappen am Kopf der Fische erlaube ich mir zurückzuverweisen.)

oder Dorns eine schwachfeldrige Zeichnung erblicken, nach leichtem Druck kommen helle Lücken zum Vorschein, wie sie auch anderwärts als Spältchen zwischen den Zellen der Epidermis uns vor die Augen gerathen, kurz man überzeugt sich eben, dass man es, anstatt mit homogener Cuticularbildung, mit äusserst platten, dicht zusammenliegenden glashellen Epidermiszellen zu thun hat, und die Stelle, wo der Kegel oder Dorn in die gewöhnliche Oberhaut übergeht, lehrt, dass auch dort die Zellen der Epidermis an der Wurzel des Dorns bereits von ähnlicher Beschaffenheit sind. Wollte man die sich darbietenden Bilder mit etwas Bekanntem vergleichen, so müsste man das Oberhäutchen des Säugethierhaares nennen, an dem alle die bezeichneten Vorkommnisse sich in gleicher Weise wiederholen. Und selbst ein Gegenstück zu den Wurzelscheiden des Haares könnte man vielleicht darin finden, dass der epidermoidale Kegel aus einer Grube sich erhebt, deren auskleidende Zellen an der Wurzel des Kegels in das anscheinend homogene Oberhäutchen übergehen.

Nach den mitgetheilten Thatsachen müssen wir schliessen, dass die Gruben nicht auf Sinneswerkzeuge zu beziehen sind, sondern auf jene Organisation, welche wir als Hauttuberkel oder Perlbildungen von einer ganzen Anzahl anderer karpfenartiger Fische unseres Landes kennen und zum „Hochzeitskleid“ rechnen.

Dazu kommen nun noch an *Discognathus* andere, wohl zu beachtende anatomische Eigenthümlichkeiten der uns beschäftigenden Gruben. Die Zellenmasse, welche die „Poren“ erfüllt und zu den Dornen werden kann, erscheint durchsetzt von Papillen oder Erhebungen der Lederhaut (Taf. 1, Fig. 5). Zunächst stellen sich dieselben an Schnitten nur als Striche dar, welche vom Boden der Grube aus ins Innere der zelligen Ausfüllung vorspringen, wechselnd in der Zahl nach der Grösse der Gruben. Bei geringer Vergrösserung kann auch der Inhalt der Gruben dadurch ein ungefähr radiär-streifiges Aussehen haben. Genau besehen und hinlänglich vergrössert, namentlich im Falle die umhüllenden Zellen mehr auseinandergewichen sind, erweisen sich die Striche deutlich als lange, fadenförmige Papillen mit Blutgefässen in ihrem Innern. Ob auch Nerven-elemente in sie aufsteigen, war an den Chromsäurepräparaten nicht zu unterscheiden, obschon man im Corium der Umgebung stellenweise starke Nerven-geflechte zu sehen vermochte.

Durch das, was nach Voranstehendem über den Bau der Kopfgruben des *Discognathus* ermittelt werden konnte, fühlen wir uns in den Stand gesetzt, gewisse, auf den ersten Blick ganz fremdartig sich

ausnehmende Vorkommnisse bei andern indischen Karpfenarten jetzt zu beurtheilen.

Bei zahlreichen aussereuropäischen Cyprinoiden nämlich machen sich am Kopf, namentlich in der Schnauzengegend, Poren sehr auffällig, welche von frühern Ichthyologen, z. B. von VALENCIENNES und BLEEKER, nur insofern beachtet worden waren, als die Verschiedenheit in Grösse, Zahl und Lage dazu helfen konnte, manche dieser Fische in systematischem Sinne abzugrenzen. Den Bau weiter aufzuklären, hatte man nicht versucht. Als sich mir die Gelegenheit geboten hatte, mit dergleichen Poren ausgestattete Cyprinoiden selber in Augenschein zu nehmen, gab ich die ersten, die Structur betreffenden Darlegungen¹⁾.

Je ein Porus erwies sich als die Oeffnung einer sackförmigen Einstülpung der Lederhaut; ins Innere des Säckchens, zwischen noch vorhandenen Resten der Epidermis, erhoben sich vom Grunde und seitlich fadenförmige Bildungen, welche die Natur äusserst verschmälerter, lang ausgezogener Papillen des Coriums hatten. Im Innern der Papillen liessen sich Nervenfasern erkennen.

Welche Bewandniss es nun aber mit diesen zum Theil geradezu stattlichen und eigenartigen Säckchen habe, war mir dazumal unmöglich zu bestimmen, und ich wusste eigentlich nur zu sagen, was die Organe nicht sind. Die Säckchen seien keine Drüsen, auch ihre Oeffnungen durchaus nicht mit den Löcherreihen der Kopfcanales des Seitencanal-systems zu vergleichen, ebensowenig könne irgend eine Verwandtschaft zu den Gallertröhren angenommen werden. Es schien, dass die Säckchen dazu bestimmt seien, den mit Nerven ausgestatteten Papillen durch die Lagerung in der Tiefe eine bergende und schützende Umgebung zu gewähren, zumal Papillen von solcher Länge und Zartheit sonst nicht auf der Haut zugegen waren. Endgültige Aufschlüsse über die Bedeutung der Säckchen könnten erst erwartet werden, wenn Exemplare zur Untersuchung kämen, welche die volle Epidermis — an den mir vorgelegenen Exemplaren war sie bis auf schwache Spuren abgefallen und verschwunden — noch besässen.

Durch die Befunde an *Discognathus* geht uns ein Licht auf über die wahre Natur dieser „Poren“. Denn es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass auch in und über den Säckchen, zur Brunstzeit, solche vergängliche epidermoidale Wucherungen in Form warzen- oder perlartiger Auswüchse sich entwickeln werden.

1) Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Thiere, 1883. (Zur Kenntniss der Hautdecke und Mundschleimhaut indischer Cyprinoiden, tab. 1 und 2).

Wäre ich übrigens vor der Untersuchung der aussereuropäischen Karpfenarten mit dem Hautausschlag des heimischen Bitterlings bereits nach der histologischen Seite hin vertraut gewesen, würde ich doch schon, trotz des defecten Zustandes der Exemplare, der richtigen Deutung näher gekommen sein, und wenn ich überdies eine Vermuthung im Gedächtniss gehabt hätte, welche SIEBOLD¹⁾ geäußert, dahin gehend, dass die „für weite Poren gehaltenen Gebilde auf der Schnauze des (aussereuropäischen) *Cyprinus boga* zu dem Perlausschlag Beziehung haben möchten“.

Seitencanal. Der Verlauf des Seitencanals am Rumpf und über den Kopf hin vollzieht sich bei *Discognathus* in der an vielen andern Fischen bekannten Weise. Doch ist vor allem erwähnenswerth, dass die dem Seitencanalsystem zugehörigen Oeffnungen derartig fein sind, dass sie selbst für die Betrachtung mit der Lupe nur wie eingestochene Punkte, umgeben von je einem grauen Hof, sich ausnehmen. Am ehesten springen jene am Kopf in die Augen, da sie etwas grösser sind als die des übrigen Körpers. Bevor man die Ausbreitung der Poren festzustellen im Stande ist, muss man die Grübchen des Perlausschlages und die Becherorgane von jenen zu unterscheiden gelernt haben. Erst dann werden wir sicher sein, dass in einer mittleren Schuppenreihe der Seitengegend Poren sich finden, welche hinter dem Kiemendeckel bogig heraufsteigen und sich einerseits über das Auge her erstrecken, andererseits unter dem Auge weggehen, während eine dritte Reihe in der Richtung der untern Kinnlade sich fortsetzt.

Aus dem, was die mikroskopische Untersuchung bot, möchte Folgendes anzuführen sein.

Die Längsröhrchen auf der Schuppenreihe der Seitenlinie — dem freien Auge als Längsstrichelchen erscheinend — sind nach den einzelnen Schuppen insofern kleinen Abänderungen unterworfen, als sie bald geradlinig bleiben oder, und dies geschieht häufig, gegen den Porus sich etwas aufbiegen und dabei sich verengern; auch am entgegengesetzten oder hintern Ende wechselt gern die Weite des Canals.

Von der Fläche gesehen, kommt etwas zum Vorschein, was wohl allgemeiner sich finden mag und mir in den frühern Untersuchungen einheimischer Karpfenarten wahrscheinlich nur entgangen ist. Das Hauptröhrchen der Schuppe besitzt nämlich eine Anzahl von Seitenröhrchen, vier oder mehr jederseits: sie sind quer gerichtet, kurz und

1) v. SIEBOLD, Süßwasserfische von Mitteleuropa, 1863.

wie trichterförmig geöffnet (Taf. 2, Fig. 10). Bei genauer Prüfung liess sich bestimmt erkennen, dass durch diese Seitenröhrchen Blutcapillaren hindurchtreten und so die Blutgefässe der Innenseite des Hauptröhrchens mit denen der Schuppentasche in Verbindung setzen. Hin und wieder wollte es mir auch scheinen, als ob zugleich Nervenfasern hindurchzögen, aber mit Sicherheit vermochte ich doch nur Blutcapillaren zu erblicken.

Die verkalkte Wand des Schuppenröhrchens zeigt — der Fisch lag, wie gemeldet, in Chromsäure — Streifungen mit schmalen, langen Kernen oder auch leicht zackige, kleine, an Knochenkörperchen erinnernde Höhlungen. Einwärts bleibt eine unverkalkte, bindegewebige Schicht zurück, in welcher Blutgefässe nach der Länge verlaufen, von denen die erwähnten, quer nach aussen durch die Nebenröhrchen ziehenden Capillaren abgehen; zu innerst folgt das Epithel, an dessen Zusammensetzung auch Schleimzellen, und zwar solche von kleiner Art, sich betheiligen. Diese epitheliale Auskleidung, also das Lumen des Canals, erstreckt sich nicht in die Seitenröhrchen.

Ein besonderes Augenmerk habe ich der Frage gewidmet, ob der Seitencanal nur in den Röhrchen dahinziehe, welche den Schuppen der Seitenlinie aufgesetzt sind, also, wie ich es früher für solche Fälle annahm, von Schuppe zu Schuppe unterbrochen wäre, oder ob letzteres nur scheinbar sei und vielmehr ein einziger, zusammenhängender Canal bestehe, ähnlich dem Verhalten bei Rochen und Haien. Ich habe mich jetzt überzeugt, dass eine Unterbrechung des Canals nicht stattfindet.

Es ist keineswegs leicht, bei gewöhnlicher Präparationsweise durch Ausschneiden von Hautstücken zu erkennen, dass der Canal im Schuppenröhrchen nur ein Theil des Seitencanals sei und keineswegs mit dem hintern Ende des Röhrchens aufhört. Erst auf mancherlei Umwegen gelangt man zur Einsicht, dass am hintern Ende des Knochenröhrchens der bindegewebige Canal, oder die Fortsetzung der bindegewebigen Auskleidung des Kalkrohres, jedes Mal nach unten biegt und dabei etwas erweitert ist. An der noch zusammenhängenden Schuppenreihe, von innen angesehen, gewährt die Umbiegungs- und dabei erweiterte Stelle beinahe den Eindruck einer rundlichen Ampulle. Erst nach und nach werden gewisse, Anfangs ganz wunderliche Bilder verständlich, insbesondere eine anscheinende, im optischen Schnitt an der Knickungsstelle gelegene Oeffnung.

Die bindegewebige Wand oder Abgrenzung des Seitencanals inner-

halb der Lederhaut ist nicht dick, wird jedoch ebenfalls von Blutgefäßen durchzogen und behält die Epithelauskleidung.

Am Nervus lateralis zweigen sich Aeste ab, wovon der einzelne aus etwa einem Dutzend von Nervenfasern besteht und an der Wurzel des Schuppenröhrchens sich in letzteres hineinbiegt, eine kurze Strecke dicht an der Wand fortgeht und sich dann mit dem epithelialen Sinnesbügel verbindet. Letzterer liegt in Form eines länglichen Wulstes im hintern Theil des Schuppenröhrchens, dessen Wand dort sich zu einer leichten Verdickung erhebt, wodurch die Lichtung etwas eingeschnürt wird. Es kommt vor, dass ausser dem Hauptsinnesbügel, weiter nach vorn gegen den Porus zu, noch einmal ein kleinerer Sinnesbügel folgt, dessen Nerv deutlich von jenem des Hauptknopfes abgeht (Taf. 1, Fig. 8).

Ueber den feinem Bau der Sinnesbügel, welche bei geringer Vergrößerung wie trübkörnige Flecken erscheinen, habe ich an den Chromsäurepräparaten wenig ermitteln können. Die Nerven stellten sich als krümlig-körnige Fäden dar, die sich in die zellige Masse verloren. Was noch am besten ins Auge fiel, waren die Blutcapillaren, welche für den Sinnesbügel ein geradezu dichtes Netz, unter Schlingenbildung am Rande, erzeugen. Das Bindegewebe, welches die Blutgefäße trägt, erhebt sich zu einem schwach hügelartigen Vorsprung.

II.

Cyprinus carpio.

Nur Weniges, was mir bei der Untersuchung eines Stückes der Kopfhaut des Mainkarpfen bemerkenswerth erschien und zur Ergänzung von früher Gesehenem dienen mag, soll hier angemerkt werden.

Bezüglich der Becherorgane in der Epidermis kam, was ich ¹⁾ bereits anderwärts vorbrachte, deutlich zur Ansicht, dass sie keineswegs immer papillenartigen Erhebungen der Lederhaut aufsitzen, sondern an ganz flachen Stellen des Coriums sich vorfinden können, in welchem Falle die Epidermis gegen das nach unten folgende Organ wie grubig eingesenkt erschien (Taf. 1, Fig. 12). Im zelligen Körper des Becherorgans lassen sich dreierlei Kerne unterscheiden: jene der birnförmigen Zellen, eine obere Zone bildend; dann weiter hinterwärts die Kerne der Mantelzellen; endlich drittens, und zwar intercellulär, vereinzelt auftretende kernartige Elemente, wesentlich ver-

1) Integument brünstiger Fische und Amphibien, in: Biolog. Centralbl. 1892, p. 212, Anmerk. 2.

schieden von den beiden andern Arten. Sie sind kleiner, eckig und färben sich stark. Wie schon bei *Discognathus* angedeutet wurde, begegnen wir diesen eigenartigen Kernen im gleichen Organ anderer Fische.

In der Epidermis zeigten sich auch die Anfänge des zur Laichzeit auftretenden „Hautausschlages“ oder der „Perlbildung“. Diese spätern Epidermoidalknoten erscheinen hier als abgegrenzte Zellpartien in der Tiefe der Epidermis, unter Betheiligung der cylindrisch verlängerten Elemente des Stratum mucosum (Taf. 1, Fig. 13). Es ist um diese Zeit ihre Aehnlichkeit mit den Hautsinnesorganen eine grosse, indessen unterscheiden sie sich schon dadurch von einander, dass die Mitte der Hautsinnesorgane von den Zellen eingenommen wird, welche ich den Schleimzellen vergleiche, während in den Perlorganen diese Art von Zellen fehlt.

Die Lederhaut anbelangend, so kann an senkrechten Schnitten ihre obere Grenzlinie bald ganz geradlinig, bald wellig verlaufen, dann auch in Papillen sich erheben, und zwar in solche, auf denen keine Becherorgane sitzen. Man sieht daraus, dass die Papillen keineswegs durch etwaige Anwesenheit von Becherorganen bedingt sind, sondern in etwas Anderem der Grund ihrer Entstehung gesucht werden muss.

Die Structur, welche die Lederhaut auf dem senkrechten Schnitt darbietet, hat manches Eigenthümliche. Man unterscheidet eine obere, viel dunkles Pigment enthaltende Lage, dann eine untere ähnliche Schicht, beide von Stelle zu Stelle verbunden durch aufsteigende, Gefässe und Nerven tragende Züge. Zwischen beiden Lagen, gewissermaassen eingeschoben und als Haupttheil des Coriums sich darstellend, hebt sich eine um vieles dickere Schicht ab, welche den Charakter von gallertigem Bindegewebe an sich hat. Sie besitzt viele Kerne und ein davon ausgehendes feines Netzwesen mit homogen gallertiger Ausfüllung. Die zarten Streifen in der obern Grenzlage und das Netzwesen der gallertigen Schicht gehen deutlich in einander über (Taf. 1, Fig. 12).

Es liesse sich fragen, ob die dicke, gallertige Schicht im Corium, trotz der so abweichenden histologischen Beschaffenheit, doch dem Stocke derben Bindegewebes, etwa in der Lederhaut des Frosches, gleichzusetzen sei, oder ob sie nicht vielmehr eine vergrösserte Partie der obern oder Papillarschicht vorstelle. Sollte man letzterer Auffassung zuneigen, so müsste man gewisse Längszüge in der untern Grenzschicht für das dem Stocke der Lederhaut Entsprechende nehmen.

Allein das Gesamtbild des Schnittes, insbesondere die Art und Weise, wie die gallertig dicke Schicht von der obern und untern Grenzlage umfasst und von den aufsteigenden Zügen durchsetzt wird, spricht, wie mich bedünkt, doch mehr für die erstere Deutung.

III.

Gobio fluviatilis.

Epidermis. Zur Structur der Oberhaut sei nur angeführt, dass in ihr die Schleimzellen, wie bei andern Cyprinoiden, zwar sehr zahlreich zugegen sind, aber eine geringe Grösse haben, was zusammenstimmt mit der Kleinheit, welche den zelligen Elementen bei gegenwärtiger Art überhaupt eigen ist.

Lederhaut. Im untern Theil der Lederhaut fallen da und dort Züge von sehr dicht stehenden, stabförmigen Kernen auf, welche man auf die Anwesenheit glatter Muskeln auszulegen sich geneigt fühlen möchte. Sie zeigen sich besonders dort, wo die Substanz des Coriums von Lymphräumen durchbrochen wird, welche sie alsdann geflechtartig umziehen.

Die Lymphräume der Lederhaut scheinen mir mehr Beachtung zu verdienen, als es bisher geschehen ist, da ihre Ausbildung innerhalb der Substanz des Integuments eine derartig bedeutende ist, dass auf Quer- und Längsschnitten, ganz abgesehen von den kleinen lymphatischen Spaltlücken, noch zahlreiche grosse Lymphhöhlungen mit Sicherheit unterschieden werden können. Dabei sind mir besonders merkwürdig geworden jene weiten Lymphräume, welche sich zwischen den blattartigen, die Schuppen bergenden Fortsetzungen der Lederhaut — den sogenannten „Schuppentaschen“ — vorfinden. Letztere nämlich sind alle unter einander, auch am anscheinend freien Rand, verbunden, wie Schnitte gut lehren. Gerade diese Lymphhöhlungen, so zahlreich als die Schuppen selber, mögen wohl im frischen Zustande, und gefüllt mit Lymphe, einen nicht geringen Antheil haben an der bekannten eigenthümlichen „quammigen“ Beschaffenheit der Fischhaut, welche sonach nicht lediglich auf die Anwesenheit der vielen Schleimzellen in der Epidermis zurückzuführen wäre.

Ein sehr stattlicher Lymphraum ferner zeigt sich auf Querschnitten, und wohl bemerkt, ebenfalls noch innerhalb der Substanz des Coriums, in der Richtung der Seitenlinie (Taf. 1, Fig. 14). Er wird durch Schuppenkörper auch wohl in zwei Räume zerlegt; mitunter ist die Trennung nur scheinbar, indem die beiden Hälften in

der Mitte doch wieder zusammenhängen. Wie auch sonst kann lymphatisches Gerinnsel in der Höhlung zugegen sein (Fig. 14 a). In dem Theil des Coriums, welcher diesen Lymphraum nach unten abschliesst, liegt die Hauptmasse des dunkeln Pigments. Verschieden davon ist der lang bekannte, wohl von HYRTL zuerst beschriebene Lymphgang der Seitenlinie. Derselbe liegt nicht innerhalb, sondern unterhalb des Coriums (Taf. 1, Fig. 14 b). Dieser Lymphcanal der Linea lateralis, wie abermals Schnitte klar überblicken lassen, dringt unter Verschmälerung in die Tiefe zwischen die Seite musculatur, um sich dann dort zur Umschliessung des Nervus lateralis wieder zu erweitern. Hierauf verengt er sich abermals und noch weiter einwärts sich fortsetzend, nimmt er die grosse Vena lateralis ebenso in sich auf, wie vorher den Nervus lateralis. Den übrigen Verlauf konnte ich nicht verfolgen. Das vorhin erwähnte dunkle Pigment der Unterfläche der Lederhaut begleitet den Lymphraum auf dem ganzen Wege in die Tiefe.

Seitencanal. Die Poren des Seitencanals sind hier nicht, wie wir solches anderwärts noch treffen werden, vorstehende Röhrchen, sondern einfache, in der Fläche der Haut oder Schuppe liegende Oeffnungen.

Längsschnitte durch den Seitencanal (Taf. II, Fig. 15) lassen deutlich wahrnehmen, dass derselbe keineswegs, zu welcher Annahme andere Untersuchungsmethoden verleiten können, unterbrochen ist: er zieht vielmehr continuirlich dahin, und dort, wo er von Schuppe zu Schuppe anscheinend unterbrochen wird, macht er eine leichte Knickung nach unten, wodurch das Bild eines schwach sackigen Vorsprunges entsteht. Hat man Querschnitte vor sich, so zeigt sich, dass der Seitencanal auf der Schuppe etwas vorspringt, und indem wir von aussen nach innen den Bau durchgehen, so finden wir zunächst, dass die Epidermis auf der Wölbung dünner ist als an den seitlichen Partien; es folgt die knöcherne Umhüllung, die je nach der Schnittstelle den Canal nur seitlich oder völlig umgreift. Eine zarte bindegewebige, von der Lederhaut stammende Auskleidung ist immer zugegen; zu innerst kommt das Epithel vom Charakter einer dünnen Epidermis, wesshalb auch die Schleimzellen nicht fehlen. Noch mag bemerkt werden, dass der Durchschnitt des Canals nicht kreisrund gestaltet ist, sondern nach aussen zu leicht abgeflacht erscheint.

Die Sinnesbügel haben ihre Lage weit weg vom Porus nach hinten. Das einzelne Organ, von der Fläche besehen, zeigt sich von einer hellen, bestimmt begrenzten Zone umgeben, deren wahre Natur

man erst an Schnitten zu erkennen vermag. Ist nämlich der Seiten-canal nach der Quere oder nach der Länge getroffen, so hebt sich deutlich nahe um den Sinneshügel herum ein Ringgang ab, der nur von den Zellen des auskleidenden Epithels umschrieben wird: er entspricht der hellen Zone, welche bei der Flächenansicht des Sinneshügels gesehen wird. Und die Bedeutung anbelangend, so geht man wohl kaum irre, wenn man diesen innerhalb des Epithels verlaufenden Hohl-gang für einen Lymphraum erklärt (Taf. 3, Fig. 18 *d*, Fig. 17 *d*).

Auch bei Durchmusterung der zelligen Zusammensetzung der Sinneshügel stiess ich auf einen mir neuen Punkt, indem ich dreierlei Elemente unterscheiden zu können glaube. Ausser den äussern oder Mantelzellen und den innern oder birnförmigen, welche nach oben je in ein Börstchen sich ausziehen können, bemerkt man noch als drittes Element kleine zackige, sich besonders stark färbende, kernartige Körper, deren Ecken sich auch wohl in Fädchen verlängern.

Die Weise, wie der herantretende Nerv sich im Genauern zum Sinneshügel verhält, war nicht zu bestimmen; man sah nur so viel, dass die Nervenfasern aus einander gingen und sich in den Zellenhaufen verloren.

An Längsschnitten kommt auch noch klar zur Erscheinung, dass der einzelne Sinneshügel nach vorn und rückwärts einen Strang abgibt, der, von den zelligen Elementen her breiter beginnend, sich allmählich verjüngt und weiterhin ins Epithel des Canals sich verliert. Die den Streifen zusammensetzenden Zellen müssen eine besondere Umwandlung (Härtung?) durchgemacht haben, denn sie färben sich stärker als die Umgebung.

Hervorgehoben muss auch werden, dass die Sinneshügel, welche im Innern des Canalis lateralis liegen, im Bau übereinstimmen mit den frei auf der Schuppe sich findenden Becherorganen und sich lediglich darin unterscheiden, dass sie im Allgemeinen die letztern etwas in der Grösse übertreffen. Die einen wie die andern geben sich als modificirte Partien des Epithels kund.

IV.

Rhodeus amarus.

Epidermis. Auch bei diesem Fisch gehören die Schleimzellen zu den kleinern Formen. Mehr als dies scheint mir das Verhalten Beachtung zu verdienen, welches an der Verbindung der Epidermis mit der Lederhaut sichtbar wird. Dort nämlich gehen die untersten

Zellen, welche von kurzwalziger Gestalt sind, in Fädchen aus, und indem diese Ausläufer geflechtartig zusammentreten, bilden sie jene oberste Schicht der Lederhaut, welche man Basalmembran zu nennen pflegt. Anscheinend ist gedachte Hautlage homogen, bei schärferem Zusehen bemerkt man an ihr ein streifiges Wesen, und indem man die Linien achtsam verfolgt, kommt man zu dem Ergebniss, dass die Streifen aus einander weichen und mit den Endfädchen der Epidermiszellen in Zusammenhang stehen.

Von besondern Hohlgängen in der Epidermis wird bei den Hautsinnesorganen die Rede sein.

Pigment des Coriurus. Am Pigment der Lederhaut, welches ich während der Frühlingszeit untersuchte, unterscheidet man im Allgemeinen die grossen dunkeln Chromatophoren, zweitens kleine, goldgelbe Flecken, deren Elemente etwas an Fett erinnern, und drittens das schöne Roth, womit sich in genannter Zeit die Flossen schmücken und welches nur als eine Um- und Fortbildung des gelben Pigments anzusehen ist; endlich sind noch die guaninhaltigen Plättchen zugegen.

In den gelben Pigmentzellen ist nicht bloss der Zelleib mit Farbkörnern erfüllt, sondern auch der Kern kann solche enthalten und zwar von besonders sattem Ton, wodurch es kommt, dass der Kern eher das Aussehen eines dunkel orangefarbigem Pigmentklumpens und weniger das eines eigentlichen Zellkernes hat. In den rothen Zellen sieht der Kern — Pigmentklumpen — bei durchgehendem Licht dunkelbraun, ja fast schwarz aus. Noch andres ist mir daran unklar, wesshalb ich auch noch unsicher bin, ob das Gesehene einfach an das anzureihen ist, was ich vor Jahren über „pigmenthaltige Kerne“ gefunden hatte¹⁾.

Zu den Schmuckfarben des Bitterlings während der Laichzeit gehört ferner auch der schöne stahlblaue Schwanzstreifen, der beim Männchen weit mehr hervortritt als beim Weibchen. Betreffender Pigmentstreifen liegt in der Tiefe der Lederhaut, ja genauer genommen im Unterhautbindegewebe. Die nähere Prüfung der ihn zusammensetzenden Elemente führt wieder zu der von mir schon öfter behandelten Frage, ob es ein körniges Pigment von blauer Farbe giebt²⁾, und im vorliegenden Fall wäre dies mit ja zu beantworten.

Die mit Pigmentkörnern vollgepfropften Zellen, von Gestalt rund-

1) Aeussere Bedeckungen der Säugethiere, in: Arch. Anat u. Phys., 1859, p. 679.

2) Vergl. den Artikel: Das Blau in der Farbe der Thiere, in: Zool. Anz. 1885.

lich oder zackig-ästig, haben bei durchgehendem Licht ein tiefschwarzes Aussehen. Fasst man aber vom lichterem Rand der Zelle her den Inhalt gut ins Auge, so zeigt sich, dass das einzelne Pigmentkörnchen nicht braun ist, sondern von tiefblauem, fast schwarzblauem Farbenton. Bei der winzigen Grösse der Körnchen lässt sich kaum ihre eigentliche Gestalt ermitteln, doch meine ich bei der mir möglichen Vergrösserung so viel zu sehen, dass die Körnchen nicht kuglig, sondern eckig sind, was alsdann auf krystallinische Zuschärfung auszu legen wäre. Und damit könnte sich vielleicht eine Verwandtschaft zu den blauen Krystallen des Flusskreb ses anzeigen. Ueber die Zellen mit dem dunkeln Inhalt weg zieht in zusammenhängender Lage die Schicht der metallisch glänzenden Plättchen oder Flitterchen.

Vom letzterwähnten überdeckenden Pigment, silberigen Aussehens, kann es auf den ersten Blick scheinen, als ob dessen Elemente nicht durchaus innerhalb von Zellsubstanz lägen, sondern vielmehr frei ausgestreut wären. Allein das weitere Nachforschen befestigt uns doch in der Ueberzeugung, dass auch hier die Flitterchen allzeit von Cytoplasma umgeben sind: man vermag in Plättchengruppen, selbst solchen, welche stark in die Länge ausgezogen erscheinen, doch nicht selten den zur Zellsubstanz gehörigen Kernfleck aufzufinden.

Und daran schliesst sich die fernere Betrachtung, dass das Plasma der die Flitterchen tragenden Zellen ebenso gut contractil sein muss, als es jenes der dunkeln, gelben und rothen Zellen ist. Zu dieser Annahme darf man kommen, wenn man die Farbentöne des absterbenden Fisches in ihren Veränderungen aufmerksam verfolgt, worüber ich schon anderwärts berichtet habe¹⁾. Hier steigert sich nämlich unter unsern Augen das prächtige Irisiren, namentlich an den Seiten des Leibes und tritt ganz entschieden stärker hervor, als es am lebensfrischen Thier gesehen wird. In Erwägung der Structurverhältnisse kann dies doch nur dadurch bewirkt werden, dass die Flitterchen durch die Contractilität des Plasmas, in welchem sie liegen, Verschiebungen und Aenderungen in ihrer Stellung erfahren.

Beim Tödten des Bitterlings durch Zerschneiden der Medulla oblongata lässt sich, um auch das noch zu erwähnen, die rasche Einwirkung des Centralnervensystems auf die schwarzen Chromatophoren erkennen. Zunächst verdunkelt sich sofort die Haut; man sieht mit der Lupe, dass die einzelnen Chromatophoren grösser geworden sind

1) Blaufarbiger Wasserfrosch: Leuchtflecken der Ellritze, in: Zool. Garten, 1892.

und sich ausgebreitet haben, so am Rücken, an den Seiten, am Kopf; nach einiger Zeit ziehen sie sich wieder zusammen und werden kleiner.

Schuppen und Lymphräume. Zur Lederhaut stehen in näherem Bezug die Schuppen. Ihre Substanz ist anzusehen als eine unter Zellenbetheiligung entstandene Umbildung des Bindegewebes; sie behält auf dem senkrechten Schnitt ein feingeschichtetes Aussehen. An ihrer Oberfläche heben sich Kernreihen ab, welche regelmässig den Leisten der Schuppenoberfläche folgen und im senkrechten Schnitt genau mit den Thallinien gehen.

Das Unterhautbindegewebe des Coriums ist hell, weitmaschig und, wenigstens an den von mir untersuchten Stellen, ohne Fett. Innerhalb dieses subcutanen Bindegewebes macht sich auf Querschnitten, in der Einsenkung zwischen der Rücken- und Bauchpartie der Musculatur des Stammes ein deutlicher grosser Lymphraum bemerklich, welcher in der Längsrichtung zieht; etwas tiefer verläuft ein anderer Lymphraum, der den Nervus lateralis umschliesst.

Ein besonderes Interesse nimmt ferner ein System von Lymphräumen in Anspruch, welches höher oben in der Substanz der Lederhaut selber zugegen ist und Beziehungen zu den Schuppen hat. Schon die Untersuchung mit Messer und Scheere, ungleich sicherer aber die Schnittmethode, bringt die Ueberzeugung, dass die „Schuppentaschen“ weite Lymphräume besitzen: der auf die Längsaxe gerichtete Schnitt zeigt, dass jedesmal unterhalb der die Schuppe tragenden bindegewebigen Partie ein solcher Lymphraum sich aufthut.

Becherorgane. Genannte Körper machen am frischen Thier den Eindruck von dunklern Zellenballen, concentrisch umgeben von den Elementen der Epidermis. Ihrer Vertheilung über grössere Flächen lässt sich dadurch bequem nachgehen, dass man die abgehobene Epidermis von Thieren, welche mit Chrom-Essigsäure behandelt waren, vor sich ausbreitet. Sind auch jetzt die Organe selber abgefallen, so kündigen doch helle Flecken — Oeffnungen in der Epidermis — die frühere Lage an; bleiben sie aber an der Stelle, so heben sie sich als dunkle Flecken ab.

Auf solche Weise erhält man Kunde, dass auf dem Scheitel des Kopfes die Vertheilung der Organe in mannigfach gebrochenen Linien und Gruppen geschieht, wozu anstatt weiterer Beschreibung auf Fig. 19 (Taf. 2) verwiesen sein mag und zur Erläuterung nur noch dienen soll, dass die vorderste Bogenreihe zwischen die beiden Narinen fällt. Eine ähnliche Anordnung findet auch an der Seite des Kopfes statt; doch herrscht hierin keine genaue Symmetrie zwischen rechts

und links. Immerhin hat das Bemerkte nur Geltung für die grössern Becherorgane, denn es sind auch noch sehr kleine, man möchte sagen, unentwickelte zugegen, welche zerstreut stehen. Nicht unerwähnt sei auch, dass die grössern Becherorgane in ihrer Verbreitung am Kopf einigermaassen an den Zug der Linien erinnern, welchen die Poren der Kopfcanäle einhalten. Gehäuft stehen sie an den Kiefferrändern; völlig schienen sie mir zu fehlen an der Kehle, während dort die Schleimzellen ganz besonders zahlreich sind. Aehnlich verhält sich die Membrana branchiostega; hier ist nichts von Becherorganen vorhanden, wohl aber sind abermals viele Schleimzellen zugegen.

Der Beachtung werth ist die Art der Vertheilung der Becherorgane auf den Schuppen (Taf. 4, Fig. 21). An der Seite des Körpers — Gegend der Linea lateralis — finden sie sich nahe dem Grunde der Schuppe in einer leicht bogigen Querreihe, dabei in etwas wechselnder Menge: die höchste Zahl für die einzelne Schuppe scheint acht zu sein. Wenn wir von der Umgebung der Seitenlinie weg nach dem Rücken und nach dem Bauche zu die Schuppen auf die Anwesenheit der Becherorgane durchgehen, so vermisst man sie auf gar mancher Schuppe und erhält im Ganzen den Eindruck, dass die Anordnung der Organe, wie am Kopf, so auch am Rumpf in bestimmten Verbreitungslinien durchgeführt ist.

Im Hinblick auf den Bau wäre auch hier zu melden, dass man ausser den Zellen des Innenballens und den Mantelzellen noch Kerne wahrnehmen kann von etwas dunklerem Aussehen, die nichts mit den Kernen der beiden genannten Zellenarten zu thun haben und namentlich dann auffallen, wenn wir die Organe von unten her betrachten, insbesondere die Stelle, wo sie der Lederhaut aufsitzen.

Und noch ein anderes Vorkommniss darf unsere Aufmerksamkeit beschäftigen. Es ist ein Canal- oder Furchensystem innerhalb der Epidermis, welches Bezug zu den Becherorganen hat.

Es kann nämlich dem Beobachter nicht entgehen, dass um das einzelne Organ, begrenzt durch die Elemente der Epidermis, eine Lichtung zugegen ist, die nach beiden Seiten canalartig sich verengernd zum nächst gelegenen Becherorgan hinzieht, um mit einer gleichen Lichtung, welche auch dieses umschliesst, zu verschmelzen (Taf. 3, Fig. 20; Taf. 4, Fig. 21). Genaueres Prüfen und Vergleichen bei stärkerer Vergrösserung lehrt, dass es die Unterseite der Epidermis ist, welcher dieses Hohlssystem angehört, und zwar in der Art, dass es nach der Lederhaut hin in ganzer Länge offen, sonach eigent-

lich rinnenförmig gestaltet ist und unten durch die Oberfläche der Lederhaut geschlossen wird.

Seitencanalsystem. Weder HECKEL-KNER noch SIEBOLD scheinen die Kopfcanaäle und ihre Oeffnungen bemerkt zu haben, wenigstens gedenkt keiner derselben der Poren, was sie doch nie unterlassen zu thun bei den Arten, wo die Oeffnungen grösser und daher deutlich sichtbar sind. Mit Hülfe des Mikroskops lässt sich sehen, dass die Kopfcanaäle einen Verlauf einhalten, der dem Gewöhnlichen entspricht: eine Reihe von Poren, gegen 7, zieht über dem Auge her, eine andre unterhalb des Auges, eine dritte in der Richtung der Unterkinnlade, längs des Kiemendeckels.

Schnittpräparate zeigen, dass die Kopfcanaäle Einwachsungen der Hautdecke sind. Daher gehen die Chromatophoren der Lederhaut mit in die Tiefe, wenn sie auch hier weniger zahlreich sind als in der Hautdecke selber. Das auskleidende Epithel behält ebenso die Schleimzellen. In der Schnauzengegend erscheint der getroffene Canal von einer Knochenrinne umgeben, die nach oben offen ist, so dass dort die häutige Wand des Canals an die Lederhaut anstösst, richtiger mit ihr verschmolzen erscheint.

Die Sinneshügel anbelangend, so verdient hervorgehoben zu werden, dass die zusammensetzenden Elemente den Charakter von Schleimzellen haben; über dem Fuss der Zelle, welche den Kern einschliesst, ist ein deutlich ausgebildeter Secretraum vorhanden. Hinter den Sinneszellen machen sich wieder zahlreiche Kerne bemerklich.

Bezüglich des eigentlichen Seitencanals bin ich zweifelhaft geworden, ob bei jedem Individuum sich eine Anzahl von Längsröhrchen vorfindet, welche, indem sie den Schuppen aufgesetzt sind, eine, wenn auch kurze Seitenlinie erzeugen. Ich habe wenigstens an einem jüngern weiblichen Exemplar auch mit der Lupe nichts von den Strichelchen entdecken können, welche eine Seitenlinie andeuten. Meist freilich sehe ich bestätigt, was HECKEL-KNER sowie in gleicher Weise SIEBOLD angeben, dass am Anfang des Rumpfes auf 5—6 Schuppen das erhöhte Längsstrichelchen sich abhebt. Doch muss ich auch hierzu bemerken, dass nicht einmal bei einem und demselben Thier vollkommene Gleichheit auf beiden Seiten des Rumpfes herrscht, insofern die Zahl der Röhrchen von rechts und links nicht genau zusammentrifft, ferner in dem einen Fall die Reihe geradlinig zieht, im andern zickzackförmig verläuft.

Das Einzelröhrchen hat seinen Porus; gegen das hintere Ende zu liegt der Sinneshügel mit dem herantretenden Nerven. Die Wand des

Röhrchens, homogen wie die Schuppe selbst, besitzt wieder seitliche quere Verbindungen, durch welche sich die Blutgefässe im Innern des Röhrchens mit denen der Schuppentasche in Verbindung setzen.

Und von Neuem darf betont werden, dass die Sinneshügel des Seitencanals im Bau nicht von den Becherorganen abweichen, sondern nur in der Grösse, und in letzterem Umstande — möchte man sich vorstellen — liegt der Grund, warum zu ihrer Aufnahme das Rohr sich entwickelt hat. Für die Besichtigung mit der Lupe stellt sich der Sinneshügel als grauröthlicher Fleck dar, wobei das Röthliche des Farbentons vom Inhalt der Blutgefässe herrührt.

Perlbildung. Bereits HECKEL-KNER weisen darauf hin und lassen auf der von ihnen gegebenen Figur des ganzen Fisches gut hervortreten, dass „das Männchen im Hochzeitskleide über dem Munde zwei kreisrunde Packete von Knochenwärtchen“ besitze. Genauere Mittheilungen hierüber enthält das Werk SIEBOLD's. Nach Genanntem erhebt sich bei beginnender Geschlechtsthätigkeit allmählich ein rundlicher Wulst, der aus einem Haufen von 8—13 ungleich grossen, kreideweissen Warzen bestehe. Ganz ähnliche Warzen in der Zahl 2—3 kämen auch nahe an dem obern Rande der beiden Augenhöhlen zum Vorschein, wobei ich aufmerksam machen möchte, dass der Zeichner der HECKEL-KNER'schen Figur diese zweite Gruppe doch auch schon an dieser Stelle angebracht hat. Die Warzen verdienen nicht, wie SIEBOLD bereits ausführt, den Namen „Knochenwärtchen“, da sie keineswegs Verknöcherungen entsprächen, sondern jede Warze sei nichts andres als eine Anhäufung von dicht über- und an einander gedrängten Epithelzellen. Die Richtigkeit dieser Angaben habe ich schon an einem andern Orte bestätigt¹⁾ und schliesse jetzt weitere Bemerkungen über den Bau nebst Abbildung an (Taf. 4, Fig. 22).

Voraus sei gesagt, dass die Zahl der Höcker sich etwas nach der Grösse des Thieres zu richten scheint. Bei kleinen Männchen ist die Höckerzahl geringer: bei einem Individuum betrug sie nur fünf. Das dunkle Pigment umgiebt die Haut, ohne auf sie überzugehen. Die Höcker sind auch unter sich von verschiedener Grösse und an Querschnitten ist ersichtlich, dass der Umriss des einzelnen Höckers nicht bei allen rein rund ist, sondern indem sie sich enger zusammenschieben, müssen sie ihre Gestalt aus dem Rundlichen ins Längliche und selbst Eckige umsetzen.

1) Integument brünstiger Fische und Amphibien, in: Biol. Centralbl. 1892.

Bei näherem Zusehen kommt man ferner zur Ansicht, dass die Epidermis schon in nächster Umgebung der Höcker etwas verdickt ist. Und was dann recht bedeutsam zur Aufhellung der Verhältnisse bei fremdländischen Karpfenarten wird, die Verdickung der Epidermis wird von säckchenartigen Eintiefungen der Lederhaut aufgenommen. Die unterste Lage der zelligen Ausfüllung besteht aus cylindrischen Zellen, welche auch hier, wie sonst in der Epidermis in Fäden sich verlängern und ziemlich frei hervorstehen, wenn sich die ganze Epidermisverdickung von der Wand des Säckchens etwas in die Höhe gehoben hat. Dann folgt die Lage der rundlichen Zellen, welche sich eher ausnimmt wie ein zusammenhängendes Plasma mit Kernen. Zu innerst kommen fertige Epidermiszellen, ausgezeichnet dadurch, dass sie schon im frischen Zustande etwas Festeres an sich haben; sie bilden eine Art Zapfen oder Pfropf, dessen Elemente nach aussen zu immer mehr verhornen und auch eigenthümlich gestrichelt sind. Auf Querschnitten erscheinen sie deutlich in Ringlinien angeordnet, in gleicher Weise wie dies ja auch sonst in walzigen Horngebilden gesehen wird.

Schon bei geringer Vergrößerung und durchfallendem Licht hebt sich der Pfropf als dunkle Mitte der Epidermisverdickung ab; bei auffallendem Licht hat der Gipfel der Wölbung, wenn er sich zuspitzt, ein einigermaassen spiegelndes Aussehen. Dies rührt davon her, dass die Epidermiszellen des Höckers von ganz heller und homogener Natur sind, während den weiter einwärts gelegenen ein körniges Wesen eigen ist und nur ihr breiter homogener Saum in feine Riffbildung ausgeht.

Schnitte geben auch über die Verbreitung des dunklen Pigments guten Aufschluss: die Chromatophoren steigen im Allgemeinen bis zum Grunde des Säckchens herab, doch aber gerade dort schien mir das Pigment mitunter völlig zu fehlen.

Stimmt nun auch der Bitterling mit indischen Karpfenarten darin überein, dass die Epidermiswarzen in säckchenartigen Einstülpungen der Lederhaut sitzen, so glaubt man doch beim ersten Anblick den nicht geringen Unterschied aufstellen zu müssen, dass hier beim Bitterling keine Spur von jenen Papillen zugegen sei, welche bei indischen Cyprinoiden in langer, auffälliger Form von der Wand des Säckchens in die ausfüllende Zellenmasse vordringen. Bei dieser Ansicht wird man auch stehen bleiben dürfen, so lange es sich nur um die kleinern Warzen handelt. Der Querschnitt durch die grössern Höcker zeigt aber doch, dass die bindegewebige Wand des Säckchens wenige kurze Einsprünge bildet, die sich zunächst wie Anlagen von

Papillen ausnehmen. Da sie indessen in der Schnittreihe immer an gleicher Stelle wiederkehren, so müssen sie wohl besser auf eine Art beginnender schwacher Septenbildung der Wand zurückgeführt werden.

Die Lederhaut in der Umgebung der Säckchen ist nicht bloss von Blut- und Lymphräumen durchdrungen, sondern enthält auch zahlreiche Nerven. Bis jetzt ist es mir jedoch nicht gelungen, eine unmittelbare Beziehung der Nerven zu den Säckchen aufzudecken; vielmehr scheint ein guter Theil dieser Nerven bloss für die Becherorgane bestimmt zu sein, welche an gleichem Orte sich verbreiten.

Eine Wucherung der Hautdecke stellt die Urogenitalpapille des *Rhodeus amarus* dar, über welchen Theil ich vor Kurzem einiges Historische gemeldet und das Vorhandensein eines Muskelnetzes von quergestreifter Natur in der Wand der Legeröhre angezeigt habe ¹⁾.

IV.

Leucaspis delineatus.

Dieser kleine Fisch scheint den Gewässern Frankens zu fehlen oder ist dort wenigstens bisher nicht bemerkt worden. Das lebende Stück, welches ich vornehmen konnte, verdanke ich der Gefälligkeit des verstorbenen Professors SEMPER, der es aus der Gegend von Wien erhalten hatte. Wie man aus den ichthyologischen Mittheilungen KNAUTHE'S erfährt, ist z. B. auch in Schlesien das Fischchen häufig, wodurch es dem Genannten möglich war, über Form und Leben des Thiers manches Interessante zu bringen ²⁾.

Lederhaut. Da den vorhandenen Angaben zu Folge die Färbung nach den Aufenthaltsorten sich sehr abändert, so sei vorausgeschickt, dass das von mir untersuchte Exemplar am Rücken und an den Seiten stahlfarbig war, besprenkelt mit zahlreichen dunklen Flecken; die Seite des Kopfes und die Bauchfläche waren von Silberfarbe.

Mikroskopisch zeigen vom frischen Thier genommene Hautstückchen die drei so oft zusammen vorkommenden Pigmentsorten: goldgelbe

1) Zur Kenntniss der Legeröhre des Bitterlings, in: Zool. Garten, 1892.

2) in: Zoologischer Garten, 1891. — Zoologischer Anzeiger, 1891.

Zellen, dann dunkelfarbige, welche zum Theil von ganz riesiger Grösse sind, und drittens die den Siberglanz erzeugenden Flitterchen. Die grossen dunklen Pigmentzellen, zu Gruppen vereinigt, bedingen fürs freie Auge die Besprenkelung. Das guaninhaltige Pigment gehört (an der Haut des Kopfes) der untern Fläche oder der Tiefe an, in dessen die dunkeln Chromatophoren höher hinauf gerückt sind.

Die Schuppen nennt SIEBOLD „radienlos“, was für mein Exemplar nicht zutreffen will, vielmehr gewahre ich an vielen der rundlichen Schuppen des Vorderkörpers deutliche Radien, die bei genauerem Zusehen als Rinnen oder Zwischenräume zwischen den concentrisch verlaufenden Erhöhungen hinziehen. An den Seiten des Körpers hinterwärts werden die concentrischen Hervorragungen niedriger, und damit sinken auch die Radien zu blossen Spuren herab. An den Schuppen des Schwanzes sind die Strahlen wieder klarer. Wenn ich hierzu auch die Angaben bei HECKEL-KNER, wonach die Radien auf der vordern Körperhälfte „kaum bemerkbar“, hingegen an den Seiten des Schwanzes „sehr deutlich“ hervortreten, vergleiche, so möchte man wohl schliessen, dass in diesem Punkte starke individuelle Abweichungen vorkommen können.

Das Verhalten der Schuppen und der Lederhaut zu einander ist wieder so, wie ich es bezüglich des Gresslings zu melden hatte, wobei immer zwei Punkte die Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen. Erstens nämlich wird die Schuppe allzeit von einem lichten Raum umzogen, der nicht durch die Behandlung mit Reagentien entstanden sein kann, da er auch an der frischen Hautdecke sichtbar ist; zweitens kann kaum ein Zweifel obwalten, dass der Raum die Bedeutung einer Lymphhöhlung hat.

Schnitte, besonders solche nach der Länge, belehren weiter, dass der Lymphraum gegen die freie Fläche der Haut dadurch abgeschlossen wird, dass der die Schuppe tragende Theil der Lederhaut über den Rand der Schuppe wegzieht zum Rand der nächst folgenden Hautlage sammt ihrer Schuppe. Für eine jede derartige Höhlung oder Kammer könnte man den Ausdruck „Schuppentasche“ in Anwendung bringen. Indem man diese Anordnung berücksichtigt, wird begreiflich, dass man beim Versuch, eine Schuppe mit der Pinzette vom Leib des Fisches abheben zu wollen, allzeit erst die vordere Wand der „Tasche“ durchstossen muss, ehe man in den Lymphraum gelangt. Demnach sind alle „Schuppentaschen“ mit einander verwachsen oder, wie man in anderer Weise sagen könnte, die Lederhaut erzeugt in sich ein ganzes System von Hohlräumen, in denen je eine Schuppe liegt (Taf. 2, Fig. 9).

Noch sei bemerkt, dass am mikroskopischen Bilde, dort, wo die Spitze der einen Schuppentasche zur nächst folgenden übergeht, immer zahlreiche rundliche Kerne sich vorfanden, die mir von Blutzellen herzurühren schienen. In den blassen, bindegewebigen Anheftungsstreifen von der Schuppe zur Wand der Tasche sind ebenfalls Kerne angehäuft, doch von anderer, mehr länglicher Art. Sollten sie auf die Anwesenheit von glatten Muskeln hinweisen? Die einzelne Schuppentasche besitzt eine dunkle Pigmentlage; die Hauptmasse des Pigments befindet sich aber wieder an der Unterseite der Lederhaut, hier eine dicke Schicht bildend.

Im Unterhautbindegewebe, das nicht fetthaltig war (vielleicht durch Nahrungsmangel in der Gefangenschaft verursacht?), tritt wieder auf Querschnitten in der Furche der Seitenmusculatur der Längslymphraum hervor, ebenso ein den Nervus lateralis umschliessender Lymphraum, und beide stehen in Verbindung.

Becherorgane. Wie auch sonst finden sich diese Sinnesapparate dicht und zahlreich an den Rändern der Schnauze, was sich schon am frischen Thier leicht ermitteln lässt; mehr vereinzelt begegnet man ihnen auf der Scheitelfläche des Kopfs, ähnlich in der Wangen- oder Kiemendeckelgegend; auch am Rücken treffe ich sie nur da und dort, ganz vermisste ich sie z. B. auf der Rückenflosse.

Die Schuppentaschen der Flanken weisen ebenfalls die Becherorgane auf, die auch hier die Bezeichnung von „freien Seitenorganen“ verdienen. Sie sind verhältnissmässig gross und gern zu mehreren zusammengerückt; in der Schwanzgegend zeigen sie sich noch vorhanden.

Zum Bau ist die merkwürdige Thatsache, welche vielleicht individuell war, zu erwähnen, dass aus einigen der Becher der Schnauzengegend ein keglicher Körper sich abhob, von homogenem, scharfrandigem Wesen, der sich wie eine Art Secret ausnahm. Es wird ein ähnliches Vorkommniss noch bezüglich einer zweiten Fischart anzuzeigen sein.

Noch über anderes, was einigermassen unklar blieb, möchte ich kurz berichten. Auf Schnitten durch die Haut der Kopfoberfläche, deren Becherorgane von bald grösserm, bald geringerm Umfang sind und ziemlich weit aus einander stehen, zeigt sich, wenn die Lederhaut für die Becherorgane zapfen- oder papillenartig sich erhebt, in diesen Erhebungen eine grössere Anhäufung von Kernen.

Mehr noch als dieses lenkt die Aufmerksamkeit auf sich eine Organisation, die wohl den Sinnesbechern verwandt sein mag, aber doch davon verschieden ist. In der Epidermis grenzen sich nämlich

einzelne zellige Gruppen von anderer Lichtbrechung ab, grösser als ein Becherorgan und von ungefähr kugligem Umriss. Das Ganze könnte auch an eine Anhäufung von Schleimzellen erinnern, und die Epidermis erscheint an dieser Stelle überhaupt verdickt. Fassen wir die darunter folgende Lederhaut ins Auge, so wölbt sich diese nicht bloss deutlich gegen die Zellenmasse in der Epidermis vor, sondern es besteht hier eine so innige Verbindung, dass Epidermis und Lederhaut fest an einander haften bleiben, während ringsum beide Hautschichten sich von einander gelöst haben. Dann ist noch auffällig, dass in dem vorgewölbten Theil der Lederhaut oder dem papillenartigen Hügel die Zahl der Kerne so vermehrt ist, dass sie wie gehäuft stehen; endlich ist auch noch ein Nerv zu erblicken, der in die Kernansammlung sich verliert. Nach Allem getraue ich mir einstweilen nur die schon angedeutete Vermuthung zu äussern, dass es sich um eine Modification der Becherorgane handeln möge.

Seitencanal. Zunächst glaube ich die bisherigen Angaben über die Ausdehnung des Seitencanals erweitern zu können.

Dem Fisch wurde die Bezeichnung „*delineatus*“ von HECKEL-KNER¹⁾ gegeben, weil die „Seitenlinie nicht über ein Paar Schuppen sich erstreckt“. Es trügen nur „die ersten 2—3 Schuppen, selten 6—7, einfache Nebenröhrchen“. Auch SIEBOLD²⁾ spricht von der „kurzen Seitenlinie, welche an die verkümmerte Seitenlinie des Bitterlings erinnere; doch lässt er den Canal durch 8—12 Schuppen gehen. Alle diese Aussagen haben ihre Richtigkeit für die Besichtigung mit freiem Auge und mit der Lupe; anders aber stellt sich die Sache dar bei der mikroskopischen Prüfung. Denn hierbei kommt zum Vorschein, dass sich die Röhrchen des Seitencanals noch viel weiter nach hinten erstrecken. Da wahrscheinlich individuelle Schwankungen angenommen werden dürfen, so ist in Erinnerung zu bringen, dass ich bloss ein einziges Exemplar des Fisches zur Verfügung hatte, und an diesem zähle ich über 20 Röhrchen, welche den Seitencanal bilden. Er verliert sich erst jenseits der Bauchflossen in die Schwanzgegend hinein.

Die den Schuppen aufgesetzten Röhrchen sind nicht durchaus von gleicher Form. Das erste verschmälert sich stark hinter dem Porus, derart, dass es beinahe die Gestalt eines Trichters hat; andre

1) HECKEL und KNER, Süßwasserfische der österreichischen Monarchie, 1858.

2) v. SIEBOLD, a. a. O.

sind länger und scheinen durch Verschmelzung oder nahes Zusammenrücken mehrerer entstanden zu sein. Zwischen dem vordersten Röhrchen und dem nächst folgenden erhält sich ein gewisser Abstand; nach hinten zu giebt es abermals da und dort Unterbrechungen, zuletzt werden die Röhrchen immer schwächtiger und vereinzeln sich. Hat man die Reihe der Röhrchen als Ganzes vor sich, so ist auch sichtbar, dass sie nicht völlig geradlinig verläuft, sondern unter leichter Knickung.

Am Beginne des Seitencanals unterscheidet man zwei grössere Poren, wovon der zweite dem ersten Knochenröhrchen angehört, während der vorderste in jenen Abschnitt des Seitencanals zu führen scheint, welcher noch häutig ist.

Am Röhrchen einer Einzelschuppe glaubt man ausser dem vordern Porus noch einen zweiten am hintern Ende wahrzunehmen, welcher aber der optische Durchschnitt des hier bloss häutigen Canals sein könnte, über welchen Punkt ich jedoch unsicher geblieben bin. Das Röhrchen selber ist in der Mitte gewöhnlich etwas eingeschnürt, nach innen vor der osteoiden Wand erblickt man das Epithel und manchmal auch den herantretenden Nerven.

Wenn ich richtig gesehen habe, so ist das Verhalten des „Seitencanals“ am Schwanzende ein sehr beachtenswerthes. An diesem hintersten Abschnitt des Körpers sind keine Röhrchen mehr zugegen, sie fehlen etwa vom letzten Sechstel der Seitenfläche an. Trotzdem ist der Nervus lateralis, welcher bis in die Schwanzflosse hinein verfolgt werden kann, noch mit „Nervenknöpfen“ oder „Sinneshügeln“ besetzt, und diese scheinen mir, bei stärkerer Vergrösserung, in Gruben der Haut zu liegen, sind sonach zu „freien Seitenorganen“ geworden.

Anbelangend die Poren am Kopf, so sind sie beim frischen Thier gar nicht oder schwer ins Auge zu nehmen, auch gedenken ihrer weder HECKEL-KNER noch SIEBOLD. Nach Behandlung mit Chrom-Essigsäure lässt sich ihre Anordnung bequemer erkennen: sie sind unter einander in Grösse ungleich und stehen auch nicht ganz symmetrisch von rechts und links, doch folgen sie im Ganzen der gewöhnlichen Anordnung. Eine Reihe von Poren zieht über das Auge her bis in die Nasengegend; dort begegnet sie einer andern Reihe, welche unterhalb des Auges verläuft; eine dritte Reihe biegt am Kiemendeckel herab zum Unterkiefer; im Nacken geht quer herüber eine kurze Reihe von Verbindungsporen zur andern Seite.

Zum Bau der Kopfcanäle vermag man zu sehen, dass auch hier in der Epidermis, welche den sich einstülpenden Canal begleitet, die

Schleimzellen sich erhalten. Hinter dem bindegewebigen Theil des Canals, herstammend von der Lederhaut, hat sich eine knochenartige oder osteoide Umhüllung gebildet, zuerst als Halbrohr, das sich dann schliesst. Und bezüglich der Sinneshügel liess sich mit Sicherheit erkennen, dass sie im Bau nicht verschieden sind von den Becherorganen, wie man sie aus der Haut der Kopfoberfläche hierzu vergleichend betrachten kann; höchstens sind die erstern etwas umfanglicher ¹⁾.

VI.

Malapterurus electricus.

Ueber das Integument des Zitterwelses liefert ein von FRITSCH herausgegebenes, prächtig ausgestattetes Werk ²⁾ zum ersten Mal viele und interessante Aufschlüsse, gewonnen an reichem, theils frischem, theils gut conservirtem Material. Man könnte es deswegen für überflüssig halten, dass ich ebenfalls mit Beobachtungen hervortrete, die sich nur auf die Untersuchung von Hautstücken beziehen, welche einem gewöhnlichen, in Weingeist aufbewahrten Sammlungsexemplar entnommen worden waren. Trotzdem darf ich vielleicht doch die Ergebnisse meiner Wahrnehmungen vorlegen, weil ich mich insofern in einem gewissen Gegensatz zu dem genannten Verfasser finde, als derselbe stark abweichende Züge im Bau erblicken will, während ich den Eindruck empfangen, dass die Verhältnisse im Wesentlichen an Bekanntes sich anschliessen.

Epidermis. In der Oberhaut, soweit sie noch erhalten war, machten sich neben den Resten gewöhnlicher Epithelzellen noch die grossen Schleimzellen bemerklich. Dieselben sind äusserst zahlreich, stehen gehäuft und geordnet zu Gruppen, was sowohl im senkrechten als auch im Flächenschnitt gut zur Ansicht kommt. Namentlich im Flächenschnitt erscheint das Bild derartig, dass zwischen den ver-

1) Nach Abschluss gegenwärtiger Untersuchungen erhielt ich durch die Güte des Herrn KNAUTH ein ganzes Glas voll *Leucaspis delineatus*, sowie Laich- und Brutfischchen. Auf solche Weise bestens mit Material versehen, hoffe ich später eingehender, als es oben gesehen ist, über den Bau unseres Fisches berichten zu können.

2) GUSTAV FRITSCH, Die elektrischen Fische, I, 1887. — Der Autor schreibt *Malopterurus*; ich habe die alte von LACEPEDE gebrauchte Bezeichnungswiese beibehalten, da auch AGASSIZ im Nomenclator zoologicus die Namen *Malapterurus* und *Malopterurus* ($\mu\alpha\lambda\acute{o}\varsigma$ oder $\mu\alpha\lambda\alpha\zeta\acute{o}\varsigma$) für gleich gut zu halten scheint.

schiedenen grossen Gruppen der Schleimzellen gleichsam helle Strassen hinziehen. Die einzelne Schleimzelle ist von kolbiger Gestalt, das verjüngte Ende nach unten gewendet; sie hat meist einen Doppelkern, ihre Aussenseite kann eine wabige Zeichnung besitzen, wohl vom Druck der nächst liegenden kleineren Zellen herrührend.

Lederhaut. Der Stock der Lederhaut bestand an den Stellen, welche ich von der Seitenfläche des Thieres im senkrechten Schnitt vor mir hatte, von unten nach oben aus einer Anzahl wagrechter Lagen, die sich ziemlich regelmässig kreuzten, so dass man zwischen den Längsbündeln die rundlichen, zahlreichen Durchschnitte der in entgegengesetzter Richtung ziehenden Bündel unterscheiden konnte. Dann folgten schmalere Schichten, die rein wagrecht gelagert waren und durchsetzt wurden von senkrecht aufsteigenden Zügen, welche in Abständen stehen und durch Umbiegen einzelner der wagrechten Lagen entstanden waren (vergl. Taf. 5, Fig. 26).

Sehr bezeichnend ist das stark entwickelte papilläre Wesen der Oberfläche der Lederhaut, was an meinem Exemplar um so mehr in die Augen fällt, als hier die Epidermis gutentheils abgefallen ist. Nach Form und Länge bieten die Papillen manche Verschiedenheiten dar: bald einfach fadig und dünn, erscheint ihr Ende in andern kolbig oder blattartig verbreitert und alsdann wieder in mannigfaltiger Weise eingeschnitten, so dass das Ende wie in Papillen zweiter Ordnung sich auszacken kann. Die Länge namentlich der einfach fadenförmigen kann sehr bedeutend sein und häufig erscheint auch ihre Endspitze kurz eingeschnitten und dadurch wie gegabelt.

Nach Nerven, welche vermuthungsweise in die Papillen eintreten könnten, habe ich vergeblich mich umgesehen, wohl aber liess sich da und dort deutlich ein Blutgefäss darin erblicken, welches, bis ans Ende der Papille aufsteigend, dort schlingenförmig umbiegt. Durchweg ist im Papillarkörper etwas braunes Pigment abgelagert, das sich zum Theil auch in die Papillen selber fortsetzt.

Seiten canal. Fürs freie Auge stellt sich der Canalis lateralis in seinem Verlaufe wie ein leichter Längswall der Oberfläche der Haut dar. Die vorhin erwähnten Papillen lassen in der vordern Körpergegend, nach dem Kopf hin, die Seitenlinie frei, während sie hinterwärts, gegen den Schwanz zu, auch auf dem Wall des Seitencanals sich erheben.

Wenden wir uns der nähern Untersuchung zu, so lehren Flächen- und senkrechte Schnitte schon bei geringer Vergrösserung, dass der Canal von einer derben, weissen Wand begrenzt wird und zweitens,

dass rechts und links vom Seitencanal, in gleicher Richtung mit ihm, ein anderer Längsgang verläuft.

Prüft man die Wand (Taf. 4, Fig. 24) des eigentlichen Seitencanals auf die gewebliche Zusammensetzung, so liefert den Haupttheil hierzu die derbe Binde substanz, deren Züge oder „Bündel“ mannigfach in einander geflochten sind und einwärts in eine homogene Lage ausgehen. Daran schliesst zu innerst eine weiche bindegewebige Schicht, deren Züge nicht nur um Vieles schmaler sind als jene des äussern Theiles der Wand, sondern die eigentlich aus einer Art feiner, starrer Bindegewebsfasern besteht, wie man sie auch anderwärts gern im Bereich der Sinnesorgane antrifft. Die innere weiche Bindegewebslage erscheint als Trägerin einer Gefässentfaltung, deren zahlreiche Capillaren auch auf Schnitten sich abheben. Sodann ist diese Lage es auch, in welcher die gleich zu erwähnenden Knochenröhren sich entwickeln.

Von Stelle zu Stelle nämlich machen sich im Verlauf des Seitencanals Knochenhülsen bemerklich, die nicht alle von gleicher Form sind, sondern mannigfachem Wechsel unterliegen, bald länger, bald kürzer sich ausziehen, hier von mehr regelmässigen Begrenzungslinien sind, dort von unregelmässig welligem Contour. Manchmal scheint es auch, als ob die Knochenhülsen gar nicht völlig zu Röhren geschlossen seien, sondern nur tutenartig eingerollt wären (vergl. Taf. 4, Fig. 23).

Für die Betrachtung mit der Lupe nimmt sich ein solches Knochenröhrchen wie ein glitzernder Strich aus. Bei stärkerer Vergrösserung erscheint die Wand der Hülse unregelmässig löcherig durchbrochen, auch wohl knotig verdickt. Nicht aus eigentlicher Knochen substanz ist die Hülse gebildet, sondern sie ist entstanden aus der Zusammenlagerung von kalkigen Klumpen und Platten. Der unverkalkte Saum an der Oeffnung der Knochenröhre hat eine etwas eigenthümliche Streifung des Bindegewebes an sich.

Bemerkt darf auch werden, dass ausser den eigentlichen Knochenhülsen noch andere kleinere Verkalkungen von Birn- und Bisquitform in der bindegewebigen Wand des Seitencanals vorkommen, zu deren Ansicht man nach Aufhellung der Haut, etwa durch Glycerin, gelangt. (Auf Fig. 23 ist links ein solcher Kalkklumpen zu sehen.)

Hervorzuheben ist nunmehr, dass der Seitencanal sich nach aussen durch häutige Röhrchen oder eine besondere Art von Papillen öffnet, welche indessen leicht von den gewöhnlichen Papillen der Haut unterschieden werden. Die Röhrchen folgen sich längs der Seitenlinie in Abständen, die nicht genau von gleicher Ausdehnung sind, zuweilen

stehen sogar mehrere dicht hinter einander. Ihre Gestalt liesse sich im Allgemeinen als eine solche von abgestutzten hohlen Kegeln bezeichnen; die äussere Oeffnung ist nicht einfach rund, sondern einigermassen von buchtiger Form, wobei man freilich auch denken könnte, dass hieran die Herstellung des Präparats Schuld wäre. Die untere, in die Lichtung des Seitencanals führende Oeffnung stellt sich, bei verbreiteter Basis der Papille, als ein ziemlich langer Längsspalt dar. Das in die sonstigen Hautpapillen aufsteigende braune Pigment zeigt sich auch in der Wand dieser Ausmündungsröhrchen vorhanden; mehrmals sah ich auch noch in ihr Verkalkungsstücke (Taf. 4, Fig. 23 c).

Innerhalb der im Bisherigen beschriebenen bindegewebigen Wand des Seitencanals liegt ein Epithelialrohr, welches in gewissem Sinne als der wichtigere Abschnitt anzusehen wäre.

Bevor man die histologischen Eigenschaften ins Auge nimmt, ist es von Interesse, eine den Seitencanal tragende Hautpartie im aufgehellten Zustande von der Fläche zu durchgehen. Man sieht, dass die bindegewebige Wand des Seitencanals dicker ist als der Durchmesser der Lichtung des Epithelialrohres und die Lichtung sich noch mehr verengert dort, wo die Schlitzöffnung des Ausführungsröhrchens liegt. Dass ein solches auch abgehen könne an Stellen, wo keine Knochenhülle eingelagert ist, mag auch bemerkt sein. Steht aber das häutige Ausmündungsröhrchen über einer Knochenhülle, so besitzt letztere eine grössere Oeffnung zum Durchlass.

Nehmen wir Bezug auf das epitheliale Innere, so lässt sich sowohl aus Flächenansichten, wie auch durch Schnitte ermitteln, dass Verdickungsstellen oder Hügel einwärts vorspringen, und zwar geschieht solches innerhalb der Knochenhüllen, wie es scheint, nahe dem vordern Ende der Knochenröhre. Dort macht sich auch eine leichte Umbiegung oder Knickung des Seitencanals bemerklich.

Das senkrechte Bild zeigt, dass das Epithelialrohr nach innen aus cylindrisch verlängerten Zellen besteht, während nach aussen nur Plasma mit zahlreich eingelagerten Kernen unterschieden werden kann. Dort, wo die Verdickungsstellen des Epithels sich befinden, erhebt sich zunächst jene oben erwähnte weiche bindegewebige Schicht, in welcher die zahlreichen Blutgefässe verlaufen und in den Hügel aufsteigen. Am Epithel des rundlichen Hügels oder Knopfes vermochte ich nichts Weiteres mit Sicherheit wahrzunehmen, als dass hohe Cylinderzellen im Spiele sind, denn im Ganzen war durch die lange Einwirkung des Weingeistes der epitheliale Theil des Hügels

zu einer körnig-krümeligen, von Kernen durchsetzten Masse geworden (Taf. 5, Fig. 26).

Aus gleicher Ursache war auch das Verhalten der Nerven nur bis zu einem gewissen Punkt zu verfolgen: der herantretende Nerv trifft von unten her auf eine Oeffnung in der Knochenhülse, welche er durchsetzt und in die bindegewebige, die Blutcapillaren tragende Erhebung eintritt. Hier gehen die Nervenfasern unter Geflechtbildung auseinander. Den Anschluss an das Epithel verfolgen zu wollen, lag bei dem Erhaltungszustand des Objects ausserhalb der Möglichkeit.

Die zwei Nebencanäle, welche je rechts und links vom Seitencanal innerhalb des Coriums herziehen, haben eine Lichtung, die geringer ist als jene des Seitencanals, wobei sowohl das Flächenbild als auch der Querschnitt zeigen, dass der eine Canal etwas geräumiger ist als der andere (Taf. 5, Fig. 26 c). Zur Begrenzung dieser Nebencanäle verkleinern sich die Bündel des Coriums und verflechten sich mannigfaltiger. Eine epitheliale Auskleidung ist nicht vorhanden. In den meisten Präparaten erscheinen die Canäle leer, ausser der erfüllenden Flüssigkeit, in andern Fällen begegnet uns eine Anschoppung von einer bei auffallendem Licht schwach gelblichen, bei durchgehendem Licht dunklen Masse. Bei genauerer Prüfung dieses anscheinenden Detritus lässt sich die Ueberzeugung gewinnen, dass man zellige Elemente vor sich hat, die nur veränderte Lymphkugeln sein können. Einigemal erschienen sie deutlicher als rundliche, hüllenlose Zellen mit scharfrandigem Kern.

Aus dem Gesagten ergibt sich, dass die zwei Nebengänge Lymphcanäle sind, was sich auch noch weiterhin bestätigen lässt, wenn wir bei gehöriger Vergrößerung den Rand der Canäle scharf ins Auge nehmen: er erscheint von zackigem Wesen, und die Tiefen der Zackenlücken verlieren sich in die Lymphspältchen des Bindegewebes des Coriums.

Ueberblickt man die im Voranstehenden dargelegten Verhältnisse, so wird man sagen dürfen, dass *Malapterurus* im Bau des Seitencanals, den wesentlichen Zügen nach, mit dem Seitencanal mancher anderen Fische übereinstimmt.

Man kann z. B. die kalkigen Hülsen gar wohl den knöchernen Stützen des Seitencanals anreihen, wie ich sie aus *Accipenser*

beschrieben und gezeichnet habe¹⁾, wobei jedoch im Histologischen der Unterschied zugegen ist, dass bei letztgenanntem Fisch „die festen, rinnen- und canalförmigen Stützen aus wirklicher Knochen-Substanz bestehen, indem sie schöne, helle, verzweigte Knochenkörperchen von ovaler oder länglicher Gestalt besitzen“, indessen bei *Malapterurus* keine echte Knochen-Substanz die Kalkröhrchen bildet. Im Uebrigen darf ich wohl auch auf meine sonstigen Wahrnehmungen verweisen, welche ich über die Umbildungen der bindegewebigen Wand des Seitencanals bei Selachiern und Teleostern seiner Zeit kurz zusammengestellt habe²⁾. Auch habe ich längst aufmerksam gemacht, dass sich die bindegewebige Wand des Seitencanals scheidet in den derbern äussern Abschnitt und in die „eigentliche, mehr zarte, ebenfalls immer bindegewebig bleibende Innenmembran“.

Am ehesten könnte man als etwas Eigenthümliches betrachten wollen, dass die Oeffnungen des Seitencanals zu papillenartigen Röhrchen ausgezogen erscheinen. Allein auch dazu kenne ich Uebergänge. Während bei Arten von *Cyprinus* z. B. die Ausmündungsstellen ganz oder ziemlich in gleicher Flucht mit der Oberfläche der Hautdecke liegen, sehe ich bei *Salmo fontinalis*, wie nachher zu melden sein wird, den Porus in ein kurzes, häutiges Röhrchen vorgezogen. FRITSCHE, welcher die cylindrischen Ausmündungsröhrchen des *Malapterurus* ebenfalls beschreibt und hervorhebt, dass sie „wie Schornsteine in gewissen, meist ziemlich regelmässigen Abständen“ stehen, vergleicht sie mit den von mir angezeigten Papillen der indischen Cyprinoiden, was ich nicht für richtig gelten lassen kann. Nach meiner Ansicht entsprechen die Hautpapillen der indischen Cyprinoiden den Hautpapillen des Zitterwelses, und die „schornsteinartigen“ Röhrchen des Seitencanals sind aufzufassen als häutig-röhrige Verlängerungen der „Poren“ des Seitencanals.

Das Herantreten von Nervenstämmchen und ihre Betheiligung an der Bildung der Sinneshügel scheint ebenfalls, insoweit ich den Dingen hier nachzugehen vermochte und in Fig. 26 ausdrückte, sich dem anzuschliessen, was sich hierüber anderwärts ermitteln liess.

1) Anat.-hist. Untersuchungen über Fische und Reptilien, 1853, p. 11, tab. 1, fig. 2.

2) Histologie, 1857, p. 199.

VII.

Salmo fontinalis. — *Salmo irideus.*

Von den genannten Salmarten, die ich aus dem hiesigen Zoologischen Institut, dank der Gefälligkeit des damaligen Vorstandes, Prof. SEMPER, untersuchen konnte, habe ich die erstere Art im fertigen und im embryonalen Zustande vorgenommen. Es mag für passend gelten, das am alten und am jungen Fisch Gesehene auseinanderzuhalten und für sich zu erörtern.

a) Fertiges Thier.

Epidermis. Wie auch sonst ist auch hier die Epidermis nach der Körpergegend verschieden dick, am stärksten zeigt sie sich entwickelt an der Schnauzenkuppe. Bezüglich der Schleimzellen möchte erwähnenswerth sein, dass sie bei den beiden Salmarten in manchen ihrer Formen den gewöhnlichen Epidermiszellen ziemlich nahe bleiben; im entwickelten Zustande lässt sich aber der bauchige Zellkörper und dessen Stiel unterscheiden. In ersterm hebt sich der wohl abgesetzte Secretraum ab, umfasst von der Zellsubstanz; das Secret bleibt in gefärbten Präparaten hell, indessen das Zellplasma sich satt roth färben kann und so auch das stielartig verlängerte hintere Ende der Zelle. Dieser Gegensatz ist besonders an den Schleimzellen des Gaumens, allwo diese Elemente überaus zahlreich sind, ersichtlich gewesen. Endlich sei auch noch bemerkt, dass anstatt des derben, stielartigen Theiles von vorhin ein langer, dünner, fadiger Fortsatz der Zelle sich in die Tiefe ziehen kann.

Die Verbindung der untersten Zellen der Epidermis mit der Lederhaut konnte gut gesehen werden, weswegen ich schon anderwärts darüber berichtet habe, und da ich den dortigen, ins Einzelne gehenden Mittheilungen nichts beizufügen habe, erlaube ich mir einfach darauf zu verweisen¹⁾.

Je nach den Körpergegenden besitzt die Epidermis entweder gar keine Chromatophoren, oder doch nur vereinzelt stehende.

Lederhaut. Es scheint mir der Beachtung werth, dass in der obern Schicht („Papillarkörper“) das Plasma um die Zellkerne, zunächst unter der Epidermis, sich entweder noch gar nicht oder wenigstens nicht deutlich in Fasern differenzirt hat, was weiter abwärts

1) Zum Integument niederer Wirbelthiere abermals, in: Biol. Centralbl. 1892.

gegen den Stock der Lederhaut zu in klarer Weise geschieht (Taf. 6, Fig. 35). Damit geht Hand in Hand die Gestaltveränderung der Kerne. Oben sind sie rundlich, den Kernen der Epidermiszellen ähnlich, unten haben sie eine längliche Form. Schnitte lehren fernhin, dass ausser den Blutcapillaren, die noch häufig gefüllt sein können, zahlreiche kleine Lymphräume zugegen sind. Beiderlei Gefässarten halten sich gern nahe bei einander.

Am Grundstock der Lederhaut, bestehend aus schmalen, dicht sich folgenden Querlagen, welche von senkrechten Zügen durchsetzt sind, unterscheiden wir die kleinen, zahlreichen, horizontal verlaufenden Spalträume, welche ebenfalls den Lymphräumen beizuzählen sind, öfters auch erheblich sich erweitern können. Ueber die Kerne in gedachter Lage ist zu bemerken, dass sie weit auseinandergedrückt stehen, und fasst man ihre Anordnung durch die Dicke der sämtlichen Schichten ins Auge, so erscheinen sie so über einander gereiht, dass sie auf dem Schnitt unregelmässig senkrechte Linien einhalten.

An der Schnauze ist die Lederhaut gleich der Epidermis von besonderer Dicke, was darauf beruht, dass das Gewebe ihres Grundstockes zum Theil eine Umbildung ins Gallertige erfahren hat und damit an das oben über *Cyprinus carpio* Gesagte erinnert.

Das Unterhautbindegewebe hat einen wabigen Charakter, mit Kernen in dem Fächerwerk. Es kann sich in Fettgewebe umwandeln, das sich schon für das Messer als weiche, dicke Lage abhebt; die Begrenzung der Fettlage bleibt streifig bindegewebig. Man trifft auf Stellen, z. B. unterhalb des Seitencanals, wo in Abständen das Inter-cellulargewebe sich zu senkrecht absteigenden Bälkchen verdichtet.

Die Chromatophoren, hauptsächlich in der obern Schicht der Lederhaut sich verbreitend, finden sich auch, mit Ueberspringen des hell bleibenden Grundstockes, in der obersten Partie des Unterhautbindegewebes. Zum metallisch glänzenden Pigment mag bemerkt sein, dass die Plattchen bei *Salmo irideus*, der ja im Leben ein prächtiges Farbenspiel darbietet, schon einzeln ein äusserst lebhaftes Irisiren an den Tag legen.

Die Untersuchung der Schuppen hat auch hier Manches ergeben, was der Mittheilung nicht unwerth zu sein scheint.

Vor allem liess sich feststellen, dass die Schuppen nach ihrem Herkommen der obern, weichern, pigmentirten Schicht der Lederhaut angehören, nicht dem derben, pigmentfreien Grundstock des Coriums. Die Schuppe ist hervorgegangen durch Umwandlung einer platten-

artigen Partie des Bindegewebes, wobei, wie ich zu sehen glaube, das Plasma des Zellkörpers nach und nach homogen wird und der Kern schwindet. Die Rindenlage, welche man an der fertigen Schuppe auf dem senkrechten Schnitt unterscheidet, möchte für eine Abscheidung oder Cuticularbildung zu halten sein; sie ist stärker als die eigentliche Schuppensubstanz, homogen, mit einer Spur von Glanz; mit Farbstoffen zusammengebracht, zeigt sie weniger Neigung, sich zu färben. Die Kerne der Zellen, welche die Abscheidung besorgt haben mögen, bleiben in den Furchen der Rinde erhalten, allwo sie auf dem senkrechten Schnitt regelmässig mit den Erhebungen wechseln. Die eigentliche Substanz der Schuppe ist von geschichtet-streifigem Wesen.

Merkwürdig sind mir gewisse Bilder, welche ich durch Längsschnitte erhalten habe, insofern sie an die Entstehung eines Zahns erinnern können. Man sieht nämlich an der Wurzel der Schuppe eine Art Keim, welcher eine Strecke weit ins Innere der Schuppe vordringt (Taf. 7, Fig. 47). Leider vermag ich nicht mehr die Körpergegend zu bezeichnen, von der die Schnitte genommen sind.

Um die Einzelschuppe zieht eine Höhlung, der man wieder die Bedeutung eines Lymphraumes zuschreiben muss, was sich an der Hand von Schnitten, wie Folgendes zeigt, bestimmt darthun lässt (Taf. 7, Fig. 52).

Man gehe, um sich von dem Angegebenen zu überzeugen, vom Lymphgang der Seite aus. Im wabigen Unterhautbindegewebe des Coriums der Seitenlinie zieht ein wohl abgegrenzter Lymphraum nach der Länge hin, der öfters noch Massen geronnener Lymphe enthält. Das Lumen zeigt auf dem Durchschnitt entweder rundlichen Umriss oder auch gern eine dreieckige Gestalt, was wohl durch Druck hervorgebracht sein mag; manchmal erscheint die Lichtung durch eine Art Scheidewand halbirt. Mustert man nun eine Anzahl von Längsschnitten, so stösst man auch auf solche, in denen dieser Seitenlymphgang des Unterhautbindegewebes nach oben in die Lederhaut, in grössern Abständen, anscheinend blind endigende Aussackungen entsendet. Auf andern Schnitten aber sieht man klar, dass die Aussackung, eingetreten ins Gewebe der Lederhaut, dort sich gabelt und mit ihren Aesten in die Räume sich öffnet, welche je eine Schuppe umschliessen (Taf. 7, Fig. 48). Sonach kann kein Zweifel darüber obwalten, dass die Höhlung um die Schuppe nicht etwa künstlich durch Schrumpfung entstanden wäre, sondern dass sie für einen natürlich vorgebildeten Lymphraum zu nehmen ist.

Der gleiche Längslymphraum der Seitenlinie lässt auch da und

dort Aussackungen entstehen, welche nach unten sich wenden und wohl Zusammenhang haben mit dem Lymphraum, innerhalb welchem der Nervus lateralis liegt.

Wir gewinnen überhaupt auch hier an *Salmo* die Ueberzeugung, dass die Lederhaut von einer Menge von Lymphräumen des verschiedensten Durchmessers durchbrochen ist: die kleinsten werden vorgestellt von den Spalträumen zwischen den wagrechten Lagen des derben Bindegewebes; die grössten sind Höhlungen, welche die Schuppen aufnehmen, und da die osteoiden Wandungen des Canalis lateralis ebenfalls nur umgebildeten Schuppen verglichen werden dürfen, so kann man sich nicht wundern, dass auch zum Seitencanal selber Lymphräume Bezug haben, wovon weiterhin noch die Rede sein wird. Zwischen diesen kleinsten und grössten Lymphhöhlungen begegnen uns noch eine Menge von Mittelstufen, deren Lichtung durch die Schnittrichtung eine sehr wechselnde Form haben kann.

Das zoologische Interesse berührt es einigermaassen, dass die Einzelschuppen am Rücken sehr klein sind und, obschon bestimmte Reihen einhaltend, doch nicht mehr an einander stossen. Eine feine Grübchenbildung der Haut, welche man dort mit der Lupe wahrnimmt, schreibt sich von diesem Verhalten her.

Becherorgane. Hinsichtlich der epithelialen Sinnesknospen weicht *Salmo* nicht wenig von der Gruppe *Cyprinus* ab, indem ich an den zwei untersuchten Arten, in deren fertigem Zustande, nichts von freien Becherorganen zu sehen bekam. An Schnitten, selbst von Stellen, wo man sie am ehesten erwarten sollte, so z. B. an den Kieferrändern, werden sie vermisst; umsonst suchte ich danach auch auf dem Scheitel, sowie am Rand der Opercularlappen. Und doch mögen sie nicht völlig fehlen, denn nicht nur stösst man am Embryo auf einzelne der freien Hautsinnesorgane, sondern auch am erwachsenen Thier begegne ich epithelialen Bildungen, von denen mir scheint, dass sie den Becherorganen angereicht werden können. Ich sehe nämlich hin und wieder neben der Seitenlinie, allerdings recht vereinzelt, rundliche Partien von abgeändertem Epithel, welche den Eindruck von riesigen Becherorganen machen können. Vielleicht entsprechen sie den Bildungen, deren oben von *Leucaspius* gedacht wurde. Es liegt auch der Gedanke nahe, dass sie der „zweiten Art von Epithelknospen“, die SOLGER¹⁾ vom Embryo des *Salmo* erwähnt, zuzurechnen seien.

1) SOLGER, Neue Untersuchungen zur Anatomie der Seitenorgane der Fische, in: Arch. Mikr. Anat., Bd. 18, tab. 17, fig. 5 b.

Seitencanalsystem. Die Kopfcanaäle und der Seitencanal der Salmenarten sind wohl durchweg schwierig zu untersuchen, und es ist dies vielleicht der Grund, warum SIEBOLD sie überhaupt bei den von ihm behandelten Species kaum berührt, ja eigentlich findet sich nur bezüglich des *Osmerus eperlanus* der Hinweis, dass die hier verkümmerte Seitenlinie bloss auf die ersten 8–10 Schuppen sich ausdehne. Etwas mehr gehen HECKEL-KNER auf die Sache ein, indem sie wenigstens angeben, dass z. B. bei *Salmo ausonii* die Kopfcanaäle durch ihre rundlichen Poren den Verlauf ihrer Verzweigungen erkennen lassen; bei andern Arten seien die Poren am Unterkiefer deutlich. Bezüglich der Seitenlinie melden sie mehrfach die Zahl der Schuppen an; der Poren des Canals gedenken sie aber eigentlich nur von *Salmo salvelinus*, wo meist jede zweite Schuppe einen Porus trüge, auch hinsichtlich des *Thymalus vexillifer* sagen sie, dass der Seitencanal mit „einfachen Röhrrchen“ münde.

Wie selbst am frischen Thier das Seitencanalsystem sich nur un deutlich abhebt, erfuhr ich selber an der Irisforelle (*S. irideus*). Von den Poren der Kopfcanaäle sieht man wegen ihrer Kleinheit mit freiem Auge kaum etwas, erst mit der Lupe wird über dem Auge her ein Zug von Löchelchen sichtbar, der sich über die Nasenöffnung erstreckt; und von ihm geht eine Abzweigung zum Unteraugenhöhlenrand. Selbst am Unterkiefer, wo doch sonst nach den Erfahrungen von HECKEL-KNER die Poren noch am ehesten bei andern Arten klar sind, wollen sie hier aufgesucht sein. Was die Seitenlinie anbetrifft, so erscheint sie für die Lupe stellenweise unterbrochen, doch bis zum Schwanz sich erstreckend. Ihre Poren sind noch kleiner als die Poren des Kopfcanaals, nur in der Gegend der Anheftungsstelle des Kiemendeckels fallen sie etwas mehr ins Auge.

Mikroskopische Studien habe ich an Quer- und Längsschnitten des Seitencanals von *Salmo fontinalis* unternommen, allwo die Seitenlinie sich als fadenförmiger Strich darstellt und die Poren am Kopf, wenn auch klein, doch deutlich sind.

Man unterscheidet an Querschnitten sofort, dass innerhalb des von der Schuppe gelieferten Röhrrchens erst der weichhäutige Canal mit seiner epithelialen Auskleidung verläuft. An ihm verlieren sich die vom Nervus lateralis stammenden Nervenäste, die den Seitencanal erreichen, ohne durch den Längslymphraum zu dringen, indem sie neben demselben durch die Lederhaut in den Canal einbiegen.

Von Bedeutung ist es wieder, sich überzeugen zu können, dass der Seitencanal, insoweit er von der häutigen Röhre vorgestellt wird,

ununterbrochen verläuft, was sich sowohl an ausgebreiteten Hautstücken, die man von der Fläche betrachtet, als auch an Längsschnitten sehen lässt. Bei der erstern Methode der Untersuchung kommt es zudem gern vor, dass Luft in den Canal eintritt und alsdann eine zusammenhängende Luftsäule dem Blick sich darbietet. An Längsschnitten, welche die Lichtung in ihrer Continuität blosslegen, bemerkt man auch, dass der Canal nicht genau geradlinig dahinzieht, sondern in leichten Biegungen.

Die Poren auch des Seitencanals sind sehr klein und kommen erst durch die Lupe, besser unter dem Mikroskop zur Wahrnehmung, lassen dann aber sehen, dass die eigentliche Oeffnung auf einem kurzen, papillenförmigen Vorsprung steht (Taf. 5, Fig. 28).

Je ein Knochenanalchen ist Theil einer Schuppe, oder richtiger, die Schuppe ist zum Röhrchen mit Seitenflügeln umgewandelt. Das Bild der osteoiden Umhüllung erscheint übrigens mannigfach verschieden im senkrechten Schnitt: bald hat der Ring starke Seitenflügel (Schuppenflächen), bald sind letztere sehr kurz; man trifft auch Ringe, die nach einer Seite hin offen sind, was wohl alles zusammenhängt mit dem Wechsel in Form, Grösse und Umbildung der Schuppe an bestimmter Stelle des Seitencanals. Wollte man die Formabänderungen der Knochenhülsen nach der ganzen Länge des Seitencanals feststellen, so möchte sich hierzu wohl eine gut überwachte Maceration der Haut empfehlen. Auch kommen, soweit ich *Salmo fontinalis* und *Salmo irideus* in solchen Punkten verglichen habe, Unterschiede in den Species vor. — Noch habe ich eine Anzahl Schnitte vor mir, allwo rechts und links vom häutigen Seitencanal, bei Mangel der Knochenhülse, ein knorpelig verdichteter Längsstrang in der Lederhaut dahinzieht. Leider bin ich nicht im Stande, die Gegend des Seitencanals, der diese Eigenthümlichkeit angehört, genauer zu bezeichnen.

Wie die gewöhnlichen Schuppen in Lymphräumen liegen, so sind auch jene der Seitenlinie von Lymphhöhlungen umgeben, wovon die unterhalb des Knochenanals noch von einem Balkenwerk durchsetzt sein kann. Das Häufigere ist, dass ein heller Raum rings herum zieht, den man vielleicht zuerst auf Schrumpfung zurückführen möchte, bald aber als das ansprechen wird, was er in Wirklichkeit ist: eine Lymphhöhlung. Und ich sehe an manchen Schnitten, dass die Lymphhöhlung durch eine Seitenbucht mit einem benachbarten Lymphraum zusammenhängt. Ausserdem begegne ich noch gern rechts und links vom Knochenanal einem grössern Längslymphgang, der vielleicht den

seitlichen Lymphgängen bei *Malapterurus* verglichen werden kann. Hart an dem Lymphgang liegt der Durchschnitt eines Blutgefäßes.

Der innerhalb der homogen streifigen Substanz der osteoiden Umhüllung befindliche häutige Canal zeigt sich von bleibend bindegewebiger Natur, und seine Wand ist am dicksten nach beiden Seiten hin, wo die Flügel des Knochenröhrchens abgehen; man bemerkt zahlreiche Kerne und Blutcapillaren, letztere am beständigsten im seitlichen Winkel des Canals. Die Kerne der Blutzellen lassen sich von den Kernen des Bindegewebes durch ihre Form und Kleinheit unterscheiden. Auf Flächenansichten kommt auch zu Tage, dass, wie bei den Karpfenarten, von Stelle zu Stelle quer gerichtete kurze Ausläufer vom Knochenröhrchen abgehen, durch welche die Blutcapillaren des innern oder häutigen Canals sich mit den Blutgefässen des Coriums in Verbindung setzen.

Der durch eine Oeffnung am untern Theil des Knochenröhrchens eintretende Nerv erscheint entweder einfach oder deutlich gedoppelt. Man könnte meinen, es seien erst kurz vor dem Eintritt zwei Bündel durch Auseinandergehen des einen entstanden; allein es lässt sich da und dort bestimmt sehen, dass schon durch die Lederhaut zwei dicht beisammenliegende Nerven zum Canal aufsteigen. Die Elemente der Nerven sind breite Röhren, lassen ein das Innere durchsetzendes Spongioplasma erkennen; die Kerne der Wand zeigen sich, je nachdem sie im Schnitt getroffen sind, von rundlicher oder länglicher Form.

Nachdem der Nerv in den Canal gedrungen ist, geht er noch eine ziemliche Strecke wagrecht weiter, bis er sich an einem Sinneshügel verliert, und es ist wahrscheinlich, dass, im Falle er gedoppelt ist, der andere weiterzieht zum nächstfolgenden Sinneshügel. Eben gedachter Theil ist entstanden durch Wucherung der bindegewebigen Wand, zusammt einer Verdickung des Epithels. Die epitheliale Auskleidung des Canals zeigt sich verschieden von der Epidermis der Hautdecke. Das Epithel ist an der Wölbung dünn, feingranulär (es handelt sich um gefärbte Präparate), die rundlichen Kerne viel kleiner als jene der Epidermis; Umrisse der Zellen waren nicht mehr zu unterscheiden. Im verdickten Epithel des Sinneshügels am Boden des Canals sind ausser den rundlichen Zellkernen noch eckige, kernähnliche Gebilde vorhanden, die sich besonders stark färben und den oben erwähnten, eigenthümlichen Körpern entsprechen, welche man auch in den Becherorganen antrifft. Auf der Oberfläche des Sinneshügels kommen bei aufmerksamem Zusehen noch eigenartige Linien

zum Vorschein, welche fein und dicht stehen bei etwas welligem Verlauf. Ich möchte sie einstweilen den Sculpturlinien eines zarten Cuticularsaumes vergleichen.

In dem Verhalten des Epithels kommt etwas vor, was man zunächst für eine Zufälligkeit halten möchte; allein ich glaube annehmen zu können, dass die Bildung eine naturgemässe ist.

Ueber der Eintrittsstelle des Nerven zeigt nämlich das Epithel auf Querschnitten vom Boden her eine leichte, hügelartige Erhebung, die, nach und nach höher werdend, bis ans Epithel der obern Wölbung des Canals gelangt und mit dem dortigen Epithel verschmilzt, wozu ich ausdrücklich bemerken möchte, dass es sich nicht um eine etwa abgehobene Partie des Epithels handelt, sondern um eine wirkliche Fortsetzung desselben. Auf solche Weise wird von einem Theil der feinkörnigen Epithelschicht eine Scheidewand erzeugt, wodurch die Lichtung des Canals in zwei Hälften zerfällt. Dabei ist ferner noch Folgendes anzuführen: diese Scheidewand geht nur eine Strecke weit, dann verliert sie sich in derselben Weise, wie sie entstanden ist, und die Lichtung des Canals ist alsdann wieder einfach; die durch die Scheidewand bedingten zwei Höhlungen sind nicht von gleichem Umriss, indem die eine rein rundlich im Durchschnitt ist, während die andere eben dadurch eine eingedrückte Form annehmen muss (vergl. Taf. 6, Fig. 35).

Gedachte Halbiring der Lichtung des Seitencanals liegt nicht über dem Sinneshügel selber, sondern, wenn auch in dessen Nähe, doch jenseits desselben. Ich gehe wohl nicht fehl, wenn ich die ganze Bildung dem an die Seite stelle, was ich oben über einen innerhalb des Epithels um den Sinneshügel herum ziehenden Ringgang bei *Gobio fluviatilis* zu berichten fand. Trifft dies zu, so wird man wie dort den Raum sich als Lymphhöhlung vorstellen dürfen.

Noch ein anderes Vorkommniss glaube ich an dieser Stelle erwähnen zu sollen. Hat man nämlich ein Stück Seitencanal vor sich, welches mehrere Sinneshügel besitzt, so zeigt sich, dass der einzelne Sinneshügel nach vorn und hinten einen Streifen abgiebt, den man anfänglich für einen Nerven erklären möchte, was er aber sicher nicht ist. Er hat vielmehr den Charakter von Bindegewebe, stellt sonach ein Ligament vor, und ich meine auch zu gewahren, dass er in die bindegewebige Wand des Seitencanals sich verliert. Bereits mit der Lupe, besonders nachdem sich der Canal mit Luft gefüllt hat, lässt sich der Streifen in der Form eines weissen Schnürchens unterscheiden. Die histologische Beschaffenheit des Verbindungsfadens ist demnach

gegenüber den Cyprinoiden eine andere geworden: sie ist aus dem Zelligen ins Fasrige übergegangen. Auch beim Embryo von *Salmo*, wie gleich zu berichten sein wird, ist der Streifen zellig.

b) Embryo.

Freie Hautsinnesorgane. Hat man die abgehobene Epidermis eines mit Chrom-Essigsäure behandelten Embryos zur Ansicht, etwa von der Seite des Kopfes, so heben sich die Sinnesknospen als dunkle Zellengruppen ab, sind von länglich-runder Form und folgen sich in bestimmten Linien der Vertheilung. Dabei sind sie an der einen Stelle mehr zusammengeschoben, an einer andern dagegen auseinandergerückt.

Anbelangend die Verbreitung am Rumpf, so glaubte ich früher, in Uebereinstimmung mit den Angaben anderer Beobachter, dort eine genaue metamerische Vertheilung für das Gesetzmässige halten zu können, bin aber jetzt, nach Untersuchung zahlreicherer Individuen zweifelhaft geworden, ob die metamerische Anordnung allzeit streng eingehalten wird. Ich hatte Präparate vor mir, in denen einzelne Segmente leer ausgingen, während dann auf andern zwei dicht beisammenstehende Sinnesorgane sich vorfanden.

Im Umfang der einzelnen Sinnesknospen machen sich nicht unerhebliche Verschiedenheiten geltend, so dass man sie in grosse, mittlere und kleine eintheilen könnte. Von stattlicher Entwicklung und dicht hinter einander sich folgend trifft man sie z. B. in der Gegend über dem Auge und ferner an der Wurzel des spätern Kiemendeckels (Taf. 5, Fig. 32); recht klein geworden sind sie z. B. in der Schwanzgegend, scheinen hier auch weit auseinander zu rücken. Bemerkt darf werden, dass in der Nähe der grossen Sinnesbügel am Kopf auch kleine daneben vorhanden sind. Nach der Gestalt könnten sie bald Knospen verglichen werden, dann auch aus breiter Basis sich erhebenden, abgestutzten Kegeln, welche letztere Form dadurch entsteht, dass ihre zelligen Elemente von unten nach oben stark sich zusammenneigen.

Blicken wir auf den Bau, so ist schon jetzt an ihnen ein innerer zelliger Ballen und eine Mantelschicht zu unterscheiden, sowohl bei seitlicher Ansicht, als auch im Querschnitt. Die Kerne bilden eine obere und untere Reihe. Die Aussenzellen behalten mehr die Natur gewöhnlicher, wenn auch verlängerter Epidermiszellen, während die des Innenballens ein eigenartiges Aussehen angenommen haben: im isolirten Zustande zeigt sich deutlich, dass der nach hinten bauchige

Zellkörper vorn sich halsartig verschmälert, dabei Stiftchen oder Börstchen aus sich hervorgehen lässt. Doch bezüglich des letztern Punktes begegnet man grossem Wechsel, insofern bald gar nichts von Stiftchen sichtbar ist, bald beim Vorhandensein solcher Bildungen sie sich von doppelter Art darstellen, hier als scharfe dunkle Spitzen oder Kegelchen, dort als blasse Borsten von verschiedener Länge. Die letztern scheinen nur von den Mantelzellen erzeugt zu werden, die erstern dem Innenballen anzugehören. Die dunkelrandigen, kegelförmigen Stiftchen scheinen durch eine Lücke von dem Inhalt der Zelle getrennt oder abgegliedert zu sein. Allein es ist wahrscheinlicher, dass die Continuität nicht unterbrochen ist, sondern das Stiftchen durch Härtung ein schärferes Aussehen gewonnen hat, das Verbindungsstück aber durch sehr blasse Beschaffenheit unsichtbar geworden ist. Wenn man, was nicht selten der Fall ist, anstatt der Stiftchen und Borsten nur Wölkchen von grünlicher Substanz antrifft, so ist dies wohl auf Zersetzung zurückzuführen. Eine grubige Eintiefung, die bei Betrachtung von der Fläche wie eine Oeffnung sich ausnimmt, ist oftmals über dem Organ zugegen.

Zu erwähnen möchte auch sein, dass mitunter der obere Rand der Sinnesbecher — im senkrechten Schnitt — mit einem Strich abschliesst, der an einen Cuticularsaum erinnert. Und ebenso sei gesagt, dass man häufig um die Organe einen lichten Raum sieht, der sich zwischen die Unterseite der Epidermis und der obern Fläche der Lederhaut fortsetzt und den bei *Rhodeus* gedachten Lichtungen innerhalb der Epidermis entsprechen wird, demzufolge auch wohl als Lymphraum aufzufassen ist.

Die grössern Sinneshügel, z. B. vor dem Auge oder über dem Ohrlabyrinth, können noch einige Besonderheiten an den Tag legen. Bei geringer Vergrösserung haben sie auf senkrechten Schnitten die Gestalt von Zäpfchen, welche von der Epidermis nach abwärts sich wenden; bei starker Vergrösserung löst sich dieses Bild dahin auf, dass das Organ nach unten in einen längern Stiel sich auszieht, der sich ins Mesoderm und zwar in einen unbezweifelbaren Nerven verliert. Die Kerne des Stiels oder der Nervenscheide setzen sich auch über die Seiten des Organs fort. Schräg getroffen, zeigt ihr Inneres einen Ballen runder Kerne mit Plasma, aber noch umgeben von länglichen, kleinern Kernen, die viel stärker sich färben; man wird das Ganze auf die oftmals besprochene Differenzirung von Innenzellen und Mantelzellen auslegen dürfen. Noch fällt weiterhin an den grössern Sinneshügeln da und dort auf, dass sich an der Stelle, wo der Nerv

auf das Sinnesorgan trifft, eine Ansammlung von Kernen, richtiger von Zellenklumpen vorfindet, was sich beinahe wie ein Ganglion ausnimmt (Taf. 5, Fig. 31). Hat man ein Becherorgan vor sich, das sich etwas abgehoben hat, so lässt sich erkennen, dass die Verbindung nach dem Corium hin in gleicher Weise geschieht, wie sie auch ausserdem zwischen Epidermis und Corium bewerkstelligt wird: die Zellenzweige fransen sich nämlich an der Basis in feine, fadige Fortsätze aus, und diese zeigen sich mit der Lederhaut verwachsen. Die Verbindung der Becher mit der Lederhaut scheint eine engere zu sein, weil die Organe an das Corium angeheftet bleiben, während ringsum die Epidermis sich abgelöst hat. Ob hiervon auch der sich ansetzende Nerv die Ursache ist? — Noch andere, den Bau betreffende Mittheilungen folgen nachher bei Besprechung der Becherorgane der Mundhöhle.

Bei Ansicht der Sinneshügel von der Fläche macht sich ein Streifen bemerklich, der in der Längsrichtung von vorn und hinten derart abgeht, als ob durch ihn die einzelnen Zellenballen der Sinneshügel verbunden werden sollten. Doch geschieht das Letztere nicht, denn jeder der Streifen verliert sich, spitz endigend, bevor er den entgegenkommenden erreicht hat. Der Streifen besteht aus Zellen von spindelförmiger Gestalt, und man möchte anfänglich dafür halten, dass die Zellen eine oder mehrere blasse Nervenfasern einhüllten, der ganze Streifen sonach eine nervöse Bildung sei. Diese Annahme will sich aber bei strengerer Prüfung doch nicht bewahrheiten, da ein eingeschlossener Nerv sich nicht nachweisen lässt; man geht wohl richtiger in der Auffassung, dass der zellige Streifen die Anlage des bandartigen Theiles sei, dessen oben bezüglich der Sinneshügel am fertigen Thier Erwähnung geschehen ist. Und es sei nur noch bemerkt, dass der Nervus lateralis, dem von der Flächenansicht die Sinneshügel wie knospenartig aufsitzen, etwas von dem berührten Streifen ganz Verschiedenes ist.

Beim ausgebildeten Thier, wie oben gemeldet wurde, begegnete ich keinen freien Becherorganen, hingegen hier am Embryo überzeugen mich Längsschnitte durch den Kopf, dass ausser den grossen Sinneshügeln, welche später in die Canäle zu liegen kommen, noch einzelne um Vieles kleinere vorhanden sind, welche nicht auf die Bahnen der Kopfcanäle treffen und also „freie“ Organe vorstellen. Es lässt sich einstweilen nicht sagen, ob diese Organe durch Rückbildung verschwinden, oder ob es bloss der Zufall verschuldet, dass ich am fertigen Thier sie nicht unter die Augen bekommen habe.

Unsere Aufmerksamkeit nimmt auch in Anspruch die Erscheinung,

dass um die Sinneshügel, also innerhalb der Epidermis, eine wohl abgegrenzte Lichtung zieht, die sich zu einem ebenso genau abgesetzten hellen, canalartigen Raum verlängert, welcher in der Richtung der Seitenlinie verläuft. Bei genauerem Studium des Flächenbildes gewinnt man die Ueberzeugung, dass der canalartige Raum eine nach unten offene Rinne in der Epidermis ist. Die Rinne wird zum Canal durch die unten anschliessende Lederhaut, und man kann in dem Ganzen abermals kaum etwas Anderes als einen Bezirk des Lymphsystems erblicken, ohne dass es freilich gelungen wäre, den Uebergang oder die Verbindung mit letzterem unmittelbar aufzudecken. Auch möchte anzuführen sein, dass die Rinne zu zart angelegt ist, um sie an Schnittpräparaten noch vor die Augen zu bekommen: nur an der flach ausgebreiteten Epidermis stellt sie sich deutlich dar. In einem solchen Raum liegen auch die Ausläufer der Sinneshügel (Taf. 3, Fig. 18 a).

Einlagerung der Organe in das Seitencanalsystem. Der bedeutsame Vorgang, durch welchen die bis dahin frei in der Epidermis liegenden Sinnesknospen in Kopfcanäle und einen Seitencanal gelangen, lässt sich gut verfolgen. Sowohl am Kopf, wie am Rumpf bildet sich in den Richtungslinien des spätern Canalsystems eine rinnenartige Einsenkung der Epidermis sammt den in ihr befindlichen Sinnesbechern. Die verschiedenen Stadien, in denen die Rinne oder Furche nach aussen noch weit offen ist, dann ihre Ränder zusammenneigt, bis sie zuletzt sich schliesst und die Rinne dadurch zum Canal wird, kommen alle klar zur Ansicht, ebenso in welcher Folge der Process vorschreitet. Während nämlich am Kopf die Einlagerung schon begonnen hat, stehen am Rumpf, dort wo später der Seitencanal vorhanden ist, die Sinnesorgane noch frei: es geschieht also die Bildung der Kopfcanäle früher als jene des Rumpfes. Noch mag angemerkt sein, dass selbst ganz nahe dem Schwanzende freie Becherorgane zugegen sind.

Nahezu gleichzeitig erhält der von Lederhaut und Epidermis hergestellte Canal eine knöcherne Hülse, was schon geschieht zu einer Zeit, in welcher der spätere Canal erst die Form einer Rinne hat. Die Art und Weise, wie am Kopf von den Deckknochen des Schädels her die Knochenhülsen als leistenförmige Erhebungen entstehen, lässt, verglichen mit den von den Schuppen gelieferten Röhren, annehmen, dass Deckknochen und Schuppen nahe verwandt sein mögen (Taf. 5, Fig. 29, 30).

Die Substanz der Knochen und Schuppen und ihrer Fortsetzungen

zum Erzeugen der Rinnen und Canäle ist umgewandeltes Bindegewebe. Der Zellenleib wird hierbei zur Grundlage des Knochens, indessen der Kern bald bleibt, bald verschwindet. Besteht der Kern fort, so erhält sich um ihn eine Höhlung. Wo im Corium Knochenbildung auftritt, zeigt sich als vorläufiges Stadium an dieser Stelle eine Anhäufung, richtiger Vermehrung der zelligen Elemente, und, was eingeschaltet sein mag, an Theilen des innern Skelets, welche aus Bindegewebe hervorgehen, tritt in den gleichen Präparaten der letztbezeichnete Vorgang noch klarer hervor. Die Anlage des Schultergürtels z. B. macht sich zuerst bemerklich als eine Anhäufung von Zellen im Mesoderm, und in deren Mitte erscheint eine Platte von Knochensubstanz, die man zunächst für homogen halten und als eine Cuticularbildung ansprechen möchte. Allein das sorgfältigere Zusehen deckt auf, dass durch Umwandlung des Zellenleibes, nicht durch Abscheidung, die homogen streifige Substanz entstanden ist: jener Theil der Zelle, an welchem sich die Umbildung vollzieht, hebt sich durch ein gewisses härtliches, man möchte sagen, verhorntes Wesen ab. Kern und der ihn umziehende Hohlraum werden kleiner, sinken zu Punktgrösse herab und schwinden auch wohl ganz, so dass jetzt die homogen streifige Knochensubstanz der „Knochenkörperchen“ entbehrt.

Noch sei hinsichtlich der Kopfcanäle gesagt, dass sie lange fort an ältern Brutfischchen nicht ganz geschlossen sind, sondern immer noch, wenigstens stellenweise, weit offene Rinnen darstellen. Dies ist der Fall z. B. an dem über dem Auge gegen die Nase verlaufenden Theil der Kopfcanäle, welcher da noch nicht überdeckt ist, wo ein jetzt um Vieles grösser gewordenes Sinnesorgan liegt. Vielleicht, worüber ich bisher keine Erfahrung habe, kommt es selbst am fertigen Thier an diesem Orte zu keinem vollständigen Schluss.

An Brutfischchen, welche ausser dem zuerst am Rücken auftretenden dunklen Pigment noch das etwas tiefer sich verbreitende rothgelbe und drittens auch das metallisch glänzende Pigment besitzen, heben sich schon für die Lupe die Kopfcanäle und der Seitencanal als lichte Streifen zwischen dem Pigment gut ab, wodurch sich bezüglich ihrer Gesamtverbreitung sehen lässt, dass nicht bloss am Hinterkopf die bekannte quere Verbindung zwischen rechter und linker Körperhälfte besteht, sondern auch eine solche Verbindungsbrücke an der Schnauze vorhanden ist (Taf. 7, Fig. 49). Beim Aal, wo das Gleiche zur Beobachtung kam, werde ich auf das Nähere des Baues eingehen.

Becherorgane und Zahnanlagen. Insofern die Schleim-

haut, welche die Mund- und Kiemenhöhle auskleidet, eine Fortsetzung des Integuments ist, darf man auch die dort vorkommenden Sinnesknospen in Betrachtung ziehen und gleichzeitig die Zahnanlagen, da man bei deren erstem Ansichtigwerden beinahe glauben möchte, man habe es mit einer Abänderung der Becherorgane zu thun.

Die Menge der Becherorgane ist sehr gross, sowohl am Boden der Mund- und Kiemenhöhle als auch am Gaumen, nicht minder auf den Kiemenbogen selber. Ich kann nicht finden, dass die zahlreichen Sinnesknospen in gewissen Linien sich halten, sondern meine zu sehen, dass sie regellos sich vertheilen. Möglich, dass bei anderer Untersuchungsmethode dennoch eine bestimmte Gruppierung nachgewiesen werden kann.

Die Papillen der Mundhöhle, auf deren Gipfel gern die Becherorgane stehen, zeigen im Innern ein netziges Fadenwerk und rundliche Kerne: wahrscheinlich gehört zu jedem Kern ein schwacher Zellkörper, von welchem aus das feinblättrige, netzig verbundene Fachwerk sich entwickelt. Für das gallertige Mesoderm des Embryos ist wohl allorts das Gleiche anzunehmen. Nerven vermag ich im Innern der Papille bei diesen Embryonen noch nicht zu unterscheiden; eine Anhäufung von Kernen, der man oftmals begegnet, hat vielleicht eher Bezug zu Blutgefässen.

Die Form der Becherorgane ist hier meist rundlich-länglich, und nicht selten erscheint das vordere Ende wie zusammengezogen und halsartig verlängert. Die Kerne der Zellen bilden wie sonst zwei über einander stehende Reihen, und der einzelne Kern ist rundlich. Man glaubt aber an Schnitten gefärbter Objecte zuerst auch längliche Kerne zu sehen, was aber bei näherm Prüfen sich anders herausstellt und an dasjenige sich anschliesst, was über die Becherorgane der Hautdecke berichtet wurde. Wie dort nämlich ist es der untere Theil des Zellenleibes, welcher, stark gefärbt, dadurch als ein länglicher Körper sich abhebt, indessen der vordere Theil der Zelle ungefärbt bleibt, wegen der hellen Substanz im Secretraum. Der halsartig verlängerte oder obere Endtheil der Zelle erscheint wie ein Rohr, dessen homogener Inhalt die vorstehende Borste erzeugt. Die Gesammtheit der röhrigen Enden der Zellen kann dem obern Theil des Organs ein gewisses streifiges Aussehen geben.

Hat sich das Becherorgan etwas abgehoben von der Spitze der Papille, so geht deutlich eine feine Auffranzung der Zellen zur Papille, und indem ich die Stelle so genau als möglich ins Auge nehme, glaube ich zu finden, dass die fadig-netzigen Ausläufer der Zellen mit dem

feinen Netzwerk in der Papille, also den Ausstrahlungen der Bindegewebszellen, zusammenhängen. Selbst in dem Falle, dass das Organ nicht einer Papille aufsitzt, kann von ihm zur Bindegewebslage eine streifige Verbindung sich bemerkbar machen.

In Betreff der Zahnanlagen darf hervorgehoben werden, dass sie an senkrechten Schnitten durch die Schnauze, schon an sehr frühen Embryonen bemerkt werden und, wie angedeutet, um diese Zeit beinahe mit den Sinnesknospen verwechselt werden können. Sie stehen am Dach der Mundhöhle in Quergruppen, wobei die mittelsten die grössten sind. Von rundlich-kegelförmiger Form lässt sich an ihnen im optischen Querschnitt eine doppelte Kernreihe unterscheiden, eine äussere und innere und zu innerst ein schärfer contourirter Ring, welcher letzterer sich auf die Zahnschubstanz bezieht. Die Entwicklung und Fortbildung dieser Zahnanlagen geht so vor sich, dass die Mesodermis der Mundhöhle in Papillen sich erhebt und mit ihrer Begrenzung zum Zahnbein wird, indem die Zellen, welche die Papille bilden, plättchenartig auswachsen, dabei sich an die Grenzhaute anlegen und sie verdicken. Haben die Zähne schon einige Grösse erreicht, so stossen ihre Basen an einander und erzeugen damit die Grundlage des Os intermaxillare.

Auf die feineren Vorgänge, welche sich bei der Entwicklung der Zahnschubstanz abspielen, habe ich beim A 1 geachtet und möchte dies hier einschalten.

Das zellige Innere des Zahns oder die Zahnpapille macht zunächst den Eindruck eines epithelialen Gewebes; man überzeugt sich indessen, dass diese Zellenmasse der Papille trotz ihres epithelialen Wesens doch von der Lederhaut ausgeht und die Linie der bereits angelegten Zahnschubstanz in die Basalmembran der Lederhaut sich fortsetzt. Uebrigens sondern sich die Zellen der Papille derart, dass die in der Mitte liegenden mit den Elementen der Lederhaut den geringen Umfang des Zellkörpers und die netzig sich verbindenden feinen Ausläufer gemein haben. Die Randzellen hingegen verlängern sich, sind aber dabei sehr abgeplattet, so dass sie, von der Kante gesehen, einen scharfen Strich an sich haben. Sie stellen wohl die Erzeuger der Zahnschubstanz vor, durch Verdichtung und Umbildung des Kopfes der Zellen. Das Herkommen der Schmelzlage des Zahns darf man vom Epithel ableiten, welches müthenartig die Zahnpapille überdeckt und dessen Betheiligung am Auftreten der Schmelzschicht auch daraus erschlossen werden darf, weil eine festere Verbindung zwischen ihnen und dem Schmelz sich offenbart.

Für den Aal lässt sich nicht behaupten, dass durch Zusammenschmelzen der Zahnbasen Knochenstücke entstehen, vielmehr legen sich die Knochen des Kiefergerüsts für sich an, so dass Knochen und Zähne um diese Zeit durch eine ziemlich dicke Lage von Bindegewebe von einander getrennt sind, die Verbindung also von Zahn und Knochen erst später erfolgen muss.

Lymphräume. Zu den Mittheilungen, welche im Vorangegangenen über Lymphräume des Integuments am fertigen Thier vorgelegt wurden, lässt sich auch an den in Schnitten zerlegten Embryonen manches Weitere sehen. So stellt sich sehr klar jener Lymphraum dar, welcher in der Richtung der Seitenlinie verläuft, in der Furche der Seitenmuskeln, innerhalb des Unterhautbindegewebes der Lederhaut; weshalb er auch von einer Fortsetzung des dunklen Pigments umzogen erscheint. Es kann in ihm noch geronnene Lymphe zugegen sein, mit deutlich unterscheidbaren zelligen Elementen von rundlicher oder lappiger Form. Unterhalb des Lymphganges liegt der Seitennerv. Schnittreihen zeigen deutlich, dass der Lymphcanal nach der Schwanzgegend zu enger wird, wie denn auch der Nervus lateralis dort an Stärke abgenommen hat und zuletzt ganz winzig wird. Eine Erweiterung des Lymphganges zu einem Lymphsinus in der Schwanzgegend fand nicht statt.

Am fertigen Thier kam mir keine Stelle unter die Augen, allwo etwa ein vom Seitennerven abgehender Zweig durch die Lichtung des Lymphraumes gedrungen wäre, sondern er bog immer um den Lymphcanal herum. Hier beim Embryo aber habe ich Fälle vor mir, allwo der das Becherorgan aufsuchende Nervenzweig unbestreitbar den Weg durch die Lichtung des Lymphcanals nimmt (Taf. 5, Fig. 33). An der Lederhaut angekommen, trifft der Nerv mit einer Ansammlung von Kernen zusammen, ohne dass ich darüber hinaus eine Verbindung mit dem Becherorgan hätte mit Sicherheit sehen können. Bezüglich des feinern Baues der Nervenlemente möchte noch beizufügen sein, dass der Querschnitt des Stammes der Seitennerven, ausser den Kernen, ein maschiges Wesen der Nervensubstanz, innerhalb der Nervenröhren, zeigt.

Nach vorn nimmt gedachter Lymphcanal beträchtlich an Weite zu, so in der Gegend der Brustflosse, und zwar wird dies ziemlich plötzlich geschehen, da er kurz vor der Brustflosse in dem dort verdickten Unterhautbindegewebe noch von gewöhnlichem Durchmesser ist. Im Bereich des Kopfes müssen Theilungen stattgefunden haben, denn man begegnet der Lichtung zuerst von zwei, dann von drei

Lymphräumen jederseits; hart am Ganglion nervi vagi liegt eine besonders grosse Höhlung.

Ich bin dem Verlauf dieser Lymphbahnen, obschon sie sich an Schnittreihen sicher feststellen liessen, nicht noch weiter nachgegangen und führe nur an, dass auch auf senkrechten Schnitten unter dem Rückenmark, nach der ganzen Länge desselben, ein abgegrenzter Lymphraum zu erblicken ist, was sich auch an der obern Seite wiederholt. Ebenso mag erwähnt sein, dass der Schlund ringsum von einer Lymphhöhlung umgeben wird, gleichsam in ihr steckt und noch mit Lymphe gefüllt sein kann. Und da ich einmal in einer übersichtlichen Aufzählung begriffen bin, so könnte auch gemeldet werden, dass der Raum des Herzbeutels und die Leibeshöhle hierherzustellen sind. Hierbei war auffällig, dass in der Lymphe des in seiner Wand leicht pigmentirten Herzbeutels einzelne grosse zellige Elemente sich fanden, deren Kerne, in Ein- oder Mehrzahl vorhanden, sich sehr scharf abzeichneten von dem hellen, strahlig-maschig durchzogenen Zellkörper. Sie scheinen mir abzuweichen von gewöhnlichen Lymphzellen, oder waren es Ballen solcher Körper? Man stösst auf Stellen, an denen der Uebergang des den Schlund umfassenden Lymphraumes in das Cavum abdominis gut sich wahrnehmen lässt. Endlich sei noch angeführt, dass vorn, in der Mitte der Bauchwandung über einer Vene ein Längslymphgang herabzieht.

Lymphoides Gewebe findet sich zwischen der Schädelbasis und der Schleimhaut, namentlich in der Gaumengegend. Dort zeigt der senkrechte Schnitt ein dickes Epithel mit zahlreichen Becherorganen, die auf deutlich ausgesprochenen Papillen der bindegewebigen Unterlage sitzen. Mit letzterer verbunden ist eine quergestreifte Musculatur, aus queren, schrägen und längsgerichteten Bündeln zusammengesetzt und in den Anfang der Schlundmusculatur übergehend¹⁾. Jetzt folgt die dicke Lage von lymphoidem Gewebe, das heisst ein bindegewebiges Maschenwerk, dessen Räume von körniger Substanz erfüllt sind; mit Zunahme der Musculatur nimmt die Dicke der lymphoiden Schicht ab.

Thymus. Auch dieses Gebilde steht mit jenem Theil des Integuments, welcher die Kiemenhöhle auskleidet, in näherem Bezug, weshalb, was ich über dessen Entwicklung sah, hier nicht übergangen werden soll. Bei Betrachtung feiner Schnittpräparate, unter geringer

1) Schnitte, auf der Höhe der Brustflossen genommen, legen dar, dass von der Ringmusculatur des Schlundes weg zum Ductus Cuvieri sich Bündel erstrecken, die man als Ganzes für eine Art Diaphragma ansprechen könnte.

Vergrößerung, hat man zuerst den Eindruck, als ob die Thymus lediglich aus einer Wucherung des Epithels der Kiemenhöhle hervorgegangen wäre, durch Verdickung des Epithels an bestimmter Stelle. Prüft man aber bei Anwendung stärkerer Vergrößerung die betreffenden Partien, so wird klar, dass es nicht allein das Epithel ist, welches den Wulst erzeugt, sondern dass dieses für sich besteht, während die eigentliche Masse der Thymus: Kerne und zarte bindegewebige Fäserchen, vom Mesoderm kommen. Die Kerne erscheinen so gruppiert, dass Andeutungen heller Lücken oder strassenähnliche Bahnen dazwischen sich hinziehen.

Es mag die Bemerkung angeschlossen werden, dass ein gleiches oder sehr ähnliches Gewebe sich auch in der Niere vorfindet. Auf Querschnitten, welche die Gegend der Brustflossen treffen, erblickt man genau hinter dem Lymphraum, welcher in dieser Ansicht ringförmig den Schlund umgreift, die im Bogen herüber ziehende Kopfniere. Der nach beiden Seiten sich etwas verjüngende Bogen zeigt sich in eine rechte und linke Hälfte zerlegt. Nahe der Mittellinie kommt ein stattlicher Glomerulus in Sicht, und da in der ganzen Reihe von Schnitten bis in die Gegend, wo der Brustgürtel aufhört, das Bild des Glomerulus gleich bleibt, so geht daraus hervor, dass die Glomeruli in dichter Längsreihe oder säulenartig zusammenstossen, was bekanntlich einen frühern Beobachter (FRITZ MEYER) nach Untersuchung der Niere von *Petromyzon* zu der Annahme verleitet hat, es sei ein einziger langer Glomerulus hier zugegen. Um den einzelnen Gefässknäuel grenzt sich ein lichter Raum ab, der alsdann seitwärts, nach aussen, in das Lumen eines Harncanälchens übergeht, dessen Cylinderepithel ganz allmählich hier beginnt.

Die Harncanälchen nun, welche in mässiger Zahl zugegen sind, sowie die Glomeruli, umgibt und zwar in reichlicher Menge, ein eigenartiges Gewebe, dessen Beschaffenheit eine solche ist, dass ich es hier am Embryo von dem die Thymus bildenden Gewebe nicht zu unterscheiden weiss. Die zahlreichen Kerne bilden Massen, welche, wie in der Thymus, durch lichte, im Bogen verlaufende Zwischenräume, zu Längsgruppen vereinigt sind.

Man kann die Masse kaum anderswo als beim lymphoiden Gewebe unterbringen, und es sei noch gesagt, dass ich auch beim Aal die Harncanälchen von gleicher Substanz umgeben sehe.

Vor Jahren habe ich nach Untersuchung der Niere von *Salmo salvelinus*, *Cottus gobio*, *Esox lucius* und eines *Leuciscus* angezeigt, dass der vordere Theil der Niere keine Harncanälchen enthalte, son-

dern ein Gewebe vorstelle, welches aus zartem, bindegewebigem Faserwerk, Blutgefässen und viel Pigment, herrührend von veränderten Blutkügelchen, bestehe, wozu noch und zwar in überwiegender Menge Lymphkügelchen kommen, mit einfachem oder in Theilung begriffenem Kern¹⁾. Auch in der ganzen übrigen Niere waren die Harncanälchen gebettet in Massen farbloser Zellen und bräunlichen Körnern, die sich wie verödete Blutkügelchen ausnahmen. In gewisser Hinsicht scheint diese die Nierencanälchen umhüllende Substanz jener zelligen Masse an die Seite gestellt werden zu können, welche ich aus dem Hoden der Eidechse und verschiedener Säugethiere angezeigt habe und welche die Samencanälchen in sehr reichlicher Menge einbetten kann²⁾.

VIII.

Anguilla vulgaris.

Zur Untersuchung dienten ganz junge Thiere, wie sie Frühjahrs vom Meer in die Flüsse aufsteigen und mir vom damaligen Vorstande des hiesigen Zoologischen Instituts freundlichst überlassen worden waren.

Die fadendünnen Fischchen waren am Rücken dunkel gesprenkelt, der Bauch weisslich; längs der Seite zog sich ein metallisch glänzendes, weissliches Band hin, das oben und unten eine schwarze Einfassungslinie besass.

Eine kleine Anzahl der Fischchen hielt im Zimmeraquarium von Mai bis in den August hinein aus, während welcher Zeit einige Farbveränderungen an ihnen zum Vorschein kamen, die wohl auf Thätigkeit der Chromatophoren beruhen mochten. Die Zahl der dunklen Flecken am Rücken nahm zu, bald ordnungslos, bald so, dass sie den Septa intermuscularia entsprechend eine Art Zickzackzeichnung hervorriefen, wodurch der frühere helle Seitenstreifen fast völlig verschwunden war. Bei manchen Individuen traten am Hinterkopf grössere dunkle Flecken hervor; die Bauchfläche blieb immer hell.

Schon andern Beobachtern des lebenden Aelchens ist aufgefallen, dass dessen Brustflossen, selbst bei sonst ruhiger Lage des Thieres, beständig schwingende Bewegungen ausführen. Die Fischchen halten sich gern zusammen, verborgen im Schlamm, aus dem sie nur Kopf

1) Histologie, p. 461.

2) In: Zeitschr. f. wiss. Zool., V. 2; Histologie, p. 495.

Vorderleib etwas hervorstrecken und in die Höhe richten. Bei Regenwetter schwimmen sie lebhaft herum, steigen gern aufwärts zur Oberfläche des Wassers und schieben sich etwas an den Wänden hin, als ob sie aus dem Gefäss zu entfliehen trachteten.

Wovon die Aalbrut lebt, konnte ich an meinen Exemplaren nicht herausbringen. Im Magen der frisch angekommenen Thiere war nichts von Speiseresten zu erblicken; den im Zimmer gehaltenen bot ich kleine Krebse (Cyclopiden, Daphniden), sowie zarte Algen verschiedener Art an. Manchmal schien es, als ob ein Fischchen vor meinen Augen auf die winzigen Crustaceen stosse; kam es aber zur Zergliederung, so zeigte sich Magen und Darm doch immer völlig leer.

Nicht besser erging es mir mit der Beobachtung des „Caudalherzens“. Hielt ein Thier so lange Stand, um mit der Lupe dessen Schwanzgegend genau ins Auge fassen zu können, so schien es mir allerdings manchmal, als ob ein rhythmisch auftretender und wieder verschwindender Blutpunkt in der Gegend spiele, wohin man das „Caudalherz“ verlegt. Oefter aber sah ich mich ganz vergeblich nach der Erscheinung um. Auch P. MAYER, welcher am jungen *Conger* das Caudalherz in seiner Thätigkeit sah, zählte in der Minute 100—150 Schläge, „aber sie waren sehr unregelmässig und setzten oft ganz aus“¹⁾.

Noch möchte ich, zur weitern Charakterisirung vor Besprechung des eigentlichen Themas, Einiges über die Schwimmblase bemerken.

Schon am lebenden Thier schimmert genanntes Organ durch die Leibeswandung hindurch, doch nur von der rechten Seite aus, was andeutet, dass dasselbe nicht genau in der Mitte liegt, sondern seitlich rechts. Unter diesen Umständen erscheint die Schwimmblase als länglich-birnförmiges Gebilde von silberglänzender Farbe; an ihrem untern Rande zieht ein starkes Gefäss (Vene) her, in Form eines rothen Streifens.

Geht man an die nähere Untersuchung, so ergibt sich, dass um diese Zeit noch deutlich die Schwimmblase mit ihrem zu einem Canal ausgezogenen Vorderende in den Schlund mündet. Sie hat ein enges Lumen, das nach hinten wie gegabelt erscheint. Ihre Wand ist dick und besteht von innen nach aussen aus Cyliinderepithel, bindegewebiger Lage, Ringmusculatur, der zuletzt sich wieder Bindegewebe anschliesst, welches eine Art Hülle bildet und nach hinten in ein vor der Niere

1) PAUL MAYER, Ueber Eigenthümlichkeiten in den Kreislaufsorganen der Selachier, in: Mitth. d. Zool. Station Neapel, V. 8.

herabgehendes Netz von Lymphgängen sich auflöst. Hinter der Schwimmblase glaubt man noch als Fortsetzung der Muskelschicht eine Masse unterscheiden zu können, zu deren Bildung auch grössere Blutgefässe im Spiele zu sein scheinen. Ausserdem bemerkt man die dunkelrothen, aus lauter Gefässen bestehenden „Blutdrüsen“. Vorstehendes kommt zur Ansicht an Längsschnitten, welche durch das ganze Thier geführt wurden; auf gleiche Weise erfährt man auch, dass bei ältern Aelchen die Schwimmblase keineswegs mehr in offener Verbindung mit dem Schlunde steht, sondern jetzt geschlossen ist¹⁾.

Den nunmehr folgenden histologischen Mittheilungen möchte ich die Bemerkung vorausschicken, dass Zellen, Kerne, Nervenfasern, Muskelbündel an Grösse jenen der Gattung *Salmo* nachstehen.

I n t e g u m e n t. Die Epidermis ist am stärksten an der Schnauzenspitze der Oberkinnlade, allwo ihre Dicke mehr als das Doppelte beträgt von jener des Rückens oder der Bauchfläche. An den Einzelzellen kommen unter Umständen, z. B. dort wo die Epidermis auseinandergerissen ist, Randfortsätze zum Vorschein. Die Schleimzellen treten stellenweise so zahlreich auf, dass sie wie eine zusammenhängende Schicht sich ausnehmen; auch hier sind diese Elemente an der Schnauzenspitze am grössten.

Die Lederhaut ist dünn, ihr gehört das dunkle Pigment an und zwar der Rückenfläche, welche ausschliessliche Lage des dunklen Pigments mitunter zur schnellen Orientirung des Schnittes dienen kann. (Es mag zwischenhinein bemerkt werden, dass, wie ich mich am ausgewachsenen Aal überzeugte, dessen dunkel grünliche Rückenfarbe aus dem Zusammenwirken zahlreicher schwarzer Chromatophoren und einem darunter befindlichen gelben Pigment entsteht, welches bald den Charakter von diffussem, bald, durch Verdichtung des diffusen Stoffes, von körnigem Pigment hat.)

Auf dem senkrechten Schnitt durch die Haut begegnen uns abermals jene mehrfach erwähnten Kerne, welche verschieden sind von den Kernen der Epidermiszellen. Letztere sind grösser und rundlich von Gestalt, die erstern kleiner und häufig von eckiger Form, färben sich auch durchweg viel lebhafter als die Kerne der Epidermiszellen. Zuerst kann es scheinen, als ob die besagten Kernbildungen sowohl in den Lücken zwischen den Epidermiszellen lägen als auch in den Epidermiszellen selber; fortgesetztes genaues Vergleichen lehrt aber,

1) Ueber den Bau der Schwimmblase des ausgebildeten Aales hat vor langer Zeit RATHKE berichtet: Beiträge zur Geschichte der Thierwelt, in: Schriften Naturf. Ges. Danzig, 1827.

dass sie allezeit nur in den Lücken zwischen den Zellen aufsteigen. Diese Art von Kernen mag über die gesammte Epidermis verbreitet sein, wenigstens sehe ich sie in allen Präparaten, welche vom Kopf und Rumpf genommen wurden (Taf. 6, Fig. 36).

Hat sich die Epidermis von der Lederhaut etwas abgehoben, so gehen von den betreffenden Kernen, oder wohl richtiger von einem ihnen zugehörigen, durch die Reagentien eingeschrumpften Zellkörper feine Fäserchen ab, die sich netzig verbinden, so dass man jetzt zwischen Epidermis und Lederhaut die zahlreichen, sattroth gefärbten Kerne und ein dazwischen sich hinziehendes, zartes Netzwerk erblickt, zu dem die Kerne als Knotenpunkte gehören. Nach oben hängt ausserdem das Netzwerk auch zusammen mit den fadigen Auffranzungen der Epithelzellen.

Der nun folgende Theil der Lederhaut kann zunächst das Aussehen einer anscheinend homogenen „Basalmembran“ haben. Ist sie so gelagert, dass sie uns ihre Oberfläche zukehrt, so kommen deutlich feine Längsstreifen zur Ansicht, die ich für eine Art Reliefbildung oder Sculptur der Oberfläche halten möchte. Im rein senkrechten Schnitt will es mir ferner scheinen, als ob die Fäserchen des vorhin erwähnten zarten Netzwerkes die Substanz der Basalmembran durchsetzten und dabei eine äusserst feine, senkrechte Strichelung der Basalmembran erzeugten, um zuletzt abwärts in die Wabenzellen des Unterhautbindegewebes sich fortzusetzen.

Zur Veranschaulichung des Gesagten habe ich in Fig. 36 auf Taf. 6 zusammengestellt, was ich über die Verbindung der Fäden der Epithelzellen, sowie des subepithelialen Netzes und endlich mit dem Corium gesehen zu haben glaube.

Selbstverständlich ist mir mehr als einmal der Verdacht aufgestiegen, ob nicht das beschriebene feine Fadennetz auf blosser Zustände der Gerinnung zurückzuführen sei; allein ich habe, gegenüber der Gleichmässigkeit der Bildung, diesen Gedanken doch immer wieder fallen lassen und es für richtiger gehalten, eine wirkliche Structur darin zu erblicken¹⁾.

Becherorgane und Seitencanalsystem. Die Becher- oder Hautsinnesorgane kommen sowohl an den ersten Abtragungen durch die Kuppe des vorstehenden Unterkiefers zum Vorschein, als sie auch noch da sind an den letzten der Schwanzgegend entnommenen

1) Einen Durchschnitt durch die Haut des erwachsenen Aales habe ich in der Histologie, fig. 44 auf p. 84 gegeben (Epidermis, Lederhaut, becherförmige Organe, Schuppe, Fettlager).

Schnitten. Sie verbreiten sich also wieder über die ganze Hautfläche. Weiter lässt sich beim Durchmustern verschiedener Körpergegenden bald erkennen, dass ausser jenen Becherorganen, welche in die Bahnen der Kopfcanaäle und des Seitencanals gelangen, noch solche, welche frei bleiben, zugegen sind; sie stehen vereinzelt, ohne, soviel ich zu sehen vermag, eine besondere Ordnung einzuhalten. Auch die in den Seitencanal des Rumpfes gelangenden Organe können so sich vertheilen, dass mehrere auf ein Segment kommen, ein andermal aber auch ein Segment leer ausgeht. Von einer rein „metameren“ Anordnung kann also auch hier kaum die Rede sein.

Ueber die Kopfcanaäle des Aales äussern sich HECKEL-KNER lediglich dahin, dass dieselben „nicht minder als der Seitencanal entwickelt“ seien, begehen aber dabei einen Fehler mit der Behauptung: „der über den Augen verlaufende Zweig lässt sich bis in die kurzen Bartelröhrchen hinter der Oberlippe verfolgen“. Was nämlich von Genannten als „Bartelröhrchen“ bezeichnet wird, sind, wie aus Längsschnitten unzweifelhaft hervorgeht, die vordern, zu kurzen Röhren verlängerten Nasenöffnungen; in diese mündet aber keiner der Kopfcanaäle ein.

Die vordern Nasenöffnungen hatte später SIEBOLD richtig „als zwei kurze Röhrchen“ erkannt, er schweigt aber völlig über die Kopfcanaäle selber; bezüglich der Seitenlinie bemerkt er, dass sie deutlich zu erblicken sei und „in Ermangelung der Schuppenporen kurze, weiche, in grössern Zwischenräumen von einander entfernte Röhrchen“ besitze.

HECKEL-KNER sagen noch in Betreff des Seitencanals aus, er sei so weit und dickwandig, dass nach einem durch ihn gemachten Querschnitt sein Lumen mit freiem Auge sichtbar und klaffend bleibe, wozu auch der Umstand beitrage, dass seine Wandung zum Theil knöchern sei.

Diese wenigen bisher vorliegenden Angaben kann ich nach mehreren Seiten hin erweitern (Taf. 6, Fig. 37—44).

Die Vertheilung der Kopfcanaäle, wie sie sich an den Brutfischchen darstellt, entspricht in ihrem Verlauf jener der andern Knochenfische: ein Ast geht über dem Auge her und zeigt drei Poren zwischen vorderer und hinterer Nasenöffnung; ein zweiter Ast zieht unter dem Auge weg und hat zwei Poren; der dritte Ast wendet sich gegen den Unterkiefer, und man zählt an ihm sechs abwärts gerichtete Poren. Die Wurzelstelle der drei Canäle ist ein auffällig erweiterter Raum, der über dem hintern Ende des Schädels liegt, in der Höhe des Kleinhirns; der Raum hat auf Schnitten, je nachdem er getroffen ist, bald einen einfach langlichen, bald einen buchtigen oder gabeligen Umriss.

Von dem Raum geht auch der Quercanal ab, welcher die Verbindung der beiden Seitenhälften bewerkstelligt und von gewöhnlichem Durchmesser ist. Es zeigt sich aber ferner, dass noch eine zweite Verbindung von rechts und links vorhanden ist und zwar in der Schnauze — im Bereich des Os intermaxillare —; dort vereinigt sich der unter dem Auge herziehende Canal mit dem entgegenkommenden der andern Seite (Taf. 7, Fig. 45).

Am Canal, der für den Unterkiefer bestimmt ist, kommt eine solche Communication nicht vor, wohl aber gestalten sich die Verhältnisse seines vordern Endes etwas eigenartig und sind mir erst nach und nach klar geworden. Um das Ergebniss kurz zu sagen: der betreffende Canal gabelt sich an seinem vordern Ende, der eine Ast richtet sich aufwärts, der andere abwärts, jeder öffnet sich mit einem Porus. Der nach unten gewendete Porus liegt nahe der Spitze des Unterkiefers; der nach oben gekehrte zeigt sich über dem Anfang der Mundhöhle und ist kleiner, als die übrigen Kopfporen es sind, weshalb man ihn einen Nebenporus nennen könnte. Auf Querschnitten des Unterkiefers nimmt sich meist der vom Porus wegführende Canal so aus, als ob er am Knochen des Unterkiefers geschlossen wäre, er biegt jedoch allzeit in die Bucht des Unterkiefers ein, dort, wo an andern Schnitten der Canal des Unterkiefers verläuft. Der Uebergang in letztern lässt sich an Schnittreihen verfolgen.

Wenn ich das Bild richtig deute, so kommt endlich auch noch eine schlingenförmige Verbindung vor zwischen dem Canal, welcher über, und jenem, welcher unterhalb des Auges dahinzieht (Taf. 7, Fig. 46).

Hinsichtlich der Weite der Kopfcanaäle im Vergleich zum Umfang des Thieres darf hervorgehoben werden, dass der Durchmesser der Lichtung bei solchen jungen Aelchen im Zusammenhalt mit der Kleinheit der Fische ein sehr beträchtlicher ist. Man könnte sagen, es walte ein ähnliches Verhältniss ob wie bezüglich des Auges und Ohres, welche beim Embryo ebenfalls durch ihre Grösse auffallen.

Auch möchte ferner noch zu erwähnen sein, dass, wie sich aus der Untersuchung von Thieren verschiedenen Alters ergibt, ursprünglich der Durchmesser der Lichtung in den einzelnen Kopfcanaälen so ziemlich gleich gross ist, nach und nach aber gewisse Abschnitte sich erweitern. So nimmt z. B. der über der Nase herziehende Canal in seinem Caliber derart zu, dass er hierin den unter dem Auge verlaufenden um das Doppelte übertrifft. Die Knochenhülse des letztern

erscheint auf dem senkrechten Schnitt als geschlossener Ring, bei dem obern Canal aber als Halbring.

An den Oeffnungen der Kopfcanäle stülpt sich die Epidermis ein, um das Epithel in der Lichtung des Canals zu bilden, und es verdünnt sich hierbei die vorher dicke Epidermis um ein Bedeutendes. Am querdurchschnittenen Porus zeigt sich bestimmt, dass die Hornschicht der Epidermis aus zwei Zellenlagen besteht, wovon die Kerne der obersten Lage länglich-platt, die der untern rundlich sind. Die zwei Lagen heben sich als Ganzes gern von der Schleim- oder MALPIGNI'schen Schicht durch einen Spaltraum ab; die Schleimschicht selbst ist dicker und besitzt drei Kernreihen über einander; der einzelne Kern ist länglich-rund. Unter der Schleimschicht kann sich eine scharfe Linie absetzen, die man wohl als den Anfang der im Corium sich entwickelnden Knochenhülle anzusprechen hat.

Mit der Epidermis stülpt sich das Corium ein, und dessen Fortsetzung ist überall unter dem Epithel als bindegewebige Lage wahrnehmbar: sie zeigt zahlreiche Kerne in den Zellkörpern, von denen die Netzstreifen ausgehen.

Die Sinneshügel sind, was man von vorn herein erwarten darf, innerhalb der Kopfcanäle so gelagert, dass sie in ihrer Stellung nach den Pori sich richten: sie wenden sich nach aufwärts, wenn die Oeffnungen nach oben stehen, und nach abwärts, wenn die Poren nach unten ausgehen. Diese Wechselbeziehung ist z. B. in der seitlichen Schlinge der Kopfcanäle in der Oberkiefergegend deutlich zu sehen; auch scheint noch eine andere Abhängigkeit darin obzuwalten, dass die Zahl der Poren von der Zahl der Sinneshügel bedingt wird.

Seitlich am Rumpf erstreckt sich die mit der Lupe verfolgbare Porenreihe über die Brustflosse hinaus, alsdann aber lässt sich nichts mehr von Seitencanal und Poren unterscheiden. Durch das Mikroskop ergibt sich jetzt, dass die Sinneshügel nach und nach frei in der Epidermis liegen, doch dabei eine Längslinie einhalten; die erstern scheinen noch in Knochenschälchen gebettet zu sein¹⁾.

In der Grösse bleiben sich die einzelnen Organe der Seitenlinie

1) Da ich am erwachsenen Aal die Seitenlinie nicht selber untersucht habe, so mag an die Abhandlung von R. SCHNEIDER „Ueber Eisenresorption in thierischen Geweben und Organen, 1888“, erinnert werden, in welcher sich ein Querschnitt durch das „Seitenorgan“ vorfindet. Man sieht die epitheliale Auskleidung und die knöcherne Umhüllung des Canals. Der Schnitt scheint sich auf eine Stelle zu beziehen, allwo ein Porus zugegen war.

so ziemlich gleich, nach hinten zu werden sie etwas kleiner; jene in den Kopfcanälen übertreffen aber zum Theil die der Seitenlinie um das Drei- und Vierfache an Umfang. In dem Bogen, welcher im Bereich des Os intermaxillare durch Vereinigung des von rechts und links auf einander stossenden Canals entsteht, verschmelzen auch die sich immer mehr nähernden Sinneshügel zuletzt zu einem einzigen, welcher genau in der Mittellinie liegt.

Aus dem, was man über den Bau der Sinneshügel zu ermitteln vermag, seien einige Punkte berührt.

Die Linie ihres freien zelligen Randes zeigt eine scharfe, fein zackige Grenzzone, hervorgegangen durch Verdichtung der Zellsubstanz, und hebt sich deutlich unter der Form eines breiten, anscheinend homogenen Saumes ab (Fig. 39). Jenseits desselben können Stiftchen oder Spitzchen zugegen sein oder auch fehlen.

Ferner hat zu manchen der Sinneshügel, so z. B. zu denen des Unterkiefers, ein eigenthümliches Gebilde Bezug, das für die flüchtige Besichtigung den Eindruck eines Kunstproductes machen könnte, aber ein solches schwerlich ist. Dasselbe stellt einen homogenen Körper dar, von streifig-körnigem Wesen; er liegt frei in der Lichtung des Canals und ist durch feine, fadige Ausläufer mit den Zellen des Sinnesorgans verbunden (Fig. 37, 38). Ich möchte hinsichtlich der Deutung den Körper den Cupularbildungen anreihen.

Endlich ist auch wieder des Vorkommnisses gewisser eigenartiger Kerne zu gedenken, welche zwischen den mantel- und birnförmigen Zellen des Organs auch hier sich finden. Sie sind klein, färben sich dunkelroth, und von ihnen gehen feine Fädchen aus. Wurde das Sinnesorgan etwa von der Fläche aus so getroffen, dass seine Basis weggeschnitten erscheint, so lässt sich mit Sicherheit sehen, dass die von den Kernen abgehenden zarten Fädchen unter einander in netzartige Verbindung treten (Fig. 40).

In der Frage nach der Endigungsweise der Nerven sah ich auch hier Aehnliches von dem, was ich schon sonst berichtet habe. Von der Scheide der Nervenfasern, noch innerhalb der bindegewebigen Schicht, geht ein zartes Faserwerk (Spongioplasma) weg, welches die Innensubstanz (Hyaloplasma) der Nervenröhre durchsetzt. Verfolgt man nun die zwei Contouren der Nervenscheide bis dahin, wo sie auf das epitheliale Sinnesorgan stossen, so treten die Linien der Nervenscheide von rechts und links mit den Netzfäden in Verbindung, welche von den erwähnten, stark gefärbten Kernen abgehen, und es ist ferner zu erkennen, dass auch die Fäserchen, welche an der Wurzel des

Zellenleibes durch Auffranzung entstanden sind, mit besagtem Netzwerk in Verbindung stehen. Danach darf man aussprechen, dass ein fadig-netziges Gerüstwerk zugegen ist, dessen Maschen eine helle Substanz erfüllt. In letztere tritt das Hyaloplasma der Nervenröhren über. Intercellulare Streifen nehme ich als die Nervenenden.

Zugegen ist auch wieder der Strang, welcher innerhalb des Canals von den beiden Enden je eines Sinneshügels abgeht zur Verbindung mit dem nächstfolgenden. Beim ersten Ansichtigwerden will es scheinen, dass dieser Verbindungsstrang einen Nerven bedeute, aber das nähere Prüfen kommt zu dem Ergebniss, dass das Gebilde nicht nervöser Natur sein könne, sondern Bezug hat zur epithelialen Auskleidung des Canals. Der Strang ist zelligen Wesens, und wo er eine gewisse Dicke hat, macht sich in ihm eine Lichtung bemerklich, was alles mit dem übereinstimmt, was ich gelegentlich dieses Theiles an *Gobio fluviatilis* zu berichten fand.

Zum Verlauf der Blutgefässe in der bindegewebigen Auskleidung des Knochenrohres, herstammend vom Integument, möchte zu bemerken sein, dass ich Schnitte vor mir habe, in denen ein in der Mitte des Canals dahinziehendes Blutgefäss, wenn angekommen am Sinneshügel, dort gabelförmig sich theilt, um das Organ zwischen sich zu nehmen.

An den Stellen der Haut, allwo frei bleibende Becherorgane stehen, bleibt die Verbindung zwischen Epidermis und Lederhaut eine festere, was dadurch sich zeigt, dass an Hautstücken, welche mit Reagentien behandelt worden sind, sich im Umkreise beide Hautschichten gern von einander ablösen.

Und es sollen jetzt diese Mittheilungen mit einer andern, wenn auch nur unvollständig gemachten Wahrnehmung geschlossen werden. Ausser den mit Sicherheit erkannten Becherorganen stösst man nämlich noch auf Bildungen, welche mit letztern verwandtschaftlicher Natur zu sein scheinen, wenigstens an sie gemahnen. An der Schnauze nämlich, am Beginn der Mundhöhle sieht man vereinzelt zwischen den gewöhnlichen Becherorganen noch Einbuchtungen der Epidermis, denen eine breitere Erhebung oder Papille der Lederhaut entgegenwächst, ausgezeichnet durch eine grössere Anhäufung von Kernen im Innern. Es scheint, dass hiermit etwas Aehnliches vorliegt, wie es gewisse Vorkommnisse bei *Leucaspius delineatus* sind, von denen früher die Rede war.

Rückblicke und Allgemeineres.

Die Durchsicht der Schriften, welche auf den Bau des Integuments der Fische Bezug haben, kann lehren, dass gar manche Schwierigkeiten zu überwinden waren, bevor man wenigstens dasjenige sich anzueignen vermochte, was gegenwärtig den Inhalt unserer Kenntnisse über dieses Organsystem bildet. Doch soll hier auf eine geschichtliche Darlegung nicht eingegangen, sondern nur in Erinnerung gebracht werden, dass man als den Ausgangspunkt histologischer Untersuchung der Fischhaut die Mittheilungen von BLAINVILLE¹⁾ und HEUSINGER²⁾ ansehen darf.

Der französische Forscher war wohl der Erste, welcher das Integument der Hauptgruppen der Thiere, sonach auch der Fische, zusammenhängend abhandelt, bei seinen Untersuchungen indessen, wie es scheint, über den Gebrauch der Lupe nicht hinausgegangen ist. Anbelangend die Hautdecke der Fische weiss er daher nur zu sagen, dass dieselbe einen sehr schleimigen oder gallertigen, anstatt fasrigen Charakter habe. Eine Unterscheidung zwischen Lederhaut und Epidermis macht er kaum; die Epidermis betreffend ist er der Ansicht, dass sie sehr zart sei oder vielleicht ganz fehle; die schleimige Beschaffenheit der Haut leitet er ab von einem „appareil crypteux“, zu dem die Poren des Kopfes und der Seitenlinie gehören.

HEUSINGER ist insofern über seinen Vorgänger hinausgekommen, als er eine Epidermis sicher annimmt: sie sei sehr fein und gleiche mehr „dem Epithelium der menschlichen Schleimhaut“. Die Lage, welche wir Corium nennen, ist, wie aus der Erklärung seiner Figuren entnommen werden kann, die „untere Pigmenthaut“. Der Autor giebt zum ersten Mal senkrechte Schnitte und zwar durch die Haut eines Cyprinoiden und des Aales, aber bei so geringer Vergrösserung, dass man nur schwer sich daran zurecht findet.

Die Untersuchungen über den Bau der Fischhaut ruhten dann bis in die 1840er Jahre, um alsdann von PETERS, RATIKKE und Andern mehr oder weniger wieder aufgenommen zu werden. Eine den damaligen Standpunkt gut bezeichnende Darstellung findet sich in AGASSIZ'S

1) BLAINVILLE, De l'organisation des animaux ou principes d'anatomie comparée, Paris 1822.

2) HEUSINGER, System der Histologie, Eisenach, 1. Heft 1822, 2. Heft 1823.

grossen Werke über die fossilen Fische¹⁾, auf welche ich besonders hinweisen möchte, weil sie den Histologen wohl selten unter die Augen kommt.

Vom Jahre 1850 an nahm ich Antheil an diesen Studien, und es folgten die Arbeiten jener Beobachter, deren Namen bereits anzuführen waren oder noch zu erwähnen sein werden, gelegentlich verschiedener Fragen, welche das Integument betreffen.

I. Epidermis.

Schleimzellen. In die Zusammensetzung der Oberhaut treten, abgesehen von den gewöhnlichen, vielgestaltigen Zellen, bei niedern Wirbelthieren noch charakteristische Gebilde ein, auf welche ich seiner Zeit zuerst aus der Haut der Süsswasserfische die Aufmerksamkeit gelenkt, indem ich sie unter der Bezeichnung „Schleimzellen“ bekannt gemacht habe. Wiederholt bin ich auf diese Zellen zurückgekommen²⁾ und habe über deren Vorkommen, Entstehung, Unterschiede im Bau, und was sie als Ganzes bedeuten, mich verbreitet.

1) L. AGASSIZ, Recherches sur les poissons fossiles, 1833—1843.

2) Ueber die Haut einiger Süsswasserfische, in: Ztschr. f. wiss. Zool., V. 3, 1850. — Rochen und Haie, 1852. — Untersuchungen über Fische und Amphibien, 1853. — Histologische Untersuchungen über *Polypterus bichir*, in: Ztschr. f. wiss. Zool., V. 5, 1854. — Lehrbuch der Histologie, 1857. — Bau des thierischen Körpers, 1864. — Organe eines sechsten Sinnes, 1868. — Sinnesorgane der Schlangen, in: Arch. Mikrosk. Anat., 1872. — Hautdecke und Hautsinnesorgane der Fische, 1879. — Zelle und Gewebe, 1885.

Da im Obigen nur das Morphologische ins Auge gefasst wird, so mag anmerkungsweise berührt werden, dass das von den „Schleimzellen“ der Epidermis gelieferte Secret bei diesem und jenem Fisch besonders Zwecken dienen kann. So vermag nach F. E. SCHULZE der Aal mit dem Secret dieser Zellen Sand zu einer Röhre zu verbinden; nach den Versuchen von BERT ist dem Aal auch das Secret nützlich, um den Uebergang aus süssem in salziges Wasser zu ertragen. Man wird auch Jenen beistimmen, welche hervorheben, dass der Erdocon, den die Dipnoi sich zu formen wissen, um in der trockenen Zeit auszuhalten, durch das Secret dieser Zellen gebildet wird. Und ich möchte das merkwürdige gürtelförmige Band noch in Erinnerung bringen, welches STEINBUCH vor langen Jahren (1802) an der sich begattenden *Lota vulgaris* beobachtet hat. Ich weiss zwar nicht, ob unterdessen ein Anderer das Gleiche zu sehen Gelegenheit hatte. Wenn aber die Beobachtung richtig war, so muss man wieder ohne Zweifel die Schleimzellen als diejenigen Elemente der Haut betrachten, deren Secret das

Gerade den letztern Gesichtspunkt anbelangend, so hatten mich gleich von Anfang an meine Wahrnehmungen zu dem Ausspruch geführt, dass die Schleimzellen abgeänderte Epithel- oder Oberhautzellen wären, was man jetzt hin und wieder, seltsamer Weise, Ändern, die später auf den Gegenstand eingingen, zuschreiben will. Mit dem Hervorgehen der Schleimzellen aus gewöhnlichen Epithelzellen lässt es sich in Verbindung bringen, dass bei Teleosteen, deren zellige Elemente zum Theil von geringem Umfang sind, auch die Schleimzellen klein bleiben können.

Was die Vertheilung besagter Zellen über die Haut anbelangt, so habe ich schon seiner Zeit junge Thiere von *Salmo* mit noch grossem Dottersack und bevor das Hautpigment aufgetreten ist, als solche bezeichnet, an denen man leicht sehen könne, dass die Schleim- oder Becherzellen sich über die ganze Oberfläche des Körpers erstrecken, Flossensäume und Dottersack nicht ausgenommen. An erwachsenen Fischen anderer Arten können sich die Schleim- oder Becherzellen an dem einen Ort anhäufen, an dem andern seltener werden und, wie oben berichtet wurde, es giebt auch Gegenden der Haut, wo sie völlig fehlen.

Gleich im Beginn, als ich mit den betreffenden Elementen bekannt geworden war, habe ich sie gewissen einzelligen Drüsen, wie ich sie aus *Piscicola*, *Clepsine* u. a. A. beschrieben, verglichen. Und zwar nicht bloss aus dem Grunde, weil sie von geschlossenen Formen, welche in der Tiefe der Epidermis liegen, zu flaschenförmigen, nach aussen geöffneten Gebilden sich umwandeln konnten, sondern auch, weil ich das Vorhandensein eines Secretbläschens oder Secretaumes in ihrem Innern wahrnahm¹⁾. Die Bezeichnung „Secretbläschen“ schliesst an eine entsprechende „Umwandlung des Zellinhaltes“ an, auf welche zuerst MECKEL²⁾ an den Nierenzellen der Mollusken und der Leber des Krebses aufmerksam gemacht hat, während ich später diese Bildung noch an verschiedenen andern Orten beobachtete³⁾.

Material zu dem Bande lieferte. Endlich wird man auch annehmen dürfen, dass die scharfe und selbst giftige Beschaffenheit, welche das Hautsecret mancher Fische auszeichnet, auf das Secret der Schleimzellen zurückzuführen ist. PAGENSTECHEK konnte aus eigener Erfahrung mittheilen, dass ein Stich von *Scorpaena* die Haut um die Wunde taub macht wie von Brennesseln oder vom Bienenstich.

1) Histologie, p. 96, fig. 52, links. Auch aus dem Epithel der Schleimhäute, sowie bei Gruppen wirbelloser Thiere habe ich das Vorkommen entsprechender Elemente angezeigt.

2) HEINRICH MECKEL, Drüsenapparate niederer Thiere, in: Arch. Anat. u. Phys., 1846.

3) Bau des thierischen Körpers, p. 24.

Im Gefolge fortgesetzter Untersuchungen liess sich annehmen, dass das Secretbläschen, seiner Entstehung nach, völlig gleichzustellen sei den Vacuolen im Protoplasma¹⁾. Und indem sich meine Erfahrungen über den Bau der Zellsubstanz erweiterten, durfte man dafür halten, dass es das Hyaloplasma sei, welches sich im Secretbläschen ansammelt und dort mannigfache Veränderungen -- zunächst Sonderung in Körnchen -- eingehen könne, während das Spongioplasma, so deutlich von maschigem Wesen im Fuss der Zelle, im obern bauchigen Theil sich zur Abgrenzung des Secretbläschens membranartig verdichtet.

Im Innern des Secretraumes kann auch ein Netz- oder Faserwerk zugegen sein, auf dessen Gegenwart ich zuerst aufmerksam gemacht habe²⁾. Die von mir vertretene Auffassung vom Bau des Protoplasmas macht leicht verständlich, wie auch innerhalb des Secretraumes ein Balkennetz sich finden könne. Es wollen nun zwar Andere, z. B. jüngst SEILLER³⁾, in diesem Netzwerk „keine präformirte Structur“ erkennen, es handele sich vielmehr nur um ein durch Reagentien hervorgerufenes „Kunstproduct“. Eine solche Behauptung halte ich, weil durchaus im Widerspruch mit meinen Wahrnehmungen stehend, für irrig und gestatte mir insbesondere auf meine letzten, diese Theile betreffenden Mittheilungen aus der Epidermis der Larve von *Salamandra* zu verweisen, wo abermals der Ursprung des Bälkchenwerkes aus der Wand des Secretraumes sinnenfällig ist⁴⁾. Aus den Einwüfen, welche man vernimmt, möchte ich vermuthen, dass theilweise etwas andres gemeint ist als das in Rede stehende Balkennetz: vielleicht ein netzig geronnenes Wesen in der Substanz des Secretbläschens.

Hat sich die Drüsenzelle nach aussen geöffnet, so ist die Form der Mündung eine wechselnde. Aus den von mir gegebenen Abbildungen ist ersichtlich, dass die Oeffnung bald rund, bald eckig und verschieden weit sein kann, was wohl eben mit Zuständen des Lebens

1) a. a. O. p. 24. Der Inhalt — Schleim — des Secretraumes muss übrigens doch mancherlei Abänderungen in seiner chemischen Beschaffenheit erfahren, die im mikroskopischen Bild nicht zur Anschauung gelangen, aber aus den verschiedenen Zwecken, welchen er dient, erschlossen werden dürfen.

2) Sinnesorgane der Schlangen, in: Arch. Mikrosk. Anat., 1872, fig. 28 auf tab. 16.

3) SEILLER, Frh. v., Ueber Zungendrüsen von *Anguis*, *Pseudopus* und *Lacerta*, in: Arch. Mikrosk. Anat., V. 3. — Die Zungendrüsen von *Lacerta*, 1892.

4) Zelle und Gewebe, tab. 1, fig. 22.

zusammenhängen wird ¹⁾. Die Mündung liegt zwischen den Zellen der obersten Lage der Epidermis. Ein eigenthümliches Verhalten bot sich an *Petromyzon* dar, indem ausser frei sich öffnenden Schleimzellen auch solche sich fanden, die von streifigem Cuticularsaum überdeckt waren, so dass auch an der isolirten Zelle dort, wo man die freie runde Oeffnung erwartet, gewissermaassen ein von feinen Canälchen durchzogener Deckel zugegen ist ²⁾.

Der Kern hat seine Lage im Anfangstheil des Fusses und kann noch von besonderer Höhlung umgeben sein ³⁾; in der Seitenansicht zeigt er sich gern als ein halbmondförmiger Strich, der ein gewisses glänzendes Wesen an sich hat. Dieser gleichsam an die Wand gedrückte Kern scheint von manchen Autoren, welche Durchschnitte von der Epidermis der Fische geben, gar nicht bemerkt worden zu sein, er fehlt z. B. durchweg auf den Figuren bei BODENSTEIN ⁴⁾, der doch sonst auch auf die Kerne der nächst gelegenen Gewebe genaue Rücksicht nimmt.

Weiterer Forschung bleibt noch immer anheim gegeben, festzustellen, ob die Schleimzellen eine Beziehung haben zu gewissen Enden der Hautnerven. Es hat zwar früher einmal ein Beobachter (AXEL KRY) die Behauptung gethan, die Schleimzellen seien Endorgane von Hautnerven; allein keinem der späteren Untersucher wollte es gelingen, sich hiervon zu überzeugen. Ich selber, der ich an Wirbellosen die Beobachtung gemacht, „dass verwandte Drüsenzellen der Oberhaut mit Nerven zusammenhängen“, war nicht im Stande, an den Schleimzellen in der Epidermis der Fische die Verbindung mit Nervenfasern mir sicher vor die Augen zu bringen ⁵⁾. Zwar sah ich

1) Vergl. z. B. bezüglich des *Leuciscus dobula* in: Organe eines sechsten Sinnes, allwo die Oeffnungen theils rund, theils eckig-zackig sind. Auf tab. 6 der Abhandlung über die Sinnesorgane der Schlangen in: Arch. Mikrosk. Anat., 1872 erschienen die Oeffnungen „im frischen unveränderten Zustand“ rein rund. In: Hautdecke und Hautsinnesorgane der Fische, 1879, fig. 31, 34 (Epidermis der Karausche, des Hechtes) zeigen sich die Stomata hier verengt, dort erweitert, aber ebenfalls durchaus rund. Ich erlaube mir diese Hinweise, weil mir vorgehalten wird, dass ich über die Form der Stomata mich nicht ausgesprochen hätte.

2) Hautdecke und Hautsinnesorgane der Fische, 1879, p. 187.

3) Vergl. z. B. a. a. O. fig. 2 b.

4) BODENSTEIN, Der Seitencanal von *Cottus gobio*, in: Ztschr. f. wiss. Zool., V. 37, 1882, fig. 2, 4, 5.

5) Hautdecke und Hautsinnesorgane der Fische, 1879, p. 138. — In der obschwebenden Frage möchte auch hinzuweisen sein auf die

wie Andre, dass der Fuss der Zelle sich in einen zur Tiefe dringenden Fortsatz verlängern könne, der „schliesslich abermals wie abgerissen aussieht“. Man wird bei Wiederaufnahme der Untersuchung ganz besonders das Augenmerk auf die feinem Verhältnisse der verbreiterten Basis des Fortsatzes, mit welcher er dem Corium aufsitzen kann, zu richten haben. Einstweilen geht meine Vermuthung dahin, dass das bandartig verbreiterte Ende nicht einfach der Lederhaut aufsitzt, sondern dass die Verbindung so sein mag, wie ich zuletzt in der Haut von *Salmo* es sah. Dort löst sich der Endsaum der Zelle in kurze Fäserchen auf, und diese erst sind es, welche in das Plasma der obersten Zellenlage der Lederhaut übergehen¹⁾.

Die eignen und fremden Erfahrungen liessen schon vor Längerem erkennen, dass die Schleimzellen der verschiedenen Arten der Fische zwar dem allgemeinem Sinn nach, da alle Formen aus umgebildeten Epidermiszellen hervorgehen, für verwandte Bildungen zu erklären sind, im Besondern aber doch durch zum Theil stark hervortretende Merkmale getrennt bleiben können.

Darnach habe ich²⁾ schon früher unterschieden eine Gruppe von „Drüsenzellen gewöhnlicher Art“, welche bald mehr rundlich bauchig, bald länglich flaschenförmig sind und darin mit einander übereinstimmen, dass der Kern im verengten Fuss der Zelle liegt, während den obern Theil der Zelle der Secretraum einnimmt. In der Tiefe des Epithels oder der Epidermis können diese Drüsenzellen geschlossen sein und erst, indem sie grösser werden und in die Höhe rücken, sich nach aussen öffnen. Schon diese Form der Drüsenzellen kann bei Knochenfischen etwas Abweichendes dadurch haben, dass sie, im Profil gesehen, wie Säckchen sich ausnehmen, von denen sich oben ein enger Ausführungsgang abschnürt, wozu man meine Abbildung einer Papille des Gaumens von *Acerina cernua* vergleichen wolle³⁾.

Noch abweichender stellen sich unsere Zellen in der Epidermis interessanten Mittheilungen, welche R. SCHNEIDER gegeben hat über die verschiedene Neigung der Gewebe zur Eisenresorption. Die Schleimzellen der Oberhaut des Aales resorbiren das Eisen, hingegen das Nervengewebe besitzt gar keine nachweisliche Neigung zur Eisenresorption. (Ueber Eisenresorption in thierischen Organen und Geweben, in: Abhandl. Akad. Wiss. in Berlin, 1888).

1) Zum Integument niederer Wirbelthiere, in: Biol. Centralbl., 1892, p. 449.

2) Hautdecke und Hautsinnesorgane der Fische, 1879, p. 146.

3) a. a. O. tab. 9, fig. 28.

bei den Cyclostomen dar¹⁾). Der Körper der Drüsenzelle hat hier gern eine concentrisch streifige Beschaffenheit; er kann einen Fortsatz nach unten abgehen lassen; dann aufwärts einen gerade gestreckten, häufiger gekrümmten Gang, dessen Mündung von einem homogenen, glänzenden Secretpfropf ausgefüllt wird.

Kolbenzellen. Auf diese zweite Gruppe habe ich schon in meiner frühesten Mittheilung aus dem Jahre 1850 hingewiesen, wenn ich auch dort noch nicht die später eingeführte Benennung brauchte. Es wurde bereits dazumal von mir angezeigt, dass es bei manchen Knochenfischen, z. B. *Lota vulgaris*, eine Form von „höchst entwickelten Schleimzellen“ gebe, die sich wie grosse, das Licht stark brechende blasige Körper ausnehmen. Viele Jahre nachher habe ich die Gebilde an dem gleichen Fische von Neuem vorgenommen und Näheres über den Bau vorgelegt²⁾). Birnförmig von Gestalt, mit theilweise stark ausgezogenem Stiel stimmen sie mit den „Drüsenzellen der gewöhnlichen Art“ noch darin überein, dass sie wie diese einkernig sind und der Kern ebenfalls im protoplasmatischen Fuss oder Stiel der Zelle liegt. Zu den unterscheidenden Eigenschaften gehört aber, dass der Drüsenraum eine Oeffnung nicht besitzt und dass ferner die Innensubstanz eine Sonderung vollzogen hat, durch welche am Gipfel eine Art Schale oder Kappchen entstanden ist, die das Licht noch stärker bricht als die übrige Innensubstanz.

Will man, wie ich es that, solchen grossen Schleimzellen den Namen „Kolben“ beilegen, so ist anzumerken, dass entsprechende Gebilde bei andern Knochenfischen zwei bis drei Kerne besitzen können, was z. B. der Fall ist bei *Malapterurus electricus*, wo dann die Kerne nicht im Fuss, sondern im bauchigen Theil der umgebildeten Zelle liegen.

Aus der Haut des *Amiurus* hat auch WRIGHT³⁾ solche „clavate cells“ beschrieben und es scheint mir, dass auch auf einer der Zeichnungen⁴⁾ mehrere jener Wabenlinien dargestellt sind, deren oben bei *Malapterurus* gedacht und auf Druckwirkung der nächst liegenden kleinern Zellen bezogen wurden.

Manches Eigenthümliche erscheint auch wieder an den Kolben

1) Meine Untersuchungen a. a. O. p. 139, fig. 3 beziehen sich auf *Petromyzon marinus*.

2) a. a. O. p. 140, figg. 16, 17; dass daneben auch die andern Schleimzellen vorkommen, ergibt sich aus fig. 18.

3) WRIGHT a. a. O.

4) a. a. O. fig. 1.

der Cyclostomen, worüber ich nach eignen Untersuchungen an *Petromyzon marinus* und *fluviatilis* ausführlich berichtet habe¹⁾. Die Abänderungen in Grösse und Gestalt, welche auch Andre bemerkt haben, wurden von mir als Ausdruck wechselnder Lebenszustände aufgefasst. Die einzelnen den Bau betreffenden Punkte noch einmal zu beleuchten, soll hier unterlassen werden.

Wohl aber könnte abermals die Frage angeregt werden, ob nicht einzelnen der Kolben die Bedeutung von Endorganen der Nerven zugesprochen werden dürfe. Vergleicht man meine auf diese Angelegenheit gerichtete Bemühung, so hat sich mir, ähnlich wie bei gewöhnlichen Schleimzellen, die Schlussfolgerung ergeben, dass es nur einzelne der Kolben sein könnten, an welche blasse Nervenstreifen herangehen, derart, dass der nervöse Faden auf den innern Hohlraum des Kolbens trifft und man alsdann das Plasma im bauchigen Abschnitt sammt den dort befindlichen zwei Kernen in Beziehung zur Nervensubstanz sich denken möchte. Aber für die Mehrzahl der Kolben würde eine solche Annahme keine Geltung haben, denn es lässt sich eine Verbindung mit Nerven nicht aufzeigen. Immerhin wäre dies noch kein durchschlagender Einwurf, denn, worauf ich ausdrücklich hingewiesen habe, in den Fällen, wo ich bei Würmern, Arthropoden und Weichthieren auf Verbindungen einzelliger Hautdrüsen mit Nerven stiess, waren es ebenfalls nur einzelne Drüsen, welche in dieser Weise ausgezeichnet erschienen.

Die ganze Frage verdient aber um desswillen im Auge behalten zu werden, weil auch in den Hautsinnesorganen die Umwandlung von Epithelzellen in Becherzellen erfolgt, und ihre Bedeutung an diesem Ort schlägt z. B. SOLGER so hoch an, dass nach ihm die Kolbenzellen in den Hautsinnesorganen der Haie „die eigentlichen Sinneszellen repräsentiren“. Es wird hiervon noch einmal unten die Rede sein.

Des Erwähnens werth möchte auch die Erscheinung sein, dass sowohl die Schleimzellen als auch die Kolbenzellen an manchen Stellen der Haut gehäuft stehen. Für die erstern liefert *Petromyzon* ein Beispiel, allwo in gewissen Gegenden der Haut die „einzelligen Drüsen“ so dicht zusammenliegen, dass dadurch ein Aussehen entsteht, welches an die Perlbildung erinnert²⁾. Die Kolbenzellen stehen auch bei

1) Hautdecke und Hautsinnesorgane der Fische, 1879, p. 141. Wer meine Veröffentlichung einer Durchsicht würdigen mag, wird mir zustimmen, wenn ich sage, dass die historischen Bemerkungen des Prof. FRITSCH über die Sache durchaus irrig sind.

2) a. a. O. fig. 13 c.

Discognathus in Menge beisammen am Rücken der Schnauze; bei *Malapterurus* erblickt man zahlreiche Gruppen solcher Elemente über die Seite des Körpers hin, und Aehnliches zeichnet WRIGHT an *Amiurus*¹⁾.

Körnchenzellen. In hohem Grade merkwürdig sind jene Körper in der Epidermis von *Petromyzon*, welchen man den Namen Körnchenzellen gegeben hat. Was ich über Form und Bau dieser Gebilde zu ermitteln vermochte, habe ich anderwärts²⁾ niedergelegt. Den Platz, wo diese Gebilde einzureihen seien, glaubte ich in der Nähe der Strahlencellen finden zu sollen und möchte auch jetzt noch diese Zusammenstellung nicht ganz aufgeben. Wenigstens könnte zu Gunsten der vorgebrachten Ansicht sprechen, dass die Fortsätze der Zellen sich nicht bloss gabeln und sehr fein auslaufen, sondern selbst Verbindungen eingehen mit andern Fädchen, welche zwischen den untersten Lagen der Epidermiszellen hin und wieder sich bemerkbar machen.

Hätten die besagten Körnchenzellen nicht einen so bedeutenden Umfang, so könnte einem auch der Gedanke beigehen, ob sie nicht jenen Elementen anzuschliessen wären, welche im ersten Abschnitt oftmals erwähnt wurden und gemeinhin als „Wanderzellen“ aufgefasst werden. Es ist dies freilich nichts anderes als eine Vermuthung. Zu den „Wanderzellen“ mag übrigens noch angeführt sein, dass ich an indischen Cyprinoiden zwischen Epithel und Corium eine graue feinkörnige Schicht bemerkte, in der einzelne Kerne zu erkennen waren und im Ganzen das Bild an geronnene Lymphe erinnerte³⁾. Ferner liessen sich an dem oben abgehandelten Aelchen in den Schnitten der verschiedensten Körpergegenden Kerne zwischen den Zellen der Epidermis unterscheiden, welche eckig von Gestalt und kleiner als die Kerne der Epidermiszellen waren und in Tinctionsmitteln lebhaft sich färbten. Unter Umständen zeigen die Kerne sich durch feine Fäserchen verbunden, so dass namentlich zwischen Epidermis und Lederhaut ein zartes Netzwerk sich hinzieht, zu dem die Kerne als Knotenpunkte gehören.

Zieht man Angaben Anderer in Betracht, so untersteht es wohl keinem Zweifel, dass die gleichen Gebilde es sind, welche LIST aus

1) WRIGHT a. a. O. fig. 2, 3.

2) Hautdecke etc., p. 146 ff.

3) Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Thiere, 1883, p. 4, 6, tab. 2, fig. 11.

dem Epithel und der Epidermis von *Cobitis* sowie aus dem Cloakenepithel der Rochen und Haie angezeigt hat. Die betreffenden Kerne seien von verschiedener Form, länglich, spindelförmig, auch hantelförmig; das dazu gehörige Protoplasma werde durch die Reagentien zu sehr aufgehellt, um bemerkt werden zu können. Die Kerne liegen stellenweise haufenartig beisammen. Der Autor nennt die Körper „wandernde Leukocyten“.

Und wieder dieselben Gebilde sind es offenbar, welche OPPEL als Wanderzellen aus der äussern Haut, dem Epithel der Mundhöhle und des ganzen Darmrohres beim Grottenolm (*Proteus*) gefunden hat; auch hier seien sie massenhaft eingelagert.

Auch an Mittheilungen PANETH's wäre zu erinnern. Die „Wanderzellen“ im Epithel stellten sich dem Genannten dar als Kerne von unregelmässiger Gestalt, stark gefärbt, selten mit wenig Plasma, meist seien sie nackt.

Es wird unten bei den Becherorganen auf gewisse Eigenschaften dieser Elemente noch einmal hinzudeuten sein.

Wie wenig wir noch mit dem Bau der Epidermis zu Ende sind, bezeugt auch der Stand unserer Kenntnisse über jene Form der Schleimzellen, welche ich aus der Larve von *Salamandra maculosa*¹⁾ zuerst beschrieben habe. Nach der gründlichen, unter Anleitung FLEMMING's entstandenen Arbeit von PRITZNER erreichen diese Zellen nie die Oberfläche und sind stets geschlossen; in gleicher Weise sprach sich auch LANGERHANS aus. Ob die Zellen für ihre ganze Lebenszeit in diesem Zustande verharren, ist mir zuletzt doch etwas fraglich geworden²⁾, und es wären so doch wieder neue Untersuchungen nöthig mit Rücksicht auf die Behauptung F. E. SCHULZE's, wonach die Zellen die Jugendformen der „flaschenförmigen“ Zellen seien, was bis jetzt verneint wurde. Und wie angesichts der „Becherzellen“ und der „Kolbenzellen“ sich die Frage einmischte, ob man rein secretorische oder auch theilweise nervöse Organe in gedachten Elementen zu erblicken habe, so auch hier. PRITZNER erklärt, und ich hätte dasselbe zu sagen, dass nichts wahrzunehmen sei, was die Annahme rechtfertigen könnte, die Zellen seien „nervöse Elemente“. — Auf Verschiedenheiten, welche sich im Verhalten unserer Zellen aus der Epidermis von *Siredon* gegen Farbstoffe (Karmin, Hämatoxylin) im Vergleich zu den „Becherzellen“ kundgeben, machte CARRIÈRE aufmerksam.

1) Viele Autoren sprechen immer noch von *S. „maculata“*. Mit Bezug hierauf mag doch wieder einmal ins Gedächtniss zurückgerufen werden, dass der Erdmolch heisst: *S. „maculosa* LAUR.“. Die Bedeutung von „*maculata*“ und „*maculosa*“ deckt sich bekanntlich keineswegs.

2) Zelle und Gewebe, p. 90.

Eine Erwähnung verdient vielleicht auch, dass ich bei einem Thier, welches im System weit weg vom Salamander steht, bei dem Egel *Clepsine complanata* nämlich, in der Haut grosse Zellen angetroffen habe, welche den besagten Zellen der *Salamandra* sich verwandt zeigten ¹⁾.

Perlbildung. Zu den Erzeugnissen der Epidermis, welchen ein besonderes Studium gewidmet werden sollte, gehört der „Hautausschlag“ oder die „Perlbildung“ der Fische zur Zeit der Fortpflanzung. Ich habe meinen vor Kurzem veröffentlichten Angaben einstweilen nichts Neues beizufügen und verweise daher, um Wiederholungen zu vermeiden, auf meine bisherigen Mittheilungen ²⁾, aus denen auch hervorgeht, dass ich in diesen Theilen der Epidermis ein Vorspiel dessen sehen möchte, was zur Haarentwicklung in der Classe der Säugethiere hinführt. Es wird in letzterer Beziehung unten noch einmal von diesem Hautausschlag die Rede sein.

II. Lederhaut.

Basalmembran. Die Ansichten der Beobachter gehen aus einander, ob eine Basalmembran vorhanden sei in Form einer elastischen Grenzschicht oder ob solches nicht der Fall wäre. Diese Verschiedenheit der Auffassung kommt auch darin zum Ausdruck, dass manche Autoren geneigt sind „eine Verbindung zwischen Epithel und Stroma“ anzunehmen, andere dies aber bestreiten.

Mir scheint, dass meine frühern und gegenwärtigen Ermittlungen über die Beschaffenheit der obern Grenze der Lederhaut in den Stand setzen können, eine festere Meinung uns zu bilden. Am Flossensaum von *Triton* sah ich seiner Zeit, dass dort die obere Schicht des Coriums fast das Bild eines Epithels darbietet, indem ovale grosse Kerne sammt ihrem Bezirk von Protoplasma dicht und regelmässig aneinander schliessen ³⁾. Ferner bei *Petromyzon* zeigte sich unter der Oberfläche der Lederhaut eine Lage hüllenloser Zellen mit Kern und feinkörnigem, in Fortsätze ausgezogenem Protoplasma. Beidemal ging über die Zellenlage weg eine homogen-streifige Lage — Basalmembran — und

1) a. a. O. p. 91, tab. 2, fig. 31.

2) Integument brünstiger Fische und Amphibien, in: Biol. Centralbl., 1892. — Besteht eine Beziehung zwischen Hautsinnesorganen und Haaren? Ebend. 1893.

3) Schwanzflosse, Tastkörperchen bei Batrachiern, in: Arch. Mikrosk. Anat., 1876, fig. 3 b.

an dieser liess sich bei *Petromyzon* sehen, dass sie von feinen Oeffnungen durchbrochen sei, in denen der Durchschnitt eines Fäserchens erkennbar war ¹⁾. Bringt man nun damit in Verbindung das oben erwähnte Dasein einer Strichelung der Grenzmembran bei *Rhodeus* und *Anguilla* und erwägt, dass die Untersuchungen bei verschiedener Methode durchgeführt wurden, so ruhen meine seiner Zeit gemachten Aufstellungen doch wohl auf einigem Grund. Die senkrechte Strichelung wird hervorgerufen durch feine, von oben nach unten gehende Fädchen, bei deren Zartheit es einstweilen kaum zu bestimmen ist, ob sie alle die gleiche Natur haben oder ob die einen einfach solche Ausläufer sind, welche Epithelzellen und die Bindesubstanzzellen verknüpfen, oder ob die andern nervöse Endfäserchen vorstellen. Die Grenzlage kann aber auch ein zart längsstreifiges Aussehen haben, was auf eine Art von feinem Geflecht zurückgeführt werden darf, welches wieder mit den Zellfädchen der untersten Epidermiszellen zusammenhängt. Die ganze zart streifige Natur der Basalmembran kann nach Quellung durch Reagentien in das Homogene sich umsetzen.

Lockeres und festes Bindegewebe. Auch bei den Fischen, welche diesmal zur Untersuchung gekommen sind, theiligt sich lockeres und derbes Bindegewebe am Aufbau des Coriums in ähnlicher Weise, wie es von andern Arten bekannt geworden ist. Insbesondere ist es das weiche Bindegewebe, welches in näherer Beziehung zum Lymphgefässsystem steht, auch Träger der Blutgefässe und Nerven ist, während die derbern Lagen den Grundstock der Lederhaut bilden. Dass nach den verschiedenen Arten der Fische Eigenthümlichkeiten vorkommen, auch Abänderungen nach den Körpergegenden, namentlich in der Dicke der Schichten, ist von vorn herein zu erwarten ²⁾.

1) Hautdecke der Fische; p. 172, fig. 34, 35. Ein Gleiches war von der Haut der Larve von *Salamandra* zu melden, p. 180.

2) Auf den Bau gerade der Lederhaut wird für gewöhnlich nicht in gleicher Weise Rücksicht genommen, als es im Hinblick auf die Epidermis zu geschehen pflegt. Daher möchte ich ein paar ältere Schriften, welche als Inauguralabhandlungen in Dorpat unter der Leitung REISSNER'S erschienen waren, ins Gedächtniss zurückrufen: BRACKEL, De cutis organo quorundam animalium Plagiostomorum disquisitiones microscopicae, 1858; BRUTZER, De Scaphirhyncho Rafinescii disquisitiones anatomicae, 1859. Vielleicht darf ich auch meine „Histologischen Bemerkungen über den *Polypterus bichir*“, in: Ztschr. f. wiss. Zool., V. 5, 1854 hier noch besonders anführen, da sie neben andern Organsystemen im Bau des Coriums und des Hautskelets verschiedene Einzelheiten bringen.

Muskeln. Vor Jahren glaubte ich aussprechen zu können, dass in der Haut der Fische glatte Muskeln nicht zugegen seien. Unterdessen aber bin ich doch bei *Salmo* und *Leucaspius* auf Stellen gestossen, wo ich Muskelfasern zu erblicken glaube. Es sind Züge, die mit ihren länglich-walzigen Kernen lebhaft an solche Gewebstheile gemahnen, was ich schon anderwärts zu erwähnen Veranlassung nahm ¹⁾.

Lymphräume. Ein näheres Eingehen verdienen die Lymphräume der Lederhaut, wobei es zweckmässig sein mag, zuvor noch der Lymphgänge der Epidermis zu gedenken. Ausser den bekannten Intercellularräumen, deren Beziehung zum Lymphsystem wohl nicht anzuzweifeln ist, liessen sich z. B. bei *Rhodeus*, *Salmo*, grössere Räume und canalartige Lücken unterscheiden, welche an der Unterseite der Epidermis sich derart hinziehen, dass sie nach unten geöffnete Rinnen vorstellen, die, durch die Lederhaut geschlossen, zu Canälen werden. Zieht man dasjenige heran, was ich früher über die Oeffnungen der Bindegewebzwschenräume nach oben wahrgenommen, so ergibt sich die Wahrscheinlichkeit, dass auch an diesen Stellen eine Verbindung mit den Lymphräumen der Lederhaut zu Stande kommen wird.

Ganz besonders aber ist mir bei den diesmaligen Untersuchungen der Hautdecke der Knochenfische der Reichthum der Lederhaut an Lymphräumen aufgefallen. Dass FOHMANN in dem bekannten Werke aus dem Jahre 1827, in welchem das Lymphgefässsystem der Fische ausführlich behandelt wird, über die Lymphräume der Haut völlig schweigt, ist leicht begreiflich; aber auch bei neuern Schriftstellern vermisste ich Hinweise auf diese Verhältnisse. So z. B. kommt in einer reichhaltigen Arbeit von KLAATSCH, welche die Haut der Knochenfische von verschiedenen Gesichtspunkten aus zum Gegenstande hat, das Wort Lymphraum gar nicht vor ²⁾.

Und doch muss ich z. B. die Räume, welche die Schuppen umgeben, gleich hier anführen. Meine Erfahrungen erstrecken sich zwar nur auf die wenigen Arten *Gobius fluviatilis*, *Rhodeus amarus*, *Leucaspius delineatus* und *Salmo fontinalis*, bei welchen sich jedoch überall ergeben hat, dass die Einzelschuppe von einer Höhlung umzogen wird, welcher die Bedeutung eines Lymphraumes zuzuschreiben ist. Bei *Salmo* liess sich an Schnitten geradenwegs verfolgen, dass von dem

1) Integument niederer Wirbelthiere, in: Biol. Centralbl., 1892, p. 453.

2) KLAATSCH, Zur Morphologie der Fischschuppen und zur Geschichte der Hartschubstanzgewebe, in: Morphol. Jahrb., 1890.

unbezweifelbaren weiten Lymphgang, welcher an der Seite des Körpers in dem Unterhautbindegewebe hinzieht, in Abständen Aeste abtreten, die sich gabeln und dann in die Höhlungen sich öffnen, welche je eine Schuppe umschliessen.

Aber auch sonst im derben Corium lassen sich Lichtungen grösserer und kleinerer Lymphgänge unterscheiden, wie auch noch einmal z. B. der zahlreichen Lymphräume gedacht sein mag, welche die Mundpapillen von *Ammocoetes* durchziehen.

Gehörten die erwähnten Lymphräume der Substanz der Lederhaut an, so fällt zweitens bei allen den vorhin genannten Fischen noch ein stattlicher Lymphgang auf, der im Unterhautbindegewebe in der Richtung der Seitenlinie verläuft. Tiefer unten folgt ein zweiter, welcher den Nervus lateralis umschliesst, und noch weiter einwärts zeigt sich ein dritter, welcher die Vena lateralis umgiebt. Der seitliche oder HYRTL'sche Lymphgang ist wohl früher öfters für den Canalis lateralis gehalten worden, und vielleicht habe auch ich bei meiner Untersuchung des *Polypterus* vor vierzig Jahren den gleichen Fehler begangen, was unten noch einmal zur Sprache kommen wird. Jedenfalls gebührt M'DONNELL das Verdienst, bestimmt hervorgehoben zu haben, dass dieser Seitenlymphgang, welcher unter der Haut liegt, durchaus verschieden ist von dem über ihm befindlichen eigentlichen Seitencanal¹⁾.

Am Embryo von *Salmo fontinalis* vermag man, wie oben berührt wurde, manche Einzelheit, sowohl was den Seitenlymphgang betrifft, als auch in Anbetracht der Lymphhöhlungen, welche die Eingeweide umgeben, zu ermitteln.

Bei *Malapterurus electricus* wird der Seitencanal begleitet von zwei Nebencanälen, welche ebenfalls die Natur von Lymphgängen haben.

Die Haut vieler unserer Fische besitzt eine eigenthümlich weiche, wie gallertige Beschaffenheit, was ich seit Langem und wohl nicht unzutreffend mit dem leicht aufquellenden Wesen der Epidermis und ihrer zu Schleim- und Kolbenzellen umgewandelten Elemente in Verbindung brachte. Jetzt, seitdem ich auch die zahlreichen Lymphräume und namentlich jene, welche die Schuppe umgeben, kennen gelernt habe, möchte ich annehmen, dass diese im gefüllten Zustande das „Quappige“ der Haut nur vermehren werden.

1) ROBERT M'DONNELL, On the system of the lateral line in Fishes, 1862.

Meine Angaben über zahlreiche Lymphbahnen im Integument der untersuchten Knochenfische stehen zu meinem Bedauern in schneidendem Widerspruch mit denen von P. MAYER, welcher leugnet, dass bei Selachiern in der Haut des Körpers sich constante Lymphbahnen vorfinden. Jedes Hautgefäss sei entweder eine Arterie oder eine Vene oder eine Capillare und führe nach Umständen reines Blut oder ein Gemisch von Blut und Lymphe. Und so soll insbesondere auch bei Knochenfischen das unter der Seitenlinie verlaufende Lateralgefäss nicht lymphatischer Natur, sondern eine Vene sein¹⁾.

Die im Obigen aufgeführten Einzelbeobachtungen besagen das Gegentheil. Nie sah ich Blut in dem Seitengefäss, sondern nur Lymphe; eine wirkliche seitliche Vene, noch bluthaltig, liegt tiefer, unter dem Nervus lateralis, ebenfalls umschlossen von einer Lymphhöhlung, die mit jener, welche den Seitennerven umschliesst, in Verbindung steht, und diese wieder hat Zusammenhang mit dem Hauptlymphgang der Seite. Alle diese Lymphbahnen liegen im Unterhautbindegewebe. In der eigentlichen Lederhaut trifft man auf Lymphräume des verschiedensten Durchmessers, die im Bau von Arterien und Venen schon dadurch sich unterscheiden, dass sie nur wie bestimmt geformte Aushöhlungen im Bindegewebe erscheinen. Auch der Zusammenhang der die Schuppen umschliessenden Räume mit dem seitlichen Lymphgang konnte vor die Augen gebracht werden.

Mit dem seitlichen Lymphcanal hängt vielleicht auch eine Erscheinung zusammen, die ich bei MONRO erwähnt finde²⁾. Es heisst

1) PAUL MAYER, Ueber Eigenthümlichkeiten in den Kreislauforganen der Selachier, in: Mitth. Zool. Station Neapel, V. 8. In dieser vielfach neue Aufschlüsse gebenden Abhandlung wird auch der Bau der von mir zuerst angezeigten eigenartigen Bildungen an Blutgefässen der Rochen klar gelegt. MAYER bezeichnet sie als „Sphincteren“. Nebenbei erlaube ich mir anzuführen, dass ich auch in der Schrift: Anatomisch-histologische Untersuchungen, 1853, auf tab. 1, fig. 7, ein Lymphgefäss aus *Raja batis* gezeichnet habe, welches ausser dem eingeschlossenen Blutgefäss die „Sphincteren“ veranschaulicht, in verschiedener Ansicht. Damals hielt ich dieselben für Gefässverknäuelungen. Die Schrift: SAPPEY, Etudes sur l'appareil mucipare et sur le système lymphatique des poissons, 1880, habe ich bisher nicht zu Gesicht bekommen. Ergötzlich scheinen darin, nach den kritischen Bemerkungen P. MAYER's, die Ausfälle zu sein, welche der französische Autor gegen mich macht.

2) In der Uebersetzung des MONRO'schen Werkes von SCHNEIDER, welche ich allein zur Hand habe, ist der Fisch genannt *Gadus pol-lachus*. Nach dem Wortlaut ist zu schliessen, dass der Anatom PETIT die obige Beobachtung gemacht hat.

dort, dass bei einer Art *Gadus* im Leben die Seitenlinie „erhoben“ sei, nach dem Tode aber senke sie sich und bilde eine Art von kleiner Rinne. Dieser Wechsel kann nun unmöglich von dem *Canalis lateralis* herrühren, sondern darf wohl von dem in der Seitenlinie verlaufenden Lymphcanal hergeleitet werden, durch dessen jeweiligen Füllungszustand bald eine erhabene Linie, bald eine Furche zu Stande kommen mag.

Schuppen. Die Vorstellungen, welche ich aus meinen frühern Beobachtungen über den Bau der Schuppen¹⁾ gewann, befinden sich mit dem, was ich gegenwärtig sehe, zwar nicht im Widerspruch, sind aber in einigen Punkten zu verbessern.

Die Bildung, welche man „Schuppentasche“ nennt, entspricht einer flach ausgebreiteten Papille der Lederhaut und ist gleichzusetzen einer „Schuppe“ oder „Platte“ bei Eidechsen und Schlangen. Auch bei letzt genannten Thiergruppen hat, wie ich seiner Zeit darthat, die Schuppe den Werth von grossen, niedergedrückten Papillen²⁾. Die bindegewebigē Substanz einer solchen Papille verkalkt bei gewissen Arten der Saurier, z. B. den Glanzschleichen, zu Knochentäfelchen, über deren näheres histologisches Verhalten ich an *Anguis fragilis* und *Scincus* bereits in eingehender Weise Aufschlüsse gegeben habe³⁾. Gleichwie nun bei einer Blindschleiche das Knochentäfelchen ein Stück der verkalkten flachen Papille ist, derart, dass noch unverkalktes Bindegewebe eine weiche Rinde um den Knochen bildet, so ist auch die Schuppe der obigen Teleosteer durch Verkalkung eines Theils der Papille entstanden, aber mit dem Unterschied gegenüber von *Anguis*, dass innerhalb der Papille zugleich ein Hohlraum um das Kalkgebilde entsteht und dadurch die Papille zur „Tasche“ der Schuppe geworden ist. Die Höhlung ist der vorhin erwähnte Lymphraum.

Dieser Auffassung gemäss, der zu Folge Schuppentaschen und Papillen der Lederhaut im Grunde eins und dasselbe sind, darf man auch die Papillen der Lederhaut schuppenloser Fische, in unserm Falle jene von *Malapterurus* für solche ansehen, welche Schuppentaschen entsprechen, ohne sich zu solchen fortgebildet zu haben.

1) Haut einiger Süsswasserfische, in: Ztschr. f. wiss. Zool., V. 3, 1850.

2) Zuletzt in: Die in Deutschland lebenden Arten der Saurier, 1872. — Aeussere Bedeckungen der Reptilien und Amphibien, in: Arch. Mikrosk. Anat., 1873. Es sei auch erinnert an METTENHEIMER, welcher schon im Jahre 1854 hervorhebt, dass jeder Schuppe eine „Hauptpapille“ zu Grunde liegt. (Anat.-hist. Untersuchungen über *Tetraodonurus* Cuvier.)

3) Organe eines sechsten Sinnes, 1868.

Auf dem Querschnitt durch die Haut der Fische, welche zur Untersuchung gedient haben, zeigen sich die Schuppen wie in Fächern untergebracht, welches Aussehen wohl dadurch entsteht, dass die blattartig verbreiterten Papillen unter einander verwachsen sind. Wahrscheinlich bezieht sich auch das, was Andre die „Deckung“ der Schuppe nennen, auf das Zusammenfließen der Schuppentaschen mittels ihrer Wände.

Ich möchte nicht unterlassen, zwischen hinein zu bemerken, dass mir in dem Zusammenvorkommen von Schuppen und umhüllender Lymphe, wie es uns bei Teleosteen begegnet, etwas Aehnliches vorzuliegen scheint von dem, was ich seiner Zeit über die Rippenstacheln des Urodelen *Pleurodeles* mitzuthellen fand ¹⁾. Das fleischlose, glatte, glänzende Endstück der Rippe steckt hier in einer Höhlung, die nach Bau und Inhalt unzweifelhaft ein Lymphraum ist ²⁾. FRAISSE bestätigt meine Angaben und hebt insbesondere auch hervor, dass der Lymphraum bei unverletzter Haut prall mit Lymphe gefüllt sich zeigt ³⁾.

Die Substanz der Schuppe liess ich vor Jahren als ein Conglomerat von Kalkconcretionen entstehen, was, wie KLAATSCH jetzt darthut, nur für die untere Schicht der Schuppe Geltung hat. Der übrige Theil der Schuppe bilde sich durch Betheiligung der Zellen des Bindegewebes. Ich habe dem zuzustimmen, denn ich sehe nunmehr an den Embryonen von *Salmo*, dass die Schuppe in gleicher Weise entsteht wie andre aus Bindegewebe hervorgehende Knochen. Es zeigt sich als das Erste eine Anhäufung von Zellen an den Orten, wo sich das Bindegewebe in eine Schuppe umwandeln soll, und letzterer Vorgang beruht auf Veränderungen des Zellenleibes selber. Meine Präparate gestatten mir in dieser Beziehung freilich nur zu sagen, dass der Theil der Zelle, welcher sich zunächst an der Herstellung der homogenstreifigen Substanz betheiltigt, ein gewisses härliches Wesen an den Tag legt. Dabei erlaubt das mikroskopische Bild, welches die Zelle bietet, auch die Annahme, dass zugleich mit der Umwandlung des Zellenleibes eine Abscheidung von Substanz über den Zellenkörper hinaus stattfinden möge. Auch nach KLAATSCH, welcher die feinem Verhältnisse zwischen den Zellen und der Hartschubstanz schildert, ist hierbei Cuticularbildung im Spiele.

1) Rippenstacheln des *Pleurodeles* Waltlii, in: Arch. Naturgesch., V. 45 (1879).

2) a. a. O. p. 229, fig. 2.

3) FRAISSE, Beiträge zur Anatomie von *Pleurodeles* Waltlii. Inaug.-Dissert., 1880.

Für die Bildung jener Rindenschicht der Schuppe, von welcher oben die Rede war und die als Cuticularbildung in ausgedehnterem Grade angesprochen werden darf, mögen wohl die Zellen im Besondern wirken, deren Kerne sich auf dem senkrechten Schnitt in den Furchen der Rinde erhalten zeigen.

Eben diese Rindenlage, von Andern auch wohl einer Schmelzschicht verglichen, hat schwerlich eine solche Bedeutung und suche ich deren Verwandtschaft anderswo, indem ich hierbei abermals an Verhältnisse bei *Pleurodeles* denke. Wie dort das fleischlose Endstück der Rippe — der Rippenstachel — innerhalb des ihn umgebenden Lymphraumes ein glattes, glänzendes Aussehen hat, hervorgebracht durch mehr homogene Beschaffenheit seiner Grenzsubstanz, so wird auch die „Schmelzschicht“ der Schuppe nur als festere, glänzende und homogene Grenzlage anzusehen sein.

Chromatophoren; Pigmentflitterchen. In Rücksicht auf das Morphologische der Farbzellen in der Fischhaut möchten die obigen Mittheilungen über eine eigenthümliche Umwandlung der Kerne in gelben Chromatophoren des Bitterlings (*Rhodeus amarus*) zu beachten sein¹⁾. Die oftmals schon aufgeworfene Frage, ob auch bei höhern Thieren ein körniges Pigment von blauer Farbe vorkommt, musste bezüglich des stahlblauen Schwanzstreifens des Bitterlings in bejahendem Sinne beantwortet werden.

Zur Lehre von der Contractilität der Farbzellen, welcher ich wiederholt Aufmerksamkeit geschenkt habe, konnte man auch am frischen Thier Beobachtungen machen, welche das Frühere bestätigten und erweiterten.

So liess sich die unmittelbare Einwirkung des Nervensystems auf die Thätigkeit der Chromatophoren, wie ich sie vor Jahren am Laubfrosch nach Zerstörung des Rückenmarkes aufgezeigt habe, auch am Bitterling nachweisen. Beim Durchschneiden des Rückenmarks trat zuerst rasche Verdunkelung der Haut ein, hervorgerufen durch das Sichausbreiten und Grösserwerden der einzelnen Chromatophoren; dann erfolgt allmähliches Hellerwerden der Haut durch das contractile Sichverkleinern der Farbzellen.

Ein anderer auffälliger Punkt betrifft die Reizbarkeit der Chromatophoren, insofern sie sich noch lange nach dem Tode des Thieres erhält. An der Stunden lang todt daliegenden Ellritze (*Phoxinus laevis*)

1) Vergl. auch: Zur Kenntniss der Legeröhre des Bitterlings, in: Zool. Garten, 1892.

zeigten nach Einwirkung von Wärme oder Druck die Chromatophoren noch die Fähigkeit, sich zusammenzuziehen¹⁾. Dergleichen ganz örtliche Farbenveränderungen können uns auch den Gedanken nahe legen, dass hier eine unmittelbare Einwirkung auf das Plasma der Chromatophoren erfolgen möge.

Endlich wurde auch die Aufmerksamkeit gerichtet auf das Zustandekommen der so lebhaften Veränderung der Hautfarbe am absterbenden Fisch, was nicht bloss von jeher an gewissen Meerfischen als eine höchst auffällige Erscheinung bewundert wurde²⁾, sondern auch an Fischen des Süsswassers, von mir z. B. am brünstigen Bitterling, verfolgt werden konnte³⁾. Die Erklärung hat man nach dem, was ich an *Rhodeus amarus* sah, darin zu suchen, dass die den Metallglanz bedingenden Flitterchen ebenso in Zellsubstanz liegen wie die mattkörnigen Pigmente, also keineswegs frei ausgestreut sind; auch liess sich der zum Zellbezirke gehörige Kernfleck gar nicht selten selbst in den sehr lang ausgezogenen plasmatischen Streifen erkennen. Ferner ist anzunehmen, dass dieses das guaninhaltige Pigment in

1) Näheres in: Integument niederer Wirbelthiere, in: Biol. Centralbl. 1892, p. 455. Dort wies ich auch auf eine bisher unbemerkt gebliebene Beobachtung SIEBOLD's hin, welcher die gleiche Erscheinung an Salmoniden in sehr ausgesprochenem Maasse wahrgenommen hatte.

2) PLINIUS, Nat. hist. Lib. IX, XXX: „Mullum expirantem versicolori quadam et numerosa varietate spectari, proceres gulae narrant, rubentium squamarum multiplici mutatione, palescentem, utique si vitro spectetur inclusus“. Wohl auf denselben Fisch bezieht sich die Angabe bei CETTI, Anfibi e Pesci di Sardegna, Sassari, 1777, p. 194: „Una volta, che si pregiata triglia (Mullus de' Romani) mi venne in potere, ne ebbi ancora un giocondissimo spettacolo fisico: poiche tenendola al bujo, viddi in essa fosforo più bello e più vivo, che vedessi mai.“ Ich habe schon anderwärts (Verbreitung der Thiere im Rhöngewirge, Mainthal, Eifel und Rheinthal, in: Verh. Naturf. Ver. Rheinlande u. Westphalen, 1881, p. 176) Gelegenheit genommen, einige ältere Beobachtungen über den Farbenwechsel sterbender Fische in Erinnerung zu bringen. Unterdessen bin ich noch auf die mir bis dahin unbekannt gebliebenen Mittheilungen gestossen, welche AGASSIZ seinem Werke: Poissons fossiles, 1833—1843, eingefügt hat und aus denen hervorgeht, dass er an lebenden, in aufgeregtem Zustand befindlichen Fischen (*Aspro zingel*, *Salmo fario*, *Lota vulgaris*, *Silurus glanis*) plötzliche Farbenveränderungen wahrgenommen hat. Er denkt hierbei an eine „*secrétion abondante et une résorption subite des pimens colorés*“, eine Ansicht, die auf dem damaligen Stand histologischer Kenntniss ruht.

3) Blaufarbiger Wasserfrosch, Leuchtflücken der Ellritze, in: Zool. Garten, 1892, p. 6.

sich schliessende Plasma in gleichem Maasse contractil ist wie jenes, welches das dunkle, das gelbe und rothe Pigment beherbergt. Daraus wird sich alsdann weiter ergeben, dass durch die Contraction des Plasmas die irisirenden Plättchen¹⁾ sich verschieben, ihre Stellung zum Licht verändern und so Glanz und Schimmer oder die durch Reflex des Lichtes erzeugten Farben hier hervorrufen, dort zurücktreten lassen.

Dem Gesagten zu Folge ist die Erscheinung des Farbenwechsels beim absterbenden Fisch als ein letztes Zucken der Zellsubstanz an der Peripherie des Körpers aufzufassen, gleichsam als ein letztes Aufflackern des Lebens.

Mir dient einstweilen zum bessern Verständniss des Farbenspiels, welches die Haut des absterbenden Fisches darbietet, auch jene Farbenumsetzung, welche an verschiedenen einheimischen Schmetterlingen sich vor die Augen bringen lässt. Die Farbtheilchen der Flügel bei Arten und Gruppen der Macro- und Microlepidopteren sind entweder bald matt, bald von schwachem Schimmer, oder sie gehen auch ins stark metallisch Glänzende über. Beim Männchen zeigt sich mitunter der Schiller der Farbtheilchen sehr gesteigert. Nun ist unschwer zu beobachten, dass die Farben von metallischem Schimmer bei wechselnder Beleuchtung in überraschender Weise sich umsetzen, so dass z. B. Blau zu Weiss wird, Schwarz in Blau übergeht, Braun zu Grün

1) Wie sehr „die wundervolle Entdeckung von EHRENBURG über den Krystall, welcher die Silberschicht des Bauchfells von *Esox lucius* bildet“, bei den Zeitgenossen das Interesse erregt hat, ersieht man nachträglich aus L. AGASSIZ's Leben und Briefwechsel, Berlin 1886: Brief HUMBOLDT's an AGASSIZ aus dem Jahre 1833. — Auf eigene und fremde Beobachtungen an den krystallinischen Plättchen bin ich mehrmals zurückgekommen, in: Nov. Act. Acad. Leop.-Carol., V. 34 (1868); Arch. f. mikr. Anat. 1876; Pigmente der Hautdecke und Iris, Verh. Phys.-med. Ges. in Würzburg, 1888, und möchte in dieser Beziehung nach spätern Erfahrungen jetzt noch anschliessen, dass diese irisirenden Plättchen bei manchen Fischen riesengross werden können (Die augenähnlichen Organe der Fische, 1881, z. B. bei *Argyrolepecus hemigygnus*, tab. 4, fig. 27). Auch an den „Leuchtpunkten“ unserer Ellritze (*Phoxinus laevis*) sah ich, dass „die Einzelfitterchen eine bedeutende Grösse haben“ (Blaufarbiger Wasserfrosch: Leuchtflecken der Ellritze, in: Zool. Garten 1892). Es soll auch daran erinnert werden, dass VALENTIN bald nach dem Bekanntwerden der EHRENBURG'schen Entdeckung die „Krystalle“ vorgenommen und seine Ansichten darüber ausgesprochen hat (Ueber den Verlauf und die letzten Enden der Nerven, in: Act. Acad. Leop.-Carol., V. 18).

wird, Alles in mannigfachen Abstufungen. Es sind namentlich zahlreiche Eulenarten (Noctuiden), welche dieses Farbenspiel schön hervortreten lassen. Ich möchte mir nun vorstellen, dass die Aenderung der Farbtheilchen (Flitterchen) in ihrer Stellung zum Lichte, welche hier von der Bewegung unserer Hand besorgt wird¹⁾ und die Umsetzung der Farbe bedingt, am sterbenden Fisch durch die Thätigkeit des Zellplasmas geschieht. In beiden Fällen handelt es sich um veränderte Stellung der irisirenden Plättchen zum auffallenden Licht.

III. Becherorgane.

Vielleicht ist es der Sache dienlich, wenn hier eine übersichtliche Darstellung nach den Gruppen der Fische, Amphibien und Reptilien versucht wird.

Die Bezeichnung „Becherorgane“, welche ich vor Jahren zuerst in Vorschlag brachte, wird zwar unterdessen meist nicht mehr gebraucht und dafür Sinnesknospen, Sinneshügel und Aehnliches, gern auch Hautsinnesorgane schlechthin gesetzt. Doch möchte ich zur Rechtfertigung des von mir seiner Zeit gewählten Namens anführen, dass, obschon die betreffenden Organe nicht eigentlich mit einer Höhlung versehen sind, sondern massige Bildungen vorstellen, immerhin an ihrem freien Ende eine Mulde oder selbst trichterartige Eintiefung gern entsteht, welche von oben als eine Oeffnung gesehen wird²⁾.

Fische. An einheimischen Süßwasserfischen von mir³⁾ auf-

1) Zu meinen Beobachtungen bediente ich mich einer kleinen Sammlung solcher Schmetterlingsflügel, welche auf gummirtes Papier abgezogen sind und mit denen sich viel besser experimentiren lässt als mit aufgesteckten ganzen Thieren.

2) Vergl. z. B. fig. 28, 29 in: Hautdecke und Hautsinnesorgane der Fische.

3) Von meiner im Jahre 1850 erfolgten Anzeige der Becherorgane scheint METTENHEIMER nichts gewusst zu haben, als er im Jahre 1854 anlässlich der von ihm herausgegebenen „Anatomisch-histologischen Untersuchungen über den *Tetragonurus Cuvieri*“ von „Hautdrüsen“ dieses Fisches spricht. Er findet sie besonders zahlreich am Rand der Lippen und der Gegend des Auges; doch hat er „eine mikroskopische Analyse“ nicht angestellt. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass sich die Angaben des Autors auf die Becherorgane beziehen. — MARCUSEN, in der Abhandlung über „Die Familie der Mormyren“, in: *Mém. Acad. Imp. Sc. St. Pétersbourg*, 1864, sagt von diesen Fischen: „Auf dem Kopfe zeigt die Haut viele Löcherchen.“ Auch damit sind wohl die Becherorgane gemeint gewesen, die dem russischen Beobachter ebenfalls noch nicht zur Kenntniss gelangt waren.

gefunden, wurden die Organe sodann von F. E. SCHULZE zuerst einer eingehenden histologischen Prüfung unterzogen, deren Ergebniss war, dass ein Becherorgan aus zwei gänzlich verschiedenen Arten von Zellen zusammengesetzt sei, wovon die einen einfache Cylinderzellen seien, die andern aber dünne, stäbchen- oder fadenförmige Elemente von ausserordentlicher Länge¹⁾.

Als ich danach selbst wieder die Untersuchung aufgenommen hatte, stellten sich mir die feinern Verhältnisse des Baues in wesentlich anderer Weise dar.

So viel ich nämlich zu ermitteln vermochte, nach Vornahme der Organe sowohl im frischen Zustande und bei Vermeidung von allem Druck, als auch unter Anwendung von Reagentien, musste man unterscheiden zwischen den Zellen der Rinde und denen der Mitte. Die erstern bestehen aus einem untern feinkörnigen Theil, welcher den Kern birgt und nach unten sich fasrig auffranzt; weiter nach oben ist die Zelle bauchig angeschwollen, und in diesem verbreiterten Abschnitt hat sich ein Hohlraum entwickelt; das obere Ende der Zelle bildet ein stabförmig verengter Abschnitt, in den sich der Hohlraum des bauchigen Theiles canalartig fortsetzt. Fasst man den stabförmigen Abschnitt genau ins Auge, so sind die begrenzenden Seitenlinien von feinst granulärer Natur, während dazwischen eine helle homogene Axe hinzieht. Als Endstück dieser Axe ragt aus dem stabförmigen Theil der Zelle eine kurze feine Borste hervor. Bei Knochenfischen des Meeres scheinen nach den darüber vorhandenen Abbildungen die Borsten eine bedeutende Länge erreichen zu können. Von der „hyalinen Röhre“, welche von F. E. SCHULZE beobachtet wurde, wird unten die Rede sein.

Die Zellen der Mitte sind kürzer, dicklicher, granulärer, weshalb sie am frischen Object und bei Vermeidung von allem Druck als Ganzes wie eine Art Mark des Organs von feinkörniger Substanz sich ausnehmen. Diesen Zellen der Mitte sitzt am obern freien Ende ein scharfer gezeichnetes Knöpfchen oder Höckerchen an.

Die das Becherorgan zusammensetzenden beiderlei Zellen zeigen nach dem Vorgebrachten Verwandtschaftliches zu jenen Drüsenzellen, welche man Schleim- oder Becherzellen nennt. Gleich den letztern haben sie den Kern im untern plasmatischen Theil der Zelle, während im erweiterten obern Abschnitt sich ein Hohl- oder Secretraum be-

1) F. E. SCHULZE, Ueber die becherförmigen Organe der Fische, in: Zeitschr. wiss. Zool., 1862.

findet, dessen helle Innensubstanz sich in den stabähnlich verschmälernten Theil der Zelle fortsetzt. Der in den Drüsenzellen sich wohl auch einstellende Pfropf an der Mündung hat sein Homologon in den Knöpfchen, Höckerchen und Borsten der Zellen des Becherorgans. Nach Anwendung von Reagentien, welche die Gestalt der Zellen mehrfach verändern können ¹⁾, kam auch noch eine weitere Uebereinstimmung mit den Drüsenzellen insofern zum Vorschein, als in dem Secretraum vom Rande her ein Balken- oder Netzwerk ins Innere vorspringt.

Zu solchen Ergebnissen war ich gelangt durch Untersuchungen, welche ich vor 14 Jahren vorgenommen hatte, und wie das Obige zeigen kann, gelange ich jetzt, bei erneuter Prüfung, nicht nur zu gleicher Auffassung, sondern fühle mich darin noch mehr bestärkt. Ich nahm dort auch die Gelegenheit wahr zu der Mittheilung, dass ich den Bau der Organe bei *Gasterosteus* übereinstimmend finde mit jener des Hechtes ²⁾. Zuletzt bin ich auf eine Darlegung des Baues besagter Bildungen in einem Artikel eingegangen, der sich gegen MAURER bezüglich des von ihm behaupteten Zusammenhanges der Becherorgane der Fische mit den Haaren der Säugethiere wendet ³⁾.

In der Arbeit, auf welche ich soeben hindeuten mir gestattete, hebe ich auch einen Punkt hervor, der mir Beachtung zu verdienen scheint. Gleichwie nämlich die Becherzellen durch Umbildung gewöhnlicher Epithelzellen entstanden sind und man daher nicht immer und überall im Epithel das Stadium der Umformung gerade vor die Augen bekommt, vielmehr die Umbildung der Epithelzellen in Drüsenzellen den Charakter des Zeitweiligen und Unbeständigen an sich hat, so kann sich dies in derselben Weise in den „Sinnesknospen“ wiederholen. Man kann auf Becherorgane stossen, deren zusammensetzende Zellen in nichts abweichen von cylindrisch verlängerten Epithelzellen, und hinwiederum begegnen uns die Fälle, in denen die Zellen des Organs von echten Becherzellen nicht zu unterscheiden sind. Und ich durfte damit wohl auch den Wechsel in Verbindung bringen, der sich an den als Secret hervorstehenden Borsten kund giebt, die deshalb bald völlig fehlen, bald deutlich vorhanden sind und dabei wieder in Länge und Dicke abändern.

Dass die sogenannten Deckzellen nicht eigentlich besondere Theile

1) a. a. O. p. 154.

2) Zelle und Gewebe, p. 98.

3) Besteht eine Beziehung zwischen Hautsinnesorganen und Haaren?
in: Biol. Centralbl., 1893.

der Sinnesknospen vorstellen, sondern immer nur zur obersten Lage der Epidermis gehören, mag auch hier erwähnt werden, und ebenso, dass sie längere Zeit über die Organe weggehen und erst nach und nach am Gipfel auseinanderweichen, wodurch eine Oeffnung oder ein Durchbruch zu Stande kommt. Auf den Durchschnitten, welche WILSON¹⁾ giebt, sieht man ebenfalls, wie die äusserste Epithellage brückenartig über die bereits bestehende muldenförmige Eintiefung wegzieht.

Ferner giebt es noch ein weiteres in die Zusammensetzung der Becherorgane eingehendes Element, und das sind kernartige Bildungen, welche sich zwischen den Zellen befinden. Ich wurde auf die Körper an *Cyprinus carpio* und *Rhodeus amarus* aufmerksam, und es ist wahrscheinlich, dass ich sie in den frühern Fällen, so auch bei *Discoognathus*, nur übersehen habe. Gedachte kernartige Bildungen sind von geringer Grösse, dabei häufig von eckiger Gestalt, färben sich stark und weichen durchaus von den Kernen der Zellen, welche im Uebrigen das Becherorgan formen, ab. Uebrigens trifft man, was die obigen Mittheilungen darthun, die gleichen kernartigen Körper auch zwischen den Zellen der Epidermis überhaupt an.

Ich habe schon anderwärts²⁾ erwähnt, dass wohl SOLGER die betreffenden Gebilde zuerst gesehen und als „zackig-eckige Figuren zwischen den Kolbenzellen und indifferenten Stützzellen“ unterschieden, auch als „Zwischenpfeiler“ bezeichnet hat. Sie seien ihrer Natur nach „intercelluläre Abscheidungen“. Dann sprach ich die Vermuthung aus, dass die kleinen, kernartigen Körper („non epithelial elements“), auf welche WRIGHT aus einem Durchschnitt des Sinnesepithels von *Amiurus* hinweist, ebenfalls hierher gehören möchten. Zweifelhaft ist, ob auch „bodenständige Kerne“, welche HERMANN in einer Arbeit über die Becherorgane („Geschmacksknospen“) der Säugethiere beschreibt, mit den in Rede stehenden Gebilden Gemeinsames haben. Es unterscheidet nämlich der Genannte ausser den „Stabzellen“ und „Stiftchenzellen“ noch „Basalzellen“, durch deren Fortsätze ein Maschenwerk entsteht, das unter sich und mit dem Schleimhautstroma in Verbindung tritt und ebenso mit den Plasmafortsätzen der Stützzellen.

Eine höchst schwierige und noch nicht ins Reine zu bringende Frage ist die nach dem Endverhalten der Nerven zu den Becherorganen. An vielen der Sinnesbecher, und zwar schon im frischen Zustande, bekommt man ein Nervenbündel zu Gesicht, welches an einen Sinnes-

1) WILSON, The embryology of the Sea Bass, 1891.

2) a. a. O. p. 366, Anmerk. 2.

becher herantritt. Sowohl früher wie jetzt habe ich darüber Aufklärung gesucht, was aus der Nervenröhre wird, nachdem sie den bindegewebigen Boden verlassen hat, und bin zuletzt¹⁾ zu dem Ergebniss gekommen, dass der homogene Inhalt der Nervenröhre oder das Nervenmark sich intercellulär verbreitet in Form senkrecht zwischen den Zellen der Rinde aufsteigender Streifen, welche oben spitz oder mit knopfartiger Verdickung aufhören. Die Scheide der Nervenröhre aber löst sich beim Heraustreten aus dem Corium netzig auf und geht damit in Gemeinschaft mit dem innern Maschenwerk der Nervenröhre in die fadigen Fortsätze über, in welche sich die Zellen des Organs in ihrem untern Ende auffranzen. Möglicher Weise sind noch jene zwei Formen von Nervenendigungen vorhanden, welche ich vor dreizehn Jahren in den Organen der Seitenlinie angetroffen und bildlich dargestellt habe²⁾, nämlich intercellulär ziehende Markstreifen, welche in Netzform zusammentreten, und endlich auch Nervenfasern, welche in die birnförmigen Zellen übergehen. Die Vermuthung, dass auch diese Nervenendigungen vorkommen mögen, stützt sich darauf, dass die freien Becherorgane und jene, welche in den Canälen des Kopfes und der Seitenlinie eingeschlossen sind, im Wesentlichen übereinstimmen und eigentlich nur durch die Grössenverhältnisse sich unterscheiden.

Am Embryo von *Salmo* begegnete ich auch hin und wieder der Erscheinung, dass an der Wurzel der Sinnesknospen, innerhalb des Mesoderms, eine Ansammlung von Kernen zugegen war, welche als Ganzes den Eindruck eines kleinen Ganglions machen konnte, zumal auch der Nerv selber hier herantritt.

Den Darlegungen über die Structur der Sinnesbecher sollen jetzt noch einige Angaben über Verschiedenheiten in Grösse, Umriss, Vorkommen und Anordnung beigefügt werden.

Die Grösse ist eine sehr wechselnde: es giebt solche, die fürs freie Auge gar nicht erkennbar sind, andre, die unter diesen Umständen nur die Grösse eines Punktes zeigen, viele aber heben sich als Höcker oder Fleckchen deutlich dem unbewaffneten Auge ab. Es wird von mancher Seite behauptet, dass die Sinnesbecher sich durch Theilung vermehren. Mir selber ist bisher nichts aufgestossen, welches mir diese Annahme wahrscheinlich gemacht hätte. Es schien sich mir immer, auch wenn die Organe in Gruppen beisammenstanden, um eine locale Differenzirung der Elemente der Epidermis zu handeln.

1) a. a. O. p. 367.

2) Hautdecke und Hautsinnesorgane der Fische, fig. 43.

Im Umriss sind die Becherorgane bald rund, oval oder abgestumpft kegelförmig, am obern Ende mit oder ohne grubenartige Einsenkung. Alle diese Mannigfaltigkeiten in Grösse und Gestalt können uns an einem und demselben Fisch entgegentreten.

Betreffend die Anordnung, so ist bedeutsam, dass die Organe in ihrem ersten Auftreten und häufig auch bleibend in Reihen stehen, welche Längs-, Schräg- und Bogenlinien bilden, wie dies z. B. am Scheitel und auf den Schuppen des Bitterlings (*Rhodeus amarus*) zur Ansicht kam. Wenn eine Vereinigung zu Gruppen oder zu unregelmässiger Lagerung sich darbietet, so scheint dies aus spätern Zuständen hervorzugehen.

Die Verbreitung der Organe über die Oberfläche des Körpers ist offenbar nicht bei allen Fischarten die gleiche. Während ich sie z. B. schon längst an den Lippen und Barteln¹⁾ gewisser Cyprinoiden in grosser Menge antraf, habe ich sie dort bei den von mir untersuchten Salmoniden völlig vermisst. Auch bezüglich ihrer An- oder Abwesenheit auf den Flossen scheint es Verschiedenheiten zu geben. Zu dem oben darüber Vorgebrachten mag jetzt noch angeführt werden, dass in dem R. SCHNEIDER'schen Werk über Eisenresorption in thierischen Organen und Geweben das Flossenstück eines Aales dargestellt ist, auf dem sich ausser den „Becherzellen“ noch zwei grössere und ebenfalls durch das resorbirte Eisen blau gefärbte, kuglige Körper finden, von denen der Text nichts meldet, die aber nichts anderes sein können als Becherorgane (Sinnesknospen).

Dass immer die gleichen Bildungen in die Mund- und Rachenhöhle der Knochenfische sich fortsetzen und namentlich am Gaumen sehr zahlreich stehen, habe ich ebenfalls von Anfang an aufgezeigt und wusste später auch anzugeben, dass sie von da auf die Schleimhaut des Kiemenapparats sich verbreiten²⁾. Das Vorkommen der „Endknospen“ an den Kiemenbogen von *Cottus* erwähnt nach mir auch

1) MERKEL schreibt es JOBERT zu, die Barteln als eine der Stellen bezeichnet zu haben, wo sich die Organe besonders zahlreich finden, während dies lange zuvor von mir und zwar gleich in der ersten Mittheilung geschehen ist.

2) Auch bei Cyclostomen kommen die Becherorgane im Kiemenapparat vor. Denn nach ANTON SCHNEIDER (Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Wirbelthiere, 1879) tragen die „hintern Säume der Diaphragmen jeder eine Reihe von warzenförmigen Anschwellungen, welche Geschmacksknospen sein dürften“. Die Abbildung auf tab. 2, fig. 5 veranschaulicht ein unbezweifelbares Becherorgan.

BODENSTEIN mit dem Beisatz, sie seien dort stärker entwickelt als am übrigen Körper, welche Bemerkung einige Beachtung verdienen dürfte im Hinblick auf gewisse andere Vorkommnisse.

Jedenfalls ergibt sich, dass die becherförmigen Organe über die ganze Fläche des Integuments und dessen Fortsetzungen einwärts sich verbreiten können, was ich seiner Zeit denn auch ausdrücklich hervor-gehoben habe¹⁾.

PARKER, welcher nach dieser Richtung hin den *Protopterus* untersucht hat, welches Thier offenbar nur freie Hautsinnesorgane besitzt, denn nirgends seien „schützende Furchen oder Canäle zugegen“, sagt aus, dass hier im Bereich der Extremitäten von diesen Organen nichts aufzufinden war²⁾. Wenn übrigens der Autor beifügt, dass man bei einem „sozusagen terrestrischen Thier“ solche Organe überhaupt gar nicht erwarten sollte, so darf ich doch an meine Beobachtungen über das Vorkommen der betreffenden Organe auch bei Reptilien erinnern. Und sind nicht fast alle unsre einheimischen Amphibien „terrestrische“ Thiere, die nur der Fortpflanzung halber das Wasser aufsuchen?

Noch darf angeführt werden, dass die Sinnesknospen gern den Papillen aufsitzen, welche sich auf der freien Fläche des Integuments und der Schleimhaut der Mund-, Rachen- und Kiemenhöhle erheben; aber es ist unrichtig, wenn gesagt wird, das Vorhandensein der Becherorgane sei stets an die Entwicklung der Hautpapillen geknüpft. Es giebt Hautpapillen, welche keine Becherorgane tragen, und andererseits kommen letztere entschieden auch an Stellen vor, wo sich das Corium nicht in Papillen erhebt.

Ueber die morphologische und physiologische Bedeutung der Papillen des Integuments, auch bei Säugethieren und andern Wirbelthieren, erlaube ich mir auf frühere Mittheilungen zu verweisen³⁾.

Durch die bisherige Erörterung zieht sich die Annahme, dass die Becherorgane trotz ihrer Verschiedenheiten in Grösse und Form doch alle zusammen eine eng verbundene Gruppe bilden; allein mehrere, wenn auch erst bruchstückartig erhaltene Beobachtungen geben dem Gedanken Wahrscheinlichkeit, dass sich die Gruppe der Becherorgane schon für die Classe der Fische in Unterabtheilungen auflösen lassen

1) Die in Deutschland lebenden Arten der Saurier, 1872, p. 102.

2) W. N. PARKER, Zur Anatomie und Physiologie von *Protopterus annectens*, in: Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. B., 1885.

3) Aeusserer Bedeckungen der Säugethiere, in: Arch. f. Anat. u. Phys., 1859, p. 696 ff. — Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Thiere, 1883, p. 19.

wird. In wie weit meine Beobachtung, dass in Becherorganen der Schnauzengegend von *Leucaspius* ein kegelförmiger Körper von scharfrandigem Wesen anzutreffen war — eine Bildung, welche an das von P. und F. SARASIN bei *Ichthyophis* entdeckte „Hörkeulchen“ erinnert — auf eine Trennung hinweist, mag einstweilen dahingestellt bleiben. Aber bestimmter spricht schon vor Längerm SOLGER¹⁾ von einer „zweiten Art von Epithelknospen“. Vielleicht gehe ich nicht fehl, wenn ich die von MERKEL²⁾ bei *Balistes* aufgefundenen und als „eigenthümliche Organe“ bezeichneten Bildungen hier anziehe. Und bei gegenwärtiger Untersuchung bin ich an *Leucaspius delineatus* und *Salmo fontinalis* auf Structures gestossen, die nach Obigem Verwandtschaftliches zu den Becherorganen zu haben scheinen, jedenfalls aber nicht ganz mit ihnen übereinstimmen. In der Classe der Amphibien und noch mehr in jener der Reptilien wird dieser Zug der Sonderung und Umgestaltung in neue Formen noch deutlicher sich zeigen.

Amphibien. Die ersten Anlagen der Becherorgane stellen abgegrenzte Zellgruppen in der Epidermis dar, längere Zeit völlig überdeckt von der obersten Lage der Epidermiszellen³⁾. Erst später wird für die Spitzen der Organe ein Durchgang frei; die obersten Epithelzellen werden herkömlich im Hinblick auf die Lage als Deckzellen unterschieden.

Von mir wurde ferner auch zuerst⁴⁾ darauf hingewiesen, dass die Zellen der Mitte — ich nannte sie als Ganzes den „Innenkörper“ — in Form und sonstigen Eigenschaften sich von den Randzellen unterscheiden. Dieser Erkenntniss hatte ich in der Folge beizufügen, dass die Substanz der Innenzellen im frischen Zustande „ein etwelches helles wie homogenes Wesen an sich habe und nach Reagentien ins Feinkörnige sich trübe“. Anfangs bezeichnete ich die Form der Zellen als rundlich, was ich aber bald in „länglich-birnförmig“ verbesserte⁵⁾, und später machte ich auch aufmerksam, dass der Hals der Zelle durch Verengerung stabartig sich ausziehen könne. In Betreff des feinern Gefüges der Zellen gedenke ich bereits in der frühern Mittheilung einer querstreifigen Zeichnung, die sich in ihrer Substanz bemerkbar mache und mich „beinahe an den aufgerollten Faden der

1) Seitenorgane der Knochenfische, p. 385.

2) a. a. O. p. 76.

3) Hautdecke und Hautsinnesorgane der Fische. (Organe aus der Mundhöhle der Larve von *Pelobates*.)

4) Organe eines sechsten Sinnes, 1868.

5) Allgemeine Bedeckungen der Amphibien, 1876.

Nesselzellen“ gemahnen konnte. In Untersuchungen, die ich 17 Jahre später mit bessern Hilfsmitteln vorzunehmen im Stande war, zeigte es sich, dass die „Querstreifung“ von den das Innere des Kerns durchziehenden und fadig verbundenen Klümpchen herrührt, ähnlich dem, was an gewissen Zellkernen der Insecten deutlich ins Auge fällt¹⁾.

Bezüglich der den Rand der Organe bildenden Zellen — gewöhnlich Mantel- oder Stützzellen genannt — hatte ich an der Larve von *Pelobates* gesehen, dass sie den Charakter der Innenzellen besitzen können, ein Verhalten, das auch bei den Fischen wahrgenommen wird und wohl mit verschiedenen Zuständen im Leben der Zellen zusammenhängt. Die gleiche Bemerkung gilt wohl auch für eine bestimmte Sonderung, die ich im Gefolge anderer Untersuchungen aufzeigen konnte, insofern sie zugegen sein oder fehlen kann. Ich meine die Umwandlung der Zellen in solche, welche sich in ihrem Wesen den Becherzellen nähern. Die Mantelzellen der Organe von unsern Urodelenlarven hatten eine gestreckte Form mit Secretionsraum, und der über dem Kern liegende Abschnitt erschien oben geöffnet, so dass die helle Materie, welche den Secretionsraum erfüllte, vorn wolkig austreten konnte.

Nimmt man die Tafeln zur Hand, welche die Abhandlung von BUGNION begleiten²⁾, so sind dort die betreffenden Zellen bei stärkerer Vergrößerung sehr naturgetreu nach dem Umriss dargestellt, aber nichts ist von dem Hohlraum und dessen Fortsetzung in den obern Theil zu sehen, eine einzige Linie begrenzt die Zelle und deren halsartig verlängerten Abschnitt³⁾.

Es mag nicht für überflüssig gelten, auf die bisherigen Befunde über die aus den Becherorganen hervortretende Substanz in etwas einzugehen, indem ich zuvor in Erinnerung bringe, dass die helle homogene Materie, gewissermaassen das Secret der Zellen, schon bevor sie nach aussen gelangt ist, also noch innerhalb des Zellkörpers einen hellen Saum vorspiegeln, man möchte sagen, eine Art Cuticula erzeugen kann⁴⁾.

1) Zelle und Gewebe, p. 100, tab. 3, fig. 50.

2) BUGNION, Rech. sur les organes sensitifs, qui se trouvent dans l'épiderme du Protée et de l'Axolotl, 1873.

3) Dass auch an Sinneszellen der Säugethiere der nach oben gekehrte Abschnitt sich ins Stäbchenförmige, richtiger Walzig-Röhrenförmige umbilden kann, bei gleichzeitigem Sichzusammenziehen des untern oder bauchigen Theils, kam mir z. B. an den Riechzellen der Katze deutlich vor die Augen. (Zelle und Gewebe, fig. 44, 45).

4) a. a. O. p. 99.

Erhebt sich die homogene Substanz über die Zellenköpfe, so kann sie sich darstellen in Form von Stiftchen, bezüglich welcher ich nach Studien an den Larven von *Salamandra* und *Triton* Eingehenderes berichtet habe ¹⁾. Sie erscheinen im optischen Querschnitt als Ringelchen, welche das Licht stark brechen; von der Seite gesehen sind es kegliche Hervorragungen, am Gipfel auch wohl von etwas geknöpfter Gestalt. Mit Hülfe solcher Vergrößerung und nach Einwirkung von sehr schwacher Lösung Pikrinsäure sah ich einige Jahre nachher ein neues Merkmal ihrer Form, darin bestehend, dass ihre Oberfläche keineswegs ganz glatt ist, sondern Linien erkennen liess, welche man auf vorspringende Kanten zu deuten sich befugt halten durfte ²⁾. Noch habe ich aus meinen Erfahrungen anzuführen, dass die kegligen Hervorragungen bald ohne sonderliche Ordnung stehen, bald zu zwei Längsreihen, gleichsam kammartig, gruppirt sind. Es hat auch geschienen, als ob keineswegs immer je ein Stiftchen oder Kegel zu einer einzigen Zelle gehöre, sondern dass auf eine Zelle mehrere Stiftchen kommen können ³⁾. Gegenüber von andern Autoren, welche von „langen Haarbüscheln“ sprechen, sah ich bei Urodelen immer nur Stiftchen von winziger Form. Wie die entsprechenden Gebilde bei den Fischen, sind auch hier bei Amphibien die Kegel und Stiftchen von sehr verletzlicher Natur und schmelzen leicht zu Körnchenhäufchen ein.

Eine zweite Art, unter welcher das Secret der Becherorgane getroffen werden kann, ist ein Faden, der im frischen Zustande von blassem zarten Wesen ist, eine ziemliche Länge und an der Basis einige Breite hat und in dem innern Zellenhaufen wurzelt. Dieses Gebilde beschrieb und zeichnete ich ⁴⁾ von den Larven einheimischer Urodelen (*Salamandra*, *Triton*), allwo übrigens der Faden nur an den Organen der Wangengegend und des Schwanzes sichtbar war. Ich nannte später ⁵⁾ geradezu den Faden „eine Art Schleimfaden“. Ohne unterdessen diese fadige Bildung von Neuem untersucht zu haben, bin ich durch anderweitige Erwägungen und die Angaben mehrerer Beobachter zu der Ansicht gekommen, dass die vielbesprochene hyaline

1) Allgemeine Bedeckungen der Amphibien, Sonderabdr., p. 51; die Abbildungen hierzu in: Hautsinnesorgane der Urodelen, in: Morph. Jahrb., V. 2, figg. 1, 2, 3 auf tab. 18, fig. 25 auf tab. 20.

2) Zelle und Gewebe, p. 99, tab. 3, fig. 51, 52.

3) Man wolle hierzu die citirten Tafeln vergleichen.

4) Organe eines sechsten Sinnes, fig. 10, 11, 14, 17.

5) Zur Kenntniss der Sinnesorgane der Schlangen, in: Arch. Mikrosk. Anat., 1872.

Röhre, welche F. E. SCHULZE ¹⁾ aus den Organen hervorstehen lässt und welche ich immer vergeblich suchte, mit dem erwähnten „Schleimfaden“ ein und dasselbe sein mag. Der Unterschied in unsern Auffassungen wird aber darin bleiben, dass ich das helle homogene Gebilde nicht für ein „Rohr“ ansehe, sondern für eine solide, fadige Cuticularbildung, wie ich solches wiederholt ausgesprochen habe ²⁾.

Sehr beachtenswerth sind die in dem SARASIN'schen Werke ³⁾ niedergelegten Angaben und beinahe geeignet, um meine Wahrnehmungen und jene von F. E. SCHULZE in Einklang bringen zu können. Die Genannten sagen nämlich, dass bei *Ichthyophis* von den innern Zellen je ein starres Haar ausgehe, während die äussern oder Stützzellen ein Secret liefern, welches im erhärteten Zustande die „Röhre“ bilde. Das kommt dem nahe, was ich über die Becherorgane aus der Mundhöhle der Eidechsen seiner Zeit zu erwähnen hatte ⁴⁾. Dort gingen die äussern Zellen in einen Kranz von Spitzen aus, die einen streifigen Saum erzeugten und wozu ich die Vermuthung äusserte, dass sie Anfänge oder auch Reste der Gallertröhre sein könnten.

Da der beregte Gegenstand immer noch nicht ins völlig Reine gelangt ist, so möchte ich doch noch einiger andrer Autoren gedenken, welche zum Theil mir entgegenstehen, zum Theil sich meiner Anschauung nähern. So liessen sich z. B. LANGERHANS und MALBRANC dahin vernehmen, dass sie die Existenz der SCHULZE'schen Röhre zu bestätigen haben. Auch WIEDERSHEIM ⁵⁾, indem er die Abbildung des „Nervenhügels von einem Urodelen“ giebt, zeichnet eine deutliche hyaline „Röhre“, zu deren Anfertigung er sich vielleicht auch deshalb so sicher gefühlt hat, weil MERKEL behauptet, die „hyaline Röhre sei bei den Amphibien sicher gestellt“. Immerhin wird vom Autor selbst die von ihm herrührende Zeichnung für „halbschematisch“ erklärt. Hören wir aber z. B. SOLGER, so ist (bei den Fischen) die „hyaline Röhre“ nicht hohl, sondern ein solides Abscheidungsproduct

1) F. E. SCHULZE, Nervenendigung in den sogenannten Schleimcanälen der Fische und über entsprechende Organe der durch Kiemen athmenden Amphibien, in: Arch. Anat. u. Phys., 1861.

2) Hautdecke und Hautsinnesorgane der Urodelen, in: Morph. Jahrb., V. 2, p. 297; zuletzt in: Zelle und Gewebe, p. 98.

3) P. SARASIN und F. SARASIN, Ergebnisse naturwissenschaftlicher Forschungen auf Ceylon, V. 2, Heft 2, 1887.

4) Die in Deutschland lebenden Arten der Saurier, 1872, p. 101, tab. 12, fig. 15.

5) WIEDERSHEIM, Vergleichende Anatomie der Wirbelthiere, 1886, p. 358, fig. 282.

der Zellen¹⁾. Und bei FRAISSE erfahren wir, es sei bei *Pleurodeles* nirgends etwas von der SCHULZE'schen „Röhre“ wahrzunehmen, sie sei entschieden eine cuticulare Bildung²⁾. Auch die Mittheilungen CARRIÈRE's³⁾, welcher die Sache an *Siredon* verfolgt hat, bewegen sich deutlich auf der Bahn meiner ursprünglichen Ansichten.

Bei dem Widerspruche, in den ich mich so oftmals in gegenwärtiger Sache mit andern Beobachtern gesetzt fand, habe ich wiederholt die Ursache darin gesucht, dass im Vorkommen der gedachten Cuticular- oder Secretbildung wohl eine gewisse Unbeständigkeit herrscht, weil es sich um vorübergehende Entwicklungsstadien handeln möge. Und diese Meinung findet ihren Rückhalt in frühern und spätern Nachrichten. Während z. B. bezüglich des *Proteus* BUGNION und MALBRANC sagen, dass die „Röhre“ hier fehle, meldet OPPEL, dass er sie hier „mehrfach“ antreffe — also doch nicht immer! Im Text wird das Gebilde „hyaline Röhre“ zwar genannt, aber die Abbildung zeigt einen nach dem freien Ende zu sich verjüngenden, mit Längsstreifen versehenen Körper. (Die Längsstreifung hat früher auch schon SOLGER bei *Gobius minutus* bemerkt.) Bei *Siredon*, im fertigen Zustande, vermissten BUGNION und MALBRANC die Röhre, und auch von CARRIÈRE hören wir, dass er lange darnach vergeblich gesucht habe, dann aber habe er das Gebilde am jungen Thier „handgreiflich“ vor sich gehabt. Eben deshalb sei wiederholt, dass ich bei den Larven der von mir untersuchten Anura an keiner Art etwas von der „Röhre“ vor die Augen bekommen habe.

Jetzt wie früher stelle ich die besprochene Bildung an den Becherorganen mit der sogenannten Cupula der Seitenorgane auf eine Linie. Ja ich kann nicht umhin, die Frage aufzuwerfen, ob man nicht noch weitere Secretsubstanzen unter den angedeuteten Gesichtspunkt vereinigen darf. Ich denke hierbei nicht bloss an den glashellen Pfropf, der sich z. B. in den Hautdrüsen von *Triton* während des Landaufenthalts bildet, sondern noch mehr an die „glashelle Gallertmasse“ in den Schleimröhren der Selachier, welche ich⁴⁾ für „Zellenabscheidungen in grösserm Maasstabe“ längst erklärt habe⁵⁾.

1) SOLGER, a. a. O. p. 374.

2) FRAISSE, a. a. O.

3) CARRIÈRE, Postembryonale Entwicklung der Epidermis des *Siredon pisciformis*, in: Arch. Mikrosk. Anat., 1884.

4) Hautdecke und Hautsinnesorgane der Urodelen, p. 307.

5) Wenn FRITSCH jüngst sagt, man habe „übersehen oder vernachlässigt, dass die Gallertröhren und Ampullen de facto mit einer als

Schon bezüglich der Fische war hervorzuheben, dass in die Reihe der Becherorgane noch Bildungen gehören mögen, die man, weil einerseits verwandt, andererseits verschieden von ihnen, als eine besondere Art von Sinnesknospen ansprechen könnte. Für die Classe der Amphibien springt nun ebenso in die Augen, dass die „Becherorgane“ keineswegs von einerlei Art sind, sondern starke Umbildungen erfahren können. So erwähnt CARRIÈRE, dass man bei *Siredon* zweierlei Formen von Knospenorganen unterscheiden könne; in noch höherm Grade sehen sich P. und F. SARASIN nach ihren Untersuchungen an *Ichthyophis* veranlasst, eine Zerlegung der Hautsinnesorgane in der Weise vorzunehmen, dass sie zwei Gruppen aufstellen: „Hügelorgane“ und „flaschenförmige Organe“. Im Innern der letztern befindet sich ein stark lichtbrechender Körper von keulenförmiger Gestalt; das Keulchen steht auf den Spitzen der Haare, welche von den birnförmigen Zellen ausgehen. Endlich habe ich mich längst für berechtigt gehalten, die Geschmacksplatten, welche bei verschiedenen Gattungen der anuren Batrachier sowie auch der Urodelen vorkommen, als eine „Untergruppe oder engere Abtheilung“ der Becherorgane hinzustellen ¹⁾.

Secret zu bezeichnenden Substanz angefüllt sind“, so ist dieser Ausspruch, wie man aus Obigem erfahren kann, nicht ganz zutreffend. Uebrigens nehme ich Anlass, um ebenfalls ein literarisches Versäumniss nachzutragen. Ich wusste nämlich lange nicht, dass in dem Werke: MANGENDIE und DESMOULINS, *Anatomic des systèmes nerveux des animaux à vertèbres*, Paris 1825 in dem beigegebenen Atlas auf tab. 1, fig. 1 vier Packete der Ampullen aus *Raja* eingezeichnet sich finden und in der Erklärung der Tafel genannt werden: „Organes sensitifs particuliers des raies.“ Anführen möchte ich ferner noch, dass sich in der bei uns wenig bekannten Abhandlung: BONSDORFF, *Jemförende Anatomisk Beskrifning af cerebral Nerverna hos Raja clavata*, in: Act. Soc. Scient. Fenn., V. 5 auf einer schönen Abbildung des Nervensystems der *Raja* ebenfalls ein Packet der Gallertröhren zu sehen ist, sowie auch eine besondere Tafel mehrere mikroskopische Figuren über die Ampullen giebt.

1) Allgemeine Bedeckungen der Amphibien, 1876. — Zelle und Gewebe, p. 95. Es mag hier auch des eigenartigen Epithels gedacht werden, welches ich bei dem indischen Cyprinoiden *Lobocheilus falcifer* auf dem polsterartigen, bis dahin für die Zunge gehaltenen Organ vorfand und in seinen Einzelheiten dargesellt habe. (Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Thiere, 1883, p. 22 ff; tab. 2, fig. 18 u. 19.) Das Epithel ist dort zu einer grossen Sinnesplatte umgewandelt, die man den Geschmacksplatten auf der Zunge der Batrachier vergleichen darf. Ich bin später noch einmal, gelegentlich meines Aufsatzes gegen BROCK, auf die Sache zurückgekommen (Nervenendkörperchen in der Haut der Fische, in: Zool. Anz., 1888, p. 43), indem ich dabei die Er-

In Rücksicht auf die Frage nach den Verschiedenheiten der Becherorgane mag es gerechtfertigt sein, wenn ich auf die hierher gehörigen Bildungen in der Mundhöhle der Batrachierlarven nochmals Bezug nehme, zu dem Zweck, die Darlegungen, welche F. E. SCHULZE zuletzt gegeben hat, mit meinen Angaben zu vergleichen.

Nach dem genannten Beobachter¹⁾ besteht das Becherorgan bei der Larve von *Pelobates* aus verlängerten Cylinderzellen und zweitens aus dünnen stäbchen- oder fadenförmigen Elementen, welche die Nervenendzellen seien. Diese Unterscheidung wird gegründet auf Präparate, welche durch Reagentien gegangen sind.

Dem entgegen sah ich an den Organen im frischen Zustande als wesentlichen Bestandtheil eine Gruppe von Zellen, die hinten bauchig verbreitert und vorn fast stabartig verengt sind, also eine umgekehrt birnförmige Gestalt haben. An der Spitze konnte ein glänzendes, rundliches Körperchen sich abheben²⁾. Es war eben der Bau der gleiche, wie ich solchen an den Larven der Urodelen wahrgenommen hatte.

Jahre nachher handelt SCHULZE die Organe abermals ab³⁾. Ohne meinen Angaben und Zeichnungen Beachtung zu schenken, erklärt er, dass er an seiner frühern Darstellung festhalte. Blicke ich jedoch auf diese neuesten Abbildungen, so geben sie eben wieder nur das Bild der Organe, wie sie durch Reagentien verändert sind, und die Striche, welche die „fadenförmigen Geschmackszellen“ andeuten sollen, können ebenso gut für Schrumpfformen genommen werden als auch für fadige, von Kernen ausgehende Verlängerungen, welche im gewöhnlichen Epithel als „Wanderzellen“ angesprochen werden. Nur nebenbei sei erwähnt, dass meine Wahrnehmungen über das Hervorgehen der Sinnesepithelplatten auf den keulenförmigen Papillen der Zunge insofern Bestätigung finden, dass auch F. E. SCHULZE die

scheinung hervorhob, dass bei diesem Fisch über der wirklichen Zunge noch ein zweites zungenähnliches Organ liegt. Es schien mir dies von Bedeutung zu sein bezüglich der Vorstellung, dass bei Säugethieren eigentlich die Neben- oder Unterzunge das Frühere war und die obere oder ausgebildete Zunge für ein späteres Erzeugniss angesehen werden dürfe.

1) F. E. SCHULZE, Geschmacksgorgane der Froschlarven, in: Arch. Mikrosk. Anat., V. 6.

2) Hautdecke und Hautsinnesorgane der Fische, 1879, p. 157.

3) F. E. SCHULZE, Ueber die innern Kiemen der Batrachierlarven, in: Abh. Akad. Wiss. Berlin, 1888.

Becherorgane auf den Papillae clavatae zu dem Sinnesepithellager auswachsen lässt.

Mehr als alles dies müssen aber unser Interesse in Anspruch nehmen die Mittheilungen, welche der Autor über „neu entdeckte Epitheldrüsen“ vorlegt. Diese „merkwürdigen“ Drüsen seien von Kürbisform und an der Endfläche leicht dellensartig vertieft; sie beständen aus Zellen von langgestreckter Gestalt, nach dem freien Ende zu verjüngt, mit „doppelt contourirter, röhrenförmiger Membran“. Der Inhalt dieses Theiles der Zelle sei hell, fast wasserklar, der übrige Theil bilde eine körnerreiche Masse, im basalen Ende liege der grosse, bläschenförmige Kern. Wanderzellen mit stark tingirbarem Kern seien ebenfalls zugegen.

Diese epithelialen Gebilde erzeugen durch ihre Menge ein förmliches „Drüsenfeld“ am Dache der Rachenhöhle, stehen auch zahlreich an der Unterseite der Kiemendeckplatten, ferner in den seitlichen Aussackungen der Kiemenhöhle, endlich auch seien dicht damit besetzt die in die Kiemenhöhle hineinragenden fingerförmigen Papillen.

Welche Bedeutung soll man den betreffenden Bildungen beilegen?

Wie aus dem Angeführten erhellt, nimmt sie F. E. SCHULZE für mehrzellige Drüsen, beschränkt auf das Epithel, ohne in eine bindegewebige Grundlage eingebettet zu sein, stellten also eine Drüsenform vor, wie sie sonst im Bereiche der Wirbelthiere nicht angetroffen wird.

Nach meinem Dafürhalten sind diese „Drüsen“ als sehr entwickelte Becherorgane anzusehen, eine Deutung, zu welcher schon der erste Blick auf die Figuren hinleiten darf und die auch durch ein näheres Eingehen nicht zurückgewiesen wird. Zunächst nämlich kann weder die Grösse noch das theilweise Sichzusammenschieben ein Hinderniss für meine Annahme sein, da ja auch z. B. bei Fischen die Sinneshügel nicht nur recht umfänglich sein können, sondern sich auch wohl zu einem zusammenhängenden oder „linearen Nervenknopf“ verbinden.

Zweitens kann zu Gunsten meiner Ansicht angeführt werden, dass gerade auch am Gaumen der Fische die Becherorgane sehr entwickelt sind, auch nicht minder papillenartige Hervorragungen, Bartfäden z. B., dicht damit besetzt erscheinen.

Und was drittens den Bau anbelangt, so passt doch die Beschreibung, welche F. E. SCHULZE von den zelligen Elementen giebt, genau auf dasjenige, was ich über die Umbildung der Zellen der Becher- und Seitenorgane zu Schleimzellen anzugeben hatte: Sonderung in körnigen Fuss mit Kern, nach oben lichter Secretraum, Uebergang desselben in eine röhrenförmige Verlängerung. Ob nicht auch, anstatt

der flockigen Masse, welche aus den Zellenöffnungen an gehärteten Präparaten hervorgeht, unter andern Umständen stiftähnliche Bildungen zugegen sein werden, wird sich erst durch weitere Untersuchungen ergeben.

Eine entschiedene Uebereinstimmung giebt sich auch darin kund, dass die „höchst auffällige Trennung von zwei gesonderten Kernreihen, die ziemlich weit auseinander liegen“, in gleicher Weise, wie oben zu vermelden war, bei Becherorganen vorkommen kann.

Betrachtet man ferner die fig. 30 auf tab. 4 bei F. E. SCHULZE, so sehen wir in beiden „Drüsen“ einige zwischen die Zellen aufsteigende dunklere Streifen eingezeichnet, die durchaus an die intercellularen Streifen erinnern, welche in den Becherorganen sich bemerklich machen können.

Was endlich den Umstand betrifft, dass unterhalb der „epithelialen Drüse“ mehr oder weniger zahlreiche Blutcapillaren sich finden, so habe ich auf das gleiche Verhalten an den Hautsinnesorganen der Amphibien hinzuweisen Gelegenheit gehabt. Auch Andere, FRAISSE z. B., haben dies gethan.

Ist nun nach Voranstehendem eine gewisse Uebereinstimmung der „Drüsen“ mit Becherorganen kaum wegzuleugnen, so wird man jetzt den Haupteinwurf gegen die von mir angenommene Verwandtschaft beiderlei Bildungen daher nehmen, dass ein zur „epithelialen Drüse“ tretender Nerv fehlt!

Das ist ein Punkt, um den sich in unserer Frage Vieles dreht und der mir bei den eigenen Untersuchungen schon mehr als einmal zu denken gegeben hat. Ich bin nämlich wiederholt auf Becherorgane gestossen, und zwar solche von typischer Art, ohne dass es mir gelungen wäre, einen das Organ versorgenden Nerven in Augenschein zu bekommen. Und das nicht etwa durch die Gegenwart von allzu reichem Pigment in der bindegewebigen Schicht oder durch andere ungünstige Zufälligkeiten, sondern an ganz sauber daliegenden Organen.

Danach bleibt kein anderer Ausweg als die Annahme, dass es auch „Becherorgane“ ohne Nerven giebt. Bewährt sich dies, so liesse sich behaupten, dass gar manche Bildung, die man bisher den Becherorganen anreihete, ein Sinnesorgan nicht sein kann, sondern für eine „epitheliale Drüse“ anzusprechen wäre ¹⁾.

1) Es soll nicht unterlassen werden, auf eine Figur des Proteus die Aufmerksamkeit zu lenken, welche bisher kaum beachtet wurde und etwas aufzeigt, was die Frage, ob Hautdrüsen oder ob Hautsinnesorgane vorliegen, ebenfalls aufwerfen lässt. Ich meine die SCHREIBER'sche Ab-

Man sieht, dass wir auf diese Weise in den Kreis jener Betrachtung geführt werden, welcher ich schon zu wiederholten Malen Ausdruck gegeben. Mir scheint, dass den „Sinneszellen“ und den „Drüsenzellen“ ein verwandtschaftlicher Zug innewohnt. Und dies erstreckt sich so weit, dass wir gewissen Bildungen gegenüber im Schwanken bleiben, ob wir sie der einen oder der andern Gruppe zutheilen sollen. Man erinnere sich z. B. jener zelligen Elemente in der Epidermis der Batrachierlarven, welche unter der Bezeichnung Stiftchenzellen¹⁾ dem Einen Drüsenzellen sind, dem Andern Sinneszellen, so dass sie auch wohl (von F. und P. SARASIN) als erste Stufe zur Bildung der Becherorgane betrachtet werden. Ob die „Stiftchenzellen“ aber immer einen Nervenfasern aufnehmen, ist bisher unsicher geblieben. Wir stehen also wieder vor demselben Zweifel, wie er uns bezüglich der Becherorgane entgegentritt. In ähnlicher Lage befinden wir uns den Schleimzellen (Becherzellen) der Wirbelthiere gegenüber: hin und wieder zeigt sich etwas wie ein Zusammenhang des untern Endes der Zelle mit dem Ausläufer einer Nervenfasern, in den meisten Fällen aber ist von einer solchen Verbindung mit Nerven nichts sichtbar. Und auf den gleichen Wechsel musste ich auch längst bezüglich der einzelligen Hautdrüsen von Anneliden und Weichthieren hinweisen, indem auch dort nur einzelne der Drüsen mit einem Nerven ausgestattet erscheinen.

In Rücksicht auf die von mir vertretenene Meinung, dass in den zur Sprache gebrachten Organisationsverhältnissen „neben der em-

bildung des *Proteus anguinus*, in: Isis 1817, tab. 5, fig. 1. Hier sieht man nach der Länge des Leibes, bis in die Schwanzgegend hinein, zwei Fleckenreihen aufs deutlichste ausgedrückt, welche durchaus metamorph gestellt sind. Im Text werden die Flecken für „Drüsen- oder vielmehr Grubenreihen“ erklärt, wodurch der „Olm dem Salamander näher trete“. Wenn man sich nun erinnert, dass BÜGNION, welcher die Haut des Proteus sorgfältig untersucht hat, hervorhebt, es fehlten hier die grossen dunkeln Hautdrüsen, wie solche der Axolotl, Salamander und andere Amphibien besässen, so möchte man vermuthen, dass es sich um sehr entwickelte Hautsinnesorgane handeln könnte. Andererseits liesse sich auch denken, dass an dem SCHREIBERS'schen Thier, welches ein wahres Riesenexemplar vorstellt, sich doch auch, neben den kleinen hellen, auch die grossen dunkeln Drüsen ausgebildet hätten. Man wird bei Wiederaufnahme der Untersuchung nicht umhin können, den bezeichneten Fall näher zu prüfen.

1) Vergl. meine Aufsätze: Stiftchenzellen in der Oberhaut der Batrachierlarven, in: Zool. Anzeiger, 1885; Integumente niederer Wirbelthiere, in: Biol. Centralbl., 1892.

pfündenden Thätigkeit auch eine secretorische stattfinden möge“, gestatte ich mir, auch meine Beobachtungen an den Geschmacksplatten der Batrachier ¹⁾ in Erinnerung zu bringen. Die Elemente dieser Organe sind entwickelte Becherzellen, mit Eigenthümlichkeiten in Begrenzung und Form. Die Substanz, welche aus der Mündung der Zellen hervorkommt, erscheint im frischen Zustande wie zu einer homogenen rundlichen Masse zusammengeflossen, und es liegt der Gedanke nahe, dass diese hervorquellende gallertige Substanz bei der Geschmacksempfindung theilhaftig sein werde. Ich könnte so es nicht für ungereimt ansehen, ähnliche Beziehungen auch in Betreff der Becher- und Seitenorgane für wahrscheinlich zu halten, trotzdem dass mir deswegen starker Tadel zu Theil wurde ²⁾.

Reptilien. Auf die Hautsinnesorgane der Saurier und Ophidier bin ich durch mehrfache Untersuchungen zurückgekehrt, die, wie es scheint, andern Autoren nur theilweise oder auch gar nicht bekannt geworden sind.

Zuerst gedenke ich dieser Bildungen von *Anguis fragilis* und *Lacerta vivipara* aus der äussern Haut ³⁾; späterhin auch von *Lacerta agilis*, allwo ich sie von der Haut der Lippen über die Schleimhaut der Mund- und Rachenhöhle verbreitet fand ⁴⁾. In einer anschliessenden Arbeit habe ich den Bau der Organe näher dargethan an *Tropidonotus natrix* und *Coronella laevis* ⁵⁾, dann auch an Arten der Gattung *Fipera* vom Rande der vor den Giftzähnen befindlichen Taschen ⁶⁾. Die Untersuchungen fortsetzend, bespreche ich die be-

1) Zelle und Gewebe, p. 94.

2) Man vergleiche z. B. EISIG, Capitelliden, Monographie in: Fauna und Flora des Golfs von Neapel, 1887, wo gesagt wird: „Eigenthümlicher Weise that LEYDIG, nachdem er mit bestem Erfolg die herrschende Auffassung des Seitenorgansystems als eines schleimabsondernden Apparates bekämpft und anstatt dessen die nervöse Natur dieses Systems vertreten hatte, doch wieder selbst insofern einen Schritt nach rückwärts, als er den Seitenorganen, genauer den Organen des sechsten Sinnes, neben der empfindenden auch eine secretorische Thätigkeit zuschrieb.“

3) Organe eines sechsten Sinnes, 1868, p. 86.

4) Die in Deutschland lebenden Arten der Saurier, 1872, p. 100, tab. 12, fig. 151.

5) Zur Kenntniss der Sinnesorgane der Schlangen, in: Arch. Mikr. Anat., 1872.

6) Die Giftzähne einheimischer Schlangen, Ebenda, 1872, p. 13, tab. 1, figg. 13, 14.

treffenden Theile auch von *Coluber viridiflavus*¹⁾ und weise ebendasselbst²⁾ auch auf die Sinnesbecher am „Schnauzenhorn“ der Sandvipera (*Vipera ammodytes*) hin. Zuletzt gab ich unter Benützung junger Thiere von *Vipera berus* Mittheilungen über die Verbreitung dieser epithelialen Sinnesorgane in der Mundhöhle, eine Zeichnung beifügend, welche ihre Anordnung am Gaumen veranschaulicht³⁾.

Ueberblickt man all das Einzelne, was ich über die Becherorgane der Reptilien vorzulegen hatte, so ergibt sich, dass jene Sinneshügel, welche der Schleimhaut der Mund- und Rachenhöhle angehören, noch am meisten denen der Amphibien und Fische, wie sie dort sowohl in der Mund- und Rachenhöhle als auch in der äussern Haut vorkommen, sich anschliessen. Die Abweichungen sind kaum grösser, als sie nach der sonstigen Verschiedenheit der genannten Thierclassen erwartet werden dürfen. Anders aber steht es mit den entsprechenden Organen des Integuments. Hier wandelt sich bei den Reptilien der Bau zum Theil derart um, dass sie, wie ich mich seiner Zeit ausdrückte, „einen andern Formenkreis darzustellen scheinen“. Darin möchte ich die Ursache erblicken, dass mehr als ein Autor sich mit dem Ausspruch vernehmen lässt, es gingen die becherartigen Sinnesorgane den eigentlichen Landthieren, also auch den Reptilien, überhaupt ab.

Bei solcher Verschiedenheit der Ansichten mag es nicht überflüssig sein, etwas näher auf die Sache einzugehen.

Die Organe der Mund- und Rachenhöhle bei *Lacerta* zeigten nach meinen vor mehr als zwei Decennien vorgenommenen Untersuchungen eine aus länglichen Zellen zusammengesetzte Wand, und diese Zellen bedingten durch ihre feinen Endspitzen einen streifigen Saum an der bald verengten, bald erweiterten Oeffnung des Bechers. Im Grunde befindet sich ein zelliger Innenkörper. Die Organe sitzen auf kurzen Papillen, und Nerven sieht man deutlich herantreten.

Bei *Anguis* stehen die Organe nicht auf papillenähnlichen Hervorragungen, sondern ruhen in grubchenartigen Austiefungen. Abgesehen von den Deck- oder Hüllzellen, bekunden auch hier wieder die eigentlichen Zellen des Organs die Natur von Schleimzellen, wie ich das im Einzelnen beschrieben habe. An der Mündung der Zellen quillt entweder eine wolkige Substanz hervor, oder es erscheint eine

1) Ueber die äussern Bedeckungen der Reptilien und Amphibien; Haut der einheimischen Ophidier, Ebenda, 1878.

2) a. a. O. fig. 8.

3) Ueber einheimische Schlangen, in: Abh. Senckenb. Naturf. Ges. Frankfurt a. M., 1884, fig. 3.

Anzahl stiftartiger Körperchen oder auch nach Anwendung von Chromsäure abgestutzte Fäden und Stäbe, welche, um das Zwei- und Dreifache an Länge die Stifte überragend, büschelförmig gruppirt sind. Indem die einzelne Schleimzelle des Organs zunächst für sich zwischen den Deckzellen ausmündet, kann man drei, vier und mehr solcher Einzelöffnungen vor die Augen bekommen, welche alsdann zu einer gemeinschaftlichen einzigen Mündung zusammenfliessen. Auch hier halte ich solchen Wechsel für bedingt durch verschiedene Zustände der lebenden Zelle.

Pseudopus bot im Wesentlichen die gleichen Verhältnisse dar wie *Anguis*, und gewisse Abweichungen hingen vielleicht damit zusammen, dass das Exemplar, welches zur Untersuchung gedient hatte, während des Winterschlafes gestorben war.

Den Bau unserer Organe aus der Mundhöhle der Schlangen habe ich an *Tropidonotus* und *Coronella*, sowohl am frischen Thier als auch nach Gebrauch von Reagentien, kennen zu lernen gesucht und zwar nach mehreren Seiten hin. Auch hier hatte ich bezüglich der epithelialen Sinnesknospen zu erwähnen, dass ein Theil der das Organ zusammensetzenden Cylinderzellen die Natur von Schleimzellen habe.

Meinen Mittheilungen begegnet MERKEL mit den Worten: „Ueber diese so positiven Angaben kann ich nicht umhin, mein Befremden auszudrücken, da denselben durchaus nichts Thatsächliches zu Grunde liegt“; er müsse jede Analogie der Knospenzellen mit Schleimzellen, sowohl was Gestalt als was Function betrifft, ganz entschieden in Abrede stellen, die von mir beschriebenen Schleimzellen seien zufällig aus andern Theilen der Mundhöhle unter die zerzupften Knospen gerathen. Hierzu bemerke ich, dass die fig. 7, tab. 7 des MERKEL'schen Werkes, welche meine Angaben des bestimmtesten widerlegen soll, von den feinem Structurverhältnissen, um welche es sich doch hier handelt, gar nichts an den Tag bringt. Das „Befremden“ darf also wohl auf meiner Seite sein.

Ueber die Becherorgane einer Schildkrötengattung (*Chelonia*) berichtet TUCKERMANN ¹⁾ und zeichnet den Bau so, als ob sie einzig und allein aus langen Zellen beständen, welche eine ganze Anzahl von Kernen, bis zu sechs, nach ihrer Länge besitzen, was schwerlich der Fall sein wird. Der Autor will übrigens finden — und das verdient

1) TUCKERMANN, On the terminations of the nerves in the lingual papillae of the *Chelonia*, in: Internat. Monatsschr. Anat. u. Phys., 1892.

alle Beachtung — dass die Organe auf der Zunge der Schildkröten von zweierlei Art seien.

Was jetzt die Sinnesorgane der äussern Haut anbelangt, so folgt aus meinen frühern Studien, dass sie in manchen Stücken mit den Organen in der Schleimhaut der Mundhöhle übereinstimmen, insbesondere darin, dass sie becherförmig sind, mit einer Oeffnung nach aussen, und zweitens, dass auch hier ein zelliger Innenkörper sich unterscheiden lässt. Ich habe die Organe einer neuen Prüfung unterdessen nicht mehr unterworfen und verweise daher bezüglich des Einzelnen auf die seiner Zeit gegebenen Ausführungen und die erläuternden Abbildungen ¹⁾.

Nach MERKEL wäre ich abermals betreffs der Organe von *Anguis* in schwere Irrthümer gefallen, der Bau sei ein ganz anderer. Gelegentlich der Untersuchungen über das Parietalorgan der Reptilien habe ich die Becherorgane des Integuments an einem der Gattung *Anguis* nahe stehenden Thier, bei *Seps tridactylus*, angesehen und zwar von der Haut der Kopfschilder. Die Organe stehen dort in reihenweiser Anordnung und zeigen klar die Mündung, welche von wechselndem Umriss ist: bald weit und kreisförmig, bald verengt und eckig. Es wird also wohl auch meine Angabe bezüglich *Anguis* seine Richtigkeit haben und wahrscheinlich auch in dem andern Punkt, dass ein innerer Zellenballen unterschieden werden könne. Jüngst hat auch MAURER ²⁾ die fraglichen Bildungen an *Anguis* vorgenommen und muss zugestehen, dass sie „becherförmig“ seien und ableitbar von den Hautsinnesknospen. Das wäre also Bestätigung meiner Angaben. Für mich besteht nahezu kein Zweifel, dass MERKEL andere Dinge vor sich gehabt hat, als was ich dargestellt, seine Abbildungen ³⁾ lassen sich eher auf die „hellen Flecken“, welche ich als „eine besondere Form von Sinnesorganen“ bei Schlangen beschrieben habe, beziehen

1) Organe eines sechsten Sinnes, p. 81 ff., tab. 3, fig. 21 (Schuppenrand der Gesichtsgegend von *Anguis fragilis*); fig. 22 (Haut der Unterlippe von demselben Thier); fig. 23 (Hautstück der Lippe von *Coronella laevis*). — Zur Kenntniss der Sinnesorgane der Schlangen, in: Arch. Mikrosk. Anat., 1872, fig. 30 (Kopfschild von *Coronella laevis*, Oeffnungen der Sinnesbecher.) — Aeusserer Bedeckungen der Reptilien: Haut einheimischer Schlangen, in: Arch. Mikrosk. Anat., 1873, fig. 8 (Sinnesbecher aus der Haut der Schnauzenwarze der Sandvipere).

2) MAURER, Hautsinnesorgane, Feder- und Haaranlagen, ein Beitrag zur Phylogenie der Säugethierhaare, in: Morph. Jahrb., 1892.

3) MERKEL, a. a. O. figg. 7, 8, 9.

und können durchaus nicht, was sie, der Meinung des Autors nach, doch thun sollen, mich widerlegen.

Eine erneute Untersuchung möchten auch die Hautsinnesorgane der Geckotiden verdienen. Was ich ¹⁾ daran zu sehen vermochte, lässt noch nicht erkennen, inwieweit sie den Sinnesknospen zuge-reiht werden können. Das einzelne Organ ist durch ein homogenes, kreisrundes Deckelchen geschlossen, und auf diesem erheben sich bald eine, bald mehrere Borsten. Deckelchen wie Borsten sind ausgezeichnet durch ihre Widerstandskraft gegen Kalilauge, und diese „Sinneshaare“ wurden daher von mir als „wirkliche Cuticularhaare“ angesprochen.

Nicht minder würde es sich empfehlen, die „hellen Flecken“ des Integuments der Schlangen, auf welche ich vor zwei Decennien aufmerksam gemacht und welche ich nach Verbreitung und Bau abgehandelt habe ²⁾, mit den jetzigen Hilfsmitteln und Erfahrungen einer wiederholten Prüfung zu unterwerfen. Ich konnte dazumal bezüglich des histologischen Verhaltens nur drei Punkte feststellen: einmal dass die Cuticula der Epidermis von da an, wo sie auf die Grenze der hellen Flecken trifft, ihre Sculpturen verliert und glatt über die Stelle weggeht; sodann dass die Substanz des Fleckes aus einem rundlich umschriebenen Haufen von Zellen bestehe, welche lichtern und zartern Wesens waren als die umgebenden gewöhnlichen Epidermiszellen; endlich es nehme ein stärkerer Nerv die Richtung gegen jenen Theil der Schuppe, allwo die hellen Flecken sich befinden.

Seitdem hat, meines Wissens, bloss MERKEL gedachte „hellen Flecke“ von den Körperschuppen des *Tropidonotus* untersucht, ist jedoch bezüglich ihrer Structur kaum weiter gekommen als ich. Doch fügt er meinen Beobachtungen hinzu, dass die Hornschicht im Bereich der Flecken sehr beträchtlich verdünnt sei und das Stratum Malpighii sowie die Cutis sich in nichts von den übrigen Schuppen unterscheide. Der Autor will übrigens sein „Urtheil über die Gebilde noch suspendiren“. Ich selber glaubte mir die Frage, in welche Gruppe von Organen die „hellen Flecken“ zu bringen seien, dahin beantworten zu sollen, dass ich ihnen die Bedeutung von „Abänderungen der Sinnesbecher“, wie sie am Kopf vorkommen, beilegte, und diese Auffassung schien mir namentlich damit begründet werden zu können, weil die

1) Hautdecke und Hautsinnesorgane der Urodelen, in: Morphol. Jahrb., V. 2, p. 307, fig. 31.

2) Haut einheimischer Schlangen, in: Arch. Mikrosk. Anat., 1873.

gedachten Bildungen gewissermaassen stellvertretend an gleichem Platz auftreten, wo sonst Becherorgane stehen. Auch jetzt noch hege ich die Meinung, dass der damals geäusserten Ansicht eine gewisse Berechtigung zukommt.

IV. Seitenorgane.

Unter die Bezeichnung „Seitenorgane“ stelle ich gegenwärtig, wie früher, jene Sinneshügel, welche bei Fischen in eigenen Hautcanälen des Kopfes und des Rumpfes geborgen sind und bei Amphibien, ohne in Canäle aufgenommen zu sein, doch in ihrer Anordnung Linien einhalten, welche dem Hautcanalsystem der Fische verglichen werden können.

Schon sehr bald hat sich mir die Frage aufgeworfen, ob die frei über die Haut verbreiteten Becherorgane und die in den Canälen gelagerten Sinneshügel im Wesentlichen ihrer Natur gleich oder unter sich verschieden seien. Indem ich zur Beantwortung die eigenen und fremden Befunde abwog, so ergab sich daraus der Schluss, dass zwar, was im Vorherigen dargelegt wurde, Verschiedenheiten des Baues in so starker Weise vorkommen, um uns zu berechtigen, die Hautsinnesorgane in eine ganze Anzahl von Gruppen zu zerlegen. Andererseits aber war die Aehnlichkeit der Becherorgane oder freien Hautsinnesorgane mit denen des Seitencanalsystems in mancher Thierspecies so gross, dass die Annahme zulässig erschien, beiderlei Bildungen seien von eng verbundener Beschaffenheit.

Die Frage erscheint mir bedeutsam genug, um den Gang, wie ich zu der ausgesprochenen Ansicht gelangte, in Kürze bezeichnen zu dürfen.

Die erste bestimmende Wahrnehmung war die, dass bei Amphibien im Larvenzustande dieselben Becherorgane, welche am Kopfe stehen, auch den Seitennerven aufsitzen: sie galten mir daher für einerlei Bildungen¹⁾.

Noch entschiedener konnte ich mich aber über dieses Zusammengehören äussern nach Untersuchung der Haut des Hechtes (*Esox lucius*)²⁾. Hier liess sich abermals bemerken, dass ausser den „Seiten-

1) Die in Deutschland lebenden Arten der Saurier, 1872, p. 160.

2) Hautdecke und Hautsinnesorgane der Fische, p. 160 ff. Ich hatte dazumal zu bedauern, dass ich mir die Schrift von FEE (Rech. sur le nerf pneumo-gastrique chez les poissons, 1869) nicht zu beschaffen vermochte, da ich vermuthete, dass der Verfasser die freien, nicht in Schuppenfurchen stehenden Organe schon gekannt haben möge. Nun-

organen“ in den canalisirten ¹⁾ Schuppen noch Sinneshügel vorhanden sind, welche frei liegen. Am Rumpfe stehen sie in Reihen, welche quer zur Körperaxe gerichtet sind, zusammengesetzt aus sechs bis zehn Hügel. Obwohl unter sich von verschiedener Grösse, sind sie im Allgemeinen umfänglicher als die gewöhnlichen Becherorgane; doch kämen in der Haut des Kopfes, z. B. der Wangengegend, ebenfalls grössere Sinneshügel vor. Als Ergebniss durfte ich anführen, dass es gleichgültig wird, ob man von Becherorganen oder von Seitenorganen sprechen will, da „beide im Wesentlichen des Baues übereinstimmen“. Der zellige Körper der Seitenorgane in den canalisirten Schuppen zeigt eine unzweifelhafte Sonderung der Elemente in eine Mittelpartie und in eine Randschicht. An den Zellen der letztern unterscheiden wir ein etwas bauchiges, hinteres Ende und einen vordern, stabartig verengten Theil, mit welchem die Zellen alle strahlig zusammenneigen, wie das bei der Ansicht von oben schön gesehen wird. Das Ende der Mantelzellen ist eine zarte Borste, und diese erscheint als Abschluss einer hellen Innenzone des stabartigen Theiles der Zelle. Die Zellen der Mittelpartie oder des innern Ballens sind körniger, kürzer und breiter, und an ihrem Gipfel kann sich ein glänzendes Körnchen abheben. Genau so ist aber auch die Zusammensetzung der freien Sinneshügel, und solche sah ich auch, wie erwähnt, bei verschiedenen Cyprinoiden.

Auch bei *Gasterosteus aculeatus* vertreten nach meiner Untersuchung ²⁾ freie Hautsinnesorgane das Seitencanalsystem, Kopfcanäle

mehr in den Besitz der Abhandlung gelangt, glaube ich, dass dort in der That die „corpuscules nerveux“ auf fig. 9 der tab. 3 die freien Hautsinnesorgane vorstellen.

1) Ich habe schon (a. a. O.) aufmerksam gemacht, dass der Ausdruck „canalisirt“ nicht ganz zutrifft, indem es sich hier beim Hecht nicht sowohl um einen Canal handelt, als vielmehr bloss um eine Furche, gebildet durch einen Ausschnitt am Hinterrande der Schuppen, wobei die Ränder etwas verdickt sind und sich auf- und einwärts biegen. Den Boden der Furche erzeugt die nächst anschliessende Schuppe. Eine Abbildung dieser Schuppen findet sich bei M^r DONNELL, On the system of the lateral line, 1862, p. 175.

2) a. a. O. p. 162. Als ich mich seiner Zeit mit dem *Gasterosteus aculeatus* (grosser Stichling) beschäftigte, suchte ich eifrig, aber vergebens in den Gewässern bei Bonn nach *Gasterosteus pungitius* (kleiner Stichling), dessen dortiges Vorhandensein ich für möglich hielt, weil er ja, obschon Bewohner der Nord- und Ostsee, in die Mündungen der Flüsse weit aufsteigend, in Rheinarmen z. B. bei Speier nachgewiesen wurde. Nach der Abbildung bei J. G. WEBER, Fische Deutschlands

mit einbegriffen. Vorher hatte auch SOLGER angezeigt, dass *Gasterosteus pungitius* nur freie Seitenorgane besitze.

Die Schlussfolgerung, welche ich aus all diesem zog, steht nun freilich nicht im Einklang mit den Ansichten mancher anderer Beobachter. Nach der Meinung von F. E. SCHULZE sind die Becherorgane streng von den Seitenorganen zu trennen, welche Auffassung auch MERKEL und WRIGHT theilen, die ebenfalls eine scharfe Grenze zwischen beiden gezogen wissen wollen¹⁾. Andere mit der Sache nicht minder vertraute Autoren, obschon sie keine entschiedene Stellung einnehmen, müssen doch, so z. B. SOLGER, nach Untersuchung der Organe von *Gobius* bekennen, dass die beiderlei Organe in der Hauptsache übereinstimmen. Ja, der eben genannte Forscher spricht sich an einem zweiten Orte dahin aus, dass die Seitenorgane in den Canälen sich von den frei stehenden nur unterscheiden durch stabförmige Zellenlager und die Cupula terminalis, sonst seien auch sie geschieden in ein centrales und in ein peripherisches Feld.

Im Hinblick auf die Amphibien stimmen die Angaben, welche FRAISSE über *Pleurodeles* macht, mit meiner Auffassung überein. Unser Beobachter findet, dass zwischen den Becherorganen am Rande des Mundes und im Munde selber, verglichen mit den Seitenorganen, „keine erheblichen Unterscheidungsmerkmale“ zu erkennen seien. Beide ähnelten sich ungemein, die am Lippensaum seien nur kleiner, eiförmiger und stünden bedeutend dichter.

Um zu den Organen der Fische zurückzukehren, so verdient es, wie mir dünkt, immer besondere Beachtung, dass in den freien und in den gedeckten Sinnesknospen der zellige Körper sich sondert in ein Mittelfeld und in eine Randzone. Auf diese von mir zuerst an den „Nervenknöpfen“, wie ich die Organe damals nannte, von *Acerina*

und der Schweiz, 1870, zu urtheilen, müssen die freien Hautsinnesorgane hier etwas mehr entwickelt sein als bei *Gasterosteus aculeatus*, denn es erscheint eine deutliche, aus einer Punktreihe bestehende Linea lateralis gezeichnet, welche auf der Figur des *Gasterosteus aculeatus* nur spurweise angedeutet wird.

1) Ich führe auch M' DONNELL an, welcher (a. a. O.) sich schon 1862 dahin geäußert hat, dass die Becherorgane auf keine Weise mit dem System des Seitencanal-systems in Verbindung gebracht werden können. Der Widerspruch von dieser Seite her ist begreiflich. Es hat ja der Genannte nicht einmal die grossen Sinnesbügel in den Kopfcanälen von *Acerina* zu erblicken vermocht, offenbar auch die Becherorgane gar nicht gesehen, da er nur von „papillae . . . as occurring in the lips of many fresh-water fishes“ spricht.

und *Lota* aufgezeigte Trennung hat nach mir z. B. auch BODENSTEIN an *Cottus* hingewiesen; es seien an den Sinneshügeln zwei Regionen zu unterscheiden, eine peripherische, aus cylindrischen Zellen bestehende und eine centrale, aus Birnzellen zusammengesetzte.

Die so sehr verschiedene Grösse der Sinneshügel beruht auf Zunahme der epithelialen Elemente sowohl als auch der bindegewebigen Basis mit ihren Blutgefässen und Nerven. Vergleicht man die bildlichen Darstellungen, welche ich früher und gegenwärtig über die Sinneshügel aus dem Seitencanalsystem verschiedener Fische vorzulegen Veranlassung nahm, so macht sich der Unterschied sehr bemerklich, dass der epitheliale Theil des Sinneshügels der bindegewebigen Unterlage entweder in gleicher Linie aufliegt wie das übrige Epithel, oder aber es erhebt sich der bindegewebige Theil des Canals zu einer Art Papille, womit auch die stärkere Entwicklung der Blutcapillaren zusammenhängen mag.

Ein Hinzukömmniss, welches dem ersten Ansehen nach als ein unterscheidendes Merkmal zwischen freien und gedeckten Hautsinnesorganen betrachtet werden könnte, ist die Anwesenheit einer homogenhäutigen oder gallertigen Substanz, welche die freie Fläche bedecken kann und von Andern Cupula genannt wurde, welche Bezeichnung von einer entsprechenden Bildung über dem Sinnesepithel im Gehörorgan übertragen wurde. Ich gestatte mir, auch an dieser Stelle daran zu erinnern, dass ich vor mehr als vier Decennien diese „Cupula“ zuerst bei einigen Meerfischen beschrieben habe¹⁾. SOLGER²⁾ wies später nach, dass im Seitencanal von *Chimaera* und der Rochen ebenfalls gedachte Bildung zugegen sei, von fein parallel-streifigem Wesen und verbunden durch zarte Stränge mit dem Epithel; der Genannte sieht das Gleiche auch bei *Acerina* und andern Teleostern und spricht als höchst wahrscheinlich aus, dass diese Cupula in den „Schleimcanälen“ zu vergleichen sei der von F. E. SCHULZE beschriebenen hyalinen

1) Ueber die Nervenknöpfe in den Schleimcanälen von *Lepidoleprus*, *Umbrina* und *Corvina*, in: Arch. Anat. u. Phys., 1851: „Zur Charakterisirung der Kopfcanäle gehört noch, dass jeder Nervenknopf von einer glashellen Gallertschicht mützenartig bedeckt ist, die sich leicht abheben lässt.“ Die übrige Gallertmasse, welche den Canal ausfüllt, sei flüssiger, etwa von der Consistenz des Glaskörpers.

2) SOLGER, Seitenorgane der Fische, 1878. — Neue Untersuchungen zur Anatomie der Seitenorgane, in: Arch. Mikr. Anat., 1880. — Auch EMERY hat in der eleganten Arbeit über *Fierasfer* nähere, den Bau betreffende Darstellungen der Cupula gegeben (Le specie del genere *Fierasfer* nel golfo di Napoli e regioni limitrofe, 1880).

Röhre an den frei stehenden Hautsinnesorganen, eine Auffassung, welche, wie schon oben bemerkt wurde, auch die meinige ist. Im Einzelnen freilich des feinern Verhaltens giebt es mancherlei Verschiedenheiten: es kann z. B., wie aus meinen Mittheilungen hervorgeht, bloss ein cuticularer Grenzsäum zugegen sein, welcher über die Zellköpfe wegzieht und bestimmte Zeichnungen oder Sculpturlinien erkennen lässt¹⁾; ein andermal sind homogen geschichtete Lamellen vorhanden; auch die Gattung *Salmo* zeigt hierin manches Eigenthümliche, ebenso *Anguilla*. Aber was nun wieder im Augenblicke zur Hauptsache wird: auch von diesen Cupularbildungen finden sich an freien Sinnesknospen mehr oder weniger Spuren in Form homogener Grenzsäume, wozu ich auf verschiedene meiner Mittheilungen verweisen möchte.

Anbelangend das Endverhalten der Nerven, so führt mich dasjenige, was ich mir vor die Augen zu bringen vermochte, immer wieder zu der Auffassung zurück, welcher ich schon zum Oeftern Ausdruck gegeben habe. Die Hauptpunkte sind:

1) In den Nervenröhren ist ein zartes Maschenwerk (Spongio-plasma) zugegen, welches aus der Nervenscheide entspringt und beim Uebertritt des Nerven an das Sinnesepithel sich mit jenem Netzwerk verbindet, welches entstanden ist aus den Basalfäden der Epithelzellen und auch der Fäden, in die sich die „Wanderzellen“ verlieren.

2) Das Nervenmark geht in die Substanz der Intercellularräume über, dringt dort als Markstreifen vor, welche zugespitzt oder geknöpft aufhören, auch wohl in Netzform zusammentreten.

3) Man trifft Nervenröhren, welche in die birnförmigen Zellen übergehen²⁾.

Es möchte sich bei weitem Untersuchungen empfehlen, die Art und Weise, wie das freie Aufhören des intercellularen Markstreifens geschieht, näher ins Auge zu fassen. Bei Anwendung von härtenden Reagentien erscheint der Knopf von homogener Beschaffenheit, einfach als Verdickung des nervösen Streifens; aber es ist mir doch auffällig,

1) Hautdecke und Hautsinnesorgane der Fische, 1879, p. 162, figg. 40—44.

2) Meine erste Mittheilung der Thatsache, dass Nervenfasern den bindegewebigen Boden verlassen können, um ins Epithel überzugehen, steht in: *FRONIER'S Notizen*, April 1850; die Abbildung hierzu wurde in dem Lehrbuch der Histologie, p. 57, fig. 31 gegeben. An diese weit zurückliegende Sache darf ich wohl deshalb erinnern, weil noch vor Kurzem ein Autor diesen Befund F. E. SCHULZE, der allerdings, aber erst Jahre nachher, das Gleiche sah, irrig zuschreibt.

dass in meiner ersten Abbildung der Endknopf sich als kleine Endzelle darstellt. Meine damalige Untersuchung war am lebensfrischen Object ausgeführt worden! Würde sich das Endknöpfchen wirklich als ein kleines Zellengebilde ausweisen, so liesse sich die „freie“ Nervenendigung und jene, welche in einer Verbindung mit den birnförmigen Zellen besteht, in einen gewissen Zusammenhang bringen.

Noch einen zweiten Punkt giebt es, den ich an dieser Stelle berühren möchte. Es will mir nämlich vorkommen, als ob die Endigungsweise der Nerven in den Sinneshügeln nicht anders sich verhält als in der umgebenden Epidermis überhaupt. Zu dieser Vermuthung führt mich einerseits die eingemal gemachte Wahrnehmung, dass ja in der gewöhnlichen Epidermis der obigen Cyprinen da und dort ganz ähnliche Streifen zwischen den Zellen aufsteigen, um an der Oberfläche spitz oder leicht geknöpft aufzuhören. Mit Sicherheit liess sich aber meinerseits nicht bestimmen, ob die Streifen Fortsetzungen der Nerven des Coriums seien. Ganz die gleichen Bilder muss SCHÖLER vor sich gehabt haben, wenn er sagt, dass es oft den Anschein habe, als ob in der Epidermis der Fische feinste Fäserchen mit einer knopfförmigen Anschwellung als freie Endigung der Nerven zugegen wären¹⁾. Doch auch unser Autor fühlt sich genöthigt, beizusetzen, dass er es nicht mit Gewissheit entscheiden könne, ob dies wirklich die Enden der Nerven gewesen seien. Wenn man nun aber in Betracht zieht, dass auch F. E. SCHULZE erklärt, er habe „mit grosser Deutlichkeit“ in der Epidermis der Fische intercellulare freie Nervenendigungen in der That verfolgt²⁾, so wird es sich doch auch in den Fällen von SCHÖLER und mir wirklich um Nerven gehandelt haben. Hält man damit zusammen, dass meiner Wahrnehmung zu Folge die Mantelzellen der Hautsinnesorgane aus den Cylinderzellen der Epidermis hervorgehen, und ebenso die birnförmigen Zellen den Schleimzellen der Epidermis verwandtschaftlich nahe stehen, so gewinnt fast von vorn herein die Annahme an Wahrscheinlichkeit, dass auch die Nerven in ihren Endausläufern sowohl im Sinnesepithel (Hautsinnesorganen) als auch in der gewöhnlichen Epidermis sich gleichen werden.

1) E. SCHÖLER, Beitrag zur Kenntniss der Nerven in der Epidermis der Fische, Inaugural-Dissertation, Bonn, 1885, unter der Anleitung von Prof. M. NUSSBAUM erschienen.

2) F. E. SCHULZE, Freie Nervenenden in der Epidermis der Knochenfische, in: Sitzungsber. Akad. Berlin, 1892.

Noch zu einer andern Betrachtung könnte man sich angeregt fühlen, wenn wirklich, wie es oben hingestellt wurde, Nervenfasern mit dem untern Ende der birnförmigen Zellen sich verbinden. Dieses Verhalten würde alsdann dazu dienen, über die Natur der Borsten und Kegel, welche dem freien Ende der Hautsinnesorgane aufsitzen, eine bestimmtere Ansicht zu fassen. Man möchte sich nämlich, mit Zugrundelegung meiner Erfahrungen über den Bau des Protoplasmas — Scheidung in Spongioplasma und Hyaloplasma — vorstellen, dass die homogene Nervensubstanz mit dem Hyaloplasma der Birnzellen zusammenfließt. Und dies könnte zur Annahme bewegen, dass der aus dem Innern der Zelle hervorgetretene borstenähnliche Theil „Endigung des percipirenden Apparates“, das heisst der Nervensubstanz wäre.

Indessen wird eine derartige Betrachtungsweise auch wieder durchkreuzt von Vorkommnissen, welche darthun, dass die über die Zelle nach aussen getretene Abscheidung erhärten und so zu einer Cuticularbildung werden kann.

Und es soll hierbei auch abermals auf die Beobachtungen von SCHNEIDER¹⁾ hingewiesen werden, denen zu Folge in der Nervensubstanz keine Neigung zur Eisenresorption sich zeigt, während von den Becherzellen Eisen resorbirt wird. Da ich nun die Sinneszellen in nahe Beziehung zu den Becherzellen bringen möchte, so würde das unter sich abweichende Resorptionsvermögen der beiderlei Gewebssubstanzen nicht für die nervöse Natur der Borsten sprechen, diesen vielmehr der Charakter eines Secrets richtiger zugelegt werden müssen.

Es kann auch noch daran erinnert werden, dass vielleicht an einem und demselben Hautsinnesorgan ein wirklicher Unterschied besteht zwischen den Borsten des peripherischen Feldes und den Kegeln und Höckern der centralen Region. Die erstern, aus den Mantelzellen hervorgequollen, können, zu einem Ganzen vereinigt, ein weit vorstehendes cuticulares Gebilde erzeugen, an dem sich die Kegelchen der Mitte nicht betheiligen. Doch sei gern eingeräumt, dass es einstweilen unmöglich ist, über diese Dinge ein sicheres Urtheil zu gewinnen.

Verbindungsfaden der Seitenorgane. In Betreff der Bildung, von der jetzt die Rede sein soll, meine ich, dass FEÉ²⁾ sie

1) ROBERT SCHNEIDER, Ueber Eisenresorption in thierischen Organen und Geweben, in: Abh. Akad. Wiss. Berlin, 1888.

2) FEÉ, Rech. sur le nerf pneumo-gastrique chez les poissons, 1869. Die Tafeln dieser Abhandlung, nebenbei gesagt, verdienen das Lob, dass sie durch Zeichnung und geschickt angewendete technische Mittel sehr

zuerst bemerkt hat, indem ich auf dessen tab. 3, fig. 9, sowie auch an fig. 8 den Strich zwischen den „corpuscules nerveux“ dahin auslege. Will man aber davon absehen, so ist SOLGER es gewesen, welcher zuerst die Aufmerksamkeit auf diese Verknüpfung der Seitenorgane gelenkt hat ¹⁾. Der Genannte sah am Embryo der Forelle eine „eigenthümliche Streifung“ zwischen den Sinneshügeln und erkannte auch den Verbindungsstrang bei *Acerina cernua* und *Lota vulgaris*. Ueber den Bau sagt er, der Strang sei kein Blutgefäß, auch kein Epithelstrang, sondern er bestehe aus marklosen, von kernführender Scheide umschlossenen Nervenfasern. Später auf diese, wie er sie nennt, „Seitenorganketten“ zurückkommend ²⁾, spricht er noch einmal aus, dass in ihnen „in der That eine nervöse Verbindung der Einzelorgane zu einer Organkette vorliege“. Nach BODENSTEIN ³⁾, der ebenfalls den Strang gesehen hat, geht derselbe aus dem centralen Theil des Hügels hervor, verläuft in der untern Schicht des Canalepithels und besteht aus feinen Fasern mit angelagerten Kernen. Ob die Stränge Anastomosen von Nerven ausbreitungen seien, war nicht zu entscheiden. MERKEL ⁴⁾ sieht bei *Cobitis fossilis*, dass die Nerven hügelgruppen der untern Seitenlinie des Rumpfes durch einen Streifen verbunden seien, der ein modificirtes Oberhautepithel vorstelle. Er fragt, ob nicht in diesen Verknüpfungssträngen ein erster Anfang oder ein letzter Rest eines Seitencanals zu suchen wäre. CARRIÈRE hat die „Kette“ am gleichen Fisch untersucht und findet, dass die Stränge cylindrische, etwas breit gedrückte Röhren seien, die auf dem Durchschnitt nichts zeigen, was Nervenfasern gleichen könne. Endlich möchte noch zu erwähnen sein, dass auch auf den prächtigen Figuren, welche ALLIS über das Seitencanalsystem von *Amia calva* hat anfertigen lassen, der Strang eingezeichnet erscheint ⁵⁾.

Voranstehende Zusammenstellung kann lehren, dass man den fraglichen Theil wiederholt gesehen und auch genauer ins Auge gefasst hat, ohne aber über Bau und Bedeutung sich einigen zu können. Meine an *Gobio*, *Rhodeus*, *Salmo* und *Anguilla* angestellten Beobachtungen

hübsch und übersichtlich ausgefallen sind. Nur mit freiem Auge und der Lupe hat übrigens der Autor gearbeitet.

1) SOLGER, in: Arch. Mikrosk. Anat., V. 18. — Sitzungsber. d. Naturf. Ges. in Halle, 1880.

2) in: Zool. Anzeiger, 1882.

3) BODENSTEIN, a. a. O.

4) MERKEL, a. a. O.

5) ALLIS, in: Journ. of Morphol. 1889.

führen zwar auch zu keinem Abschluss, werfen aber doch vielleicht einiges Licht auf die Natur der Stränge, indem wir Folgendes berücksichtigen.

Bei *Gobio fluviatilis* zeigt sich das Hautsinnesorgan von einem bestimmt abgesetzten Hohlraum umgeben, den man kaum für etwas Anderes als für einen Lymphraum ansprechen kann.

Bei *Rhodeus amarus* war zu erkennen, wie solche Lichtungen um die Sinnesorgane mit einem Canal- oder Ringsystem zusammenhängen, welches der Unterseite der Epidermis angehört. Ähnliches kam auch am Embryo von *Salmo* zum Vorschein. Man darf wohl vermuthen, dass die „canalini epitheliali“, deren EMERY in seiner Arbeit über *Pieraster* gedenkt, das Gleiche vorstellen mögen.

Sicher ist nun wohl, dass der Verbindungsstrang nicht aus nervösen Elementen besteht, sondern zuerst aus epithelialen Zellen, welche zusammen einen Hohlraum umschliessen, den man für einen Lymphgang erklären darf. Ein anderes Mal wird der Streifen zu einer fasrigen oder ligamentösen Bildung.

Diesem Wechsel möchte zu entnehmen sein, dass man die erwähnten verschiedenen Lichtungen für einen Theil der Lymphgänge zu halten habe, welche in bestimmter Anordnung die Substanz der Epidermis durchziehen und wozu auch die Lichtung des Verbindungsstranges gehören wird. In seiner ersten Entstehung mag er mit der — von mir freilich nicht gesehenen — Epithelverdickung zusammenhängen, aus welcher die Sinneshügel hervorgehen sollen. Die Stränge wären unter diesem Gesichtspunkt Ueberbleibsel einer epithelialen Wucherung, welche sich von der Epidermis abgespalten hat und zur Anlage für die Sinneshügel wird. Keinesfalls hat aber die Lichtung im Strang etwas zu thun mit dem Lumen des spätern Seitencanals, indem der letztere durch rinnenartige Einsenkung und Abschluss derselben zum Canal entstanden ist.

Beim Nachforschen nach der Natur der Verbindungsstränge lag es nahe, auch auf die Frage zu achten, ob der Nervus lateralis aus dem Ectoderm entstehe oder gleich den übrigen Nerven von dem mittlern Keimblatt abstamme. Was ich zu sehen bekam, war geeignet, um mich zu letzterer Ansicht zu bekennen. HOFFMANN hinwiederum lässt den Nervus lateralis „aus einem Theil der Zellen der Grundsicht des Hornblattes“ kommen: in den Verbindungssträngen trete Fibrillenbildung auf, und diese mache es deutlich, dass die Zellen die Grundlage für die Bildung des Nervus lateralis abgeben. Die Lich-

tung in dem Verbindungsstrang, von der vorhin die Rede war, ist übrigens auch auf den Figuren des genannten Untersuchers zu sehen.

V. Kopfcanaäle, Seitencanal.

Der Entstehungsweise der bezeichneten Canäle bin ich an Embryonen von *Salmo fontinalis* nachgegangen und glaube durch Schnitte zu erkennen, dass eine rinnenartige Einsenkung das Erste ist, und dass sich alsdann die Rinne zum Canal schliesst. Dies stimmt nun nicht ganz zu der Angabe von WALTHER¹⁾, welcher mittheilt, dass das Erste im Auftreten des Seitencanals eine Verdickung des Epithels sei, die nach unten wuchert und rinnenförmig wird. Ist diese Angabe richtig, so muss ich das früheste Stadium nicht vor die Augen bekommen haben. Anbelangend das Herkommen der knöchernen Stützen, so wachsen jene am Kopf von den Deckknochen des Schädels herauf, am Rumpf sind sie Fortsetzungen der Schuppenanlagen.

Schon von anderer Seite ist hervorgehoben worden, dass die Bildung des besagten Canalsystems am Kopf beginne und von hier nach hinten vorschreite, was ich denn zu bestätigen hatte. An Brutfischen von *Salmo* sind übrigens die Kopfcanaäle stellenweise noch lange fort weit offen.

Die „Poren“ an dem Canalsystem kommen, wie von vorn herein zu vermuthen ist, dadurch zu Stande, dass die ursprüngliche Rinne an solchen Stellen sich nicht schliesst. Es kann der Porus ganz in der Ebene der Hautfläche liegen, oder die Haut zieht sich, wie ich es vor Jahren bezüglich der Selachier angegeben, röhrenförmig aus. Auch jetzt sah ich an *Salmo fontinalis* den Porus in Gestalt eines papillenartigen Vorsprunges mit Oeffnung am freien Ende; die etwas auffälligeren, von FRITSCH bei *Malapterurus* angezeigten Röhren stellen, wie oben zu berichten war, nichts Eigenartiges vor, sondern sind als ebensolche durchbohrte Papillen anzusehen. Dieses Verhalten mag wohl ein verbreiteteres sein: so erwähnt z. B. BLAINVILLE, welcher zu den Wenigen gehört, die vor langen Jahren schon die Kopfcanaäle und den Seitencanal der Knochenfische genauer erforscht hatten, dass bei *Muraena conger*, dem er eine eingehendere Beschreibung widmet, die Oeffnungen des Seitencanals auf durchbohrten Papillen stehen²⁾.

1) WALTHER, JOH., Entwicklung der Deckknochen am Kopfskelet des Hechtes, *Esox lucius*, in: *Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss.*, 1882.

2) BLAINVILLE, De l'organisation des animaux, ou principes d'anatomie comparée, 1822.

Von Interesse ist mir bezüglich des Vorkommens dieser durchbohrten Papillen am Seitencanal die Abbildung des *Coregonus fera* in RAPP's Bodenseefischen ¹⁾. Die Seitenlinie erscheint dort ausgedrückt durch je ein kurzes Längsstrichelchen auf der Schuppe; aber nach etwa der zwölften Schuppe, vom Kopf her, ist deutlich neben den Längsstrichelchen noch ein kurzes, abwärts gewendetes Gebilde angebracht, das nahe der Schwanzflosse sich wieder verliert. Für mich besteht kein Zweifel, dass, während das Längsstrichelchen das Schuppenröhrchen des Seitencanals bezeichnet, das nach abwärts gewendete Gebilde die durchbohrte Papille vorstellt. Betrachtet man ganz genau die Zeichnung, so glaube ich sogar die, gleich den Seitenrändern, pigmentirte Oeffnung an manchen dieser Papillen unterscheiden zu können. Offenbar hat, wie das schon öfters vorgekommen ist, das scharfe Auge des Künstlers etwas festgehalten und ausgedrückt, was der Autor keiner Beachtung gewürdigt hat. Denn im Text beschränkt sich RAPP auf die Angabe: „die Seitenlinie vorn schwach abwärts gebogen“. Da auf den übrigen Tafeln, welche *Fario lacustris*, *Fario trutta* und *Salmo umbla* veranschaulichen, keine Papille zu sehen ist, so möchte ich vermuthen, dass nicht bloss die Entwicklung der Papille bei *Coregonus fera*, sondern auch deren Pigmentirung sie für den Zeichner sinnenfälliger gemacht hat. Bezüglich eines andern Salmoniden, des *Thymalus vexillifer*, zeigen übrigens, wie schon gesagt, HECKEL-KNER an, dass die Seitenlinie mit „Röhrchen“ ausmünde; nicht minder hat SIEBOLD an *Anguilla vulgaris* gesehen, dass in Ermangelung von Poren am Seitencanal weiche Röhrchen zugegen sind.

Die Umbildungen, welche in der Lederhaut dort vor sich gehen, wo sie zur Wand des Canals wird, scheinen nach dem, was schon darüber bis jetzt bekannt geworden ist, recht mannigfaltiger Art sein. Aus meinen frühern sowie aus den jetzigen Untersuchungen ergiebt sich, dass von der weichen, lockern, der Epidermis zugekehrten Grenzschicht der Lederhaut jener Theil der Wand des Canals entsteht, welchen ich seiner Zeit ²⁾ als „eigentliche Membran des Schleimcanals“ bezeichnet habe. Diese Schicht trägt hauptsächlich die zahlreichen Blutcapillaren, und bezüglich des *Malapterurus* war zu erwähnen, dass das Bindegewebe dieser Schicht an „jene Art feiner, starrer Bindegewebsfasern“ erinnert, wie man es auch anderwärts im Bereich der

1) RAPP, v., Die Fische des Bodensees, Stuttgart 1854. Die durch Handcolorit hergestellten Tafeln sind die schönsten von denen, welche mir von Fischabbildungen vor die Augen gekommen sind.

2) Histologie, p. 202.

Sinnesorgane antrifft. Das gleiche Bindegewebe erzeugt auch den hügelartigen Vorsprung für den epithelialen Theil der Seitenorgane, worauf ich schon früher an *Acerina cernua* näher eingegangen bin ¹⁾. Es sei nur noch bemerkt, dass die Grenzschicht dieses Bindegewebes durch das zierliche und dichte Netz der Blutcapillaren an die Membrana choriocapillaris des Auges erinnern kann.

Das innere Bindegewebe des Seitencanals ist es ferner, in welchem kalkige Stützen in Form von Halbringen und Röhren auftreten können, dabei in mannigfacher Abänderung sowohl nach den Körpergegenden als auch nach den einzelnen Individuen. Hinsichtlich des histologischen Verhaltens hatte ich schon seiner Zeit zu berichten, dass die Substanz der festern Stützen, z. B. bei *Chimaera*, keine echten Knochenkörperchen besitze, sondern nur „stellenweise grössere ovale, den Knochenkörperchen vergleichbare Hohlräume“. Und auch jetzt war bezüglich des *Malapterurus* zu melden, dass die Hülsen keine eigentliche Knochensubstanz vorstellten, sondern sie beständen aus einer Zusammenlagerung von kalkigen Klumpen und Platten. Schon mehr an Knochenkörperchen erinnerten die leicht zackigen, kleinen Höhlungen in den Schuppenröhren von *Discognathus*; immerhin schien mir aber doch auch bei *Salmo* die Bezeichnung „osteoid Substanz“ anstatt Knochenmasse passender. Dass aber bei andern Arten echtes Knochengewebe zugegen sein kann, zeigen meine Beobachtungen z. B. am Spiegelkarpfen, Schleie und Barbe, allwo die den Schuppen der Seitenlinie aufgesetzten Halbcanaäle „schöne strahlige Knochenkörperchen“ besitzen ²⁾. An den Canälen des Kopfes sind ja die Hülsen auch wohl mit echten Hautknochen verschmolzen.

Aus jenem Theil der Lederhaut, welchen ich als Grundstock bezeichnete, geht bei schuppenlosen Fischen (Rochen und Haien nach meinen frühern Untersuchungen, und den jetzigen an *Malapterurus*) die derbe Wand des Seitencanals hervor, deren feste Bindegewebsbündel eine weisse Farbe fürs freie Auge geben. Ich fand diese Lage bei manchen Arten der Selachier von solcher Dicke und Festigkeit, dass sie sich wie Knorpel schnitt, in welchem Falle sie auch die Structur von Faserknorpel hatte, indem sie aus netzfasriger Grundsubstanz und rundlichen Zellen bestand.

Der epitheliale Belag des Canals geht aus einer Einsenkung der

1) Hautdecke und Hautsinnesorgane der Fische, p. 163.

2) Vergl. auch meine Befunde an *Acipenser*, in: Anatomisch-histologische Untersuchungen über Fische und Reptilien, 1853. Auch dort traf ich „wirkliche Knochenkörperchen“ an.

Epidermis hervor und hat daher zugleich mit den gewöhnlichen Elementen noch zahlreiche Schleimzellen, wenigstens in den Arten, welche ich vorgenommen. Es ist daher eine auffällige Sache, dass BODENSTEIN zu Folge die Schleimzellen im Canal bei *Cottus gobio* „vollständig fehlen“. Derselbe Autor gibt ferner an, dass die Zellen des Epithels „kuppenartige Erhöhungen“ besitzen, wozu ich vermuthen möchte, dass es sich bei *Cottus* um eine Bildung gleicher Art handeln könne, welche ich in ausgesprochenem Maasse bei *Hexanchus griseus* vor Jahren wahrnahm, allwo die Epithelzellen des Canals streckenweise in „lichte stachelförmige Fortsätze“ endigten¹⁾.

Ueber den Seitencanal am Rumpfe der Knochenfische stand ich seiner Zeit bezüglich unserer einheimischen Arten in der Meinung, dass der Canal sich auf die Schuppenröhrchen beschränke, also der Verlauf ein fortwährend unterbrochener wäre. Bei der vor mehr als vier Decennien angewendeten Methode der Untersuchung war es kaum möglich, hierüber ins Klare zu kommen. Auch Jahre nachher glaubt auch M' DONNELL hervorheben zu sollen, dass, während bei Selachiern der Seitencanal ein ununterbrochenes Rohr darstelle, bei den Knochenfischen dies nicht der Fall wäre, der Seitencanal sei zerschnitten in die Tunnels, welche den Schuppen der Seitenlinie aufsitzen. Selbst SOLGER, obschon er viel später sich mit unserm Object beschäftigt hat, scheint hierüber auch nicht anders zu denken, was ich daraus schliessen möchte, weil er in dem von ihm gegebenen guten zusammenfassenden Bericht diesen Punkt nicht berührt.

Jetzt konnte ich bei Wiederaufnahme des Gegenstandes an mehreren unserer Schuppenfische mich überzeugen, dass der Seitencanal auch hier ohne Unterbrechung dahinzieht, allerdings unter Auftreten mancher besonderer Verhältnisse, wie sie in den obigen Einzeluntersuchungen angeführt wurden.

Der systematische Zoologe gewinnt bekanntlich durch den so mannigfach abändernden Verlauf der Seitenlinie im engern Sinne Anhaltspunkte für die Abgrenzung der Arten. Oftmals gerade, dann wieder leicht bogig in der Flanke des Fisches dahinziehend, nähert sie sich hier mehr dem Rücken, dort mehr dem Bauch, so z. B. bei *Alburnus*, ja kann bei einer „der ausgezeichnetsten Gattungen der Süsswasserrfische“, dem *Pelecus cultratus*, in leichten Knickungen noch

1) Histologie, p. 202, fig. 106.

etwas weiter herabsteigen¹⁾. Beschaut man Abbildungen von Meerfischen²⁾, so erscheint auch bei *Exocoetus* die Seitenlinie ganz nahe gegen den Bauch hin gerückt, ein Gleiches zeigt sich bei *Belone*, *Hemiramphus*. Merkwürdig ist der Verlauf z. B. auch bei *Anabas scandens*: die Seitenlinie bricht nach hinten plötzlich ab, und die Fortsetzung liegt nun etwa drei Schuppenreihen tiefer. — Zu den Fischen, deren Seitenlinie eine nähere Untersuchung bedarf, gehört auch der Haring, *Clupea harengus*. Auf der Abbildung, welche der so genaue Zeichner FRANZ WAGNER in der medicinischen Zoologie von BRANDT u. RATZEBURG gegeben hat, ist gar nichts von einer Seitenlinie zu sehen, und im Text heisst es: „Seitenlinie nicht deutlich, ausser wenn die Schuppen entfernt sind.“ Die letztere Angabe vermag ich mir nur dahin auszulegen, dass jetzt der Nervus lateralis durchschimmert. Wahrscheinlich vertreten freie Hautsinnesorgane die Linea lateralis.

Bezüglich der Bahnen, welche die Kopfcanaäle einhalten, wird zwar das bekannte Schema — ein Ast über dem Auge her, ein zweiter unter dem Auge, ein dritter für den Unterkiefer — allgemein wiederkehren, aber insoweit darauf bisher näher geachtet wurde, so kommen doch mancherlei Verschiedenheiten nach den einzelnen Gattungen und Arten zum Vorschein, insbesondere was die Verbindung betrifft.

Man betrachte z. B. den Holzschnitt, welchen EMERY über den Verlauf der Kopfcanaäle von *Fierasfer* gegeben hat³⁾. Dort besteht, ausser der gewöhnlichen Quercommissur im Nacken, noch eine zweite zwischen den Augen; ferner verbinden sich der Supra- und Infra-orbitalcanal in der Schnauzengegend schlingenförmig.

Nach BODENSTEIN vereinigt sich bei *Cottus* ebenfalls der Supra-orbitalast mit dem der andern Seite in der Gegend des hintern Augenrandes. Die Figuren von ALLIS bei *Amia calva* lassen einen Zusammenhang der „infra-orbital lines“ sehen. Die Verbindung von Supra- und Infraorbitalcanal zeichnet MERKEL als Norm des Verlaufes bei Knochenfischen. Beim Aal schien auch mir eine schlingenförmige Verbindung zwischen den beiden gedachten Canälen zu bestehen. Dann sah ich weiterhin bei letztgenanntem Fisch in der Schnauze einen Zusammenhang der Canäle von rechts und links, und das Gleiche war von *Salmo* zu melden⁴⁾.

1) Siehe die Abbildung bei HECKEL-KNER, p. 126, fig. 65; oder J. G. WEBER, Die Fische Deutschlands, tab. 23.

2) z. B. das BLOCH'sche Fischwerk.

3) EMERY, a. a. O. p. 38, 39.

4) Wenn ich bei STEENSTRUP (Fortsatte Bidrag til en rigtig Opfat-

An dem der Gegend des Unterkiefers zugehörigen Canal scheinen nicht minder Abweichungen vorzukommen. Beim Aal z. B. meine ich den Canal in der Präoperculargegend unterbrochen zu sehen, was ich mir zwar Anfangs dahin auslegen wollte, dass in den angefertigten Schnitten eine Lücke bestände, allein für *Cottus gobio* meldet auch BODENSTEIN, dass der Unterkiefercanal nicht in Verbindung stehe mit den übrigen Kopfcanälen. Auf der Abbildung stellt der Theil des Canals, welcher vorhanden ist, vorn einen zusammenhängenden Bogen dar. Beim Aal, so viel ich zu erkennen vermag, tritt das letztgedachte Verhalten nicht ein, sondern der Unterkiefercanal gabelt sich vorn, der eine Ast wendet sich nach aufwärts, der andere nach abwärts und besitzt einen Endporus.

Verschiedenen Angaben und Abbildungen, welche man in den Schriften über die Knochenfische findet, möchte zu entnehmen sein, dass nicht bloss die Kopfcanäle sich verzweigen, sondern dass auch am Seitencanal eine Zertheilung stattfinden könne. Wenigstens darf diese Meinung aufkommen, wenn mehrere Seitenlinien in den Beschreibungen erwähnt werden. So heisst es in der Diagnose, welche KRÖYER¹⁾ von dem nordischen Fisch *Stichaeus praecisus* giebt: „Praeter lineam lateralem propriam ternae utrinque lineae laterales mucum efferentes“, wozu ich mir denken möchte, dass ihr Ursprung in der Nackengegend zu suchen sei, in Form von Ausläufern des dortigen Canals. Vielleicht gehört etwas auch hierher, was an der Zeichnung des *Mullus imberbis*, welche eine Abhandlung von CUVIER begleitet, auffällt. Dort zeigen sich auf jeder Schuppe der Seitenlinie deutlich neben einander herziehende Bildungen, die ich für Hülsen des Seitencanals nehme, und wenn dies richtig ist, so müssen drei Canäle dicht neben einander auf jeder Seite verlaufen²⁾. Im Text wird nicht darauf Bezug genommen, wahrscheinlich weil für CUVIER die Sache nicht angreifbar war.

telse at Oiestillingen hos Flyndrene, 1878) die fig. 2 auf tab. 4 (La marche caractéristique des branches de la ligne latérale sur la tête des poissons plats) richtig deutet, so findet auch bei *Platessa flesus* eine Anastomose des Stirnastes der Canäle an der Schnauze statt.

1) KRÖYER, Nogle Bidrag til nordisk Ichthyologi, in: Naturhist. Tidsskrift, 1861—1863. Ich vermag die Abhandlung des dänischen Naturforschers nur insoweit zu lesen, als sie lateinisch ist, und weiss daher nicht, ob und was er über die drei Seitenlinien in der ausführlichen Beschreibung sagt.

2) in: Mém. du Muséum, 1815. (Ich habe nur die Uebersetzung in der Zeitschrift Isis von OKEN, 1818, vor mir.)

Unter den Fischen, welche durch Aufsteigen vom Meer in die Flüsse zeitweilig einen Bestandtheil unserer Fauna bilden, ist es die Gattung *Alosa*, deren Seitencanalssystem durch einen hohen Grad von Verzweigung sich auszeichnet. Leider kann ich einstweilen darüber nicht aus eigener Erfahrung berichten, aber HECKEL u. KNER¹⁾ melden, dass bei genanntem Fisch am Seitencanal bis ins feinste gehende Verzweigungen vorkommen; dasselbe geschehe an den Canälen des Kopfes und des Vorderrumpfes, und man gewahre dort eine Unzahl dendritisch verästigter Röhrchen, welche gegen äusserst feine Poren gerichtet seien. Die Autoren bemerken hierzu, dass auch VALENCIENNES „diese interessante Eigenthümlichkeit, doch nur oberflächlich, berührt“ habe.

Ich bin im Stande, auf einen Anatomen hinzuweisen, der die betreffende Organisation ebenfalls kennt. Es ist BRECHET, welcher in dem trefflichen Werke über das Gehörorgan der Fische²⁾ nebenbei über *Alosa vulgaris* eine Abbildung von den „Schleimcanälen“ des Kopfes gegeben hat, aus der ersichtlich ist, dass beim Maifisch von den Canälen am Seitentheil des Kopfes eine Menge von Zweigen abgehen, die sich theilweise wieder verzweigen. Im Text der Schrift finde ich nicht, dass hierauf Bezug genommen wird, und in der Erklärung der Figuren heisst es auch bloss: „conduits excréteurs mucifères avec leurs ramifications sur l'opercule. Les canaux se rendent dans un sac ou réservoir“. Mit dem letztern ist wohl die Verbindungsstelle hinüber zum Canalssystem der andern Seite gemeint. Jedenfalls verdient die Figur aus der Vergessenheit hervorgezogen zu werden.

Ein anderes Beispiel liefert der nordamerikanische Fisch *Amia calva*, allwo nach der überaus eingehenden Darstellung, welche ALLIS veröffentlicht hat, eine äusserst zahlreiche Verästelung an den Canälen des Kopfes und der Seitenlinie vorkommt und mit feinen Enden nach aussen ausmündet³⁾.

An dieser Stelle möchte ich auch die Vermuthung aussprechen, dass gewisse Zeichnungen auf den Schuppen brasilianischer Fische, welche AGASSIZ vor mehr als sechs Decennien bekannt gemacht hat,

1) HECKEL u. KNER, Süßwasserfische der österreichischen Monarchie, 1858, p. 230.

2) BRECHET, Recherches anatomiques et physiologiques sur l'organe de l'ouïe des poissons, Paris 1838 (tab. 4, fig. 6).

3) ALLIS, The anatomy and development of the lateral-line system in *Amia calva*, in: Journ. Morphol., 1889. Die Tafeln, womit die Schrift ausgestattet ist, sind von ganz eigenartiger Schönheit.

gleichfalls als Verzweigungen des Seitencanals ausgelegt werden können. Das unten genannte Werk ¹⁾ bringt nämlich auf vier Tafeln die Umrisse von Schuppen, bei geringer Vergrößerung, wobei sich zeigt, dass das den Schuppen aufgesetzte Röhren des Seitencanals zwar meist von einfacher Form ist, in manchen Arten aber sich nach hinten gabelt und zwar so, dass von den Gabelästen wieder Seitenzweige abgehen, doch in unsymmetrischer Weise. Die Linien sind auf den Zeichnungen so geführt, dass man für die Gabeläste anzunehmen hätte, sie seien blind geschlossen; bezüglich der dendritischen Verzweigungen kann man bei der angewendeten geringen Vergrößerung nicht entnehmen, ob die Ausläufer der Verzweigungen offen oder geschlossen sind.

Es liegt der Gedanke nahe, dass die von mir angezeigten Nebenröhren am Schuppencanal bei Cypriniden und Salmoniden etwas dem vorigen Entsprechendes sein mögen. Allein einstweilen lässt sich dies nicht mit völliger Sicherheit behaupten, denn in die Nebenröhren unserer Fische erstreckt sich die Lichtung des Hauptcanals nicht, auch gehen sie nicht frei, mit einem Porus zu Tage aus, sie dienen nur zum Durchtritt von Blutgefäßen. Auch weiss man bis jetzt noch nichts über das histologische Verhalten der Röhren in den Schuppen

1) *Selecta genera et species piscium, quos collegit et pingendos curavit J. W. DE SPIX. Digessit, descripsit et observationibus illustravit L. AGASSIZ, 1829.* (Mit diesem stattlichen Quartbande begann der 21-jährige AGASSIZ seine glänzende schriftstellerische Laufbahn, nachdem er zwei Jahre vorher, in der *Isis*, 1827, als „stud. med.“ den von ihm auf dem Münchener Fischmarkt entdeckten *Gobio uranoscopus* angezeigt hatte.) Ich begegne übrigens in der Literatur noch verschiedenen Angaben, welche hierher zu stellen sein werden. So gehen nach MARKUSEN (in: *Mém. Acad. Sc. St. Pétersbourg*, 1864) von den „Knochenröhren“ der Schuppen der Seitenlinie bei den Mormyren nach oben und hinten Seitenzweige ab. Doch erfährt man nicht das Mindeste über ihren Inhalt. — CARTIER in den „Beschreibungen neuer Pharyngognathen“ (in: *Verh. Phys.-med. Ges. Würzburg*, V. 5) meldet, dass die „Ausmündungsröhren der Seitenlinie“ — so nennt er das den Schuppen aufgesetzte Röhren — bei der einen Art „einfach“ seien, bei einer andern „gegabelt“, und wieder bei einer andern „verzweigt“. — Auch dasjenige scheint sich anzuschliessen, was HECKEL-KNER (a. a. O. p. 128) über die Seitenlinie von *Pelecus cultratus* aussagen: „jede Pore einer Schuppe (der Seitenlinie) giebt einen, seltener zwei kurze Seitenzweige ab.“ Vergl. hierzu auch Beobachtungen von SOLGER und dessen Hinweis auf Befunde von BIANCONI über zierliche, baumartige Ausläufer der Seitenlinie, in: *Arch. Mikrosk. Anat.*, V. 18, p. 372, Anmerk. 1.

der brasilianischen Fische, so dass eben noch diejenigen Punkte uns fehlen, welche ermöglichen, eine Vergleichung durchzuführen.

Neben dem Charakter der Verzweigung des Canalsystems ist ferner noch hervorzuheben, dass der Canal an gewissen Stellen sich zu grössern Hohlräumen erweitert. Der Kopfabschnitt des Canalsystems nimmt wohl allgemein einen weitem Durchmesser an als jener des Rumpfes und kann sogar zu grössern Hohlräumen werden. Es geschieht dies, indem ich die eigene Erfahrung heranziehe, bei *Acerina*, *Lepidoleprus*, *Corvina*, *Umbrina*. Bezüglich anderer Fischarten spricht z. B. BLAINVILLE davon, dass bei *Muraena conger* in den Canälen stellenweise bedeutende Erweiterungen („poches, sinus“) zugegen seien; BERGSÖE gedenkt gelegentlich der „dilatationes canalium mucosorum capitis“ beim Schwertfisch *Xiphias*²⁾. Die Abbildung, welche COLLETT von *Lycodes sarsii* gegeben hat, lässt auch Aehnliches vermuthen, da sie ausnehmend grosse „Poren“ längs der Ober- und Unterkinnlade, sowie am Kiemendeckel her aufzeigt, während diese Poren an der Seitenlinie so herabsinken, dass sie wie zu fehlen scheinen³⁾. Erweiterungen der Kopfcanäle mit blind geschlossenen Aussackungen erblickt man auch auf den Figuren, welche EMERY über *Fierasfer* gegeben hat⁴⁾.

Weit und mit grossen Oeffnungen versehen sind nach den Abbildungen bei M'DONNELL auch die Kopfcanäle bei *Platesia*⁵⁾. Eine Erwähnung für sich verdient ferner noch der Aal (*Anguilla vulgaris*), von dessen Kopfcanälen ich zu berichten fand, dass sie beim jungen, noch fadendünnen Thierchen einen verhältnissmässig bedeutenden Durchmesser besässen. Dies scheint noch mehr am alten Thier, das ich selber noch nicht auf diesen Punkt untersucht habe, der Fall zu

1) BLAINVILLE, De l'organisation des animaux ou principes d'anatomie comparée, 1822.

2) Auf diese Erweiterungen der Kopfcanäle beim Schwertfisch kommt auch BERGSÖE zu reden in seiner Abhandlung über den in diesen Höhlungen lebenden *Philichthys xiphiae* (in: Naturh. Tidsskrift, 1864). Vielleicht darf ich daran erinnern, dass ich schon Jahre vorher aus den Schleimeanälen des Kopfes von *Corvina* einen ebenfalls merkwürdigen Schmarotzerkrebs beschrieben habe („Ueber ein neues parasitisches Krustenthier“, in: Arch. Naturgesch., 1851, p. 259, tab. 3).

3) COLLETT, *Lycodes Sarsii* ex ordine Anacanthinorum gadoideorum, in: Act. Soc. Scient. Christianensis, 1875.

4) EMERY, a. a. O.

5) ROBERT M'DONNELL. On the system of the lateral line in Fishes, 1862, tab. 7, fig. 1 und die Holzschnitte p. 173.

sein, wie dies aus den Mittheilungen von HOUGHTON hervorgeht ¹⁾. Ich glaube wenigstens dessen Angaben in diesem Sinne auffassen zu können und füge nur noch bei, dass bereits MONRO die „Höhlen hinter dem Kopfe des Aales“ wahrgenommen hat, und da er in aller Kürze (nach der SCHNEIDER'schen Uebersetzung) im Capitel über die „Schleimröhren“ davon spricht, so wird er sie wohl auch mit letztern in Verbindung sich gedacht haben.

Die den Schuppen der Knochenfische aufgesetzten Röhren oder Hülsen des Seitencanals zeigen grössere und kleinere Abänderungen der Gestalt, namentlich bezüglich der Länge und Weite: bald sind sie ganz gerade gestreckt, bald gegen den Porus zu leicht aufgebogen und verengt, womit sie flaschenförmig werden. Trotz solcher nach der Oertlichkeit, den Individuen und den Species eintretenden Verschiedenheiten lässt sich doch sehen, dass sich gewisse typische Formen innerhalb der Einzelgruppen herausgebildet haben. Man vergleiche z. B. die Zeichnungen über die Schuppen der Seitenlinie, welche AGASSIZ vor Jahren bezüglich der einheimischen Salmoniden gegeben hat ²⁾. Das Röhrchen bleibt dort fast durchweg im Umriss ziemlich gleich, nur verschmächtigt es sich gern nach dem Porus zu, so bei *Salmo salar*, *S. fario*, *S. trutta*, bei *S. lacustris* und *S. vexillifer*. Dabei bemerkt man ferner an den Abbildungen von jungen und fertigen Thieren einer und derselben Species, so z. B. an *S. fario*, dass auch nach dem Alter hierin Verschiedenheiten sich einstellen: bei der genannten Art sind die Röhrchen in der Jugend viel kürzer und breiter, später erst am vordern Ende verengt und ausgezogen. Am meisten weicht das Röhrchen bei *S. umbla* ab durch Kürze und Weite; doch möchte man dies nur für individuell halten, weil es bei einem zweiten und dritten Thier wieder kürzer und enger gezeichnet erscheint. Die auf der Dorsalfläche der Röhrchen von *S. fario*, *S. trutta*, *S. hucho*, *S. vexillifer* erscheinenden rundlichen oder länglichen Stellen sind wohl als Lücken zu deuten, dadurch entstanden, dass sich hier die osteoide Substanz nicht völlig geschlossen hat.

1) HOUGHTON, Note on the existence of a pair of sub-cutaneous orifices in the head of the Eal and Conger, in: *Micr. Jour.*, V. 4.

2) L. AGASSIZ, *Histoire naturelle des poissons d'eau douce*, 1842.

Es wurde von mir die Ansicht geäußert, dass die Becherorgane mit den frei stehenden Hautsinnesorganen eng verbunden sind und diese hinwiederum mit den im Seitencanalssystem befindlichen Sinneshöhlen zusammen gehören. Zu den vorgebrachten Gründen liesse sich jetzt auch anführen das Auftreten von Nebenseitenlinien, was zwar bis jetzt nur wenig beobachtet wurde, aber wahrscheinlich öfters, ob typisch oder individuell, mag einstweilen dahingestellt sein, vorkommen wird. Solche Fälle belehren, dass freie Sinneshöhlen zu solchen werden können, welche in Schuppencanälen liegen. Besonders deutlich zeigt sich dieses beim Hecht, *Esox lucius*, wo nicht nur die eigentliche Seitenlinie fortwährend unterbrochen ist, sondern zerstreut an den Flanken Nebenseitenlinien entstehen, dadurch, dass freie Sinneshöhlen in die Furche einer Schuppe aufgenommen werden ¹⁾). Beachtenswerth für die gegenwärtige Frage ist mir wieder die bereits oben hervorgehobene Abbildung des *Coregonus fera* in RAPP's Bodenseefischen ²⁾). Indem man nämlich genau die Gegend über dem Anfang der Seitenlinie durchgeht, entdeckt man, dass der Zeichner auf einer Anzahl von Schuppen das gleiche Längsstrichelchen angebracht hat, womit die eigentliche Seitenlinie markirt erscheint. Man möchte also annehmen, dass bei dem Fisch Anfänge von Nebenseitenlinien zugegen sind.

Für diese Auffassung spricht ferner auch dasjenige, was bis jetzt über den Wechsel, sogar nach den einzelnen Individuen, zwischen Rinne und Canal am fertigen Thier bekannt geworden ist. Schon F. E. SCHULZE hatte angezeigt, dass bei *Gobius* in der Seitenlinie es niemals zur Bildung eines Canals komme, also, wie auch SOLGER beschrieben hat, hier nur frei stehende Seitenorgane vorkommen. MERKEL fand bei *Mugil cephalus*, dass fast sämmtliche Schuppen des Körpers in rinnenartigen Auskerbungen die „Nervenapparate“ besitzen. Bei *Leucaspis* zeigt sich mir, dass das Endstück des „Seitencanals“ nicht geschlossen ist, sondern sich in offene Gruben auflöst, in denen die Sinneshöhlen ruhen, und an *Rhodeus* hatte ich auf bedeutende individuelle Schwankungen im Hervortreten der Seitenlinie hinzuweisen. An *Gasterosteus* sah MERKEL ausser den freistehenden Nervenhöhlen der Seitenlinie, nach hinten zu, einen „Tunnel“, in den jetzt die vorher freien Höhlen zu liegen kamen, ein gewissermaassen umgekehrtes Verhalten von dem, was *Leucaspis* bietet.

1) Hautdecke und Hautsinnesorgane der Fische, p. 160. Auf der Abbildung des Hechtes in dem BLOCH'schen Werke (copirt im Atlas von OKEN) sind vier Seitenlinien eingezeichnet.

2) RAPP, Fische des Bodensees, tab. 2.

BODENSTEIN führt ebenfalls eine ganze Anzahl von individuellen Abänderungen auf, welche er an *Cottus gobio* hinsichtlich der Verzweigung, Lage der Poren, Zahl der Sinneshügel beobachtet hat. Jüngst erinnert endlich KNAUTHE daran, dass er schon vor Jahren gar nicht selten „unzweifelhafte *Leucaspis delineatus* erbeutet habe, welche mit completer Seitenlinie versehen waren“¹⁾. Es schliesst diese Thatsache gut an das an, was ich oben von genanntem Fische zu berichten fand.

Ueberdenkt man dies Alles, so wird man leichter verstehen, wie durch mannigfache Grade der Ausbildung von Rinne zum Canal, individuell und typisch, auch der Sinneshügel von einem freien Hautsinnesorgan zu einem gedeckten Seitenorgan werden kann.

Noch einmal soll daran erinnert sein, dass in den grössern Höhlungen erweiterter Partien der Kopfcanäle die Sinneshügel einen dem entsprechend grössern Umfang annehmen, so nach meiner Erfahrung bei *Acerina*, *Corvina*, *Umbrina*, *Lepidoleprus*. Für *Muraena conger* darf man das gleiche Verhalten vermuthen, obschon BLAINVILLE davon nichts meldet. Der Genannte bemerkte in den Canälen bloss eine auskleidende, an Blutgefässen ziemlich reiche Schleimhaut; indessen haben auch in viel späterer Zeit Untersucher des Seitencanal-systems die Sinneshügel völlig übersehen.

Einigen der lebenden Ganoiden mögen noch bezüglich des in Rede stehenden Organsystems ein paar Worte ausser dem schon Vorgebrachten gewidmet werden.

An dem Weingeistexemplar des *Polypterus bichir*, welches ich²⁾ vor Jahren zergliederte, konnte ich wahrscheinlich machen, dass auch hier Becherorgane zugegen seien. Die grössern runden Oeffnungen, welche sich bei der Flächenansicht von Stückchen der Epidermis erkennen liessen, sowie die Form der Lederhautpapillen, welche an ihrem Ende die gleichen gezackten Ränder hatten, wie sie bei Teleostern zur Aufnahme der Zellen des Becherorgans dienen, deuteten auf die Anwesenheit der Becherorgane hin. An den Kopfcanälen war sichtbar, dass sie sich in die bekannten drei Aeste zertheilen und mit zahlreichen, wenn auch nicht besonders weiten Oeffnungen ausmünden.

1) KNAUTHE, Zwei fortpflanzungsfähige Cyprinidenbastarde, in: Zool. Anz., 1893.

2) Histologische Bemerkungen über den *Polypterus bichir*, in: Ztschr. wiss. Zool., 1854.

Den Seitencanal beschrieb ich als eine häutige Röhre von 1''' Durchmesser und unter der Haut verlaufend. Nach meiner jetzigen Kenntniss glaube ich annehmen zu müssen, dass ich in dieser Röhre nicht den eigentlichen Canalis lateralis vor mir hatte, sondern den in gleicher Richtung ziehenden Seitenlymphgang. Denn letzterer liegt sonst im Unterhautbindegewebe, der Canalis lateralis aber im Corium, und da die Lederhaut bei unserm Fisch fast völlig zu den Schuppen verknöchert ist, so dass unter den Schuppen nur noch eine dünne Lage des Coriums übrig bleibt, so wird der eigentliche Seitencanal in der Schuppensubstanz der Seitenlinie verlaufen. Darin werde ich auch bestärkt durch die Angabe bei M'DONNELL, dass die Seitenlinie bei *Polypterus* durch Längsschlitzte der Schuppen bezeichnet sei. Auf der bekannten von GEOFFROY ST. HILAIRE gelieferten Abbildung ist die Seitenlinie scharf ausgedrückt. Was sich an einem „trocken aufbewahrten Exemplar“ an der Seitenlinie beobachten lässt, theilt SOLGER mit¹⁾.

Den so merkwürdigen nordamerikanischen Knochenhecht, *Lepidosteus osseus*²⁾, vorzunehmen, hat mir die Gelegenheit bisher gemangelt. Wenn ich die Mittheilungen von RAMSAY WRIGHT gehörig auffasse, so stimmt *Lepidosteus* in bedeutsamer Weise mit dem nächst folgenden Ganoiden, dem *Acipenser*, darin überein, dass gedachtem Fisch ausser den Becherorganen, welche zahlreich in der Mundhöhle sich finden, auch die eigenartigen sackförmigen Hautsinnesorgane des

1) in: Arch. Mikr. Anat., V. 18, p. 369.

2) Wie schwer dieser Ganoid noch in den 30er Jahren dieses Jahrhunderts für den europäischen Naturforscher zu beschaffen war, lässt sich aus dem bereits oben citirten Briefwechsel L. AGASSIZ's entnehmen. Dort liest man auch mit Interesse, dass der neunzehnjährige Student AGASSIZ, der ja von Klein auf die Fische seiner Heimath eifrigst studirt hatte, beim ersten Anblick eines ausgestopften *Lepidosteus* im Karlsruher Museum sich gesagt hatte, dass derselbe einzig unter den lebenden Fischen dastehe. „Seine Verwandtschaft mit den Lepidosteern der alten geologischen Epochen wurde ihm erst später bei seinen Untersuchungen fossiler Fische klar. Er entdeckte damals die Reptilienähnlichkeit dieser Gruppe und sah, dass nach der Gelenkverbindung der Wirbel, der Kopf sich freier auf dem Rumpf bewegt haben müsse als bei irgend einem Fische der Gegenwart. Zu seinem grossen Entzücken bewegte das erste lebende Exemplar des Knochenhechtes, welches ihm (auf seiner Expedition an den Oberrhein See) gebracht wurde, den Kopf nach rechts und links und aufwärts, wie es die Saurier thun und es andern Fischen versagt ist.“

Störs zukommen ¹⁾). ALEXANDER AGASSIZ ²⁾), welcher wohl zuerst über die Jugendstadien des *Lepidosteus* Abbildungen gab, hat auf diese Dinge nicht geachtet, nur auf einer Figur ³⁾) darf man den Längsstrich an der Seite des Körpers für den jetzt aufgetretenen Canalis lateralis halten. Leider haben auch BALFOUR u. PARKER in ihrem grössern Werke über den Bau und die Entwicklung des *Lepidosteus* ⁴⁾) die Hautsinnesorgane nicht in den Bereich ihrer Untersuchung gezogen. Man sieht bloss auf einigen Schnitten durch den Gesamtkörper ⁵⁾) des Embryos die Stelle der „lateral line“ durch einen dreieckigen Fleck bezeichnet, von dem ich nach der Analogie mit dem Embryo von *Salmo* annehmen möchte, dass er den eigentlichen Seitencanal, den Lymphgang und den Seitennerven zusammen begreift; die epitheliale Sinnesknospe erscheint ebenfalls nicht markirt.

Ueber den *Acipenser* enthält das Werk von BRANDT u. RATZEBURG ⁶⁾) bildliche Darstellungen der ganzen Fische und der Hautoberfläche, die man wegen ihrer ausserordentlichen Genauigkeit nur mit Vergnügen betrachten kann ⁶⁾). Man sieht, dass der Canalis einmal durch die Schildreihe der Seitenlinie geht, dann aber auch zwischen je zwei Schildchen hervortreten kann in Form einer gewundenen, mit sehr kleinen Knochenkernen besetzten Linie. Zwanzig Jahre später untersuchte ich einige Störarten in Triest im frischen Zustande ⁷⁾). Ich fand hier die becherförmigen Organe von den wulstigen Lippen an, durch die Schleimhaut der ganzen Mund- und Rachenhöhle, sowohl oben am Gaumen als auch unten auf dem Zungenrudiment; nach rückwärts nahm ihre Grösse allmählich ab, und am Anfang des Schlundes hatten sie ganz aufgehört. Die Organe sitzen auf einfachen oder zusammengesetzten Papillen. Zweitens fand ich Bildungen, welche an

1) R. RAMSAY WRIGHT, Some preliminary notes on the anatomy of Fishes, in: Canadian Institute, Toronto, 1885.

2) A. AGASSIZ, The development of *Lepidosteus*, in: Proc. Amer. Acad. Arts Sc., 1878.

3) a. a. O. fig. 14. (Profile of young on the fifth day after hatching.)

4) BALFOUR and PARKER, On the structure and development of *Lepidosteus*, in: Phil. Trans. Royal Soc. London, 1882.

5) a. a. O. fig. 74, 75, 76.

6) BRANDT u. RATZEBURG, Medicinische Zoologie, V. 2, 1833. Der Künstler, nicht umsonst schon in der Vorrede gerühmt, war FRANZ WAGNER, damals wohl noch sehr jung; Anatomen und Zoologen verdankten ihm auch später sehr schöne und exacte Zeichnungen.

7) Anatomisch-histologische Untersuchungen über Fische und Reptilien, 1853, tab. 1, figg. 1, 2.

„aggregirte Hautdrüsen der Frösche“ gemahnen konnten, aber ebenfalls immer mit einem Nervenstämmchen versehen; sie gehörten nur dem Kopfe an, und ich bezeichnete ihren Verbreitungsbezirk im Nähern. Nach ihrer Bedeutung schienen sie mir den Gallertröhren der Selachier zu entsprechen. Endlich lieferte ich auch eine Darstellung des Verlaufes des Seitencanals und der Kopfcanäle. Der Seitencanal liege immer in knöchernen Stützen, welche wirkliche Knochenkörperchen besitzen. Die in den Canal von Strecke zu Strecke eintretenden Nerven bringen im Innern einen niedrigen Längswulst hervor, der den „knopfförmigen und linearen Nervenausbreitungen im Seitencanalsystem der Knorpel- und Knochenfische“ entspreche. Es wird von Interesse sein, durch die Studien der nordamerikanischen Morphologen nach und nach zu erfahren, wie sich *Lepidosteus* in allem diesen gegenüber von *Acipenser* verhält.

Dass auch der Ganoid *Amia calva*, verglichen mit den Knochenfischen, ganz erhebliche Eigenthümlichkeiten besitzt, erhellt deutlich aus der mehrfach angezogenen höchst wichtigen Arbeit von ALLIS.

Gar manche im Bisherigen über das Seitencanalsystem der Knochenfische gegebenen Darlegungen kommen in bessern Zusammenhang, wenn wir die gleiche Organisation auch bei Selachiern ins Auge fassen.

Schon vor Jahren habe ich berichtet, dass der Seitencanal bei Rochen und Haien, angelangt am Kopf, dort eine beträchtliche Erweiterung erfährt. Der Seitencanal liege ferner in der Substanz der Haut, dessen Verzweigungen im Kopf aber unter der Haut; an der Schnauze erfolgten schlingenförmige Verbindungen. Bereits MONRO hatte in einer kräftigen Zeichnung den schlangenartigen Verlauf der Canäle an der Unterseite der Schnauze und die schlingenförmige Verbindung an einem Rochen ausgedrückt¹⁾.

Bezüglich der Ausmündung hatte ich seiner Zeit erwähnt, dass diese entweder durch blosse Löcher geschehe, die in der vordern Wand angebracht seien und dicht auf einander folgen, oder die Oeffnung stehe auf einem röhrenartig ausgezogenen Theil, wodurch der Seitencanal ein halbgefiedertes Aussehen bekomme. Betrachtet man die Zeichnung, welche MONRO²⁾ über *Gadus* geliefert hat, so scheint

1) In der SCHNEIDER'schen Uebersetzung des MONRO'schen Werkes auf tab. 5. — Vergl. auch meine Abbildung des Kopfes von *Chimaera* in: Lehrbuch der Histologie, p. 200.

2) a. a. O. tab. 4.

der Seitencanal und ein Theil der Kopfcanaäle hier ebenfalls halb gefiedert zu sein, wenn ich annehmen darf, dass die abgehenden, nach unten gewendeten Canälchen von derberer Beschaffenheit der Wandung sind. Diesem Verhalten schliesst sich nun wohl ungezwungen dasjenige an, was oben über verschiedene Knochenfische zu berichten war: den Röhrcn entsprechen die meist dicht sich folgendes und durchbohrten Papillen, nur dass dieselben von weicher, zarter Natur sind.

Von höchstem Interesse ist die Schrift von GARMAN, welcher den Verlauf des Seitencanals der Selachier in einer grossen Anzahl von Linearzeichnungen darzulegen vermochte¹⁾. Die Arbeit gründet sich auf die Untersuchung eines so reichen Materials, wie es wohl nur das „Museum of Comparative Zoology“ dem Forscher zur Verfügung stellen konnte, und es erforderte grosse Ausdauer, die mannigfaltigen Bahnen über den Körper so vieler Thiere hin darzuthun. Doch ist jetzt damit eine Uebersicht über den Verlauf erreicht, wie man sich dieselbe nur wünschen kann. Das Durchgehen der 52 Tafeln lehrt, dass bei allem Beharren in den Grundzügen doch eine ausserordentliche Mannigfaltigkeit im Einzelnen sich entwickelt hat, insbesondere gegen die Endausbreitung zu. Die Seitenröhrcn, welche die Halbbefiederung erzeugen, können sich nicht nur abermals zu langen Röhren ausziehen, sondern sie zertheilen sich zuletzt gabelig oder in wiederholter Zerspaltung. Auf einigen Zeichnungen ist die Zertheilung der Canäle so dicht, dass man beim ersten Anblick ein Netz vor sich zu haben glaubt, allein das scheinbare Netz beruht doch nur auf rasch sich folgendes Zerspaltungen. Und daneben bei andern Arten werden die Röhren auf einfache Linien zurückgeführt.

Ich möchte aus diesen Zeichnungen eine Stütze für meine Ansicht entnehmen, dass bei Knochenfischen auch die freien Hautsinnesorgane durchaus über den Körper sich in bestimmten Linien verbreiten, die im Einzelnen gerade so mannigfaltig sein können, wie hier bei den Selachiern der Verlauf der Ausstrahlungen des Seitencanals. Schade, dass GARMAN über das Histologische völlig schweigt, so dass weitere Anhaltspunkte nicht herausgefunden werden können.

VI. Sinnesepithel im Gehörlabyrinth.

Die grosse Uebereinstimmung, welche zwischen dem epithelialen Theil der Hautsinnesorgane und dem Sinnesepithel im Ohrlabyrinth

¹⁾ SAMUEL GARMAN, On the lateral canal system of the Selachia and Holocephala, in: Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard Coll., V. 17, 1888.

schon im Allgemeinen besteht, bewährt sich auch bezüglich der feinern Structurverhältnisse.

Man unterscheidet an den Ampullen der Bogencanäle bei *Salmo fontinalis* eine Tunica propria in Form einer glashellen Haut, deren Löcher, bestimmt zum Durchtritt der Nerven-elemente, in deutlicher Weise sich abgrenzen. Zwischen dieser Grenzhaut und dem Knorpel nach aussen zieht sich ein unverkennbarer perilymphatischer Raum herum.

Die quer durch die Ampulle des vordern Bogenanges ziehende Crista acustica gewährt im senkrechten Schnitt ein auffallend ähnliches Bild mit dem eines Seitenorgans unter gleichen Umständen (Taf. 7, Fig. 50). Wie dort das obere Ende einer Papille zur Aufnahme des Sinnesorgans ausgetieft sein kann, so erhebt sich hier im Ohrlabyrinth die bindegewebige Wand der Ampulle in eine Leiste, welche sich oben zu einer Rinne einsenkt und vom Sinnesepithel ausgefüllt wird, während an den Seitenflächen das gewöhnliche Epithel sich verbreitet, in Gestalt einer einzigen Lage niedriger Zellen, deren Kerne von der Fläche rundlich, im optischen Schnitt stabförmig sich ausnehmen.

Die Zellen des Sinnesepithels sind doppelter Art, einmal solche von Birn- oder Flaschenform und mehr nach der Mitte gelagert; dann zweitens andre von cylindrischer oder fadig verlängerter Gestalt. Letztere nehmen die Peripherie ein und stossen an das Epithel der seitlichen Fläche der Leiste. Die Flaschenzellen liessen sich nach Früherem mit den Schleimzellen in Verbindung bringen, während man bezüglich der zweiten Art, welche den Mantelzellen homolog ist, unmittelbar wahrzunehmen vermag, dass sie aus den niedrigen Epithelzellen der Seitenflächen der Crista hervorgeht. In weiterer Uebereinstimmung mit den Seitenorganen machen sich die zwei Kernreihen, eine vordere und eine hintere, bemerklich, wovon die erste den Flaschenzellen angehört, die zweite den Mantel- und Epithelzellen. Zwischen den bezeichneten Elementen kommen nun abermals die eckigen, stark gefärbten kleinen Kerne vor, von denen feine, verästigte Fäserchen ausgehen.

Der zum Sinnesepithel der Hörleiste tretende Nerv zeigt ein beachtenswerthes Verhalten, dessen ich schon anderwärts ¹⁾ gedacht habe. Die „Nervenfasern“ stellen sich deutlich als Röhren dar von verschiedenem Dickendurchmesser, und in ihrer Axe erscheint ein

1) Einiges zum Bau der Netzhaut des Auges, in: Zool. Jahrb., Bd. 7, Abth. f. Anat., 1893.

eckig-zackiges Körperchen als Durchschnitt eines das Rohr durchziehenden Fadens. Vergegenwärtigt man sich nun, dass nach früher von mir gemachten Ermittlungen das Innere des Nervenrohrs von einem Schwammwerk durchzogen ist, so nimmt der so eben erwähnte Faden die Stellung einer centralen, fadigen Verdickung des Schwammwesens an. Dass in unserm Falle aber der Faden dasselbe ist, was man in andern Nervenfasern als Axencylinder beschreibt, liegt auf der Hand. Darnach muss aber die Bedeutung des Axencylinders in völlig andern Sinne aufgefasst werden, als bisher geschehen. Nicht eigentlich nervöse Substanz bildet hier den Axenstrang, sondern er ist ein central verdichteter Spindeltheil des die Nervensubstanz durchziehenden Gerüstwerkes.

Die Art und Weise, wie die Nervenlemente im Sinnesepithel aufhören, ist auch hier eine schwierige, kaum mit voller Sicherheit zu bestimmende Sache, wozu ich nur Folgendes anzuführen vermag.

Wenn die Palissaden oder Sinneszellen etwas aus einander gewichen sind, so lässt sich ein Maschenwesen zwischen den beiden Zellenlagen erkennen, das mir von drei Seiten her entstanden zu sein scheint. Einmal durch die Auffranzung der basalen Enden der Sinneszellen, zweitens durch Uebertritt des Maschenwerkes, in welches sich die Nervenscheide auflöst, endlich drittens glaube ich zu sehen, dass von den stark sich färbenden Kernbildungen („Wanderzellen“) Fäserchen kommen, welche unter Verzweigung an dem Netz sich betheiligen. Die Ausläufer von den Kernen, oder wohl richtiger von dem die Kerne einhüllenden Plasma, nimmt sich auch wohl nach Einwirkung von Reagentien wie eine stark gefärbte homogene Substanz aus, und mitunter hat es mir auch geschienen, als ob die betreffenden Kerne in Form und Wesen grosse Aehnlichkeit besäßen mit den Kernen, welche sich in der Scheide der herangetretenen Nerven finden.

Trägt man all diesem Rechnung, so möchte sich die Ansicht aufstellen lassen, dass das Spongioplasma der Nervenröhrenscheide sammt dem nach innen vorspringenden Schwammwerk mit dem Netzwesen zusammenhängt, welches durch Auffranzung der Zellen und aus den Ausläufern der „Wanderzellen“ gebildet wird. Das Protoplasma aber oder die eigentliche Nervensubstanz würde in die Substanz der Lücken übergehen und in streifiger Form zwischen den Zellen sich verbreiten und aufsteigen. Nach meinen Wahrnehmungen bestände also Uebereinstimmung mit dem, was ich über die Nerven in den Hautsinnesorganen mir vor die Augen zu bringen vermochte. Dass meine Abbildungen Fig. 42 und Fig. 51 a das Gesehene nur schematisch zusammenfassen, soll noch ausdrücklich erwähnt werden.

HASSE, welcher ebenfalls schon die feinen Ausläufer der ins Epithel getretenen Nervenfasern „zwischen die Stäbchenzellen sich emporheben“ sah, mit knopfförmiger Verdickung am freien Ende, fand auch einmal den Nervenausläufer verbunden mit dem Ende einer Stäbchenzelle¹⁾. Damit wäre eine weitere Uebereinstimmung mit dem Sinnesepithel des Seitencanalsystems zu verzeichnen, da auch dort neben der freien Endigung ein Zusammenhang mit den birnförmigen Sinneszellen stattzufinden scheint.

Jenseits des Sinnesepithels kommt noch mancherlei in Sicht, was nicht leicht zu entziffern ist. Wie mich bedünkt, sind es einerseits Bildungen, welchen man auch in den Becherorganen begegnet, andererseits scheinen sie Bezug zu haben zur Entstehung jener Form von harten Otolithen, die man als die „porzellanartigen“ bezeichnet.

Man trifft über dem Epithel der Gehörleiste — ich habe das aus der Ampulle des vordern Bogengangs vor mir — ein Wölkchen körniger Substanz und ausserdem ein abgehobenes feingestricheltes Häutchen, das sich wie ein hervorstehender Strang ausnimmt, vielleicht deshalb, weil im senkrechten Schnitt nur immer ein Stück in die Schnittlinie fällt. In diesem feingestrichelten Häutchen möchte ich ein Homologon jenes Cuticularsaumes erblicken, welcher über den Sinneshügeln des Seitencanals bei *Salmo* zu erwähnen war.

Im Gehörfleck des Sacculus zeigt das Sinnesepithel dieselbe Sonderung wie in der Ampulle, also die Schicht der Cylinderzellen einwärts, dahinter die Lage rundlicher Kerne, ins übrige Epithel übergehend, endlich als drittes Element wieder die kleinen, stärker sich färbenden Kerne, welche in feine Fäden ausgehen, die sich verästigen können. Da sich unterhalb der palissadenartig gestellten Zellen, ohne Unterbrechung, die Kerne des Epithels hinziehen, möchte anzunehmen sein, dass die erstern durch Auswachsen und Abgeschnürtwerden von letztern den Ursprung nehmen.

Die Palissadenzellen schliessen mit einem schärfern, leicht gezackten Saum ab, und jenseits desselben macht sich eine Schicht bemerklich, die in verschiedener Beschaffenheit auftritt, hier in Gestalt feiner Börstchen, dort als fadig vorgequollene Substanz, ein andermal wieder als grümllich-körnige Lage, was wohl Alles jeweilige Zustände sind, wie sie von der Präparationsflüssigkeit festgehalten wurden. Was ferner beachtenswerth sein dürfte, ist der Umstand, dass gedachte

1) HASSE, Das Gehörorgan der Fische, in: Anatom. Studien, Heft 3, 1872.

Schicht übergeht in eine gallertig, dabei streifig sich ausnehmende Cupula, die nach den Schnitten bald von Mützenform ist, bald bandartig, auch wohl ringförmig, dann endlich von Gestalt eines rundlichen Hügels. Zieht man auch in Erwägung, dass von der Palissadenschicht weg ein ähnliches, aus feinen Fädchen bestehendes Häutchen vorhanden sein kann, was zur Verbindung mit der Cupula dient, so darf uns der Gedanke begehen, dass hier die Anlage der noch kalklosen Hörsteine im Spiele ist, anders gesagt, dass die grossen oder „porzellanartigen Otolithen“ umgewandelte und verkalkte Partien der ursprünglich gallertigen Cupula sein werden (Taf. 7, Fig. 5). Und es mag hierzu bemerkt werden, dass HASSE in seiner gründlichen Arbeit über das Gehörorgan der Teleostee einmal am fertigen Thier von *Perca* Otolithen beobachtete, welche „eine Consistenz wie steife Gallerte“ zeigten, ohne Kalksalze, im übrigen aber die gewöhnliche Form des Otolithen besaßen.

Meine im Vorigen angeführten Wahrnehmungen sind dem jungen Thier von *Salmo* entnommen worden; auch im Ohrlyabirinth der jungen *Anguilla* treten uns die gleichen Structurverhältnisse entgegen.

Auch hier nämlich giebt sich bezüglich des Sinnesepithels in den Ampullen und im Sacculus Uebereinstimmung kund mit dem Bau der Hautsinnesorgane. Zunächst besteht es wieder aus dreierlei Elementen: erstens aus jenen Theilen, welche den Mantelzellen entsprechen; zweitens aus grössern birnförmigen, in geringer Zahl vorhandenen Zellen; drittens aus den kleinen dunklen Kernen.

Jenseits des Epithels folgt eine Lage, die sich bald wie eine feine Behaarung oder ein Börstchenbesatz ausnimmt, bald auch wie eine Folge von Secretfädchen. Dann kommt eine zartstreifige Masse, in welcher man wohl ebenso gut eine Cupula oder auch die organische Grundlage der Otolithen erblicken darf. Je nachdem diese Masse vom Schnitt getroffen erscheint, wechselt die Form vom Eirundlichen bis Bisquitförmigen, oder sie stellt auch ein radiärstreifiges ausgehöhltes Gebilde vor, das durch zartes Fadenwerk mit dem Epithel verbunden ist. Die radiäre Streifung der Wand dieses Otolithenkörpers ist bei scharferm Betrachten von der Art, dass ihre homogene Substanz wie von hellen Porencanälen durchsetzt sich ausnimmt. Es ist vielleicht nicht allzu kühn, gedachte Vorkommnisse mit den oben erwähnten eigenartigen Körpern aus den Kopfcannälen zusammenzustellen.

VII. Hautsinnesorgane der Anneliden.

Ich habe zuerst auf das Vorhandensein von Bildungen bei Hirudineen hingewiesen, welche ich den Becher- oder Hautsinnesorganen der Fische als gleichwerthig an die Seite stellte ¹⁾. Ausser *Aulostomum*, *Nephele* und *Clepsine* habe ich das Vorkommen der Organe gelegentlich von *Piscicola* angezeigt ²⁾.

Ferner hat KENNEL bei Landblutegeln des tropischen Amerika entsprechende Sinnesorgane beschrieben ³⁾, die zwar seiner Meinung zu Folge sehr verschieden seien von den becherförmigen Organen einheimischer Hirudineen, was er offenbar doch nur behaupten konnte, indem er meine Angaben über den Bau der Organe bei *Clepsine* ganz übersehen hat. Denn der Vergleich lehrt, dass die grösste Uebereinstimmung herrscht im Bau der beiderlei Bildungen. Und wenn an dem conservirten Material, welches der genannte Autor benutzte, z. B. die Sinneshärchen nicht zugegen waren, welche ich am frischen Thier von *Clepsine* und *Nephele* deutlich vor Augen hatte, so lässt sich das bei der so leichten Vergänglichkeit der fadigen Theilchen unschwer begreifen.

Auch EISIG ⁴⁾ glaubt sich dagegen aussprechen zu sollen, dass die Hautsinnesorgane der Egel mit den Seitenorganen der Fische in eine Reihe zu bringen wären, welche abweichende Meinung mir insofern auffallend ist, als er bezüglich der von ihm bei Capitelliden entdeckten und eingehend beschriebenen Hautsinnesorgane eine solche Homologie gelten lässt. Hierbei kann ich nicht umhin, die aufgestellten histologischen Angaben mir etwas anders zurecht zu legen, obschon ich allerdings das Object nicht aus eigener Erfahrung kenne. Mir scheint nämlich wahrscheinlich, um nicht zu sagen gewiss, dass das, was von EISIG als „Spindeln und Stäbchen“ beschrieben wird, zu einer Zellenform zusammengehört, wie sie in den Hautsinnesorganen der Fische sowohl als auch der Egel *Nephele* und *Clepsine* zu Tage tritt. Ich halte das Ganze für Zellen, welche nach hinten bauchig erweitert

1) Augen und neue Sinnesorgane der Egel, in: Arch. Anat. u. Phys., 1861. — Tafeln zur vergleichenden Anatomie, 1864. — Hautdecke und Hautsinnesorgane der Fische, 1879, p. 159. — Zelle und Gewebe, 1885, p. 100, Anmerk. 2.

2) Beiträge zur Kenntniss des thierischen Eies im unbefruchteten Zustande, in: Zool. Jahrb., V. 3, Abth. f. Anat., p. 290.

3) in: Zool. Jahrb., V. 2.

4) a. a. O.

sind und dort den Kern umschliessen, während ihr vorderer Abschnitt zu enger Röhre sich verschmälert hat, derart, dass in der Gesamtheit eine „Stäbchenschicht“ vorgetäuscht werden kann. Nach EISIG wäre das „Stäbchen“ der „plasmatisch fasrige Leib der Fadenzelle“, und die „Spindel“ stellte den „geschwänzten Kern“ vor. Es mag von meiner Seite daher noch einmal darauf hingewiesen sein, dass auch bei Fischen und genannten Egelu durch den canalartig ausgezogenen vordern Theil des Zellkörpers das Bild einer „Stäbchenschicht“ entstehen kann, sobald man das Organ im Ganzen nimmt.

Auch die „Körner“ anbelangend, so hege ich die Ansicht, dass sie jenen hellen kernartigen Bildungen angereicht werden können, die, was im Vorhergegangenen mehrmals gemeldet wurde, zwischen den Zellen der Seitenorgane sich finden. Allerdings würde dann, wenn diese Auffassung zulässig ist, der bedeutende Unterschied zwischen den Organen der Fische und jenen der Capitelliden hervortreten, dass die „Körner“ bei letztgenannter Gruppe in sehr grosser Menge vorhanden wären: nach den Darstellungen EISIG's umfassen sie geradezu „haubenförmig“ die Schicht der „Stäbchen“ und „Spindeln“. Bemerkenswerth ist auch, dass die besagten „Körner“, wie unser Gewährsmann ausdrücklich sagt, auch sonst im Ganglienplexus der Haut und des Darms zugegen sind, was wieder mit gewissen von mir an Fischen gemachten Beobachtungen übereinstimmen würde.

Endlich gestatte ich mir noch aus den reichhaltigen Untersuchungen von EISIG einen wichtigen Punkt zu bezeichnen, welcher mit meiner Auffassung, wonach die freien und die im Canalsystem eingeschlossenen Hautsinnesorgane der Fische im Wesentlichen ein und dasselbe sind, zusammentrifft. Der genannte Beobachter, indem er seine an den Capitelliden gewonnenen Wahrnehmungen überblickt, kommt zu dem Ergebnis, dass dort die Becherorgane „diffuse Sinnesbügel“ sind, nur viel kleiner die Seitenorgane und im Bau insofern verschieden, als in ihnen die Modification der zelligen Elemente in „Stäbe“ und „Spindeln“ nicht so genau durchgeführt sei; auch bildeten die „Körner“ kein Ganglion. „Im Wesentlichen des Baues stimmen die Becherorgane mit denjenigen der Seitenorgane zusammen“, sagt EISIG an anderer Stelle. Und auch jene Thatsache möchte ich noch heranziehen, weil sie zu Gunsten der von mir vertretenen Ansicht spricht, dass bei der Gattung *Capitella* keine Seitenorgane vorhanden sind, sondern nur „sehr entwickelte Becherorgane“, was also ein Verhalten der beiderlei Organe zu einander bedingt, wie es auch bei Fischen sich einstellen kann.

VIII. Hautsinnesorgane und Haargebilde.

Bei der charakteristischen Bedeutsamkeit, welche dem Haarkleid der Säugethiere zukommt, liegt es nahe, die Frage aufzuwerfen, ob nicht diese Horngebilde schon bei niedern Wirbelthieren ihre Vorgänger haben.

Die Amphibien gelten nach den gegenwärtigen Vorstellungen als Ausgangspunkt der Säugethiere, weshalb ich mich seiner Zeit schon darnach umgesehen hatte, ob nicht in dieser Thiergruppe Organisationen sich vorfinden, welche auf die Herkunft der Haare der Säugethiere ein Licht werfen könnten. Es gelang mir aber nicht, etwas Derartiges aufzuzeigen, denn die Hornhöcker des Integuments, hervorgerufen durch Verdickung und Erhärtung der Epidermis, liessen sich nicht in diesem Sinne deuten, sondern waren eher den Hornzähnen und Schwielen der höhern Wirbelthiere anzureihen¹⁾.

Anscheinend glücklicher war MAURER, der sich nach mir die Lösung dieser wichtigen Frage zur Aufgabe gestellt hatte, indem er aus seinen nach dieser Richtung gepflogenen Untersuchungen den Schluss zieht, dass die Hautsinnesorgane niederer Wirbelthiere, insbesondere der Amphibien, der Boden wäre, auf welchem die Haare der Säugethiere sich entwickelt hätten²⁾.

Gegen die Richtigkeit dieser Lehre habe ich³⁾ Einsprache erhoben und beschränke mich jetzt darauf, nur einige der Punkte noch einmal zu durchgehen, welche es mir unmöglich erscheinen lassen, der Auffassung des genannten Beobachters beizustimmen.

Zuzugeben ist, dass die Haaranlage der Säugethiere sehr ähnlich ist der Anlage eines Becherorgans der Fische und Amphibien. Beide stellen wohlabgesetzte Zellgruppen innerhalb der Epidermis vor, wobei ihre zelligen Elemente von länglicher Gestalt sind und aufwärts zusammenneigen. Da solche Anlagen der Tiefe der Epidermis angehören, so zieht die oberste Epithelschicht über sie weg, und es sind sonach zuerst gedachte Keime völlig von Epithelzellen überdeckt.

Ob auch die Hautdrüsen, welche in ihrem ersten Auftreten sich

1) Allgemeine Bedeckungen der Amphibien, in: Arch. Mikrosk. Anat., 1876, Sonderabdruck, p. 115.

2) MAURER, Hautsinnesorgane, Feder- und Haaranlagen, ein Beitrag zur Phylogenie der Säugethierhaare, in: Morph. Jahrb., 1892.

3) Besteht eine Beziehung zwischen Hautsinnesorganen und Haaren? in: Biol. Centralbl., 1893.

als Umbildungen gewisser Partien der Epidermis erweisen, in der Form der Anlage ebenfalls den Hautsinnesorganen gleichen, glaube ich zunächst noch in der Schwebe lassen zu müssen.

Hingegen war ich in der Lage, darauf aufmerksam machen zu können, dass die Gebilde des Hautausschlags brünstiger Fische, die sogenannten Perlorgane, in ihrem ersten Beginn mit den Anlagen der Haare und der Hautsinnesorgane übereinstimmen. Auch diese Theile nämlich zeigen sich in ihrem Anfang als abgegrenzte Zellenpartien in der Tiefe der Epidermis, und zwar so, dass in erster Linie die cylindrisch verlängerten Elemente des Stratum mucosum das Material hierzu abgeben.

Ein sich wiederholender Charakter der drei voranstehenden Organe besteht auch darin, dass sie alle in ihrer Anordnung bestimmte Linien einhalten oder Reihen bilden.

Wenn nun behauptet wird, dass zwischen den Hautsinnesorganen und den Haargebilden eine bleibende Verwandtschaft sich erhält, so müsste doch auch im Bau der fertigen Organe dies sich ausdrücken, und deshalb schloss ich eine übersichtliche Darstellung von dem an, was mich fortgesetzte Untersuchungen in dieser Beziehung hatten finden lassen. Man kann aber nicht sagen, dass im Bau etwas vorliegt, was auf eine Uebereinstimmung der Hautsinnesorgane niederer Wirbelthiere mit den Haargebilden der Säugethiere hinweist. Und ich habe dies bezüglich der Amphibien in gleicher Weise durchgeführt wie in Betreff der Fische, unterliess auch nicht in Erinnerung zu bringen, dass schon seit Längerem von mir und Andern die Ansicht begründet wurde, es bestehe in morphologischem Sinn eine Verwandtschaft der Hautsinnesorgane zum Gehörapparat. Endlich gedachte ich auch noch des Vorkommens verwandter Sinneshügel bei Gruppen wirbelloser Thiere, ohne dass man auch dort eine etwelche Verknüpfung mit Haargebilden vorzunehmen im Stande wäre.

Musste ich mich sonach durchaus ablehnend verhalten gegenüber der aufgestellten Behauptung, es bestünde eine Beziehung zwischen den Hautsinnesorganen niederer Wirbelthiere und den Haargebilden der Säugethiere, so hatte sich mir durch vorausgegangene Studien ein neuer Gesichtspunkt aufgethan, von dem aus, wie es mich bedünkte, das Herkommen der Haare der Säugethiere mit grösserer Deutlichkeit erblickt werden konnte.

Es waren die Gebilde des Hautausschlages oder der Perlorgane, welche nach meinem Dafürhalten hier in Betracht zu ziehen sind und zwar zunächst, weil sie wie die Haaranlagen in der Tiefe der Ober-

haut entstehen als wohlabgegrenzte Zellenbezirke; zweitens weil aus diesem Keimstadium sich Knötchen, Stacheln und Dornen entwickeln können, die dann drittens durch starke Verhornung eine Natur annehmen, welche an den Haarschaft der Säugethiere erinnert. Und endlich fällt auch noch zu Gunsten der hier vertretenen Auffassung ins Gewicht, dass sich die Lederhaut zur Aufnahme des Perlorgans follikelartig einsenken kann. Es kann alsdann ein Hornkegel aus einem „Porus“ hervorstehen.

Letztgedachtes Verhalten erinnert aber lebhaft an gewisse „Poren“ am Schenkel der Eidechsen, aus denen ebenfalls Hornkegel hervorragen, Theile, in denen ich schon vor Jahren Haarbildungen zu erblicken glaubte, welche auf niedriger Stufe stehen geblieben seien. Und deshalb dünkte mir auch, dass die Schenkelporen der Eidechsen in den bezeichneten Kreis organischer Bildungen einbezogen werden dürfen.

Gegen Voranstehendes hat sich von Neuem MAURER gewendet, mit der Erklärung, dass er seine Ausführungen in gegenwärtiger Frage vollkommen aufrecht erhalte¹⁾. Es liegt mir daher ob, wenigstens auf Einiges nochmals einzugehen.

Unser Autor will sechs Formen von Hautsinnesorganen unterscheiden, von denen eine ausser den Sinneszellen und Schutzzellen noch „Deckzellen“ entwickle, die verschieden sind von dem, was ich als Deckzellen bezeichnete. Es seien Elemente, welche nicht der oberflächlichen Lage der Epidermis angehören, sondern sie würden vorgestellt von Theilen der Epidermis, welche an die Längsseite der Stützzellen angrenzen. In solchen Zellen findet unser Autor die morphologische Grundlage für das Oberhäutchen des Säugethierhaares und diese Form der Hautsinnesorgane sei es, von welcher allein die Haargebilde der Säugethiere abzuleiten wären.

Diesen bestimmten Angaben gegenüber befinde ich mich freilich in einer ungünstigen Lage, weil ich bekennen muss, niemals auf Sinnesknospen gestossen zu sein, an denen eine dem Oberhäutchen des Haares vergleichbare Schicht zu entdecken gewesen wäre, und eben so wenig kamen mir solche vor die Augen, welche etwas einem Haarschaft Aehnliches gezeigt hätten, auch nicht einmal spurweise.

1) MAURER, Zur Frage von den Beziehungen der Haare der Säugethiere zu den Hautsinnesorganen niederer Wirbelthiere, in: Morphol. Jahrb., V. 20.

Da ich nun aber daran festhalten möchte, dass MAURER doch irgend eine Bildung vor sich haben muss, die seiner theoretischen Ansicht sich fügte, so darf ich hierzu vielleicht eine Vermuthung äussern. Man trifft auf Sinnesknospen, welche klein an sich, aber in dicker Epidermis liegen: dadurch entsteht eine so bedeutende canalartige Einsenkung von der Oberfläche der Epidermis zur Sinnesknospe herab, dass auf dem senkrechten Schnitt eine Art Spalt zu Stande kommt, dessen Grund von der Sinnesknospe ausgefüllt wird. Sollten nicht die Elemente der Wände des Spaltes es gewesen sein, welche die „Deckzellen“ MAURER's vorstellen? Ich habe dergleichen Sinnesknospen z. B. in der Haut des Scheitels von *Cyprinus carpio* gesehen und bemerke noch, dass an Hautstücken, welche in härtenden Flüssigkeiten lagen, die Lichtung des Spaltes geschwunden sein konnte und die begrenzenden Wände durch Zusammenschluss sich alsdann beinahe wie ein solider Strang ausnahmen. Doch würde es immer unmöglich bleiben, histologische Elemente eines Haares daran erkennen zu wollen.

Indem ich so, nach wie vor, einen Zusammenhang der Haargebilde der Säuger mit Hautsinnesorganen niederer Wirbelthiere bestreite, nehme ich wieder die Gelegenheit wahr, einiger Umbildungen der Sinnesknospen, welche nach anderer Richtung erfolgen, zu gedenken. Es lassen sich z. B. die „Geschmacksplatten“ der Batrachier hier anführen. Von mir zuerst angezeigt, habe ich sie später als eine „Untergruppe oder engere Abtheilung“ den Organen des sechsten Sinnes eingereiht¹⁾ und zugleich hinzugefügt, dass sie wohl bei allen einheimischen Anuren und Urodelen vorkommen mögen, da ich sie bei *Rana*, *Bufo*, *Pelobates* und *Triton* zu Gesicht bekommen hatte²⁾. Fortgesetzte Untersuchungen ergaben weiterhin — und dies ist für Gegenwärtiges von einigem Gewicht — dass auf der Zunge der Larven von Anuren und Urodelen anstatt der spätern „Geschmacksplatten“ sich gewöhnliche Becherorgane vorfinden, so dass nicht daran zu zweifeln ist, es seien die Geschmacksplatten aus den Becherorganen hervorgegangen³⁾.

Auch die Verwandtschaft der Hautsinnesorgane mit dem Sinnesepithel im Gehörapparate lässt sich nicht in Abrede stellen. Man darf geradezu behaupten, dass das, was ich einen „linearen Nervenkopf“ nannte, und eine *Crista acustica* morphologisch ein und dasselbe sind, und ich habe ausdrücklich erwähnt, dass eine *Crista acustica*

1) Allgemeine Bedeckungen der Amphibien, 1876.

2) a. a. O., Sonderabdr., p. 54, Anmerk. 1.

3) Hautdecke und Hautsinnesorgane der Fische, 1879. — Zelle und Gewebe, 1885, p. 100.

im senkrechten Schnitt ein auffallend ähnliches Bild mit dem eines Seitenorgans giebt, nach Lagerung, Gestaltung und im feinem Bau. Hingegen halte ich es für irrig, wenn ein Autor behaupten will, es seien jene höchst eigenthümlichen Organisationsverhältnisse, welche unter dem Namen „Nebenaugen“ oder „Leuchtorgane“ aus der Haut einer Anzahl von Fischen bekannt wurden, ebenfalls in den Kreis des Seitencanalsystems zu stellen. Denn ich ¹⁾ vermochte an *Scopelus* nicht nur den Seitencanal mit seinen „Nervenknöpfen“ im Innern der Schuppenröhrchen zu erkennen, sondern an einer Species (*Sc. humboldtii*) auch noch die feinem Structuren wahrzunehmen, insbesondere auch die Anwesenheit der borstentragenden Zellen. Es bestehen also im Körper dieser Fische das Seitencanalsystem und die Nebenaugen oder Leuchtorgane gleichzeitig. Auch spricht gegen eine nähere Verwandtschaft die Thatsache, dass man es im Seitencanalsystem wesentlich mit epithelialen Bildungen zu thun hat, indessen die Nebenaugen und Leuchtorgane innerhalb der Lederhaut sitzen.

Eine andre Frage bleibt immer noch die, ob nicht ein gewisser Zusammenhang zwischen Hautsinnesorganen und Hautdrüsen obwalte, und ich habe erst wieder vor Kurzem die Gründe angedeutet, welche mich bestimmen, die Ansicht von einem derartigen Verwandtschaftsverhältniss nicht ganz fallen zu lassen ²⁾. Nach meinen frühern Erfahrungen am Integument der Amphibien zeigten sich die Hautdrüsen als „Umbildungen gewisser Partien der Epidermis“, und FRAISSE hebt auf Grund seiner Studien an *Triton* und *Pleurodeles* hervor, dass die Anlagen der beiderlei Organe ursprünglich nicht zu unterscheiden wären: sie seien sich ganz gleich, und erst später werde klar, was zu Drüsen und was zu Sinnesorganen sich gestalte. Während nun schon aus den Beobachtungen von P. und F. SARASIN an *Ichthyophis* der Schluss, dass im frühesten Stadium Hautdrüsen und Hautsinnesorgane von gleicher Bildung seien, keine rechte Stütze erhielt, erklärt jetzt auch MAURER, welcher die Verhältnisse an Larven von *Salamandra* und *Triton* untersucht hat, dass die Form der Anlage der beiderlei Organe verschieden und eine Verwechslung unmöglich sei. „Die Anlage der Sinnesorgane stellen stets hohe stäbchenförmige Zellen dar, die eine meilerartige Anordnung erkennen lassen, während die Drüsenanlage immer durch einen Complex von wenigen kugligen Zellen gebildet wird.“ Bezüglich der Säugethiere hatte der Genannte schon

1) Die augenähnlichen Organe der Fische, 1881.

2) In: Biol. Centralbl., 1893, p. 372.

früher ausgesagt, dass die Anlagen der Haare und der Drüsen nicht verwechselt werden können, und fügt dem jetzt noch bei, dass die Drüsen stets als Ballen kleiner kugliger Zellen, niemals in Gestalt stäbchenförmiger Zellen in meilerartiger Anordnung sich anlegen.

Sollte sonach wirklich ausgeschlossen sein, dass die in die Lederhaut eingesenkten Drüsen in irgend einer Beziehung zu Hautsinnesorganen stehen, so könnte sich doch die Frage immer wieder dahin wenden, ob nicht die epithelialen Sinnesknospen etwas von der Natur einer Drüse besitzen. Es ist in dieser Hinsicht zwar kaum besonderes Gewicht darauf zu legen, dass CORNALIA, LESSONA und LATASTE die Hautsinnesorgane an den Larven von anuren Batrachiern „crypte mucose“ oder „lignes glanduleuses“ nennen¹⁾, da diese Herpetologen die Organe der histologischen Prüfung nicht unterwarfen. Wohl aber haben meine Befunde gezeigt, dass die zelligen Elemente der Sinnesknospen in Schleim- oder Becherzellen sich umzuwandeln vermögen, und endlich drittens ist an die von F. E. SCHULZE aus der Rachenhöhle der Larve von *Pelobates* beschriebenen Organe zu erinnern, welche der Genannte für epitheliale Drüsen anspricht, während ich glaube, sie den Becherorganen anreihen zu können.

Indem wir nach dieser Abschweifung jetzt zu der Veröffentlichung MAURER's zurückkehren, haben wir an die Perlorgane des Hautausschlages anzuknüpfen, deren Kegel oder Dorn im entwickelten Zustande mir doch eine solche Bildung vorzustellen scheint, welche dem Haar vergleichbar wird. Nach MAURER zwar bestünde die einzige Aehnlichkeit in der Thatsache, dass eine „locale intensive Verhornung“ von Epidermiszellen stattfindet, während ich an dem Dorn im entwickelten Zustande (bei *Phoxinus*) Mark und Rinde unterscheiden konnte: ersteres bestand aus weichern rundlichen Zellen, die Rinde aus stark verhornten platten Elementen, derart, dass man zunächst nur eine homogene streifige Partie vor sich zu haben glaubt. Bei *Discognathus* zeigten sich die äussern Zellenlagen so platt und glashell, dass aufs lebhafteste das Bild des Oberhäutchens des Säugethierhaares ins Gedächtniss gerufen wird. Nach all diesem darf ich wohl immer darauf zurückkommen, dass hier an den Dornen des Hautausschlages sich doch etwas vorfindet, was den Haaren verwandt ist, während an den Hautsinnesorganen mir bis jetzt nichts vor die Augen kam, was einer Haarbildung sich anreihen lässt. In diesem Punkte

1) Vergleiche meine Bemerkungen in: Die augenähnlichen Organe der Fische, 1881, p. 74.

stehen freilich MAURER und ich weit aus einander: mein Gegner meint, es könne zwar angenommen werden, dass die Perlorgane Vorläufer der Haare seien, aber es wäre dies bis jetzt nicht bewiesen, während sich aus der von ihm durchgeführten Vergleichung eine Uebereinstimmung im Bau der Hautsinnesorgane mit den Haaren bis ins Einzelne ergebe. Bei solchem Auseinanderweichen der Ansichten muss angenommen werden, entweder dass in meinen Beobachtungen eine starke Lücke vorhanden ist oder dass auf anderer Seite der speculative Gedankengang weiter geführt hat, als eigentlich die Thatsachen zulassen.

MAURER regt übrigens noch einen andern Gedanken an. Ich hatte nämlich schon erwähnt, dass Perlorgane und Hautsinnesorgane sich zum Verwechseln ähnlich ausnehmen können; unser Autor wirft jetzt die Frage auf, ob wir in den Perlorganen „Gebilde vor uns haben, die als das, was sie sind, von vorn herein entstanden oder ob sie nicht vielmehr aus andern Hautsinnesorganen sich herausbildeten“. Durch Untersuchungen, die er nach dieser Richtung anstellte, will er in der That gefunden haben, „dass zwischen Hautsinnesorganen und Perlorganen gewisse Beziehungen bestehen, die dahin zu formuliren wären, dass an Stelle zu Grunde gegangener Sinnesorgane Perlorgane entstanden“. Doch will er auch wieder zugestehen, dass es Perlorgane giebt, die schon als solche angelegt wurden, also nicht auf verödete Hautsinnesorgane als ihre Vorläufer zurückgeführt werden können.

Hinsichtlich der „Schenkelporen“ der Eidechsen, über deren Entwicklung und Bau MAURER sich eingehend verbreitet, will er nur zugeben, dass die Tieflagerung und Verhornung eine Vergleichung mit dem Haar gestatten. Die Zapfen für einfachere Formen eines Haares zu halten, wie ich es that, sei „Ansichtssache“, und im Bestreben, meine Einwände aus dem Wege zu räumen, spricht er die Vermuthung aus, dass die Hautsinnesorgane mit den Perlorganen und den Schenkelporen in einem gemeinsamen Boden zusammentreffen, von dem sie sich nach eigner Richtung divergent entwickelt haben.

Mir scheint, dass aus dem einstweilen bestehenden Widerstreit der Ansichten doch der Eindruck sich gewinnen lässt, es sei die ganze Frage nicht eine von denen, über welche man ergebnisslos auf lange fort hin und her reden kann, sondern es müsse sich bei fortgesetzter ernster Forschung eine sichere Vorstellung erringen lassen. Mit dem Wunsche, dass dies bald geschehen möge, schliesse ich für den Augenblick diese Erörterungen.

Nachschrift.

Im Begriffe, vorstehende Arbeit abzuliefern, lerne ich ein eben erschienenenes Werk kennen, in welchem auch Untersuchungen über die „Endknospen der Barbe und des Aales“ niedergelegt sind. Das Buch betitelt sich: M. VON LENHOSSÉK, Beiträge zur Histologie des Nervensystems und der Sinnesorgane, Wiesbaden 1894. Die Mittheilungen beanspruchen ein hervorragendes Interesse.

An dem „geschichtlichen Rückblick“ hätte ich freilich Einiges auszusetzen. So finde ich es ungehörig, wenn gesagt wird, ich sei „zufällig auf die Organe gestossen“, während doch die Haltung meiner den Gegenstand betreffenden Arbeit deutlich genug zeigt, dass es sich um eine planmässig durchgeführte Untersuchung der Haut der Knochenfische handelt ¹⁾. Ferner ist es ganz irrig, wenn es heisst, ich hätte die Becherorgane bloss von der äussern Haut gekannt, hingegen habe F. E. SCHULZE nachgewiesen, dass die besagten Organe in der Schleimhaut der Mundhöhle ihren Hauptsitz einnehmen. Zu dieser Behauptung würde LENHOSSÉK unmöglich sich verstiegen haben, wenn er sich in der Literatur etwas umgesehen hätte. Nachdem ich nämlich im Jahre 1851 (in: Ztschr. wiss. Zool.) das Vorkommen der Becherorgane über die Haut des Kopfes hin, mit Ausnahme der Stellen, welche als eingeklappte Hautfalten versteckt liegen, dann insbesondere von den Lippen, den Barteln, Schuppentaschen und Flossen angezeigt hatte, meldete ich bald darauf in der Schrift: Anatomisch-histologische Untersuchungen über Fische und Reptilien, 1853, also zehn Jahre vor F. E. SCHULZE, dass beim Stör die Verbreitung der Becherorgane von den Lippen „über die Schleimhaut der ganzen Mund- und Rachenhöhle weg, sowohl oben am Gaumen als auch unten auf das Zungenrudiment sich erstreckt“; erst „am Anfang des Schlundes haben die Papillen und ihre Becher aufgehört“. Hierzu gab ich an dem erwähnten Ort auf tab. 1, fig. 1 die Abbildung einer „Schleimhautpapille vom Gaumen“, auf der die „eigenthümlichen becherförmigen Organe den Auswüchsen der Papille aufsitzen“. Das Gleiche sah ich dann bei fortgesetzten Studien auch an den Knochenfischen, und daraufhin enthält meine Histologie, 1857, also immer noch sechs Jahre vor Erscheinen der F. E. SCHULZE'schen Arbeit (1863), die Mittheilung, dass den Papillen der Schleimhaut der

1) Der Autor hat offenbar, wie auch aus Andern hervorgeht, meinen Artikel gar nicht in die Hand genommen, obschon er denselben citirt — more solito.

Rachenhöhle „bei Teleostern und Ganoiden“ die becherförmigen Organe zukommen. Und auch diesmal fügte ich (p. 299, fig. 160) eine Abbildung bei, welche „eine Schleimhautpapille des Rachens von *Leuciscus*“ veranschaulicht, „zerspaltet in fünf Ausläufer, an deren Enden becherförmige Organe sitzen.“

Zur Sache selber mich wendend, scheint es mir angebracht zu sein, wenn ich auf eine Zeichnung in meiner ersten Mittheilung (in: Zeitschr. wiss. Zool. 1851) zurückkomme, weil sie das Verhalten der Hautnerven zu unsern Organen „ohne Anwendung irgend eines Reagens“ vom lebensfrischen Object naturgetreu, wie ich behaupten darf, wiedergibt (a. a. O. fig. 1). Man erblickt eine Masche des oberflächlichen Nervenplexus, allwo ein Austausch der Fasern statt hat. Die Nervenfasern sind theils breit und doppelt contourirt, theils fein und blass; ich gab hierzu auch an, dass in den tiefern Plexus die breiten Fasern vorherrschen, während in den höher gelegenen Netzen das Umgekehrte eintrete. Dies erkläre sich daraus, dass man unzweifelhaft gewahre, wie die breiten dunkelrandigen Fasern in ihrem peripherischen Verlauf fein und blass werden. In den Schuppentaschen der Schleie (*Tinca chrysitis*) sah ich übrigens nur feine Fasern. Theilungen der Primitivfasern in 2 und 3 Aeste kamen schön zur Ansicht; die Einschnürung der Stammfibrille vor dem Abgang der Aeste war bereits an den Nerven der vom lebenden Thier genommenen Schuppentasche vorhanden, konnte also nicht eine Folge von Veränderung der Nervenfasern sein. Was nun aber noch klar aus der citirten Figur hervorgeht, ist die Erscheinung, dass die vier dort angebrachten, mit einem Sternchen bezeichneten Papillen, auf welche die Becherorgane zu sitzen kämen, ihre Nerven durch Austausch von verschiedenen Stellen der Masche erhalten.

In der damaligen Untersuchung an diesem Punkte angelangt, forschte ich nach der Weise, wie die Nerven am Becherorgan selber endigen. Aus dem lebenden Fisch (Brassen, *Abramis brama*) eine Schuppentasche ausschneidend, sah ich aus den Nervenetzen ein Bündel von 4, 5, 6 dunkelrandiger Fasern in die Papillen aufsteigen, deren Contouren bis zum Grunde des der Papille aufsitzenden Epidermisbeckers verfolgt werden konnten. Doch verloren sich die dunkeln Contouren schon eine Strecke vom Ende der Papille, so dass als gemeinsamer Fortsatz der Fibrillen eine anscheinend homogene Substanz zugegen sich zeigte, die sich bis zum Ende der Papille erstreckte. Ich warf dabei die Frage auf, ob diese blasse Substanz „die von ihrer

Markscheide entblössten Axencylinder vorstelle“. Die Beantwortung dieser Frage sei aber wohl erst künftigen Forschungen vorbehalten.

Zwei Decennien nachher kam ein neues wichtiges Moment in Betracht, indem der französische Forscher JOBERT die Gegenwart einer körnig-fibrillären Masse anzeigte, welche an der Basis der Becherorgane, also an der Spitze der Papille sich befinde. Als ich einige Jahre nachher abermals die Organe untersuchte, kam ich bezüglich der feinkörnigen Substanz JOBERT's zu der Ansicht, dass sie durch die aufgefranzten untern Enden der Zellen des Bechers entstehe, „vielleicht unter Mitwirkung der aus der Papille getretenen Axencylinder der Nervenfasern.“

Hier setzen nun die Untersuchungen LENHOSSÉK's in bedeutsamer Weise ein. Während nämlich bei den von mir und Andern gebrauchten Methoden keine rechte Klarheit darüber zu gewinnen war, welche Structur der zwischen Papille und Becherorgan befindlichen Masse zukomme, findet jetzt der genannte Histologe auf Grund eines neuern Untersuchungsverfahrens, dass die JOBERT'sche körnig-fibrilläre Substanz ein Büschel zarter, durcheinander gewirrter Fasern von nervöser Natur sei, und von dieser nervösen Scheibe aus erheben sich die eigentlichen Endfasern. Letztere treten aber nicht zwischen die Zellen der Becherorgane ins Innere, sondern ziehen nur an der Aussen-seite empor und können hierbei auch wohl mit kleinen Terminalknöpfchen aufhören. Ein Uebergang von Nervenfasern in Sinneszellen wird durchaus in Abrede gestellt.

Wenn ich nun übrigens die Befunde LENHOSSÉK's mit den eigenen, allerdings nur fragmentarischen Wahrnehmungen zusammenhalte, so glaube ich darin eine Bestätigung meiner Ansicht über das Endverhalten der Nerven erblicken zu können. Denn was ergibt sich aus dem Vergleiche der beiderseitigen bildlichen Darstellungen andres, als dass der Inhalt der Nervenröhren, nach Zurücklassen der bindegewebigen Scheide und deren Uebergang in ein Netzwesen, durch die Epidermis und die Becherorgane intercellular sich verbreitet, hier aber erst durch gewisse Hilfsmittel sich anschaulich machen lässt.

Die Vermuthung möchte ich auch äussern, dass die von JOBERT erwähnten stark lichtbrechenden Kerne an der Basis der Becherorgane wohl dasselbe sind, was ich oben vielfach als kernartige, sich besonders stark färbende Bildungen zur Sprache brachte. Und noch eine zweite Vermuthung drängt sich mir auf: sollte nicht die „gangliöse Anschwellung“ am Nerven des Becherorgans vom Embryo des *Salmo*,

welche ich auf Taf. 5, Fig. 31 *b* abbilde, zur spätern JOBERT'schen Scheibe Bezug haben?

Und was endlich immer wieder erwähnt zu werden verdient, ist der Wechsel in gewissen Eigenschaften, welcher uns an den Becherorganen auffällt. Die Härchen z. B. am freien Ende der Zellen, in dem einen Fall so deutlich, fehlen ein andermal ganz; der Secret-raum im Innern der Zellen kann zugegen sein, dann wieder nicht. Das basale Ende der Zellen, hier einfach quer abgeschnitten, ist dort in Zacken und Fortsätze bis zur Netzbildung ausgezogen. Die Mantelzellen können vom Charakter einfacher Cylinderzellen sein oder in ihrer Sonderung mit den Innenzellen übereinstimmen. Es fragt sich, ob man in allen solchen Fällen lediglich verschiedene Zustände im Leben eines und desselben Organs vor sich hat oder ob bleibende, typische Abweichungen damit ausgedrückt werden. Auch bezüglich der Nervenendigung selber schien es mir schon seiner Zeit, dass hierin nach den Gattungen der Fische Verschiedenheiten sich ausprägen und Aehnliches geht auch aus den Darlegungen LENHOSSÉK's hervor.

Man sieht eben, dass auch auf diesem Gebiete noch gar Vieles erst zu ordnen ist, bevor man im Stande sein wird, das Ganze klarer zu überschauen.

Würzburg, im Mai 1894.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel 1.

Alle Figuren beziehen sich auf *Discognathus lamta*.

Fig. 1. Kopf des Fisches, schwach vergrößert: man sieht die Vertheilung der Hautsinnesorgane, der Poren des Seitencanalsystems, der Gruben für die Perlorgane.

Fig. 2. Untere Fläche der Schnauze, ebenfalls bei Vergrößerung mit der Lupe: „Saugscheibe“ und Papillarzone an der Ober- und Unterlippe.

Fig. 2a. Cuticulare Dornen der Epidermis.

Fig. 3. Schuppe der Seitenlinie: ein Röhrchen des Seitencanals, freie Hautsinnesorgane.

Fig. 4. Papillen vom Rande der Scheibe: am Gipfel von zweien, links, ein Epidermispropf; rechts zwei Becherorgane.

Fig. 4a. Papille mit Becherorgan, an dem der Uebergang der Cylinderzellen des Epithels in die Mantelzellen des Becherorgans zu sehen ist.

Fig. 5. Kopfgrube mit Hornkegel im senkrechten Schnitt bei mässiger Vergrösserung. Aus dem Boden der follicelartigen Einstülpung erheben sich drei schmale Papillen in die Zellenmasse.

Fig. 6. Hautoberfläche der Schnauze, gering vergrössert: man unterscheidet drei Kopfgruben und zahlreiche Becherorgane. Die hellen Ringe dazwischen deuten die Schleimzellen an. Die dunkeln Flecken stellen verästigte Pigmentzellen vor.

Fig. 7. Kopfgrube von oben und stärker vergrössert: der sich hervorwölbende Epidermisfropf.

Tafel 2.

Fig. 8. Röhren des Seitencanals von *Discognathus* im optischen Schnitt, mässig vergrössert: es sind zwei Sinneshügel, in geringer Entfernung von einander, zugegen.

Fig. 9. Schnitt durch die Lederhaut von *Leucaspius delineatus*. Zwei Schuppen (a), umgeben von Lymphräumen (b), den Schuppen-taschen.

Fig. 10. Zwei seitliche Ausläufer eines Schuppenröhrchens des Seitencanals, durch welche Blutcapillaren treten, von *Discognathus*.

Fig. 11. Oberfläche einer Schuppe der Seitenlinie von *Discognathus*, mässig vergrössert: links zwei freie Hautsinnesorgane; rechts ein Porus der Seitenlinie; zahlreiche Schleimzellen und oberste Lage der Epidermiszellen.

Fig. 12. Kopfhaut von *Cyprinus carpio* im senkrechten Schnitt, mässige Vergrösserung: ein Becherorgan sitzt der Lederhaut unmittelbar auf (nicht auf einer Papille) und liegt so in der Tiefe der dicken Epidermis, dass ein Spalt oder Canal von oben sich herabzieht.

Fig. 13. Perlorgan in seiner Entstehung von *Cyprinus carpio*.

Fig. 14. Senkrechter Querschnitt durch die Gegend der Seitenlinie von *Gobio fluviatilis*. Mässige Vergrösserung. Am Seitencanal sind sichtbar: das Epithel mit den Schleimzellen, die bindegewebige Wand, die osteoide Umhüllung; die dunkel gehaltenen Partien im ganzen Schnitt bedeuten Schuppenkörper. Grosse Lymphräume mit Gerinnsel in der Lederhaut (a). Seitlicher Lymphcanal unterhalb des Coriums (b).

Fig. 15. *Gobio fluviatilis*, Längsschnitt durch den Seitencanal bei geringer Vergrösserung: man sieht, dass derselbe nicht unterbrochen ist. Zwei Poren; Lage zweier Sinneshügel in der Nähe der Poren.

Tafel 3.

Fig. 16. Senkrechter Schnitt durch die Haut der Seitenlinie von *Gobio fluviatilis*, mässig vergrössert. Im Seitencanal sichtbar: das Sinnesepithel und das gewöhnliche Epithel, in letzterm Durchschnitte

von Lymphgängen, rechts und links vom Sinnesepithel. In dem untern Theil der Lederhaut Züge, welche an glatte Muskeln gemahnen. Grössere und kleinere Lymphräume; die zwei sehr umfänglichen enthalten noch Lymphgerinnsel. Schuppe und Schuppenröhrchen sind, um sie besser abzuheben, dunkel gehalten.

Fig. 17. Längsschnitt durch ein Schuppenröhrchen von *Gobio fluviatilis*, mässig vergrössert. *a* Osteoide Wand; *b* bindegewebige Schicht der Wand; *c* abgehobenes Epithel; *d* Lymphräume im Epithel; *e* zum Seitenorgan tretender Nerv.

Fig. 18. Anderer Längsschnitt durch ein Stück des Seitencanals von *Gobio fluviatilis*, Vergrösserung wie vorhin. *a* Lichtung des Canals; *b* Porus; *c* Epithel; *d* Lymphraum im Epithel um ein von unten sich darstellendes Seitenorgan.

Fig. 18a. Vom Embryo des *Salmo fontinalis*: zwei Seitenorgane und ihre Ausläufer.

Fig. 19. Scheitel von *Rhodeus amarus*; geringe Vergrösserung. Anordnung der freien Hautsinnesorgane in Bogenlinien und Gruppen.

Fig. 20. Stückchen frischer Epidermis vom Kopf des *Rhodeus amarus*; Flächenansicht; gering vergrössert. Um die Becherorgane (*a*) ziehen lichte Hohl- oder Lymphräume.

Tafel 4.

Fig. 21. Einige Schuppen von *Rhodeus amarus*, gering vergrössert. *a* Freie Hautsinnesorgane in Bogenlinie stehend und umgeben von lichten Lymphräumen, die sich auch weiterhin im Epithel erstrecken. *b* Chromatophoren. Die Schleimzellen sind angedeutet an einer Stelle durch helle Ringe.

Fig. 22. Perlorgane der Schnauze von *Rhodeus amarus* im senkrechten Schnitt, mässig vergrössert. In der Lederhaut der Umgebung Capillargefässe und Nerven.

Fig. 23. Seitenlinie von *Malapterurus electricus*, von der Fläche; gering vergrössert. *a* Papillen der Lederhaut; *b* Canalis lateralis: Stück davon mit Knochenhülse; *c* papillenförmiger Porus, entspricht der Fig. 28 auf Taf. 5 von *Salmo*; *d* die zwei den Seitencanal begleitenden Lymphgänge.

Fig. 24. Wand des Canalis lateralis von *Malapterurus* im Längsschnitt; mässig vergrössert. *a* Derbes Bindegewebe; *b* weiche bindegewebige Schicht; in ihr entsteht *c* die Knochenhülse; *d* Epithel.

Fig. 25. *Salmo fontinalis*, Embryo; Schnitt durch die Gegend der spätern Seitenlinie; mässig vergrössert. *a* Ein noch freies Seitenorgan; *b* Seitenlymphgang; *c* Nervus lateralis.

Tafel 5.

Fig. 26. Senkrechter Querschnitt durch die Gegend der Seitenlinie von *Malapterurus electricus*, mässig vergrössert. *a* Papillen der Lederhaut; *b* Canalis lateralis: in ihm ein Sinneshügel; *c* die den Seitencanal begleitenden Lymphgänge.

Fig. 27. Senkrechter Querschnitt durch die Gegend des Seitencanals von *Salmo fontinalis*, gering vergrössert. *a* Epidermis; *b* Lederhaut: in ihr Lymphräume, welche die Schuppen umschliessen und die Knochenhülle des Seitencanals; *c* Unterhautbindegewebe: in ihm der seitliche Lymphgang; unter ihm der Nervus lateralis, ebenfalls umgeben von einer Lymphhöhlung.

Fig. 28. Papillenförmiger Porus des Seitencanals von *Salmo fontinalis*, nebst Sinneshügel und zwei Nebenröhrchen des Knochencanals; gering vergrössert und etwas schematisch.

Fig. 29. Embryo von *Salmo fontinalis*. Beginnende Einsenkung der Haut zur Aufnahme des bis dahin freien Hautsinnesorgans.

Fig. 30. Embryo von *Salmo fontinalis*, Scheitelgegend zwischen den Augen. Rinnenförmige Einstülpung der Haut für die Sinnesorgane ist tiefer geworden, und es beginnt die knöcherne Umhüllung sich zu bilden.

Fig. 31. Von der Schnauze eines Embryo des *Salmo fontinalis*, mässig vergrössert. *a* Epidermis, abgehoben, in ihr ein Becherorgan, dessen Zellen in stärkere Börstchen ausgehen; *b* Nerv für das Becherorgan, mit zelliger (gangliöser) Anschwellung; *c* Mesoderm.

Fig. 32. Von der spätern Kiemengegend des Embryos von *Salmo fontinalis*. Hautsinnesorgane hier dicht zusammengerückt und zum Theil von besonderer Grösse.

Fig. 33. Von *Salmo fontinalis*, Embryo, Gegend des Seitencanals, senkrechter Schnitt. Der zur Sinnesknospe gehende Nerv (*a*) tritt hier durch den lateralen Lymphgang; unterhalb des letztern der Nervus lateralis im Durchschnitt.

Fig. 34. Aus der Epidermis eines jungen Thiers von *Rhodeus amarus*. Mässige Vergrösserung. *a* Verbindungsstrang zwischen zwei Hautsinnesorganen; *b* Lymphgang in der Epidermis.

Tafel 6.

Alle Figuren, mit Ausnahme von Fig. 42, 43 und 44, mässig vergrössert.

Fig. 35. Durchschnitt durch die Epidermis und den obern Theil der Lederhaut vom erwachsenen *Salmo fontinalis*. *a* Canalis lateralis; *b* grössere Lymphräume, ausserdem noch kleinere; *c* Schuppe.

Fig. 36. Durchschnitt von der Haut des Unterkiefers der jungen *Anguilla vulgaris*. Netzwerk mit Kernen zwischen Epidermis (*a*) und Lederhaut (*b*).

Fig. 37. Durchschnitt aus dem Unterkiefer von *Anguilla vulgaris*. *a* Canal mit Seitenorgan, eigenthümlichem Körper in der Lichtung des Canals über dem Organ; *b* Nerv.

Fig. 38. Seitenorgan aus einem der Kopfcanäle der *Anguilla vulgaris*. Die Zellen sind zu Becherzellen umgewandelt; in der Lichtung des Canals über dem Organ erscheint abermals der eigenthümliche Körper (*a*).

Fig. 39. Hautsinnesorgan aus dem Canal des Unterkiefers von *Anguilla vulgaris*. Eine deutliche Cuticula begrenzt die Lichtung.

Fig. 40. Ein gleiches Organ von unten angesehen. Die „Wanderzellen“ bilden durch ihre Ausläufer ein Netzwerk.

Fig. 41. Aus einem Kopfcanal mit Hautsinnesorgan von *Anguilla vulgaris*, an dem sich die maschige Auflösung der Nervenscheide zeigt. Die helle Stelle ist Lichtung des Canals.

Fig. 42. Eine Nervenröhre für sich und das Auseinandergehen der Nervenscheide in ein Maschenwerk. Uebergang des Nervenmarkes in einen intercellulären Streifen, der knopfförmig endet. Schematisch.

Fig. 43. Schnauze der jungen *Anguilla vulgaris*, unter der Lupe gezeichnet: *a* vordre, *b* hintre Nasenöffnung; *c* Poren der Kopfcanäle.

Fig. 44. Längsdurchschnitt durch den Kopf der jungen *Anguilla vulgaris*, gering vergrößert: *a* hintre, *b* vordre Nasenöffnung. Mehrere der Kopfcanäle sind stückweise getroffen.

Tafel 7.

Alle Figuren mässig vergrößert, ausgenommen Figur 48, 49, 51a.

Fig. 45. Querschnitt durch die Gegend der Oberkinnlade, zwischen den beiden Nasenhöhlen, junge *Anguilla vulgaris*. Zeigt die Verbindung des betreffenden Kopfcanals von rechts und links zu einer queren Schlinge (*a*).

Fig. 46. Aus demselben Thier eine seitliche, schlingenförmige Verbindung der Kopfcanäle, in der Gegend der Oberkinnlade. Zwei Sinneshügel im Epithel. *a* Porus.

Fig. 47. Von *Salmo fontinalis*, Hautdurchschnitt. *a* Epidermis; *b* weicherer oberer Theil der Lederhaut; *c* derberer unterer Theil der Lederhaut; *d* Wurzel einer Schuppe, in welche sich eine Strecke weit eine Art Pulpe erstreckt.

Fig. 48. Längsschnitt durch die Lederhaut von *Salmo fontinalis*. *a* Seitlicher Lymphgang im Unterhautbindegewebe; aus ihm erhebt sich ein Ast nach oben, welcher sich mit den die Schuppen umschliessenden Lymphräumen verbindet.

Fig. 49. Scheitel eines Brutfischchens von *Salmo fontinalis*, gering vergrößert. Der über dem Auge herziehende Kopfcanal verbindet sich nicht bloss im Nacken mit dem der andern Seite, sondern auch in der Schnauze durch eine Schlinge.

Fig. 50. Junge *Anguilla vulgaris*: Durchschnitt durch die Crista acustica der Ampulle eines Bogenganges. *a* Sinnesepithel, eine Furche der bindegewebigen Leiste ausfüllend; *b* Nerv.

Fig. 51. Aus dem Sacculus des Ohrlabyrinthes von demselben Thier: Zusammenhang des Otolithen (*a*) mit der Cupulaschicht (*b*).

Fig. 51 a. Endverhalten der Nerven im Sinnesepithel des Ohrlabyrinthes, halbschematisch. Nach Präparaten aus dem Embryo von *Salmo fontinalis*.

Fig. 52. Von *Salmo fontinalis*, Längsschnitt durch die Haut, gering vergrößert. *a* Epidermis; *b* Lederhaut, in ihr verläuft *c* der Seitencanal; *d* Unterhautbindegewebe, in ihm *e* der Seitenlymphgang; *f* Seitennerv, umgeben von einem Lymphraum.

Inhaltsübersicht.

| Einzeluntersuchungen. | | Seite |
|-------------------------------|---|-------|
| I. | Discognathus lamta | 1 |
| II. | Cyprinus carpio | 14 |
| III. | Gobio fluviatilis | 16 |
| IV. | Rhodeus amarus | 18 |
| V. | Leucaspis delineatus | 26 |
| VI. | Malapterurus electricus | 31 |
| VII. | Salmo fontinalis. — Salmo irideus | 37 |
| VIII. | Anguilla vulgaris | 55 |
| Rückblicke und Allgemeineres. | | |
| I. | Epidermis | 65 |
| II. | Lederhaut | 74 |
| III. | Becherorgane | 84 |
| IV. | Seitenorgane | 106 |
| V. | Kopfcanäle, Seitencanal | 115 |
| VI. | Sinnesepithel im Gehörlabyrinth | 130 |
| VII. | Hautsinnesorgane der Anneliden | 135 |
| VIII. | Hautsinnesorgane und Haargebilde | 137 |
| | Nachschrift | 144 |

Nachdruck verboten.
Uebersetzungsrecht vorbehalten.

Die Metamorphose des Süßwasserschwammes.

(Aus dem zoologischen Institut der Universität Strassburg.)

Von

Dr. Bernhard Nöldeke in Strassburg i. E.

Hierzu Tafel 8 und 9.

Einleitung.

„Die bisherigen Untersuchungen über die Entwicklung der Spongien aus dem befruchteten Ei haben noch kein einheitliches Bild für die Entwicklungsgeschichte dieser Gruppe ergeben und stehen vielfach unter einander im Widerspruch.“

Dieser von HEIDER (9, p. 1) 1890 ausgesprochene Satz hat, obgleich in den letzten Jahren mehrere dieses Gebiet behandelnde Arbeiten erschienen sind, auch heute seine Gültigkeit nicht verloren. Den grössten Fortschritt bezeichnet in dieser Frist entschieden das grosse Werk von DELAGE (4) über die Embryogenie der Schwämme auf Grund seiner Untersuchungen an *Spongilla*, *Esperella*, *Reniera* und *Aplysilla*. Stehen scheinbar auch einzelne Species noch ausserhalb des von diesem Forscher für die Spongienentwicklung aufgestellten Rahmens, so schien doch wenigstens nunmehr eine Grundlage für eine einheitliche Auffassung auf diesem Gebiet von neuem vorhanden zu sein, nachdem die von GOETTE in seinem Werke über die Spongillienentwicklung (7) aufgestellten Thesen durch die Arbeit von MAAS (12) anscheinend widerlegt waren.

Jedoch sind die von DELAGE beschriebenen Vorgänge bei der Metamorphose der Larven zum fertigen Schwamm zum Theil so sonderbarer Art, dass eine Bestätigung derselben durch Nachuntersuchungen entschieden wünschenswerth und nöthig ist.

Für die marinen Kieselschwämme steht eine neue Bearbeitung in naher Aussicht. Denn schon vor dem Erscheinen der definitiven Arbeit

DELAGE's veröffentlichte MAAS im Februar 1892 eine vorläufige Notiz über die Entwicklung von *Esperia* (14); was jedoch gerade die Vorgänge bei der Geisselkammerbildung anbelangt, so findet sich hierüber in dem kurzen Bericht keine nähere Angabe. Wir müssen daher die ausführliche Arbeit von MAAS abwarten¹⁾, um in ihr eine Bestätigung oder Widerlegung DELAGE's zu finden, soweit seine Angaben die marinen Kieselschwämme betreffen.

Eine von der mathematisch-naturwissenschaftlichen Facultät der Universität Strassburg gestellte Preisaufgabe, deren Bearbeitung ich unternommen, verlangte eine entsprechende Untersuchung am Süswasserschwamm, dessen Ontogenie nach DELAGE weder mit GOETTE's noch MAAS' an demselben Thier gemachten Beobachtungen in Einklang zu bringen war.

Vor den schon erwähnten Autoren war es insbesondere LIEBERKÜHN, welcher in einer Reihe von Arbeiten *Spongilla* und speciell ihre Entwicklungsgeschichte behandelte (10, 11 u. a.). Seine vorzüglichen biologischen Angaben besitzen noch heute ihren vollen Werth, während in Anbetracht der unvollkommenen Mittel und Methoden, die ihm bei seinen Beobachtungen zur Verfügung standen, seine embryologischen Untersuchungen kaum mehr als eine historische Bedeutung haben, da das Resultat derselben natürlich nur in groben Zügen die Entwicklung des Schwammes aus der Larve geben konnte. Sein Ergebniss ist kurz folgendes: Die eiförmigen, bewimperten Larven, „Schwärm-sporen“, gehen nach ihrer Festsetzung ziemlich rasch in einen sehr flachen Kuchen über, aus welchem sich dann allmählich die junge fertige *Spongilla* entwickelt.

Wir finden in den Arbeiten LIEBERKÜHN's auch zwei interessante Beobachtungen, die wir bei GOETTE wieder antreffen, nämlich die, dass die Larven mitunter schon im Mutterleib ihre Entwicklung so weit durchmachen können, dass sie ihr Wimperepithelium verlieren, und ferner, dass letzteres sich an den freischwärmenden Larven in Fetzen ablösen könne (11, p. 389; 10, p. 11).

Die nächste wichtigere Mittheilung über die Spongillenentwicklung veröffentlichte 1878 GANIN (6). Sich vollständig auf den Boden der Keimblättertheorie stellend, fasst er die Larve des Süswasserschwammes als aus drei Keimblättern zusammengesetzt auf, deren innerstes die Magenöhle einschliesst. Wie die strenge Durchführung der Theorie es erfordert, gehen alle Blätter in die entsprechenden Schichten über.

1) Siehe Nachwort.

Während das Ectoderm bei der Metamorphose zur Epidermis wird, geht das Entoderm in die epitheliale Auskleidung der innern Hohlräume mit Ausnahme der des Subdermalraumes über. Letzterer ist nach GANIN's Auffassung auf eine echte Leibeshöhle zurückzuführen, während das ganze Canal- und Kammersystem auf Ausstülpungen der Magenöhle beruhen soll. Das larvale Mesoderm bildet sich in das Parenchym um.

Zu vollständig andern Resultaten kommt GOETTE in seiner 1886 erschienenen Arbeit (7). Nach diesem Autor geht der ganze fertige Schwamm nur aus dem larvalen Entoderm hervor, unter welchem Namen GANIN's Meso- und Entoderm zusammengefasst wird; das Ectoderm geht durch Abstossung oder Atrophie zu Grunde. Auch die „Entodermhöhle“, welche mit einer Gastrulationshöhle in keiner Weise homolog ist, verschwindet bei der Metamorphose spurlos. Daher können weder die Geisselkammern noch irgend welche andern Hohlräume auf sie zurückgeführt werden, sondern sie müssen als vollständige Neubildungen aufgefasst werden. In den Geisselkammern insbesondere haben wir Producte einer eigenthümlichen Zellknospung zu sehen, in Folge deren sich die definitiven Geisselzellen aus dotterhaltigen Zellen durch Hypertrophie bilden, nachdem die Dottersubstanzen sich in Zellkerne umgewandelt haben¹⁾. Während der Metamorphose ist die Zeitfolge der Erscheinungen einer grossen Unregelmässigkeit unterworfen (7, p. 13).

Auf Grund seiner Befunde wies dann GOETTE auf den Parallelismus zwischen der geschlechtlichen und der ungeschlechtlichen Fortpflanzung von *Spongilla* hin, da die Vorgänge bei der Entwicklung aus den Gemmulis keine andern seien als die bei der Larvenmetamorphose sich zeigenden; denn die Gemmulamasse unterscheide sich in keiner Weise von einem ectodermlosen, noch indifferenten Larvenentoderm (7, p. 25).

Im schärfsten Widerspruch zu allen Angaben GOETTE's stehen diejenigen von MAAS (12), welcher, wieder auf GANIN zurückgehend, drei differenzirte Gewebsschichten für die Spongillenlarve feststellte, deren äussere die Epidermis, deren mittlere das Parenchym und deren innere die Auskleidung der innern Hohlräume bilden sollte. Zumal den Uebergang des larvalen Ectoderms in die spätere Epidermis hielt er für zweifellos, da er ihn nicht nur durch seine Dauerpräparate er-

1) Siehe Seite 178.

wiesen fand, sondern ihn sogar am lebenden Thier mit Hülfe eines Horizontalmikroskops beobachtet haben wollte.

Die grosse larvale Höhle will er auf eine von aussen her erfolgende Einstülpung zurückführen, fasst sie also als echte Magenöhle auf. Aus ihr sollen sich durch Ausstülpungen alle definitiven Hohlräume bilden.

Diese Angaben fanden keine Bestätigung bei einer von DELAGE ausgeführten Nachuntersuchung. Dieser Autor ist zu Resultaten gekommen, welche mit keinen frühern Beobachtungen im Einklang stehen. Wie GOETTE constatirte auch er den entodermalen Ursprung der Epidermis; jedoch geht nach ihm das Ectoderm nicht verloren, sondern wandert nach der Anheftung der Larve in das Innere derselben, wo seine Zellen nach Auflösung ihres gegenseitigen Zusammenhangs von Parenchymzellen aufgenommen werden sollen. Nach einer bestimmten Zeitdauer erlangen sie ihre Freiheit wieder und werden nun zur Bildung von Geisselkammern verwendet, welche wie die andern Hohlräume Neubildungen sind, da auch er ein spurloses Verschwinden der larvalen Höhle beobachtet hat. Nach ihm sind kleine, von GOETTE und MAAS schon in der freien Larve gefundene und von diesen Autoren als Geisselkammeranlagen gedeutete Hohlräume auch vorübergehende Bildungen und dürfen schon als entodermale Producte in keiner Weise in Beziehung zu den aus dem larvalen Geisselepithel entstehenden Geisselkammern gebracht werden. Die epitheliale Auskleidung der Canäle ist aber entodermalen Ursprungs.

Nach dieser Arbeit ist noch eine kurze diesbezügliche Mittheilung von WELTNER (20) erschienen, welcher experimentell die Frage über den Zusammenhang des Ectoderms und der Epidermis zu lösen versucht hat und dabei zu dem leider nicht genügend erläuterten Resultat gekommen ist, dass künstlich ihres Ectoderms beraubte Spongillenlarven sich trotzdem zu normalen Schwämmen entwickelten.

Wie aus diesem Ueberblick ersichtlich ist, ist für *Spongilla* die Entwicklungsgeschichte noch in keiner Weise klargestellt. Auf einer Seite stehen diejenigen Forscher, welche die Keimblättertheorie allgemein gültig und daher auch für den Süsswasserschwamm consequent durchgeführt wissen wollen. Auf der andern Seite finden sich die Autoren, welche in der Ontogenie von *Spongilla* einen eigenartigen Typus erblicken, der mit dem bei den übrigen Metazoen festgestellten nicht harmonirt. Was aber die Schicksale des larvalen Ectoderms sowie die Bildung der Geisselkammern anbelangt, herrscht bei ihnen keine Uebereinstimmung.

Wie ich hier gleich voreilend bemerken will, stehen auch meine Resultate in einzelnen, und gerade in diesen wichtigen Punkten mit den bisher vorliegenden Angaben nicht im Einklang.

Material und Untersuchungsmethode.

Das Material zu meinen Untersuchungen lieferte mir die Ill sowie zum Theil auch die auf Elsässer Seite gelegenen Altwasser des Rheins. Besonders häufig fand ich *Spongilla* an allen Schleusen, welche in der Stadt und vor derselben in der Ill angelegt sind. Ich habe bei meiner Arbeit sowohl die Larven von *Spongilla fluviatilis* wie auch die von *Sp. lacustris* verwendet.

Um das nöthige Material zu erhalten, wurden vom Boote aus die Spongillenkusten möglichst sorgfältig mit einem Kratzer von ihrer Unterlage abgelöst, sofort an Ort und Stelle auf ihre Trächtigkeit untersucht und die für die Untersuchung brauchbar erscheinenden Stücke in grosse, *Elodea canadensis* enthaltende Gläser vertheilt; die ganze Procedur wurde, soweit irgend möglich, unter Wasser vorgenommen. In meinem Arbeitszimmer hielt ich *Spongilla* in grössern Aquarien, deren Wasser sowohl durch eine langsame Durchlüftung als auch durch Pflanzen den nöthigen Bedarf an Sauerstoff zugeführt erhielt.

Die unter diesen Verhältnissen bald zahlreich ausschwärmenden Larven wurden auf kleinere Gläser vertheilt, in denen ihnen genügend Gelegenheit geboten war, sich an Pflanzen — besonders günstig in jeder Beziehung erwies sich *Elodea* — festzusetzen.

Als Conservirungsflüssigkeit verwendete ich, nachdem ich die verschiedensten Proben gemacht, am liebsten die FLEMMING'sche Chromosmiumessigsäure. Die besten Präparate erhielt ich, wenn ich nur wenige Tropfen der Säure in das kleine, den Larven zum Aufenthalt dienende Standgläschen gab. Die dabei entstehende starke Verdünnung der Conservirungsflüssigkeit verhinderte jede Schrumpfung sowie auch jede plötzliche Formveränderung, die bei Anwendung starker Lösungen leicht eintreten und bei der Untersuchung irreführende Bilder hervorrufen können.

Für die so conservirten und in üblicher Weise gehärteten Larven erwies sich nach mehreren Versuchen mit den verschiedensten Färbmitteln die Tinction mit Boraxcarmin als die weitaus beste und wurde daher weiterhin allein angewendet. Behufs Herstellung der Schnittserien bettete ich die Präparate in Paraffin ein.

Betonen will ich ausdrücklich, dass die nach den Angaben DELAGE's mit Alkohol und MAYER'schem Carmin hergestellten Präparate an Deutlichkeit und Schärfe der Contouren hinter den auf oben angegebene Weise angefertigten bedeutend zurückblieben.

Die Untersuchung wurde ausgeführt im Zoologischen Institut der Universität Strassburg während der Sommer 1892 und 1893. Es ist mir ein Bedürfniss, an dieser Stelle meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. GOETTE, meinen aufrichtigen Dank auszusprechen für das Interesse, welches er mir während meiner ganzen Studienzeit bewiesen hat. Auch Herrn Privatdocenten Dr. VON WAGNER bin ich für viele freundschaftliche Rathschläge zu grossem Danke verpflichtet.

I. Theil.

a) Die freie Larve.

Da ich meine Untersuchungen lediglich auf die Metamorphose der Spongillenlarve beschränken wollte, habe ich über prälarvale Stadien keine eigenen Beobachtungen gemacht. Soweit solche für das Verständniss späterer Verhältnisse nöthig sind, werde ich mich auf die diesbezüglichen Mittheilungen von GANIN, GOETTE und MAAS beziehen.

Ich beginne sofort mit der Beschreibung der freien Larve, auf die ich trotz aller Angaben der frühern Autoren doch etwas ausführlicher eingehen muss.

Die Spongillenlarve besitzt eine eiförmige Gestalt; ihren breiten, beim Schwimmen stets nach vorn gerichteten Theil bezeichne ich wie die frühern Forscher als Scheitelpol, die Längsaxe als Scheitelaxe. Die Undurchsichtigkeit, welche der Larve eine milchweisse Färbung verleiht, lässt sie trotz ihrer Kleinheit schon mit freiem Auge erkennen und in ihren ruhigen Bewegungen deutlich und genau verfolgen. Ein dichtes Wimperkleid dient ihr zur Locomotion. Wie alle Schwammlarven ist auch sie ziemlich lichtscheu.

Bei ihren Bewegungen hat schon MAAS ein actives Schwimmen „mittels der Wimpern“ beobachtet. Dabei sind die senkrechten Hebungen und Senkungen anscheinend ihre Lieblingsbewegungen. Jedoch bietet ihr häufiger Aufenthalt am Wasserspiegel dem Beobachter genügend Gelegenheit, sie auch in ihren andern Schwärmrichtungen zu verfolgen. Dabei sieht man häufig eine stark geneigte Haltung des Thierchens, so dass die Scheitelaxe einen schiefen Winkel mit der Wasseroberfläche bildet. Während bei diesem Schwimmen

stets der Scheitelpol nach vorn gerichtet ist, finden wir ihn bei den Senkungen nach oben, also in der Bewegungsrichtung nach hinten gerichtet. Bei dieser Ausnahme von der Regel haben wir es wohl nicht mit einem activen Schwimmen, sondern mit einem Sichfallenlassen zu thun.

Während GOETTE in den Wasserströmungen die Ursache für die Bewegungsrichtungen der Larven erblickte, hat DELAGE versucht, die die Thierchen in verschiedener Intensität treffende Beleuchtung als die richtende Kraft hinzustellen. Soweit die allgemein constatirte Flucht aus dem Hellen in das Dunkle in Frage kommt, hat diese Hypothese viel Verlockendes an sich; jedoch alle Bewegungen dürften hierdurch allein doch nicht zu erklären sein. Auch giebt DELAGE zu, dass diese Auffassung noch durchaus unerwiesen ist, hofft aber, dass genaue Untersuchungen eine Lösung der Frage in jener Richtung ergeben könnten.

Wie MAAS den Larven eine ausserordentlich lebhafte Bewegung zuschreiben kann (12, p. 537), ist mir nicht verständlich geworden. Denn meistens ziehen sie, falls sie sich an der Wasseroberfläche halten, ruhig und gemessen ihre Kreise.

Ueber die histologische Zusammensetzung der Larve können uns erst Schnittpräparate genügenden Aufschluss geben. Am lebenden Material erkennt man wohl deutlich eine geißeltragende, äussere Zellschicht sowie eine unter dem Scheitelpol liegende Höhle, aber alle eingehenden Untersuchungen werden durch die Undurchsichtigkeit der Larve völlig unmöglich gemacht. Auch Totalpräparate geben uns keine klare Vorstellung, und man ist daher fast ganz auf die Schnittserien angewiesen.

Die äussere, schon am lebenden Thier erkennbare Schicht, welche ungefähr in gleichmässiger Dicke die ganze Larve umgiebt, ist zusammengesetzt aus cubischen, einreihig gestellten Zellen. Der Kern in diesen ist verhältnissmässig gross und liegt in dem nach dem Larveninnern gerichteten Theil der Zelle. Er hat ein äusserst dichtes Netz von feinen Chromatinfäden, so dass erst bei sehr starker Vergrösserung einige wenige Kernkörperchen im gefärbten Präparat sichtbar werden. Bei Anwendung schwächerer Linsen scheint er dann vollständig homogen gefärbt.

Jede Zelle hat, soweit ich mich an Zupfpräparaten orientiren konnte, eine einzige Geißel (LIEBERKÜHN, 10, p. 11), welche ungefähr zwei- bis dreimal so lang, wie die ihr zugehörige Zelle hoch ist. Besser

als bei der Anwendung von Chromosmiumessigsäure liessen sich, wie schon MAAS angab, die Geisseln in Sublimatpräparaten erhalten.

Die beschriebene äussere Schicht nenne ich mit GANIN, GOETTE und MAAS Ectoderm, während DELAGE im Gebrauch dieses Ausdrucks eine Unvorsichtigkeit erblickt, die er vermeiden will. Im zweiten Theil meiner Arbeit komme ich noch auf diesen Punkt zurück.

Dem Ectoderm stelle ich die gesammte Innenmasse der Larve nach GOETTE's Vorgang als Entoderm gegenüber. In diesem ist deutlich die der schwärmenden Larve nie fehlende „Entodermhöhle“, wie GOETTE den unter dem Scheitel gelegenen Hohlraum genannt hat, mit ihrer epithelialen Auskleidung von dem die Hauptmasse des Entoderms bildenden Entodermkern zu unterscheiden.

Ueber die Natur der Höhle sind die Autoren, die sich mit der Entwicklung von *Spongilla* aus dem Ei beschäftigt haben, nicht zu einem übereinstimmenden Urtheil gekommen. Während GANIN und MAAS eine echte Gastrulationshöhle (Magenhöhle) in ihr sehen, bestreitet GOETTE diese Auffassung und erkennt in ihr nur eine vorübergehende, vollständig dem Entoderm angehörige Bildung. Wie DELAGE schliesse auch ich mich letzterm Forscher an und glaube, dass wir vorläufig in der Entodermhöhle einen zur Erhaltung des Gleichgewichts dienenden Apparat sehen dürfen. Dass die Höhle ihre Existenz dem Umstande verdankt, dass die Entodermmasse nicht genügend gross ist, um den von dem Ectoderm umgebenen Hohlraum auszufüllen (4, p. 390), ist wohl selbstverständlich und hätte Seitens DELAGE's keiner Erwähnung bedurft; denn eine physiologische Erklärung bringt uns diese Angabe nicht.

Selbst in einem noch äusserst wenig differenzirten Zustande des Entoderms zeigt die Höhle schon ihre epitheliale Auskleidung. Stets habe ich sie an der halbkuglig gewölbten Decke gefunden. Ihre Zellen bilden eine überaus dünne, einfache Schicht, welche sich kappenförmig über den Hohlraum hinzieht. Der convex vorragende Boden kann eine epitheliale Bedeckung auch zeigen, doch fand ich besonders an jüngern Thieren dieselbe nicht mit der Regelmässigkeit auftreten wie an der Höhlendecke.

In dem unter der Höhle liegenden Entodermkern lässt sich eine auffallende Ungleichheit des Reifestadiums, auf dem die Larven den mütterlichen Körper verlassen, leicht constatiren. Die jüngsten Stadien, die ich angetroffen, enthielten wenige, aber grosse dotterhaltige Zellen mit fast gar nicht färbbarem Protoplasma, während die

altern, vorgeschrittenern eine ziemlich weitgehende Differenzirung des aus unzähligen kleinen Zellen bestehenden Entoderms zeigten.

Die grossen, noch indifferenten Zellen der jüngern Larven haben neben ihrem Kern, dessen Chromatinstructur selbst bei stärkster Vergrösserung nicht immer klar zu erkennen ist, viele Nebeneinschlüsse von meist kugliger, oft aber auch unregelmässiger Form. Dass wir in diesen nur Dotterreste erblicken dürfen, wird von allen Autoren angenommen. Bei der Regellosigkeit, welche wir in der Aufeinanderfolge der verschiedenen Entwicklungserscheinungen antreffen werden, können sich derartige vereinzelt Dotterreste auch noch in spätern Stadien zeigen. Es wäre nun von grösster Wichtigkeit gewesen, ein bestimmtes kritisches Reagens auf Dotter anwenden zu können, da wir meiner Ansicht nach von diesen körnerreichen, dotterhaltigen Zellen später auftretende vielkernige Zellen scharf zu trennen haben. Bei allen Autoren spielt die Frage über die Dotternatur oder Nicht-dotternatur in den Spongillenzellen sich zeigender Einschlüsse eine grosse Rolle.

MAAS und DELAGE haben versucht, die Lösung dieses Streites durch Doppelfärbungen herbeizuführen, gelangen aber bei denselben Tinctionsmitteln zu gerade entgegengesetzten Resultaten (4, p. 425). Meine Experimente mit diesem Hilfsmittel haben auch zu keinem Erfolge geführt. Die besten Bilder erhielt ich noch mit Mischungen von Eosin und Methylengrün; jedoch war auch hier meistens schon bei mittlern Vergrösserungen eine scharfe Bestimmung, ob die Einschlüsse rosa oder blau gefärbt seien, in Folge des leicht bläulichen Tones, den das Zellprotoplasma angenommen hatte, nicht möglich.

Je mehr der Dotter verbraucht wird, desto deutlicher lassen sich die Zellen in zwei Sorten unterscheiden, in die Bildungszellen (*bz*, *cell. intermédiaires* nach DELAGE) und die Amöboidzellen (*az*, *c. amoeboides*).

Eine bestimmte äussere Form ist für keine der beiden Sorten charakteristisch. Sie fügen sich stets dem ihnen zur Verfügung stehenden Raume ein. Im Allgemeinen kann man nach dem Aeussern nur sagen, dass die Amöboidzellen gewöhnlich grösser als die Bildungszellen sind. Als sicheres Unterscheidungsmerkmal dient der Kern. Dieser zeigt bei den Bildungszellen ein feines, weitmaschiges Chromatingerüst, in dem einige Fäden stärker hervortreten als die übrigen, in dem wir aber keinen deutlichen Nucleolus erkennen können. Der Kern behält selbst nach lang dauernder Tinction immer sein verhältnissmässig blasses Aussehen. Dem gegenüber besitzt der bedeutend

grössere Nucleus der Amöboidzellen einen scharf contourirten, äusserst functionsfähigen Nucleolus.

Beide Zellarten spielen im Laufe der Entwicklung eine verschiedene Rolle. Trotzdem möchte ich den Unterschied zwischen ihnen nicht in der scharfen Weise aufrecht halten, wie es DELAGE in seiner Arbeit gethan. Sowohl GOETTE wie MAAS sehen in den Entodermzellen, die sich in der erwähnten Weise von einander unterscheiden, nur verschiedene Entwicklungsstadien ein und derselben Zellform. MAAS hat sogar dies beweisende Uebergänge gesehen. Mir ist es nicht gelungen, solche zu finden. Jedoch ist mir aufgefallen, dass Amöboidzellen sich in desto geringerer Anzahl zeigen, je weiter die innere Ausbildung des Schwammes fortschreitet. Im fertigen Thiere zeigen sie sich im Verhältniss zu frühern Stadien nur selten und einzelt, wenn sie auch immer noch einen nicht geringen Bestandtheil des Parenchyms bilden. Ich glaube daher, dass die Amöboidzellen embryonale Gebilde sind, die jeder Zeit in die differenzirteren Bildungszellen sich verwandeln können. Aber ausserdem können die Amöboidzellen noch andere Functionen übernehmen, wie die Bildung der Spicula oder der Geschlechtsproducte. Der Unterschied zwischen den beiden Zellarten ist also kein genereller, sondern nur ein functioneller.

Noch während des Schwärmens der Larve zeigt sich im Entodermkern unter den Bildungszellen eine neue Differenzirung. Es lagert sich nämlich eine, allerdings nicht continuirliche Schicht zwischen das Ectoderm und die übrige Entodermmasse. Diese Zellen (*ep*) lassen sich von den im Innern gelegenen Bildungszellen nur durch ihre abgeflachte Form unterscheiden; jedoch erreichen sie in der freien Larve noch nicht die Form eines Pflasterepithels. Sie umgeben den gesammten Entodermrest, wandern daher auch zwischen die entodermale Höhlendeckenschicht und das Ectoderm ein. Naturgemäss lässt sich gerade über der Höhle das Auftreten dieser neuen Differenzirung genauer verfolgen. In den Figuren 8 a—c habe ich verschiedene Stadien derselben wiedergegeben. Die Zellen können sich, wie man sehen kann (Fig. 8 a), von den übrigen schon absondern, wenn sie noch mit Dotterresten versehen sind. Je mehr der Dotter verschwindet, desto mehr flachen sie sich ab. Wie man in Fig. 8 b sieht, findet man mitunter Uebergangsstadien, in denen einzelne der sich abflachenden Zellen noch geringe Nebeneinschlüsse zeigen. Ist gerade im Umkreis der Höhle diese Schicht besonders deutlich zu erkennen, so kann man doch auch sehr gut am Entodermkern dieselbe

verfolgen. Auf den Schnitten umgibt sie kranzförmig das ganze Entoderm (Fig. 1 ep). Nachdem das Ectoderm während der Metamorphose in das Larveninnere gerückt ist, bildet sich aus dieser peripherischen Entodermischieht die Epidermis der *Spongilla*. DELAGE hat den sie bildenden Zellen daher den Namen der c. épidermiques gegeben. Lediglich aus Bequemlichkeitsrücksichten schliesse ich mich ihm an, ohne den Unterschied zwischen diesen Epidermalzellen und den Bildungszellen so scharf, wie er es gethan, aufzufassen. Die Grössenunterschiede, die er als Trennungsmerkmale anführt, sind nicht derart, um stets gefunden werden zu können. Allzu grossen Werth scheint DELAGE selbst nicht auf die strenge Durchführung des Unterschiedes zu legen; denn in einer nach seiner Arbeit erschienenen kurzen Note (5) sagt er: „La seule chose, qu'il soit permis de mettre en doute, c'est qu'elles (i. e. les c. épidermiques) soient fondamentalement distinctes des éléments de la masse centrale“ (p. III).

In der eigentlichen Entodermmasse können sich schon jetzt in grösserer oder geringerer Anzahl kugelförmige, von Bildungszellen regelmässig begrenzte Hohlräume zeigen, in welchen ich trotz der gegentheiligen Behauptung DELAGE's ganz entschieden die ersten Anlagen der Geisselkammer erblicken muss. Ich werde jedoch hierauf erst ausführlicher zu sprechen kommen, wenn ich mich speciell mit der Entwicklung des Höhlen- und Kammersystems befasse.

Ueber die Bildung der Spicula habe ich keine eingehenden Beobachtungen gemacht. Ich kann nur wiederholen, was schon alle Autoren berichtet haben, dass nämlich das erste Auftreten der Nadeln in sehr frühe Zeit fallen muss, da ich auch nicht eine einzige freie Larve gefunden, welche der Spicula vollständig entbehrte. Dass letztere das Ectoderm durchbohren, wie GOETTE beobachtet hat, kann ich nicht bestätigen, da ich in den Fällen, in denen ich derartige Vorgänge sehen zu können glaubte, nicht die Möglichkeit eines Artefacts ausschliessen konnte.

Das Auftreten der Spicula und der Kammeranlagen ist kein Kriterium für ein bestimmtes Entwicklungsstadium. Dagegen ist mit der vollendeten Differenzirung der Epidermalschicht der Larve die Möglichkeit gegeben, sich festzusetzen. Nie habe ich eine eben angeheftete Larve gefunden, welche dieser peripherischen differenzirten Entodermischieht entbehrte. Ich glaube daher, eine Larve, welche ihre Epidermalzellen besitzt, wohl mit Recht als eine reife „Normal“-Larve ansehen zu dürfen.

Bevor ich nun zur Betrachtung der Metamorphose übergehe, muss

ich noch kurz die Beschreibungen, welche sich bei den frühern Autoren über die Spongillenlarve finden, mit der meinigen vergleichen.

Nach GOETTE besteht die Larve aus Ectoderm und Entoderm, welche Ausdrücke ich von ihm für dieselben Anlagen übernommen habe. Obgleich er annimmt, dass in den häufigsten Fällen die peripherische Entodermischieht erst mit der Auflösung des Ectoderms sich besonders differenzirt, und dann auch nur in Anpassung an die neu entstandene Oberfläche (7, p. 15, 44), so legt er andrerseits doch Werth darauf, dass schon unter dem noch erhaltenen Ectoderm die abgeflachten Zellen sich zeigen (p. 6, 14). Vollständig schliesse ich mich ihm in dem an, was er über die ungleich fortgeschrittene Differenzirung des Entoderms in den verschiedenen Larven sagt. Wenn man nur eine etwas grössere Anzahl von Larven beobachtet und untersucht hat, wird man die grossen Unterschiede in den verschiedenen Thieren sowohl wie auch den Vorsprung erkennen können, den in jeder Larve die peripherischen Zellen vor den innen liegenden haben.

Wenn MAAS diese Thatsachen nicht anerkennt, kann ich ihm darin ebenso wenig folgen wie in seiner ganzen Auffassung, die er über die Larve gewonnen hat. Obgleich er allerdings ausdrücklich feststellt, dass die drei differenzirten Gewebsschichten von ihm nicht als wirkliche Keimblätter aufgefasst würden, haben seine Untersuchungen zu dem Resultat geführt, dass die Entodermhöhle eine Gastrulationshöhle sei, dass ferner das sie auskleidende Plattenepithel Entoderm und die Hauptmasse der Larve Mesoderm „in geläufiger Terminologie“ genannt werden dürften (12, p. 534). Diese schematische Auffassung zieht sich mit all ihren verderblichen Folgen wie ein rother Faden durch seine ganze Arbeit und hat ihn, da er in Wirklichkeit eine consequente Durchführung der Keimblätterbildung nicht unterlassen wollte, von vorn herein irregeführt. Dass die freie Larve schon Geisselkammern enthalten könne, hat er richtig beobachtet; falsch dagegen ist, wenn er sie als Divertikel der grossen Höhle auffasst (12, p. 535). Natürlich lässt MAAS auch die Angabe GOETTE's, dass die Larven in sehr verschiedenen Reifezuständen zu schwärmen beginnen, nicht gelten. Wenn er stets hat feststellen können (12, p. 536), dass die Differenzirung innen und aussen gleichen Schritt halte, kann ich dem gegenüber nur betonen, dass gar nicht selten die Larven das Ectoderm vollständig entwickelt, das Entoderm dagegen noch aus indifferenten Zellen bestehend zeigen. MAAS geht aber noch weiter in seinen Behauptungen; denn nach ihm

soll die freischwärmende Larve dem ausgebildeten Schwamm sehr nahe kommen (p. 540). Ja es soll sogar, „wenn die äussere Zellschicht ihren definitiven Charakter erreicht und ihre Wimpern gebildet hat, auch ein entwickeltes Canalsystem vorhanden“ sein, und nur die mittlere Schicht soll dann noch einiges Dottermaterial enthalten (p. 536). Wie MAAS zu einem solchen Urtheil gekommen, ist mir unverständlich, man müsste geradezu die Annahme machen, dass er eine sich während des Larvenlebens unglaublich rasch entwickelnde Varietät unter Händen gehabt hat oder dass er selten sich zeigende Fälle — dass sie vorkommen können, kann ich nicht leugnen — als normale, gewöhnliche Fälle aufgefasst hat.

Die MAAS'sche Auffassung der Larve hat schon DELAGE zurückgewiesen. Obgleich er in Wirklichkeit auch drei Keimblätter annimmt, nur mit der Einschränkung, dass er ihnen nicht die typischen Namen beilegt, hat er in durchaus berechtigter Weise das Höhlenepithel als zu der gesammten Innenmasse gehörig angesehen. Dagegen möchte er in der Epidermalschicht, deren Bedeutung für die weitere Entwicklung er richtig erkannt hat, ein besonderes Keimblatt erblicken.

Thatsächlich ändern ja diese theoretischen Erörterungen an den Befunden nichts. Die anatomische Beschreibung, die ich von der Larve gegeben habe, schliesst sich vollkommen an die DELAGE's an. Und doch besteht in der Auffassung eines Vorkommnisses ein fundamentaler Unterschied. DELAGE behauptet nämlich, dass die von mir als Kammeranlagen aufgefassten Hohlräume als Homologa der Entodermhöhle verschwänden. Für ihn giebt es keine Geisselkammern in der freien Larve. Er erklärt die Larven, welche derartige Höhlenbildungen in grosser Anzahl zeigen, mindestens für Anomalien, wenn nicht sogar für pathologische Erscheinungen (p. 352).

Hierin muss ich ihm widersprechen. Hätte DELAGE die Larven so lange schwärmen lassen, bis sie sich freiwillig ansetzten, so hätte sich ihm wohl eine andere Auffassung aufdrängen müssen. In seiner Methode erblicke ich die Ursache für die falschen Resultate, zu denen er gelangt ist. Ich muss hier kurz auf diesen Punkt eingehen. DELAGE veranlasste seine freischwärmenden Larven, deren Alter sich bei der von ihm angewandten Methode auf höchstens 12—15 Stunden belaufen konnte, künstlich dazu, sich festzusetzen, indem er die Wasseroberfläche unter sorgfältiger Entfernung jeder Luftblase mit Glasplättchen bedeckte. Dabei konnten sich natürlich nur diejenigen Larven festsetzen, welche bereits eine differenzirte Epidermoidalschicht besaßen. Obwohl diese mitunter erst sehr spät auftreten kann, wenn

die Entodermmasse schon die Anlage der Kammern zeigt, findet man sie in der Regel dort sehr früh, vor jeder weitem Differenzirung des Entoderms. Deshalb bilden unter den jüngern Stadien auch die Larven, welche nur die Differenzirung der Epidermoidalschicht ohne jede Spur von Geisselkammern zeigen, die bedeutende Mehrheit. Als nothwendige Folge dieser Thatsache bildeten die erzwungener Weise angesetzten Larven ihre Epidermis rasch aus, während das Entoderm die Metamorphose natürlich in seiner normalen Weise durchmachen und dabei bedeutend hinter der Ausbildung der Oberhaut zurückbleiben musste. In Folge dessen trat zu einer Zeit, wo das Ectoderm schon von Entodermzellen aufgenommen war, ungefähr am 2. Tage, die Anlage der Kammern auf. Zeigte sie sich früher, so konnte sie allerdings bei der Seltenheit dieses Falles als eine vorübergehende, unwichtige oder pathologische Erscheinung aufgefasst werden. Da bei der Bildung der Geisselkammern im Allgemeinen die bei der Rückbildung des Ectoderms auftretenden vielkernigen Zellen entweder schon verschwunden oder doch schon im Verschwinden waren, so konnte es allerdings nahe liegen, diese Vorgänge in Zusammenhang mit einander zu bringen; DELAGE hat es auch gethan.

Im Gegensatze zu DELAGE fing ich aus meinen Aquarien immer nur einen Theil der schwärmenden Larven heraus. Es waren daher schon am zweiten Tage nach der Einsetzung der trächtigen Spongillen Larven von sehr verschiedener Schwärmzeit vorhanden. Dem Zufall blieb es überlassen, ob ich ältere oder jüngere Exemplare fing. Setzte ich die gefangenen in Standgläser, so hefteten sich bald Larven an die Blätter der vorhandenen Wasserpest an, jedoch lauge nicht in der Menge wie bei der Methode DELAGE's. Da so die Larven schwärmen konnten, bis sie sich freiwillig ansetzten, ist es nicht wunderbar, dass sowohl meine freien Larven als auch die eben festgesetzten einen andern Anblick bieten konnten, als DELAGE es beschreibt. Ich traf in den sich abflachenden Larven so oft Geisselkammern und zwar mit sichtbaren Geisseln an, dass ich sie nicht für abnorme, sondern höchstens für ausnahmsweise früh aufgetretene Erscheinungen ansehen kann. So erhielt ich auch, was DELAGE nicht erhalten hat: Larven mit Geisselkammern und vollständigem oder doch noch zum grossen Theil erhaltenem Ectoderm. Da dadurch meiner Ansicht nach der Zusammenhang der Geisselkammerzellen und des Ectoderms aber nicht mehr aufrecht erhalten konnte, konnten für mich auch die vielen Bilder, welche mir eine ectodermlose, vielkernige Zellen enthaltende

Entodermmasse ohne jede Kammeranlage zeigten, nicht die Bedeutung haben wie für DELAGE.

Es ist klar, dass Verhältnisse, wie er sie den Larven geboten, völlig „abnorme“ waren; es können daher die Resultate, welche er aus seinen Beobachtungen gewonnen, nicht mehr den festen sichern Werth haben, den er für sie bei seinen Schlussfolgerungen fordert.

b) Das Ectoderm und die Bildung der Epidermis.

Nach einer Schwärmzeit, deren Dauer jedenfalls grossen Schwankungen unterworfen ist, setzt sich die Larve an einem ihr passenden Gegenstand fest. Im Allgemeinen kann man, wie schon MAAS angiebt, die Länge des freien Lebens auf ungefähr 24 Stunden angeben. Doch habe ich, ohne mich speciell mit diesem Punkt zu befassen, folgende Ausnahmen beobachtet.

Eines Morgens fand ich zahlreiche Larven in einem Aquarium schwärmend, in welches ich erst am vorhergehenden Abend einige trüchtige Spongillen eingesetzt hatte. Ausserdem fand ich aber an einem Blatt, welches auf der Oberfläche des Wassers schwamm, eine Anzahl — 29 Stück — festgesetzt! Dem gegenüber kann ich Fälle anführen, in denen ich isolirte Larven drei Tage schwärmend beobachten konnte. Erst dann setzten sie sich, während einer Nacht gewöhnlich, an und entwickelten sich darauf zu kleinen regulären Schwämmchen.

In den meisten Fällen setzt die Larve sich mit dem Scheitelpol oder mit einem Punkte in der Nähe desselben fest. Vor der Anheftung pflegt sie sich in immer langsamer werdender Bewegung dem Objecte, welches sie für ihr Festsetzen sich auserwählt hat, zu nähern, bis sie in unmittelbarer Berührung mit ihm zu sein scheint. Dann hört die Bewegung, welche schliesslich nur noch eine auf dem Fleck rotirende war, plötzlich auf; die Larve hat sich festgesetzt. Das Schlagen der Geisseln hält noch längere Zeit an, während schon ein äusserst feiner, durchsichtiger Hof um die Larve auf dem Gegenstand, auf dem sie sich angeheftet, auftritt. Er besteht aus amöboid fort-kriechenden Zellen, die, wie ich schon am lebenden Thiere beobachtete und in Dauerpräparaten über jeden Zweifel sicher stellen konnte, aus der innern, entodermalen Masse stammen. Immer neue Pseudopodien bildend, verlieren die äussersten Zellen mitunter ganz den Zusammenhang unter einander und mit der Hauptmasse; nachfolgende Zellen sind bemüht, die verlorene Verbindung wieder herzustellen, was aber nicht immer gelingt. Langsam und allmählich hört dieses reizende Spiel auf.

An Schnitten lässt sich feststellen, dass der auf diese Weise sich bildende Hof von Epidermalzellen gebildet wird, welche sich aus vielen kleinen oder aus einer grössern Lücke, die das Ectoderm an der Berührungsstelle oder in ihrem Umkreise aufweist, sich hervordrängen. Sie breiten sich in äusserst feiner Schicht auf der Unterlage aus und nehmen vollständig den Charakter der definitiven Epidermis an. Eine wirkliche Befestigung der Larve an die Unterlage findet erst durch diese hervorquellenden Epidermalzellen statt, wenn auch durch den ersten Anstoss das Ectoderm getroffen wird, welches aber nur eine äusserst lockere Befestigung vermittelt. Hat noch keine Befestigung durch entodermale Zellen stattgefunden, so ist es überaus schwierig, die Larven auf ihrer Unterlage zu conserviren, da schon die leiseste Schwankung der Flüssigkeit genügt, die leichten Thiere abzulösen.

Während diese Hofbildung auftritt, flacht sich die Larve zu einem ganz niedrigen Kuchen a b, der den sie ursprünglich umgebenden Hof ganz oder doch bis auf einige Reste bedeckt. Dabei ist auch die Höhle immer kleiner geworden, indem sie mehr und mehr eine spaltförmige Gestalt angenommen (Fig. 2); dieser Process endigt mit dem vollständigen Schwund des Hohlraumes (Fig. 3 u. ff.). Das ihn auskleidende Epithel gewinnt seine indifferente Bildungszellenatur wieder, und es ist nach dem vollständigen Höhlenschwund keine Spur mehr von ihm zu entdecken. Unterdessen macht sich am Ectoderm ein überaus interessanter Vorgang bemerkbar. Bald nach der Anheftung der Larve zeigt es sich überall in der Auflösung begriffen. Wie die Ectodermzellen an der Ansatzfläche des Thieres ihren festen Zusammenhang aufgegeben haben, so entstehen auch an der freien Oberfläche zwischen ihnen Lücken. Nach Verlust, resp. Einziehung, ihrer Geisseln, welcher bald nach der Anheftung der Larve eintritt, runden die einzelnen Zellen sich mehr oder weniger ab, an einzelnen Stellen zieht sich das Ectoderm zu massigen regellosen Haufen zusammen, an andern bildet es unregelmässige Falten und Buchten. Hier befinden sich Ectodermzellen noch in ihrer ursprünglichen Lage, dort erscheinen andere von entodermalen überlagert. Ueberall zeigen die Epidermalzellen das Bestreben, an die freie Oberfläche zu gelangen, während das Ectoderm von ihnen überwachsen in das Innere der Larve gelangt, sei es in verschiedenen grössern oder kleinern Haufen, sei es hier und da auch als vereinzelte Zellen. Häufig nehmen auch die Faltungen des noch in Zusammenhang gebliebenen Geissel-epithels einen bedeutenden Umfang an. Besonders leicht zeigt sich

diese Erscheinung in der Nähe des Befestigungspoles. Dann bildet sich eine förmliche Fusszone von Ectodermzellen in der Larve, sobald die Zellgrenzen unklar geworden sind. Wir erhalten dann Bilder, welche lebhaft an die Figuren von *Esperia* in der MAAS'schen Arbeit (14) erinnern.

Oft erwecken auch derartige Präparate den Eindruck, als ob eine Zusammenziehung des Ectoderms nach einem einzigen Punkt hin erfolgt sei. Leider sind mir keine einen solchen Proëss klar beweisenden Objecte bei meinen Untersuchungen begegnet. Doch sprechen meines Erachtens die figg. 9, 18 und 20 in GOETTE's Arbeit (7) für ein Vorkommen dieser Art der Ectodermeinwanderung. Auch habe ich, wenn auch nur selten, Larven angetroffen, deren Ectoderm in einem Zustande sich zeigte, welcher wohl als Einleitung für eine einheitliche Einwanderung des gesammten Epithels aufgefasst werden konnte.

Nachdem nun die Epidermalzellen theils durch die Zusammenziehung des Ectoderms, theils durch eigenes Wandern, indem sie sich durch Lücken des Geisselepithels aus dem Innern herausdrängen und sich über dasselbe lagern, an die Oberfläche gelangt sind, beginnen sie sofort, sich zur Bildung der definitiven Oberhaut zusammenzulegen. Sie treten in Verbindung mit einander, flachen sich ab und überziehen schliesslich die ganze Oberfläche des Schwammes als feines Plattenepithel (Fig. 4, 5, 12, 15). An der Peripherie schliessen sie sich an das Epithel der Unterfläche an.

Die Einwanderung des Ectoderms scheint immer einzutreten. Ich habe wenigstens nie Bilder erhalten, welche einer solchen Auffassung irgend widersprachen. Weder konnte ich eine Atrophie des Ectoderms an Ort und Stelle, noch ein Abgeworfenwerden desselben beobachten. Auch das von GOETTE festgestellte Abgleiten der festgesetzten Larve von dem Ectoderm der Ansatzfläche ist mir nicht in meinen Präparaten begegnet.

Sobald das Ectoderm von der Oberfläche verschwunden ist und seine Zellen sich im Innern der Larve befinden, scheint sich der etwa noch vorhandene Zusammenhang zwischen ihnen vollständig zu lösen. Das ganze Thier zeigt sich dann häufig vollständig durchsetzt von den deutlich erkennbaren Ectodermkernen.

Um diese Zeit treten die von MAAS angeführten unregelmässig geformten Zellen mit gekörntem Protoplasma (12, p. 548) auf. Diese Zellen weisen sich durch die Structur ihres Kernes als echte Amöboidzellen aus. MAAS hat dagegen angenommen, dass sie Neubildungen

oder neu aufgetretene Differenzirungen seien. Sie besitzen ausser ihrem Kern eine wechselnde Anzahl äusserst tinctionsfähiger kleiner Einschlüsse. DELAGE hat nun, wie ich glaube, überzeugend nachgewiesen, dass diese Einschlüsse auf die Ectodermkerne zurückgeführt werden müssten (4, p. 424 ff.).

Ich bezeichne diese Zellen daher als vielkernige Zellen. In einem gewissen Stadium, und zwar nach der Einwanderung des Ectoderms, treten sie überaus zahlreich auf; je häufiger sie sich zeigen, um so seltener findet man im Fladen noch freie Ectodermkerne. Letztere werden von den Amöboidzellen umflossen und aufgenommen. Da jedoch dieser Vorgang am lebenden Thier nicht direct beobachtet werden kann, so macht sich hier wieder der Mangel von kritischen Dotterreagentien fühlbar; denn a priori ist natürlich eine etwaige Dotterneubildung, wie sie bei der Gemmulation auftritt, nicht auszuschliessen.

Viele Arbeit, viel Mühe würden dem Beobachter erspart werden, wenn durch bestimmte Reactionen die Natur der Einschlüsse vollständig zweifellos hingestellt werden kann. GOETTE hat diese vielkernigen Zellen für dotterhaltige angesehen, MAAS kam auf Grund seiner Doppelfärbungen zu demselben Resultat (p. 548). Auf dieselben Versuche stützt sich aber DELAGE und hält die Kernnatur der Einschlüsse für sicher. Ich muss mich vollständig letzterm Autor anschliessen. Alle meine Beobachtungen sprechen dafür, dass die Ectodermzellen von den Amöboidzellen thatsächlich gefressen werden.

Aber auch die vielkernigen Zellen ändern in der fortschreitenden Metamorphose wieder ihr Aussehen. In vielen von ihnen färben sich die Kerne, welche von dem vollzogenen Fressacte noch Zeugnis ablegen können, nicht so stark wie in andern; auch verlieren sie oft ihre scharfen Contouren. Andere Amöboidzellen zeigen ein überaus grob, noch andere ein bedeutend feiner granulirtes Protoplasma. Kleinere und grössere Granula liegen neben charakteristischen Ectodermkernen in der Zelle eingeschlossen. Je geringer die Anzahl letzterer ist, desto mehr nimmt — selbstverständlich bis zu einer bestimmten Grenze — die Tinctionsfähigkeit des Protoplasmas zu (Fig. 16 a—c). Vergleicht man alle diese Erscheinungen unter einander, so kann man sich nicht dem Eindruck entziehen, dass sie alle Anzeichen von einer mehr oder weniger weit fortgeschrittenen Degeneration der Ectodermkerne sind, dass diese mit andern Worten von den Amöboidzellen verdaut werden.

Mitunter scheint die Rückbildung der Ectodermzellen schon vor der Aufnahme in die Amöboidzellen zu beginnen. Ich fand nämlich ab und zu ausserhalb der Entodermzellen Haufen kleiner Granula, zwischen denen noch unversehrte freie Ectodermkerne sichtbar waren. Der Umstand, dass diese Granula denselben Eindruck wie die der Amöboidzellen machten und dass ich sie nur bei einer einseitigen Anhäufung des Ectoderms in der Fusszone vorfand, könnte wohl für die Ansicht sprechen, dass wir es hier mit einem Zerfall der Ectodermkerne ausserhalb der Entodermzellen zu thun haben. Denn eben diese einseitige Anhäufung würde wohl schon den Amöboidzellen den Aufnahmeprocess erschweren können, so dass der Zerfall, welcher mit der Einwanderung der Ectodermzelle eingeleitet worden ist, rascher vor sich geht, als die Fresszellen ihre Arbeit durchführen können. Auch DELAGE hat darauf hingewiesen, dass die Veränderungen, welche am Kern der Ectodermzelle sich zeigen, schon vor der Aufnahme letzterer in die Amöboidzelle beginnen können (4, p. 424).

Ob nun in oder ausserhalb einer solchen — jedenfalls verschwinden allmählich die Ectodermzellen im Innern der festsitzenden Larve, so dass sie für die weitere Entwicklung eine Bedeutung unmöglich haben können.

Diese die Schicksale des larvalen Ectoderms betreffenden Beobachtungen stehen nicht alle im Einklang mit denen der frühern Autoren.

Was zunächst GOETTE betrifft, so geht nach ihm die Festheftung der Larve durch die Zellen der Höhlendeckenschicht vor sich. Ist dies auch nicht ganz genau aufrecht zu halten, so ist doch das Wesentliche dieser Angabe richtig, indem die entodermale Natur der Randzone festgestellt ist. Zu demselben Resultat gelangt DELAGE, jedoch mit der von mir bestätigten Angabe, dass die amöboiden Zellen des nach der Anheftung entstehenden Hofes aus der epidermalen Schicht stammen.

Diesen Angaben stehen diejenigen von MAAS wieder gegenüber. Ihm scheint „schon aus mechanischen Gründen“ (12, p. 544), die er aber näher auszuführen nicht für nöthig erachtet, die GOETTE'sche Behauptung, dass die Randzone entodermal sei, schwer haltbar. Er erklärt sie für ectodermal. Mit Hülfe seines Horizontalmikroskops konnte er am lebenden Thier feststellen (p. 542—544), wie die Ectodermzellen amöboid werden. Jedoch stimmen diese Feststellungen einfach mit den wirklichen Vorgängen nicht überein. Mir ist es unverständlich geblieben, wie MAAS auf die Beobachtung am lebenden

Thier so grossen Werth legen kann. Obwohl eine Controlle etwaiger Befunde an derartigem Material durchaus angebracht ist, so muss doch schon bei einer oberflächlichen Betrachtung der Mangel, den solche Untersuchungsmethoden nothwendig bei der Undurchsichtigkeit der Larve mit sich bringen, erkannt werden.

Bei der von allen Autoren beobachteten Abflachung der Larve haben GOETTE und DELAGE den vollständigen Höhlenschwund constatirt. Dieser ist so gründlich und tritt so regelmässig auf, dass es geradezu unbegreiflich ist, wie er MAAS hat entgehen können. Seine Angabe (12, p. 549), dass die Höhle immer mehr verstreicht und ihr Lumen in das dichtere Gewebe, das sich in sie senkt, hineinsendet, ist leider nicht durch eine beweiskräftige Abbildung unterstützt. Denn seine fig. 27 kann als „aus verschiedenen Schnitten combinirt“ dieses Prädicat nicht für sich in Anspruch nehmen. Sie kann nur als ein Schema für den Vorgang aufgefasst werden, wie ihn der Autor sich denkt. Dasselbe gilt von fig. 35. An keiner Stelle ist eine Erwähnung der Thatsache zu finden, dass sehr häufig Larven während der Metamorphose keine Spur von Hohlräumen zeigen.

Der Process der Ectodermeinwanderung ist zuerst von DELAGE in richtiger Weise beschrieben worden, während GOETTE als erster den entodermalen Ursprung der definitiven Epidermis erkannt hat. Aber er liess das Ectoderm durch Abwerfung oder Atrophie an Ort und Stelle verloren gehen, eine Angabe, welche zwar im allgemeinen Ergebniss mit meinen Befunden sich vereinigen lässt, für die ich aber unter meinen Präparaten keine Bestätigung habe finden können. Bei MAAS ist selbstverständlich über irgend einen Untergang von Ectodermtheilen nichts erwähnt. Seiner Ansicht nach findet bei der Abflachung der Larve eine so bedeutende Oberflächenvergrösserung statt, dass alle Ectodermzellen nach ihrer Umwandlung in die flachen Epidermiszellen vollkommen Platz finden können! Auch diese Angabe findet er durch die Beobachtung am lebenden Thier bestätigt. Er ging in seiner unrichtigen Annahme eines Zusammenhanges zwischen Ectoderm und Epidermis („Continuität des Ectoderms“) soweit, dass er sämmtliche Bilder, durch welche GOETTE zu seinen Resultaten gelangte, als leicht herzustellende Kunstproducte erklärte. Letzterer Angabe widersprechen direct WELTNER's Berichte (20) sowie meine eigenen dahin zielenden Beobachtungen. An lebenden Thieren hält das Ectoderm manche harte Behandlung aus. Nie habe ich gefunden, dass eine Schädigung des Ectoderms eintritt, wenn eine mit der Pipette dem Wasser entnommene Larve wieder in dasselbe fallen gelassen

wird. Allerdings treten bei unvorsichtiger Conservirung und Härtung Schrumpfung auf, welche natürlich nicht ohne Einfluss auf das Ectoderm bleiben und gerade eine Abblätterung desselben hervorrufen können. Aber die Möglichkeit, solche Bilder künstlich herzustellen, beweist noch lange nicht die „Continuität des Ectoderms“. Denn erstens können künstlich herstellbare Bilder in den Präparaten auch auf natürliche Vorgänge zurückgeführt werden, und zweitens ist das Abwerfen gar nicht die einzige Möglichkeit für die Larve, ihr Ectoderm zu verlieren. Die drei Beweise, welche MAAS p. 546 für seine Auffassung ins Feld führt, können für mich also diese Bedeutung nicht haben. Der erste, die Beobachtung am lebenden Thier, ist der Natur der Sache nach vollständig unsicher; der zweite, die Möglichkeit künstlicher Herstellung der Bilder, beweist nichts; der dritte jedoch, das Verhalten des Ectoderms auf Schnittserien, hat mir gerade das Gegentheil bewiesen.

Der Umstand, dass die Epidermis bei *Spongilla* entodermalen Ursprungs ist, kann heutigen Tages nicht mehr überraschend sein. Schon GOETTE wies auf die Notizen MARSHALL's (15) und METSCHNIKOFF's (16) hin, welche beide eine Atrophie des Ectoderms bei Spongien beobachtet hatten, aber für diesen Vorgang keine andere Erklärung fanden als die Annahme, dass er nur vorübergehend, scheinbar sei. Auch zeigte derselbe Autor, dass *Sycandra* dieselben Umbildungen erleide, dass aber der ganze Process des Ectodermverlustes nur falsch verstanden sei. Kurz vor der Hauptarbeit, jedoch schon nach den vorläufigen Notizen DELAGE's (2 u. 3), erschien ein kurzer Bericht von MAAS über die Entwicklung von *Esperia lorenzi* (14), in welchem er selbst feststellte, dass das larvale Geisselepithel nicht in die bleibende Epidermis übergehe, sondern sich während der Metamorphose in das Larveninnere begeben. Leider lässt die definitive Arbeit noch immer auf sich warten; sie würde jetzt, nachdem MAAS seinen alten Standpunkt aufgegeben, wohl eine werthvolle beweisende Ergänzung der DELAGE'schen Arbeit werden, soweit sie die Ectoderm-einwanderung betrifft¹⁾.

Ueber die weitem Schicksale des Ectoderms gehen DELAGE's und meine Ansichten weit auseinander. Jener hat den gefressenen Zellen noch eine wichtige Theilnahme an der Ausbildung der *Spongilla* zugewiesen, indem er die aufgenommenen Zellen nach wieder erlangter Freiheit in die Kragenzellen sich umbilden lässt. Gegen eine derartige

1) Siehe Nachwort.

Auffassung der Kammerbildung lässt sich doch mancher Einwurf machen. Wie will DELAGE z. B. unterscheiden, ob eine Zelle aufgenommen oder freigelassen wird? Zumal er selbst angiebt, dass schon vor der Aufnahme in dem Kerne sich Aenderungen seiner Structur zeigen können!

Von allem bisher über Spongien Bekannten ist der von DELAGE beschriebene Process der Geisselkammerbildung das allerauffälligste. Dass eine Zelle, welche von einer andern aufgenommen wird, regelmässig nach einer 24stündigen Gefangenschaft wieder freigelassen wird, ist schon eigenthümlich. Aber der Umstand, dass die wieder befreite ihre alte Natur vollständig beibehalten und von ihrer Lebensfähigkeit auch nicht das Mindeste eingebüsst haben soll, erscheint mir unglaublich, selbst wenn der ganze Process der Aufnahme nur einen bequemen Transport der Geisselzellen an ihren definitiven Bestimmungs-ort bezweckt (4, p. 394).

Gerade in dem Umstand, dass Zellen von andern desselben Körpers gefressen werden, muss man entschieden einen Beweis einer vor sich gehenden Degeneration erblicken; von einer wirklichen Lebensfähigkeit kann da wohl nicht mehr die Rede sein. Nun hat DELAGE selbst mehrfach erwähnt, dass ab und zu einzelne Ectodermzellen wirklich verdaut würden (p. 393, 426, 430). Ich halte diese Fälle nicht für Ausnahmen, sondern für die Regel. Am besten lassen sich mit meinen Beobachtungen diejenigen GOETTE's vereinigen, obgleich ich zu einer dem Schlusse dieses Forschers gerade entgegengesetzten Auffassung gekommen bin. GOETTE erblickte in den vielkernigen Zellen embryonale Gebilde, welche ihren Dotter noch nicht verarbeitet hatten. Derselbe sollte allmählich sich in Kernsubstanz umbilden, worauf dann durch Zellknospung die Bildung der Geisselkammern vor sich gehen sollte. Auf die Unhaltbarkeit dieser Hypothese ist schon von anderer Seite hingewiesen, und es wird dieselbe, wie ich aus mündlicher Mittheilung von Herrn Prof. GOETTE weiss, von ihm nicht mehr aufrecht gehalten. Die von GOETTE beobachteten Thatsachen lassen sich aber mit meinen Befunden sehr gut in Einklang bringen; nur muss der Process gerade umgekehrt aufgefasst werden. Die Einschlüsse nehmen nicht immer mehr die Kernnatur an, sondern sie verlieren sie mehr und mehr. — Ich erblicke also in den Zellen mit dem grob granulirten Protoplasma, die GOETTE als Anfangsstadien des Processes ansah, die Endstadien desselben und umgekehrt.

Zu dem Resultat, dass das Ectoderm nicht im ursächlichen Zusammenhang mit den Geisselkammern steht, führen auch die WELTNER-

schen Experimente, wenn auch die Mittheilung über dieselben zu unvollständig ist, um sie voll verwerthen zu können.

Den Hauptbeweis für meine obige Ansicht erblicke ich aber in dem Umstande, dass sich wirkliche Kammern schon vor der Einwanderung des Ectoderms in der freien Larve zeigen können. Näher werde ich hierauf im nächsten Abschnitt eingehen.

c) Die weitere Differenzirung des Entoderms.

Unabhängig von den das Ectoderm und die Bildung der Epidermis betreffenden Vorgängen geht die Anlage des ganzen innern Höhlen- und Canalsystems vor sich.

Schon in der freien Larve treten oft einige von Bildungszellen begrenzte Höhlungen in wechselnder Anzahl und Grösse auf. Sie stehen in keiner Weise mit einander in Zusammenhang. Zufälliger Weise können sie, falls sie dicht unter dem Entodermhöhlenepithel liegen, auch eine Verbindung erhalten mit dieser larvalen Höhle, doch ist dieselbe dann stets secundär und darf in keiner Weise als eine nothwendige aufgefasst werden.

Die Existenz dieser kleinen Hohlräume ist von allen Autoren beobachtet worden. GOETTE und MAAS erblickten in ihnen die Anfänge der Kammerbildung. Letzterer führte sie auf Ausstülpungen der „Magenhöhle“ zurück (12, p. 535). All diesen Auffassungen tritt DELAGE schroff gegenüber, indem er sämtliche derartige „lacunes“ als Homologa der Entodermhöhle und somit auch als unwichtige vorübergehende Erscheinungen aufgefasst wissen wollte. Trotz der Bemerkung von MAAS (12, p. 539), dass an den sie einschliessenden Zellen „nicht immer und auch weniger deutlich als das Collare die Geisseln nachzuweisen“ gewesen seien, schreibt DELAGE, dass jener Autor überhaupt keine Geisseln gesehen habe; er spricht sich folgendermaassen aus: „Trouvant dans la larve les petites cavités sphériques, il les a prises pour des corbeilles; mais il n'aurait pas dû se prononcer avant de voir des flagellums. Or ces cavités n'en ont jamais.“

Letzterer Behauptung muss ich direct widersprechen; denn ich habe mehrfach theils frei schwärmende, theils erst kurze Zeit fest-sitzende Larven angetroffen, welche charakteristische Kragenzellen mit sichtbaren Geisseln zeigten. Ein Präparat, von dem der Durchschnitt Fig. 18 herstammt, wies, trotzdem das Ectoderm noch an der Oberfläche vorhanden war, deutliche zweifellose Geisselkammern auf. Zeigte auch der Zustand des Ectoderms schon geringe Andeutungen der beginnenden Degeneration, so kann man doch unmöglich die Geissel-

kammerzellen mit den noch an ihrem ursprünglichen Platz befindlichen Zellen des larvalen Geisselepithels in irgend welchen Zusammenhang bringen. Auch gegen die Behauptung DELAGE's, dass bei Beginn der Kammerbildung ganz regelmässig alle Ectodermzellen von den Amöboidzellen aufgenommen seien, sprechen viele Larven, die schon fertige Kammern zeigen, während Theile des Ectoderms noch in ihrer ursprünglichen Lage vorhanden waren. Vergleicht man ferner (Fig. 17) die Einschlüsse der vielkernigen Zellen mit den Kernen der Geisselkammerzellen, so ist es fast unmöglich, an einen directen Zusammenhang dieser Gebilde zu denken. Denn auch abgesehen von dem Eindruck der Degeneration, den die Ectodermkerne in den Amöboidzellen machen, schliesst schon der Grössenunterschied zwischen ihnen und den Kernen der Kragenzellen den Gedanken an einen Uebergang ersterer in letztere aus.

Ich muss daher an dem Standpunkt von GOETTE und MAAS festhalten, dass die Geisselkammern aus den in der Larve auftretenden kugligen Hohlräumen hervorgehen. Die Hohlräume selbst muss ich für selbständige Producte der Bildungszellen ansehen. Interessant ist es, dass MAAS in den schwärmenden Larven von *Esperia* ähnliche Lacunen gefunden hat, welche er auch hier mit den spätern Geisselkammern in Verbindung bringt.

Für die Entwicklung der Kammern liegen verschiedene Möglichkeiten vor. Entweder können alle zu einer Kammer gehörigen Zellen an Ort und Stelle aus einer einzigen Bildungszelle entstehen und dabei einen mehr oder weniger compacten Zellenhaufen bilden, in dessen Innerm die Höhle sich nach und nach ausbildet. Oder sie können durch Wanderung von verschiedenen Punkten an ihren Platz gelangen und sich erst dann zur Bildung der Kammerwandung zusammenlegen. Welcher Fall bei *Spongilla* typisch ist, das zu entscheiden ist mir trotz aller Bemühung nicht gelungen.

Möglich, wenn auch nicht gerade wahrscheinlich ist es immerhin, dass beide Fälle neben einander vorkommen. Für die erste Annahme sprechen die kugelförmigen Zellenhaufen, die sich in jungen Larven nicht gerade selten finden; es ist mir aber nicht geglückt, häufig Theilungsfiguren dabei zu erblicken. Der zweite mögliche Fall könnte begründet werden durch Bilder, in welchen man Bildungszellen perlchnurartig in nicht geschlossenen Bogen an einander gereiht, oder Vacuolen, welche von pseudopodienbildenden Zellen nicht ganz geschlossen begrenzt werden (Fig. 2, 3, 4), findet. Principieller Werth liegt in einer bestimmten Entscheidung wohl nicht.

Von frühern Autoren hat GOETTE sich dem Wesen der Sache nach für die erste Annahme erklärt, ebenso hat ZYKOFF dieselbe Bildungsweise der Kammern bei der Entwicklung der *Spongilla* aus der *Gemmula* constatirt (21). Auch DELAGE stellte sich 1890 noch auf diesen Standpunkt (2, p. 656).

Haben die Kammern sich isolirt gebildet, treten sie secundär unter einander und mit den sich nun auch bildenden Subdermalräumen in Zusammenhang. Sämmtliche Verbindungsanäle sind natürlich auch entodermalen Ursprungs, indem ihre Wandungen von sich abflachenden Bildungszellen ausgekleidet werden.

Wie schon oben bemerkt, kann das Auftreten der Kammern schon in der freien Larve beginnen, doch finden wir auch andererseits sehr häufig ganz flache Kuchen, welche gar keine oder nur ganz geringe Andeutung dieser Bildungen aufweisen. Gerade da fällt dem Beobachter die Richtigkeit der von GOETTE erwähnten, von MAAS bestrittenen Thatsache auf, dass „eine bestimmte Regel über die Reihenfolge der Entwicklungserscheinungen und ihre Verbindung mit den biologischen Zuständen bei *Spongilla* durchaus vermisst“ wird (7, p. 6). Wie MAAS hat auch DELAGE diesen Punkt als nicht richtig hingestellt. Ihnen gegenüber muss ich betonen, dass man in einer grössern Anzahl von Larven die verschiedensten Combinationen bestimmter Entwicklungserscheinungen findet. So trifft man freie Larven mit Epidermalschicht ohne Kammerbildung oder mit beiden Erscheinungen oder — allerdings ein seltener Fall — mit letzterer ohne erstere. In Folge dessen ist an den festsitzenden Larven auch eine bestimmte Verbindung der verschiedenen Ausbildungsstufen der Epidermis mit entsprechenden der Kammern unmöglich festzustellen.

Dadurch, dass die Epidermis nach ihrer vollendeten Ausbildung sich von den unter ihr liegenden Zellen weit abhebt, bildet sich der um den ganzen Schwamm herum zu verfolgende Subdermalraum. Dieser Vorgang wird durch die die Oberhaut zeltartig emporhebenden Nadeln nicht unwesentlich unterstützt (Fig. 6). Von einer von mehreren Autoren erwähnten Cuticularmembran habe ich bis zu diesem Stadium nichts mit Sicherheit constatiren können.

Während der fortschreitenden Differenzirung des Larveninnern zeigt sich auch eine Aenderung der ganzen Intercellularmasse, welche, mehr und mehr tinctionsfähiger werdend, sich in die gallertige Substanz umwandelt. Schliesslich besteht aus ihr der grösste Theil der *Spongilla*.

Die Bildung des Osculum und der Poren zeigen das Ende der Entwicklung an: wir haben die junge *Spongilla* vor uns (Fig. 7).

Ob, wie GOETTE angiebt, Osculum und Poren homologe Bildungen sind oder nicht, wie es DELAGE's Ansicht ist, konnte ich nicht entscheiden.

Ist nun der Schwamm fertig entwickelt, besitzt er ein ganz anderes Aussehen, eine ganz andere Differenzirung als die freie Larve. Besonders haben die Zellkerne fast alle ihre Structur verändert, so dass, ohne die Metamorphose verfolgt zu haben, der Zusammenhang zwischen den Kernen der larvalen Bildungszellen einerseits, den langgestreckten Kernen der Epidermiszellen sowie den kleinern, stark tinctionsfähigen Kernen der Geisselzellen andererseits nicht erkennbar ist. Diese Structur- und Gestaltsveränderungen müssen wir mit Aenderungen der Functionen in Zusammenhang bringen.

Es erübrigt hier nur noch eine kurze Notiz über die Zeitdauer, der die Larve zur Ausbildung bis zum fertigen Schwamm benötigt, zu geben. Jedenfalls ist dieselbe eine sehr variirende, da sowohl das Ausschwärmen wie auch die Anheftung in ganz verschiedenen Reifezuständen erfolgen kann.

Wir dürfen deshalb, worauf auch GOETTE schon hingewiesen hat, den Beginn der Metamorphose nicht von dem Momente der Anheftung abhängig machen.

Im Allgemeinen habe ich gefunden, dass die für die Untersuchung wichtigsten Stadien unter den 1—2 Stunden festsitzenden Larven angetroffen werden.

Die Anheftung hängt nicht, wie GOETTE geglaubt hat, allein von äussern zufälligen Bedingungen ab. Dahingestellt muss ich es lassen, in wie weit die Temperatur und die chemische Beschaffenheit des Wassers von Einfluss sind. Immerhin halte ich für die erste Bedingung der Möglichkeit, dass die Larve ihr freies Leben beendet, die vollendete Differenzirung der Epidermalschicht. Ist dieselbe der Kammerbildung vorausgeeilt, so nimmt die festsitzende Larve eine längere Zeit bis zur vollendeten Entwicklung in Anspruch. Bildet sich aber die periphere Schicht erst während der Kammerbildung aus, so können wir binnen wenigen Stunden nach der Anheftung eine junge *Spongilla* erhalten.

Die Verdauung des Ectoderms geht um so schneller vor sich, je weiter die Differenzirung des Entoderms fortgeschritten ist. Diese Beobachtung ist meines Erachtens nur erklärlich durch die schon

vollendete Ausbildung typischer Fresszellen, welche auf Amöboidzellen zurückgeführt werden müssen.

Findet sich kein der reifen Larve behagender Anheftungsplatz, so kann sie ihr freies Leben unter fortwährender Weiterentwicklung des Entoderms noch eine Zeit lang fortsetzen. Schliesslich aber befestigt sie sich am Oberhäutchen des Wasserspiegels, woselbst sie sich binnen äusserst kurzer Zeit — es genügt oft nur eine halbe Stunde — zu einer fertigen Spongilla ausbildet.

Alle diese Beobachtungen, die mit denen der frühern Autoren in vielfachem Widerspruch stehen, habe ich so häufig gemacht, dass ich an ihrer Richtigkeit keinen Zweifel hegen kann.

d) Resultate.

Vergleiche ich nun noch einmal meine Resultate mit denen von GOETTE (7, p. 21), MAAS (12, p. 550) und DELAGE, so komme ich zu folgendem Schlusse. Von allen hier in Betracht kommenden Ergebnissen MAAS' (3—9) kann ich nur einzig und allein die Angabe bestätigen, dass das Sichfestsetzen der Larven mit dem Scheitelpol geschieht und eine ausserordentliche Abplattung der Thiere zur Folge hat.

Was GOETTE's Resultate anbelangt, so kann ich ihm darin vollständig beipflichten, dass der fertige Schwamm mit allen seinen Theilen nur aus dem Entoderm hervorgeht, während das Ectoderm zu Grunde geht. Die von ihm constatirte Abblätterung kann ich jedoch nicht bestätigen, das Fehlen der Epidermis an der Ansatzfläche muss ich aber bestreiten.

Von DELAGE weiche ich principiell ab in der Auffassung der Ectodermeinwanderung; er weist dem eingewanderten Ectoderm noch eine grosse Rolle zu bei dem Aufbau des Schwammes. Meine Uebereinstimmung mit ihm bezieht sich nur auf die Einwanderung selbst und die Aufnahme der Ectodermzellen in die Amöboidzellen.

Ich kann daher meine Ergebnisse kurz folgendermaassen zusammenfassen:

1) Die Larve des Süsswasserschwammes besteht aus dem geisseltragenden Ectoderm und dem Entoderm.

2) Die Anheftung der Larve ist abhängig von der Sonderung der peripherischen Entodermschicht (Epidermalschicht), welche auch die Befestigung des Thieres an der Unterlage übernimmt. Sie geht aber unabhängig von der weitem Differenzirung des Entoderms vor sich.

3) Nach der Anheftung der Larve wandert das Ectoderm in die Innenmasse, woselbst seine Zellen von bestimmten Entodermzellen gefressen und verdaut werden. Die Epidermis der *Spongilla* ist entodermaler Herkunft; sie bildet sich aus der Epidermalschicht.

4) Der ganze Schwamm ist auf das larvale Entoderm zurückzuführen.

5) Die Geisselkammern stehen mit der larvalen Entodermhöhle und dem Ectoderm in keinem Zusammenhang. Sie sind selbständige Bildungen, welche schon in der freien Larve auftreten können.

II. Theil.

Theoretische Erörterungen meiner Befunde und Vergleich derselben mit denen DELAGE'S.

Auf Grund meiner Befunde muss ich *Spongilla* aus dem Kreise der Schwämme ausscheiden, deren beide Keimblätter während der Metamorphose erhalten bleiben. Da DELAGE aber in seiner Embryogenie der Spongien für alle untersuchten Species letzteres Verhalten nachgewiesen zu haben glaubt, scheint die Einheitlichkeit in der Spongientwicklung aufs Neue in Frage gestellt.

Betrachte ich jedoch alle Resultate DELAGE'S, so glaube ich nach meinen Untersuchungen nicht mehr, dass der von ihm festgestellte Weg der Metamorphose für alle Schwämme der richtige ist. Schon der ganz eigenthümliche Process der Kammerbildung, wie er ihn angiebt, musste Zweifel daran berechtigt erscheinen lassen; dass der ganze Vorgang sich thatsächlich auch in völlig anderer Weise abspielt, konnte ich in meiner Arbeit feststellen. Nach DELAGE soll aber der wunderbare Fressprocess vor der Kammerbildung gerade bei *Spongilla* am vollkommensten durchgeführt sein; hier sollte keine Geisselzelle sich vor der Umbildung in eine Kragenzelle einer 24-stündigen Gefangenschaft entziehen können. Dadurch, dass aber bei dieser Species die Bildung der Kammern in ganz anderer als der von DELAGE angegebenen Weise vor sich geht, ist für die andern von ihm untersuchten Arten, welche den Process nicht in so allgemeiner Weise durchgeführt zeigen, ein Verhalten, wie er es festgestellt, nicht gerade wahrscheinlicher geworden. Der einzige Umstand, der überhaupt noch

für die wirkliche Existenz der von DELAGE beschriebenen Vorgänge spricht, ist die mehr oder weniger grosse Uebereinstimmung derselben bei allen von ihm untersuchten Arten. Ich kann mir bei meiner völligen Unkenntniss der Entwicklung von *Esperia*, *Reniera* und *Aplysilla* kein Urtheil über die diesbezüglichen Resultate DELAGE's erlauben; doch dürften Nachuntersuchungen in hohem Maasse auch für diese Schwämme wünschenswerth erscheinen.

Die ganze Auffassung, welche DELAGE sich über den Process selbst gemacht hat (4, p. 394), hängt eng mit seiner Ansicht über die enge Begrenzung der Zellfunctionen und die Vererbung¹⁾ zusammen. Nach meinen Untersuchungen beruhen alle diesbezüglichen Erörterungen auf falschen Voraussetzungen, da gerade das von DELAGE angeführte Beispiel der Identität der larvalen Geissel- und der definitiven Kragenzellen sich nicht bestätigt.

Eine Kritik der DELAGE'schen Theorie lässt sich in endgültiger Weise erst nach dem in Aussicht gestellten Erscheinen eines grössern Werkes über diesen Punkt geben.

Der Hauptwerth der Arbeit DELAGE's liegt nun natürlich nicht mehr in diesen mannigfachen Einzelheiten, sondern ich erblicke ihn in der Feststellung der von dem Autor allerdings nicht erkannten, bei den Spongien allgemein auftretenden Rückbildung des Ectoderms.

Diese schon von GOETTE als sicher angenommene Degeneration eines ganzen Keimblattes zeigt sich bei allen vier von DELAGE untersuchten Arten. Der Rückbildungsprocess beginnt mit der Einwanderung des Ectoderms in die Innenmasse.

Bei *Spongilla* ist der vollständige Schwund des Ectoderms constatirt. Nehmen wir nun an, dass DELAGE's Beobachtungen an *Esperella*, *Reniera* und *Aplysilla* bestätigt würden, so ist zwar der Vorgang bei ihnen ähnlich aufzufassen wie der von SCHULZE (19) bei *Sycandra* festgestellte. Hier sollen die Radiärtuben direct aus dem eingestülpten Geissel-epithel hervorgehen. Wenigstens glaube ich ihn dahin verstehen zu

1) DEL. spricht sich hierüber p. 413 aus: „L'hérédité n'intervient, qu'en fixant la constitution physico-chimique de tous les éléments d'une manière si précise, que chaque cellule est à chaque instant de son évolution en présence de ce dilemme: rencontrer des conditions extérieures identiques à celles qu'a rencontrées la cellule identiquement conformée du parent et réagir contre ces conditions par une modification identique, de manière à poursuivre une évolution totale identique — ou mourir.“

müssen, wenn er sagt (p. 288): „Es lassen sich an den innern Cylinderzellen wieder Geisseln erkennen.“ Die Kluft jedoch zwischen *Spongilla* und den marinen Schwämmen ist eine überaus grosse, indem unter den gegebenen Voraussetzungen die vom Ectoderm bei letztern übernommene Function bei ersterer plötzlich dem Entoderm zugefallen sein muss. Diese Differenz wäre meines Erachtens nicht durch die Anpassung der *Spongilla* an das Süsswasserleben allein zu erklären. Dagegen erhält die Annahme, dass das Ectoderm bei allen Schwämmen nach der Einwanderung zu Grunde geht, durch den von DELAGE bei allen untersuchten Species mehr oder weniger deutlich gefundenen Fressprocess eine überaus kräftige Unterstützung.

Für *Ascetta* und *Sycandra* hat GOETTE schon einen derartigen Verlauf der Entwicklung als äusserst wahrscheinlich hingestellt. Zu diesen würden sich jetzt die von DELAGE untersuchten Schwämme gesellen. *Halisarca* und *Oscarella* haben bis jetzt zwar noch keinen Anhaltspunkt für einen Ectodermschwund während der Metamorphose ergeben. Besonders HEIDER's Mittheilungen über *Osc. loburalis* (8) stehen in schroffem Widerspruch zu der Annahme einer Degeneration des larvalen Geisselepthels. Vielleicht wird aber auch hier eine neue Untersuchung Aufklärung bringen.

Der Process der Ectodermrückbildung veranlasst mich, noch kurz auf die Keimblättertheorie und ihre Anwendung auf die Spongien einzugehen.

DELAGE hat sich gescheut, den Larvenschichten, deren er drei annehmen möchte, die üblichen Namen Ecto-, Ento- und Mesoderm beizulegen. Ueber diesen Punkt hat er sich in einem längern Capitel ausgelassen. Jedoch ist sein Standpunkt ein durchaus unentschiedener. Sein Gedankengang ist kurz folgender:

Nehmen wir einen fertigen Schwamm und schliessen von seinen Verhältnissen auf die Natur der seine Larve zusammensetzenden Keimblätter, um danach dieselben in entsprechender Weise zu bezeichnen, so erhalten wir eine vollständig ungewohnte Anordnung derselben; das Ectoderm würde von dem aussen liegenden Entoderm und dem zu innerst gelegenen Mesoderm eingeschlossen sein.

Gehen wir andererseits von den bei der Larve vorliegenden Verhältnissen aus, so müssen wir zugeben, dass das Ectoderm die Geisselkammern im fertigen Thier bildet, während aus dem Mesoderm die Epidermis, aus dem Entoderm alle übrigen Bestandtheile hervorgehen. Da aber auch diese Auffassung dem herkömmlichen Gebrauch zuwiderläuft, so folgert DELAGE, dass die Spongienkeimblätter nicht in

einer den Keimblättern der übrigen Metazoen vergleichbaren Weise differenzirt seien.

Ich glaube nicht, dass dem wirklich so ist. Zuerst müssen wir, bevor wir der Betrachtung der Streitfrage näher gehen, den Standpunkt festlegen, von dem aus dies geschehen soll.

SCHULZE hat bekanntlich bei *Sycandra* auf Grund der definitiven Lagebeziehungen im fertigen Thier die Bezeichnung der larvalen Blätter vorgenommen, was ihn zwang, die echte Gastrula als „Pseudogastrula“ hinzustellen. Einer solchen Auffassung ist GOETTE entgegen getreten, indem er darauf hinwies, dass nur die Entwicklungsgeschichte „die Homologie oder die genetische Formgleichheit der Keimtheile und der aus ihnen hervorgehenden Bildungen verschiedener Thiere erschliesse“. Nur auf Grund derartig begründeter, wahrer Homologien können wir fruchtbringende Vergleichen zwischen den verschiedenen Zweigen des Thierreichs resp. den Gliedern derselben anstellen. Obgleich DELAGE sich nicht auf diesen Standpunkt stellt, halte ich ihn für den allein berechtigten. GOETTE wie MAAS haben, wenn auch in wichtigen Einzelheiten sehr von einander abweichend, gefunden, dass die Gastrula des Süßwasserschwammes eine der der übrigen Metazoen vollständig homologe Bildung sei; GOETTE hat constatirt, dass ihr Geisselepithel dem Ectoderm einer typischen Metazoengastrula vollkommen homolog sei. Es darf uns daher nichts abhalten, ihm den ihm zukommenden Namen Ectoderm, der Innenmasse den des Entoderms beizulegen; es liegt gar kein Grund vor, eine 3-blättrige Zusammensetzung der Larve anzunehmen. [Nehmen wir aber überhaupt keine echten Keimblätter an, so müssen wir auch diesbezügliche Namen vermeiden, was MAAS nicht gethan hat.]

Obwohl nun DELAGE selbst anführt, dass ein larvales Ectoderm durchaus nicht ein aus ihm hervorgehendes definitives Ectoderm (d. h. Epidermis) bedinge (p. 412), obwohl er ferner zugiebt, dass nicht die definitiven Lagebeziehungen für die Benennung der Keimblätter bestimmend sein dürfen (p. 411), obwohl er ferner die Untersuchungen GOETTE's über die embryonalen Zustände der *Spongilla* kennt (p. 411), folgert er, dass die Differentiation der Keimblätter bei den Spongien nicht ohne weiteres einen Vergleich mit denen der übrigen Metazoen zuliesse! (p. 416).

Der Schluss hätte ein anderer sein müssen, nämlich der, dass wir in der Spongienlarve ein typisches Ectoderm und Entoderm in normaler Lagebeziehung zu einander haben. Diesen Standpunkt müssen wir trotz aller Vorgänge während der Metamorphose festhalten. Wir sind

dann aber auch zu dem Schlusse gezwungen, dass die Epidermis der Spongien nicht homolog der Oberhaut der übrigen Metazoen ist.

Weil DELAGE trotzdem die Schichten des fertigen Thieres mit Ecto-, Ento- resp. Mesoderm bezeichnet, ist es für den Leser nicht immer ganz leicht, in den DELAGE'schen Erörterungen sich zurechtzufinden.

Auch die Erledigung der Frage über die ectodermale Abstammung des Mesoderms geht von dem Standpunkt aus, eine übereinstimmende Bezeichnungweise der Larvenkeimblätter und der entsprechenden Schichten des fertigen Thieres durchzuführen. Dieselbe Ansicht finden wir bei MAAS, wenn er von einem Ectomesoderm der Spongien reden möchte (13, p. 572).

Bei den jetzigen Kenntnissen über die Spongienentwicklung und den mit bestimmten Namen auf das Engste verbundenen Begriffen ist ein derartiger Standpunkt völlig undurchführbar und daher eine Bezeichnungweise, wie DELAGE sie versucht hat, nicht aufrecht zu halten.

Soviel über die theoretischen Erörterungen DELAGE's. Für die Auffassung der Spongienlarve haben sie ebensowenig etwas Neues bringen können wie etwa meine Befunde. Denn auch dadurch, dass ein seiner Entstehung nach typisches Keimblatt während der Entwicklung der Larve verloren geht, wird sein principieller Werth als solcher nicht aufgehoben.

Auf Grund dieser Ueberlegung dürfen wir in den Spongien echte Metazoen erblicken; dass diese aber mit den übrigen Metazoen keine über das Gastrulastadium hinausgehende genetische Beziehung haben, dürfte wohl im Hinblick auf den weiteren Verlauf der Entwicklung höchst wahrscheinlich sein.

Gegen die Annahme der Forscher, welche in den Spongien einen getrennt von den Metazoen direct aus den Protozoen hervorgegangenen Stamm erblicken wollen, spricht die beiden Theilen gemeinsame, völlig übereinstimmende Entwicklung des Eies bis zur Gastrula.

Der Standpunkt, auf Grund gewisser Vorgänge in der Entwicklungsgeschichte die Cnidarier und Spongien zu trennen, ist schon von GOETTE, DELAGE und HEIDER befürwortet worden. Dem gegenüber hat CHUN (1) noch einmal versucht, beide Zweige gemeinschaftlich im System im engern Kreise unterzubringen. In der Entwicklungsgeschichte, wie sie heutigen Tags bekannt ist, dürfte er aber kaum mehr eine Stütze für seine Ansicht finden, dass „die fixirten Schwamm-larven mit ihren radiaren Buchten höchst sinnfällige Beziehungen zu den Larven der Hydromedusen darbieten“ (p. 93). Zu dieser Auf-

fassung scheint bisher doch nur die eine auffällige Ausnahme machende *Oscarella* zu berechtigen.

Wir erhalten nach diesen Erörterungen folgende Schlussfolgerungen:

1) Die Spongien besitzen eine typische Gastrula mit Ecto- und Entoderm, welche typische Lagebeziehungen zu einander haben.

2) Die Umbildung der Spongienkeimblätter entspricht nicht der als typisch bekannten. Das Ectoderm geht nach Anheftung der Larve einen Rückbildungsprocess ein, in Folge dessen nimmt es am Aufbau des fertigen Thieres keinen Antheil.

3) Die Spongien haben mit sämtlichen übrigen Metazoen keine über das Gastrulastadium hinausgehende genetische Beziehung.

Nachwort.

Die vorliegende Arbeit war als Bearbeitung der von der hiesigen mathematisch-naturwissenschaftlichen Facultät gestellten Preisaufgabe vollkommen fertig gestellt, als Mitte Januar jene lang erwartete Arbeit von MAAS erschien: „Die Embryonalentwicklung und Metamorphose der Cornacuspongien.“ In diesem Werke hat nun MAAS nach erneuten Untersuchungen Folgendes festgestellt.

Nach der Anheftung der freischwimmenden zweiseichtigen Schwammlarve findet eine Umkehrung der Schichten statt, weshalb der entodermale Ursprung der Epidermis nicht länger in Frage stehen kann. Nach dieser Umkehrung findet eine Durchwachsung der beiden Schichten statt, soweit das Entoderm nicht zur Bildung der Epidermis verbraucht worden ist. Hierauf sollen die nun in der ganzen Masse der ehemaligen Larve zerstreuten Zellen des frühern Geisselepitheles zur Bildung der Kammern verwandt werden.

Hat MAAS also auch erfreulicher Weise jetzt die entodermale Herkunft der Epidermis für alle von ihm untersuchten Schwämme — auch für *Spongilla* — zugegeben, so steht er in einem Punkte doch noch auf seinem alten Standpunkt; er weist dem Geisselepithel einen wichtigen Antheil am Aufbau des fertigen Schwammes zu.

Soweit diese Behauptung, für welche ich keinen stricten Beweis in seiner Arbeit finde, die marinen Schwämme anbetrifft, kann ich sie

natürlich nicht beurtheilen. Aber, wie schon gesagt, hat MAAS diese seine neue Hypothese auch auf *Spongilla* angewandt. Hierbei hat er natürlich seine ganze frühere Arbeit zurückgenommen oder, wie er sich ausdrückt, manche seiner frühern Beobachtungen anders deuten, andere thatsächlich berichtigen müssen. Da dies alles an der Hand seiner frühern Abbildungen geschieht, so bedarf es nur einiger kleiner Correcturen oder „anderer Deutung“! So wird, was früher Ectoderm hiess, in einigen Zeichnungen jetzt Entoderm genannt und umgekehrt, mit der Begründung, dass die beiden Schichten schwer zu unterscheiden seien; damit ist der entodermale Ursprung der Epidermis festgestellt!

Das Geisselepithel wird nach der Umkehrung der Schichten im ganzen flachen Kuchen zerstreut und soll dann die Kammern bilden. Da letzteres nach der Durchwachsung geschieht, ist der Beweis natürlich überaus schwer zu führen; man vermisst ihn auch bei MAAS.

Dagegen hat er zwei Angaben gemacht, welche nicht für seine Theorie sprechen. Erstens bleibt er in so fern auf seinem alten Standpunkt, als er die gelegentliche Anwesenheit von Geisselkammern in der freien Larve vor der Metamorphose zugiebt. Zweitens hat auch er den Fressprocess bisweilen constatirt. Nur versucht er, beide Beobachtungen in seinem Sinn zu deuten. Den Fressact hält er nämlich für eine aussergewöhnliche pathologische Erscheinung, die daher mit der normalen Entwicklung nichts zu thun hat. Die in der freien Larve vorkommenden Geisselkammern sollen nach MAAS ausschliesslich und unmittelbar unter dem Geisselepithel liegen; dies soll den Zusammenhang beider erweisen, wie er für *Esperia* ausdrücklich angiebt. Diese Angabe ist aber unrichtig. Ich habe derartige Hohlräume, welche zweifellos Anlagen von Geisselkammern waren, im ganzen Entodermkern der freien Larve gefunden, so dass sie unmöglich im Zusammenhang mit dem Ectoderm stehen können.

In Folge dieser Befunde kann ich doch wohl meine Behauptung, dass das Ectoderm nicht mit den Geisselkammern in irgend welcher Beziehung steht, als haltbarer betrachten als die Hypothese von MAAS; ich muss daran festhalten, dass das Ectoderm keinen Antheil hat an dem Aufbau des fertigen Schwammes.

Literaturverzeichniss.

[In diesem Verzeichniss habe ich nur diejenigen Werke angeführt, auf welche ich in meiner Arbeit verwiesen habe.]

- 1) CHUN, in: BRONN's Klassen und Ordnungen d. Thierreichs, V. 2, Abth. 2. (Cölenteraten).
- 2) DELAGE, Sur le développement des Éponges silicieuses et l'homologation des feuilletés chez les Spongiaires, in: C. R. Ac. Sc. Paris, V. 110, 1890.
- 3) — Sur le développement des Éponges, *ibid.* V. 112, 1891.
- 4) — Embryogénie des Éponges, in: Arch. Zool. Exp. (sér. 2), V. 10, 1892.
- 5) — Note additionnelle sur l'embryogénie des Éponges, *ibid.* (sér. 3), V. 1, 1893.
- 6) GANIN, Zur Entwicklung der Spongilla fluviatilis, in: Zool. Anz. Jg. 1, 1878.
- 7) GOETTE, Abhandlungen z. Entwicklungsgesch. d. Thiere, Heft 3: Unters. z. Entw. v. Spongilla fluv. 1886.
- 8) HEIDER, Z. Metamorphose d. Oscarella lobularis, in: Arb. Zool. Inst. Wien, V. 6, 1886.
- 9) KORSCHULT u. HEIDER, Lehrb. d. vergl. Entwicklungsgesch., V. 1, 1890.
- 10) LIEBERKÜHN, Beiträge z. Entwicklungsgesch. d. Spongillen, in: MÜLLER's Archiv, 1856.
- 11) — Beiträge z. Anatomie der Spong., *ibid.*, 1857.
- 12) MAAS, Ueber d. Entw. d. Süßwasserschwammes, in: Zeitschr. wiss. Zool., 1890.
- 13) — D. Auffassung d. Spongienkörpers, in: Biol. Centralbl., V. 12, 1892.
- 14) — D. Metamorphose v. Esperia Lorenzi, in: Mitth. Zool. St. Neapel, V. 10, 1892.
- 15) MARSHALL, Ontogenie v. Reniera filigrana, in: Zeitschr. wiss. Zool., V. 37, 1882.
- 16) METSCHNIKOFF, Spongiol. Studien, *ibid.* V. 32, 1879.
- 17) SCHULZE, Ueber d. Bau u. d. Entw. v. Sycandra raphanus, *ibid.* V. 25 Suppl.
- 18) — Ueber d. Bau u. d. Entw. d. Spongien. Die Gattung Halisarca. *ibid.* V. 28, 1877.
- 19) — Untersuchungen üb. d. Bau u. d. Entw. d. Spongien, V. Metamorphose von Sycandra raphanus. *ibid.* V. 31, 1878.
- 20) WELTNER, Spongiolidenstudien II, in: Arch. f. Naturg., 1893, V. 1.
- 21) ZYKOFF, Entwicklungsgesch. v. Ephydatia Mülleri aus der Gemmulae, in: Biol. Centralbl., V. 12, 1892.

Erklärung der Abbildungen.

Alle Abbildungen sind mit dem ABBÉ'schen Zeichenapparat am SEIBERT'schen Mikroskop gezeichnet.

In allen Figuren bedeutet:

- ek* Ectoderm.
- en* Entoderm, *en'* Entodermhöhlenepithel.
- ep* Epidermalzellen resp. Epidermis.
- bz* Bildungszellen.
- am* Amöboidzellen, *am'* Amöboidzellen mit Ectodermzellen.
- gk* Geißelkammern.
- g* Geißeln.
- d* Dotterkörper.

Tafel 8.

Fig. 1. Schnitt durch eine freie Larve. ($1^{00}/_1$).

Fig. 2. Schnitt durch eine eben angesetzte Larve. Das Ectoderm zeigt den Beginn der Auflösung. ($1^{00}/_1$).

Fig. 3. Die Auflösung des Ectoderms ist fortgeschritten; die vielkernigen Zellen treten auf. Die Höhle ist vollständig verschwunden. ($1^{00}/_1$).

Fig. 4. Die Abflachung der Larve ist fortgeschritten. Die vielkernigen Zellen durch den ganzen Schwamm zerstreut. ($1^{00}/_1$).

Fig. 5. Die Epidermis noch nicht so weit ausgebildet wie in Fig. 4. Jedoch treten die vielkernigen Zellen mehr zurück; das Ectoderm ist fast ganz verdaut. ($1^{00}/_1$).

Fig. 6. Der Subdermalraum hat sich entwickelt. Der Schwamm macht den Eindruck einer jungen *Spongilla*. ($1^{00}/_1$). *sd* = Subdermalraum.

Fig. 7. Auch die Poren haben sich gebildet. Eine junge *Spongilla*. ($1^{00}/_1$). *po* = Poren.

Fig. 8. Bildung der Epidermoidalschicht. ($3^{05}/_1$). a. Die zwischen das Ectoderm einwandernden Zellen sind noch stark dotterhaltig. b. Nur wenige (*) der eingewanderten Zellen zeigen noch Dotterreste; die Zellen haben sich mehr abgeplattet. c. Die Epidermoidalschicht ist ausgebildet.

Tafel 9.

Fig. 9—14. Auflösung des Ectoderms, Auftreten der vielkernigen Zellen und Bildung der Epidermis. ($500/1$).

Fig. 15. Stück der fertigen Epidermis (Längsschn.). ($500/1$).

Fig. 16. Allmähliche Auflösung der Ectodermkerne in den vielkernigen Zellen. Drei verschiedene Stadien. In a hat der Process schon begonnen (vergl. Fig. 11 *am'*); in c ist er fast beendet.

Fig. 17. Stück aus einer fast ausgebildeten *Spongilla*, um den Unterschied zwischen den Geisselkammerzellkernen und den Einschlüssen der vielkernigen Zellen zu zeigen.

Fig. 18. Querschnitt von einer freischwärmenden, Geisselkammern neben dem Ectoderm zeigenden Larve. ($100/1$).

Fig. 19. Stärker vergrößertes Stück eines andern Schnittes derselben Larve. ($500/1$).

Froymannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena. — 1320

Ueber Bau und Entwicklung des Endosternits der Arachniden.

Von

W. Schimkewitsch in Petersburg.

Hierzu Tafel 10 und 11.

Anatomischer Bau.

Das Endosternit oder die unpaare sehnige Platte des Cephalothorax ist bei den meisten Arachniden beschrieben worden. Bei den Acarinen wird es zum ersten Male von CRONENBERG angeführt. Das Muskelsystem von *Eylaïs extendens* behandelnd, schreibt dieser Autor: „Hier befindet sich, gleich hinter dem Nervenknotten, eine kleine Gruppe von Muskelfibrillen, welche fast sternförmig von einem allgemeinen Centrum ausgehen und sich an der Haut befestigen“ (78, p. 14).

Doch die Bedeutung dieses Muskelsystems ist für CRONENBERG unklar geblieben. Ich habe schon damals auf meinen Präparaten von *Eylaïs extendens* den sehnigen Charakter dieses Centrums bemerkt und schrieb im Jahre 1884: „On peut considérer ce tendon comme le rudiment de la lame aponévrotique des Araignées“ (84a, p. 33).

Ein — dem bei *Eylaïs* beschriebenen — ähnliches Factum ist von NALEPA ausführlich für Tyroglyphen beschrieben worden (86a, p. 123). „Sämmtliche Coxaldepessoren gehen von einem gemeinsamen Knotenpunkte aus, welcher über dem Ende der Bauchganglienplatte und unter dem Magen liegt. Dieser Knotenpunkt ist aus der Verschmelzung der Kopfsehnen der Coxaldepessoren entstanden und zeigt daher die allgemeinen Eigenschaften einer Sehne. Er färbt sich fast gar nicht und bricht das Licht ungemein stark . . .“

Aber bei andern Milben finden wir ein echtes Endosternit in Form einer mehr oder weniger entwickelten Platte. So ist z. B. eine ähnliche Bildung von KRAHMER für *Halarachne halichoeri* (85b) beschrieben worden.

Ebenso beschreibt WINKLER bei den Gamasiden ein Endosternit: „Die Gestalt desselben ist ungefähr die eines Dreiecks mit nach hinten gerichteter Spitze; da aber sein Chitinkörper nach rückwärts an Höhe zunimmt, so stellt es beiläufig ein Sphenoid dar (wenigstens bei *Gamasus*). Uebrigens ist seine Gestalt durchaus nicht für alle Gattungen constant“ (88b, p. 19).

Endlich scheint bei den dritten Acarinenformen dieses Organ vollständig zu fehlen. KRAHMER findet es nicht bei den *Uropoda* unter den Gamasiden. Ich suchte es vergeblich bei *Ixodes calcaratus* BIRULA, dessen Schnittserie mir J. WAGNER zur Verfügung gestellt hatte. J. WAGNER fand bei Untersuchung der Entwicklungsgeschichte dieser Milbe gleichfalls keine Anzeichen eines Endosternits (94a).

Bei den Pseudoscorpionen und zwar bei *Chernes* hat CRONENBERG ein Endosternit gefunden in Form „einer schmalen, queren, vorn leicht ausgeschweiften Platte, die in transversaler Richtung (zur Brust) ca. 0,06 mm, in der Längsrichtung kaum 0,012 mm misst und hinter dem Thoracalganglion über den letzten Hüften liegt“ (89, p. 433).

Das Endosternit der Opilioniden ist von BLANCHARD (tab. 30^{bi} fig. 9) und von DE GRAAF (tab. 15, fig. 75 u. 76, 82) dargestellt. Es ist (fig. 19) eine von unten stark eingebogene, von der Rückenseite convexe, in die Breite des Thieres ausgedehnte Platte, in welcher man zwei Paar Auswüchse unterscheiden kann, ein vorderes (*ant*) und ein hinteres (*p*), oft sehr unsymmetrisch entwickelt. Der mittlere Theil der Platte hat die Form einer dünnen Wand, deren Dicke bei ein und derselben Art variirt. An der Basis der vordern Auswüchse an ihrem innern Rande sind noch zwei Protuberanzen zu sehen (*dv*), an welche sich die dorso-ventralen Muskeln befestigen. Wenn man jedoch die Durchschnitte von *Opilio parietina* (nach den Präparaten von FAUSSEK) betrachtet, sieht man, dass die Seitentheile des Endosternits stark nach unten gebogen sind, wo auch die Coxaldepresoren ihren Anfang nehmen; die Trochanteradducteren beginnen an der äussern (resp. obern) Fläche der Seitentheile der Platte.

Bei *Mygale* existiren, nach der Beschreibung von R. LANKESTER, ausser dem vordern Paare noch vier Paare von Seitenauswüchsen; von der obern Seite der Platte entspringen noch drei Paar Auswüchse, welche den zwei Paaren seitlicher Auswüchse von *Limulus* („rod-like tendons“)

und dem einen Paare bei *Buthus* entsprechen. Hinten existirt bei *Mygale* sowohl als auch bei *Limulus* ein unpaarer gegabelter Auswuchs (84, fig. 3 u. 4, tab. 6).

Aber wenn man die fig. 3 und 4 LANKESTER's mit fig. 4 und 10, tab. 12 BLANCHARD's und mit der Beschreibung dieses Autors vergleicht, so zeigt es sich, dass die Seite, welche LANKESTER als Rückenseite beschreibt, von BLANCHARD als Bauchseite aufgefasst wird und umgekehrt. Auf diesen Fehler LANKESTER's hat schon BERNARD (94, p. 19) aufmerksam gemacht. Nach diesem Autor sind bei *Mygale* auf der Bauchseite nicht drei, sondern vier Paar Auswüchse vorhanden, welche sich alle an der Sternalplatte des Cephalothorax befestigen sollen und somit nichts anders als Chitinapodemen sind. Da der Autor keine Angabe über den histologischen Charakter dieser Apodemen giebt, so bleibt seine Annahme unbewiesen. Wahrscheinlich sind diese Apodeme Modificationen der das Endosternit mit der Sternalplatte verbindenden Muskeln. Bei *Epeira* existiren nach meinen frühern Beobachtungen (84a, fig. 5, tab. 1 u. fig. 2, tab. 7) ausser dem vordern Paare von Auswüchsen, an denen sich die Muskeln befestigen, welche die Maxillen bewegen, und dem hintern Paare, von welchem die Muskeln nach dem Abdomen ausgehen, noch auf der untern Seite vier Paar Auswüchse, jedes Paar aber besteht aus einem äussern und innern Zweige, welche die Anheftungsstellen der Beinmuskeln sind. Von der Rückenseite des Endosternits gehen zwei Paar Auswüchse aus, welche in seinem hintern Theile liegen und nicht in dem vordern, wie bei den Opilioniden; an ihnen beginnen die Rückenmuskeln. Ausserdem sind hier noch dorso-laterale Auswüchse vorhanden, an welchen sich gleichfalls Muskeln befestigen; sie liegen mehr nach aussen als die eben angeführten. Im Vergleich mit *Mygale* sind die Auswüchse bei *Epeira* sehr schwach entwickelt und erscheinen eher als etwas gehobene Abgangsstellen der Muskeln denn als Auswüchse im engern Sinne des Wortes. Das Endosternit von *Phrynus* nähert sich, nach der fig. 7, tab. 2 BLANCHARD's zu urtheilen, dem der Araneina. Das Gleiche sehen wir nach der Beschreibung BERNARD's (94, p. 20, fig. 6), welcher ausser den beiden vordern Auswüchsen noch vier Paar Rücken- auswüchse abbildet, welche wahrscheinlich den von mir erwähnten dorso-lateralen Auswüchsen der *Epeirae* entsprechen, da von ihnen gleichfalls, wie es scheint, Muskeln zu der Rückenwand des Cephalothorax ausgehen („four pairs of ligamentous attachments to the dorsal wall“). BERNARD erwähnt ein Paar unterer Auswüchse, welche sich bei *Phrynus* gleichfalls an der Brustwand des Cephalothorax befestigen,

d. h. wahrscheinlich gleichfalls eine Modification der Muskeln darstellen. An der hintern Leiste des Endosternits von *Phrynus* beginnen gleichfalls Längsmuskeln (siehe die fig. 6 BERNARD's).

Bei den Microthelyphoniden erscheint, nach den Beobachtungen von GRASSI (86), das Endosternit in Form von zwei mit den Spitzen zusammenstossenden Dreiecken. Das vordere Dreieck ist grösser, und die Ecken seiner Basis sind in zwei lange Auswüchse verlängert. Andere Auswüchse erwähnt GRASSI nicht.

Bei *Thelyphonus asperatus* erscheint das Endosternit, nach den Präparaten von J. TARNANI (90a) zu urtheilen, in Form zweier Längsbänder, welche durch drei Querbrücken verbunden sind, so dass sich zwei Löcher bilden, von welchen das erste grösser und oval, das hintere kleiner und rund ist. Von der hintern Querbrücke geht ein runder spatenförmiger Anhang aus, welcher wahrscheinlich dem hintern Dreiecke der Microthelyphoniden entspricht. In der Fläche der Quertrabekeln gehen Seitenanhänge aus, deren mittleres Paar kürzer ist; das vierte (vordere) Paar der Seitenauswüchse ruht auf den vordern Enden der Längsbänder, welche sich in Gestalt zweier vorderer Auswüchse nach vorn erstrecken (fig. 14 *ltr*¹). — Bei den Scorpionen gehen die Muskeln des ersten Beinpaares von den vordern Auswüchsen aus, welche gleichfalls Muskeln zu den Maxillen entsenden. Von der Vereinigungsstelle des ersten Trabekels mit den Seitenplatten gehen zwei Auswüchse aus, welche als Anheftungspunkte für die dorso-ventralen Muskeln dienen (fig. 14 *dv*).

R. LANKESTER beschreibt folgendermaassen das Endosternit der Scorpioniden: „In *Limulus* and in *Mygale* the endosternite does not embrace the alimentary canal nor the nerve-cords in its substance, being simply continuous with the delicate connective tissue which surrounds those organs; whereas in *Scorpio* the thickening and specialising of the connective tissue extends from the main plate, so as to form a subneural arch below the nerve-cords, thus enclosing the nerve cords in a neural canal, whilst similiary on its dorsal surface the alimentary tract is enclosed in a gastric canal and the dorsal artery or aorta in an arterial canal. In the Scorpions, also, the connective tissue continued from the sides of median plate is tough and dense, so as to form an expansion of the endosternite in the form of a right and left «posterior flap» (84, p. 131—132). Diese „flaps“ bilden etwas einer Wand oder einem Diaphragma Aehnliches zwischen dem Cephalothorax und Abdomen (BECK, 85).

Die vordern Ecken des Endosternits von *Buthus cyaneus* ver-

längern sich nach LANKESTER und MISS BECK in zwei lange Vorsprünge („anterior process“), von deren Basis zwei Seitenvorsprünge („lateral median process“) ausgehen. Von dem subneuralem Bogen zweigen gleichfalls zwei Vorsprünge ab („anterior process of the subneural arch“).

Das Endosternit von *Androctonus bicolor* (fig. 21a u. 21b) ist nach meinen Beobachtungen einfacher gebaut. Es umfängt weder den Darm noch die Aorta und steht augenscheinlich in keiner Verbindung mit dem Diaphragma zwischen dem Thorax und dem Abdomen. Von jeder Seite geht je ein Auswuchs nach vorn, welcher gabelförmig getheilt (*ant*) und von der Seite mit einem Höcker für die Muskeln des ersten Beinpaars versehen ist (*ltr*¹). Es sind Seitenzweige vorhanden, welche gleich wie bei *Buthus*, nach den Zeichnungen von LANKESTER und MISS BECK zu urtheilen, die Enden eines Quertrabekels darstellen (*ltr*²). Unter diesen Seitenzweigen liegen noch ein Paar Auswüchse (*ltr*³) und an dem hintern Rande zwei Höcker für die dorso-ventralen Muskeln (*dv*). Ein subneuraler Bogen (*snr*) mit zwei nach vorn gerichteten Vorsprüngen ist wie bei *Buthus* vorhanden.

Erwähnen wir, dass bei *Limulus*, nach der Beschreibung und den Zeichnungen von BENHAM (85a, tab. 76, fig. 5 u. 3), das Endosternit mit einem Paare nach vorn gerichteter Auswüchse versehen ist und mit zwei Paaren schmaler Seitenzweige, welche von der Oberfläche des Endosternits ausgehen und ebenfalls, nach der fig. 5, tab. 76 zu urtheilen, gleichsam die Enden der Quertrabekel darstellen. LANKESTER hat anfänglich die Auswüchse mit den Seitenzweigen von *Buthus* (84, p. 132) verglichen. Von oben aber erheben sich vom Endosternit des *Limulus* zwei kurze Höcker für die Anheftung der dorso-lateralen Muskeln, am hintern Rande zwei Seitenauswüchse zur Befestigung der Muskeln des 6. Extremitätenpaares. Hinten endet das Endosternit, ähnlich demjenigen der Thelyphoniden und Microthelyphoniden, mit einem unpaaren Anhang. Erwähnen wir noch vorläufig bei *Limulus* und dem Scorpione das Vorhandensein von Quertrabekeln, welche scheinbar von oben mit dem Endosternit verwachsen sind und sich von jeder Seite in einen (Scorpioniden) oder zwei (*Limulus*) Auswüchse verlängern.

Verhältniss zum Muskelsystem.

Am veränderlichsten in der Zahl erscheinen die Muskeln, welche vom Endosternit zur Rückenfläche des Cephalothorax gehen — die

dorso-ventralen. Augenscheinlich sind sie immer paarweise vorhanden. Der von MENGE beschriebene unpaare Muskel existirt nach CRONENBERG (89) nicht. Bei *Halarachne* sind nach KRAHMER vier Paar solcher Muskeln vorhanden. NALEPA spricht unbestimmt von mehreren Muskeln bei den Tyroglyphen. Bei den Gamasiden ist scheinbar ein Paar vorhanden, doch ist jeder Muskel doppelt und besteht aus einem äussern und innern Theile (WINKLER, 88a, fig. 7). Bei den Pseudoscorpioniden ist nach CRONENBERG ein solches Muskelpaar zu finden, welches sich mit seinen obern Enden einander nähert. Die Opilioniden haben, nach den Präparaten von FAUSSEK zu urtheilen, zwei Paar dorso-ventraler Muskeln, von welchen eins senkrecht verläuft, während das andere, schwächere, schräge zum vordern Theile der Rückengegend des Cephalothorax sich hinzieht, wo es sich auch befestigt; dieser Muskel erinnert sehr an einen ähnlichen und zwar den „tergo-proplastral muscle“ BENHAM's bei *Limulus* oder dem 49. Muskel (85a).

Bei den Araneinen (84a, fig. 2 u. 3, tab. 7) sind zwei solcher Muskel-paare vorhanden, wenn das erste Paar nicht gleichfalls zweien entspricht, wie man es in Folge der Zersplitterung dieser Muskeln in einen vordern und hintern Theil glauben könnte. Dann würde die Zahl derjenigen bei den Scorpioniden entsprechen, wo gleichfalls drei Paare vorhanden sind. Bei den Araneinen existirt ausser diesen Muskeln noch eine Reihe anderer ähnlicher, welche aber näher zum äussern Rande des Cephalothorax liegen, ungefähr so, wie es für die Milben beschrieben worden ist, wo WINKLER sie als äussern Theil der innern Muskeln betrachtet. Bei *Limulus* befestigen sich am hintern Theile des Endosternits ausser den drei Paar vordern (44, 50, 51) tergo-plastral-Muskeln noch einige Paare dorso-lateraler Muskeln und andere.

Ausser diesen Muskeln entspringen vom Endosternit der Arachniden noch Muskeln, welche zu den Extremitäten gehen. Alles, was uns in Betreff der Musculatur der Milben, Phalangiden, Araneinen und Scorpioniden bekannt ist, zusammenfassend, können wir feststellen, dass vom Endosternit gewöhnlich Muskeln ausgehen, welche sich am innern Winkel der Coxae befestigen (Coxaldepressoren, Hüftensenker, post-coxal-entosclerite plastron muscles) (Fig. 28, 5).

Nach aussen von diesen Muskeln beginnen die Muskeln, welche sich an der Grenze zwischen Coxa und Trochanter befestigen (Adductoren des Trochanters, dentomerite-plastron muscles, éleveurs des pattes in meiner Arbeit über die Anatomie von *Epeira*, fig. 28, 4). Die Muskeln, welche zum äussern Rande der Coxae gehen, beginnen

an der Körperwand (Coxalelevatoren, Hüftenheber). Interessant ist, dass bei *Limulus* vom Endosternit auch Muskeln zum ersten Gliedmaassenpaare ausgehen, während die Cheliceren bei den Scorpioniden und Araneinen keine Muskeln vom Endosternit erhalten, die Maxillen jedoch bekommen ihre Muskeln von den vordern Auswüchsen des Endosternits. Bei den Araneinen (84a, fig. 6, tab. 7) kann man dabei eine vollständige Analogie mit der Musculatur der Füsse beobachten, und zwar befestigt sich ein Muskel am innern Rande der Coxae (m. 39), der andere am äussern Rande des Trochanters; die Maxillarelelevatoren (m. 43) beginnen an der Körperwand. Beim Scorpion bekommen die Maxillen jede drei Muskeln vom Endosternit, und alle diese Muskeln befestigen sich an den Coxae, so dass in dieser Hinsicht die Maxillen der Araneinen primitivere Verhältnisse aufweisen.

Ausser diesen Muskeln gehen beim Scorpion (Fig. 28) vom obern Theile des Endosternits drei Muskelpaare aus, welche sich zwischen dem 2. und 3. Beinpaar (79. Muskel Miss BECK), zwischen dem 3. und 4. (81. m) und hinter dem letzten befestigen (83. m), anterior, median, posterior epimero-plastron muscles) (85, p. 350). Ich glaube, dass diese Muskeln eine ganz besondere Bedeutung haben. R. LANKESTER vergleicht diese Muskeln mit den sog. plastro-coxal muscles bei *Limulus*, vielleicht auch müssen sie mit denjenigen Muskeln verglichen werden, welche von den langen Fortsätzen des Endosternits bei *Limulus* ausgehen und sich an der Körperwand zwischen den Coxalelevatoren der 3., 4. und 5. Extremität befestigen, wobei die Anheftungsstelle dieser Muskeln an der Körperwand beim Scorpion sich merklich hinuntersenkt zur Basis der Coxalglieder. Aehnliche Muskeln existiren auch bei den Araneinen (*Dyctina viridissima*), bei welchen ihre Anheftungsstelle scheinbar höher liegt als beim Scorpion, nach der Zeichnung 24, tab. 4 GAUBERT'S (92) zu urtheilen. Bei *Epeira* konnte ich diese Muskeln nicht auffinden. TARNANI theilt mir mit, dass ähnliche Muskeln bei den Thelyphoniden existiren. Alle die genannten Verhältnisse sind auf dem Schema Fig. 28 dargestellt.

Um mit den Extremitäten abzuschliessen, sind noch folgende Thatsachen zu besprechen: Muskeln, die am subneuralen Bogen des Endosternits entspringen, liegen bei *Androctonus* nach der Beschreibung von Miss BECK (85, p. 350) anders als bei *Buthus*. Ausser dem Muskeln, die von den vordern Vorsprüngen dieses Theils zu den sogen. „postoral entosclerite“ hinziehen (fig. 1, m. 84), entspringen von derselben Stelle des Endosternits zwei Paar Muskeln, von welchen das innere Paar sich an den innern Winkel der Genitalplatten, das

äussere aber an den äussern anheftet (*m. ex*, *m. in*, Fig. 2 u. 10). Dieses letzte Paar verläuft ziemlich nach hinten und tritt hinter die Genitalöffnung. Wenn die Genitalplatten der Scorpione auch Extremitäten darstellen, so bekommen sie vom subneuralem Theile des Endosternits je zwei Muskeln, so wie die Thorakalextremitäten, woraus man den Schluss ziehen muss, dass der subneurale Theil des Endosternits schon dem Abdomen angehört, wie es früher R. LANKESTER angenommen hatte (85c, p. 371). Vom hintern Theile des Endosternits entspringen Muskeln, die sich in das Abdomen fortsetzen und als gewisse Abtheilungen der zwei Längsmuskeln des Abdomens erscheinen („lateral antero-posterior muscles“). Bei *Limulus* liegt eine Reihe unpaariger Sehnen diesen Muskeln entlang; der histologische Bau dieser Sehnen ähnelt dem Bau des Endosternits. Scorpione besitzen nur eine solche Sehne: sie liegt über den kammförmigen Organen (Suprapectinalsehne). Bei den Araneinen finden sich drei solche Sehnen, die aber paarig sind (84a, fig. 1, tab. 7): zwei über der Genitalöffnung und eine im hintern Theile des Abdomens. P. MITROFANOW hat schon im Jahre 1881 bei *Argyroneta aquatica* in diesen Sehnen Höhlungen, die Bildungszellen enthielten, beschrieben. Von diesen Sehnen bei *Limulus*, von der 2. und 3. Sehne der Araneinen und ebenso von der Suprapectinalsehne der Scorpione entspringen dorso-ventrale Muskeln, die mit denjenigen, welche vom Endosternit zu der Rückenseite hinziehen, verglichen werden können. Bei den Araneinen entspringen ausser den Muskeln, die sich an die untere Oberfläche des Abdomens (von der 2. Sehne) heften, Muskeln von diesen Sehnen zu den Lungen, zur Genitalöffnung (von der 1. Sehne) und zu den Spinnwarzen (von der 3. Sehne), d. h. zu Organen, die in irgend einem Verhältnisse zu embryonalen Extremitäten stehen. Es ist sehr möglich, dass auch die Muskeln, welche sich an die Wand des Abdomens heften, die Reste von Muskeln der rückgebildeten Extremitäten sind. Ebenso verlaufen bei Scorpionen Muskeln von der Suprapectinalsehne zu den kammförmigen Organen. Auf diese Weise kann man die abdominalen Sehnen der Araneinen sowie der Suprapectinalsehne der Scorpione mit denjenigen von *Limulus* vergleichen. Das erste Paar der Sehnen aber, von welchem bei den Araneinen Muskeln zur Genitalöffnung verlaufen, entspricht sehr wahrscheinlich bei Scorpionen dem subneuralem Theile des Endosternits, von welchem auch Längsmuskeln zur Suprapectinalsehne, ebenso wie vom supraneuralem Theile des Endosternits gehen. Was die Versetzung dieser Sehne in den Cephalothorax betrifft, so steht sie im Zusammenhang mit der Lage der

Genitalöffnung. Jedenfalls sprechen anatomische und embryologische Thatsachen gar nicht für den Vergleich des subneurales Theils des Endosternits mit dem Diaphragma von *Galeodes*, wie es BERNARD (94) behauptet. Auf solche Weise erscheint der Gedanke von R. LANKESTER, dass das Endosternit aus einer Reihe von längs den abdominalen Muskeln gelegenen Sehnen besteht, sehr wahrscheinlich, aber es gehören zum Endosternit nicht nur Sehnen-, sondern auch Muskel-elemente, wie es die Entwicklung beweisen kann. Ebenso fällt ins Auge das von R. LANKESTER bemerkte Verhältniss des Endosternits zu den Körpersegmenten: bei *Limulus*, da, wo Muskeln vom Endosternit auch zu den Cheliceren verlaufen, wird er wahrscheinlich auch von Sehnen des Chelicerensegments gebildet; bei Scorpionen nimmt dieses Segment schon keinen Antheil an der Bildung des Endosternits, dafür aber gehört eine Abdominalsehne zum Endosternit. Die Cheliceren der andern Arachniden bekommen auch schon keine Muskeln vom Endosternit, im Gegensatz zu den Maxillen aller andern Formen, ausser den Milben. Auch das Maxillarsegment der Milben nimmt, wie es scheint, schon keinen Theil an der Bildung des Endosternits, aber es scheint auch keine Beifügung der abdominalen Sehnen bei andern Arachniden, ausser den Scorpionen, stattzufinden.

Das ectodermale Endoskelet.

KITTARY (48) hat das ectodermale Endoskelet von *Galeodes* untersucht, Miss BECK (85, p. 342) aber beschrieb dasjenige der Scorpione. Ich gebe hier eine schematisirte Zeichnung der für die nachfolgende Darlegung wichtigen Theile des Endoskelets der Scorpione (Fig. 22) und eine Beschreibung des Endoskelets von *Galeodes caspius* (Fig. 23), die etwas von KITTARY abweicht. Scorpione haben ausser der vordern gabelförmigen ectodermalen Einstülpung (A, Fig. 22) (preoral-entosclerite) noch zwei Paar stark entwickelter Einstülpungen oder Apodemen, von denen das eine zwischen dem 1. und 2. Beinpaare (third coxal-entosclerite) liegt und beiderseits aus einer vordern (D) und hintern (E) Falte besteht, während das andere sich zwischen dem 2. und 3. Beinpaare befindet (fourth coxal-entosclerite) (F). Bei *Galeodes* kann man im Skelet Chitinfalten unterscheiden und Apodemen, die mehr oder weniger tief in die Leibeshöhle hineindringen. Im vordern Theile der Bauchseite findet sich bei *Galeodes* eine unpaare kegelförmige Chitinverdickung (*Imp.* Fig. 23), die hinten in Form zweier flügel förmiger Vorsprünge (*Al.*) in die Leibeshöhle hineinragt.

An der Basis dieser Vorsprünge entspringen zwei eine \times -förmige Figur herstellende Chitinfalten, die sich mit einander vereinigen, später aber wieder auseinandertreten; sie vereinigen sich auf der Grenze der Segmente, welche dem 1. und 2. Beinpaare entsprechen, mit zwei Chitinfalten, die sich schon als echte, an ihrem Hinterende erweiterte und hinter dem Schlundganglion mit einander zusammenstossende Apodemen fortsetzen (*D*). Ihrer Lage nach entsprechen diese Falten vollends den vordern Einstülpungen der Scorpione, die zwischen dem 1. und 2. Beinpaare liegen (*D* Fig. 22). Dies wird auch dadurch bestätigt, dass hinter diesen Falten zwei Querfalten (*E* Fig. 23) gelegen sind, welche augenscheinlich dem hintern Paare der Einstülpungen der Scorpione entsprechen (*E* Fig. 22). Diese Falten sind mehr an ihrem äussern Ende erweitert, wo jede von ihnen mit zwei kopfförmigen Verdickungen (1, 2 Fig. 23) versehen ist, von denen die hintere an der Bildung des Extremitätengelenkes Theil nimmt. Diese hintere Falte ist mit der vordern durch eine schmale, von der Basis der Apodeme (*D*) entspringende Längsfalte (*Lgd*) vereinigt. Ausserdem verlaufen von den Längsfalten des vorhergehenden Segments schräg nach vorn und seitwärts zur Basis der Maxillen zwei seitliche Chitinfalten (*lat*), und das dem 2. Beinpaar entsprechende Segment hat eine mediane unpaarige Falte (*Imp*₁), die nicht bis zur Grenze des nachfolgenden Segments reicht. Auf der Grenze der Segmente, die dem 2. und 3. Beinpaare entsprechen, folglich entsprechend dem hintern Paare der ectodermalen Einstülpungen der Scorpione, sind wieder zwei Paar Falten (*F* und *G*) gelegen, die dasselbe Verhältniss zeigen wie die Falten des vorhergehenden Segments. Das vordere Paar der Falten (*F*) ist eigentlich zu einer Querfalte vereinigt, es wird aber ebenso beiderseits von einem vorn von der Falte liegenden Apodem begleitet, welches an seinem Ende in Zweige gespalten ist. Dieses Apodem (*f*), das wahrscheinlich zur Anheftung der Muskeln dient, ist mit der Falte *F* verwachsen und bildet mit ihr ein Ganzes. Das hintere Faltenpaar (*G*) hat auch auf seinem äusseren Rande kopfförmige Verdickungen (1 u. 2), von welchen die hintere zum Extremitätengelenke gehört; die hintere Falte ist mit der vordern nicht durch eine, sondern durch zwei Längsfalten vereinigt: eine innere (*Lgd*), die an der Vereinigungsstelle des Apodems (*f*) mit der Falte (*F'*) anfängt, und eine äussere (*Lg. ex*). Die Falten, die auf der Grenze der Segmente des 3. und 4. Beinpaares liegen, erscheinen auch in der Zahl von zwei Paaren; das vordere von ihnen (*J*) bildet schon keine Apodeme, und das hintere (*K*) bildet nur eine hintere kopfförmige

Verdickung (2), die an der Bildung des Gelenkes Theil nimmt. Diese beiden Falten sind durch eine breite mediane Falte (*Imp*₂) vereinigt, welche dieses ganze Segment durchzieht und noch zwei seitliche Falten (*L*), die schon hinter dem 4. Beinpaar liegen, von sich abspaltet. Die Vergleichung des Endoskelets von *Galeodes* und den Scorpionen führt mich zu dem Schlusse, dass alle drei paarigen, am meisten entwickelten Apodeme der Scorpione entsprechende Theile bei *Galeodes* haben. Das 1. (*D*) und 2. (*E*) Apodem sind durch zwei Falten dargestellt, die auf der Grenze zwischen den Segmenten des 1. und 2. Beinpaares liegen, das 3. Apodem aber (*F*) durch das vordere Paar ähnlicher Falten auf der Grenze der nachfolgenden Segmente. Dabei sind auch bei *Galeodes* die 1. (*D*) und 3. (*E*) von den erwähnten Falten von beiden Seiten mit einem Apodem vereinigt. Deshalb scheint mir die Homologie des vordern Paares der Apodeme von *Galeodes* mit dem Endosternit sehr zweifelhaft zu sein, obgleich sie von BERNARD (94) vertheidigt wird.

Die Apodeme selbst (Fig. 25 u. 29) bestehen aus einer innern Chitinschicht, die im Innern, besonders an den Ausgangsstellen secundärer Falten Höhlungen enthält („space filled with staining protoplasmic matter“, nach der Beschreibung BERNARD's) (94); von aussen aber sind sie mit einer mächtigen Matrixschicht bedeckt, deren Zellen eine sehr bedeutende, die Dicke der Chitinschicht mehrmals übertreffende Höhe erreichen.

Solche Zellen sind auch auf den Falten des Endoskelets zu beobachten (Fig. 24 *Imp*₁). Ihre Membranen sind verdickt, ihr Inhalt ist hell; Kerne und Plasma nehmen nur einen kleinen Theil der Zellen ein und liegen der Chitinschicht an.

Auf ihrer Innenseite besitzen diese Apodeme eine niedrige Chitinschicht und bilden Falten, welche in die Einstülpungen der Apodeme der andern Seite hineingreifen (Fig. 25). Ganz dasselbe Verhältniss wird beim Flusskrebs beobachtet (Fig. 27), wo das erste Paar der Apodeme ein sehr complicirtes System von Falten bildet, die in die Einstülpungen zwischen den Apodemen der entgegengesetzten Seite hineingreifen. Unter anderm sind Vordertheile der Apodeme (*D*) bei *Galeodes* durch einen Quermuskel, von dem ein Theil über, der andere unter dem Oesophagus verläuft, vereinigt (Fig. 24 *m. tr. oe*). Das Vorderpaar der Apodeme ist beim Flusskrebs durch ein fibrilläres Querband verbunden (Fig. 27 *ftr*). Endlich in Bezug auf das Nervensystem nehmen die Apodeme von *Galeodes* entschieden dieselbe Lage wie das erste Apodemenpaar beim jungen *Androctonus* ein; dies kann man auf Fig. 5 sammt den vordern Vorsprüngen des Endosternits

sehen. Diese Einstülpungen entbehren einer Chitinschicht in ihren Hintertheilen, sie verlaufen aber weiter hinter den Hinterrand des Kopfganglions und unterscheiden sich von den Apodemen von *Galeodes* nur dadurch, dass sie in der Medianlinie einander nicht genähert sind.

Histologischer Bau und Entwicklung.

Die Untersuchung des histologischen Baues des Endosternits ist in so fern lehrreich, als sie zeigen kann, wie zwei Gewebe, obgleich zu einem und demselben Keimblatte gehörend, aber ziemlich scharf im Laufe einer gewissen Periode der Entwicklung begrenzt, am Ende sich ganz assimiliren. Es ist fast kein Unterschied zwischen dem Bau der seitlichen und mittlern Theile des Endosternits zu bemerken. Das Gewebe des Endosternits enthält bei allen untersuchten Formen Elemente zweifacher Art: dünne, oft in Bündel vereinigte Fibrillen und Zellen. Die Fibrillen der Vorsprünge sind parallel der Längsaxe der Vorsprünge gelegen, in der Platte des Endosternits aber verlaufen die Fibrillen in Querrichtung. Am deutlichsten ist das Zerfallen der Fibrillen in Bündel in den Quercommissuren (Fig. 15) von *Thelyphonus* ausgeprägt, man kann es aber auch auf Längsschnitten vom medianen Theile des Endosternits der jungen Scorpione bemerken, d. h., wenn die Bündel quer geschnitten sind. Dies ist auch bei Phalangiden nach Entfernung gewisser Concremente aus dem Endosternit zu bemerken (Fig. 20a).

Die Zusammensetzung aus Bündeln scheint eine ziemlich allgemeine Erscheinung zu sein. Einige Bündel von *Thelyphonus asperatus* TH. zeigen Spuren von Querstreifung (Fig. 15). Die Zellen des Endosternits, die zum ersten Male von MITROFANOW und mir 1881 (81, 81a) bei Araneinen beschrieben worden waren, sind besonders deutlich bei *Thelyphonus* zu sehen, wo sie meistentheils Complexe bilden. Die Zellen bei *Thelyphonus* besitzen ein helles, sich kaum färbendes Plasma und chromatinreiche Kerne von unregelmässiger Form (Fig. 17). Die Höhlungen, die diese Complexe enthalten, sind in den Seitentheilen des Endosternits rundlich, im mittlern Theile aber und in den Vorsprüngen sind sie parallel der Fibrillenaxe ausgezogen. Ausserdem findet man in diesen letztern Theilen auch einzelne Zellen.

Solche einzelne Zellen trifft man bei *Androctonus* öfter, obgleich auch Complexe nicht selten sind. Die Form der Zellen enthaltenden Höhlungen ist in den Vorsprüngen und im mittlern Theile des Endosternits noch mehr parallel den Fibrillen ausgezogen und fast spalt-

förmig (Fig. 9). In den Seitentheilen dominiren Zellencomplexe, und die Höhlungen unterscheiden sich durch grössern Durchmesser. Es finden sich auch solche Complexe, wo jede Zelle in ihrer besondern Höhlung liegt. Sehr selten findet man Complexe mit einer Höhlung im Centrum. Bei den Phalangiden (Fig. 20 b) wird im Gewebe des Endosternits eine andere Eigenthümlichkeit beobachtet, nämlich Krystallconcremente, die sich in schwachen Säuren und Alkalien lösen. Längliche Krystalle bilden sphärische oder wurstförmige Anhäufungen, wobei die Krystalle mit ihren Enden zum Centrum der Sphäre oder zur Axe der Wurst gerichtet sind. Im Vordertheile des Endosternits treten, wie man es auf Längsschnitten nach den Präparaten von V. FAUSSEK sehen kann, die obern und untern Reihen dieser Concremente, von denen jede hier nur aus einer Schicht Würstchen besteht, aus einander und lassen zwischen sich einen kleinen Raum, welcher der Concremente entbehrt und Zellkerne deutlich zu unterscheiden erlaubt. Die Zellcontouren sind nach der Einwirkung der Säuren undeutlich.

Bevor ich zur Entwicklung des Endosternits übergehe, will ich noch erwähnen, dass die vordern Abdominalsehnen der Araneinen, als paarige erscheinend, mit der Sehne der entgegengesetzten Seite durch einen Quermuskel verbunden sind. Ganz ebenso erscheinen bei dem jungen, noch nicht geborenen *Androctonus bicolor* aus der von A. BIRULA im Kaukasus gemachten Sammlung die Suprapectinalsehnen deutlich paarig (Fig. 6a, b, c, *sr. pt*) und sind durch einen Quermuskel mit der Sehne der entgegengesetzten Seite verbunden (*m. tr*). Dieser Muskel stösst aber an die Wände der Höhlung, die durch Verschmelzung der Basis der kammförmigen Organe gebildet ist, an.

Die den Genitalplatten entsprechende Sehne erscheint ab origine unpaar und besteht aus einer Anhäufung rundlicher Zellen, die sich dort befindet, wo die Muskeln dieser Platten sich mit dem Subneuralbogen des Endosternits verbinden (Fig. 2 u. 10).

Schon daraus ist es klar, dass das Muskelgewebe einen grossen Antheil an der Bildung des Endosternits nehmen muss. In der That haben bei den jungen Scorpionen die vordern Vorsprünge des Subneuraltheils, von denen die kurzen Muskeln und die sogenannten „postoral-entosclerite“-Muskeln entspringen, gänzlich den Charakter echter Muskelstränge (Fig. 1 *m. 84*).

Dasselbe bemerken wir auch an einigen andern Theilen des Endosternits und unter ihnen auch an den Subneuralbogen, die aus von der einen bis zur andern Seite des Körpers hinziehenden Fasern bestehen (Fig. 2 *m. trs*).

An den auf dem Niveau des 3. Beinpaares gemachten Querschnitten kann man bemerken, dass das Endosternit bei den jungen Scorpionen aus zwei dreieckigen Theilen besteht (Fig. 1 *pl*), welche den beiden Seiten des Nervensystems anliegen und ganz ebenso wie die beiden Abdominal- und die unpaarige Subneuralsehne von mehreren, runden Zellen gebildet wird.

An diesen dreieckigen Theilen sind die meisten Muskeln befestigt, und sie selbst sind durch eine Querbrücke augenscheinlich musculöser Natur mit einander verbunden (Fig. 1 *m. tr*). Ausserdem aber besteht der verdickte Theil des Endosternits oder der Quertrabekel aus Muskeln, die ohne Unterbrechung sich von der einen Seite des Körpers bis zur andern hinziehen (Fig. 1 *m. 80*).

Zu diesen Muskeln gehören die Trochanteradductoren des 2. und 3. Beinpaares (*dentomerite plastron muscles*, 77, 80 und wahrscheinlich auch des 4. Beinpaares 82); die niedern Theile dieser beiden Muskeln sind an dem sehnigen Theil des Endosternits befestigt, ihre höhern Schichten aber ziehen ohne Unterbrechung von der einen Seite bis zur andern hin.

Ganz auf dieselbe Weise ziehen sich ununterbrochen auch die von den Zwischenräumen zwischen den Gliedmaassen entspringenden und am Endosternit sich anheftenden Muskeln („*epimero-plastron muscles*“ 79, 83 und wahrscheinlich 81) von der einen Seite des Körpers bis zur andern hin (Fig. 1 u. 4).

Die Trochanteradductoren der Phalangiden befestigen sich an der Seitenfläche des Endosternits und kommen in seinem hintern Theile den Muskeln der gegenübergelegenen Seite nahe.

Die Scorpione haben in dieser Beziehung noch einen Schritt weiter gethan: bei ihnen sind diese Muskeln durch ihre Rückenfasern mit den Muskeln der entgegengesetzten Seite verbunden; manchmal beobachtet man bei den jungen Scorpionen an der Verbindungsstelle einen etwas andern Charakter der Muskelfasern: sie färben sich nämlich etwas intensiver als der übrige Theil des Muskels.

Die Anwesenheit der ununterbrochenen Muskelstränge bei den Scorpionen, die von dem einen Körperende bis zum andern hinziehen („*epimero-plastron muscles*“), ist sehr wichtig für den Vergleich der Arachniden mit den Crustaceen.

Was den Bau des Subneuralebogens betrifft, so bildet dieser dem Laufe der Fasern nach keinesfalls Längsstränge, die das Endosternit mit der Subneuralsehne verbinden würden, sondern er ist nichts anderes

als ein Quermuskel, der die beiden Seitensehnen des Endosternits verbindet und später mit der Subneuralsehne verwächst (Fig. 2 *m. trs*).

Der musculöse Charakter aller dieser Theile bei den jungen, noch nicht geborenen Scorpionen ist ganz klar und deutlich, es werden auch die Querstreifen an den Muskelfasern beobachtet (Fig. 13).

Erst mit dem Heranwachsen der Thiere bekommen die Muskelkerne und das sie umgebende Plasma augenscheinlich, im gewissen Grade selbständig werdend und sich vermehrend, die oben beschriebene Structur und Anordnung.

Der Unterschied zwischen den sehnigen und musculösen Theilen des Endosternits verschwindet beinahe gänzlich, und jene Theile der oben genannten Muskeln, die zwischen den Seitensehnen eingeschlossen sind, ebenso wie diejenigen Quermuskeln, die diese Sehnen verbinden, werden zu Bestandtheilen des Endosternits.

Solche Beispiele, wo die Muskelkerne eine grosse Selbständigkeit erlangen, sind in der Embryologie der Arthropoden schon bekannt. So hat Prof. KOROTNEFF eine ähnliche Erscheinung bei der Metamorphose von *Tinea* (92b) beschrieben. Die Aehnlichkeit der Endosternitelemente mit dem Fettgewebe ist nur scheinbar und hat keine besondere Bedeutung (Fig. 13 *ad*).

Bei den Embryonen der Thelyphoniden (Fig. 16 u. 15) haben, nach den Präparaten von J. K. TARNANI, die Querbänder des Endosternits auch einen unzweifelhaften muskulösen Charakter (*m. tr*), die Seitentheile (*pl*) aber bieten einen sehnig-zelligen Charakter dar. Sodann werden auch, obgleich ich das nicht mit voller Zuversicht behaupten kann, die Seitensehnen der Thelyphoniden dem Anschein nach als einzelne getrennte und erst später mit einander verschmelzende Centren angelegt. Es behalten wenigstens die hintern Theile dieser Sehnen bei den erwachsenen Embryonen ihre Selbständigkeit.

Bei den Scorpionen erscheinen die Seitentheile schon sehr früh als ununterbrochene Sehnen.

Bei *Androctonus*, in einem Stadium zwischen dem der Fig. 28 und Fig. 32 LAURIE's (90a), sind zwischen der Anlage des Nervensystems und dem Darmfaserblatte gar keine Zellen des Hautmuskelblattes vorhanden, ausgenommen die mit Dotter vollgestopften Mesodermzellen oder Leukocyten (Fig. 11 *lct*), welche von KOWALEWSKY u. SCHULGIN (87) beschrieben wurden.

Die Elemente des zukünftigen Endosternits wachsen von den Seiten als von dem äussern Rande der Coxae entspringende Seitenanhäufungen der Zellen des Hautmuskelblattes hinein (Fig. 11 *msd*).

Diese Anlagen werden den Trochanteradductoren und den von den Seitenwänden des Körpers abgehenden Muskeln („epimero-plastron muscles“) die Entstehung geben.

Später, zur Zeit der Bildung der Ectodermeinstülpung, wachsen am innern Rande der Coxae die Zellen des Hautmuskelblattes, aus denen die Coxaldepressoren werden, herein (Fig. 3 *m*).

An jener Stelle, wo sich die beiden Anlagen berühren, differenzirt sich auf Kosten desselben Keimblattes eine Anhäufung rundlicher Zellen, wie es bei *Androctonus* und *Buthus* zu sehen ist (Fig. 3 u. 8).

Man kann behaupten, dass in jenen Fällen, wenn zwei Muskelanlagen einander entgegen wachsen, sie mit einander verwachsen; wenn sie aber unter einem Winkel zusammentreffen, so bildet sich an der Stelle ihrer Berührung eine Sehne mesodermalen Ursprungs.

Bei Araneinen bildet sich nach meinen frühern Beobachtungen (85d, p. 554) das Endosternit auch durch das Zusammenwachsen einiger Bündel des Hautmuskelblattes über dem Centralnervensystem.

Um mit der Entwicklung abzuschliessen, will ich noch eine Thatsache erwähnen, die ich beiläufig beobachtet habe.

Der äussere Theil der Geschlechts-Ausführungsgänge des Scorpions wie auch die Receptacula seminis werden auf Kosten einer schon von KOWALEWSKY u. SCHULGIN beobachteten Ectodermeinstülpung gebildet (Fig. 12 *cvg*).

Höchst wahrscheinlich ist diese Einstülpung ein Resultat der weitem Entwicklung der Höhlung, die durch das Zusammenwachsen der Genitalplatten entstanden ist. Interessant ist es, dass die kammförmigen Organe auch an ihrer Basis mit einander verwachsen und eine sich hinten öffnende Ectodermhöhlung begrenzen (Fig. 6 a, b, c *cvt*). An ihrer obern Wand liegt der quer verlaufende Suprapectinalmuskul.

Vor den Genitalplatten befindet sich beim erwachsenen Scorpion eine unpaarige, mit einer kleinen Vertiefung versehene Chitinverdickung (pentagonal metasternite) (Fig. 22 u. 1 *m. st*). Von dieser Vertiefung gehen die Muskeln zum innern Rand des Coxalgliedes des 3. Beinpaars ab (Fig. 1 *m. cox*).

Eine vollkommen ebenso gebildete Vertiefung befindet sich vor den kammförmigen Organen (Fig. 6a *m. st*₂), und von ihr entspringen die Muskeln zur Basis dieser Anhänge (*m. cox*), deren innere Ränder auf dieselbe Weise wie die Coxae in die Körperhöhlung hinein dringen (Fig. 6a *cx*).

Die Aehnlichkeit in der Structur der Genitalplatten und der kamm-

förmigen Organe prägt sich darin aus, dass an den ersten jederseits 3—4 Warzen vorhanden sind, die nach demselben Typus wie die Anhänge der kammförmigen Organe gebildet sind. Diese Warzen bestehen nur aus Ectoderm (Fig. 12 *km*), und die sich an ihrem distalen Ende befindenden Zellen dringen hinein und bilden eine knospenartige, aus langen Zellen bestehende Anlage der embryonalen Sinnesorgane (Fig. 7c).

Wenn wir dieses Organ mit dem Anhang der kammförmigen Organe vergleichen, so zeigt sich, dass auch dort die Anlage der Nervenendigungen den Charakter einer gemeinsamen ectodermalen Knospe hat, die beinahe die ganze Höhlung des Anhanges ausfüllt (Fig. 7a). Hier aber unterscheidet man an dieser Anlage zwei Abtheilungen: eine proximale Abtheilung (*gl*), die einer Anhäufung der terminalen gangliösen Zellen („cellules en chapelet“, GAUBERT, 92) den Anfang giebt, und eine distale (*so*), die den Nervenendigungen selbst die Entstehung giebt.

Das beim erwachsenen Scorpion den grössten Theil der Höhlung des Anhanges erfüllende Mesoderm ist beim Embryo desselben nur als eine einzige Zellschicht um die Anlage des Ganglions vorhanden (Fig. 7a *msd*).

Die Embryonalwarzen der Genitalplatten verschwinden schon im Laufe des Lebens im Mutterleibe, die Ueberreste der Sinnesorgane aber kann man auch an den vollkommen entwickelten Embryonen als einige in der Epidermis liegende und kaum mit ihren Endigungen nach aussen vorspringende kleine Anhäufungen von Zellen beobachten (Fig. 7b *sn*).

So scheint es mir sehr wahrscheinlich zu sein, dass die Genitalplatten früher die Rolle von Sinnesorganen spielten und ähnlich den kammförmigen Organen gebaut waren. Es steht nun die Frage offen: Ist diese Function der Anhänge als Sinnesorgane primären Charakters? Stellen sie nicht vielleicht Reste von Kiemenblättern, die ihre Function verändert haben, dar?

Ein Vergleich mit den Crustaceen.

Ein dem Endosternit sehr ähnliches Gebilde kommt ausser *Limulus* und *Apus* auch bei einigen andern Crustaceen vor. So beschreibt und zeichnet KNIPOWITSCH (fig. 1, tab. 3, 92a) bei *Laura gerardiae* eine

im Verlauf des Schalenmuskels liegende und über dem Nervensystem sich befindende Sehne, die dem Endosternit ungemein ähnlich ist.

Eine ähnliche Sehne finden wir auch bei *Nebalia* (CLAUS, 88, p. 47), wobei sowohl bei *Laura*, wie auch bei *Nebalia* an dieser Sehne auch andere Muskeln sich befestigen, die bei *Laura* zum sogenannten Mundkegel, bei *Nebalia* dagegen zum 2. Maxillenpaare gehen. Bei *Nebalia* liegt diese Sehne im Verlauf des abdominalen Längsmuskels, und es folgt hinter ihr im Cephalothorax noch eine Reihe metamer angeordneter Sehnen („intermuskuläre Sehnenblätter“), die mit einander paarweise durch Querbrücken vereinigt sind. Von diesen Sehnen entspringen ebenso wie bei *Limulus* und bei Araneinen die dorso-ventralen Muskeln („Spanner des Sehnenblattes“, CLAUS, 88).

An Schnittserien von *Nebalia* aus dem Weissen Meere (Fig. 26) habe ich in der Sehne des Schalenmuskels grosse, grosskernige und sich lichter färbende Zellen gefunden, die in den dreieckigen Seitentheilen der Sehne eine mehr rundliche Form hatten; aber dem Charakter dieser Zellen nach kann man sie wohl schwerlich als modifizierte Muskelzellen ansehen. Sie bieten eine grosse Aehnlichkeit mit den der Sehne anliegenden Zellen des Fettgewebes dar (*ad*) und sind wahrscheinlich nichts anderes als diese letztgenannten Zellen, die in das Innere der Sehne eingeschlossen sind. Sehr wahrscheinlich ist es, dass jene Zellkerne, die die übrig gebliebenen Muskelkerne der *Nebalia* darstellen, einer so tiefen Umänderung unterliegen, dass sie nicht so leicht zum Vorschein kommen. Dennoch denke ich, dass die Querfasern oder Querbrücken aller Sehnen der *Nebalia*, gleich denjenigen der Arachniden, muskulösen Ursprungs sind¹⁾.

Wahrscheinlich nehmen an der Bildung der vordern Sehne der *Nebalia* ausser den beiden Sehnencentren auch die sie verbindenden Muskelemente und Muskelfasern des Schalenmuskels Theil.

Meiner Ansicht nach können die Muskeln des Scorpions, die von der einen Seite des Körpers zur andern hinziehen (epimero-plastron muscles), mit jenen, die von den Seitenvorsprüngen des Endosternits von *Limulus* entspringen, und mit dem Schalenmuskel der

1) Möglich ist es, dass die fibrilläre Querbrücke, die über dem ersten Paare der Apodeme des *Astacus* liegt (Fig. 27 *f. tr*) und an deren seitlichen Enden sich die Muskeln befestigen, sich auch als ein Gebilde muskulösen Charakters erweisen wird, ebenso wie auch die fibrillären Querbrücken, die zum Theil paarweise die nächstfolgenden Apodeme verbinden und zum Theil auch über den Apodemen hinziehen.

übrigen Crustaceen verglichen werden; dabei sind diese Muskeln mit dem Schalenmuskel nicht homolog, wie ich mich in meiner vorläufigen Mittheilung (93) ausgedrückt habe, sondern homodynam.

Der Schalenmuskel der *Nebalia* gehört dem ersten Maxillarsegment an und wird von dem ersten Maxillarganglion innervirt (CLAUS, 88, p. 49); die ihm entsprechenden Muskeln der Scorpione gehören dagegen den hintern Segmenten des Cephalothorax an.

Ich glaube, dass der Schalenmuskel der Cirripedien dem der übrigen Crustaceen (die Cypridiniden ausgenommen) vollständig homolog ist und dass seine Lage über dem Darmcanal durch die Veränderung der allgemeinen Gestaltung des Körpers verursacht ist. Diese Veränderung findet eine Stütze in dem Umstande, dass bei *Ibla* nach DARWIN (51—54, p. 44) dieser Muskel unter den Oesophagus zu liegen kommt, welcher letzterer sich zu einem langen Bogen krümmt, um über dem genannten Muskel herüberzuziehen. Da aber der Vorder- und Mitteldarm aller Arthropoden sich unabhängig von einander entwickeln, ist es klar, dass während des Wegrückens des Schalenmuskels nach der Dorsalseite es einen Moment gegeben haben muss, wo der Vorder- und Mitteldarm nicht über dem Schalenmuskel, sondern unter ihm zusammenstießen. Diese Erscheinung findet nämlich bei allen Cirripedien ausser *Ibla* statt.

Der Vergleich mit *Nebalia* ist noch in einer andern Beziehung wichtig. Bei ihr werden im Abdomen die beschriebenen Sehnen durch Chitinlamellen, die nahe an der Grenze der Segmente entspringen, ersetzt. Im Cephalothorax ist dagegen das ectodermale Endoskelet durch mesodermale Sehnen ersetzt.

Beim Scorpion befestigen sich die dorso-ventralen Muskeln des Abdomens an der Körperwand, dieselben Muskeln des *Limulus* aber und der Araneinen, wie auch die dorso-ventralen Muskeln des Cephalothorax befestigen sich schon an den mesodermalen Sehnen und am Endosternit.

Zwar befestigen sich die Muskeln auch im ersten Falle, wie das schon R. LANKESTER (85c) bemerkt hat, an dem subdermalen Bindegewebe, jedoch dient in dem zweiten Falle als Stützpunkt des Muskels schon ein mesodermales Gebilde — Mesoskelet.

Dasselbe Verhältniss wird auch an den andern Muskeln beobachtet: beim Scorpion entspringen die Muskeln, die zu jenem Theil des Oesophagus gehen, welcher sich vor der Nervenmasse befindet, vom ectodermalen Endoskelet. Bei den Araneinen entspringen sie von den vordern Vorsprüngen des mesodermalen Endosternits. R. LAN-

KESTER meint, dass diese Muskeln mit jenen, die bei *Limulus* auch vom Endosternit zum Oesophagus hinziehen („plastro-buccal muscles“ 67 m), verglichen werden müssen.

Die Tendenz, die Anheftungsstellen der Muskeln ins Innere des Körpers zu verlegen, ist dem gesammten Thierreich eigen. Der erste Schritt in dieser Richtung wird durch die Bildung des ectodermalen Endoskelets, der zweite durch die mesodermaler Sehnen erreicht. Bei den Araneinen, wo das Endoskelet im Abdomen fehlt, entstehen beim Embryo unter den hintern Sehnen provisorische Ectodermfalten, die von mir auf fig. 11, tab. 22, (85d) abgebildet sind.

Im Allgemeinen ist die Bildung des Endosternits nur ein besonderer Fall jener Tendenz zur Ersetzung des ectodermalen Endoskelets durch einen Mesoskelet.

Literaturverzeichnis.

85. BECK, Description of the muscular and endoskeletal systems of Scorpio, in: Trans. Zool. Soc. London, V. 11, 1885.
- 85a. BENHAM, Description of the muscular and endoskeletal systems of Limulus, in: Trans. Zool. Soc. London, V. 11, 1885.
94. BERNARD, The endosternite of Scorpio compared with the homologous structures in other Arachnidae, in: Ann. Mag. Nat. Hist., (Ser. 6) V. 13, 1894.
- BLANCHARD, L'organisation du règne animal.
88. CLAUS, Ueb. den Organismus der Nebaliiden und die systemat. Stellung der Leptostraken, in: Arb. Zool. Inst. Wien, V. 8, 1888.
78. CRONENBERG, Ueb. d. Bau von Eylais extendens (russisch), in: Nachrichten Ges. Freunde Naturwiss., Anthropol. u. Ethnogr. Moskau, V. 29, 2, 1878.
89. CRONENBERG, Beitrag zur Kenntniss des Baues der Pseudoscorpione, in: Bull. Natural. Moscou, Année 1888, Moskau 1889.
- 51—54. DARWIN, A monograph on the subclass Cirripedia etc. Lepadidae, 1851—54.
92. GAUBERT, Recherches sur les organes des sens etc. des Arachnides, in: Ann. Sc. Nat. Zool., (sér. 7) V. 13, 3, 1892.
82. DE GRAAF, Sur la construction des organes génitaux des Phalangides, Leyde, 1882.
86. GRASSI, I progenitori dei Myriapodi et degli Insetti, Memoria V (*Koenenia mirabilis*), 1886.
- 92a. KNIPOWITSCH, Beiträge zur Kenntniss der Gruppe Ascothoracida, in: Arb. Zool. Cab. K. Univ. St. Petersburg, N. 4, 1892 (russisch mit deutsch. Resumé).
90. KORSCHOLT und HEIDER, Lehrb. der vergl. Entwickl. d. wirbellosen Thiere, Jena 1890.
- 92b. KOROTNEFF, A., Histolyse und Histogenese des Muskelgewebes bei der Metamorphose der Insecten, in: Biol. Centr., V. 12, 1892,

87. KOWALEVSKY und SCHULGIN, Zur Entwicklungsgesch. des Scorpions, in: Biol. Centr., V. 6, 1887.
- 85b. KRAHMER, Ueber Halarachne halichoeri, in: Zeit. ges. Naturwiss., V. 58, Halle 1865.
48. KITTARY, Anatom. Unters. der gemein. und der furchtlosen Solpuga, in: Bull. Soc. Natur. Moscou, V. 21, 1848.
84. RAY LANKESTER, On the skeleto-trophic tissues and coxal glands of Limulus, Scorpio and Mygale, in: Quart. Journ. Microsc. Sc., V. 24, 1864.
- 85c. — Comparison of the muscular and endoskeletal system of Limulus and Scorpio etc., in: Trans. Zool. Soc. London, V. 11, 1885.
- 90a. LAURIE, The embryology of a Scorpion (*Euscorpium italicus*), in: Quart. Journ. Microsc. Sc., V. 31, 1890.
- 86a. NALEPA, Die Anatomie der Tyroglyphen, II. Abtheil., in: Sitzgsber. Math.-naturw. Classe d. K. Acad. der Wiss. Wien, V. 92, 1. Abth.
81. MITROFANOW, Zur Anatomie von *Argyroneta aquatica* (russisch), in: Nachricht. Ges. Freunde Naturw., Anthropol. u. Ethnogr. Moskau, V. 37, 1, 1881.
- 81a. SCHIMKEWITSCH, Sur l'anatomie de l'Epeire (russisch), in: Nachricht. Ges. Freunde Naturw., Anthropol. u. Ethnogr. Moskau, V. 37, 1, 1881.
- 84a. — Etude sur l'anatomie de l'Epeire, in: Ann. Sc. Nat. Zool., V. 17, Nr. 1, 1884.
- 85d. — Etude sur le développement des Araignées, in: Arch. Biol., T. 6, 1885.
93. — Sur la structure et sur la signification de l'endosternite des Arachnides, in: Zool. Anz., Nr. 425, 1893.
- 90a. TARNANI, Etudes sur l'anatomie de Thelyphonides, in: Rev. Sc. Nat. St. Pétersbourg, 1890 (russisch mit französischem Résumé).
- 94a. WAGNER, JULIUS, Die Embryonalentwicklung von *Ixodes calcaratus* BIR., in: Arbeit. Zootom. Cabin. K. Univ. St. Petersburg, Nr. 5, 1884, Petersburg (russisch mit deutschem Résumé).
- 88a. WINKLER, W., Anatomie der Gamasiden, in: Arb. Zool. Inst. Wien, V. 7, Wien 1888.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel 10 und 11.

Allgemeine Bezeichnungen.

- A* präorales Apodem des Scorpions,
Al flügelartige Vorsprünge der vordern Chitinverdickung von *Galeodes*,
ad die Zellen des Fettkörpers,
ant die vordern Auswüchse des Endosternits,
cht die chitinösen Theile,
coec die Darmdivertikeln,
cx Chitineinstülpungen am innern Winkel der Coxae und der kammförmigen Organe,
cx. dr Coxaldrüsen,
cx. gn ihre Ausführungsgänge,
cvt Höhle zwischen den Basaltheilen der kammförmigen Organe,
cvg ectodermale Genitalhöhle,
D die erste Chitin Falte und das erste Apodem bei *Galeodes* und Scorpionen,
Dr Darm,
dv dorsoventrale Auswüchse des Endosternits,
E hintere Chitin Falte des ersten Paares bei *Galeodes* und hinteres Apodem des ersten Paares bei Scorpionen,
ed Entoderm,
ept epitheliale Theile,
F vordere Chitin Falte des zweiten Paares bei *Galeodes* und zweites Apodemenpaar bei Scorpionen,
f zweites Apodemenpaar bei *Galeodes*,
f. tr fibrilläre Querbrücke zwischen den vordern Apodemen bei *Astacus*,
G hintere Chitin Falte des zweiten Paares bei *Galeodes*,
gl Ganglienanlage in den Anhängen der kammförmigen Organe,

- gnđ* mesodermaler Abschnitt der Genitalgänge,
gn.pl Genitalplatten,
H hintere Chitinfalte des dritten Paares bei *Galeodes*,
I vordere Chitinfalte desselben,
Imp }
Imp₁ } mediane unpaarige Chitinfalten bei *Galeodes*,
Imp₂ }
inv Einstülpungsstellen des Ectoderms im Nervensystem (s. KO-
 WALEVSKY u. SCHULGIN, 87),
km provisorische Warzen auf den Genitalplatten,
L laterale Chitinfalten des hintern Paares bei *Galeodes*,
lat laterale Chitinfalten des vordern Paares bei *Galeodes*,
Lgd chitinöse Längsfalten bei *Galeodes*,
Lg.ex äussere chitinöse Längsfalten bei *Galeodes*,
ltr₁ }
ltr₂ } Seitenauswüchse des Endosternits,
ltr₃ }
ltr₄ }
M.str Mittelstrang des Nervensystems,
m verschiedene Muskeln,
m. 77 }
m. 80 } Trochanteradductoren des 2. u. 3. Beinpaares,
m. 79 }
m. 83 } laterale Muskeln, die vom Endosternit entspringen,
m. 84 die Muskeln, welche vom subneuralem Bogen zum Postoral-
 entosclerit ziehen,
m. 86a Coxaldepressoren des 4. Beinpaares,
m. cox die Muskeln, welche vom Endosternit zu den Coxae des 3. Bein-
 paares ziehen, und ihnen entsprechende Muskeln der kamm-
 förmigen Organe,
m. cx Coxaldepressoren,
m. dv dorso-ventrale Muskeln,
m. ex }
m. in } äussere und innere Muskeln der Genitalplatten,
m. mx Maxillarmuskeln,
msđ Hautmuskelblatt des Mesoderms,
mst Metasternit und seine Vertiefung,
mst₂ Vertiefung, die vor dem kammförmigen Organ liegt,
m. tr Quermuskeln, welche die Seitensehnen verbinden,
m. tr. oe oesophageale Quermuskeln bei *Galeodes*,
m. tr. s Quermuskel, der den subneuralem Bogen bildet,
mx Maxillae,
N Centralnervensystem,
nrv die Nerven der kammförmigen Organe,
oe Oesophagus,
org Genitalöffnung,
p hintere Auswüchse des Endosternits,
pd die Beinglieder,

- pl* Seitensehnen,
s. ap Stigmapodemen,
sn provisorische Sinnesorgane auf den Genitalplatten,
s. nr subneurale Sehnen,
so Anlage der Nervenendigungen in Anhängen der kammförmigen Organe,
sp die Milz der Scorpionen,
sr. pt suprapectinale Sehne,
st Stigmen,
tr Tracheen,
v Blutgefäße,
 1) die knopfförmigen Verdickungen der queren Chitinfalten bei
 2) *Galeodes*,
I, II, III, IV die Basalglieder der Beine.

Fig. 1. Querschnitt durch *Androctonus bicolor* (nach der Bestimmung von Prof. KOROTNEFF) vor seiner Geburt in der Gegend des dritten Beinpaares.

Fig. 2. Querschnitt desgleichen in der Gegend der Genitalöffnung.

Fig. 3. Querschnitt eines vollständig entwickelten Embryos von *Buthus sp.* (nach der Bestimmung von A. BIRULA) zwischen dem 2. und 3. Beinpaare (Sammlung des Herrn Prof. KOROTNEFF von den Sunda-Inseln).

Fig. 4. Horizontalschnitt eines vollständig entwickelten Embryos von *Androctonus bicolor*.

Fig. 5. Querschnitt desgleichen in der Gegend des 2. Beinpaares.

Fig. 6 a, b, c. Drei Querschnitte eines gleichen Embryos von *Androctonus bicolor* in der Gegend der kammförmigen Organe.

Fig. 7a. Anhänge der kammförmigen Organe eines *Androctonus*-Embryos im Längsschnitte.

Fig. 7b. Genitalplatte eines vollständig entwickelten Embryos von *Androctonus bicolor* im Querschnitte.

Fig. 7c. Dieselbe auf einem frühern Stadium.

Fig. 8. Ein Theil eines Querschnittes durch einen *Buthus*-Embryo.

Fig. 9. Ein Theil eines Querschnittes des Endosternits eines erwachsenen *Androctonus bicolor* an seiner Vereinigungsstelle mit dem Subneuralbogen.

Fig. 10. Ein Theil eines Querschnittes eines Embryos von *Androctonus bicolor* vor seiner Geburt in einer Gegend vor der Genitalöffnung.

Fig. 11. Querschnitt eines Embryos von *Androctonus bicolor* in der Gegend des Zwischenraumes zwischen dem 3. und 4. Beinpaare auf einem Stadium zwischen figg. 28 u. 32 LAURIE'S.

Fig. 12. Ein Theil eines Querschnittes durch einen vollständig entwickelten Embryo von *Androctonus bicolor* mit provisorischen Warzen an den Genitalplatten in der Gegend der Genitalöffnung.

Fig. 13. Querschnitt durch den seitlichen Theil des Endosternits eines Embryos von *Androctonus bicolor* vor seiner Geburt (bei stärkerer Vergrößerung).

Fig. 14. Endosternit von *Thelyphonus asperatus* THOR. von oben gesehen, nach TARNANI.

Fig. 15. Querschnitt durch den Seitentheil des Endosternits von *Thelyphonus asperatus* THOR., nach einem Präparat von TARNANI.

Fig. 16. Horizontalschnitt durch den Cephalothorax eines vollständig entwickelten Embryos von *Thelyphonus schimkewitschii* TARNANI, nach einem Präparat von TARNANI.

Fig. 17. Zwei Zellencomplexe aus einem Querschnitte durch das Endosternit von *Thelyphonus asperatus* THOR., nach einem Präparat von TARNANI.

Fig. 18. Vordertheil der Endosternitsanlage bei *Thelyphonus schimkewitschii* TARNANI im Querschnitte, bei stärkerer Vergrößerung dargestellt.

Fig. 19. Endosternit von *Opilio parietinus* von oben gesehen.

Fig. 20. Endosternit von *Opilio parietinus* im Querschnitte; a nach der Einwirkung von schwacher Salzsäurelösung; b vor der Einwirkung derselben.

Fig. 21. Endosternit von *Androctonus bicolor*; a von oben, b von hinten gesehen.

Fig. 22. Etwas schematisirte Darstellung der Bauchwand des Cephalothorax von *Androctonus bicolor*.

Fig. 23. Etwas schematisirte Darstellung der Bauchwand des Cephalothorax von *Galeodes caspius* BIRULA (var. *lehmanni*).

Fig. 24. Ein Theil eines Querschnittes durch den Cephalothorax von *Galeodes caspius* BIR. Der Schnitt hat den Untertheil des Kopfganglions getroffen.

Fig. 25. Die hintern Enden des ersten Apodemenpaares von *Galeodes caspius* BIR. im Querschnitte.

Fig. 26. Querschnitt durch die vordere Sehne von *Nebalia* (aus dem Weissen Meere).

Fig. 27. Querschnitt durch das erste Apodemenpaar von *Astacus fluviatilis*.

Fig. 28. Schematische Darstellung der Beziehungen des Endosternits der Arachniden zum Muskelsystem; 1 u. 2 Dorsoventralmuskeln, 3 Seitenmuskeln, 4 Trochanteradductoren, 5 Coxaldepressoren.

Nachdruck verboten.
Uebersetzungsrecht vorbehalten.

Ueber die Zahnentwicklung bei einigen Knochenfischen.

(Aus dem Zootomischen Institut der Universität zu Stockholm.)

Von

Albertina Carlsson.

Hierzu Tafel 12 und 13 und 2 Textfiguren.

Während in den letzten Jahren von vielen Forschern zahlreiche und ausgezeichnete Darstellungen über das Säugethiergebiss und dessen Entwicklung veröffentlicht worden sind, giebt es nur spärliche Angaben über die Zähne der Teleosteer. Zwar haben OWEN, HUXLEY, HEINCKE, TAUBER, TOMES und BOAS diesen Gegenstand behandelt; doch nur TAUBER hat Embryonen untersucht; die übrigen haben bei ihrer Beschreibung über die Zahnentwicklung bloss die Verhältnisse bei ältern Thieren berücksichtigt. Ihre Beobachtungen stimmen weder unter einander völlig überein, noch haben sie über eine vollständige Entwicklungsreihe von Embryonen verfügt. Um, wenn möglich, Aufschlüsse betreffs der ersten Anlage, des Wachsthums und des Ersatzes der Zähne zu erhalten, habe ich im Zootomischen Institut der Stockholmer Hochschule 11 Embryonen und Larven verschiedener Grösse von *Salmo salar*, zwei von *Cottus quadricornis*, drei junge Stadien von *Abramis brama*, zwei von *Carassius vulgaris*, einen jungen *Gasterosteus aculeatus* und zahntragende Knochen erwachsener Exemplare von *Lota vulgaris*, *Perca fluviatilis*, *Lucioperca sandra* und *Esox lucius* und wegen der Vergleichung mit den Selachiern einen Embryo von *Acanthias vulgaris* an lückenlosen Schnittserien untersucht. Diese Arbeit auszuführen ist mir nur dadurch ermöglicht, dass mein Lehrer, Herr Professor W. LECHE, mir mit Rath und Hülfe gütigst beigestanden und auch das benutzte Material zu meiner Verfügung gestellt hat, wofür ich ihm hier meinen innigsten Dank ausspreche.

Ehe ich zur Darlegung der eigenen Untersuchungen übergehe, will ich in grösster Kürze eine Uebersicht der Resultate der oben genannten Forscher geben, um eine Zusammenfassung der bisherigen Ansichten zu gewinnen, und fange mit dem Werke von OWEN¹⁾ an, der unter den von mir citirten Autoren zuerst die Entwicklung der Fischzähne beschrieben hat. Er hat beobachtet, dass sich im Bindegewebe eine Papille bildet. Diese wird von Zellen, die sich vom Mundepithel absondern, bedeckt und besteht aus einer dicken Membran, die eine mit Flüssigkeit erfüllte Höhle begrenzt. Wenn die Papille sich vergrössert, nimmt die Epithelschicht an Dicke ab²⁾. Bei vielen Fischen ist der Zahnkeim von einem Säckchen umgeben, worin die Zahnanlage sich entwickelt. Die Befestigung der Zähne geschieht durch Fasern, die sich zwischen dem Zahn und dem Kiefer erstrecken und entweder elastische Ligamente bilden oder bisweilen vollständig verknöchert sein können. Der Zahn kann nur aus Dentin bestehen, ist aber gewöhnlich von einer Schmelzschicht bekleidet, die jedoch kein wirklicher Schmelz ist und von keinem Schmelzorgan abgesondert wird, sondern nur durch ihre chemische Zusammensetzung von dem Zahnbein abweicht.

HUXLEY³⁾ giebt an, dass die Zähne der Makrele nie eine freie Papille bilden, sondern schon bei der ersten Anlage in die Schleimhaut eingesenkt liegen, dass die Papille aus dem Bindegewebe und ihre Begrenzung — das Schmelzorgan — aus dem Epithel der Mundhöhle entsteht. Er hat auch Schmelz als eine conische Haube über dem Zahnbein gefunden.

HEINCKE⁴⁾ ist theilweise zu andern Ansichten gekommen. So bemerkt er, dass die erste Anlage aus einem Epithelzapfen besteht, der sich in das unterliegende Bindegewebe einbohrt. An diesem Zapfen können zwei Zellformen unterschieden werden; die äussern Zellen sind cylinder- oder spindelförmig und gleichen der untersten Zellschicht des Schleimhautepithels; die innern dagegen sind rund und kleiner. Nun bildet sich eine Papille des Bindegewebes, die dem

1) No. 9.

2) Auf diese Weise muss wohl OWEN'S Beschreibung gedeutet werden, denn er sagt p. 15: „In these primitive papillae there can be very early distinguished a cavity containing fluid, and a dense membrane (membrana propria pulpi) surrounding the cavity, and itself covered by the thin external buccal mucous membrane, which gradually becomes more and more attenuated, as the papilla increases in size.“

3) No. 5. — 4) No. 3.

untern Ende des Epithelzapfens entgegenwächst und ihn einstülpt, so dass sie dadurch von einer Epithelkappe umgeben wird. Diese ist die Anlage des Schmelzkeims. In diesem differenzirt sich die innere Zellenlage und bildet die Schmelzmembran, die äussere wird das äussere Epithel. Der Verbindungsstrang zwischen dem Zahnkeim und dem Schleimhautepithel der Mundhöhle persistirt eine Zeitlang, wird später aber resorbirt. Beim Hecht hat HEINCKE gefunden, dass ein Ersatzzahn auch als eine Abzweigung aus dem äussern Epithel des Schmelzkeims eines noch im Zahnsäckchen befindlichen Zahnes entstehen kann. Schmelz kommt bei allen von ihm untersuchten Fischzähnen vor; fehlt er im ausgebildeten Zustande, so kann man ihn wenigstens im Zahnsäckchen finden.

TAUBER¹⁾, der Embryonen untersucht hat, gelangt zu derselben Anschauung wie OWEN, indem er bemerkt, dass die früheste Zahnanlage im Bindegewebe entsteht, aber nach seiner Ansicht zuerst nur von einer einzigen, grossen, gelben Zelle gebildet wird. Diese theilt sich bald in mehrere, während das umliegende Epithel eine schöne Cylinderform annimmt. Weiter hat er auch beobachtet, dass während der Ausbildung der Zähne mehrere Papillen nicht zur Entwicklung kommen, theils weil sie sich in das Epithel hineinschieben, theils weil es ihnen an Platz mangelt. Was das Vorkommen von Schmelz anbelangt, bemerkt TAUBER, dass dieser bei allen kaltblütigen Wirbeltieren zu finden sei. Betreffs der Entstehung der Ersatzzähne schliesst er sich OWEN an.

Zu denselben Ansichten wie HEINCKE ist, wie es scheint, unabhängig von diesem, auch TOMES²⁾ gelangt, wenn man von der Art der Bildung der Ersatzzähne als einer Abzweigung vom äussern Epithel des Schmelzorgans absieht. Was den Schmelzkeim anbetrifft, so hat er gefunden, dass dieser aus Zellen besteht, welche ihre grösste Länge an der Spitze der Papille erreichen, und dass ihre Entwicklung in einem directen Verhältniss zur Dicke des Schmelzes steht.

Da BOAS³⁾ nur die Zähne der Scaroiden untersucht hat, welche sich in Alveolen bilden und dadurch von denen der meisten übrigen Teleosteer abweichen, übergehe ich ihre Eigenthümlichkeiten und erwähne nur, was für alle Knochenfische gelten kann und was von den schon genannten Forschern nicht beobachtet worden ist. Im Gebrauch wird die Schmelzhaube abgenutzt, so dass das Zahnbein entblösst und das Cement theilweise abgetragen wird. Gewöhnlich werden jedoch

1) No. 13. — 2) No. 14. — 3) No. 1.

die Zähne abgestossen, wenn der Schmelz verloren gegangen ist. Dieser ist bei allen Zähnen mächtiger als das Dentin, nur an den Schlundzähnen hat letzteres eine Dicke, welche sich derjenigen des Schmelzes nähert, an den Kieferzähnen ist es besonders stark reducirt. Hinsichtlich der Anlage und Entwicklung der Zähne hat BOAS dieselben Beobachtungen wie TOMES gemacht.

I. Beschreibung.

Die Zähne von *Salmo salar*.

Als Ausgangspunkt dient uns das jüngste Embryonalstadium des Lachses, von welcher Art ich, wie erwähnt, eine grössere Reihe untersucht habe, und ich fange dabei mit den Zähnen des Unterkiefers an. Der Lachs besitzt ausserdem nach LILLJEBORG¹⁾ Zähne am Intermaxillare, Maxillare, Vomer, Palatinum und an der Zunge.

Die Zähne des Unterkiefers.

Das jüngste von mir untersuchte Stadium — Stadium A — ist ein Ei von 5 mm Durchmesser. Der MECKEL'sche Knorpel ist schon vorhanden und eine Verknöcherung an dessen lateraler Seite aufgetreten. Im vordern Theile des Kiefers verlängern sich und wuchern die Zellen der untersten Ectodermischiecht und bilden eine Einstülpung in das Mesoderm. Durch das Auftreten einer Mesodermpapille von ungefähr 10 Zellen geht besagte Einstülpung in einen Schmelzkeim über (Fig. 1 *sk*), der aus langgestreckten, beinahe cylindrischen, gleichförmigen Zellen besteht, welche ihre Kerne an der Basis haben. Der nächst hintere (also der 2.) Zahnkeim steht auf derselben Entwicklungsstufe, ist jedoch ein wenig grösser, denn er ist auf drei Schnitten sichtbar, der erste nur auf zwei. Der dritte und letzte ist der am meisten entwickelte; sein Schmelzkeim fängt an, sich einem Stadium zu nähern, welches, abgesehen von der Schmelzpulpa, etwa dem Stadium entspricht, das von LECHÉ²⁾ als das glockenförmige bezeichnet wird (Fig. 2 *sk*), während die vorhergehenden noch auf dem „kappenförmigen“ stehen. Hinter jeder von den beiden ersten Zahnanlagen schieben sich die untersten Ectodermzellen zusammen (Fig. 3 *sv*), bewahren die langgestreckte Form, wodurch sie von den übrigen Zellen in derselben Schicht abweichen, senken sich aber vor dem fol-

1) No. 8, V. 2, p. 499. — 2) No. 6, p. 508.

genden Zahnkeime in das Mesoderm ein und drücken dessen oberste Zellen zusammen, so dass diese eine ovale Gestalt annehmen. Diese unregelmässige Anhäufung erfolgt auch nach dem letzten Zahnkeime (Fig. 4 *zw*); sie bildet aber bald eine deutliche, mit der Convexität dem Mesoderm zugewandte Rinne (Fig. 5 *sl*), die sich durch acht Schnitte erstreckt und wohl als eine Schmelzleiste angesehen werden kann. Darauf nimmt diese tiefste Zellschicht ihre gewöhnliche Lage an, d. h. die Schmelzleiste und damit die Differenzirung der tiefsten Epithelschicht hören auf; ihre Zellen sind kurz, beinahe quadratisch, von der Fläche gesehen, wie im übrigen Teile des Unterkiefers.

Stadium B.

Lachsei von 5,5 mm Durchmesser.

Dieses Stadium ist durch das Vorhandensein einer zusammenhängenden Schmelzleiste gekennzeichnet. Man beobachtet sie sowohl vor als zwischen und eine Strecke hinter den Zahnanlagen. Hier sind vier Zahnkeime vorhanden, von denen die beiden vordersten auf einer höhern Entwicklungsstufe als diejenigen des vorigen Stadiums stehen, indem der Schmelzkeim beinahe glockenförmig ist und sich in ein äusseres und ein inneres Epithel differenzirt hat, welche jedoch nicht durch eine Schmelzpulpa geschieden werden. Der zweite Zahnkeim ist grösser als der erste, wie dies auch bei dem jüngern Lachsei der Fall ist; der dritte ist kleiner als die vorhergehenden, und der vierte besteht nur aus einer Verlängerung und Anhäufung der Zellen der Schmelzleiste, die man auch auf denjenigen Schnitten, die vor den Zahnanlagen liegen, bemerken kann (Fig. 6 *sk*). Eine Zahnanlage, die der dritten in dem Stadium A entspricht, fehlt also hier gänzlich.

Stadium C.

Lachsei von 6 mm Durchmesser.

Kurze Zwischenräume zwischen den Zahnkeimen charakterisiren diese Entwicklungsstufe; daraus lässt sich ersehen, dass neue Zahnanlagen zwischen den schon vorhandenen hervorzunehmen, und als solche kann man diejenigen ansehen, deren Schmelzkeime auf dem kappenförmigen Stadium stehen oder sich dem glockenförmigen Stadium nähern. An der Spitze der weiter ausgebildeten Zahnbeinkeime beginnen Dentinscherben sich anzulegen.

Stadium D.

Körperlänge 14 mm. — Kopflänge 2 mm. — Dottersack vorhanden.

Trotz der bedeutendern Grösse hat die Zahnausbildung nicht dieselbe Höhe erreicht wie in dem vorigen Stadium: es sind nicht so viele Zahnkeime vorhanden; Dentin wird nicht angetroffen; drei Schmelzkeime sind auf dem kappenförmigen Stadium angelangt oder stehen ihm nahe; der vierte und letzte besteht nur aus einer Verlängerung der Epithelzellen ohne eine Mesodermpapille. Bemerkenswerth ist, dass die Schmelzleiste nicht die gewöhnliche Form einer Rinne hat, sondern mehr zusammengedrängt ist (Fig. 7 *sl*) und dadurch sich mehr dem Verhalten bei den Säugern nähert.

Stadium E.

Körperlänge 15 mm. — Kopflänge 2,5 mm. — Dottersack wie vorher.

Die Zahnkeime sind nur wenig grösser als in dem soeben beschriebenen Stadium; beim Vergleich mit denen des grössten Eies, Stadium C, erscheinen sie wie in ihrer Entwicklung gehemmt. Von den vier Schmelzkeimen sind drei auf dem kappenförmigen Stadium stehen geblieben, nur einer — der dritte — hat das glockenförmige erreicht. Aber sehr eigenthümlich ist, dass zungenwärts von dem vordersten dieser vier Zahnkeime eine Zahnanlage auftritt, die also eine Andeutung einer innern Zahnreihe darstellt. Sie ist später als die äussere Zahnreihe angelegt und besteht nur aus weichen Theilen (Fig. 8 *z*), wogegen in dem vordersten labialen Zahnkeime Dentin sich gebildet und der Zahnbeinkeim die oberflächlichen Mesodermzellen zusammengeschoben hat, so dass sie eine ovale Form annehmen und den untern Theil der Papille umgeben. Diese Bildung muss wohl als der erste Anfang eines Zahnsäckchens angesehen werden (*zs*).

Stadium F.

Körperlänge 18 mm. — Kopflänge 4 mm. — Dottersack wie vorher.

Mit dem Wachsthum des Embryos sind auch die Zahnkeime auf einer höhern Entwicklungsstufe angelangt. Im Zahnbeinkeim kommt öfter als bisher eine Verknöcherung vor. Besonders hervorzuheben ist das Vorhandensein zweier Zahnreihen, von welchen die innere wie im vorhergehenden Stadium nur aus einem Zahnkeime besteht. Da ich bei allen übrigen untersuchten Embryonen nur eine Reihe gefunden habe und das erwachsene Thier auch nur eine besitzt, wie auch (OWEN¹) erwähnt, so deutet diese Erscheinung auf eine Verwandt-

1) No. 9, p. 143.

schafft mit Fischen, deren Kiefer mit mehreren Reihen bewaffnet sind, und kann vielleicht als ein Atavismus betrachtet werden.

Stadium G.

Körperlänge 19 mm. — Kopflänge 4,5 mm. — Dottersack wie vorher.

Die Zellen des Schmelzorgans sind in diesem Stadium an der Spitze des Zahnkeims mehr langgestreckt als in den jüngern; wo sie in das äussere Epithel übergehen, haben sie eine niedrigere, beinahe quadratische Form (Fig. 9 *sk*). Die Zellkerne sind an die Peripherie gerückt, liegen nicht wie bisher nahe an der Zahnpapille. Das Dentin tritt mehr oder weniger reichlich in vier von den sechs Zahnanlagen auf; die Zwischenräume zwischen diesen sind im Allgemeinen sehr reducirt; doch nach dem vierten Zahnkeime — also in der Mitte des Kiefers — findet sich nur die Schmelzleiste, keine Zahnbildung auf sechs Schnitten. Hier können sich später neue Zahnkeime bilden. Wenn sich das Zahnbein entwickelt, verändern sich die äusseren Zellen der Zahnpapillen und gehen in die langen Odontoblasten über.

Stadium H.

Körperlänge wie in dem vorigen Stadium 19 mm. — Kopflänge ungefähr 3 mm. — Dottersack wie vorher.

Dieses Stadium ist von besonderem Interesse durch das erste Auftreten einer zweiten Dentition. Da die Zahnkeime nicht an der Seite der Schmelzleiste entstehen wie bei den Säugern¹⁾ und den Reptilien²⁾, sondern am Grunde derselben, kann die Schmelzleiste nicht neben diesen fortlaufen und an ihrer Basis die Ersatzzähne bilden. Von diesen ist hier nur einer vorhanden, und er wird an der lingualen Seite der Schmelzleiste durch eine Verlängerung und eine bald darauf eingetretene Wucherung der Zellen erzeugt (Fig. 10 *sk*), und um den nothwendigen Platz zu bekommen, müssen diese Zellen sich dabei etwas in das Mesoderm zurückziehen. Weil sich noch keine Zahnpapille differenzirt hat, besteht die Zahnanlage nur aus verlängerten Ectodermzellen, d. h. ist auf derselben Entwicklungsstufe wie der dritte Zahnkeim im Stadium B (Fig. 6) angelangt. Um die erste Bildung eines Ersatzzahnes zu verdeutlichen, füge ich hier im Texte zwei ein

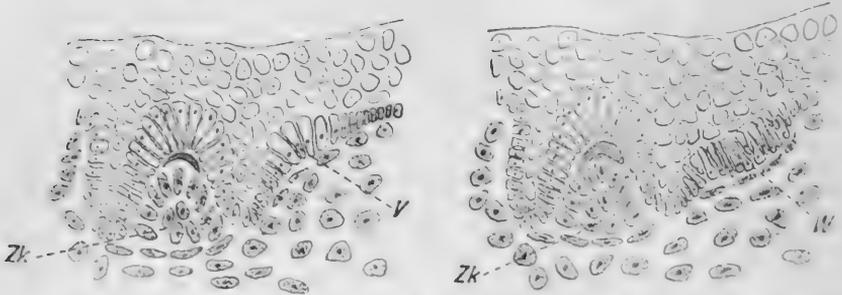
1) No. 6, p. 509 und fig. 2 und 3, und No. 10, p. 454.

2) No. 7, p. 798.

wenig schematisirte Abbildungen bei, von denen Fig. A die erste Verlängerung der Zellen und Fig. B deren Wucherung und Hineinschiebung in das Mesoderm darstellt. Diese beiden Stadien hat der in Fig. 10 abgebildete Zahnkeim zurückgelegt.

Fig. A.

Fig. B.



Salmo salar. Embryo. Unterkiefer. V Verlängerung und W Wucherung der Zellen der lingualen Seite der Schmelzleiste. Zk Zahnkeim.

Stadium J.

Körperlänge 21 mm. — Kopflänge 4 mm. — Dottersack wie vorher.

Obwohl dieser Embryo 2 mm länger als der vorige ist, zeigt die Zahnbildung keine höhere Entwicklung; Ersatzzähne sind nicht nachzuweisen. Nur verdient erwähnt zu werden, dass zwischen den vorher beobachteten Zahnkeimen neue Anlagen auftreten.

Stadium K.

Körperlänge 23 mm. — Kopflänge 5 mm. — Dottersack wie vorher.

Dieses Stadium kennzeichnet sich durch eine grössere Anzahl von Zahnkeimen, von denen 10 vorhanden sind; es sind jedoch noch nicht alle da, denn der erwachsene Lachs hat nach LILLJEBORG¹⁾ 12 bis 18 Zähne. Die langen Zwischenräume zwischen den Zahnanlagen, besonders im hintern Theile des Kiefers, und das Vorkommen der Schmelzleiste hinter dem letzten Zahnkeime ermöglichen, dass später mehrere neue entstehen. Die Zähne beginnen sich am Knochen zu befestigen; es ist nämlich das Dentin in dem 2. und 3. Zahnkeime mit dem Kieferknochen verbunden (Fig. 11). In einigen Ersatzzähnen hat sich

1) No. 8, V. 2, p. 519.

schon Zahnbein abgesetzt. (Eine Zwischenstufe zwischen den in Fig. 10 und Fig. 11 abgebildeten Zähnen der 2. Dentition ist in Fig. 15 dargestellt.) Hinsichtlich ihrer Form haben die Schmelzkeimzellen eine Veränderung erlitten, indem sie wenigstens an der Spitze der weiter entwickelten Zahnanlagen (Fig. 11 *sk*) eine kurze, runde Form annehmen, ohne dass sich Schmelz abgelagert hat, und sich nicht so deutlich wie vorher von den oberflächlichen Epithelzellen unterscheiden.

Stadium L.

Körperlänge 26 mm. — Kopflänge 6 mm. — Ohne Dottersack.

Auf dieser Entwicklungsstufe haben die Zahnkeime noch nicht das Mundepithel durchbrochen oder sich von der Schmelzleiste abgeschnürt, aber gleichwohl wesentliche Veränderungen erfahren. Das Dentin hat sich bei allen angelegt. Während im vorigen Stadium nur 2 Zahnanlagen mit dem Kieferknochen verbunden waren, sind hier alle mit ihm verwachsen. Die Schmelzbildung scheint ein wenig später als die Verkalkung des Zahnbeinkeims stattzufinden, denn erst jetzt tritt sie ein. Beinahe die Hälfte der Zahnanlagen sind mit Ersatzzähnen versehen, und bei einigen von diesen kann man Dentin beobachten. Von Wichtigkeit ist auch, dass von der Seite der Schmelzleiste schon die dritte Dentition ausgeht, denn lingualwärts von einem Ersatzzahn verlängern sich die Zellen der Leiste und bilden einen Schmelzkeim, der das kappenförmige Stadium erreicht und sich über einen emporwachsenden Zahnbeinkeim gewölbt hat (Fig. 12 *z*³). Sowohl hier als überall bei den von mir untersuchten Lachsembryonen fehlt jede Andeutung einer Schmelzpulpa mit Ausnahme von dem Verhalten im Zwischenkiefer bei dem Stadium H (siehe unten).

Die Zähne auf dem Intermaxillare.

Die Zahnbildung scheint auf dem Intermaxillare später als auf dem Unterkiefer einzutreten, denn sie ist in dem kleinsten Ei — wie Stadium A bezeichnet — nicht angedeutet, und in dem grössten reicht der Schmelzkeim nicht über das kappenförmige Stadium, während er bei dem jüngsten in dem letztgenannten Knochen dem glockenförmigen sich nähert. Zwei Embryonen — die Stadien H und J — sind besonders interessant dadurch, dass sich hier der Anfang der Abschnürung der Zahnkeime vom Mundepithel beobachten lässt, und dass das innere und äussere Epithel des Schmelzorgans nicht so nahe wie gewöhnlich an einander liegen, sondern durch einen kleinen Zwischenraum geschieden sind, der mit gewöhnlichen Epithelzellen gefüllt ist und vielleicht als

eine Andeutung einer Schmelzpulpa angesehen werden kann (Fig. 13 *ie, ae*). Obwohl, wie bemerkt, die Zahnanlagen des Intermaxillare später als diejenigen des Unterkiefers angelegt werden, entwickeln sie sich sehr rasch, denn bei dem grössten Embryo sind fünf vorhanden, welche Anzahl nach OWEN ¹⁾ den erwachsenen Lachs charakterisirt — sie kann sich aber nach LILLJEBORG ²⁾ bis auf neun belaufen — und die drei medialsten, welche mit Ersatzzähnen versehen sind, haben sich beinahe völlig vom Mundepithel abgesondert. Die Zahnbildung steht in keinem Zusammenhang mit dem Auftreten des Kieferknochens: denn die Differenzirung des Intermaxillare aus dem Mesoderm heraus erfolgt räumlich von den Zähnen resp. dem Dentin völlig geschieden, d. h. durch undifferenzirtes Mesoderm getrennt, und erst bei einem Embryo von 23 mm Länge setzt sich der Zwischenkiefer scharf vom übrigen Mesoderm ab (Fig. 14 *zok*).

Die Zähne auf dem Maxillare.

Die Entwicklung derselben stimmt mit derjenigen der Unterkieferzähne überein, daher habe ich nur wenig hinzuzufügen. Die Zähne bilden sich auf dem Maxillare früher als auf dem Intermaxillare, denn im kleinsten Ei sind auf jenem Knochen zwei Zahnkeime vorhanden, während auf diesem jede Andeutung derselben fehlt. Im Vergleich mit denjenigen des Unterkiefers entwickeln sie sich nicht so rasch wie diese, denn sie sind im Allgemeinen kleiner, und die Ersatzzähne treten sowohl später als auch in kleinerer Zahl auf. Ausserdem kommt am Maxillare keine Spur von einer dritten Dentition vor, die doch im Unterkiefer auftritt.

Die Zähne an der Zunge.

Die Zahnbildung an der Zunge zeichnet sich durch eine langsame Entwicklung und die Bildung einer grossen Anzahl von Zähnen aus. In dem jüngsten Ei findet man eine deutliche Schmelzleiste und einen Zahnkeim, aber in dem Eistadium kommt der Schmelzkeim nicht über die Kappenform hinaus, und nur eine Anlage ist vorhanden. Wenn der Embryo eine Länge von 18 mm erreicht — im Stadium F — setzt sich ein Dentinscherbchen ab, und das Schmelzorgan ist glockenförmig. In den beiden ältesten Embryonen sind fünf, resp. sieben Zähne angelegt, eine Zahl, welche die gewöhnliche beim erwachsenen

1) No. 9, p. 143. — 2) No. 8, V. 2, p. 518.

Thiere, wo nach LILLJEBORG ¹⁾ nur drei hervortreten, weit übertrifft. Als Beweis einer verspäteten Ausbildung der Zahnkeime verdient auch erwähnt zu werden, dass nur eine Anlage mit dem Zungenbein verbunden ist, und dass weder eine Abschnürung der Zahnanlagen von der Schmelzleiste noch Ersatzzähne zu beobachten sind.

Die Zähne auf dem Palatinum.

Auf diesem Knochen bilden sich die Zähne sehr spät. Erst im Stadium K, wenn der Embryo 23 mm lang ist, sind Zahnkeime vorhanden. Diese besitzen eine sehr geringe Grösse. Die Schmelzleiste ist leicht zu bemerken und erreicht besonders im hintern Theile des Gaumenbeines, wo die Zahnanlagen sehr weit von einander entfernt liegen, eine ansehnliche Tiefe. Im folgenden Stadium sieht man acht Zahnkeime; doch sind noch nicht alle angelegt, denn bei einem ausgebildeten Lachse findet man nach LILLJEBORG ¹⁾ 11 bis 15. In einem Zahnkeime — dem vierten — haben Zahnbein und Schmelz sich gebildet, und das Dentin ist mit dem Palatinum vereinigt; die Schmelzleiste stülpt sich auf seiner lingualen Seite zur Bildung eines Ersatzzahnes aus (Fig. 15 ^{z²}).

Die Zähne auf dem Vomer.

Auch hier habe ich Zahnanlagen nur bei den zwei grössten Embryonen gefunden. In dem Stadium K, wo zuerst Zahnkeime vorkommen, hat die Schmelzleiste ganz wie im Unterkiefer bei dem jüngsten Ei im vordern Theile der Mundhöhle sich nicht völlig differenzirt, sondern besteht nur aus einer unregelmässigen Anhäufung von Epithelzellen, bildet keine deutliche Rinne. Im hintern Theile hat sie die gewöhnliche Form und ist leicht zu verfolgen. Dies und das winzige Aussehen der drei Zahnanlagen deuten auf ihr spätes Auftreten hin; es scheint mir daher, als ob die Zähne des Vomer zuletzt angelegt werden. Im folgenden Stadium ist die Schmelzleiste ebenso wie auf allen oben beschriebenen bezahnten Knochen ohne Unterbrechung und in Verbindung mit dem Mundepithel sowohl vor als hinter den Zahnkeimen erhalten. Diese haben auf dem Pflugscharbeine nicht die Entwicklung derjenigen des Gaumenbeines erreicht, indem nur einer mit Schmelz versehen, keiner mit dem Knochen verwachsen ist und jede Andeutung einer zweiten Dentition fehlt.

1) No. 8, V. 2, p. 519.

Die Zähne von *Cottus quadricornis*.

Von dieser Art sind 2 Exemplare untersucht: das eine ein Embryo von 10 mm Länge und das andere ein junges Individuum von 15 mm. Hinsichtlich der Schmelzleiste, Zahnentwicklung und Bildung der Ersatzzähne bieten diese nichts Neues oder nichts von dem Verhalten bei *Salmo salar* Abweichendes dar.

Die Zähne von *Gasterosteus aculeatus*.

Das untersuchte Thier besitzt eine Länge von 25 mm, und die Zahnbildung desselben stimmt völlig mit derjenigen des Lachses überein, so dass die oben angeführten Thatsachen noch mehr bestätigt worden sind.

Die Schlundzähne von *Abramis brama*.

Stadium A.

Körperlänge 15 mm. — Kopflänge 4 mm. — Ohne Dottersack.

Das Suchen nach Zähnen oder Zahnanlagen an den Kieferknochen bei den drei vorliegenden Stadien ergab ein durchaus negatives Resultat. Nur an den sog. Schlundknochen kommen Zähne vor. In diesem Stadium ist die Schmelzleiste noch continuirlich erhalten (Fig. 16 *s*l), hat gewöhnlich die Verbindung mit dem Mundepithel bewahrt und besitzt hier und da, besonders in ihrer vordern Hälfte, die Form einer Rinne, deren äusseré Zellen cylinderförmig, deren innere kleiner und rund sind, und erstreckt sich hinten einige Schritte über den letzten Zahnkeim hinaus. Da das Thier sehr gross ist, sind die Zahnanlagen sehr weit entwickelt, so dass ich ihre erste Entstehung nicht habe beobachten können. An dem ersten Zahnkeim haben sich Dentin und Schmelz abgesetzt: das Zahnbein ist durch eine deutliche wellenförmige Naht mit dem Schlundknochen verwachsen; die Zahnpulpa steht in offener Communication mit den Markräumen des Knochens und ist mit runden, grosskernigen Zellen angefüllt. Im Vergleich mit denjenigen des Lachses sind die Odontoblasten mehr langgestreckt. Der basale Theil des Zahnkeims hat sich vom Epithel abgeschnürt; die Spitze des Zahnes aber reicht in die Schleimhaut hinein. An seiner lingualen Seite hat sich als eine kolbenförmige Ausstülpung der Schmelzleiste ein Ersatzzahn gebildet (vergl. Fig. 17 *z*²). Die Basis des Ersatzzahnes hat nicht die ausgebreitete Form wie beim Lachs, sondern eine

mehr zusammengedrückte (vergl. Fig. 11, 12 und 15), welche man erhält, wenn man sich die Basalzäpfel zusammengeschoben denkt. In der Zahnpapille hat sich ein Dentinscherbchen abgesetzt; die Zellen des Schmelzkeims sind cylindrisch, an der Spitze der Zahnanlage lang, an den Seiten kürzer.

Der zweite Zahnkeim befindet sich auf derselben Entwicklungsstufe wie der erste; sein Ersatzzahn ist dagegen ein wenig weiter in der Entwicklung vorgeschritten, denn er ist von einem Zahnsäckchen umgeben und auf mehreren Schnitten zu beobachten. Der dritte weicht von den beiden ersten darin ab, dass er nur mit einem kleinen Theile am Schlundknochen befestigt ist und dass ihm ein Ersatzzahn fehlt. An seiner labialen Seite befindet sich eine Zahnanlage, welche eine äussere Reihe repräsentirt. Sie ist mit dem Schlundknochen verbunden, besitzt Dentin und Schmelz. Wahrscheinlich ist sie später als die innere Zahnreihe angelegt, weil auf einigen Schnitten sowohl vor als hinter derselben eine gut ausgebildete Schmelzleiste zu verfolgen ist, die jeder Verbindung mit derjenigen der eigentlichen Reihe entbehrt.

Der hinterste oder vierte Zahnkeim steht nur mit den weichen Theilen des Schlundes in Verbindung, weil der Schlundknochen sich noch nicht so weit nach hinten erstreckt. Doch ist eine Verkalkung eingetreten; auch Schmelz ist vorhanden. An der lingualen Seite findet sich ein Ersatzzahn, der dieselbe Grösse wie derjenige des vordersten Keimes erreicht.

Stadium B.

Körperlänge 18 mm. — Kopflänge 4,5 mm.

Die Schmelzleiste ist längs der ganzen Zahnreihe zu beobachten, obwohl sie bisweilen zwischen den Zahnkeimen wie ein vom Epithel abgeschnürter und von Epithelzellen gebildeter Strang aussieht. Die Zahnanlagen haben sich jetzt ansehnlich vergrössert und in zwei Reihen geordnet. In der innern sind 5 vorhanden, die normale Anzahl ¹⁾ beim erwachsenen Thiere, und in der äussern 2. In der erstgenannten Reihe sind wie vorher die drei vordersten Zahnkeime mit dem Schlundknochen verbunden, die zwei hintern nicht, weil dieser hier nicht ossificirt ist. Der 5. oder hinterste Zahn bekundet sein spätes Auftreten dadurch, dass sein Ersatzzahn nur weiche Theile besitzt, während in allen übrigen Verkalkung eingetreten ist.

1) No. 8, V. 3, p. 278.

An der labialen Seite des dritten Zahnkeims befindet sich wie in dem jüngern Stadium eine äussere Reihe von Zähnen (Fig. 17 *slā*). Sie besteht aus zwei Anlagen, welche beide mit dem Schlundknochen verwachsen sind; ihre Pulpahöhlen communiciren mit den Markräumen des Knochens. Die vorderste muss dem einzigen in der homologen Reihe des vorigen Stadiums entsprechen, denn sie ist grösser als die folgende und mit einem Ersatzzahn versehen.

Stadium C.

Körperlänge 26 mm. — Kopflänge 6 mm.

Mit dem Wachsthum des Thieres erreichen die Zahnanlagen eine höhere Entwicklungsstufe. Die Schmelzleiste ist jedoch noch vorhanden. Die innere Zahnreihe steht im Begriffe, das Epithel zu durchbrechen; in ihren Ersatzzähnen haben sowohl Dentin als Schmelz sich angelegt.

Neben dem 2., 3. und 5. Zahnkeime befinden sich die drei Zahnanlagen der äussern Reihe. Im Allgemeinen sind diese kleiner als diejenigen der innern; doch sind in allen Harttheile vorhanden, und zwei sind mit dem Schlundknochen verbunden. Der vorderste besitzt einen Ersatzzahn, der aus einem glockenförmigen Schmelzorgan und einer Mesodermpapille besteht und noch nicht die zusammengedrückte Form angenommen hat, welche bei den oben erwähnten Anlagen beschrieben ist, sondern eine breite, an die bei dem Lachs erinnernde.

Die Schlundzähne von *Carassius vulgaris*.

Die zwei untersuchten Exemplare besitzen eine Länge von 22 resp. 27 mm und zeichnen sich durch eine reiche Bezahnung des Schlundknochens aus. Während beim erwachsenen Thiere nur eine aus 4 Zähnen bestehende Zahnreihe¹⁾ vorkommt, ist hier eine grössere Anzahl Zähne vorhanden, welche drei Reihen bilden, von denen die linguale die am weitesten ausgebildete und folglich auch zuerst angelegte ist. In derselben sind alle 4 Zähne vorhanden, Zahnbein und Schmelz sind entwickelt; die 3 vordersten haben das Epithel durchbrochen, der hinterste nicht; der 2. und der 3. sind mit Ersatzzähnen versehen, welche in der Schleimhaut liegen, aber sich vollständig von der ersten Dentition abgeschnürt haben und Dentin und Schmelz besitzen. Die mittlere und die laterale Reihe bestehen aus je zwei Zähnen, von denen die vordern mit ihren Ersatz-

1) No. 8, V. 3, p. 147.

zählen sich auf derselben Entwicklungsstufe wie diejenigen der lingualen Reihe befinden; die hintern sind dagegen kleiner.

Die Ersatzzähne der ältern Thiere.

Was diese Zähne anbetrifft, so habe ich sie bei *Lota vulgaris*, *Perca fluviatilis*, *Lucioperca sandra* und *Esox lucius* untersucht und gefunden, dass ihre Entstehung sich etwas verschieden verhält, je nachdem sie in einer Reihe oder in mehreren angeordnet sind.

Auf dem Intermaxillare und Dentale von *Lota vulgaris* und *Perca fluviatilis*, wo die Zähne mehrreihig stehen ¹⁾ und betreffs ihrer Entwicklung keine Abweichungen von einander darbieten, kommt bei ganz erwachsenen Thieren eine längs dem Knochen fortlaufende breite Schmelzleiste vor, die alle neben einander gelegenen Zahnreihen umfasst. Nimmt man einen Schnitt ein wenig hinter den hintersten Zähnen, so bemerkt man eine deutliche Epitheleinstülpung (Fig. 18 *sL*), welche das Ende der Schmelzleiste ist und wie das übrige Epithel aus mehreren Arten Zellen gebildet wird. Oberflächlich liegen grosse, runde Zellen, von welchen einige in die Leiste hineingewandert sind, tiefer kleinere, ovale und nächst dem Bindegewebe eine Schicht von cylinderförmigen. Vom Boden der Leiste senkt sich mehr oder weniger tief in das Bindegewebe hinein eine grosse Anzahl von Zahnanlagen auf verschiedenen Entwicklungsstufen, welche sich ganz so entwickeln, wie es vom Lachs u. a. oben beschrieben worden ist. Aber im Gegensatz zum Verhalten bei diesen geht die Anlage eines Ersatzzahnes nie von der lingualen Seite der Leiste aus, sondern sie entsteht nur von dem Boden derselben. Ein Schnitt aus dem mittlern oder vordern Theile des Knochens zeigt ebenfalls eine Menge von Zähnen und Zahnanlagen auf verschiedener Ausbildungsstufe, und die breite Schmelzleiste ist noch immer deutlich zu verfolgen (Fig. 19). Im vordern Ende der Kieferknochen verhält sich die Leiste ganz wie im hintern, d. h. sie verschmälert sich und erstreckt sich ein wenig medialwärts von den vordersten Zähnen.

Lucioperca sandra und *Esox lucius* besitzen nur eine Reihe Zähne, erstere Art auf allen zahntragenden Knochen, letztere auf dem Intermaxillare und dem Mandibulare ²⁾. Weil bei dem Sander im vordern Theil des Unterkiefers und des Zwischenkiefers grosse und kleine Zähne dicht hinter einander vorhanden sind, könnte es bisweilen auf

1) No. 8, V. 2, p. 149, und V. 1, p. 45.

2) No. 8, V. 1, p. 61, und V. 2, p. 480.

Schnitten den Eindruck machen, als ob sie neben einander ständen; dies beruht jedoch darauf, dass die Wurzel eines grossen Zahnes sich unter diejenige eines kleinen erstreckt. Mit Hinsicht auf den von mir untersuchten Zwischen- und Unterkiefer von *Lucioperca sandra* und einen Unterkiefer von *Esox lucius* bin ich zu dem Resultate gekommen, dass auch bei ältern Thieren eine wohl erhaltene Schmelzleiste vorhanden ist, und dass die Ersatzzähne nicht wie bei *Perca* und *Lota* auf dem tiefsten Punkt der Leiste, sondern an deren lingualer Seite wie beim Lachs u. a. entstehen. Bisweilen wird jedoch, besonders bei ältern Thieren, die Schmelzleiste zwischen den Zähnen resorbirt, denn beim Hecht — es war ein grosses Exemplar — konnte sie im mittlern Theile des Unterkiefers, wo die Zähne ihre bedeutendste Grösse erreichen, nicht mehr nachgewiesen werden; sonst war sie überall noch deutlich erhalten (Fig. 20). Die Ersatzzähne treten in reichlicher Menge auf: bei *Lucioperca* bilden sich in der vordern Kieferhälfte, wo die grössern Zähne sich befinden, sehr oft zwei Schmelzkeime von verschiedener Entwicklung, welche die Anlagen zu zwei Zähnen sind, die einen fertigen Zahn der Reihe nach ersetzen werden, und *Esox* besitzt sogar drei solche Zahnkeime (Fig. 20 *zlk*). Von diesen hat der älteste sich dem Kieferknochen sehr viel genähert, wogegen die beiden andern mehr oberflächlich liegen.

Auf dem Palatinum stehen bei *Esox* die Zähne in mehreren Reihen, aber hier findet sich nicht wie bei *Perca* und *Lota* eine breite, alle Zahnreihen umfassende Schmelzleiste, sondern mehrere Leisten, die ohne Verbindung mit einander verlaufen. Jede von diesen bringt nur eine Zahnreihe mit den Anlagen der Ersatzzähne auf ihrer lingualen Seite hervor. Diese Zahnproduction ist besonders lebhaft auf der innern Seite und im vordern und mittlern Theile des Knochens, wo die Zähne am grössten sind und am meisten gebraucht werden.

II. Vergleichung und Zusammenfassung.

Es ist schon bemerkt, dass zwei verschiedene Ansichten betreffs der Entstehung der Zähne der Knochenfische aufgestellt sind. Nach der einen — von OWEN und TAUBER vertreten — bilden sie sich durch Anhäufungen im bindegewebigen Theile der Schleimhaut der Mundhöhle, nach der andern — von BOAS, HEINCKE, HUXLEY und TOMES vertreten — durch Einstülpungen des Mundepithels. Kürzlich hat

RÖSE¹⁾ in seiner Arbeit über die Zahnentwicklung der Reptilien erwähnt, dass die ersten Zahnanlagen der Knochenfische sich in Form von typischen, über das Niveau der Schleimhaut hervorragenden Papillen entwickeln, ohne aber bisher die Beobachtungen an Knochenfischen, auf welche sich diese Behauptung stützt, dargelegt zu haben. Im Gegensatz zu diesen Auffassungen geht aus meinen Untersuchungen an *Salmo salar*, *Abramis brama* u. a. hervor, dass bei diesen Teleosteen wenigstens der erste Anstoss der Zahnbildung durch eine Verlängerung und Wucherung der untersten Zellschicht des Epithels gegeben wird (Fig. 3 u. 4), und dass diese Bildung bald in eine Schmelzleiste übergeht (Fig. 5). In dem Auftreten einer continuirlichen Schmelzleiste stimmt die Zahnbildung der Knochenfische mit dem Verhalten bei den höhern Wirbelthieren überein, bei welchen man ja schon lange eine solche gekannt hat. Diese Leiste tritt ununterbrochen an allen zahntragenden Theilen der Mundhöhle auf. TAUBER, der auch Embryonen zu seiner Verfügung gehabt, spricht nicht von freien Papillen bei *Zoarces*²⁾. Erwähnung verdient noch die Untersuchung eines 52 mm langen jungen Lachses, welcher in jeder Unterkieferhälfte nur drei winzige Zahnanlagen und einige kleine auf dem Maxillare und Intermaxillare besass, von denen aber keine die Schleimhaut durchbrochen hatte. An den übrigen zahntragenden Knochen waren keine Zähne vorhanden. Ein Vergleich mit dem Verhalten bei andern untersuchten Exemplaren derselben Art macht es wahrscheinlich, dass bei diesem Thiere die Zahnbildung in ihrer Entwicklung gehemmt war. Aber besonders im Unterkiefer fanden sich hinter den Zahnkeimen einige papillenartige Erhöhungen, welche aus einer Menge von verlängerten Zellen in der tiefsten Epithelschicht bestanden und mit den darüber liegenden über die Fläche der Schleimhaut emporragten (Fig. 21 *eh*). Da diese an einem so weit vorgeschrittenen Stadium wahrgenommen wurden, kann ich sie nicht mit den von RÖSE gefundenen Papillen homologisiren, sondern vermute, dass das Epithel der Mundhöhle hier nicht die Kraft gehabt hat, eine vollständige Zahnreihe hervorzubringen, sondern anstatt dieser nur vereinzelte Zahnanlagen und diese nutzlosen Ectodermanschwellungen erzeugt hat.

Wie RÖSE³⁾ will auch ich hervorheben, dass das Epithel bei der Zahnbildung das active Element ist, denn nicht nur die Schmelzleiste ist eine Epithelbildung, sondern im Grunde derselben verlängern sich

1) No. 11, p. 128 und 131. — 2) No. 13, p. 1. — 3) No. 11, p. 131.

die Zellen, um das früheste Auftreten eines Schmelzkeims der ersten Dentition einzuleiten (Fig. 1 u. 6), und auch das Auftreten der folgenden Zahngeneration geht von der Leiste aus. Ein knospenförmiges Stadium des Schmelzkeims, welches aus einer einfachen Anschwellung der Leiste besteht und bei den Säugern sich sehr früh ausbildet¹⁾, kommt wahrscheinlich bei den Knochenfischen nicht vor. TAUBER'S Behauptung²⁾, dass die Zahnanlagen aus einer grossen, gelben Zelle im Bindegewebe entstehen, kann ich nicht bestätigen, vielmehr besteht der Zahnbeinkeim, der sich aus dem Mesoderm bildet, von seinem ersten Auftreten an aus mehreren Zellen (Fig. 1 *zbk*). Bei niederen Wirbelthieren scheint eine functionslose Dentition sehr oft vorzukommen; so haben LECHE³⁾ sie bei *Iguana*, RÖSE⁴⁾ bei *Crocodilus* und Knochenfischen und TAUBER⁵⁾ bei einigen Knochenfischen nachgewiesen. Aber weder bei *Salmo* noch auch bei *Abramis* und *Cottus* habe ich Reste derselben gefunden, und ich glaube auch kaum, dass sie beim Lachs vorkommen; meine Auffassung wird durch die Thatsachen gestützt, dass sie weder in den untersuchten Eiern gefunden worden, noch auf dem Intermaxillare, Vomer und Palatinum, wo die Zähne sich spät anlegen, in den frühern Stadien gebildet sind. Auch kann ich TAUBER'S Ansicht⁶⁾ nicht beipflichten, dass einige Zahnkeime wegen Mangels an Raum in ihrer Entwicklung gehemmt werden. Die Zwischenräume zwischen den Anlagen sind vielmehr in frühen Stadien so gross, dass unaufhörlich neue Zähne zwischen schon vorhandenen auftreten, worin die Zahnentwicklung bei den Knochenfischen einen grossen Unterschied gegen diejenige bei den Säugern darbietet, bei welchen die Zähne sich in einer Reihe, der eine hinter dem andern, anlegen. Bei den hier untersuchten Knochenfischen besitzt die Schmelzleiste wie bei den Sauriern (*Iguana*) nach LECHE⁷⁾ eine grössere Breite (Fig. 5 u. 18) als bei den Säugern, welches Verhältniss nach diesem Forscher durch die reichere Zahnproduction dieser Thiere verursacht wird. Zwar erreicht sie nach HERTWIG⁸⁾ bei den Selachiern, die sich durch einen besonders lebhaften Zahnwechsel auszeichnen, diese Form nicht, was ich auch bei einem Embryo von *Acanthias vulgaris* von 19 cm Länge gesehen habe, aber hier wird die geringere Breite durch die ansehnlichere Tiefe ersetzt. Von besonderem

1) No. 6, p. 508. — 2) No. 13, p. 1. — 3) No. 7, p. 795. —
 4) No. 11, p. 129 und 131. — 5) No. 13, p. 2. — 6) No. 13, p. 2. —
 7) No. 7, p. 797. — 8) No. 4, p. 364.

Interesse ist, dass die erste Dentition sich auf dem Grund der Schmelzleiste (Fig. 9), nicht an der Seite anlegt, wie dies der Fall ist bei den Selachiern ¹⁾, den Sauriern ²⁾ und den Säugern ³⁾, und dass die folgenden Zahngenerationen sich mehr oberflächlich (Fig. 11, 15, 20) an der lingualen Seite derselben entwickeln, wenn die Schmelzleiste nur eine Zahnreihe umfasst, und schliesslich, dass dabei entweder nur ein neuer Schmelzkeim (*Abramis*) oder zwei bis drei (*Salmo*, *Lucioperca*, *Esox*) beinahe gleichzeitig auftreten können, um einen Zahn zu ersetzen. Diese so eigenthümliche Lage der Ersatzzähne hängt offenbar mit der Entstehung der ersten Dentition zusammen. Weil diese den ganzen Boden der Leiste einnimmt, müssen die folgenden Generationen an der lingualen Seite sich bilden, aber wenn ein Zahn ausgefallen ist, senkt sich sein Ersatzzahn in die Tiefe hinab, um seinen Platz einzunehmen. Eine solche Verschiebung findet nicht nur bei den Knochenfischen statt, sie kommt nach HERTWIG ⁴⁾ auch bei den Selachiern vor, bei welchen sich die zahntragende Schleimhaut unaufhörlich nach vorn bewegt, wobei die jüngern Zähne die verlorenen ersetzen.

Das erwähnte, beinahe gleichzeitige Auftreten von mehreren Ersatzzähnen bei denjenigen Raubfischen, welche Zähne nur in einer Reihe besitzen, wird durch die rasche Abnutzung der functionirenden Zähne bedingt. Wohl kann es beim Hecht (Fig. 20) scheinen, als ob der jüngste Schmelzkeim nicht von der Schmelzleiste, sondern vom äussern Epithel eines vorher angelegten Schmelzkeims sich ausstülpe; aber da aus andern Schnitten hervorgeht, dass der Schmelzkeim eines Ersatzzahnes sich von der lingualen Seite der Leiste abzweigt, und dass bei *Salmo* (Fig. 12) und *Lucioperca* sogar zwei auf dieselbe Weise entstehen, so glaube ich nicht, dass der fragliche Zahnkeim abweichend von dem Verhalten bei den übrigen von mir untersuchten Knochenfischen sich bildet, sondern gleichfalls unmittelbar von der Schmelzleiste ausgeht. In Folge der weit vorgeschrittenen Entwicklungsstufe der Keime der zwei ältern Ersatzzähne, in welchen Dentin und Schmelz sich in grosser Menge abgesetzt haben, ist eine Loslösung von der Schmelzleiste eingetreten; die Epithelanhäufungen an der Seite der Zahnkeime beweisen, dass diese kaum abgeschlossen ist. Hinsichtlich des Hechtes haben HEINCKE und TOMES beobachtet, dass

1) No. 4, p. 379. — 2) No. 7, p. 798. — 3) No. 6, p. 509. fig. 2 u. 3. — No. 4, p. 385.

hier eine lebhaftere Zahnproduction stattfindet; der erstgenannte Forscher erwähnt, dass der Keim eines Ersatzzahnes vom Schmelzkeim eines Zahnes ausgeht ¹⁾, und TOMES ²⁾ hat gefunden, dass es bei *Esox* nichts Ungewöhnliches ist, zwei Zahnanlagen von verschiedener Entwicklung anzutreffen, welche einen und denselben Zahn ersetzen werden, ein Verhalten, welches er beim Schellfisch, Aal und Barsch nicht beobachtet hat.

Besitzt wieder die Schmelzleiste eine ansehnliche Breite, indem sie mehrere Zahnreihen umfasst (*Lota*, *Perca*), so bilden sich die Ersatzzähne am tiefsten Punkte der Leiste und nicht auf der lingualen Seite derselben. Diese Abweichung wird offenbar durch Mangel an Platz verursacht, denn neben einem Zahn befindet sich ja ein anderer, und darum müssen sich die neuen Schmelzkeime am Boden der Leiste anlegen.

Zwar finden sich Zähne in mehreren Reihen auf dem Palatinum von *Esox lucius* und den Schlundknochen von *Abramis brama* und von jüngern Individuen von *Carassius vulgaris*; aber sie liegen nicht so dicht an einander, und dem zu Folge haben mehrere Schmelzleisten sich gebildet, und die Ersatzzähne können wie gewöhnlich auf der Lingualseite der Leiste entstehen.

Die Zahnbildung der Knochenfische bietet einen wichtigen Unterschied von dem Verhalten bei den Säugern im Vorhandensein einer während des ganzen Lebens persistirenden Schmelzleiste dar und nähert sich mehr derjenigen der übrigen niedern Wirbelthiere, bei welchen eine solche Zeit Lebens functionirt. Eine Verschiedenheit liegt ferner darin, dass bei den Teleostern die Abschnürung der Zahnanlagen von der Schmelzleiste sehr spät stattfindet, während sie bei den Säugern nach LECHÉ ³⁾ eintritt, wenn das Zahnbein erst angefangen hat sich abzusetzen. Beim Lachs im Stadium L von 26 mm Länge, wenn Schmelz und Dentin sich gebildet haben und Ersatzzähne vorhanden sind, ist sie noch nicht vollendet. Hierin stimmen auch die Knochenfische mehr mit den Sauriern überein, deren Zahnkeime nach dem genannten Forscher sich sehr spät von der Schmelzleiste loslösen ⁴⁾. Auch die Zähne der folgenden Dentitionen hängen sehr lange mit der Leiste zusammen. Sie schnüren sich, wie sich aus den Untersuchungen an *Carassius*, *Esox*, *Lota* u. a. ergibt, erst vollständig

1) No. 3, p. 55. — 2) No. 14, p. 265. — 3) No. 6, p. 509 u. fig. 1.
— 4) No. 7, p. 797.

ab, wenn Zahnbein und Schmelz überall, wo sie sonst anzutreffen sind, sich entwickelt haben, wenn auch nicht in ihrer definitiven Menge.

Sehr oft kommen in den Embryonalstadien oder bei sehr jungen Individuen mehr Zahnanlagen resp. Zähne vor als beim erwachsenen Thiere. So sind auf der Zunge des Lachses im Stadium L sieben Zahnkeime vorhanden, während ein ausgebildetes Individuum nur drei Zähne besitzt¹⁾. Auch die Schlundzähne bei *Abramis brama* und *Carassius vulgaris* zeichnen sich durch ihre grosse Zahl aus (siehe oben). Es lässt sich aus einer Vergleichung zwischen den jüngern und den ältern Stadien dieser zwei Arten entnehmen, dass die linguale Zahnreihe sich zuerst bildet und die Zahnkeime von vorn nach hinten angelegt werden. Da nach LILLJEBORG²⁾ die Schlundzähne bei *Carassius vulgaris* in einer Reihe angeordnet sind und bei einer erwachsenen *Abramis brama* ausser der entwickelten Zahnreihe nur bisweilen auf dem einen Schlundknochen oder auch auf beiden ein kleiner rudimentärer Zahn angetroffen wird, der eine äussere Reihe repräsentirt, so erreichen offenbar die äussern Reihen in dem Embryonalstadium oder bei sehr jungen Individuen den Höhepunkt ihrer Entwicklung betreffs der Zahl. Bei *Abramis brama* kommt im jugendlichen Stadium ein Verhalten vor, das sich bei *Gobio* im ausgebildeten Zustande wiederfindet, denn dieser Fisch besitzt nach LILLJEBORG³⁾ 5 Zähne in der medialen und 2 in der äussern Reihe, und *Carassius vulgaris* steht in den hier untersuchten Entwicklungsstufen dem erwachsenen *Amblyrhynchichthys* und *Albulichthys* nahe, welche nach GÜNTHER⁴⁾ durch 3 Reihen von Schlundzähnen mit den Zahlen 2, 3 und 4 charakterisirt sind.

Da sich in den Zahnkeimen des Lachses auf dem Intermaxillare und Maxillare Dentin bildet, ehe eine Verknöcherung in diesen Theilen eingetreten ist, und auch das Zahnbein der hintern Schlundzähne bei *Abramis brama* sich früher anlegt, als der hintere Theil des untern Schlundknochens sich von dem Mesoderm absetzt, und auch, wenn die genannten Skelettheile verknöchert sind, die Zahnanlagen von denselben durch undifferenzirtes Mesoderm getrennt sind, so steht die Zahnbildung in keinem Zusammenhang mit dem Auftreten der zahntragenden Knochen, wie dies nach LECHE⁵⁾, RÖSE u. A. auch bei den Säugern der Fall ist.

1) No. 8, V. 2, p. 519. — 2) No. 8, V. 3, p. 147 und 278. — 3) No. 8, V. 3, p. 161. — 4) No. 2, V. 7, p. 159. — 5) No. 6, p. 535.

Was die Veränderungen der Zellen des Zahnkeims während der Zahnentwicklung betrifft, so sind diese schon erwähnt und stimmen mit den Angaben von HEINCKE ¹⁾ und TOMES ²⁾ überein, welche Forscher sie eingehend beschrieben haben. Hier ist nur hinzuzufügen, dass, während die tiefste Schicht des Ectoderms aus kurzen, beinahe quadratischen Zellen besteht, diejenigen der Schmelzleiste cylinderförmig sind (Fig. 5). Die Zellen des innern Epithels des Schmelzkeims besitzen in den frühern Entwicklungsstadien alle eine gleichartige, cylindrische Form (Fig. 2), in den spätern aber verlängern sich diejenigen, welche an der Spitze der Zahnanlagen liegen (Fig. 9 u. 10); die Zellkerne befinden sich in den jüngsten Stadien in der Nähe des Zahnbeinkeims, sind aber in den ältern nach der Peripherie gerückt. Mit der Schmelzbildung oder, wie es scheint, schon vorher fängt eine Rückbildung dieser Zellen an; sie verlieren ihre langgestreckte Form, werden kurz, ja bekommen sogar das Aussehen der Zellen der oberflächlichen Epithelschichten (Fig. 11, 12 u. 17). Eine derartige Veränderung der entsprechenden Zellen tritt nach HERTWIG ³⁾ auch während der Zahnentwicklung bei den Selachiern ein.

Nach TOMES ⁴⁾ steht die Länge der Schmelzkeimzellen in directem Verhältniss zur Dicke des Schmelzes; ob diese Behauptung auch für die von mir untersuchten Fische gilt, kann ich nicht entscheiden. Zwar besitzen die fraglichen Zellen bei *Esox*, *Cottus*, *Perca* und *Salmo* eine ansehnliche Länge, und im Vergleich zur Grösse der Zahnanlagen sind sie relativ kürzer bei *Abramis*, *Carassius*, *Gasterosteus*, *Lota* und *Lucioperca*; da ich aber keine Zahnschliffe gemacht habe, kann ich nicht darüber urtheilen.

Wie HEINCKE ⁵⁾ habe ich gefunden, dass die Zellen des äussern Epithels des Schmelzkeims in den jüngsten Stadien ebenso kräftig wie diejenigen des innern sind (Fig. 2 u. 8), aber wenn diese sich vergrössern, verändern die erstgenannten sich nicht, ja, sie werden sogar kleiner, wie aus den Fig. 9, 10 u. 17 ersichtlich ist. Die beiden Schichten des Schmelzkeims sind nur durch gewöhnliche Epithelzellen, nicht durch ein sternförmiges Gewebe geschieden; also fehlt hier eine vollständige, geschlossene Schmelzpulpa; nach HEINCKE ⁶⁾ fehlt sie bei den Cyprinoiden und nach RÖSE ⁷⁾ bei den Amphibien. HERT-

1) No. 3, p. 29 ff. — 2) No. 14, p. 263. — 3) No. 4, p. 383. —
 4) No. 14, p. 265. — 5) No. 3, p. 32 u. 33. — 6) No. 3, p. 33. —
 7) No. 12, p. 573.

WIG erwähnt sie bei den Selachiern nicht, ich habe sie auch bei dem untersuchten *Acanthias*-Embryo nicht gesehen. Da sie nach LECHE ¹⁾ bei *Iguana* und nach RÖSE ²⁾ beim Crocodil und Chamäleon vorkommt, tritt sie wohl erst bei den Reptilien auf.

Sehr früh sowohl in der ersten Dentition als auch in den folgenden bildet sich im Zahnbeinkeim ein Dentinscherbchen, das sich bald vergrößert und die ganze Papille umkleidet (Fig. 14), worauf das Zahnbein mit dem zahntragenden Skelettheil verwächst.

Die Odontoblasten sind, wie auch HEINCKE ³⁾ angiebt, bei den verschiedenen Thieren von verschiedener Form; bei *Abramis*, *Carassius*, *Gasterosteus* und *Lucioperca* sind sie mehr langgestreckt als bei *Esox*, *Cottus*, *Perca*, *Lota* und *Salmo*. Die Zahnpulpa ist mit grossen Zellen ausgefüllt, welche in Reihen angeordnet sind, und steht bei *Abramis* und *Carassius* in offenem Zusammenhang mit den Markräumen des Schlundknochens (Fig. 17), wie auch der letztgenannte Forscher ⁴⁾ gefunden hat.

Ergebnisse.

- 1) Eine Schmelzleiste zieht sich ununterbrochen über die ganze Länge der zahntragenden Knochen.
- 2) Die Schmelzleiste ist durch eine ansehnliche Breite gekennzeichnet.
- 3) Der erste Anstoss der Zahnbildung geht vom Boden der Schmelzleiste und zwar durch Verlängerung der Zellen derselben aus.
- 4) Die Zähne legen sich im Embryonalstadium nicht in einer ununterbrochenen Reihe an, sondern aus der unverbrauchten Schmelzleiste entwickeln sich später zwischen den zuerst entstandenen Zähnen neue.
- 5) Die Schmelzleiste bleibt das ganze Leben hindurch bestehen, kann aber bisweilen im mittlern Theile des Kiefers zwischen den Zähnen resorbirt werden (*Esox*).
- 6) Die Schmelzkeime der Ersatzzähne gehen entweder vom Boden oder von der lingualen Seite der Schmelzleiste aus.
- 7) Eine Schmelzpulpa fehlt.

1) No. 7, p. 800. — 2) No. 11, p. 131, und No. 12, p. 572. — 3) No. 3, p. 41. — 4) No. 3, p. 25.

8) Bisweilen finden sich in jüngern Stadien mehr Zahnanlagen resp. Zähne als beim erwachsenen Thiere.

9) Die Abschnürung der Zahnanlagen von der Schmelzleiste findet sehr spät statt.

10) Die Zahnbildung steht, im Gegensatz zu dem Verhalten bei den Amphibien, in keinem Zusammenhang mit dem Auftreten der zahntragenden Knochen, sondern Dentin und Knochen bilden sich unabhängig von einander.

Stockholm, im Mai 1894.

Literaturverzeichniss.

1. BOAS, Die Zähne der Scaroiden, in: Zeitschr. f. wiss. Zool., V. 32.
2. GÜNTHER, Catalogue of the Fishes in the British Museum.
3. HEINCKE, Untersuchungen über die Zähne niederer Wirbelthiere, in: Zeitschr. f. wiss. Zool., V. 23.
4. O. HERTWIG, Ueber Bau und Entwicklung der Placoidschuppen u. der Zähne der Selachier, in: Jenaische Zeitschr. f. Naturw., V. 8 (N. F. V. 1).
5. HUXLEY, On the development of the teeth, and on the nature and importance of NASMYTH's „persistent capsule“, in: Quart. Journ. Microscop. Science, London 1853.
6. LECHE, Studien über die Entwicklung des Zahnsystems bei den Säugethieren, in: Morph. Jahrb., V. 19, 1892.
7. — Ueber die Zahnentwicklung von *Iguana tuberculata*, in: Anat. Anz., Jahrg. 8, 1893.
8. LILLJEBORG, Sveriges och Norges Fauna, Fiskarne, Upsala 1891.
9. OWEN, Odontology, London 1840—1845.
10. RÖSE, Ueber die Entwicklung der Zähne des Menschen, in: Archiv Mikrosk. Anat., V. 38.
11. — Ueber die Zahnentwicklung der Reptilien, in: Deutsche Monatschrift f. Zahnheilkunde, 1892, Jahrg. 10.
12. — Ueber die Zahnentwicklung von *Chamaeleon*, in: Anat. Anz., 8. Jahrg., 1893.
13. TAUBER, Tanddannelse og Tandudvikling hos *Hvirveldyrene*, Kjöbenhavn 1876.
14. TOMES, On the development of the teeth of Fishes (Elasmobranchii and Teleostei), in: Phil. Trans. Roy. Soc. London, V. 166, London 1876.

Erklärung der Abbildungen.

Für alle Figuren gültige Bezeichnungen.

Der MECKEL'sche Knorpel ist blau und die Knochen sind gelb dargestellt.

| | |
|--|---|
| <i>ae</i> Aeusseres Epithel des Schmelzkeims. | <i>slk</i> Schlundknochen. |
| <i>bg</i> Bindegewebe. | <i>slr</i> Reste der Schmelzleiste. |
| <i>d</i> Dentin. | <i>u</i> Unterkieferknochen. |
| <i>e</i> Undifferenzirtes Ectoderm. | <i>v</i> Verlängerung der Zellen der untersten Ectodermschicht. |
| <i>eh</i> Papillenartige Erhebungen. | <i>z</i> Zahnkeim. |
| <i>ep</i> Epithel. | <i>z²</i> Zahnkeim der 2. Dentition. |
| <i>fz</i> Functionirender Zahn. | <i>z³</i> " " 3. " |
| <i>ie</i> Inneres Epithel des Schmelzkeims. | <i>z^{bk}</i> Zahnbeinkeim. |
| <i>lb</i> Labiale Seite des Schnittes. | <i>zk</i> Anlage eines Ersatzzahnes, der zu einer von den spätern Dentitionen gehört. |
| <i>lg</i> Linguale " " " | <i>zp</i> Zahnpulpa. |
| <i>m</i> Undifferenzirtes Mesoderm. | <i>zs</i> Zahnsäckchen. |
| <i>mk</i> MECKEL'scher Knorpel. | <i>zv</i> Verlängerung der Ectodermzellen, die der Bildung der Schmelzleiste vorangeht. |
| <i>mr</i> Markräume des Schlundknochens. | <i>zw</i> Wucherung der Ectodermzellen bei der Bildung der Schmelzleiste. |
| <i>p</i> Palatinum. | <i>z^{wk}</i> Zwischenkieferknochen. |
| <i>s</i> Schmelz. | |
| <i>sk</i> Schmelzkeim. | |
| <i>sl</i> Schmelzleiste. | |
| <i>slä</i> Zahnanlage in der äussern Reihe von Schlundzähnen bei <i>Abra-mis brama</i> | |

Die Abbildungen sind mit Hilfe der Camera lucida und Mikroskope von HARTNACK, Objectiv 6, nur Fig. 18, 19 und 20 mit Objectiv 4, und eingeschobenem Tubus ausgeführt.

Tafel 12.

Fig. 1. *Salmo salar*. Stadium A. Frontalschnitt durch den Unterkiefer. Die erste Zahnanlage, aus einem kappenförmigen Schmelzkeim und einer Mesodermpapille bestehend.

Fig. 2. *Salmo salar*. Stadium A. Frontalschnitt durch den Unterkiefer. Die dritte Zahnanlage, deren Schmelzkeim sich dem glockenförmigen Stadium nähert.

Fig. 3. *Salmo salar*. Stadium A. Frontalschnitt durch den Unterkiefer. Verlängerung der tiefsten Schicht der Ectodermzellen, welche der Bildung der Schmelzleiste vorangeht.

Fig. 4. *Salmo salar*. Stadium A. Frontalschnitt durch den Unterkiefer. Eine weiter vorgeschrittene Entwicklungsstufe der Verlängerung und Wucherung der Ectodermzellen als die in Fig. 3 dargestellte.

Fig. 5. *Salmo salar*. Stadium A. Frontalschnitt durch den Unterkiefer, um die Schmelzleiste zu zeigen.

Fig. 6. *Salmo salar*. Stadium B. Frontalschnitt durch den Unterkiefer. Ein Zahnkeim, der nur aus den verlängerten Zellen am Grunde der Schmelzleiste besteht, ehe noch eine Mesodermpapille sich gebildet hat.

Fig. 7. *Salmo salar*. Stadium D. Frontalschnitt durch den Unterkiefer. Die Schmelzleiste hat hier eine mehr zusammengedrückte Form als gewöhnlich.

Fig. 8. *Salmo salar*. Stadium E. Frontalschnitt durch den Unterkiefer. Lingualwärts von der vordersten Zahnanlage befindet sich ein Zahnkeim, welcher eine Andeutung einer inneren Zahnreihe repräsentirt. Aus zwei Schnitten combinirt.

Fig. 9. *Salmo salar*. Stadium G. Frontalschnitt durch den Unterkiefer. Eine weiter entwickelte Zahnanlage als die vorher abgebildeten; die Zellen des Schmelzkeims sind an der Spitze ansehnlich verlängert.

Fig. 10. *Salmo salar*. Stadium H. Frontalschnitt durch den Unterkiefer. Auf der lingualen Seite der Schmelzleiste tritt ein Zahnkeim der 2. Dentition, nur aus verlängerten Ectodermzellen gebildet, auf.

Fig. 11. *Salmo salar*. Stadium K. Frontalschnitt durch den Unterkiefer. Eine Zahnanlage der 1. Dentition nebst ihrem Ersatzzahn.

Fig. 12. *Salmo salar*. Stadium L. Frontalschnitt durch den Unterkiefer. Eine Zahnanlage der 1. Dentition mit ihren Ersatzzähnen, zur 2. und 3. Dentition gehörend. Aus drei Schnitten combinirt.

Fig. 13. *Salmo salar*. Stadium J. Frontalschnitt durch den Zwischenkiefer. Der Schnitt hat nicht den mittlern Theil der Zahnanlage getroffen und zeigt, dass der Zahnkeim angefangen hat, sich vom Mundepithel abzuschneiden.

Fig. 14. *Salmo salar*. Stadium K. Frontalschnitt durch den Zwischenkiefer in einem Entwicklungsstadium, wo das Zahnbein vom Kieferknochen noch durch undifferenzirtes Mesoderm getrennt ist.

Fig. 15. *Salmo salar*. Stadium L. Frontalschnitt durch das Palatinum. Eine Zahnanlage mit ihrem Ersatzzahn, der auf einer Entwicklungsstufe zwischen den in Fig. 10 und 11 dargestellten steht.

Fig. 16. *Abramis brama*. Stadium A. Frontalschnitt durch eine Schlundzahnanlage. Der Zahnkeim hat sich theilweise von der Schmelzleiste losgetrennt.

Tafel 13.

Fig. 17. *Abramis brama*. Stadium B. Frontalschnitt durch die Schlundzahnanlagen, die in zwei Reihen geordnet sind. Die oberflächlichsten Ectodermsschichten sind nicht mitgezeichnet.

Fig. 18. *Lota vulgaris*. Frontalschnitt durch den Zwischenkiefer einige Schnitte hinter dem Ende der Zahnreihen, um die Schmelzleiste zu zeigen.

Fig. 19. *Lota vulgaris*. Frontalschnitt durch den mittlern Theil des Zwischenkiefers. Die Schmelzkeime der Ersatzzähne gehen vom Boden der Schmelzleiste aus.

Fig. 20. *Esox lucius*. Frontalschnitt durch den hintern Theil des Unterkiefers. Ein functionirender Zahn nebst seinen Ersatzzähnen. Da der Schnitt nicht den mittlern Theil des functionirenden Zahnes getroffen hat, sehen wir hier die Spitze noch nicht über das Mundepithel emporragen.

Fig. 21. Querschnitt durch den Unterkiefer eines 52 mm langen Lachses. In der Schleimhaut befinden sich einige papillenartige Erhebungen, welche in drei verschiedenen Entwicklungsstadien dargestellt sind.

Nachschrift.

Während der Drucklegung meiner Arbeit hat Herr Dr. Röse im Anatomischen Anzeiger V. 9 (18. Juli 1894), p. 653—662 seine Untersuchungen: „Ueber die Zahnentwicklung der Fische“ veröffentlicht, worin er die Zahnentstehung bei den Ganoiden (*Lepidosteus osseus*) und den Teleosteern (*Salmo salar*, *Salmo fario*, *Thymallus vulgaris* und *Coregonus hartmanni*¹⁾) beschreibt. Betreffs der Knochenfische ist er theilweise zu andern Resultaten als ich gekommen. Zuerst hat er im Gegensatz zu mir ein „freies Papillenstadium“ gefunden. Er citirt p. 653 seine ältere Arbeit „Ueber die Zahnentwicklung der Reptilien“ und sagt: „dass sich bei sämtlichen tiefer stehenden Wirbelthieren bis herauf zu den Urodelen die ersten Zahnanlagen in Gestalt von ausgeprägten, über das Niveau der Schleimhaut emporragenden Papillen bilden“. Wenn er aber diese Behauptung auf

1) Druckfehler statt *C. wartmanni*. Anmerk. d. Herausgebers.

p. 654 dahin erklärt und erweitert, „dass es ganz nebensächlich ist, ob die Spitzen der Zahnanlagen sogar kuppenförmig über die oberflächlichste Zellenlage des Epithels hervorragen (Crocodile) oder nicht“, so hat er offenbar seine frühere Definition, was man unter „freiem Papillenstadium“ zu verstehen hat, selbst aufgegeben. Dass ein „freies Papillenstadium“ dieser Art bei den Knochenfischen nicht existirt, geht sowohl aus RÖSE's eigenen als auch aus meinen Untersuchungen hervor. Das aber, was RÖSE jetzt als „freies Papillenstadium“ bei den Knochenfischen beschreibt, habe ich allerdings auch gefunden, wie aus meiner obigen Darlegung hervorgeht, wenn ich auch nicht die geringste Veranlassung haben konnte, bei Knochenfischen von einem freien Papillenstadium zu sprechen, am wenigstens mit Rücksicht auf die bisherige RÖSE'sche Definition desselben. Zwischen unsern thatsächlichen Befunden besteht somit keine Differenz.

Ein anderer und wesentlicherer Unterschied ist, dass ich bei allen untersuchten Knochenfischen eine deutliche Schmelzleiste gesehen habe, auch bei Lachslarven von derselben Grösse wie diejenigen, welche auch RÖSE untersucht hat, ohne eine Schmelzleiste zu bemerken. Da ich jedoch nicht nur beim Lachs, sondern auch bei *Cottus quadricornis*, *Gasterosteus aculeatus*, *Abramis brama*, *Carassius vulgaris*, *Lota vulgaris*, *Perca fluviatilis*, *Lucioperca sandra* und *Esox lucius* eine überall gut ausgeprägte Schmelzleiste gefunden habe, können unsere verschiedenen Angaben nur dadurch erklärt werden, dass RÖSE eine andere Auffassung von einer Schmelzleiste hat als ich. Sie ist nach meiner Beobachtung eine vom Mundhöhlenepithel ausgehende Leiste, die in das Mesoderm eindringt, sich ununterbrochen längs des später zahntragenden Mundtheiles hinzieht und die Schmelzorgane der Zähne hervorbringt.

Die dritte, mit der vorigen in Verbindung stehende Differenz ist die Genese der Ersatzzähne; nach RÖSE „treibt die Kieferschleimhaut für jede Zahnanlage einen gesonderten Epithelzapfen in die Tiefe“ (p. 654); ich aber habe gefunden, dass die Schmelzorgane dieser Zähne von der Schmelzleiste ausgehen (Fig. 10, 12 u. 19). Dass auch bei den Knochenfischen eine Schmelzleiste vorkommt, beweist nur, dass die Zähne hier dieselbe Bildungsart wie bei den Selachiern, Saurosiden und Mammalien haben.

*Nachdruck verboten
Uebersetzungsrecht vorbehalten.*

Die spätere Entwicklung der Polynoë-Larve.

Von

Dr. Valentin Häcker,

Privatdocent und Assistent am Zoologischen Institut der Universität Freiburg i. B.

Hierzu Tafel 14—17.

Das Material, welches dieser Arbeit zu Grunde liegt, ist grossen Theiles im Frühjahr 1893 in Triest, und zwar ursprünglich zu kerngeschichtlichen Zwecken, gesammelt worden. Im Verlauf der in dieser Richtung sich bewegenden Untersuchung ergab sich aber, dass die vorliegenden Stadien von *Polynoë* vor Allem in entwicklungsgeschichtlicher Beziehung günstige Verhältnisse zeigten und in vielen Punkten geeignet waren, für die Kenntniss der Polychäten-Entwicklung brauchbares Material zu liefern. Ich entschloss mich daher, die Metamorphose und Histogenie der *Polynoë*-Larve von der Bildung der Metameren an bis zum Eintritt derjenigen Veränderungen, welche die Umwandlung in die ausgebildete Form herbeiführen, in eingehender Weise zu verfolgen.

Schon an anderer Stelle hatte ich Gelegenheit, dem K. K. Ministerium für Cultus und Unterricht und dem Director der Triester Station, Herrn Hofrath CLAUS, für Ueberlassung eines Arbeitsplatzes, sowie Herrn Inspector Dr. GRÄFFE für seine mannigfache Unterstützung meinen Dank auszusprechen.

Zu grossem Dank bin ich auch Herrn Professor H. E. ZIEGLER verpflichtet, welcher auf meine Bitte im Frühjahr 1894 in Triest weiteres werthvolles Material conservirte und mir in liebenswürdiger Weise zur Verfügung stellte, sowie Herrn Prof. v. MARENZELLER dafür, dass er mich auf einige versteckte Literaturangaben aufmerksam machte.

Bei der Ausführung dieser Arbeit kam mir endlich der Umstand sehr zu statten, dass die ganze, eine Reihe seltener Arbeiten über Anneliden enthaltende Bibliothek von Prof. LANGERHANS und ebenso werthvolles, von demselben in Madeira gesammeltes Vergleichsmaterial auf dem hiesigen Zoologischen Institut deponirt ist.

Mein eigenes Material ist theils mit Pikrinsäure-Platinchlorid, theils mit Chromosmiumessigsäure-Platinchlorid conservirt und mit Alauncochenille gefärbt worden. Es erwiesen sich die genannten Conservierungsmittel auch für andere gleichzeitig untersuchte Wurmlarven (*Polygordius*, *Tomopteris*) sowohl hinsichtlich der Erhaltung der Körperform als auch in histologischer Beziehung als sehr geeignet. Nur für die Darstellung der feinern Nervenverzweigungen scheint die Dauer der Einwirkung (10—15 Minuten) eine zu kurze gewesen zu sein. Ein weiterer Nachtheil lag darin, dass in sämtlichen Geweben die Zellgrenzen nur wenig deutlich hervortraten und bei den mesodermalen, an die Leibeshöhle grenzenden Elementen das Zellplasma sich überhaupt kaum hervorhob.

Ueber die Morphogenie der Polynoïnen¹⁾ und anderer Aphroditiden.

Die ersten Angaben über die Entwicklung einer Polynoïne hat M. Sars (31) gemacht. Es war dies zugleich die erste Beobachtung der Entwicklung einer bestimmten Annelidenspecies und bedeutete insofern einen wichtigen Fortschritt gegenüber den wenige Jahre vorher veröffentlichten Befunden Lovén's (24), welchem weder die Mutterthiere seiner Larven, noch auch die spätern, einer genauern Bestimmung zugänglichen Stadien vorgelegen hatten. Sars giebt für *Polynoë cirrata* Sav.²⁾ einige Stadien der Furchung wieder und beschreibt den Bau der frei werdenden monotrochen Trochophoren. Letztere wurden vier Wochen im Aquarium gehalten, ohne dass sie weitere Veränderungen zeigten. Im Speciellen gelang es nicht, die Lovén'schen Beobachtungen über die Bildung der Fühler und die Gliederung in Segmente zu verfolgen.

1) Zur Orientirung über die äussere Gestalt der Polynoïnen vergl. die Beschreibung von *Polynoë spinifera* n. sp. und *P. pellucida* n. sp. bei Ehlers (7, p. 95 ff.); bezüglich des innern Baues namentlich die Dissertation von Kallenbach (20), sowie die Arbeit von Trautzsch (33, p. 83 ff.).

2) Die Laichzeit dieser Form fällt an der norwegischen Küste in die Monate Februar und März. Die Eier werden von dem Weibchen bis zum Freiwerden der Larven unter den Elytren getragen. Tab. 1, fig. 12 bei Sars giebt die Abbildung eines in Brutpflege stehenden Weibchens.

Hier setzen die Untersuchungen von M. MÜLLER (27) ein, welcher die ältern Entwicklungsstadien einer andern Species in Triest in den Monaten März und April im Meere freischwimmend antraf. Während die Sars'sche Trochophora nur ein Paar Augen, nach MÜLLER das spätere äusserste Paar besitzt, sind beim jüngsten MÜLLER'schen Stadium jederseits 3 Augen vorhanden, deren Zusammensetzung aus Linse und Pigmentbecher erkannt wird. Bei allen, auch bei den jüngsten beobachteten Larven findet sich dieselbe Anzahl von Segmenten in Anlage bezw. gleichzeitiger Ausbildung begriffen, nämlich acht, eingeschlossen das Afterglied und ausgenommen den Kopf. MÜLLER schliesst ganz richtig, dass die Entwicklung von *Polynoë* in Bezug auf die Bildung neuer Glieder bis zu einer gewissen Zeit stehen bleiben muss, und dass erst, wenn alle andern der vollendeten *Polynoë* eigenthümlichen Organe gebildet, die Larvenorgane dagegen verloren gegangen sind, der Hinterleib durch Erzeugung neuer Glieder verlängert wird. Auf diese in mehrfacher Hinsicht interessanten Verhältnisse wird im vorliegenden Aufsatz zurückgekommen werden. MÜLLER beschreibt ferner das Auftreten und den Dimorphismus der Borsten und die Bildung der Fussstummel des II.—VII. Segmentes, sowie der Fühlerecirren des I. Segmentes; es erscheinen sodann die Elytren und die beiden Cirren des Aftergliedes, und MÜLLER vermuthet mit Recht, dass um diese Zeit auch bereits die Dorsal- und Ventralcirren angelegt sein müssen (vergl. in diesem Aufsatz Fig. 2).

Nunmehr geht der Wimperkranz verloren, die Fühlerecirren des ersten Segments richten sich nach vorn, und die Fühler und Palpen des Kopfsegments kommen zur Entwicklung (vergl. hier Fig. 3). Die Form des Kopfes geht in ein breites Parallelogramm über, dessen zwei vordere Ecken nach vorn ausgezogen sind (Fig. 5 und 6). Das äussere (zuerst angelegte) Augenpaar reducirt sich allmählich, und die Anhänge des Kopfes und der Fussstummel wachsen zur definitiven Gestalt aus. „Der Verdauungstractus bietet noch dieselben Verhältnisse dar, wie früher; ein schmaler, dickwandiger Schlund und Speiseröhre setzt sich in einen sackförmigen Magen fort, und zwar findet ihr Uebergang in die obere Wand des Magens statt, so dass der Magen, von oben gesehen, da das Ende der Speiseröhre in der Mitte etwas auf ihm liegt, wie mit zwei Hörnern versehen, von unten dagegen ganz einfach erscheint; den Schluss bildet ein sehr kurzer Darm.“ Nunmehr werden auch die beiden Kiefer im Schlund wahrnehmbar, von denen jeder aus zwei ungezähnten einfachen Hörnern besteht.

Die nächste kurze Mittheilung über die Entwicklung der Polynoïnen stammt von CLAPARÈDE (4, p. 80). Auch bei der ihm vorliegenden Form (in St. Vaast bei Cherbourg im Sommer gefischt) sprossen gleichzeitig sechs Paar Ruder (II.—VII. Segment) hervor. Bei einer anscheinend einer andern Aphroditidengattung angehörigen Larve (von Kilmore, Sky) waren noch vor Bildung der Elytren und Cirren 11 Paar zweizeilige Fussstummel jederseits angelegt.

FEWKES (9) bildet sodann (vielleicht von einer *Lepidonotus*-Art) ein Stadium mit nur drei Paaren ziemlich weit entwickelter Ruderanlagen ab (tab. 4, fig. 16 und 17). Ein älteres, übrigens nur skizzenhaft wiedergegebenes Stadium einer Polynoïne (tab. 3, fig. 1—4) entspricht etwa dem Stadium unserer Fig. 2.

v. DRASCHE (6) hat aus der Familie der Aphroditiden die Entwicklung von *Hermione hystrix* SAV. und zwar vom Ei an untersucht (Zaule bei Triest, Oct.). Die jüngsten Larven sind im Gegensatz zu *Polynoë* telotroch. Die vier Tage alte Larve hat jederseits drei mit Borsten versehene Segmente entwickelt, die sechsstägige Larve hat vier Paar von Rudern, deren jedes ausser dem Aiculum 4 Borsten und die knopfförmigen Anlagen der Cirren bezw. Elytren erkennen lässt.

VIGUIER (36) erwähnt kurz eine *Polynoë*, welche „une véritable adaptation à la vie pélagique“ zeigte. Nach v. MARENZELLER (26) dürfte es sich hier um eine Larvenform handeln. Auch die von v. MARENZELLER beschriebene, mit *Lepidonotus* verwandte pelagische Polynoïne (*Nectochaeta*) hat, wie hier erwähnt werden soll, in Anpassung an das pelagische Leben ein larvales Merkmal, nämlich die ausserordentliche Länge der Borsten des untern Ruderastes, beibehalten. Die angegebenen relativen Dimensionen entsprechen den Verhältnissen, wie sie bei unserer Larve auftreten. Das einzige vorliegende Exemplar besass 24 Segmente.

Bezüglich der Entwicklung der äussern Körperform der *Polynoë*-Larve bis zum Stadium mit sieben ausgebildeten Segmenten (Fig. 1—3) ist den Angaben der frühern Autoren wenig hinzuzufügen. Der präorale Flimmerapparat der *Trochophora* besteht aus einem Pigmentreifen und dem Wimperkranz, der an der Dorsalseite deutlich seine Zweizeiligkeit hervortreten lässt (s. u.). Die Oberlippe, deren Abgrenzung gegen den präoralen Wimperkranz besser auf Schnittbildern (s. u.) hervortritt, und die Unterlippe sind mit dichten Wimpern besetzt, die sich in den Oesophagus hinein fortsetzen. Der leicht eingesenkte mittlere Abschnitt der Unterlippe ist mit besonders stark entwickelten, abwärts gerichteten Cilien versehen (Fig. 1). Auf dem Kopfe treten gleichfalls einzelne Büschel von Wimpern auf, deren Anzahl und Anordnung aber im Laufe der Metamorphose einem Wechsel unterworfen zu sein scheint. Im Querschnitt Fig. 11 ist z. B. jederseits ein über dem Auge stehender Schopf getroffen, es war mir aber nicht gut möglich, ihn mit den an den lebenden Larven beobachteten Vorkommnissen in vollkommene Uebereinstimmung zu bringen. Es sei hier nur bemerkt, dass auch SARS im Gegensatz zu MÜLLER und CLAPARÈDE an seiner Larve Scheitelicilien beobachtet hat.

An den Larven des Stadiums der Fig. 1 ist ferner die Anlage des Schlundes in Form einer paarigen Ausstülpung des Stomodäums (*schl*) sowie das erste Auftreten der Segmentierung zu bemerken. Wie oben erwähnt wurde, kommen bei *Polynoë* gleichzeitig sechs Fussstummelpaare (Segment II—VII) und wahrscheinlich auch das erste rudimentäre, dicht hinter dem Wimperkranz liegende und die Fühlercirren tragende Paar (Segment I) zur Entwicklung (Fig. 2). Nach

vollkommener Ausstattung des Kopfes und der sieben „primären“ Segmente mit den verschieden geformten Anhängen und nach gleichzeitiger Reduction des Flimmerapparates tritt, wie schon M. MÜLLER vermuthet hat, ein längeres Ruhestadium ein, in welchem die Larve ein pelagisches Räuberleben führt. Ich werde im Folgenden für dieses Stadium, welches also ausser Kopf- und Aftersegment 7 ausgebildete Segmente besitzt, den von v. MARENZELLER für seine pelagische Polynoë gewählten Genusnamen entlehnen und dasselbe als „Nectochäta-Stadium“ (*νίχτειν* schwimmen, *χαίτη* Borste) bezeichnen (Fig. 3)¹⁾. Das vorangehende, in Fig. 2 (Fig. 17 ff.) dargestellte Stadium, welches von der Trochophora zur Nectochäta führt, soll kurz als „Uebergangsstadium“ citirt werden.

Kurz ehe die Larve sich auf den Boden herabsenkt, beginnen diejenigen Veränderungen sich einzustellen, welche den Uebergang zur fertigen Form herbeiführen: das zipfelförmige Auswachsen der beiden Kopfhälften (Fig. 6) und die Bildung neuer Fussstummelpaare. In Fig. 4 ist eine Larve abgebildet, bei welcher bereits das 7. Fussstummelpaar (VIII. Segment) vollkommen ausgebildet und die Anlage des 8. Paares (IX. Segment) deutlich differenzirt ist. Weitere Fortschritte scheint die Larve an der Oberfläche des Meeres nicht zu machen, vielmehr dürften die eben genannten Umbildungen das Stadium kennzeichnen, in welchem die Larve sich auf den Grund herabsenkt („Stadium der 8—9gliedrigen Larve“)²⁾.

Es ist hier nöthig, auf die äussere Gestalt des hintern Körperendes, also der Hauptwachsthumsregion, einen Blick zu werfen. Fig. 7 zeigt in schematischer Weise das hintere Körperende des Uebergangsstadiums (Fig. 2) und zwar von der Unterseite. Dasselbe ist deutlich in zwei über einander liegende Platten geschieden, die durch eine quere Kerbe von einander getrennt sind. In dieser Kerbe, welche in der Höhe der ventralen Längsmuskelstreifen liegt (vergl. den Längsschnitt

1) MAX MÜLLER zieht aus den Sars'schen Angaben über die Laichzeit von *Polynoë* und seinen eigenen Beobachtungen über das Auftreten des siebengliedrigen Stadiums den Schluss, dass die Entwicklung der *Polynoë* bis dahin jedenfalls über 2—3 Monate dauert. Das Nectochätastadium dürfte, soviel sich aus einem Vergleich meiner Aufzeichnungen (1893) mit den von Herrn Prof. H. E. ZIEGLER mir gütigst zur Verfügung gestellten (1894) entnehmen lässt, schätzungsweise 2—3 Wochen andauern.

2) Bei der Angabe der Gliederzahl wird immer das die Fühlercirren tragende Segment als erstes genommen, dagegen (im Gegensatz zu M. MÜLLER) das Afterglied nicht mit gerechnet (vergl. Fig. 4).

Fig. 23), befinden sich die Ansatzstellen der Aftercirren *ac*, die hier noch als kolbenförmige Zapfen erscheinen. Die Bauchplatte *bp*, welche in diesem Stadium von der Rückenplatte *rp* noch weit überragt wird, ist breit abgestumpft und trägt in der Mitte einen kegelförmigen, kernlosen Fortsatz, welcher das Aussehen der ersten Anlagen der Kopfcirren (Fig. 16 *kc*) zeigt. Ein ebensolcher Fortsatz, der aber bald verschwindet, befindet sich an der Spitze der dreieckig geformten Rückenplatte *rp*¹).

Die beiden Figuren 8 u. 9 zeigen sodann die ventrale und dorsale Ansicht des Körperendes des Nectochätastadiums kurz vor der Wiederaufnahme der Segmentbildung. Beide Platten sind nunmehr abgerundet, und nur die untere trägt noch einen kegelförmigen Fortsatz. Der Rand beider Platten zeigt Anhäufungen kleiner Körnchen oder Tröpfchen, die durch Osmiumsäure schwarz gefärbt werden und die, wie ein Vergleich mit den übrigen Bildern lehrt, überall da auftreten, wo ein lebhaftes Wachstum und rege Theilungsvorgänge zu finden sind.

Später, wenn die Einschiebung neuer Segmente begonnen hat, finden wir diese Anhäufungen auf die vordern Partien der Rückenplatte beschränkt, während der hintere Rand keinerlei Anzeichen einer Wachstumsthätigkeit erkennen lässt (Fig. 23 ff.). Die eigentliche Wachstumszone ist dann zwischen dem jeweilig jüngsten Segmente und dem als Enddrüsenfeld sich darstellenden hintern Abschnitt der Rückenplatte eingeschoben. Umgekehrt sehen wir an der Bauchplatte die ganze hintere Circumferenz in Wachstumsthätigkeit. Auf diese Verhältnisse, die hauptsächlich auf Längsschnitten (siehe z. B. Fig. 23) hervortreten, werde ich später zurückzukommen haben.

Es bleibt nun noch, ehe wir die allgemeine Morphogenie der Larve verlassen, übrig, das 8—9gliedrige Stadium, in welchem der Kopf der Larve seine definitive Gestalt anzunehmen beginnt, für die Art diagnose zu verwerthen. M. MÜLLER hat bei seiner Triester Larve, welche zweifellos identisch mit der mir vorliegenden Form ist, an *Polynoë squamata* oder *cirrata* gedacht. Eine genauere Bestimmung war nicht möglich, weil M. MÜLLER nur das Nectochätastadium kannte.

In der nördlichen Adria kommen nach CARUS (3) folgende Arten vor: *Polynoë spinifera* EHL., Quarnero, Fiume. Abbildung bei EHLERS, 7, tab. 3, fig. 3.

1) Man könnte hier vergleichsweise die unpaaren Cirren heranziehen, welche sich in mehr oder weniger vollkommener Ausbildung am Endsegmente von *Ophryotrocha* vorfinden. Vergl. KORSCHULT, 22, p. 233.

- P. areolata* GR., Cherso, Portoró, Lussin, Neresine. Beschreibung bei GRUBE, 15, p. 73.
- P. reticulata* CLPDE, Trieste, portus. Abbildung bei CLAPARÈDE, 5, Suppl. tab. 1, fig. 1.
- P. cirrata* SAV., Lussin, Crivizza, Cigale. Abbildung bei ÖRSTED, 28, tab. 1, fig. 11. Dieselbe wird von SARRS als gut bezeichnet.
- P. crassipalpa* v. MARZLLR., Zaole, Trieste. Abbildung bei v. MABENZELLER, 25, tab. 2, fig. 1.

Am besten würde die 8—9gliedrige Larve in Kopfform und Augenstellung (Fig. 6) mit *Polynoë reticulata* übereinstimmen, welche thatsächlich auch im Hafen von Triest, woher ich mein Material bezog, vorkommt. Auch die Angaben CLAPARÈDE's über die Anordnung und Gestalt der Papillen der Elytren würden mit den bei unserer Larve bestehenden Verhältnissen recht gut im Einklang stehen, unter der Voraussetzung, dass mit zunehmendem Wachstum eine bedeutende Vermehrung dieser Gebilde stattfindet.

Ectodermale Organe.

Die Epidermis zeigt an der ganzen Körperoberfläche eine gleichmässige Beschaffenheit (vergl. das Schnittbild Fig. 23 *bp* und VII). Die Zellkerne zeichnen sich durch Weitmaschigkeit und Feinfädigkeit der chromatischen Substanz und den Besitz von 1—2 grossen Nucleolen aus.

Eine etwas abweichende Beschaffenheit zeigen nur die Elemente des Flimmerapparats. Derselbe besteht (Fig. 12) aus drei Zellenreihen, von denen der oberste (*pr*) aus keilförmigen Pigmentzellen, die beiden untern (*wr*) aus grossen, mehr oder weniger prismatischen Wimperzellen bestehen, welche letztere an ihrem peripherischen Abschnitt eine deutliche, die Wimperwurzeln darstellende Plasmastreifung erkennen lassen. Die Kerne aller drei Reihen zeichnen sich durch ihre Grösse, durch die Anordnung des Chromatins in langen, körnigen Fadenzügen, sowie durch den Besitz eines einzigen, grossen, runden und mit Vacuolen ausgestatteten „Hauptnucleolus“ aus. Durch die eben beschriebene Beschaffenheit der Kerne, sowie durch die Grösse und regelmässige Anordnung der Zellen ist der präorale Wimperkranz von den Elementen der Oberlippe histologisch scharf abgegrenzt.

Eine Cuticula tritt zuerst in besonderer Stärke am Flimmerapparat (Fig. 10—13) und später hauptsächlich in der ganzen Kopfregion (Fig. 26) auf. Bei der Rückbildung des Wimperwulstes und bei der Umbildung des Kopfes finden sich in der ganzen Kopfregion innerhalb der Epidermis grosse Lacunen einer homogenen Substanz

vor, welche bei Tinction mit Alauncochenille eine charakteristische blassviolette Färbung annimmt (Fig. 12, 16 u. 18 l)¹). Die stark verkleinerten, häufig polymorph gewordenen Kerne liegen diesen Lacunen gewöhnlich dicht an. Die Zahl der letztern nimmt bis zur Erreichung des Uebergangsstadiums bedeutend zu, und dieser Umstand vor Allem weist darauf hin, dass das Auftreten der Lacunen mit der Metamorphose der Kopfregion in ursächlichen Zusammenhang zu bringen ist.

Die Borstensäcke stellen sich, wie dies für andere Anneliden gleichfalls bekannt ist²), als kolben- oder flaschenförmige Knospen des Ectoderms dar, welche mit ihrem abgestumpften, innern Boden die dünne Mesodermis vorübergehend fast ganz auseinanderdrängen können und sich in frühern Stadien theilweise dicht an den Verdauungstractus anlegen (Fig. 22 v. bs). Diese Knospen erweisen sich als Bündel von langen, band- oder spindelförmigen Zellen, innerhalb deren sich gleichzeitig das Aciculum und die später frei werdenden Borsten abscheiden. Das innere Ende des Aciculus (*a*) zeigt einen kurzen, kegelförmigen Aufsatz von streifiger Beschaffenheit (Fig. 22, 34, 35), und diesem Aufsatz sieht man noch in spätern Stadien mitunter einen flachen, dunkel tingirten Kern haubenförmig aufliegen. Offenbar ist dies der degenerirte Kern der Matrixzelle (Fig. 34 *mz*)³); zu unterscheiden von den Kernen der freien Mesodermzellen, *m*). Man hat sich nun die weitere Entwicklung des Borstenapparats in folgender Weise vorzustellen: die äusserste ectodermale Zellenlage der Knospe

1) HATSCHKE (19, p. 20; tab. 5, fig. 49) beschreibt für die Trochophora von *Eupomatus* gleichfalls das Auftreten von Vacuolen am ganzen vordern Rande des präoralen Ringwulstes (am dritten Tage nach der Befruchtung). HATSCHKE glaubt, dass dieses vacuolisirte Gewebe nur tectonische Bedeutung habe und dass es den Uebergang von dem dicken Ringwulst zu der sehr dünnen Schicht des Scheitelfeldes bilde. „Man kann auch sagen, dass durch die Vacuolisirung eine Ersparung an Substanz bedingt ist.“

Bei *Lopadorhynchus* (KLEINENBERG, 21, p. 62; tab. 3, fig. 19 b) ist das Auftreten entsprechender, mit Flüssigkeit gefüllter Intracellularräume auf eine bogenförmig nach unten gekrümmte Zone des Ectoderms beschränkt, welche durch ihre beträchtliche Dicke eine Erhebung der Oberfläche hervorruft (Kopfschild). Wie der KLEINENBERG'schen Darstellung (p. 69) zu entnehmen ist, kann auch hier das Auftreten und Wiederverschwinden der Lacunen mit der Umbildung der Kopfregion in Zusammenhang gebracht werden.

2) Vergl. KORSCHULT u. HEIDER, 23, p. 190.

3) Vergl. die schematische Originalabbildung fig. 114 bei BOAS, 1, p. 176.

differenziert sich zu einer Mantelschicht (Fig. 34 u. 35 *m. bs*), während der mesodermale Aussenbelag in die Bildung der Haltebänder des Aciculums (*hb*) übergeht. Indem einerseits das Aciculum unter fortgesetztem Längenwachstum die Mantelschicht nach rückwärts durchbohrt (Fig. 35), andererseits der von der Mantelschicht umgebene Borstensack in die sich ausstülpnde Parapodienanlage hereinrückt, wird der Borstensack allmählich frei und liegt nunmehr in dem pyramidenförmigen, von dem Haltegerüst des Aciculums überwölbten Hohlraum, wie eine Nuss in der aufgeklafften Schale. Hand in Hand mit der Ausschälung des Borstensackes und der Bildung des pyramidenförmigen Raumes treten mesodermale Elemente (*m*) in den Zwischenraum zwischen Haltebändern und Borstensack ein und liefern die peritoneale Auskleidung der Parapodialhöhle.

Der dorsale und ventrale Borstensack gehen aus einer ursprünglich einheitlichen Knospe hervor, die Differenzierung des erstern scheint jedoch etwas später zu erfolgen, wie sich aus Fig. 22 ergibt. Hier finden in dem dorsalen Abschnitt der Knospe noch lebhaftere Vermehrungsvorgänge statt, während die Differenzierung der ventralen Borsten bereits in vollem Umfang eingetreten ist.

Auch die Anlage der Cirren und Elytren hat Anfangs die Form von Knospen (Fig. 22 *bc* und *rc*). In einem ältern Stadium (Fig. 2) sehen wir dann die Bauchcirren als abgerundete Kolben, die Rückencirren und Elytren, wie dies namentlich auf der rechten Seite der Figur hervortritt, als längliche, lappenförmige Gebilde in einer der Segmentzahl entsprechenden Anzahl vorhanden. Die Fühlercirren (*fc*) und Aftercirren (*ac*) haben bereits die Gestalt dickbauchiger, kurz-halsiger Flaschen angenommen.

Noch vor Erreichung des Nectochätastadiums und vor Ausbildung der Fühler und Palpen erhalten die sämtlichen Fusstummelanhänge eine mehr flaschenförmige Gestalt (Fig. 3). Die genetische Homologie der Elytren und Cirren ist noch deutlich zu erkennen, insofern hier an dem zum siebenten Segment gehörigen vierten Elytrenpaar (Fig. 3 und 9 *e. VII*) die mit feinsten Nervenausläufern versehenen Endzapfen (*ez*) noch genau die Beschaffenheit der entsprechenden Gebilde der Cirrenanlagen besitzen. Die gleichfalls in den Beginn des Nectochätastadiums fallende Bildung der Kopfcirren (Fühler) erfolgt in der von KLEINENBERG (21, p. 70) beschriebenen Weise. Die obersten Zellen der Fühleranlagen schicken Fortsätze gegen die Oberfläche aus, und es kommt so zunächst zur Bildung eines kleinen Zapfens, welcher keine Kerne enthält, sondern

bloss aus einem Bündel feiner Zellfortsätze besteht (Fig. 5 *f*; Fig. 16 *kc*). Im weitern Verlauf der Entwicklung nehmen dann diese Zapfen die für die andern Cirren bekannte Kolben- und Flaschenform an (Fig. 3). „Dann bestehen die Antennen zum grössten Theil aus Kernen, und nur ihr äusserstes fein gestreiftes Ende bleibt kernlos.“

Das 8—9gliedrige Stadium (Fig. 4) zeichnet sich durch das lange, tentakelförmige Auswachsen der Cirren aus. Die Elytren zeigen in ihren äussern Umrissen, sowie bezüglich der Gestalt und Anordnung der Papillen bereits im Wesentlichen die Merkmale der fertigen Organe.

Was die Histogenie der Anhangsorgane im Einzelnen anbelangt, so ist in den knospenförmigen Anlagen der Cirren und Elytren, wie sie bei ältern Trochophoren gefunden werden, irgend eine Verschiedenheit der Zellen oder Kerne von denen der übrigen ectodermalen Organbildungen nicht zu bemerken (Fig. 22). Im Uebergangsstadium (Fig. 2) tritt dagegen eine wichtige Differenzirung ein. Die Fig. 19 giebt einen Sagittalschnitt durch ein Parapodium, welches ungefähr den aus Fig. 2 ersichtlichen Ausbildungsgrad erreicht hat. Der Bauchcirrus (*bc*) fällt seiner ganzen Länge nach in den Schnitt, der untere Ruderast (*vr*) und der Rückencirrus (*rc*) sind quer getroffen (vergl. die Orientirungsskizze Fig. 19 *a*).

Im Bauchcirrus gewahrt man vier lange, flaschenförmige Drüsen, welche in der Nähe der Spitze des Cirrus nach aussen münden, ebenso sind an der Basis des Rückencirrus, der Wand desselben einseitig eingelagert, ein oder zwei etwas grössere Drüsen angeschnitten. Das Secret hat sich durch Alauncochenille dunkel carminroth gefärbt, wie denn auch im gleichen Stadium die Secretpfropfen der Nephridialschläuche eine intensive Färbung angenommen haben (Fig. 17 u. 18). Die Cirrusdrüsen scheinen, ebenso wie die Nephridien der ersten Körpersegmente, nur einen kurzen Zeitraum hindurch in secretorischer Thätigkeit zu sein, denn schon im Nectochätastadium tritt die erwähnte Reaction in keiner Weise mehr hervor. Nur am Grunde der Palpen lassen sich auch später noch einige langgestreckte Drüsen erkennen, welche mit den Drüsen des jungen Cirrus morphologisch verglichen werden können (Fig. 29 u. 30 *c. d*).

Die in den Cirrenanlagen von *Polynoë* auftretenden Drüsenschläuche haben, wie ich mich an eigenen Präparaten überzeugen konnte, eine grosse Aehnlichkeit mit den in den Ruderflossen der jungen *Tomopteris* vorkommenden Drüsen und zwar hauptsächlich mit den kurzen Schläuchen, welche sich in den Randzellen der jungen Ruderanlagen, sowie in den Flossen älterer Segmente in den mehr seitlich gelegenen Partien vorfinden (Fig. 20 *d*₁).

Von den letztgenannten kurzen, birnförmigen Organen führen aber alle Uebergänge hin zu den grossen, mehrfach gebauchten Drüsen-schläuchen (d_2), welche hauptsächlich in den centralen Abschnitten der Flosse auftreten und hier durch den ganzen Radius derselben sich erstrecken. Ich konnte für dieselben feststellen, dass sie je einem ein-zigen Zellenterritorium zugehören, dessen Kern an der Basis der Zelle gelegen ist. Schon GRUBE (14) hat diese grossen Drüsen beobachtet und als „Faserbündel“ beschrieben. ВЕРДОВСКИЙ (34) hat sie dann richtig als Drüsen gedeutet, welche „dem Thier wahrscheinlich eine schützende Flüssigkeit liefern können. Die lebende, auf dem Object-träger gelegene *Tomopteris* bedeckt sich im Augenblick mit einer hohen Schicht des besprochenen krystallhellen Secrets. Die Flossen sind jetzt dünn und matt, wogegen sie vor dem Versuch ziemlich gewölbt und starr erscheinen.“

Bei *Polynoë* treten, wie erwähnt, die Drüsen-schläuche in den jungen Cirren auf, zur Zeit, wenn die Wimperkränze sich zurückzubilden und die Ruder in Wirksamkeit zu treten beginnen. In diesem Stadium macht sich überhaupt, wie wir sehen werden, in der jungen Larve eine ganz besonders energische secretorische Thätigkeit bemerklich. Man könnte daran denken, dass auch bei der jungen *Polynoë* das Drüsensecret, dessen Erzeugung im Zusammenhang mit den das Nectochätastadium einleitenden Umwandlungsvorgängen stehen dürfte, eine Nebenbedeutung als Ver-theidigungsmittel erlangt hat.

Im Nectochätastadium ist bei allen Anhangsorganen zu unterscheiden zwischen dem flaschenförmigen, bezw. flächenhaft ver-breiterten eigentlichen Anhang und einem kurzen Basalstück, welches mit der Epidermis des Körpers in directer Verbindung steht. Dieses Basalstück kann, wie bei den Palpen (Fig. 30 *bst*), fast ganz in der Körperbedeckung stecken, oder aber, wie bei den Elytren (Fig. 31 *bst*) zu einem hohlen Gebilde von umgekehrt kegelförmiger Gestalt, dem Elytrenträger, auswachsen, in dessen breite obere Oeffnung die Elytre selbst mittels einer flachgewölbten Hervorragung eingelagert ist. Wenn die Elytre, wie dies leicht geschieht, verloren geht, so reisst dieses vorgewölbte Stück von derselben ab und verschliesst als deckelförmiger Aufsatz die Oeffnung des Elytrenträgers (s. Fig.). Ein in den Elytren-träger eintretender Muskel (*e. m*) dürfte demselben einen gewissen Grad von Beweglichkeit verleihen.

In sämtliche Anhangsorgane tritt ein Bündel von Nervenfasern ein, welches seiner Hauptmasse nach sich bis an die Spitze des Organes fortsetzt und hier in einer Anzahl von feinen, über die Oberfläche hervortretenden Härchen ausläuft (Cirren, Fig. 28) oder in kleine, cylindrische Stäbchen hereintritt (Palpen, Fig. 29 *st*). Bei der ausser-ordentlichen Kleinheit des Objects ist über den Bau dieser Stäbchen

nichts Genaueres festzustellen, doch dürfte wohl anzunehmen sein, dass die Nervenendigungen innerhalb feinsten cuticularer Röhrchen über die Oberfläche hervortreten. An den mehr basal gelegenen und an den mittlern Abschnitten der Kopfcirren und vor allem der Palpen finden sich ferner warzenförmige Erhebungen vor, aus welchen eine Nervenendigung hervortritt (Fig. 29 *w*). Die wichtige Bedeutung speciell der Palpen als Sinnesorgane kommt noch dadurch zum Ausdruck, dass dem centralen Muskelcylinder, welcher das ganze Organ durchzieht (*mc*)¹⁾, ein dicker Nervenstrang (*cn*) einseitig aufgelagert ist, für welchen sich ein directer Zusammenhang mit dem obern Schlundganglion feststellen liess (Fig. 26, 29, 30).

Auf den Elytren haben die Sinnes-Endapparate noch eine weitere Ausbildung erfahren. Der ganze freie, d. h. nicht von der Nachbarschuppe bedeckte Theil der Elytren ist von zäpfchenförmigen Gebilden bedeckt, die in allen möglichen Grössenunterschieden und -Uebergängen auftreten²⁾. Jedoch fällt an den jungen Elytren immer einer der Zapfen (Fig. 31 u. 32 *ez*) durch seinen Umfang und die grössere Zahl der in ihn eintretenden Nervenfasern auf. Es handelt sich hier offenbar um den ursprünglichen Endzapfen der cirrenförmigen Elytrenanlage. Die in den Elytren auftretenden Kerne haben zum Theil die Beschaffenheit der Kerne des Körperepithels (Fig. 32). Sie sind mit einem kleinen, gewöhnlich wandständigen Nucleolus und mit einem lockern, wenig färbbarem Chromatingerüst ausgestattet. Von diesen häufig lappig geformten Kernen führen alle Uebergänge zu den kleinen, runden und stark färbbaren Kernen, welche die grössern Nerven begleiten und denen der Entstehungsgeschichte der Elytren zu Folge gleichfalls ein directer ectodermaler Ursprung zugeschrieben werden muss. Bei Oberflächenansicht täuschen ectoparasitische Infusorien häufig eine weitere histologische Differenzirung vor (Fig. 31).

Ich habe es zu meinem nachträglichen Belauern versäumt, mit den neuern, auf Darstellung des Nervensystems abzielenden Methoden die junge *Polynoë*-Larve zu behandeln, und muss daher für diesmal davon absehen, auf die feinere Nervenhistologie einzugehen. Nach REITZUS (29) lassen sich sowohl mittels der EHLICH'schen Methylenblaumethode, als mittels des GOLGI'schen Chromsilberverfahrens in den Kopffühlern ver-

1) Dieser Muskelcylinder verleiht den Palpen ein hohes Contractionsvermögen. Im contrahirten Zustand kommt dies in einer Querringelung der Oberfläche des Organs zum Ausdruck. Vergl. v. MARENZELLER's Beschreibung der Palpen von *Polynoë crassipalpa*, 25, p. 9.

2) Vergl. EHLERS über *Polynoë pellucida*, 7, p. 110, sowie CLAPAREDE über *P. reticulata*, 5, p. 375.

schiedener ausgewachsener Polychäten bipolare, spindelförmige Zellen darstellen, welche theils in der Nähe des centralen Faserbündels, theils mehr peripher gelagert sind. Die langen peripherischen Nervenfortsätze dieser Zellen laufen zuerst nach vorn-aussen und biegen in der Nähe der innern Grenze des Epidermisepithels nach der Cuticula hinaus; die centralen Fortsätze dringen in den centralen Strang ein. Diese tingirbaren spindel-förmigen Zellen sind nach RETZIUS offenbar den zwischen den Epithelzellen liegenden Sinnesnervenzellen der Lumbricinen gleichwerthig, haben sich aber bei den Polychäten grossen Theils aus der Epithelschicht losgelöst und in das unten liegende Gewebe eingesenkt. Die centralen Fortsätze dürften schliesslich in den Bauchstrang eintreten, sich beim Eintritt in das Ganglion dichotomisch theilen und je einen Ast in longitudinaler Richtung nach vorn und hinten senden. Was die letzte Endigung der peripherischen Fortsätze anbelangt, so wurde an den Fühlern einer Polynoë, *Lepidonotus*, beobachtet, dass dieselben in Canälchen der Cuticula eintreten, bezw. aus denselben bald in Gestalt eines kurzen Fädchens, bald als ein Büschel von etwa vier kurzen Stäbchen hervortreten.

Es ist im Anschluss an die Besprechung der Anhangsorgane der Fusstummel noch der papillenartigen Erhebungen zu gedenken, von welchen bereits das Nectochätastadium (Fig. 2, 3 u. 8 *vp*) in allen mit Rudern ausgerüsteten Segmenten (*II—VII*) je ein Paar besitzt. Die Papille liegt an der Stelle der Bauchwand, an welcher das Ruder entspringt, und zeigt auf ihrer Oberfläche einen runden, dunklen, von einem hellen Hof umgebenen Fleck. Auf Querschnitten durch die Larve (Fig. 33) zeigt sich, dass der dunkle Centralfleck durch eine besonders grosse, rundliche Zelle (*cz*) gebildet wird, deren Kern einen grossen Nucleolus besitzt, und in deren Plasma sich in Tropfenform oder mehr diffuser Verbreitung eine Substanz befindet, welche durch Osmium stark gebräunt, durch Alauncochenille intensiv gefärbt wird. Diese „Centralzelle“, wie wir sie bezeichnen wollen, wird umgeben von einem Ring cylindrischer Stützzellen (*stz*) mit wenig färbbarem Plasma, welche sich in ihrer Gesammtheit bei Oberflächenansicht als heller Hof darstellen.

Die papillenartigen Erhebungen selbst entsprechen der Lage nach den Bauchpapillen (Nephridialpapillen) der erwachsenen Thiere, welche die äussern Oeffnungen der Nephridien oder Segmentalorgane darstellen (HASWELL, 16, 17, BOURNE, 2). In der That münden auch bei den Larven die provisorischen Nephridien an der ventralen Seite der Ruderbasis aus (Fig. 17 bei *nm*). Aus einer Zusammenstellung aller einschlägigen Schnittbilder erhielt ich aber den Gesamteindruck, dass das dünne äussere Ende des Nephridialschlauchs nicht von der „Centralzelle“ der Papille ihren Ausgangspunkt nimmt, sondern eine

Zelle in ihrer nächsten Umgebung durchbohrt. Die Sicherstellung dieser Verhältnisse wurde dadurch erschwert, dass überhaupt eine grössere Anzahl von den die „Centralzelle“ umgebenden Zellen sich in lebhafter secretorischer Thätigkeit befindet und Secrettropfen von der nämlichen Tingirbarkeit, wie sie dem Nephridieninhalt zukommt, einschliesst (Fig. 17, Segm. III).

Die Auffassung, dass die „Centralzelle“ nicht in unmittelbarer Beziehung zu den provisorischen Nieren steht, wird dadurch gestützt, dass sich auch an der Ventralseite der Aftercirren mit Regelmässigkeit Gebilde finden, die, wie aus Schnitten hervorgeht, genau die Beschaffenheit der „Centralzellen“ der Ventralpapillen zeigen (Fig. 8 p). Hier kann von irgend welcher Beziehung zu den Segmentalorganen selbstverständlich keine Rede sein, und man wird vor die Frage gestellt, welche Function den behöften Centralzellen überhaupt zukommt. In Hinblick auf den Bau und die Vertheilung dieser Gebilde und auf Grund der Erfahrungen an andern pelagischen Organismen wird man am ehesten zu der Vermuthung geführt, dass es sich hier um Leuchtorgane handelt. Bekanntlich beruht die Lichtentwicklung pelagischer Thiere auf der Oxydation fettartiger Substanzen, die in bestimmten Epidermiszellen auftreten. Nun konnte allerdings für die in der Centralzelle eingeschlossene Substanz ihr fettartiger Charakter nicht endgültig nachgewiesen werden, aber es dürfte andererseits auch nichts vorliegen, was gegen die Annahme einer derartigen Function spricht¹⁾.

Es bleibt von den ectodermalen Organen noch das Centralnervensystem zu besprechen übrig. Ich werde mich in dieser Beziehung kurz fassen, da ich hoffe, den hier vorliegenden, einer genauern Untersuchung offenbar sehr zugänglichen Verhältnissen mit den neuern Methoden bei anderer Gelegenheit näher treten zu können. Es sei hier nur erwähnt, dass in den jüngsten mir vorliegenden Stadien die beiden kleinzelligen Ectodermverdickungen, welche die Anlagen des obern Schlundganglions darstellen (Fig. 10 u. 11 *osg*), sich in conti-

1) Die centrale Zelle würde beiläufig der „Rosette“, die Hofzellen der „Kapsel“ der Leuchtorgane von *Tomopteris* entsprechen. Vergl. GREEFF, 12, 13.

Nach KALLENBACH, 20, leuchtet auch die erwachsene *Polynoë cirrata* im Dunkeln, und zwar befinden sich die leuchtenden Organe auf den Elytrenträgern. Ich habe bei meiner Larve an letzterer Stelle keine Gebilde auffinden können, die als Leuchtorgane hätten gedeutet werden können. Höchstens liesse sich die in Fig. 24 im IX. Segment dargestellte grosse runde Zelle damit in Zusammenhang bringen. Die Mittheilung von P. PANCFRI (in: Atti R. Acad. Napoli 1875) über die Leuchtorgane von *Polynoë* ist mir unzugänglich gewesen.

nirlichem Zusammenhang mit den Anlagen des Bauchmarks befanden. In der Scheitelregion stossen dieselben, wie Fig. 11a (oberster Schnitt derselben Reihe, welcher Fig. 11 entstammt) zeigt, nicht vollkommen zusammen, und eine Commissur kommt in diesem Stadium noch nicht zur Darstellung. Im dorsalen Abschnitt der Scheitelregion bemerkt man ferner eine linsenförmige Knospe, welche von den erwähnten Ectodermverdickungen scharf abgesetzt ist (Fig. 11 u. 13 *sp*). Der Lage nach würde diese Knospe dem hintersten Abschnitt der Scheitelplatte der ganz jungen Trochophora entsprechen. Dieselbe ist aber nicht etwa in Rückbildung begriffen, vielmehr weist sie häufig Mitosen auf (Fig. 11). Im Stadium der Fig. 2 sehen wir dann eine grosse Zellenmasse in den Sattel zwischen den beiden Hälften des Oberschlundganglions eingeklemt (Fig. 16), und über derselben ist der zuerst von allen Kopfanhängen auftretende unpaare Fühler (*kc*) in Entstehung begriffen. Für diese unpaare Zellenwucherung ist wohl ein directer Zusammenhang mit der oben erwähnten linsenförmigen Knospe anzunehmen, und es würde sich also hier um eine Entstehung der Gehirnmasse aus drei gesonderten Partien handeln.

Wie schon M. MÜLLER beschrieben hat, bestehen die Augen aus einer linsenförmigen Innenmasse, welche von einem Pigmentbecher umgeben ist. Ich konnte eine Zusammensetzung des letztern aus mehreren Zellelementen constatiren.

Verdauungstractus.

1) Schlund. Für *Lopadorhynchus* hat KLEINENBERG die Entstehung des Schlundes aus zwei Ausstülpungen des Stomodäums beschrieben. Dieselbe Entstehungsweise hat nach KLEINENBERG (21, p. 163) für alle Phyllodociden Geltung, und in ähnlicher Weise entwickelt sich nach demselben Autor der Schlund auch bei *Lepidonotus*, einer Polynoie. Nur tritt hier die paarige Anlage nicht am obern, sondern am untern Rande des Stomodäums auf. Ebenso haben nach KLEINENBERG die *Nephtys*-Larven ein Paar der untern Seite des Stomodäums ansitzende Anlagen, und dasselbe ist nach einer Abbildung SALENSKY'S (30, tab. 5, fig. 12 *Pil. D*) auch für die Serpulide *Pileolaria* anzunehmen.

Da die KLEINENBERG'schen Befunde bisher den übrigen widersprechenden Angaben gegenüber vereinzelt dastehen, so dürfte es von Interesse sein, dass auch bei *Polynoë* eine entsprechende Entstehungsweise des Schlundes in besonders klarer Weise festgestellt werden kann.

Der in Fig. 10 abgebildete Schnitt, dem jüngsten mir vorliegenden Stadium entstammend, lässt die erste Entstehung der Schlundanlage erkennen. Der Oesophagus ist durch einen Ringwulst vom entodermalen Abschnitt des Verdauungstractus abgesetzt. Von diesem Ringwulst ragen dichte, lange Wimpern ins Innere des Darmrohres herein, welche offenbar dem von HATSCHKE für *Polygordius* beschriebenen Reusenapparat (18, p. 34 [310]; p. 86 [362]) homolog zu setzen sind. Auf der einen Seite des Oesophagus ist die säckchenförmige, aus einer einzigen Zellschicht bestehende Schlundanlage getroffen. In den Figg. 11, 12, 13 (*schl*) sieht man dann in verschiedener Ansicht die weitere Entwicklung und das allmähliche Hinaufrücken der Anlagen an die Oberseite des Stomodäums. Schon im jüngsten Stadium ist der hintern Fläche des Divertikels, also zwischen demselben und dem Magen, eine unregelmässige Zellschicht (*äu. l*) aufgelagert, welche durch eine Art von Abspaltungsvorgang an der hintern Circumferenz des Schlunddivertikels ihre Entstehung nimmt und haubenförmig nach der Mundöffnung zu das übrige Säckchen umwächst. Es ist dies die auch von KLEINENBERG beschriebene und abgebildete (21, p. 162; tab. 13, fig. 54) äussere Schicht, welche diesem Autor zu Folge bei *Lopadorhynchus* in das definitive Schlundepithel übergeht. Die ganze ectodermale Schlundanlage ist schon in frühen Stadien von einer peritonealen Hülle umgeben.

Die Anordnung der Zellen der Schlundwandung in zwei Schichten, wie sie im Nectochätastadium und späterhin hervortritt, ist aus dem Querschnitt Fig. 39 ersichtlich. Die innere Schicht (*i. l*) enthält in unregelmässiger Vertheilung stark tingirbare rundliche Kerne; die äussere Lage (*äu. l*) besteht aus langen, prismatischen Zellen, deren spindelförmige chromatinarme Kerne fast die ganze Länge der Zelle einnehmen. Die Schlundscheide (*s. sch*) weist den gewöhnlichen Habitus peritonealer Belagsschichten auf; zwischen ihr und dem Schlund sieht man häufig noch einzelne flache Zellen, offenbar mesodermalen Ursprungs (*m*), der Schlundwandung dicht aufgelagert. Vielleicht gehören auch die unregelmässig geformten Kerne, die zwischen den Elementen der äussern Schicht da und dort eingesprengt sind (*m. w*), mesodermalen Wanderzellen an.

Als weitere Differenzirung bemerkt man in Fig. 39 sowohl oben als unten in der Schlundwandung die Querschnitte von je einem Paar canalförmiger Hohlräume (*sd*). Dieselben sind schon an Toto-Präparaten als helle, fast durch die ganze Länge des Schlundes sich erstreckende Gänge zu erkennen. Sie sind ausschliesslich innerhalb der innern

kleinzelligen Schicht gelagert, deren Elemente sich als Wandung um dieselben zusammenschliessen.

Dementsprechend sind sie auch im vordern Abschnitt des Schlundes (Fig. 38), wo die langzellige äussere Schicht (*äu.l.*) noch weniger mächtig entwickelt ist und erst an den Verschmelzungsstellen der beiden ursprünglichen Schlundhälften sich zwischen das kleinzellige Gewebe keilförmig einzuschieben beginnt, bedeutend voluminöser entwickelt als in den hinteren Partien. Sie münden, soviel ich aus den Querschnitten ersehen konnte, unmittelbar hinter den Kiefern ins Lumen des Schlundes. In der vordern Hälfte des Schlundes gesellen sich zu den zwei erwähnten Paaren von grossen Canälen noch zwei weitere Paare kleinerer (*sd'*), welche nach aussen von den grösseren liegen, so dass die innere Schicht nunmehr im Ganzen vier Paare enthält.

Auch hier können wieder die KLEINENBERG'schen Angaben über *Lopadorhynchus* zum Vergleich herangezogen werden. KLEINENBERG giebt von der Entstehung der Schlunddrüsen folgende Darstellung (21, p. 159): „Darauf (d. h. nach Verschmelzung der beiden Schlundanlagen) wächst der Sack nach oben in einen cylindrischen Fortsatz aus, der eine Verlängerung der Höhle enthält. Dieser Fortsatz bildet die Anlage der unpaaren dorsalen Schlunddrüse; an seiner Herstellung theilnehmen sich von vornherein beide Schichten der Wand. Ziemlich viel später falten sich auch die Seitenränder des Schlundes ein, und zwar betrifft das zunächst die innere Zellschicht; diese drängt sich in die äussere Schicht ein und erhält von derselben eine Umhüllung, die sofort vom umliegenden Gewebe scharf gesondert erscheint. So sind auch die seitlichen Schlunddrüsen angelegt. Alle drei Drüsen schnüren sich mehr vom Schlunde ab und wachsen schnell zu langen Schläuchen aus. — Die innern Zellen verändern nun ihre Beschaffenheit, sie lösen sich von ihrer Uebergangsstelle in das innere Blatt des Schlundes, rücken immer weiter von dem vordern Abschnitt des Drüsensackes ab und ziehen sich zuletzt ganz auf den Grund desselben zurück, wo sie eine compacte Masse bilden. Das ist das eigentliche Secretionsgewebe. — Die Schlunddrüsen sind eine Eigenthümlichkeit des Genus *Lopadorhynchus*, auch den am nächsten verwandten Phyllodociden fehlen sie.“

p. 161: „Nachdem die Anlage der Drüsen vollzogen ist, verdickt sich das innere Blatt des Schlundes in Form von vier gegen die Höhle einspringenden Längsleisten.“

p. 162: „Während der spätern Entwicklung wächst der Schlund beträchtlich in die Länge, und seine Form ändert sich derart, dass auf dem Querschnitt sein äusserer Umfang und der Innenraum dreieckig erscheinen. — Die Veränderungen der Zellen seiner Wände bestehen für die innere Schicht zuvörderst in einer Reduction. Sie ziehen sich in Gruppen zusammen, die als flache, kurze Längsleisten den drei Wänden aufsitzen. Dann findet im Innern der einzelnen Zellen eine Ausscheidung klarer,

stark lichtbrechender Substanz statt. — Vielleicht ist die ganze Umbildung als Verhornung aufzufassen.“

Bei einem Vergleich der Bilder bei *Polynoë* mit der KLEINENBERG'schen Darstellung, speciell mit der Abbildung tab. 6, fig. 21 *g*, ist man geneigt, die bei *Polynoë* auftretenden 8 Canäle mit den Anlagen der seitlichen Schlunddrüsen in genetischer Hinsicht zu vergleichen. Es würde dann freilich bei *Polynoë* in keinem Entwicklungsstadium zu einer Loslösung dieser Anlagen von der Schlundwandung kommen, wie dies bei *Lopadorhynchus* der Fall ist. Man hätte vielmehr die Ausbildung der Canäle als einen Vorgang anzusehen, der in engerem Zusammenhang mit der Reduction der innern Zellschicht steht. Dass eine solche auch hier stattfindet, geht daraus hervor, dass beim erwachsenen Thier die innere Zellschicht, wie eine Abbildung bei TRAUTZSCH (33, tab. 3, fig. 19) zeigt, nur noch aus einer einfachen Lage von flachen Zellen besteht.

2) Entodermaler Abschnitt. Der entodermale Theil des Verdauungsapparates stellt einen birnförmigen Sack dar, der gegen die ectodermalen Partien auch in spätern Stadien noch eine scharfe Abgrenzung zeigt (Fig. 4). In der hintern Hälfte springt eine mit starken Wimpern besetzte Falte in das Lumen vor (Fig. 13 *df*), wie sich eine solche beispielsweise auch bei der *Polygordius*-Larve findet (vergl. FRAIPONT, 11, p. 20).

Die Wandung besteht mit Ausnahme des vordern ventralen Abschnittes überall aus einer einzigen Lage von Zellen. Im „Uebergangsstadium“ zeigen dieselben eine bemerkenswerthe Differenzirung (Fig. 36). Es fallen hier vor allem kleine, kolbenförmige, häufig nicht bis zum Darmlumen reichende Zellen auf, deren chromatinarme Kerne verhältnissmässig gross sind und deren Zellplasma in dichter und regelmässiger Anordnung perlenartige Tropfen zeigt, die bei der angewandten Methode ein gelbes, ölartig glänzendes Aussehen haben. Es sollen diese Zellen im Folgenden kurz als Perlzellen bezeichnet werden (Fig. 18 u. 36 *pz*). In den übrigen sackförmigen Zellen der Darmwandung findet man durchweg kleinere Kerne mit kleinen Nucleolen. In vielen derselben sind einzelne jener gelben Perlen zu beobachten, daneben treten aber grosse Schollen einer unfärbaren Substanz auf. Namentlich die Zellen der dorsalen Wandpartien erscheinen fast ohne Perlen, dagegen überwiegt hier die ungefärbte Substanz immer mehr, und das Zellplasma zeigt dann ein schaumiges („vacuolisirtes“) Aussehen.

Es liegt nun nahe, diese beiden Zelltypen als verschiedene Entwicklungsstadien derselben Zellart aufzufassen. Dieser Annahme zu Folge würden in den jungen Zellen zunächst jene gelben Tropfen auftreten, später würde dann, nach Ausscheidung oder auch unter Verwendung derselben, mehr und mehr die ungefärbte Substanz zur Ausbildung kommen.

Wenn diese Auffassung richtig ist, dann müssen sich im Darm älterer Larven vorwiegend die Zellen des zweiten Typus, in dem der Trochophoren dagegen die des ersteren finden. Im Nectochätastadium und in der darauf folgenden Umwandlungsperiode findet man in der That nur die sackförmigen, „vacuolisirten“ Epithelzellen. Dagegen stösst man bei jüngern Larven auf Verhältnisse, welche nicht ganz den Erwartungen entsprechen. Fig. 37 zeigt einen Querschnitt durch den obern Abschnitt des Darmrohres einer in der ersten Metamerenbildung begriffenen Trochophora. Es lassen sich hier im Ganzen viererlei Typen von Zellen unterscheiden:

1) Auf der ventralen Seite finden sich einzelne birnförmige Zellen (Fig. 37 α) mit stark tingirbarem Protoplasma, welches übrigens in der Randzone bereits eine Art „Vacuolisirung“ erkennen lässt. Die grossen Kerne zeigen, was die Beschaffenheit des „Hauptnucleolus“ und der chromatischen Fadenzüge anbelangt, einen Habitus, der beiläufig an das Aussehen vieler Keimbläschen (*Echinus*) erinnert.

2) Die Hauptmasse der ventralen Darmwandung macht eine mehrfache Schicht unregelmässig polygonaler Zellen aus (Fig. 37 β), deren Kerne gleichfalls dem oben erwähnten Typus angehören, aber kleiner sind und dementsprechend auch einen kleinern Nucleolus führen. Im Plasma dieser Zellen finden sich in unregelmässiger Vertheilung kleine und kleinste Kügelchen, die bei der angewandten Methode dunkelgelb gefärbt sind und an die Sekretkörnchen oder -tröpfchen erinnern, welche sich an den Stellen grössten Wachstums vorzufinden pflegen (s. S. 250).

2) In den seitlichen Partien der Darmwandung finden sich hauptsächlich Zellen (Fig. 37 γ), deren verhältnissmässig kleine Kerne neben dem hellglänzenden Nucleolus ein dichtes, dunkel färbbares Chromatingerüst besitzen. Das Plasma ist in gleichmässiger Weise „vacuolisirt“, dazwischen finden sich noch einzelne dunkelgelbe Kügelchen der vorhin beschriebenen Art.

4) Hauptsächlich in der dorsalen Darmwandung treten grosse, blasige Zellen (Fig. 37 δ) auf, die ein vollständig „vacuolisirtes“ Plasma besitzen. Der sehr kleine, unregelmässig geformte Kern ist gleich-

förmig dunkel gefärbt und besitzt einen runden, glänzenden Nucleolus. Die Zellen haben auf diese Weise grosse Aehnlichkeit mit vielen Pflanzenzellen.

Zwischen den Typen 2, 3 und 4 existiren alle Uebergänge, so dass sie wohl als verschiedene Entwicklungsstadien aufgefasst werden können. Sie stellen also nach meiner Ansicht eine auf einander folgende Reihe von verschiedenen Phasen der vegetativen Zellthätigkeit dar. Es muss dann angenommen werden, dass die Hauptproliferation der Zellen im vordern, ventralen Abschnitt des Darmes erfolge und dass die Zellen von hier aus beiderseits nach der Rückenseite und nach hinten geschoben werden. Ob auch der 1. Typus in diese Entwicklungsreihe gehört, muss ich vorläufig dahingestellt sein lassen. Immerhin ist es mir nicht unwahrscheinlich, dass derselbe in den Anfang der Reihe zu stellen ist. Der ganze Habitus der Zellen und vor allem die runde Form derselben liesse sich wenigstens zu Gunsten dieser Annahme anführen, da wir von andern Cylinderepithelien wissen, dass die Zellen zur Zeit der Theilung ihre typische Gestalt und Lagerung aufgeben, sich innerhalb des Epithels oder am Grunde desselben zusammenballen und erst nach der Theilung wieder die prismatische Form annehmen.

Alles in Allem sehen wir, dass auch in den frühern Larvenstadien im Wesentlichen eine Differenzirung des Darmepithels in der Weise auftritt, dass sich die ventralen Zellen durch den Besitz von Körnchen und Tröpfchen einer durch Osmiumgemische darstellbaren Substanz auszeichnen, während die dorsalen mehr und mehr eine „vacuolisirte“ Beschaffenheit annehmen, indem sich innerhalb des färbbaren Zellplasmas grosse Massen einer nicht tingirbaren Substanz ablagern. Immerhin sind aber die Körnchen des Trochophoradarms ihrem Aussehen nach wohl schwerlich mit den perlartigen Tropfen späterer Stadien zu homologisiren. Es kann also auch die Beschaffenheit des Trochophoradarms nicht zur endgültigen Entscheidung der Frage herangezogen werden, ob im „Uebergangsstadium“ (Fig. 2) wirklich die Perlzellen als jüngere Entwicklungsstadien der „vacuolisirten“ Zellen aufgefasst werden dürfen. Es muss daher auch ganz von der Beantwortung der weiteren Frage abgesehen werden, ob die perl-förmigen Tropfen und die nicht tingirbare Substanz die unabhängigen Producte einer verschiedenartigen Thätigkeit der Epithelzellen oder ob etwa die erstern eine chemische Vorstufe der letztern darstellen.

Ein Umstand scheint mir aber noch beachtenswerth zu sein. Zwischen den Verhältnissen, wie sie in Fig. 36 einerseits, in Fig. 37

andererseits dargestellt sind, lassen sich keine vermittelnden Bilder auffinden. Während im Epithel aller jüngern Larven die dunkelgelben Körnchen verbreitet sind, treten plötzlich zur Zeit der Rückbildung des Wimperorgans und der Ausbildung der Ruder die in Fig. 36 dargestellten Differenzirungen in unvermittelter Weise zu Tage. Wir haben bereits mehrfach Gelegenheit gehabt, gerade dieses Entwicklungsstadium als ein für die ganze Physiologie der Larve besonders kritisches zu bezeichnen. Wir sahen in diesem Stadium eine bedeutende Secretbildung nicht nur in den Anlagen der Cirren, sondern auch an verschiedenen andern Stellen des Körpers, ferner die Ausbildung grosser Lacunen in den sich zurückbildenden Kopfabschnitten, und es wird weiter unten noch darauf hingewiesen werden, dass gerade in dieser Zeit die provisorischen Nephridien mit Secretpfropfen dicht angefüllt sind. Es scheint nun, dass auch das Darmepithel an den intensiven Umwandlungen Antheil nimmt, welche gerade in diesem Uebergangsstadium in der Physiologie der Larve zu Tage treten.

HATSCHEK (18, p. 35 [311]) erwähnt für *Polygordius*, dass das Protoplasma der Entodermzellen an der Peripherie derselben dichter angeordnet ist, im Innern aber, von einer hellern Substanz und von zahlreichen kleinen hellen Tröpfchen durchsetzt, ein reticuläres Gefüge besitzt. Er glaubt, im Anschluss an die gleich zu besprechenden Angaben FOL's, eine Aufspeicherung umgewandelter Nahrungsstoffe in den Entodermzellen annehmen zu müssen.

KLEINENBERG (21, p. 171) unterscheidet im Entoderm der *Lopadorhynchus*-Larve gleichfalls verschiedene Zellenformen. Die eine derselben, welche dem Typus 1 der *Polynoë*-Trochophora (Fig. 37 α) homolog gesetzt werden darf, tritt nur am ventralen Abschnitt des innerhalb der Umbrella gelegenen Entoderms auf. „Einzelne Entodermzellen verlieren sämtliche Dotterbestandtheile, werden also farblos, das Protoplasma des Zellkörpers erscheint grobkörnig und dunkel, und der Kern schwillt zu einem grossen Bläschen mit starkem Kernkörperchen an. Dabei zieht sich die Zelle von der innern Oberfläche des Darmes zurück“, ballt sich hier zusammen und erleidet eine Reihe von Umformungen, die zum vollkommenen Schwund führen. Nach KLEINENBERG hätten also diese Zellen die Aufgabe, dass sich in ihnen Nahrungsstoffe ansammeln, derart zubereitet, dass sie mit leichter Mühe von andern Geweben assimilirt werden können. KLEINENBERG ist also bezüglich des ersten in der Trochophora auftretenden Zellentypus zu einer Auffassung gekommen, welche mit meiner Vermuthung, dass es sich hier um jüngere Zellelemente handelt, nicht im Einklang steht.

Noch eine zweite Art von Zellen ist von KLEINENBERG beschrieben worden, und es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass dieselben den „Perlzellen“ des Uebergangsstadiums von *Polynoë* entsprechen (siehe bei KLEINEN-

BERG den Längsschnitt tab. 12, fig. 53 u. 55, sowie den Längsschnitt durch die *Phyllodoce*-Larve, tab. 16, fig. 82). Sie entstehen überall im innern Blatt, doch vereinzelt und nicht sehr zahlreich. Sie enthalten farblose, schwach lichtbrechende Tropfen, welche angeblich in die Darmhöhle entleert werden. Dieselben müssen aus einer schwer in Wasser löslichen Substanz bestehen, da sie sich nicht gleich mit dem flüssigen Darminhalt vermischen.

Auch bei den Molluskenlarven scheinen ähnliche Differenzirungen im Darmepithel aufzutreten. So giebt FOZ (10, p. 130) für eine Heteropodenlarve an, dass die Entodermzellen eine ausserordentliche Höhe erreichen und sich mit einer „substance réfringente et homogène“, dem Deutolecith, füllen. Derselbe enthält „quelques rares globules jaunâtres et encore plus réfringents“. Die mikrochemischen Reactionen des Deutoleciths sind die einer Eiweisssubstanz, die globules jaunâtres gehören in die Kategorie der Fettsubstanzen. Die Anhäufung des Deutoleciths geht Hand in Hand mit der Rückbildung der den Embryo umhüllenden Eiweisschülle. FOZ glaubt daher, den Deutolecith mit dem Eiweiss in unmittelbarem Zusammenhang bringen zu können. Er sieht also in dem Auftreten des Deutoleciths „une méthode pratique adoptée par ces animaux à l'âge larvaire pour emmagasiner l'albumen et pour le rendre portatif afin de pouvoir se l'assimiler ensuite au fur et à mesure de leurs besoins“.

Mesodermale Bildungen.

Leibeshöhle, Musculatur, Blutgefässe. In den jüngsten mir vorliegenden Larven, bei welchen die Segmentbildung eben begonnen hat, zeigt der Mesodermstreifen genau das nämliche Verhalten, wie es von HATSCHKE für *Polygordius* beschrieben worden ist. Die Fig. 14 giebt einen der letzten Schnitte aus einer Querschnittsreihe wieder. In demselben sind die kolbenförmigen Borstensackknospen des letzten Segments (*bs*) angeschnitten (das peripherische Ende liegt im nächsthöheren Schnitt). Zwischen den Borstensackknospen und den lateralen Ectodermportionen befindet sich der Mesodermstreifen (*m. str.*), welcher deutlich eine Spaltung in zwei Lamellen erkennen lässt. In den vordern Segmenten derselben Larve, sowie in ältern Larven ist die ursprüngliche Lagerung des Mesodermstreifens durch die wachsenden ectodermalen Knospen vielfach gestört, aber man kann auch hier meistens noch eine deutliche Spaltung des mittlern, zwischen Darm und Borstensackanlage gelegenen Abschnittes in zwei Lamellen, die Darmfaser- und Hautmuskelpatte, beobachten (Fig. 15 *m. str.*). Der dorsale Abschnitt, welcher die Anlage der dorsalen Längsmusculatur (*d. lm*) enthält, wird gegen die Mitte des Rückens zu allmählich ein-

schichtig, im ventralen Abschnitt dagegen tritt die Differenzirung der beiden Blätter in allen Fällen deutlich hervor.

Die Bildung der ventralen Längsmusculatur sowie der ventralen Transversalmuskeln erfolgt auch hier in der für *Polygordius* beschriebenen Weise (Fig. 15). Zu beiden Seiten des flach nach innen vorspringenden Bauchstrangs (*b. str.*) nimmt die Hautmuskelpatte unter lebhafter Vermehrung der Zellen die Gestalt eines Längswulstes an, welcher sich in eine rinnenförmige Einbuchtung des Ectoderms einsenkt. Die dem Ectoderm zunächst benachbarten Zellen dieses Wulstes erhalten eine radiäre Anordnung, die Kerne sind dabei gegen die Axe des Wulstes gerichtet, und an der Peripherie der Zellen beginnt sich die Muskelsubstanz abzuschneiden. Bei jungen Larven ist deutlich zu sehen, dass mit Regelmässigkeit je zwei Fasern dicht neben einander gelagert sind.

Auch bei ganz jungen *Polygordius*-Larven tritt, namentlich auf etwas schrägen Querschnitten, in auffälliger Weise die paarweise Anordnung der Fibrillen zu Tage (Fig. 21; FRAIPONT, 11, tab. 15, fig. 30 u. a.)¹⁾. Hier zeigt sich, dass die Schenkel jedes Paares nicht vollkommen getrennt sind, sondern peripherwärts bogen- oder winkelförmig in einander übergehen. Die Contouren der Zellen sind nicht immer scharf zu unterscheiden, aber im Ganzen lässt sich sagen, dass die Zellkörper mehr blasig gewölbt als polygonal abgeplattet erscheinen. Man wird so zu der Auffassung geführt, dass bei der jungen *Polygordius*-Larve, und wahrscheinlich auch bei der jungen *Polynoë*, die Elemente der dorsalen und ventralen Längsmusculatur wenigstens in ihrer ersten Anlage dem Nematodentypus sich nähern: sie würden demnach aus einem basalen, kantigen Theil, in dessen Seitenflächen sich die fibrilläre Substanz ablagert, und einem blasigen, den Kern enthaltenden und ins Innere der Leibeshöhle hineinragenden Abschnitt bestehen. Die charakteristischen Querschnittsbilder durch die Muskelfelder kommen dadurch zu Stande, dass die einzelnen neben einander liegenden Muskelzellen bald in ihrem mittlern Abschnitt, bald an den zugespitzten Enden getroffen werden.

Die beschriebenen Verhältnisse sind bisher anders gedeutet worden. SCHNEIDER (32) giebt für den ausgebildeten *Polygordius lacteus* an, dass die Platten fibrillärer Substanz mit ihren Kanten auf der Haut dicht neben einander stehen, wie die Blätter eines Buches. „Es gleicht somit die Muskelschicht vollkommen der eines *Gordius*, und wir würden den *Polygordius* also zu den Holomyariern rechnen müssen.“ HATSCHKE und FRAIPONT erwähnen noch, dass am Aufbau jeder Muskelfaser mehrere hinter einander gelegene Zellen Antheil nehmen. Nach FRAIPONT würde aber auch jede einzelne Zelle an der Bildung mehrerer Fibrillen Antheil nehmen. Die Verhältnisse, welche HATSCHKE und FRAIPONT zu diesen Ansichten geführt haben, finden aber in der oben vertretenen Auffassung eine einfachere Erklärung.

1) Vergl. auch einige Bilder bei SALENSKY, z. B. 30, tab. 8, fig. 10 Ter. A.

Während die dem Ectoderm zunächst benachbarten Elemente des erwähnten Längswulstes in die Bildung des ventralen Längsmuskelstreifens (*v.l.*) eingehen, differenzieren sich die nach der spätern secundären Leibeshöhle zu gelegenen Zellen des Längswulstes zu den ventralen Transversalmuskeln (*v.tr.*), welche sich nach und nach von den Längsmuskelstreifen abheben (Fig. 15). Sie bilden beim erwachsenen Thier das System der Fächermuskeln (KALLENBACH) oder Strahlenmuskeln (TRAUTZSCH), welche zu beiden Seiten des Bauchmarks entspringen und, die „Nierenkammern“ überspannend, sich an der lateralen Körperwand bezw. der Parapodialwand ansetzen.

Zur Zeit, wenn sich die ventralen Längs- und Transversalmuskeln zu differenzieren beginnen, haben sich die beiderseitigen dorsalen und ventralen Partien der Mesodermstreifen noch nicht zur Bildung eines dorsalen und ventralen Mesenteriums vereinigt. Die medialen Abschnitte der Darmwandung und ebenso der Bauchstrang sind dementsprechend auch noch nicht mit einem peritonealen Belag bekleidet (Fig. 15).

Alles in allem liegen also hier die nämlichen Verhältnisse vor, wie sie HATSCHKE für *Polygordius* beschrieben hat. Durch das Wachsthum des Bauchstrangs und der Borstensackknospen werden aber im weitem Verlauf der Entwicklung bei *Polynoë* die Lagerungsverhältnisse der ventralen Längs- und Transversalmuskel-Anlagen gestört, so dass die Homologie nicht mehr in so deutlicher Weise hervortritt (Fig. 22 *v.m.*). Was schliesslich das Kopfsegment der Trochophora anbelangt, so scheinen mir die vorliegenden Bilder (z. B. Fig. 11) nicht dagegen zu sprechen, dass es auch hier zur Bildung einer wirklichen secundären Leibeshöhle durch Spaltung und Auseinanderlegung des Mesodermstreifens in seine zwei Blätter kommt. Es war wenigstens nicht mit Sicherheit der Nachweis zu führen, in wie weit hier der Bildung der secundären Leibeshöhle eine Auflockerung des Verbandes der Mesodermzellen, eine vorläufige Bekleidung der Wandungen der primären Leibeshöhle durch einzelne losgelöste Mesodermelemente vorgeht. Derartige einzelne Zellen, wie sie z. B. in dem Fig. 10 abgebildeten Schnitt getroffen worden sind (*mf*), gehören den Muskelfäden an, die sich in den frühern Trochophorastadien durch die primäre Kopfhöhle ausspannen.

Die erste Entstehung des grossen ventralen Gefässes habe ich nicht verfolgen können, wie denn dasselbe überhaupt nur in wenigen Präparaten des 8—9gliedrigen Stadiums im grössten Theil seines Längsverlaufs getroffen worden ist. Wir sehen dasselbe in Fig. 26 und (in vergrösserter Darstellung) in Fig. 27 durch eine Reihe von

Segmenten sich hindurchziehen (*v. g.*), und zwar liegt dasselbe nicht dem Peritoneum des Bauchstrangs unmittelbar an, sondern ist frei in den Dissepimenten suspendirt.

Was die Weiterentwicklung der mesodermalen Bildungen nach Ablauf des Nectochatastadiums, also zur Zeit der Einschiebung weiterer (secundärer) Segmente anbelangt, so giebt eine Längsschnittreihe durch das 8—9gliedrige Stadium einige Aufschlüsse. Ich nehme die Gelegenheit wahr, an dieser Stelle auf die Histologie des ganzen hintern Körperabschnittes der weiterwachsenden *Polynoë*-Larve einzugehen.

In Fig. 23 ist die Epidermis der Bauchplatte (*bp*) mit ihren grossen Kernen flach angeschnitten. Die Elemente des Bauchstrangs zeigen eine reihenförmige Anordnung senkrecht zur Längsaxe des Thieres (vergl. die bereits citirten KLEINENBERG'schen Abbildungen fig. 55 und 82, sowie den Querschnitt durch die *Chaetopterus*-Larve fig. 79). Es mag hier erwähnt werden, dass sich, auch in den Trochophorastadien (vergl. z. B. Fig. 22), Kernteilungsfiguren stets nur in den peripherischen Lagen des Bauchstrangs vorfinden. Die Fibrillen der ventralen Längsmusculatur (*v. l.*) sind bis dicht vor die Analkerbe (*a. k.*) hin zu verfolgen, von Strecke zu Strecke ist eine der blasigen Muskelzellen fast der ganzen Länge nach in den Schnitt gefallen (*mz.*). Die Kerne der Muskelzellen sind gross und zeigen in Folge ihrer Chromatinarmuth sowie des Mangels grösserer Nucleolen ein charakteristisches blasses Aussehen. In der obern Körperhälfte ist das VIII. und IX. Segment angelegt, ersteres zeigt bereits die Differenzirung des ventralen Borstenbündels. Die Rückenplatte (*rp*) schliesst mit einem drüsigen Abschnitt ab, in welchem die für die wachsenden Körperregionen charakteristischen Körnchen fehlen. Während also beim ersten Beginn des Weiterwachsthums (Fig. 9) zunächst eine Vergrösserung der Rückenplatte Platz greift, sehen wir jetzt zu Beginn der intercalaren Segmentbildung das Enddrüsenfeld der Rückenplatte sein Wachstum einstellen, und die Hauptproliferationsstelle liegt nunmehr zwischen dem Drüsenfeld und dem jeweils zuletzt gebildeten Segment.

Der folgende Schnitt (Fig. 24), welcher die nämliche Vertheilung der Wachstumsbezirke erkennen lässt, ist der erste, auf welchem der fibrilläre Theil des Bauchstrangs (*bn*) in seiner ganzen Länge getroffen ist. Einzelne Faserbündel desselben lassen sich bis zwischen eine Gruppe grosser runder Kerne hinein verfolgen, welche in der Bauchplatte unmittelbar unter der Epidermis gelegen sind. Die dor-

salen Partien zeigen auch hier die oben besprochenen Verhältnisse. Im VIII. Segment finden sich in der dorsalen Wandung einige einzellige Drüsen, und das IX. Segment enthält eine grosse kuglige Zelle, deren Habitus an die Centralzellen der Ventralpapillen (Leuchtorgane) erinnert und gleichfalls auf secretorische Thätigkeit hinweist. Die noch weiter hinten gelegene Kerntheilungsfigur scheint bereits mit der Bildung eines weiteren (X.) Segmentes im Zusammenhang zu stehen.

In den folgenden Figuren 25 und 26 bezw. 27 ist zu erkennen, dass sich die intercalare Wachstumszone auch über den Umkreis der in der Mitte der Rückenplatte gelegenen Analöffnung (*aö*) erstreckt. Von besonderer Wichtigkeit ist aber hier die unmittelbare Verbindung, in welcher das mesodermale Bildungsgewebe mit dem Ectoderm steht. In der Höhe der Analkerbe, etwa zwischen den terminalen Abschnitten der beiden ventralen Längsmuskelstreifen, ist der scharfe Contour, welcher das Ectoderm an den andern Körperstellen nach innen abgrenzt, unterbrochen (Fig. 26 u. 27), und ich vermag dieses Bild nicht anders zu deuten, als dass hier ein mit dem Ectoderm in unmittelbarer Verbindung stehender mesodermaler Wucherungsherd auftritt. Die hintern Abschnitte der Längsmusculatur und des ventralen Blutgefässes stehen mit dieser Wucherung in unmittelbarem Zusammenhang.

Nephridien.

Die ersten genauern Angaben über die Segmentalorgane der Polynöen rühren von HASWELL (16, 17) und BOURNE (2) her. TRAUTZSCH (33) hat dann in ausführlicher Weise die Nephridien hauptsächlich einiger *Harmothoë*-Arten abermals einer eingehenden Untersuchung unterworfen und kam dabei zu folgenden Ergebnissen: Die Nephridien der Polynöen sind beiderseits offene, schlauchförmige Organe, deren inneres proximales Ende das Dissepiment durchbohrt, welches das Segment, in welchem das Organ liegt, von dem nächstvordern trennt. Die äussere Oeffnung befindet sich an der Spitze einer neural (ventral) gelegenen Papille. Die Nephridien kommen in allen Segmenten vor, ausser in den vier ersten und im letzten. Die vier vordern, einfacher gebauten sind von den übrigen, hintern Nephridien zu unterscheiden. Die Form der erstern ist die primäre, die der letztern vor und während der Geschlechtsreife eine secundäre. Alle Nephridien functioniren als Nieren (primäre Function), die hintern sistiren während der Geschlechtsthätigkeit diese Function und übernehmen die Aufgabe, die Geschlechtsproducte auszuführen.

Nach BOURNE fehlen, wie hier hinzugefügt werden muss, bei der Gattung *Polynoë* die ventralen Papillen und Segmentalorgane in den acht ersten Segmenten und im letzten.

Kopfniere. Auf Querschnitten durch ältere Trochophoren beobachtete ich regelmässig dicht unter dem Wimperkranz, am hintern Ende des die Oberlippe bildenden Wimperfeldes eine Gruppe reihenförmig angeordneter kleiner Ectodermkerne (Fig. 10 und 11 *kn*). An diese schlossen sich in einem Schnitt (Fig. 10) einige in der primären Leibeshöhle gelegene, dunkel tingirte Zellen an, welche eine gabelförmige Anordnung zeigen. Wenn man in Betracht zieht, dass bei *Polynoë* die Segmentbildung dicht hinter dem Wimperkranz Platz greift, dass also hier nicht, wie beispielsweise bei *Polygordius*, eine postorale Kopfregion den Wimperkranz vom ersten Segmente trennt, so würde die Lage der Zellengruppe — auf Fig. 1 ist sie etwas unterhalb der Stelle zu denken, wo der Pfeil den Wimperkranz passirt — sehr gut mit der Lage der Kopfniere bei andern Formen übereinstimmen. Wenn es sich also hier wirklich um die Kopfniere bzw. um deren Ausführungsgang handelt — und ich wüsste dem Gebilde keine andere Deutung zu geben — so würde hier dem Ectoderm ein wesentlicher Antheil bei der Bildung der peripherischen Partie des Organs zufallen.

Provisorische Nephridien. Während ich für das erste Auftreten der „bleibenden Nephridien“ (s. u.) bei *Polynoë* keine Bilder geben kann, ist es mir gelungen, für das mehrfach citirte „Uebergangsstadium“ die Zahl und den Verlauf der Nephridien mit vollkommener Klarheit zu ermitteln. Ich verdanke dies dem Umstand, dass um diese Zeit die Nephridialschläuche fast in ihrem ganzen Verlauf mit einem Secret angefüllt waren, welches die gleichen Reactionen zeigte wie die in den einzelligen Drüsen des Kopfes, der Cirrenanlagen und Ventralpapillen abgeschiedene Substanz. Die Alauncochenille wird nämlich nach Fixirung mit Osmiumgemischen sehr rasch und in intensiver Weise von dem offenbar schleimigen Secret aller genannten Organe aufgenommen. Auf mangelhaft gefärbten Präparaten, in welchen die übrigen Gewebe nur einen blass-rosafarbenen Ton angenommen haben, zeigen trotzdem die Nephridien und die genannten Drüsen eine dunkelcarminfarbene Tinction.

Aus der Fig. 17 ist dann mit grosser Deutlichkeit ersichtlich, dass jedenfalls in den sechs ersten unter den sieben primären Segmenten die Nephridien in ausserordentlich mächtiger und gleichmässiger Entwicklung auftreten. Aus andern Schnitten ergibt sich sodann, wie zu erwarten ist, dass auch das VII. primäre Segment ein Nephridienpaar enthält.

Der genaue Verlauf der Dissepimente ist in der betreffenden

Schnittserie nicht zu verfolgen, aber aus der Lage der innern Oeffnungen, wie sie aus Fig. 18 hervorgeht, lässt sich mit Wahrscheinlichkeit entnehmen, dass die innere Oeffnung in das nächstvordere Segment ausmündet, wie dies auch für das erwachsene Thier gilt. Auf die innere Oeffnung folgt ein grosser, trichter- oder sackförmig erweiterter Abschnitt, welcher sich in eine rückläufige, in ihrer Mitte abermals anschwellende Schlinge fortsetzt (Fig. 17, Segment III und IV, Fig. 17a). Es schliesst sich an dieselbe der allmählich sich verjüngende „äussere Nephridialschenkel“ (TRAUTZSCH) an, der, wie bereits erwähnt wurde, auf der Ventralpapille und zwar wahrscheinlich neben dem fraglichen Leuchtorgan ausmündet.

In den späteren Stadien, sowohl im Nectochätastadium als im 8—9gliedrigen, war von den Nephridien niemals mehr etwas zu erkennen. Jedenfalls muss dies für die vordern Segmente gelten, während ich es für unentschieden halten muss, ob beispielsweise das in Fig. 23 abgebildete, im VII. Segment gelegene bandförmige Organ, welches mit einigen nucleolenhaltigen Kernen besetzt ist, ein geschrumpftes Nephridium darstellt.

Wenn man die Angaben über die Nephridien bei der erwachsenen *Polynö* mit diesen Beobachtungen vergleicht, so ergibt sich, dass also auch bei dieser Gattung „provisorische Nephridien“ auftreten. EISIG (8) hat bekanntlich bei den Capitelliden das Vorhandensein provisorischer Nephridien nachgewiesen, d. h. solcher, die zwar (im Gegensatz zur Kopfniere) zur Kategorie der „bleibenden Nephridien“ gehören, aber nur in jugendlichen Thieren in mehr oder weniger zahlreichen Segmenten des Vorderleibes auftreten, um sich im Laufe des Wachstums wieder zurückzubilden. EISIG weist darauf hin (l. c. p. 600), dass das Vorhandensein solcher provisorischer Nephridien bis jetzt nur noch für die Oligochäten und zwar von VEJDOVSKY (35) nachgewiesen worden ist, hält es aber nicht für ausgeschlossen, dass die genauere Erforschung anderer Polychäten, insbesondere der Jugendstadien, auch bei ihnen noch zum Nachweis solcher vorübergehend in den vordern Segmenten auftretenden Excretionsorgane führen wird.

Diese Vermuthung hat sich für *Polynö* bestätigt, und, wie mir scheint, ist es in diesem Fall auch möglich, das Auftreten und die Hauptthätigkeit der Organe in Beziehung zu bestimmten Entwicklungsvorgängen zu setzen. Es wurde wiederholt betont, dass das von der Trochophora zur Nectochäta führende Uebergangsstadium eine Reihe von Erscheinungen aufweist, die es berechtigt erscheinen lassen, dieses Stadium auch in physiologischer Beziehung als ein besonders kritisches

aufzufassen. Das Bedürfniss, möglichst rasch an Stelle des Wimperapparats eine Reihe von ausgebildeten Ruderorganen zu setzen, und die dadurch bedingte Intensität der Wachstums- und Stoffwechselfvorgänge führt die vorübergehende Ausbildung unverhältnissmässig stark entwickelter Excretionsorgane herbei, die in ihren Leistungen noch unterstützt werden durch zahlreiche einzellige Drüsen, welche in diesem Stadium unter Anderem auch in der nächsten Umgebung ihrer Ausmündungsstellen auftreten.

Geschlechtsorgane.

In den vordern Segmenten einer 7—8gliedrigen Larve finde ich neben den Ventralpapillen zwischen den gewöhnlichen peritonealen Kernen einzelne auffallend grosse Kerne, die durch ihren besondern Kerntheilungshabitus gegenüber allen andern larvalen Elementen auffallen.

Die Fig. 40 zeigt einen Schnitt durch eine Ventralpapille des III. Segments. Die „Centralzelle“ (*cz*) der Papille ist augenscheinlich eben in der Entleerung ihres Secrets begriffen. Zwischen den benachbarten Peritonealkernen findet sich ein auffallend grosser Kern im Aequatorialplattenstadium, dessen chromatische Elemente mit ihrer Längsrichtung in der Richtung der Spindelaxe gelagert sind, ein Verhalten, wie wir es häufig bei generativen Mitosen finden.

Die Fig. 41 giebt sodann einen verticalen Längsschnitt durch das II. Segment desselben Thieres wieder. Die Ventralpapille ist hier nicht getroffen, dagegen der Bauchcirrus (*bc*), welcher, wie aus Fig. 2 und 3 hervorgeht, im II. Segment dicht neben der Ventralpapille gelegen ist. Auch hier findet sich eine Mitose im Dyasterstadium, welche sich gegenüber allen andern in der jungen *Polynoë* vorkommenden Kerntheilungsbildern durch ihren besondern Habitus auszeichnet. Dieser Habitusunterschied, welcher dem auf Kerntheilungsbilder eingeübten Auge ohne Weiteres auffällt, äussert sich vor allem darin, dass die kurzen Chromosomen in einem lockern flachen Kranze die breiten, der Zellgrenze benachbarten Spindelpole umstellen, während bei den gewöhnlichen Kerntheilungsfiguren (vergl. z. B. die Dyaster in Fig. 13, 22 u. 25) die langen, schleifenförmigen Chromosomen in Form eines compacten Korbes angeordnet sind. Eine Zählung der Chromosomen ist nicht möglich gewesen.

Da sich nun in diesem Stadium im ganzen Peritoneum keine Mitosen zeigen, und da es sich hier um eine in zwei Segmenten an

ganz bestimmten Stellen wiederkehrende Proliferation handelt, so ist wohl die Annahme auszuschliessen, dass dieselbe eine einfache Vermehrung des peritonealen Epithels darstellt. Ueberdies liegen ja, wie die beiden Figuren deutlich zeigen, die betreffenden Elemente gar nicht unmittelbar im Verband der eigentlichen peritonealen Belagschicht, sondern sind derselben mehr oder weniger aufgelagert. Schon die Grösse der Kerntheilungsfiguren würde auch gegen die Auffassung sprechen, dass es sich hier um eine einfache Vermehrung der peritonealen Kerne handle.

Mit Rücksicht auf die Lage dieser Kerntheilungsbilder könnte nun noch an Elemente der Segmentalorgane gedacht werden. Wir wissen aber aus dem vorhergehenden Capitel, dass schon in den frühern Phasen des Nectochätastadiums die provisorischen Segmentalorgane sich zurückbilden. Es werden also jedenfalls in dieser Richtung keine Vermehrungsprocesse zu erwarten sein.

In einer Reihe früherer Arbeiten (zuletzt in: Ueber generative und embryonale Mitosen, Arch. f. mikr. Anat., Bd. 43, 1894) habe ich den Nachweis zu führen versucht, dass hauptsächlich — wenn auch nicht ausschliesslich — in den generativen Zellen Kerntheilungsfiguren auftreten, die sich in verschiedenen Punkten von den in somatischen Elementen vorkommenden Mitosen unterscheiden. Allerdings lassen nun gerade die hier bei *Polynoë* zur Beobachtung gelangenden Mitosen — vielleicht abgesehen von der Stellung der Elemente in der Aequatorialplatte und von der anscheinend geringern Anzahl von Chromosomen — die Merkmale nicht hervortreten, welche sonst die „plurivalenten“ Mitosen der generativen Zellen charakterisiren¹⁾. Aber bei einem Vergleich mit einer andern Annelide, *Tomopteris*, ergeben sich einige Anhaltspunkte für die Beurtheilung der vorliegenden Bilder.

Die Fig. 42 und 43 stellen den Gegensatz dar, welchen die Dyasterfiguren einerseits in den Geschlechtsorganen (Fig. 42), andererseits in vegetativen Geweben, z. B. im Darmepithel (Fig. 43), bei einer jungen (mit 9—10 Ruderpaaren versehenen) *Tomopteris* zeigen. Es ist eine von andern Objecten her bekannte Erscheinung, dass in verschiedenen Geweben die einzelnen Kerntheilungsphasen in verschiedener

1) Von den aus frühern Untersuchungen mir bekannten Mitosen des generativen Zellencyclus haben die bei der Richtungskörperbildung des Daphniden-Winteres auf tretenden Mitosen noch die meiste Aehnlichkeit mit den hier vorliegenden. Im Dyasterstadium ist auch dort der breit abgestumpfte Spindelpol von dem flachen, lockern Kranze punktförmiger Chromosomen umstellt.

Häufigkeit auftreten, dass sie also eine verschiedene relative Dauer besitzen müssen. So sehen wir bei *Tomopteris* in den Geschlechtsorganen stets nur vorgerückte Dyasterstadien, bei welchen die Zelltheilung schon vollzogen ist, im Darmepithel dagegen, was diesen letztern Process anbelangt, relativ jüngere Phasen. Umgekehrt würden, wenn wir allein das Verhalten der chromatischen Substanz ins Auge fassen, die Dyasterstadien der generativen Mitosen eher als verhältnissmässig jünger aufzufassen sein. Jedenfalls geht so viel aus dem Vergleich der beiden Figuren hervor, dass in den Dyasterfiguren, welche sich in den Geschlechtsorganen von *Tomopteris* finden, das Chromatin in Form von lockern, flachen Kränzen angeordnet ist, welche den entgegengesetzten Polen der Tochterzellen sehr genähert liegen, während in den vegetativen Geweben die chromatische Substanz stets in Gestalt eines compacten Korbes auftritt, welcher annähernd die Mitte des zugehörigen Zellterritoriums einnimmt. Mit diesen Figuren lassen sich recht gut die Kerntheilungsbilder vergleichen, welche bei *Polynoë* einerseits in den in Frage stehenden Zellwucherungen (Fig. 41), andererseits in den vegetativen Geweben (Fig. 13, 22 u. 25) auftreten. Es würde darin ein Hinweis liegen, dass die Zellenwucherungen, welche sich im II. und III. Segmente der 7—8gliedrigen *Polynoë*-Larve vorfinden, eine (rudimentäre) Anlage von Geschlechtsorganen darstellen¹⁾.

Zu Gunsten dieser Annahme spricht ausser der Grösse und der Gestalt der Kerne die Lage der Zellenwucherung — es wird sich wohl um diejenige Geschlechtszellengruppe handeln, welche bei der erwachsenen *Polynoë* zu Seiten des Bauchmarks über dem ventralen Längsmuskelstreifen gelegen ist [vergl. TRAUTZSCH, 33, tab. 3, fig. 19 g. s. (n)] — ferner namentlich der oben bereits erwähnte Umstand, dass hier an die Bildung anderer Organe, vor allem der Nephridien, nicht gedacht werden kann.

Bei der erwachsenen *Polynoë* finden sich nach KALLENBACH die Geschlechtsballen erst vom V. Segmente an. Wir hätten es demnach in der 7—8gliedrigen Larve mit der Anlage von Geschlechtszellengruppen in den vordersten Segmenten zu thun, welche aber in der-

1) Ich fürchte nicht, dass ich mit diesem Versuch, den Habitus der Kerntheilungsfiguren für die Diagnose der Gewebsanlagen zu verwerthen, zu weit gehe. Für jedes einigermaassen an die Beurtheilung von Kerntheilungsbildern gewöhnte Auge tritt der Unterschied der beiden bei *Polynoë* und *Tomopteris* auftretenden Typen in noch weit deutlicherer Weise hervor, als in der Zeichnung wiedergegeben werden kann.

selben Weise wie die Nephridien der ersten Segmente frühzeitig rudimentär werden. Schon im 8—9gliedrigen Stadium habe ich nur noch ein einziges Mal in einem der vordern Segmente an der betreffenden Stelle eine besonders grosse Zelle gesehen, die auf jene Mitosen zurückgeführt werden könnte.

Es wurde in diesem Capitel der Versuch gemacht, einen besondern, in einem larvalen Gewebe auftretenden Kerntheilungshabitus zur Unterscheidung des Gewebes zu verwerthen. Es wurde nämlich von der Thatsache ausgegangen, dass gewisse Phasen der Kerntheilung, z. B. die Dyaster, in verschiedenen Geweben in verschiedener Weise zur Erscheinung kommen. Dabei konnte im speciellen Fall ganz von der Frage abgesehen werden, ob die einzelnen Unterphasen der betreffenden Stadien nur eine verschieden lange Dauer besitzen, so dass in dem einen Gewebe hauptsächlich, beziehungsweise ausschliesslich die eine, im andern die andere Unterphase zur Erscheinung kommt, oder ob die Verschiedenheit der in den einzelnen Geweben auftretenden Bilder auf einem vollkommen differenten Verlauf der Kerntheilung, auf einem durchaus verschiedenen Verhalten der chromatischen Substanz beruht. Wahrscheinlich sind, speciell im Fall von *Polynoë* und *Tomopteris*, beide Momente gleichzeitig in Betracht zu ziehen. Ich möchte in dieser Hinsicht meine Auffassung in folgenden zwei Sätzen nochmals zusammenfassen (vergl. die oben citirte Arbeit):

1) In verschiedenen Geweben desselben Organismus können die einzelnen Kerntheilungsphasen in verschiedener Gestalt und in verschiedener Häufigkeit auftreten. Dies beruht theils auf einer ungleichen relativen Dauer der einzelnen Phasen, theils auf einem wirklich differenten Verhalten der chromatischen Substanz.

2) Zur Erklärung der Verschiedenheiten des Kerntheilungshabitus ist nicht unmittelbar an qualitative Verschiedenheiten, die im Innern der chromatischen Substanz selbst enthalten sein mögen, sondern zunächst an mehr äusserliche, in Kern und Zelle oder ausserhalb derselben gelegene Bedingungen zu denken. In gewissen Fällen mögen die Grösse des Kerns, die relative Massigkeit der chromatischen Substanz in Betracht zu ziehen sein.

Zusammenfassendes.

Ueber die biologische Bedeutung des Nectochäta-stadiums. Die mittels des präoralen Wimperkranzes sich bewegende

Trochophora der Polynoënen nährt sich, wie aus Schnittpräparaten (vergl. z. B. Fig. 10) hervorgeht, vorwiegend von vegetabilischen Organismen, einzelligen Algen und Diatomeen. Verhältnissmässig sehr früh, noch während ihres pelagischen Lebens, geht aber die *Polynoë* zur eigentlichen räuberischen Thätigkeit des erwachsenen Thieres über. Ich habe allerdings nur ein einziges Mal im Nectochätastadium Nahrungsreste gefunden, welche einer Deutung zugänglich waren, nämlich Copepodeneier; aber die gewaltige Bewaffnung des Schlundes (Fig. 26) weist entschieden auf die Aufnahme gröberer, animalischer Nahrung hin. Bei dieser Lebensweise genügt aber der Wimperkranz nicht mehr als Bewegungsorgan, vielmehr müssen eigentliche Ruder zur Ausbildung kommen, an welchen die ausserordentlich langen Schwimmborsten ¹⁾ und vielleicht auch die flächenhaften Elytren ²⁾ eine wichtige Rolle spielen. Um nun aber in möglichst kurzer Zeit das Nectochätastadium in ausgiebiger Weise mit Schwimwerkzeugen auszurüsten, wird eine bestimmte Anzahl von Rudern ausgebildet, welche gleichzeitig an Stelle des Wimperapparats in Function treten können. Bei *Polynoë* ist die Anzahl der „primären“ functionirenden Ruderpaare 6, bei *Hermione* nach v. DRASCHE 4, bei einer der FEWKES'schen Larven 3. Es liegen also hier in dem gleichzeitigen Auftreten einer bestimmten, der larvalen Bewegungsweise entsprechenden Anzahl von Extremitäten Verhältnisse vor, wie sie bei den Jugendformen der Crustaceen eine geläufige Erscheinung sind. Auf diese Homologie zwischen der Anneliden- und Crustaceen-Metamorphose hat auch WILSON (37, p. 426) hingewiesen. Nach diesem Forscher verharret die *Nereis*-Larve etwa 12 Tage auf dem Stadium mit 3 Ruderpaaren (p. 424) und weist während

1) Die Schwimmborsten je eines Bauchparapodiums sind annähernd in einer zur Längsaxe des Thieres senkrechten Ebene ausgebreitet. Beim Schwimmen spielt möglicherweise die Befiederung der Borsten eine ähnliche Rolle, wie sie den Fiedern 2. Ordnung bei der Vogelfeder zukommt: bei der Rückwärtsbewegung des Parapodiums würde sich darnach der Borstenfächer in Folge der Befiederung zu einer weniger durchlässigen Fläche zusammenschliessen können.

2) Bei pelagischen Thieren, z. B. bei Copepoden, wird eine erhöhte Schwimfähigkeit nicht nur auf dem Wege einer spindel- oder torpedoähnlichen Verlängerung, sondern vielfach auch durch flächenhafte Verbreiterung des Körpers erreicht.

Die übrigen Functionen der Elytren, der Aphroditiden sind nach HASWELL (17): Schutz, Lichterzeugung, Sinneswahrnehmung, Athmung und Brutpflege.

dessen nur in Bezug auf die Umbildung des Kopfes erheblichere äussere Veränderungen auf.

Einen bemerkenswerthen Unterschied bietet die *Polygordius*-Larve dar. Man trifft während des ganzen pelagischen Larvenlebens bis zum Eintritt des „Ruhezustandes“ (vergl. HATSCHKE, 18, p. 54 [330]) im Magen einzellige Algen, Diatomeen und allerlei pflanzlichen Detritus an. Zur Erreichung dieser Nahrung genügt aber vollkommen die Bewegung mittels der Flimmerkränze. Andererseits wird aber diese Bewegungsweise durch die Ausbildung zahlreicher Metameren nicht wesentlich beeinträchtigt, und so sehen wir denn während des ganzen pelagischen Lebens bis zum Verlust des Wimperapparates und bis zur Erreichung des „Ruhezustandes“ eine fortdauernde Bildung von Segmenten.

Das Gemeinsame bei den Polynoinen und bei *Polygordius* würde also sein, dass nach Verlust des Flimmerapparats für eine gewisse Zeit die weitere Metamorphose aussetzt. Während aber *Polygordius* zu Beginn des hier eintretenden „Ruhezustands“ sich auf den Grund herabsenkt, führt die junge *Polynoë* in diesem Zeitraum im Nectochätastadium ein pelagisches Räuberleben. Erst nach Ablauf dieses Zeitraums beginnen bei *Polynoë* diejenigen Veränderungen sich einzustellen, welche den Uebergang zur fertigen Form herbeiführen: das zipfelförmige Auswachsen der beiden Kopfhälften und die Bildung neuer Segmente. Jetzt senkt sich auch die *Polynoë* auf den Meeresboden herab.

Das Nectochätastadium bezeichnet aber nicht nur in morphologischer Hinsicht ein gut markirtes Zwischenstadium zwischen Trochophora und ausgebildeter Form, dasselbe ist gegenüber der Trochophora noch durch das Auftreten einer Reihe von Erscheinungen charakterisirt, die auf tiefgreifende Veränderungen physiologischer Natur hinweisen und in mittelbarer Weise gleichfalls mit der abgeänderten Lebensweise in Zusammenhang stehen dürften:

1) In der ganzen Kopfregion und vor allem in dem sich zurückbildenden Wimperkranz treten im Uebergangsstadium in der Epidermis grosse Lacunen einer Substanz auf, welche bei Färbung mit Alauncochenille eine charakteristische blassviolette Tinctio zeigt (Fig. 18 *l*).

2) An verschiedenen Körperstellen, namentlich aber in den Cirrenanlagen, finden sich vorübergehend in grosser Menge intracelluläre Drüsenschläuche vor, deren Secret bei Anwendung von Osmiumgemischen als Fixirungs- und Alauncochenille als Färbungsmittel in rascher und haltbarer Weise einen dunkel-carminrothen Ton annimmt (Fig. 19).

3) In sämtlichen gleichzeitig angelegten primären Körpersegmenten (I—VII) befinden sich im Uebergangsstadium mächtig entwickelte „provisorische Nephridien“, deren Inhalt die Reactionen des unter 2) erwähnten Drüsensecrets zeigt (Fig. 17 und 18).

4) Im vordern Abschnitt des Darmtractus treten vereinzelt Zellen auf, deren Plasma in gleichmässiger und dichter Anordnung („perlförmige“) Tropfen einer bei Anwendung der Osmium-Alauncochenille-Methode gelblich gefärbten Substanz enthält (Fig. 36 *pz*). Das Auftreten dieser Perlzellen, welche von KLEINENBERG auch bei *Lopadorhynchus* und *Phyllodoce* aufgefunden worden sind, fällt bei *Polynoë* in das Uebergangsstadium zwischen Trochophora und Nectochäta. Im Darmepithel jüngerer Larven finden sich dagegen stets nur in unregelmässiger und lockerer Vertheilung kleine und kleinste Kügelchen und Tröpfchen einer dunkelgelb sich färbenden Substanz (Fig. 37).

Welche Bedeutung im Einzelnen diesen verschiedenen Vorkommnissen zuzuschreiben ist, darüber sind in den vorhergehenden Capiteln einzelne Vermuthungen ausgesprochen worden. Bestimmtere Anhaltspunkte sind in dieser Richtung zunächst nicht zu gewinnen, und wir müssen uns vorläufig damit begnügen, das zeitliche Zusammenfallen dieser Erscheinungen mit einem bestimmten Entwicklungsstadium festzustellen.

Zur Organbildung bei den Polychäten. Ich möchte zum Schluss noch diejenigen auf die Organbildung bezüglichen Punkte übersichtlich zusammenfassen, in denen ich über die Angaben früherer Untersucher der Polychätenentwicklung hinausgehen oder zur Entscheidung schwebender Fragen einen Beitrag liefern zu können glaube.

Ectodermale Organe. 1) Auftreten besonderer Differenzirungen (Lacunen) innerhalb der Epidermis der ganzen Kopfregion im „Uebergangsstadium“ (Beziehungen derselben zu den die Umbildung des Kopfes herbeiführenden Vorgängen). S. 251, Fig. 12, 16 und 18 *l*.

2) Entfaltung des Borstenapparats. S. 252, Fig. 34 und 35.

3) Genetische Homologie der Cirren- und Elytrenanlagen (Endzapfen). S. 253, Fig. 3 und 9.

4) Auftreten einzelliger Drüsen in den Cirrenanlagen (Vergleich mit den Drüsen in den Ruderflossen der jungen *Tomopteris*). S. 254, Fig. 19 und 20.

5) Bau der Ventralpapillen der Larve (Deutung der Centralzellen derselben als Leuchtorgane). S. 257, Fig. 8 und 33.

6) Entstehung der Gehirnmasse aus drei gesonderten Partien. S. 259, Fig. 11, 13 und 16 *sp*.

7) Verbreitung der Wachstumsbezirke in der terminalen Körperregion. S. 250 u. 269, Fig. 8—9, Fig. 23—25.

Verdauungstractus. 1) Entwicklung des Schlundes aus einem paarigen Divertikel des Stomodäums, entsprechend den Angaben KLEINENBERG's. S. 260, Fig. 10—13.

2) Bildung von Längscanälen innerhalb der sich zurückbildenden „innern Zellschicht“ des Schlundes (Annahme einer genetischen Homologie mit den von KLEINENBERG beschriebenen Schlunddrüsen). S. 260, Fig. 38 und 39.

3) Verschiedenheiten der histologischen Differenzirungen des Darmepithels einerseits in der Trochophora, andererseits im Uebergangs- bzw. Nectochätastadium (die verschiedenen Zelltypen sind Stufen einer Entwicklungsreihe). S. 262, Fig. 36 und 37.

Mesodermale Bildungen. 1) Bau der Muskelzellen der Längsmuskelfelder bei *Polynoë* und *Polygordius* (Vergleich mit den Verhältnissen bei Nematoden). S. 267, Fig. 15 und 21.

2) Auftreten des ventralen Längsgefäßes im Nectochätastadium. S. 268 Fig. 26 und 27.

3) Bestehen eines mit dem Ectoderm in Verbindung stehenden mesodermalen Wucherungsherdes bei der Bildung „secundärer“ Segmente. S. 270, Fig. 26 und 27.

Nephridien. Auftreten provisorischer Nephridien in den sieben ersten „primären“ Segmenten während des Uebergangstadiums. S. 271, Fig. 17 und 18.

Geschlechtsorgane. Auftreten rudimentärer Geschlechtsanlagen in den vordersten Segmenten der Nectochäta (Unterschied des Kerntheilungshabitus in den Geschlechtsanlagen und in vegetativen Geweben). S. 275, Fig. 40—43.

Freiburg i. B., den 31. Juli 1894.

Literaturverzeichniss.

1. BOAS, J. E. V., Lehrbuch der Zoologie, Jena 1890.
2. BOURNE, A. G., Certain points in the anatomy of Polynoina and on the Polynoë (*Lepidonotus* LEACH) clava of Montagu, in: Trans. Linn. Soc. London, (2. Ser.), Zool., V. 2, 1883.
3. CARUS, J. V., Prodrömus Faunae mediterraneae. Pars 1, Stuttgart 1884.
4. CLAPARÈDE, R. E., Beobachtungen über Anatomie und Entwicklungsgeschichte wirbelloser Thiere an der Küste von Normandie ange stellt. Leipzig 1863.
5. — Les Annélides Chétopodes du Golfe de Naples, in: (Mém. Soc. Phys. Hist. Nat. Genève, V. 19, 1868.
6. DRASCHE, R. VON, Beiträge zur Entwicklung der Polychäten. 2. Heft, Wien 1885.
7. EHLERS, E., Die Borstenwürmer. Leipzig 1864—68.
8. EISIG, H., Capitelliden, in: Fauna und Flora des Golfes von Neapel, 16. Monographie, 1887.
9. FEWKES, J. W., Studies from the Newport Marine Zoölogical Laboratory. 13. On the development of certain worm larvae, in: Bull. Mus. Comp. Zool. Harv. Coll. Cambr., V. 11, 1883—85.
10. FOL, H., Études sur le développement des Mollusques, in: Arch. Zool. exp. et gén., V. 5, 1876.
11. FRAIPONT, J., Le genre Polygordius, in: Fauna u. Flora Golf. Neapel, 14. Monogr., Berlin 1887.
12. GREEFF, R., Ueber pelagische Anneliden von der Küste der canarischen Inseln, in: Zeitschr. f. wiss. Zool., V. 32, 1879.
13. — Ueber die pelagische Fauna an den Küsten der Guinea-Inseln, *ibid.*, V. 42, 1885.
14. GRUBE, E., Einige Bemerkungen über Tomopteris und die Stellung dieser Gattung, in: MÜLLER's Arch., Jahrg. 1848.
15. — Beschreibung neuer oder weniger bekannter Anneliden. Fünfter Beitrag, in: Arch. f. Naturg., 26. Jahrg., V. 1, 1860.
16. HASWELL, W. A., On the segmental organs of Polynoë, in: Zool. Anz., 5. Jahrg., 1882.
17. — A monograph of the Australian Aphroditea, in: Proc. Linn. Soc. N. S. Wales, V. 7., 1883.

18. HATSCHKE, B., Studien über die Entwicklungsgeschichte der Anneliden. Ein Beitrag zur Morphologie der Bilateralien, in: Arb. Zool. Inst. Wien, V. 1, 1878.
 19. — Entwicklung der Trochophora von *Eupomatus uncinatus* PHILIPPI (*Serpula uncinata*), *ibid.*, V. 6, 1885.
 20. KALLENBACH, E., Ueber *Polynoë cirrata* O. FR. MLLR. Ein Beitrag zur Kenntniss der Fauna der Kieler Bucht. Inaug.-Diss. (Jena) Eisenach 1883.
 21. KLEINENBERG, N., Die Entstehung des Annelids aus der Larve von *Lopadorhynchus*. Nebst Bemerkungen über die Entwicklung anderer Polychäten, in: Zeitschr. f. wiss. Zool., V. 44, 1886.
 22. KORSCHULT, E., Ueber *Ophryotrocha puerilis* CLAP.-METSCHN. und die polytrochen Larven eines andern Anneliden (*Harpochaeta cingulata* nov. gen., nov. spec.), in: Zeitschr. f. wiss. Zool., V. 57, 1894.
 23. — und HEIDER, K., Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Thiere. Jena 1890.
 24. LOVÉN, S., Beobachtungen über die Metamorphose einer Annelide. Aus den K. Vetenskaps-Acad. Handl. für 1840, übersetzt von Dr. W. PETERS, in: Arch. f. Naturg., 8. Jahrg., V. 1, 1842.
 25. MARENZELLER, E. VON, Zur Kenntniss der adriatischen Anneliden, in: Sitzb. K. Akad. Wiss. Wien, V. 69, Abth. 1, 1874.
 26. — Sur une *Polynoïde pélagique* (*Nectochaeta Grimaldii* nov. gen., nov. sp.) recueillie par l'Hirondelle en 1888, in: Bull. Soc. Zool. France, V. 17, 1892.
 27. MÜLLER, MAX, Ueber die Entwicklung und Metamorphose der *Polynoën*, in: MÜLLER's Arch., Jahrg. 1851.
 28. ØRSTED, A. S., Grönlands *Annulata dorsibranchiata*, in: Vid. Sel. naturvid. og mathem. Afh., 10. Del, 1843.
 29. RETZIUS, G., Biologische Untersuchungen. Neue Folge V. 4. (1. Das sensible Nervensystem der Polychäten). Stockholm 1892.
 30. SALENSKY, W., Étude sur le développement des Annélides, in: Arch. de Biol., V. 4, 1883.
 31. SARS, M., Zur Entwicklung der Anneliden, in: Arch. f. Naturgesch., 11. Jahrg., V. 1, 1845.
 32. SCHNEIDER, A., Ueber Bau und Entwicklung von *Polygordius*, in: MÜLLER's Arch., 1868.
 33. TRAUTZSCH, H., Beitrag zur Kenntniss der Polynoïden von Spitzbergen, in: Jen. Zeitschr. f. Naturw., V. 24, 1890.
 34. VEJDOVSKY, F., Beiträge zur Kenntniss der Tomopteriden, in: Zeitschr. f. wiss. Zool., V. 31, 1878.
 35. — System und Morphologie der Oligochäten. Prag 1884.
 36. VIGUIER, C., Études sur les animaux inférieurs de la Baie d'Alger. II. Recherches sur les Annélides pélagiques, in: Arch. Zool. exp. et gen. 2^{me} Sér. V. 4, 1886.
 37. WILSON, E. B., The cell-lineage of *Nereis*, in: Journ. Morph., V. 6, 1892.
-

Erklärung der Abbildungen.

Allgemein gültige Bezeichnungen.

| | |
|---|---|
| <p><i>a</i> Aciculum, <i>ac</i> Analcirren, <i>äu. l</i> äussere Zellschicht des Schlundes, <i>ak</i> Analkerbe, <i>aö</i> Analöffnung, <i>bc</i> Bauchcirrus, <i>bn</i> fibrillärer Theil des Bauchstrangs, <i>bp</i> Bauchplatte, <i>bs</i> Borstensackknospe, <i>b.st</i> basales Stück der Anhangsorgane, <i>b. str</i> Bauchstrang, <i>cd</i> Cirrusdrüsen, <i>cz</i> Centralzelle der Ventralpapille, <i>d. bs</i> dorsaler Borstensack, <i>d. lm</i> dorsale Längsmusculatur, <i>ez</i> Endzapfen der Elytren, <i>e. VII</i> Elytren des VII. Segments (4. Paar), <i>fc</i> Fühlercirren, <i>hb</i> Haltebänder des Aciculums,</p> | <p><i>il</i> Innere Zellschicht des Schlundes, <i>l</i> Lacunen der Epidermis, <i>m</i> Mesodermzellen, <i>m. bs</i> Mantelschicht des Borstensacks, <i>mf</i> Muskelfäden der Kopfhöhle, <i>m. str</i> Mesodermstreif, <i>ol</i> Oberlippe, <i>o. sg</i> Oberes Schlundganglion, <i>pr</i> Pigmentring, <i>pz</i> „Perlzellen“ d. Darmepithels, <i>rc</i> Rückencirrus, <i>rp</i> Rückenplatte, <i>schl</i> Schlundanlage, <i>sd</i> Schlunddrüsen, <i>sp</i> Scheitelplatte, <i>v. bs</i> ventraler Borstensack, <i>v. g</i> ventrales Gefäss, <i>v. l</i> ventrale Längsmusculatur, <i>vp</i> Ventralpapille, <i>v. r</i> ventraler Ruderast, <i>v. tr</i> ventrale Transversalmuskeln, <i>wr</i> Wimperring.</p> |
|---|---|

Sämmtliche Figuren beziehen sich, soweit keine besondern Angaben gemacht sind, auf die Larve von *Polynoë*. Der fibrilläre Theil des Centralnervensystems ist auf allen Figuren durch einen gelben Ton gekennzeichnet.

Tafel 14.

Fig. 1. Aeltere Trochophora mit beginnender Segmentbildung. Gezeichnet nach einer Skizze von Herrn Prof. H. E. ZIEGLER (nach dem lebenden Thier) und ergänzt nach Präparaten.

Fig. 2. ZEISS, Obj. A, Oc. 4, Vergr. 97. „Uebergangsstadium“, von unten. Gleichzeitige Ausbildung der Fusstummel des I.—VII. Segments. Kolbenförmige Anlage der Cirren.

Fig. 3. ZEISS, Obj. A, Oc. 2, Vergr. 52. „Nectochätastadium“, von unten. Die Cirren sind flaschenförmig ausgezogen. Die Elytren des VII. Segments (4. Paar) mit kegelförmigen Endzapfen.

Fig. 4. ZEISS, Obj. A, Oc. 2, Vergr. 52. Acht- bis neungliedriges Stadium, von oben (ohne die Elytren). Das neunte Segment (IX) in erster Anlage begriffen. Die Cirren sind tentakelförmig verlängert.

Fig. 5. ZEISS, Obj. A, Oc. 5, Vergr. 130. Kopf im Nectochätastadium, von unten. Zapfenförmige Anlage der drei Fühler (*f*). Die Palpen (*p*) treten als dicke Kolben hervor.

Fig. 6. ZEISS, Obj. A, Oc. 5, Vergr. 130. Kopf der 8—9gliedrigen Larve, kurz ehe sie sich auf den Grund herabsenkt; von oben. Die Form entspricht annähernd der Kopfform der ausgewachsenen *Polynoë reticulata*.

Fig. 7. SELB., Apochr. Obj. 4 mm, Comp. Oc. 2, Vergr. 125. Hinterende des „Uebergangsstadiums“, von unten. In der Kerbe zwischen Bauchplatte (*bp*) und Rückenplatte (*rp*) befinden sich die Ansatzstellen der Analcirren. Bauchplatte und Rückenplatte enden mit kegelförmigen Endzapfen.

Fig. 8. S., 4 mm, 2, 125. Bauchplatte des Nectochätastadiums, von unten. Der ganze Rand mit dunklen, auf reges Wachstum hinweisenden Körnchen besetzt. *p* Papillen der Analcirren.

Fig. 9. S., 4 mm, 2, 125. Rückenplatte des Nectochätastadiums, von oben. Die gewölbten Elytren des VII. Segments (*e VII*) mit kegelförmigen Endzapfen (*ez*).

Fig. 10. S., 4 mm, 2, 125. Querschnitt durch eine Trochophora, in der Höhe des Oesophagus. Die (in der Fig.) rechte Seite ist etwas höher als die linke getroffen, die Schlundanlage kommt nur in letzterer zur Ansicht. Das säckchenförmige Schlunddivertikel (*schl*) ist an seiner hintern Circumferenz von einer einschichtigen Lamelle bedeckt, welche die in Bildung begriffene äussere Zellschicht (*äu. l*) des definitiven Schlundes darstellt. Der vom Oesophagus durch einen Ringwulst getrennte entodermale Theil des Verdauungstractus zeigt den Reusenapparat und in seinem Innern halbverdaute Nahrungsbestandtheile (einzellige Algen, Diatomeen). Auf der linken Seite ist der Mesodermstreifen (*m. str*), in der Kopfhöhle sind vereinzelte Muskelfäden (*mf*) getroffen. *kn* vielleicht Kopfniere mit Ausführungsgang.

Fig. 11. S., 4 mm, 2, 125. Schräger Querschnitt durch eine etwas ältere Trochophora, Stadium der Fig. 1 (die Schnittrichtung ist in Fig. 1 durch den Pfeil angedeutet). Die Anlagen des obren Schlundganglions (*o. sg*) haben gegenüber dem vorhergehenden Stadium (Fig. 10) eine bedeutende Breitenausdehnung erlangt, der hintere Abschnitt der ursprünglichen Scheitelplatte stellt sich als scharf abgegrenzte, linsenförmige Knospe dar, welche noch in lebhafter Vermehrungsbätigkeit begriffen ist. In der linken Hälfte der Figur sieht man die secundäre Leibeshöhle in Bildung begriffen. *kn* Kopfniere (?).

Fig. 11a. S., 4 mm, 2, 125. Oberster Schnitt derselben Reihe. Die beiden kleinzelligen Ectodermbänder, welche die Anlagen des obern Schlundganglions darstellen, stossen in der Scheitelregion noch nicht zusammen. Vor denselben einige drüsige Elemente, *d* (vergl. Fig. 17 *d*). Bei *p* Pigmentanhäufungen, welche den Anlagen eines der innern Augenpaare entsprechen.

Tafel 15.

Fig. 12. S., 4 mm, 2, 125. Sagittalschnitt durch eine noch ältere Larve. Der Pigmentring (*pr*) und die beiden Zellenreihen des Wimperinges (*wr*) sind vor allem durch die Beschaffenheit ihrer Kerne scharf gegenüber den Elementen der übrigen Epidermis und speciell der Oberlippe differenzirt. Im Bereich des Kopfes treten bereits innerhalb der Epidermis die mit den Rückbildungsvorgängen im Zusammenhang stehenden Lacunen (*l*) auf. Die innere Zellschicht der Schlundanlage ist mehrschichtig geworden, die äussere Zellschicht hat an Ausdehnung zugenommen.

Fig. 13. S., 4 mm, 2, 125. Längsschnitt durch ein älteres Stadium mit fortgeschrittener Segmentbildung. Die Schlundanlage ist bereits an die obere Seite des Oesophagus gerückt. Im entodermalen Theil des Verdauungstractus führen die Zellen der ventralen Partien sowie der Darmfalte (*df*) (durch Osmiumsäure) dunkel gefärbte Körnchen.

Fig. 14. SEIB., hom. Imm. 2 mm, Oc. 2, Vergr. 250. Querschnitt durch den hintersten Theil einer jüngern Larve (derselben, von welcher der Schnitt Fig. 10 stammt). Die Borstensackanlagen des letzten Segmentes (*bs*) sind flach angeschnitten. Der Mesodermstreifen (*m. str*) stellt sich deutlich in zweiblättriger Form dar. Im Bauchstrang kommen die Nervenbrillen noch nicht zur Darstellung.

Fig. 15. S., 2 mm, 2, 250. Höher gelegener Schnitt durch dieselbe Larve, der Mesodermstreif lässt auch hier im Ganzen eine zweiblättrige Beschaffenheit deutlich erkennen. Sein dorsaler Abschnitt enthält die Anlage der dorsalen Längsmusculatur (*d. lm*), sein mittlerer Theil ist zwischen Darm und Borstensackknospe eingezwängt, während sein ventraler Abschnitt in der für *Polygordius* bekannten Weise eine Differenzirung in Darmfaserplatte (*df*) und Hautmuskelpatte (ventrale Transversalmuskeln, *v. tr*, + ventrale Längsmuskelpatte, *v. l*) zeigt. Die Fibrillen der ventralen Längsmuskelpatte zeigen im Querschnitt eine paarige Anordnung. Der Bauchstrang und die medianen Abschnitte des Darms sind noch ohne peritoneale Bekleidung.

Fig. 16. S., 2 mm, 2, 250. Sagittalschnitt durch die Scheitelregion einer Larve im „Uebergangsstadium“ (Fig. 2, 17, 18). In der sattelförmigen Einsenkung zwischen den beiden Hälften des Oberschlundganglions, welche sich bereits von der Epidermis losgelöst haben, hat sich eine keilförmige Zellenmasse (*sp*) eingeschoben, welche vermuthlich von der in den vorhergehenden Stadien in lebhafter Vermehrungsthätigkeit begriffenen und von der Epidermis abgelösten linsenförmigen Knospe stammt. Dieser Zellenmasse sitzt die Anlage des unpaaren Fühlers (*kc*) auf. In der Epidermis treten als Ausdruck der Rückbildungsvorgänge grosse Lacunen (*l*) auf.

Fig. 17. S., 4 mm, 2, 125. Seitlicher Längsschnitt durch eine Larve im Uebergangsstadium. In den Segmenten I—VI sind die Nephridien mehr oder weniger vollständig getroffen. In den Nephridien des III. und IV. Segmentes ist die Zusammensetzung derselben aus einem sackförmigen Haupttheil und einer rückläufigen Schlinge zu erkennen (vergl. Fig. 17a). Die äussere Mündung (*nm*) liegt neben der Centralzelle der Ventralpapille (Segm. II und III). *d* Drüsenelemente.

Fig. 18. S., 4 mm, 2, 125. Längsschnitt durch die andere Seite derselben Larve. Von drei Nephridien sind die Innenmündungen getroffen. Die Schlundanlage ist vollständig auf die Dorsalseite des Oesophagus gerückt. Im Darmepithel treten einzelne „Perlzellen“ auf (*pz*). In der Epidermis der Kopfreion sind allenthalben Lacunen zu bemerken.

Fig. 19. S., 2 mm, 2, 250. Schnitt durch die Fusstummelanlage einer Larve im „Uebergangsstadium“ (in der in Fig. 19a durch den Pfeil angedeuteten Richtung). In der Bauchcirrusanlage sind vier lange Drüsenschläuche zu sehen, im Basalstück des Rückencirrus sind zwei etwas grössere Drüsen getroffen.

Tafel 16.

Fig. 20. S., 2 mm, 2, 250. Radialschnitt durch die Flosse einer 5—6 mm langen, mit 9 Beinpaaren versehenen jungen *Tomopteris*. Die Flosse besteht aus einem ein- bis mehrschichtigen Gewebe grosskerniger Zellen, innerhalb welcher, namentlich am Rande und an der Unterseite, grosse „Vacuolen“ (*v*) auftreten. Die Zellen enthalten zum Theil kleine birnenförmige Secretpfropfen (*d₁*); viele Zellen erstrecken sich durch die ganze Länge des Radius und enthalten lange, mehrfach gebauchte Drüsenschläuche (*d₂*) („Faserbündel“ GRUBE'S). Die zugehörigen Kerne (*k*) liegen an der der Leibeshöhle (*lh*) zugewandten Basis.

Fig. 21. S., 2 mm, 2, 250. Etwas schräger Querschnitt durch ein dorsales Längsmuskelfeld einer jungen Larve von *Polygordius*. Die Querschnittsbilder der Muskelfibrillen sind winklig oder bogig (vergl. Fig. 15 *vl*).

Fig. 22. S., 2 mm, 2, 250. Hälfte eines Querschnittes durch eine Larve, etwa vom Stadium der Fig. 13. Knospenförmige Anlage der Cirren und Borstensäcke. Dorsaler und ventraler Borstensack haben eine gemeinschaftliche Anlage, deren ventraler Abschnitt jedoch in der Differenzirung voranschreitet. Die Lagerung des Mesodermstreifens ist (im Vergleich zu Fig. 15) durch die übrigen Organanlagen vielfach gestört.

Fig. 23. S., 2 mm, 2, 250. 1. Schnitt einer Längsschnittreihe durch eine 8—9gliedrige Larve. Zwischen die (flach angeschnittene) Bauchplatte (*bp*) und das Enddrüsenfeld der Rückenplatte (*rp*) ist die horizontale Analkerbe (*ak*) eingeschoben, auf deren Höhe die ventralen Längsmuskelstreifen liegen. Im VII. Segment ist bei *n* vielleicht ein geschrumpftes Nephridium getroffen. Das VIII. und IX. Segment ist in Bildung begriffen, in ersterem sind die Querschnitte durch die Borstenanlagen zu erkennen. Die Wachstumsbezirke sind durch das Auftreten kleiner (durch Osmiumsäure) dunkel gefärbter Körnchen gekennzeichnet. *mz* Muskelzellen.

Fig. 24. S., 2 mm, 2, 250. 2. Schnitt durch dieselbe Reihe. Im IX. Segment tritt eine grosse runde Zelle auf, welche Aehnlichkeit mit den Centralzellen der Ventralpapillen hat. Eine hinter dem IX. Segment gelegene Kerntheilungsfigur steht vielleicht mit den die Bildung eines X. Segments herbeiführenden Vermehrungsvorgängen im Zusammenhang.

Fig. 25. S., 2 mm, 2, 250. 3. Schnitt durch dieselbe Reihe. Die Analöffnung ist flach angeschnitten, der eine Analcirrus voll getroffen.

Fig. 26. ZEISS, Obj. A, Oc. 4, Vergr. 97. 4. Schnitt durch dieselbe Reihe. Der Schnitt hat den unpaaren Fühler (*upc*), den linken paarigen Fühler (*pc*), den linken Palpus (*p*), ferner das ventrale Gefäss (*vg*) in einem grossen Theil seiner Länge und die Analöffnung getroffen.

Fig. 27. S., 2 mm, 2, 250. Derselbe Schnitt. Die zwischen Enddarm und ventraler Längsmusculatur gelegene mesodermale Zellenmasse scheint zwischen den beiden ventralen Längsmuskelfeldern mit dem Ectoderm in unmittelbarem Zusammenhang zu stehen. Das ventrale Gefäss lässt sich durch mehrere Segmente hindurch verfolgen.

Tafel 17.

Fig. 28. S., 2 mm, 2, 250. Schnitt durch einen Rückencirrus einer ältern Larve. Das centrale Nervenbündel endet an der Spitze in einer Anzahl von Härchen.

Fig. 29. S., 2 mm, 2, 250. Schnitt durch einen Palpus einer ältern Larve. Dem Muskelcylinder (*mc*) liegt einseitig ein dicker Nervenstrang (*cn*) auf. Die Nervenfasern enden theils in kleinen, terminalen Stäbchen (*st*), theils in warzenförmigen, der Palpusoberfläche aufsitzenden Papillen (*w*). An der Basis des Palpus einzelne kleine Drüsen (*cd*). Querrunzelung der Oberfläche durch Contraction.

Fig. 30. S., 2 mm, 2, 250. Aus derselben Serie. Verbindung des Nervenbündels des Palpus (*cn*) mit dem oberen Schlundganglion.

Fig. 31. S., 4 mm, 2, 125. Schnitt durch eine Elytre einer ältern Larve. Dieselbe ist vom Elytrenträger (*bst*) abgerissen. Bei *ez* ist der aus dem Endzapfen der Elytrenanlage (Fig. 9 *ez*) hervorgegangene, besonders grosse Sinnesapparat getroffen. *e. m* Muskel. Auf der Elytre ectoparasitische Infusorien (*i*).

Fig. 32. S., 4 mm, 2, 125. Oberflächenansicht durch eine Elytre einer ältern Larve. Nur die stärksten der Nervenverzweigungen sind eingezeichnet.

Fig. 33. S., 2 mm, 2, 250. Schnitt durch eine Ventralpapille einer ältern Larve. Die „Centralzelle“ (*cz*), welche eine durch Osmiumsäure sich bräunende Substanz einschliesst, von einem Kreis heller Stützzellen (*stz*) umgeben (vergl. die Oberflächenansicht Fig. 2 und 3).

Fig. 34. S., 2 mm, 2, 250. Schnitt durch den dorsalen Borstensack aus einem der hintern Segmente einer Larve im Nectochätastadium. Dem innern kegelförmigen Ende des Aciculums ist der dunkel tingirte Kern der Matrixzelle (*mz*) sowie eine freie Mesodermzelle (*m*) aufgelagert.

Fig. 35. S., 2 mm, 2, 250. Schnitt durch ein junges Parapodium. Ausschälung des ventralen Borstensacks.

Fig. 36. S., 2 mm, 2, 250. Schnitt durch das Darmepithel einer Larve im „Uebergangsstadium“ (vergl. Fig. 18). Auftreten der gross-kernigen Perlzellen (*pz*).

Fig. 37. S., 2 mm, 2, 250. Schnitt durch das Darmepithel einer Trochophora. Differenzirung der vier Zellformen.

Fig. 38. S., 2 mm, 2, 250. Querschnitt durch den vordern Theil des Schlundes einer ältern Larve. In der innern Schicht acht Längscanäle (*sl*); in der Verschmelzungslinie der beiden Schlundhälften schieben sich die langen Zellen der äussern Schicht (*äu.l*) von hinten her keilförmig herein.

Fig. 39. S., 2 mm, 2, 250. Weiter hinten gelegener Querschnitt aus derselben Reihe. In der innern Schicht sind nur noch die Querschnitte durch die 4 innern Canäle zu erkennen; die äussere Schicht ist fast vollkommen geschlossen (s. Text).

Fig. 40. S., 2 mm, 2, 250. Schnitt durch eine Ventralpapille des III. Segments einer 7—8gliedrigen Larve. Das Secret der Centralzelle ist in der Entleerung begriffen. Mitose in der Genitalanlage.

Fig. 41. S., 2 mm, 2, 250. Schnitt durch das II. Segment derselben Larve. An der Basis des Bauchcirrus, also gleichfalls neben der Ventralpapille, eine grosse Dyasterfigur, die vermuthlich zur Genitalanlage gehört.

Fig. 42. S., 2 mm, 250. Kerntheilungsfiguren aus den Geschlechtsorganen einer jungen *Tomopteris*. Die Zelltheilung ist vollzogen, die chromatischen Elemente liegen in Form lockerer, flacher Kränze an den entgegengesetzten Polen der Tochterterritorien.

Fig. 43. S., 2 mm, 2, 250. Kerntheilungsfiguren aus dem Darmepithel einer jungen *Tomopteris*. Die Zellterritorien sind noch nicht abgegrenzt. Die chromatischen Elemente liegen als geschlossene Körbe in der Mitte der Tochterterritorien.

On the supposed Vertebration of the Tail in Appendicularia.

By

James Rankin, B. Sc.,

Assistant in the Department of Zoology and George A. Clark Scholar in Biological
Science in the University of Glasgow.

With Plate 18.

By the earlier investigators of the Appendiculariæ from CHAMISSO downwards no mention seems to be made of any apparent segmentation in the tails of these animals. This is evidently due to the fact that the interruptions in the muscular layers of the appendage are very rarely, if ever, seen in living specimens. FOL, who treated the animals with various reagents, does not record their appearance although he has most minutely described the phenomena connected with the various genera and species which came under his observation.

RAY LANKESTER¹⁾ is among the first who have made mention of the muscular interruptions above referred to. He states, as the result of the examination of some specimens of *Fritillaria furcata* at Naples in 1871—72, that "the musculature of the tail is broken up into a series of myomeres, seven in number, one corresponding to each pair of nerves given off by the axial nerve-cord". Further in his article "Vertebrata" in the *Encyc. Brit.*²⁾, dealing with the question of the admission of the Tunicata to the phylum Vertebrata, he says "the Ascidian tadpole, and more clearly the free-swimming

1) in: *Quart. Journ. Microsc. Sc.*, (N. S.) V. 22, 1882.

2) in: *Encyc. Brit.*, 9th Edition.

Tunicate Appendicularia, do exhibit a segmentation of the muscles of the hinder part of the body wall similar to and identical with that of *Amphioxus*".

HERDMAN in his article "Tunicata" in the same edition of the *Encyc. Brit.*, states that the tail (of Appendicularia) "shows distinct traces of metameric segmentation, having its muscle bands broken up into myomeres, while the nerve cord presents a series of enlargements from which distributory nerves are given off".

It is evident that LANKESTER's conclusions from his examination of *F. furcata* cannot apply to the whole group, as FOL¹⁾ states (speaking generally of the caudal nerve): "Il présente un nombre variable (20 à 40) de renflements de chacun desquels partent de petits filets nerveux se rendant aux muscles et à l'épiderme."

In *F. furcata* SEELIGER²⁾ found 10 apparent segments in the caudal musculature, and 8 of the so-called ganglia in connection with the nerve cord. I do not think it probable that he is right in regarding each muscle segment as "eine einzige riesige Muskelzelle", or in stating that "die Segmentgrenzen sind lediglich die Grenzen zwischen zwei Zellen". My reasons will be given further on.

While working sometime ago, through the kind permission of Dr. MURRAY, Edinburgh, in the temporary Marine Station at Millport on the Firth of Clyde, I found *Appendicularia* extremely plentiful, and I had abundant opportunity both then and afterwards of examining living and prepared specimens. I found at that time only a single species, viz. *Oikopleura dioica*. Subsequently I procured from Naples some preserved examples of *F. furcata*. My attention was specially drawn to the tail of *O. dioica*, and from my observations I found it impossible to admit that its structure could be interpreted as showing metameric segmentation³⁾.

1) Études sur les Appendiculaires du détroit de Messine, 1872.

2) Die Entwicklungsgeschichte der socialen Ascidien, in: Jenaische Zeitschr. Naturwiss., V. 18, 1884—85.

3) Some difficulty was experienced in getting a mode of treatment which would bring out clearly the structure of the tail of these animals. Hæmatoxylin followed by safranin gave good results. SEILER's process (borax carmine followed by sulphindigotate of soda) gave some fine preparations. When tails were treated according to SEILER's method, and afterwards subjected to the action of safranin in order to intensify the nuclear stain, extremely good preparations were obtained. The fixing agents used were mercury bichloride, and KLEINENBERG's picrosulphuric.

The main features in the structure of the tail being well known I shall not again describe them. If true segmentation were present we might find corresponding evidence in the axial chord (though not probably in such a simple form as this), but we should certainly expect it in the nerve cord and in the musculature.

The axial chord, according to FOL, "n'est autre chose qu'un tube fermé des deux bouts, et rempli d'une masse de consistance cartilagineuse". — "La paroi du tube est une membrane très mince et anhiste. A sa surface interne, l'on decouvre des cellules lenticulaires, rarement étoilées, aplaties, et qui ne montrent plus trace de nucléus". In *O. dioica* I have not found the "cellules étoilées", but in my preparations there is a distinct nucleus in the lenticular cells. This and the relative position of these cells are shown in Fig. 6 and 7, Pl. 18. I have not observed similar nucleated cells in the axial chord of *F. furcata*, where apparently only the disc-like nuclei have persisted. In neither case do the cells of the chord correspond in number or position to the primitive muscle cells. Their relative distribution in a very young form of *O. dioica* is shown in Fig. 10, Pl. 18, where the cells have not yet begun to secrete the cartilaginous substance. FOL draws attention to the firmness of the chord. He says "On peut couper la corde en travers, la serrer dans un compresseur, sans que cette masse change de forme, ou sorte du tube qui la renferme". This elasticity I believe to have an important bearing on the phenomena observed in the musculature.

The nerve cord of *O. dioica* is a thin flattened filament closely applied to the side of the axial chord. At the base of the tail is the large caudal ganglion and I have counted from 13 to 15 of the smaller so-called ganglia in this species. It is difficult to determine their exact number as those near the posterior extremity of the tail consist simply of single nerve corpuscles which are not readily distinguished in prepared specimens. They are easily seen in living animals, but the movements of the tail render it difficult to observe the precise number. FOL states that "un fin canal parcourt le nerf et les deux ganglions dans toute leur longueur". The sections which I have prepared of *O. dioica* show that the two ganglia (i. e. the cerebral and the caudal) as well as the nerve cord in the body and tail, are solid structures. By suitable staining I have been able to demonstrate that the nerve cells on the caudal filament are in structure similar to those in the caudal ganglion, which have a granular protoplasm and a large vesicular nucleus with a nucleolus, although FOL says concerning

them "ils font partie du nerf et ne prennent pas la valeur de cellules; il n'est du moins pas possible d'y distinguer un nucléus ou un protoplasma granuleux". The general arrangement of the caudal ganglia in *O. dioica* I have shown in Fig. 3, Pl. 18, which was drawn from a living specimen. I have not found a system of paired caudal nerves in *O. dioica*; nerve twigs are very irregular in their occurrence, but when they are present their origin agrees with that recorded for the caudal nerves of other species, viz., except in the case of the large caudal ganglion, they arise from the nerve cord itself and not from the nerve corpuscles. In some instances they are given off by the nerve cord at a point where no nerve cells are found. The nerve cord in *O. cophocerca* appears to be stouter than in *O. dioica*. The distribution of the caudal ganglia in *F. furcata* is shown in Fig. 1, Pl. 18. In the nerve corpuscles of *F. furcata* I have only been able to find a deeply staining nucleus; I have not in any case observed a nucleolus. See Fig. 8, Pl. 18. The number of the ganglia I find to be in accordance with SEELIGER's statement. It will be seen that ganglia in both *O. dioica* and *F. furcata* are very irregularly distributed. There is, however, in both a notable agreement in the relative position of the corresponding ganglia in different individuals.

The muscles of the tail are of peculiar structure. As has been pointed out by previous observers the fibres are transversely striated and have no sarcolemma. Immediately underneath the tessellated epithelium of the tail, in the region occupied by the musculature, is a layer of granular protoplasm belonging to the muscle fibres. This layer is not divided up longitudinally in agreement with the more deeply placed fibres, but is apparently continuous from side to side and from end to end of the muscle layer. In some of my longitudinal sections, however, it seems to be affected to some extent by the transverse striation of the fibres. The mother cells of the musculature have an oval or rounded nucleus, but this appears to be altered in a peculiar fashion after the fibres have made their appearance. In the tail of *F. furcata*, Fig. 1, Pl. 18, are seen curious reticulations which lie in the granular protoplasm external to the fibrous part of the musculature. They are present in both muscle bands, but the reticulations of the opposite sides do not always coincide in position. A reticulation of one side of the tail may be placed in front of or behind the corresponding reticulation of the opposite side in the anterior part, but much more markedly in the posterior part where regular arrangement is altogether wanting. These reticulations present

a bilateral structure in the anterior two thirds of the tail as if the nuclei of two collateral cells had become reticular and had partly fused. In *O. dioica*, Fig. 6, Pl. 18, a similar reticulation is seen, also lying in the granular protoplasm, but here the structure is much opener and apparently continuous from end to end so that separate nuclei cannot be distinguished. It also presents anteriorly a bilateral arrangement. There seems to be no reason to doubt that these reticulations are derived from the nuclei of the primitive mother cells of the tail musculature. In transverse section, Fig. 9, Pl. 18, the cut ends of these reticulations are seen as minute specks which stain more deeply than the rest of the protoplasm.

The deeper part of the musculature consists of fibres which are rectangular in section; the longer diameter of the rectangle being placed perpendicularly to a plane passing longitudinally from the primitive dorsal to the primitive ventral surface of the tail through the axis of the chord. The fibres lie side by side like laths placed with their broad surfaces towards each other, or like the "trackers" of an organ. As I have previously pointed out, interruptions in the continuity of the muscle fibres are rarely, if ever, seen in living specimens: at least I cannot be certain that I have ever detected such in any of the numerous individuals which I have examined. As is well known, however, in specimens which have been prepared in the usual way (fixed by picro-sulphuric acid, mercuric chloride etc. and stained), many transverse breaks are frequently seen in the musculature. These ruptures are not readily found in very young examples, at least of *O. dioica*. In the tail of *F. furcata* from which Fig. 1, Pl. 18, was drawn none were found even by careful search under great magnification. In other examples of the same species I have observed them only irregularly, most frequently not at all. It would thus appear that these interruptions are certainly not of constant occurrence even in specimens of the same genus, which have been prepared in exactly the same manner. In *O. cophocerca*, of which, however, I have only seen a few examples, I have not found a regular series of such breaks. The muscle segments resulting from these ruptures LANKESTER regards as myotomes "identical with those of *Amphioxus*". In his paper in the Quart. Journ. of Microsc. Science he states that he "could not trace a distinct fibrous septum separating the myomeres from one another, but merely a break in the continuity of the muscular fibres", and that "it is probable that a very delicate membrane separates each myomere from its successor, but my specimens did

not enable me to distinguish such". I think it may be safely concluded that no such separating membrane or septum exists. I have examined many specimens of tails mounted whole and of longitudinal and transverse sections, but have found no trace of an intervening connective tissue substance. The transverse markings of the tail are simply ruptures of the muscle fibres and nothing more. A closer examination of these ruptures will make their accidental character more evident. Frequently I have found as in Fig. 4, Pl. 18, that the break extends only half way across the muscle band; sometimes, though rarely, there may be a break on one side of the tail and no corresponding one on the other; in a few cases the break is clear and decided, but often it is so faint that it is hardly visible at all and only discoverable by a careful examination. In this last case only a few fibres here and there may be ruptured, the remainder being perfectly intact. In many cases, chiefly in *F. furcata*, as shown in Fig. 1, Pl. 18, the continuity of the fibres is preserved from one end of the muscle layer to the other. In most instances in *O. dioica* where a complete break occurs it is of the character shown in Fig. 4, Pl. 18, but very often the ends of the ruptured fibres interdigitate irregularly for considerable distances. It is evident to me that the breaks in the musculature are not simply demonstrated by the preparation but caused by it. If tendinous intersections were present I think it is probable that they would form the strongest and not the weakest part of the musculature. During my stay at Millport I found that when living specimens were examined under the microscope they remained alive only for a few minutes. While they were in a dying condition the behaviour of the tail appeared to throw some light on the origin of the ruptures in question. The muscle fibres contracted but the elastic axial chord did not yield as it was being pulled on both sides, the result being that the muscle layers gave way in one or more places. They did not simply break right across but gave way bit by bit, as the strands of a hempen cord would do if it were slowly subjected to a breaking strain.

The number of the muscle segments resulting from the interruptions in the fibres appears to be remarkably constant. LANKESTER states that there are 7 in *F. furcata*; SEELIGER that there are 10. I have not found a specimen which enabled me to determine the number independently. In well marked tails of *O. dioica* there are usually 9. Occasionally a ninth fracture (thus making 10 segments) is found in that part of the musculature lying beyond the posterior

end of the chord. This is what we should expect as from the position of that part of the muscle layer relatively to the chord it is not subjected to the same strain during fixation as the remaining part. Neither can that part, from its position at the tip of the tail, be subjected to the same tear and wear during the life of the animal. A break, in the musculature of this species, lying beyond the posterior end of the chord I have only exceptionally found.

When a very young *O. dioica* is examined it will be found that the tail presents on each side a linear series of cells, the mother cells of the musculature. These so far as I have been able to observe do not correspond in number to the muscle segments. I have not yet been successful in procuring one of these young specimens from which longitudinal sections of the tail could be made, but when examined entire there appear to be about 12 cells in the linear series. In the anterior two thirds of the tail the cells are large and regular, but they are smaller and irregular in the posterior third. There is in addition a single terminal cell which is capped by a cell of the epithelium. There seem to be two of the large regularly placed cells in the width of the muscle band. These evidently correspond to the "muscle-cells" which KOWALEWSKY¹⁾ figures in his drawing of the transverse section of the tail of the Ascidian larva. The arrangement of the nuclear reticulations in the adult is evidently in agreement with the arrangement of the cells in the young form, but so far as my observations go the cells of the latter are not identical with the muscle segments of the former. Hence as far as *O. dioica* is concerned, I do not see my way to accept SEELIGER's view already quoted, nor to agree with him in regarding each muscle segment as a huge single muscle cell. The breaks in the muscle layers seem to be simply fractures along transverse lines of weakness; the primitive structure of the tail apparently having nothing to do with the location of these lines. In all probability this applies also to *F. furcata*.

The appearance of the anterior and central regions of the tail in a very young *O. dioica* is shown in Fig. 10, Pl. 18. In a slightly older specimen the longitudinal striation due to the formation of the muscle fibres becomes visible, and it is to be observed that the fibres in one cell correspond in position with those of the cells next in the series, even while the boundaries of the cells remain distinct. The musculature is totally

1) A. KOWALEWSKY, Weitere Studien über die Entwicklung der einfachen Ascidien, in: Archiv Mikrosk. Anat., 1871.

different from that of *Amphioxus* where each myotome has its own set of independent muscle fibres, permanently separated from those of the adjoining myotomes by the connective tissue substance. In specimens older still the continuity of the fibres becomes established and the cell boundaries disappear. In an adult *O. dioica* there may be as many as 160 fibres in the width of the broadest part of the muscle layer.

There are other breaks in the musculature besides those already mentioned. Of most common occurrence are little "islands" of muscular tissue which are frequently seen in tails of *O. dioica* and *O. cophocerca*. I have not observed them in *F. furcata*. They are shown in Fig. 5, Pl. 18. Sometimes breaks similar to those which form the "islands" are seen on the margin of the muscle layer cutting off a more or less crescent shaped mass. Probably these phenomena are due to pathological changes in the muscles as granular material is often seen at the ends of the fibres. This is shown in the middle "island" of the figure. I have not observed any evidence of such changes at the margins of the transverse ruptures. It may be recalled that in certain pathological conditions ruptures occur of the fibres of some human muscles, as, e. g., the rectus abdominis, adductors of the arms, etc.

When the animal is dying the tail is usually the first part to give way. I have observed specimens where the body was quite active, as shown by the movements of the cilia, while the tail was reduced to a shapeless mass. Possibly the early decay of the tail may have some bearing on the greater prominence of the breaks in the older tails, and on the appearance of the "islands".

LANKESTER states that "the metamerism of the tail of *Fritillaria*, though it may be viewed as an incipient formation of vertebral segments, appears to be most satisfactorily explained as a remnant of a more fully expressed 'vertebration' which was once possessed by a larger and more elaborate ancestor of the Appendiculariæ, of which existing forms are the reduced and degenerate descendants". In the structure of *Appendicularia*, and in its development so far as it is known, there is little or nothing to support the theory of degeneracy; there is in its life history no evidence of descent from a more highly developed ancestor. The invertebrate features shown by the animal rather point to an invertebrate ancestry; lead rather to the conclusion that these organisms are in process of being conformed to vertebrate structure, and only show a remarkable middle stage between the two

groups. We are almost forced to this conclusion by the absence of proof or even of probability of degeneration in these forms.

The absence of vertebration, however (we are at least justified in saying that vertebration has not been proved), may not of itself be sufficient reason for concluding that these animals ought to be excluded from the vertebrate phylum. BATESON¹⁾ has pointed out that a considerable approach to segmentation may be found in a group of unsegmented animals, as, for example, in *Gunda segmentata* among the Platodes. Therefore he is of opinion that segmentation may arise within an unsegmented group; it is apparently not necessary to suppose that it has been inherited.

To sum up, then, segmentation is absent in the axial chord; it is absent in the nerve cord equally in the body and in the tail; and, from the foregoing observations, we cannot hold that segmentation is present in the musculature. Even if it could be held that the structure of the musculature of the tail implied true metamerism, the discrepancy which SEELIGER, as already stated, first pointed out between the number of the so-called ganglia of the caudal nerve and the number of the "muscle segments" would quite prevent the application of the term to the tail as a whole.

Since the completion of the above paper the supplement to the third volume of BRONN'S "Classen u. Ordnungen d. Thierreichs" has come into my hands. In fig. 5, tab. 4 of that work the nuclei of the muscles are represented with a regularity which I have never found. Nor have I seen the corpuscles on the nerve filament of *F. furcata* with the structure shown in fig. 9, tab. 3.

In conclusion I have to thank Professor YOUNG for valuable help in the preparation of this paper. It may be mentioned that Dr. YOUNG for many years has taught, that the structure of the tail of Appendicularia was quite devoid of any metameric significance.

Since the above was placed in the printer's hands my attention has been directed to two further papers on this subject.

In the earlier of these LEFEVRE²⁾ states as the result of his

1) BATESON, On the ancestry of the Chordata, in: Quart. Journ. Microsc. Sc., (N. S.) V. 26, 1886.

2) G. LEFEVRE, in: Johns Hopkins Univ. Circ., V. 13, No. 111, April 1894.

observations that the breaks in the muscle layers of the tail of *Appendicularia* are "purely accidental", but remarks that the occurrence of the "splits" at definite intervals may be influenced by the regular occurrence of the paired nerves although he says that he has been unable to stain satisfactorily "the nerve cord and 'spinal' nerves". He is inclined to regard the breaks in the muscle bands as being "the first step towards an incipient vertebration". LEFEVRE does not give the genera or species of the animals on which his observations were made.

In the other paper SEELIGER¹⁾ states that having received fresh material he has been enabled to complete his former observations. He says "Die vermeintlichen 'Segmentgrenzen', die bei geeigneter Behandlung auftreten, sind also lediglich die Grenzen zwischen je zwei Muskelzellen und unterbrechen nicht einmal die Continuität des Fibrillenverlaufes. Erst nach langer Einwirkung bestimmter Reagentien, oder wenn beim Tode des Thieres eine Auflösung der Muskelbänder in die einzelnen Zellen erfolgt, reissen die Fibrillen an diesen Stellen entzwei. Die Muskelzellen der rechten und linken Seite liegen einander ziemlich genau gegenüber". The animals examined were *F. furcata* and *O. cophocerca*.

I do not know from what evidence SEELIGER reaches these conclusions, but I find myself quite unable to accept them. A further examination of my preparations tends to confirm the statements already made.

1) There appear to be two rows of cells concerned in the formation of the middle and anterior parts of the muscle band of each side. Reference has already been made to the bilateral appearance of the reticulations in *F. furcata* and *O. dioica*. In some of my preparations of the former species the reticulations of the anterior two thirds of the tail are almost completely divided in two, the halves being connected by a very few slender nuclear threads. None of my preparations of *F. furcata* show a series of muscle "segments", but, judging from their appearance in *O. dioica*, when they do occur the "segments" of each side probably correspond to each other more or less exactly. But the nuclear reticulations certainly do so only in very few instances. More especially the nuclear structures which are situated between the posterior pair of large gland cells vary in position mar-

1) O. SEELIGER, Die Bedeutung der „Segmentation“ des Ruder-schwanzes der Appendicularien, in: Zool. Anzeiger, No. 446, 1894.

kedly. In my preparations the reticulation of one side is altogether anterior (or posterior) to that of the other side. The same phenomena are seen in connection with the 2nd and 9th pairs of reticulations. If the "segments" in these regions were really muscle cells we should have those of the opposite sides alternating with each other (see Fig. 1, Pl. 18).

2) Although the "segments" of each side in the posterior part of the tail of *O. dioica* correspond approximately to each other, I have been unable to find the muscle cells of the same region similarly placed in a larval form.

3) A careful examination of the breaks in the musculature of *O. dioica* shows that their appearance is quite incompatible with SEELIGER's explanation. Their characteristics I have already pointed out, and I find it impossible to recognise in them any evidence of a "resolution of the muscle bands into single cells". In a very young *O. dioica* where the muscle fibres are just being formed the boundary line between the two cells is clear and distinct and quite different from the "Segmentgrenzen" of the adult. It should be remembered too that in young *O. dioica* the breaks are frequently absent. The "islands" already referred to furnish evidence that breaks do occur.

Explanation of Plate.

Reference letters:

| | |
|--|--|
| <p><i>cg</i> Caudal ganglion.</p> <p><i>c.ch</i> Cells of notochord.</p> <p><i>ch</i> Notochord.</p> <p><i>c.n.f</i> Corpuscles on nerve filament.</p> <p><i>ep</i> Epithelium.</p> <p><i>f.m.l</i> Fibrous part of muscle layer.</p> <p><i>gl.c</i> Gland cells.</p> <p><i>i.m.l</i> Interruptions in muscle layer.</p> <p><i>is</i> „Islands“.</p> <p><i>m.c</i> Muscle cells.</p> | <p><i>m.l</i> Muscle layer.</p> <p><i>n</i> Nuclei.</p> <p><i>n.f</i> Nerve filament.</p> <p><i>nu.c</i> Nucleated cells in alary expansion of tail.</p> <p><i>nu.ch</i> Nuclei of notochord.</p> <p><i>p.p.l</i> Protoplasmic part of muscle layer.</p> <p><i>r</i> Reticulations (nuclei of muscle cells).</p> |
|--|--|

Plate *XI.* 18

Fig. 1. Tail of *Fritillaria furcata*. The muscle layers of this specimen showed no interruptions. Oc. 2, Obj. 3.

Fig. 2. Tail of *Oikopleura dioica* showing eight interruptions in the musculature. Oc. 4, Obj. 3.

Fig. 3. Notochord, nerve filament, caudal ganglion, and nerve corpuscles of tail of *O. dioica*. Showing unequal distribution of nerve corpuscles. From living specimen.

Fig. 4. Part of muscle layer of tail of *O. dioica*. The interruption extends only half way across the layer. Oc. 4, Obj. 7a. Reduced one half.

Fig. 5. Part of muscle layer from tail of *O. dioica*. Three „islands“ are shown. Oc. 4, Obj. 3.

Fig. 6. Part of tail of *O. dioica* showing reticular arrangement of nuclei of muscle cells. Oc. 4, Obj. 7a.

Fig. 7. Part of tail of *O. dioica*. Posterior extremity of notochord showing nucleated cells. Oc. 4, Pl. 7a.

Fig. 8. Posterior part of nerve filament from tail of *F. furcata* showing character of nerve corpuscles in this species. Oc. 4, Obj. 7a.

Fig. 9. Part of transverse section of tail of *O. dioica* to show structure of muscle layer. Oc. 4, Obj. 18b.

Fig. 10. Part of tail of very young *O. dioica*. Oc. 4, Obj. 7a.

The drawings, except Fig. 3, were all made by means of REICHERT'S camera lucida and lenses.

Zur Entwicklung des *Strongylus paradoxus*.

Von

Hans Spemann.

(Aus dem Zoologischen Institut zu Würzburg.)

Hierzu Tafel 19—21.

Ueber die erste Entwicklung der Nematoden ist im Lauf der letzten Jahrzehnte eine Reihe von Arbeiten erschienen. Der Versuch, dieselbe Schritt für Schritt genau zu verfolgen, ist aber nur von GOETTE ¹⁾, HALLEZ ²⁾, WANDOLLECK ³⁾, ZUR STRASSEN ⁴⁾ und BOVERI ⁵⁾ gemacht worden und zwar von GOETTE bei *Rhabditis nigrovenosa*, von HALLEZ und BOVERI bei *Ascaris megalcephala*, von ZUR STRASSEN bei *Bradynema rigidum*, von WANDOLLECK bei *Strongylus paradoxus*. Hierbei widersprechen sich die Angaben von GOETTE, HALLEZ, ZUR STRASSEN und WANDOLLECK in manchen Punkten, wo sie aber übereinstimmen, stehen sie in schroffem Gegensatz zu den Resultaten der sehr eingehenden Untersuchung BOVERI's. So geben z. B. jene Forscher einstimmig an, von den beiden ersten Furchungszellen liefere die eine das ganze Ektoderm, die andere das ganze Ento-Mesoderm, während

1) GOETTE, Untersuchungen zur Entwicklungsgeschichte der Würmer, 1. Theil, 1882.

2) HALLEZ, Recherches sur l'embryogénie et sur les conditions du développement de quelques Nématodes, 1885.

3) WANDOLLECK, Zur Embryonalentwicklung des *Strongylus paradoxus*, in: Archiv für Naturgeschichte, Jahrg. 58, V. 1, Heft 2, 1891.

4) ZUR STRASSEN, *Bradynema rigidum* v. SIEB., in: Zeitschr. f. wiss. Zool., V. 54, 1892.

5) BOVERI, Ueber die Entstehung des Gegensatzes zwischen den Geschlechtszellen und den somatischen Zellen bei *Ascaris megalcephala*. Sep.-Abdr. a. d. Sitzungsber. d. Ges. f. Morphologie u. Physiologie in München, V. 8, 1892. Von BOVERI's ausführlicher Arbeit, die noch nicht erschienen ist, lagen mir die Tafeln vor.

BOVERI bei *Ascaris megalcephala* fand, dass allerdings die eine Furchungszelle bloss Ektoderm liefert, und zwar den grössten Theil desselben, dass aber auch die andere zum Aufbau des Ektoderms beiträgt. Ferner wurde bisher ein grosser Theil des Vorderdarms vom Entoderm (VON ZUR STRASSEN vom Mesoderm) abgeleitet, der nach BOVERI aus dem Ektoderm entsteht. Die wichtigste Abweichung aber betrifft die beiden Urgeschlechtszellen, die alle bisherigen Arbeiten aus dem Mesoderm entstehen liessen, während sie nach BOVERI gar keinem Keimblatt angehören, sondern von vorn herein eine Sonderstellung einnehmen.

Da sich nun die Angaben von HALLEZ über *Ascaris megalcephala* nicht bestätigt hatten, so lag es nahe, zu vermuthen, dass sich auch bei GOETTE, ZUR STRASSEN und WANDOLLECK ein Irrthum eingeschlichen habe. Herr Prof. BOVERI schlug mir daher vor, WANDOLLECK's Object, *Strongylus paradoxus*, einer Nachuntersuchung zu unterziehen.

Die Entwicklung dieses Nematoden ist dadurch eigenthümlich, dass sich bei der ersten Furchung der gesammte Dotter in die eine Zelle begiebt, wodurch natürlich die Orientirung viel leichter ist als bei GOETTE's und ZUR STRASSEN's Object. Fand sich nun Uebereinstimmung mit BOVERI's Resultaten, so wurde dadurch auch für *Rhabdonema nigrovenosum* und *Bradynema rigidum* ein Irrthum äusserst wahrscheinlich gemacht. Ferner ist *Strongylus paradoxus* dadurch ein sehr angenehmes Object, dass er zu den häufigsten Parasiten des Schweines gehört, so dass man nie mit dem Material in Verlegenheit kommt.

Methode der Untersuchung und Conservirung.

Ein schwacher Punkt der früheren Untersuchungen scheint es mir zu sein, dass sie, mit Ausnahme derer von BOVERI und ZUR STRASSEN, hauptsächlich an lebendem Material angestellt worden sind. So wichtig diese Art der Beobachtung für andere Zwecke ist, so scheint sie mir nicht ausreichend, wo es darauf ankommt, den genealogischen Zusammenhang der einzelnen Zellen und die Abstammung der Keimblätter zu bestimmen. Da sich meine Untersuchung auf diese zwei Punkte beschränkt, so arbeitete ich bloss mit conservirtem Material und suchte den Zusammenhang der verschiedenen Stadien namentlich durch Verfolgung der Theilungsfiguren festzustellen. So wird es möglich, jedes einzelne Stadium genau zu analysiren und mit dem

Zeichenapparat treue Abbildungen herzustellen. Ich bemerke hierzu noch, dass die Kerne und Theilungsfiguren meiner Zeichnungen bloss in Betreff ihrer Grösse und Stellung, nicht aber im feinern Detail Anspruch auf Genauigkeit erheben.

Die Eier von *Strongylus paradoxus* sind sehr empfindlich, namentlich die jüngern Stadien, und trotz der grössten Sorgfalt ist der Erfolg der Conservirung bei scheinbar ganz gleicher Behandlung ein verschiedener. Es erwies sich als vorthellhaft, die Würmer enthaltenden Lungenspitzen sofort in $\frac{1}{2}$ -proc. Kochsalzlösung von Körpertemperatur zu bringen. Die Eier sind offenbar zarter als das sie beherbergende Thier, das eine Abkühlung ganz gut erträgt. Die Eischläuche wurden auf bekannte Weise herauspräparirt, in Pikrinessigsäure (nach BOVERI) abgetödtet und fixirt, mit Boraxkarmin gefärbt und in Glycerin übertragen. Nelkenöl ist, wenigstens für die Anfangsstadien, weniger zu empfehlen, da es zu stark aufhellt. Die Kernfiguren erscheinen dann sehr deutlich, aber die ohnehin oft kaum sichtbaren Zellgrenzen verschwinden fast völlig. Aus den Eischläuchen bringt man die Eier durch vorsichtiges Drücken und Schieben mit Präparirnadeln auf den Objectträger, wobei man sie möglichst zu isoliren sucht; sie kleben sonst in Klumpen an einander und lassen sich nicht drehen. Sind sie aber gut von einander isolirt und befindet sich die richtige Menge Glycerin unter dem durch ein Haar gestützten Deckglas, so dass die Eier nicht gedrückt werden, aber auch nicht umherschwimmen, so kann man sie, häufig wenigstens, ziemlich leicht drehen, indem man das Deckgläschen durch schwache Stösse mit der Präparirnadel seitlich verschiebt, und kann auf diese Weise ein und dasselbe Ei von allen Seiten zeichnen.

Erklärung der Figurenbezeichnung.

Es wird nöthig sein, über die Abbildungen einige Worte vorausszuschicken und die Bezeichnung der einzelnen Zellen mit Farben und Buchstaben zu erklären. Beide sind der Arbeit BOVERI's entlehnt. Die differenzirte Zelle wird durch eine Farbe ausgezeichnet, die noch indifferente Zelle bleibt weiss. Bei *Asc. megaloccephala* ist diese Bezeichnung in den sichtbaren Vorgängen in den Zellen begründet, indem die weisse Zelle bei der nächsten Theilung ihr Chromatin voll beibehält, die mit einer Farbe bezeichnete hierbei eine Chromatinreduction erfährt. Obwohl es mir nicht gelang, bei *Str. paradoxus* etwas Aehnliches zu beobachten, so scheint es mir doch durch die ganz

gleiche Entwicklung und das spätere Schicksal der betreffenden Zellen gerechtfertigt, die gleiche Bezeichnung anzuwenden. — Man kann sich also vorstellen, die indifferente Zelle (Propagationszelle P) spalte, ähnlich wie die Scheitelzelle in dem Vegetationspunkt einer Pflanze, eine Reihe differenzirter oder sich differenzirender Zellen (somatischer Zellen S , mit den Buchstaben AB , EM , C , D bezeichnet) ab, bei *Asc. megaloccephala* fünf, bei *Str. paradoxus* vier, um dann die Anlage der Geschlechtsorgane zu bilden. Von diesen Ursomazellen theilen sich die AB und die EM je in eine vordere und hintere, die mit den grossen Buchstaben A , B , E , M bezeichnet werden. Durch die nächsten Theilungen entstehen Zellen, die der rechten und linken Körperhälfte angehören und mit den betreffenden kleinen Buchstaben bezeichnet werden, die der rechten Seite mit lateinischen, die der linken mit griechischen. So theilt sich die Zelle A in eine rechte a , eine linke α (Fig. 66). Wo diese Bezeichnung nicht mehr ausreicht, werden Indices $1, 1_1$ u. s. w. angehängt.

Ergebnisse der Untersuchung.

Vor der ersten Theilung sammelt sich der Dotter in der einen Hälfte des länglichen Eies an; die erste Furche fällt mit der Grenze beider Hälften zusammen, so dass eine dotterarme (Fig. 1 S_1) und eine dotterreiche (P_1) Zelle entsteht. Beide sind gleich gross. Daraus folgt, dass die dotterreiche Zelle weniger Protoplasma enthält als die dotterarme, also dass hier eine Ausnahme von der HERTWIG'schen Regel vorliegt. In Folge der grösseren Concentration des Protoplasmas erscheint die Zelle S_1 stärker gefärbt und zeigt ein gleichmässig feinkörniges Aussehen, während für die Zelle P_1 die stark lichtbrechenden Dotterkugeln charakteristisch sind, die in einem feinen Netzwerk von Protoplasma liegen.

Die zweite Theilung findet wohl stets in der dotterarmen Zelle S_1 zuerst statt. Die Theilungsebene der resultirenden Zellen A und B steht senkrecht zur ersten (Fig. 2, 3).

Hierauf theilt sich auch P_1 in die Zellen EM und P_2 . Die Axe der Theilungsfigur steht zuerst ziemlich in der Richtung der ersten Theilungsaxe (Fig. 1, 2, 3), nimmt dann eine mehr und mehr schräge Stellung an, zumal nachdem sich die Aequatorialplatte getheilt hat (Fig. 4), so dass das vierzellige Stadium der Fig. 5 aus dem dreizelligen direct hervorzugehen scheint, ohne Vermittlung eines T-förmigen Stadiums, wie es HALLEZ (l. c.) und BOVERI für *Asc. megaloccephala* gefunden haben. Jedoch soll nicht behauptet werden, dass sich nicht auch einmal bei

Str. paradoxus die Theilung von P_1 in EM und P_2 vollziehen könnte, ehe sich P_2 einer der beiden dotterarmen Zellen anlegt. Ob sich P_2 nach A oder nach B wendet, lässt sich nicht bestimmen, weil die Zellen A und B nicht zu unterscheiden sind. Das Richtungskörperchen ist an den verschiedensten Stellen anzutreffen oder fehlt ganz, wie auch GOETTE (l. c.) für *Rhabditis nigrovenosa*, ZUR STRASSEN für *Bradynema rigidum*, BOVERI im Gegensatz zu HALLEZ für *Asc. megalcephala* angeben. Auf diesem Stadium, wie es Fig. 5 mit vier ruhenden Kernen zeigt und wie man es ausserordentlich häufig findet, kann man sich schon ungefähr über die Körperregionen des fertigen Thieres orientiren. Es entsprechen die dotterarmen Zellen A und B ungefähr der Rückenseite, die dotterreichen Zellen EM und P_2 ungefähr der Bauchseite des künftigen Thieres, die Zelle A der Kopfgegend, P_2 der Schwanzgegend. Die Symmetrieebene geht durch die Mittelpunkte der vier Zellen. Eine genauere Bestimmung, als sie gemacht wurde, scheint mir in Anbetracht der spätern starken Verlagerungen unzulässig.

Die vier Zellen A , B , EM und P_2 gehören beiden Körperhälften an, wie ich im Gegensatz zu WANDOLLECK (l. c.) hervorheben muss. Nach ihm „gerathen die *Ek*-Kugeln in Bewegung, schieben sich an einander vorbei (so dass ihre Trennungsfläche sich im spitzen Winkel zur Medianebene stellt), ziehen sich in die Länge und zerfallen in je zwei Theilstücke (fig. 12)“ (p. 132). Dass dem nicht so ist, beweist schlagend meine Fig. 6 b. Die Zelle A theilt sich in eine rechte α , eine linke α , die Zelle B in eine rechte b , eine linke β . Fig. 7 c zeigt die Theilung vollzogen und zugleich die vier Zellen so gegen einander verschoben, dass α vorn, b hinten etwas vorsteht, eine charakteristische, stets wiederkehrende Anordnung.

Die Fig. 6, 7, 8 zeigen successive die Theilung der Zellen EM und P_2 . Dabei bemerkt man, dass in Fig. 6 a die Zelle P_2 einen Vorsprung vor EM hat, in Fig. 7 umgekehrt EM sich schon in E und M getheilt hat, während in P_2 noch die Kernspindel sichtbar ist. Es ist das eine allgemeine Erscheinung, dass zwar die Richtung der Theilungsebenen und damit die Lagebeziehungen der nächstverwandten Zellen gesetzmässig sind, dagegen der Rhythmus der Theilungen und damit die Form des ganzen Eies, wenigstens vorübergehend, variiert. In dieser Thatsache scheinen mir die Forscher ziemlich einig zu sein, obwohl GOETTE und WANDOLLECK mehr das Variiren, HALLEZ und ZUR STRASSEN mehr die Constanz betonen. Die Zellen E und M sind nicht gleichartig; M ist dotterärmer als E und nähert sich in

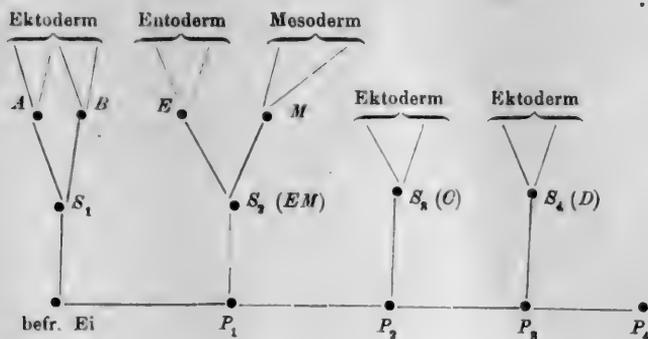
seinem Aussehen den ektodermalen Zellen a , α , b , β in verschiedenem Maasse. Den Vorgang der Dottersonderung bei der Theilung konnte ich natürlich an meinem conservirten Material nicht beobachten, er wird aber von WANDOLLECK (p. 132) beschrieben. Er hat wohl eine physiologische Bedeutung, indem nämlich M die Anlage des Mesoderms, E die des Entoderms ist.

Aus der Zelle P_2 gehen zwei dotterreiche Zellen hervor, eine untere P_3 und eine obere S_3 (C) (Fig. 8). Letztere rückt nach vorn und keilt sich zwischen die Zellen b und β ein (Fig. 8 b). Sie liefert Ektoderm, und zwar einen Theil jener hellen Elemente, die noch auf späten Stadien am hintern Ende des Embryos auffallen, und unter denen auch GOETTE'S Schwanzzellen sich befinden. Ich denke, es wird sich das im Laufe der Darstellung als unzweifelhaft ergeben, und damit würde sich die Angabe als unrichtig herausstellen, dass bloss die eine der beiden ersten Furchungszellen Ektoderm, die andere bloss Ento-Mesoderm liefere.

Fig. 9 führt uns einen Schritt weiter. Die vier ektodermalen Zellen a , b , α , β der Fig. 8 haben sich getheilt, und ihrer unsymmetrischen Lagerung entsprechend, zeigen auch die je vier Tochterzellen auf beiden Seiten eine verschiedene Anordnung, rechts in Form eines T, links in Form einer Raute (vergl. Fig. 8 a mit 9 a, Fig. 8 c mit 9 c). Es schiebt sich also auf der rechten Seite eine dotterarme ektodermale Zelle zwischen die Entodermzelle E und die dotterreiche Ektodermzelle C bis an die Zelle P_3 heran (Fig. 9 c), während auf der linken Seite die Zellen E und C unmittelbar an einander grenzen. Die Kerne der Zellen M , E und C bereiten sich zur Theilung vor. In Fig. 10 ist diese vollzogen. Die Urmesodermzelle M hat sich, wie schon die Kernfigur mit den zwei Tochterplatten in Fig. 9 b andeutet, zunächst in eine vordere und eine hintere Zelle getheilt, die sich aber sofort gegen einander verschieben, so dass die vordere zu einer linken (μ), die hintere zu einer rechten (m) Mesodermzelle wird. Jedoch liegen bis in spätere Stadien hinein die linke Zelle μ und ihre Abkömmlinge etwas vor der rechten Zelle m und ihren Derivaten (Fig. 10 b, 11 b, 12 b, 13 a, 14). Die Entodermzelle E hat sich in eine vordere E_I und eine hintere E_{II} getheilt. Die vordere E_I ist in die Tiefe gerückt (Fig. 10 a, 10 b, 10 d, blau ausgezeichnet), was vorübergehend ist, aber regelmässig zu sein scheint. — Auch die dotterreiche Zelle C hat sich getheilt in eine rechte c und eine linke γ . In der Zelle P_3 endlich bemerkt man eine Kernspindel; es bereitet sich die Theilung

vor, aus der noch ein dotterreiches entodermales Element D und die Urgeschlechtszelle P_4 hervorgehen (Fig. 11).

Um die Entwicklung bis zu diesem Stadium noch einmal in kurzer und anschaulicher Weise zu wiederholen, gebe ich BOVERI'S Schema, auf *Strongylus paradoxus* übertragen.



Vergleicht man meine bisherigen Ergebnisse mit den Angaben WANDOLLECK'S (l. c.), so wird man finden, dass sie, abgesehen von weniger bedeutenden Punkten, die an den betreffenden Stellen bemerkt sind, mit einander übereinstimmen, was die Beschreibung der Theilungsvorgänge, nicht aber was die Deutung der einzelnen Zellen anlangt. Die Beschreibung, die WANDOLLECK (l. c.), p. 133, Zeile 13—26 giebt, passt auf meine Fig. 8; was er im Folgenden schildert, ist ziemlich genau der Uebergang von Fig. 8 zu Fig. 9 und 10. Freilich, was die Bestimmung der einzelnen Zellen anlangt, gehen unsere Ansichten weit auseinander. Seine Zelle En_1 ist meine Zelle C , die durch Theilung in die Zellen c und γ ; die „Schwanzzellen“, zerfällt, dotterreich ist, aber zum Ektoderm gehört, wie die weitere Entwicklung zeigt. WANDOLLECK hält sie für entodermal, erstens weil ihre Abkömmlinge von den dotterarmen Zellen überwachsen werden, wogegen meine Beobachtungen und auch GOETTE'S (l. c.) Angaben streiten, und zweitens wohl auch, weil sie dotterreich ist (p. 137, Zeile 5—10). Seine Entodermzelle En_2 ist meine Zelle E , also nach meiner Auffassung die Urentodermzelle; seine Zelle En_3 , meine Zelle M , die Urmesodermzelle, und seine En_4 ist meine P_3 , d. h. die Zelle, welche noch ein dotterreiches Element ans Ektoderm abgiebt und dann die Urgeschlechtszelle darstellt.

Was nun GOETTE'S (l. c.) Angaben anlangt, so sind sie den meinigen so ziemlich entgegengesetzt. Es lassen sich nämlich seine Zeichnungen

tab. 3, fig. 1—9, ganz gut mit meiner Fig. 1—10 vergleichen, wenn man die Zellen, aus denen nach GOETTE Entoderm und Mesoderm werden sollen, und die er mit Roth bezeichnet, mit meinen rein ekto-blastischen Zellen S_1 und ihren Abkömmlingen identificirt, seine mit Schwarz bezeichneten Zellen, aus denen ausschliesslich Ektoderm hervorgehen soll, meiner Zelle P_1 und ihren Abkömmlingen gleichsetzt. Da bei meinem Object mit seinen zweierlei Zellen eine Verwechslung ausgeschlossen ist, die bei einem andern Object leicht möglich wäre, so will ich mit ein paar Worten darauf eingehen. GOETTE's fig. 3 entspräche meiner Fig. 3, En_1 und En_3 wären A und B ; seine fig. 7 wäre so ziemlich meine Fig. 7; in seiner fig. 8 entsprächen die Zellen $En_{1\ 2\ 3\ 4}$ den Zellen a, b, α, β meiner Fig. 8, die Zellen $Ek_{1\ 2\ 3\ 4}$ meinen Zellen S_3, P_3, E, M . fig. 9 von GOETTE könnte vielleicht ein ähnliches Stadium sein wie das meiner Fig. 10; das Paar Ek_4 wären meine m und μ , Ek_3 meine noch nicht getheilte E_I und E_{II} , Ek_2 wäre P_3 , endlich das Paar Ek_1 meine c und γ ; freilich sind auf diesem Stadium bei mir schon acht dotterarme Zellen vorhanden. GOETTE's figg. 10 und 11 hingegen stimmen mit meiner Auffassung, so wie sie sind, d. h. so, dass die schwarz contourirten Zellen meinen dotterarmen gelben, die roth contourirten meinen dotterreichen entsprechen. Nur wäre das Stadium ein etwas früheres, etwa ein solches, wie meine Fig. 8 es zeigt. Von hier ab fehlen die Vergleichungspunkte. Auch ist bei der entgegengesetzten Auffassung der ersten Stadien eine Verständigung über die späteren nicht wohl möglich. Es muss weitem Untersuchungen vorbehalten bleiben, festzustellen, ob die Differenzen im Object selbst oder in einem Irrthum ihren Grund haben.

Für *Bradynema rigidum* giebt ZUR STRASSEN (l. c.) eine Ableitung des Mesoderms, die von den Angaben der übrigen Autoren abweicht. Die Urmesodermzelle entsteht nach ihm bei der 3. Furchung und wäre meine Zelle P_2 . Dem entsprechend sagt er später, die Urmesodermzellen „wuchern, und zwar Anfangs in Folge wiederholter Quertheilungen, in Gestalt zweier bauchständiger, rechts und links von der Medianebene liegender Zellenreihen nach vorn“. Seine Ableitung der beiden sich verschieden verhaltenden Urgeschlechtszellen „von den symmetrischen Mesodermanlagen“ kann ich für *Strongylus paradoxus* nicht bestätigen. Doch scheint mir ZUR STRASSEN der Wahrheit näher gekommen zu sein als seine Vorgänger, da er die Urgeschlechtszellen für Abkömmlinge der Zelle *mes* (meiner P_2) hält, was auch für *Ascaris megalcephala* und *Strongylus paradoxus* zutreffen würde.

Ich möchte noch auf die Aehnlichkeit zwischen einigen unserer Abbildungen hinweisen, wobei allerdings die Deutung verschieden ist. Das wäre einmal seine fig. 36 und meine Fig 6 a. Seine Zelle *ekt*² müsste ich dann freilich als die Urmesodermzelle ansprechen, seine Zelle *mes* wäre, wie auch in fig. 29, meine Zelle *P*₂, *ekt*¹ und *ekt*³ wären meine Zellen *A* und *B*. Auch seine fig. 39 möchte ich mit einer meiner Figuren vergleichen, nämlich mit Fig. 8. Nur wären dann seine Zellen *mes*₁, *mes*₂, *ent*₁ und *ent*₂ ektodermale Elemente, meine Zellen *a*, *α*, *b*, *β*; die Zellenreihe *ekt*¹, *ekt*³, *ekt*⁴ und *ekt*² entspräche meinen Zellen *M*, *E*, *P*₃ und *C*. Die Aehnlichkeit kann ja auch Zufall sein, doch halte ich bei seinem viel ungünstigern Object eine Verwechslung nicht für ausgeschlossen.

Was nun den letzten der genau untersuchten Nematoden, *Ascaris megalcephala*, angeht, so kann ich in allem Wesentlichen die Angaben BOVERI's voll bestätigen. Auf einige kleinere Unterschiede ist schon oben hingewiesen worden. Davon ist wohl der wichtigste, dass bei *Ascaris megalcephala* die Stammzelle *P*₄ noch eine Zelle, *F*, ans Ektoderm abgibt, so dass erst *P*₅ die Urgeschlechtszelle darstellt. Wegen einer eingehenden Kritik der Angaben von HALLEZ verweise ich auf die Arbeit BOVERI's.

Wir kehren zu *Strongylus paradoxus* zurück, den wir in einem Stadium verlassen haben, wie es Fig. 10 und mit einem kleinen Fortschritt Fig. 11 zeigt. Dieser Fortschritt besteht darin, dass die Theilung, die sich Fig. 10 in *P*₃ einleitet, in Fig. 11 vollzogen ist. Ihre Producte sind, wie schon erwähnt, die grosse dotterreiche ektodermale Zelle *D* und die kleinere Urgeschlechtszelle *P*₄, die sich durch einen besonders stark gefärbten Kern auszeichnet. Ihre Contouren sind sehr schwer zu erkennen, und da sie häufig asymmetrisch liegt, wie in Fig. 13 a, in den Winkel zwischen die zwei dotterreichen Zellen *E*₁₁ und *D* eingekeilt und, wie gesagt, klein ist, so kann sie leicht übersehen werden. Es wäre mir damit wohl nicht besser gegangen als den meisten der andern Forscher, wenn ich nicht durch die Analogie mit *Ascaris megalcephala* nach BOVERI aufmerksam gemacht worden wäre. — In Fig. 11 sind ausserdem die ektodermalen dotterarmen Elemente vermehrt, was sich schon in Fig. 10 einleitet; die mesodermalen Zellen *m* und *μ* schicken sich zur Theilung an. Man werfe noch einen Blick auf Fig. 11 e, die einen optischen Längsschnitt, entsprechend Fig. 11 a, darstellt. Man sieht, wie die ektodermalen Elemente, die dotterarmen wie die dotterreichen, anfangen Entoderm und Mesoderm zu überwachsen. Dieser Vorgang nun beherrscht die folgenden Veränderungen, während zugleich die Meso-

dermzellen m und u zu zwei Mesodermstreifen auswachsen, die Entodermzellen sich vermehren und die Urgeschlechtszelle in die Tiefe rückt. Fig. 18a, b, c und Fig. 19a, b zeigen die Ueberwachsung vollendet, und da wir uns hier wieder auf bekanntem Boden befinden, so wollen wir zunächst dieses Stadium analysiren und dann die Brücke zu ihm zu schlagen suchen.

Fig. 18a zeigt einen eiförmigen Zellenhaufen, der am vordern Ende aus vielen kleinen, dunkel gefärbten, am hintern Ende aus einigen grössern, hellen, dotterreichen Elementen besteht. Ungefähr in der Mitte sieht man eine kleine Grube, deren Grund eine sehr intensiv gefärbte Zelle mit Kernspindel bildet (P_4). Diese Figur wird ergänzt durch einen optischen Horizontalschnitt, Fig. 18b, der verschiedene Ebenen etwas schematisch combinirt, wie der Vergleich mit Fig. 18c zeigt. Man sieht aussen die ektodermale Ueberkleidung, die kleinen dotterarmen Elemente in Form eines Hufeisens, hinten durch zwei dotterreiche Ektodermzellen abgeschlossen. Die rothen Zellen gehören einer tiefern Ebene an. Dann folgen nach innen zu die zwei Mesodermstreifen, zwei vorne zusammenstossende Reihen von je 6 Zellen. Im Innern erblickt man eine dotterreiche Protoplasmamasse, mit einzelnen unregelmässig angeordneten Kernen. Zellgrenzen sind auf keine Weise zu unterscheiden. Von dieser hellen Masse hebt sich sehr scharf eine kleine, dunkel gefärbte Zelle ab, P_4 , die eine Kernspindel enthält. — Fig. 18c zeigt dasselbe Ei im optischen Längsschnitt. Man sieht, wie die Zelle P_4 überwachsen wird. Der Vergleich mit Fig. 18a lässt erkennen, dass in höhern oder tiefern Ebenen dieses Verhalten sich noch deutlicher zeigen würde. Die sechs Mesodermzellen eines Streifens (Fig. 18b, 18c) liegen nicht in einer Höhe; das ist wohl ein Uebergangsstadium, wie die Besprechung der Fig. 17 noch genauer ergeben wird. — Fig. 19a, b, c zeigt ein etwas späteres Stadium, vom Bauch gesehen, im Horizontal- und im Querschnitt. Der Verschluss ist vollendet, die Urgeschlechtszelle hat sich in eine vordere und hintere getheilt, die jetzt völlig isolirt zwischen Ekto- und Entoderm liegen.

In der Deutung dieses Stadiums sind die Forscher wohl einig, wenigstens was die beiden Mesodermstreifen anbelangt. Die hintern dotterreichen Zellen freilich hält WANDOLLECK (l. c.) für entodermal und lässt sie vom Ektoderm, also den dotterarmen Zellen, überwachsen werden (p. 139). Er illustriert das durch Abbildungen, die rein schematisch gehalten sind und in denen ich keine Aehnlichkeit mit dem, was ich gesehen habe, entdecken kann. Jedenfalls müssten nach seinen

eigenen Angaben zu einer Zeit, wo die Mesodermstreifen völlig ausgebildet sind, wie in meinen Figg. 18 und 19, die dotterreichen Zellen schon überwachsen sein. Viel spätere Stadien, wie z. B. meine Fig. 20, zeigen hinten helle dotterreiche Elemente. Sind aber diese dotterreichen Zellen, die sich auf Zelle P_2 (Fig. 5) und in letzter Linie auf Zelle P_1 (Fig. 1—3) zurückführen lassen, ektodermal, so ist WANDOLLECK's Angabe falsch, dass die eine der beiden ersten Furchungszellen das Ektoderm, die andere das Ento-Mesoderm liefere; und da BOVERI dasselbe für *Ascaris megalcephala* angiebt, was ich für *Strongylus paradoxus* gefunden habe, so ist es wahrscheinlich, dass es trotz der gegentheiligen Angaben für alle Nematoden Geltung hat.

Es gilt nun zu zeigen, wie aus dem Stadium der Fig. 11 das der Fig. 18 hervorgeht. Betrachten wir zunächst Fig. 12 b. Die beiden dotterreichen Entodermzellen E_I und E_{II} sind noch nicht geteilt, in der vordern ist eine Kernspindel. Sie werden flankiert und theilweise überlagert von zwei Paar Zellen m_1 , m_2 und μ_1 , μ_2 , die in ihrem Aussehen eine Mittelstellung zwischen den dotterreichen und den dotterarmen Zellen einnehmen; dadurch und durch ihre Lage geben sie sich als die Abkömmlinge der Zellen m und μ von Fig. 11 b zu erkennen, die sich ja auch gerade zur Theilung anschicken. Ich weise noch einmal auf die unsymmetrische Lage der beiden Paar Mesodermzellen hin; μ_1 steht gegen m_1 ganz bedeutend vor. Die zugehörigen Seitenansichten Fig. 12 a und Fig. 12 c zeigen Kernspindeln in fast allen ektodermalen Zellen; die Zelle c der Fig. 11 d hat sich in c_I und c_{II} geteilt (Fig. 12 c), die Zelle γ schickt sich erst zur Theilung an (Fig. 12 a). — In Fig. 13 a haben wir vier Entodermzellen; die dotterreiche Ektodermzelle γ der Fig. 12 hat sich in die Zellen γ_I und γ_{II} geteilt (Fig. 13 b). Auffallend ist an diesem Stadium noch die Form der Zelle D ; die unsymmetrische Lage der Urgeschlechtszelle P_4 ist häufig, aber wohl kaum constant. — Die folgenden drei Figuren 14, 15, 16 zeigen, wie die Mesodermzellen nach der Mitte zusammenrücken, wohl dem Andrängen der sich stark vermehrenden Ektodermzellen nachgebend. Fig. 15 zeigt Theilungsfiguren in den beiden vordern Mesodermzellen, während sich in Fig. 16 die beiden hintern zuerst geteilt haben. Die Theilung der dotterreichen Ektodermzelle D ist in Fig. 14 eingeleitet, in Fig. 15 und 16 vollzogen; sie liefert die Zellen d und δ .

Wir kommen nun zu dem entscheidenden Stadium, das die Figg. 17 a—g von verschiedenen Seiten darstellen. Fig. 17 a ist die Bauchansicht, die mit dem optischen Schnitt Fig. 17 c zu combiniren

ist. In ersterer sieht man vier mesodermale Zellen m_{II}^1 , m_{II}^2 , μ_{II}^1 , μ_{II}^2 die, vom Ektoderm nach der Mitte gedrängt, das Entoderm fast völlig verdecken. Bei tieferer Einstellung sieht man vier weitere Zellen m_I^1 , m_I^2 , μ_I^1 , μ_I^2 , die in Fig. 17a blau contourirt sind; Fig. 17c zeigt sie noch deutlicher. Weil die tieferen Zellen weiter vorne liegen, so ist angenommen worden, dass sie von den zwei vordern der vier Mesodermzellen in Fig. 14 und 15 abstammen. Darauf möchte ich indess keinen grossen Nachdruck legen. Dagegen erscheint es mir als zweifellos, erstens dass alle acht Zellen Mesodermzellen sind. Bei den vier tiefern wird das jedermann auf den ersten Blick zugeben; die Lage, Anordnung und Grösse der Zellen scheint mir jede andere Annahme auszuschliessen. Aber auch die vier obern Zellen können meiner Ansicht nach nur Mesodermzellen sein, schon deshalb, weil sie von den ektodermalen Elementen überwachsen werden. Das ist aus Fig. 17a zu ersehen; besser noch aus den Figuren 17e und 17f. Erstere stellt einen optischen Längsschnitt vor, der Fig. 17b entsprechend, etwas rechts von der Medianebene liegend. Man sieht die zwei tiefen Mesodermzellen der rechten Seite m_I^1 und m_I^2 ; aber auch die oberflächlicheren m_{II}^1 und m_{II}^2 sind schon ziemlich weit vom Ektoderm überwachsen. Besonders aber Fig. 17f, ein optischer Querschnitt, zeigt die mesodermale Natur der vom Ektoderm schon halb überwachsenen Zellen m_{II}^1 und μ_{II}^1 . Zweitens aber scheint mir aus den Abbildungen auch mit völliger Sicherheit hervorzugehen, dass die acht Mesodermzellen der Fig. 17 von den vieren der Fig. 12b, 13a, 14, 15 abzuleiten sind. Lage, Grösse und Färbbarkeit der Zellen zwingen zu dem gleichen Schluss. Hieraus folgt rückläufig, dass das Mesoderm von der Zelle *M*, Fig. 7a, b abstammt.

Ueber diesen ganzen Vorgang sagt WANDOLLECK (l. c.) kein Wort. Dass er ihm entgangen ist, gebe ich seiner Methode Schuld. Als Beweis für die spätere Bestimmung einer Zelle giebt er immer an, dass er die Entwicklung ein und desselben Eies ununterbrochen verfolgt habe. Um aber zu entscheiden, was Ektoderm, was Entoderm und Mesoderm wird, müsste die Beobachtung bis zu einem Stadium fortgeführt werden, wie es etwa meine Fig. 19 zeigt. Ich glaube, es dürfte schwer sein, so viele Zellen, die noch dazu nicht stille halten, so lange genau zu beaufsichtigen. WANDOLLECK giebt auch schon auf einem frühern Stadium an, dass er zur Schnittmethode seine Zuflucht genommen habe. Aber gerade bei einem Stadium wie in Fig. 17 ist zu fürchten, dass bei dieser Methode das Wesentlichste dem Beobachter entgeht. Da scheint es mir bloss zum Ziele zu führen, wenn man be-

sonders günstige Eier aufs sorgfältigste durchmustert und analysirt und von allen Seiten genaue Zeichnungen macht.

Wenn ich WANDOLLECK recht verstehe, so sind die beiden Zellen En_5 , die durch die Zellen En_1 (Schwanzzellen?) aus der Reihe der Entodermzellen herausgedrängt wurden, seine Urmesoblasten. Die Zellen En_5 sind wohl meine d und δ (Fig. 15), und die kleine Geschlechtszelle P_4 ist übersehen worden. Von diesen hinten gelegenen Zellen wuchern dann nach WANDOLLECK die Mesodermstreifen nach vorn. Ganz ähnliche Angaben machen GOETTE (l. c.) und ZUR STRASSEN (l. c.). Bei HALLEZ (l. c.) endlich entstehen die beiden Urmesoblasten auf so völlig andere Weise, dass keine Vergleichbarkeit vorhanden ist. Hingegen befinde ich mich auch in diesem Punkte in völliger Uebereinstimmung mit BOVERI.

Das Entoderm besteht auf diesem Stadium noch aus vier Zellen, deren Kerne sich aber zur Theilung anschicken, Fig. 17 c, d, f, g. Die Zellgrenzen sind undeutlich, aber erkennbar. Ihnen liegt die kleine, stark gefärbte Geschlechtszelle P_4 auf, Fig. 17c. In Fig. 17a ist sie nicht zu sehen, weil sie schon von den Ektodermzellen d und δ überdeckt wird. Die eigenthümliche Sonderstellung dieser Zelle wird besonders deutlich durch die Figg. 17d und 17g illustriert. Diese einzelne kleine, eigenthümlich gefärbte Zelle zwischen den dotterreichen Ekto- und Entodermzellen muss eine besondere Bedeutung haben. An dieser Stelle liegt auch nach ZUR STRASSEN's (l. c.) Beschreibung die Urgeschlechtszelle von *Bradynema rigidum*; ebenso halten GOETTE (l. c.) und WANDOLLECK (l. c.) zwei Zellen, die in dieser Gegend liegen, für die Anlage der Geschlechtsorgane. Völlige Analogie besteht aber zwischen *Strongylus paradoxus* und *Ascaris megalocephala* nach BOVERI, was Abstammung und Lage der Geschlechtszelle anlangt, und da diese bei *Asc. megalocephala* einen ganz scharf ausgeprägten Charakter hat, so ist diese Analogie die Hauptstütze meiner Ansicht. Ein Unterschied besteht in der Art, wie die Urgeschlechtszelle in die Tiefe rückt. Bei *Strongylus paradoxus* wird sie einfach vom Ektoderm überwachsen, während sie noch ungetheilt ist (Fig. 18a). Bei *Ascaris megalocephala* dagegen rücken die schon zu zwei vorhandenen Zellen erst mit der Einstülpung des Ektoderms zum Oesophagus in die Tiefe.

Vergegenwärtigt man sich noch einmal die Entstehung der Zelle P_4 und geht zurück bis auf Fig. 5, so sieht man, dass es unstatthaft ist, die Urgeschlechtszelle vom Mesoderm abzuleiten. Die Urmesodermzelle M und die Zelle P_3 (Fig. 8a), aus der bei der nächsten Theilung die Urgeschlechtszelle hervorgeht, verhalten sich vielmehr, bildlich gesprochen, zu einander wie Geschwisterkind. Die Urge-

schlechtszelle nimmt bei *Strongylus paradoxus* wie bei *Ascaris megalocephala* nach BOVERI von Anfang an eine Sonderstellung ein.

WANDOLLECK (l. c.) beschreibt auf p. 139, wie sich der schlitzförmige Blastoporus von hinten nach vorn fortschreitend schliesst. Ich kann dem nicht beistimmen. Meine Fig. 17 und 18 zeigen, dass das Ektoderm von vorn und von den beiden Seiten ziemlich gleichmässig herandrückt, und fast genau in der Mitte der Bauchseite zusammenschliesst. Es mag das bei den einzelnen Nematoden verschieden sein; die Angaben der andern Forscher sprechen dafür.

Zum Schluss möchte ich noch ein paar Worte über meine Fig. 20 sagen. Sie macht es nämlich wahrscheinlich, dass ein viel grösserer Theil des Vorderdarms, als WANDOLLECK annimmt, durch Einstülpung des Ektoderms entsteht. Meine Fig. 20 stellt ein früheres Stadium dar als WANDOLLECK's (l. c.) fig. 25, und trotzdem geht das Epithel des Oesophagus ganz continuirlich in das Epithel der äussern Körperbedeckung über. Jedoch ist das bloss im optischen Querschnitt zu sehen, wie ihn meine Fig. 20c zeigt; nach dem optischen Längs- und Horizontalschnitt (Fig. 20a, b) könnte man allerdings zu der Vorstellung kommen, wie sie sich in WANDOLLECK's fig. 25—27 ausspricht. Das ist aber auch WANDOLLECK aufgefallen, dass die Zellen des Oesophagus dotterarm und stark färbbar sind, und weil nun in der Gegend die dotterarme Zelle *En*₃ liegt, so muss sie den Oesophagus liefern.

Zwischen ventralem Mesoderm und der Darmanlage bemerkt man zwei Kerne *G*, die sich besonders stark färben und möglicher Weise die Geschlechtszellen sein könnten.

Man wird leicht bemerken, dass sich diese Untersuchung in allen Stücken, selbst in technischen Einzelheiten, aufs engste an die Arbeit BOVERI's anschliesst; ich möchte sie auch nur als eine Bestätigung seiner Ergebnisse betrachtet wissen. Ausserdem ist mir aber auch Herr Prof. BOVERI so unausgesetzt mit Rath und That an die Hand gegangen, dass ich die Arbeit bloss zum Theil als mein geistiges Eigenthum bezeichnen kann. Für seine freundliche unermüdliche Unterstützung sei ihm auch an dieser Stelle mein herzlicher Dank ausgesprochen.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel 19—21.

| | | | | |
|---------------------------|---|--|---|------------------------------------|
| Abkömmlinge von $S_1(AB)$ | } | gelb, dotterarm roth, dotterreich braun, dotterreich | } | Ektoderm |
| Abkömmlinge von P_1 | } | hellblau, dotterreich | } | Entoderm |
| | } | dunkelblau, Mittelstellung | } | Mesoderm |
| | } | weiss, dotterreich | } | Stammzelle resp. Geschlechtszelle. |

Tafel 19.

Fig. 1. Zweizelliges Stadium. $S_1(AB)$ erste Ursomazelle, mit Kernspindel und ansitzendem Polkörperchen. P_1 erste Stammzelle, mit Kernspindel.

Fig. 2. Zweizelliges Stadium. $S_1(AB)$ theilt sich. Das Polkörperchen sitzt diesmal der Zelle P_1 an.

Fig. 3. Dreizelliges Stadium. $S_1(AB)$ hat sich in A und B getheilt.

Fig. 4. Dreizelliges Stadium von der linken Seite. P_1 theilt sich.

Fig. 5. Vierzelliges Stadium von der linken Seite. P_1 hat sich in die zweite Ursomazelle, die Ento-Mesodermzelle $S_2(EM)$ und die zweite Stammzelle P_2 getheilt.

Fig. 6a. Fünfzelliges Stadium von der linken Seite. A hat sich in a und α getheilt, B , $S_2(EM)$ und P_2 schicken sich zur Theilung an.

Fig. 6b. Dasselbe von der Dorsalseite. Kernfigur in P_2 war bei dieser Einstellung nicht sichtbar.

Fig. 7a. Siebenzelliges Stadium, von der linken Seite. B hat sich in b und β getheilt, die Ento-Mesodermzelle $S_2(EM)$ in die Urentodermzelle E und die Urmesodermzelle M . P_2 ist gegen Fig. 6a in der Theilung zurück.

Fig. 7b. Dasselbe von der Ventralseite. Die Furche zwischen E und M hat gegen die Zelle b hin noch nicht vollständig durchgeschnitten.

Fig. 7c. Dasselbe von der Dorsalseite.

Fig. 8a. Achtzelliges Stadium, von der linken Seite. Die Zelle P_2 hat sich in die dritte Ursomazelle, die Ektodermzelle S_3 (C) und die dritte Stammzelle P_3 getheilt.

Fig. 8b. Dasselbe von der Dorsalseite.

Fig. 8c. Dasselbe von der rechten Seite.

Fig. 9a. Zwölfzelliges Stadium, von der linken Seite.

Fig. 9b. Dasselbe von der Ventralseite.

Fig. 9c. Dasselbe von der rechten Seite.

Tafel 20.

Fig. 10a. Fünfzehnzelliges Stadium, von der linken Seite. Die 8 gelben Ektodermzellen schicken sich zur Theilung an.

Fig. 10b. Dasselbe von der Ventralseite. Die Urmesodermzelle M hat sich in die Zellen m und μ getheilt, die Urentodermzelle E in die Zellen E_1 und E_{II} . E_1 liegt in der Tiefe.

Fig. 10c. Dasselbe von der Dorsalseite. Die Zelle C hat sich in die Zellen c und γ getheilt.

Fig. 10d. Dasselbe von der rechten Seite.

Fig. 11a. Stadium von 24—26 Zellen, von der linken Seite. Die Zelle P_3 hat sich in die vierte Ursomazelle S_4 (D) und die Urgeschlechtszelle P_4 getheilt.

Fig. 11b. Dasselbe von der Ventralseite.

Fig. 11c. Dasselbe von der Dorsalseite.

Fig. 11d. Dasselbe von der rechten Seite.

Fig. 11e. Dasselbe im optischen Längsschnitt.

Fig. 12a. Stadium von 32—36 Zellen, von der linken Seite. Zelle c hat sich c_I und c_{II} getheilt, Zelle γ schiebt sich zur Theilung an.

Fig. 12b. Dasselbe von der Ventralseite. Die Zelle m hat sich in m_I und m_{II} , die Zelle μ in μ_I und μ_{II} getheilt. Die Entodermzelle E_I schiebt sich zur Theilung an.

Fig. 12c. Dasselbe von der rechten Seite.

Fig. 13a. Stadium mit vier Entodermzellen und vier Mesodermzellen. Zelle S_4 (D) eigenthümlich verzogen. Urgeschlechtszelle P_4 liegt stark asymmetrisch.

Fig. 13b. Dasselbe Stadium von der rechten Seite.

Fig. 14, 15, 16 zeigen das Zusammenrücken des Mesoderms über dem Entoderm.

Tafel 21.

In Fig. 16 haben sich die hinteren Mesodermzellen m_{II} und μ_{II} getheilt.

Fig. 17a—g. Stadium, bei dem die Ueberwachsung des Ento-Mesoderms weiter vorgerückt ist.

Fig. 17a. Von der Ventralseite. Vier Mesodermzellen oberflächlich, vier in der Tiefe. Letztere sind blau punktiert, resp. weiss ausgespart. Die Urgeschlechtszelle ist von den Ektodermzellen d und δ verdeckt.

Fig. 17b. Dasselbe von der rechten Seite.

Fig. 17c. Dasselbe im optischen Horizontalschnitt, der durch die tiefen Mesodermzellen gelegt ist.

Fig. 17d. Dasselbe im optischen Längsschnitt, der etwas links von der Medianebene durch die Urgeschlechtszelle, die oberflächlichen Mesodermzellen μ_{IIb} und μ_{IIIb} , und die tiefe Mesodermzelle μ_{Ia} gelegt ist.

Fig. 17e. Dasselbe im optischen Längsschnitt, der rechts von der Medianebene durch die vier rechtsseitigen Mesodermzellen gelegt ist.

Fig. 17f. Dasselbe im optischen Querschnitt, der durch die vordern und die hintern tiefen Mesodermzellen gelegt ist.

Fig. 17g. Dasselbe im optischen Querschnitt, der durch die Urgeschlechtszelle gelegt ist.

Fig. 18a. Verschluss des Prostomas.

Fig. 18b. Dasselbe Stadium im optischen Horizontalschnitt. Es zeigt die vorn zusammenstossenden Mesodermstreifen und die kleine, dem Entoderm aufgelagerte Urgeschlechtszelle P_4 .

Fig. 18c. Dasselbe im optischen Längsschnitt.

Fig. 19a. Stadium nach Verschluss des Prostomas von der Ventralseite. P_{4a} und P_{4b} die Abkömmlinge der Urgeschlechtszelle P_4 .

Fig. 19b. Dasselbe im optischen Horizontalschnitt.

Fig. 19c. Dasselbe im optischen Querschnitt, der durch die Zelle P_{4a} gelegt ist.

Fig. 20a. Ein späteres Stadium, das die Einstülpung des Ekto-derms zum Oesophagus *Oe* im optischen Längsschnitt zeigt. Dahinter das helle Entoderm, an dem Zellgrenzen nicht mehr zu unterscheiden sind. *g* Geschlechtszellen (?).

Fig. 20b. Dasselbe im optischen Horizontalschnitt. *Mes* Mesodermstreifen, *Oe* Oesophagus, *g* Geschlechtszellen (?).

Fig. 20c. Dasselbe im optischen Querschnitt. *Oe* Oesophagus, *Mes* Mesodermstreifen.

Nachdruck verboten.
Uebersetzungsrecht vorbehalten.

Beiträge zur Kenntniss der Entwicklungsgeschichte der Stylommatophoren.

Von

Dr. Ferdinand Schmidt.

Privatdocent an der Universität Giessen.

Hierzu 9 Textfiguren.

In den folgenden Blättern theile ich einige Beobachtungen mit, die ich, mit der Entwicklungsgeschichte der Pulmonaten beschäftigt, an einem reichen Material von Embryonen verschiedener Stylommatophoren gemacht, Beobachtungen, durch die unsere Kenntniss der Ontogenie der genannten Formengruppe in einigen nicht unwesentlichen Punkten ergänzt wird oder doch eine präcisere Fassung erhält und die vielleicht als Ausgangspunkt für weitergehende Betrachtungen und Schlussfolgerungen dienen dürften, zumal wenn sie durch übereinstimmende Untersuchungsergebnisse, auch von anderer Seite her und an andern Formen gewonnen, erweitert und gestützt werden sollten.

Meine Mittheilungen beziehen sich auf einige frühe embryonale Anlagen und deren weitere Umbildung bei den Embryonen von *Succinea*, *Limax* und *Clausilia*. Von diesen Formen waren *Limax* und *Clausilia* schon mehrfach Objecte entwicklungsgeschichtlicher Studien, während *Succinea* bisher gänzlich unberücksichtigt blieb und daher besonders unser Interesse beansprucht, zumal sie in mehr als einer Hinsicht Abweichungen von dem bekannten Verhalten verwandter Formen zeigt.

Ich gebe einleitend eine kurze Schilderung vom Bau eines Embryos von *Limax agrestis* auf dem Stadium des ersten Auftretens der uns hier interessirenden embryonalen Anlagen, der Sinnesplatten, des Fusses und des Schalen- oder Mantelfeldes.

Der noch auf tiefer Entwicklungsstufe stehende Embryo ist von Kugelgestalt. Die weite, den vordern Körperpol bezeichnende Mundöffnung führt in den durch Embolie entstandenen „Urdarm“ der Gastrula; eine Differenzirung desselben in bestimmte Abschnitte ist noch nicht vorhanden, auch fehlt noch der After, der erst später an der der Mundöffnung gegenüberliegenden Körperseite und zwar in der Medianebene des noch streng bilateral-symmetrisch gebauten Embryos angelegt wird, jedoch noch nicht zum Durchbruch gelangt. Die Zellen des eingestülpten Entoderms sind schon jetzt durch reichliche Eiweissaufnahme bedeutend vergrössert, ihr Protoplasma von stark lichtbrechenden, oft zusammenfliessenden Tropfen erfüllt. Ausser dem im Wesentlichen noch auf dem Stadium der Gastrula stehenden „Urdarm“ sind von innern Organen nur die beiden Urnieren vorhanden; der ganze Raum zwischen der ektodermalen Körperbedeckung und dem Entoderm, die Leibeshöhle der Larve, wird von den charakteristischen embryonalen spindelförmigen oder multipolaren Mesodermelementen durchsetzt. Das Epithel der Körperoberfläche wird aus grossen cubischen Zellen gebildet, deren Protoplasma durch die Farbstoffe nur sehr schwach tingirt wird.

Bald beginnt nun an vier scharfbegrenzten Körperregionen eine lebhafte Vermehrung der epithelialen Elemente; aus den grossen cubischen Zellen geht ein aus bedeutend kleinern Elementen bestehendes Cylinderepithel hervor, dessen dichtgedrängt stehende Zellen durch die verschiedenen Tinctionsmittel intensiv gefärbt werden. Betrachtet man daher einen solchen, mit Alauncarmin¹⁾ gefärbten Embryo in auffallender Beleuchtung, so erscheinen diese embryonalen Anlagen als dunkle, schwach vorgewölbte Scheiben, die sich scharf von dem blassgefärbten Epithel ihrer Umgebung abheben; es sind die uns in den folgenden Mittheilungen in erster Linie interessirenden embryonalen Anlagen, die beiden Sinnesplatten, die Fussanlage und das Schalen- oder Mantelfeld. Der Embryo steht auf dem Stadium der Trochosphära, doch sind nicht alle Charaktere derselben voll entwickelt. So ist vor allem das Velum²⁾

1) Mit Alauncarmin erzielt man Färbungen, die für die Untersuchung in auffallendem Lichte ganz besonders geeignet sind; die matt violett-bläulichen Töne lassen die geringste Reliefbildung am embryonalen Körper viel plastischer und deutlicher hervortreten als an den mit Pikrokarmen oder Hämatoxylin behandelten Objecten.

2) Das Velum, ein Organ, das in erster Linie doch der Fortbewegung dient, finden wir bekanntlich bei den Pulmonaten, wenn

nur in rudimentärer Gestalt vorhanden: zu beiden Seiten der Mundöffnung, unter den Sinnesplatten verlaufend, finden wir es als einen nur schwer erkennbaren Wimperstreifen; deutlicher ausgebildet fand ich es an den Larven von *Succinea*.

I. Die Sinnesplatten.

Ich beginne mit der Betrachtung der beiden Sinnesplatten: diese wichtigen, gänzlich dem prävelaren Körperabschnitt angehörenden Gebilde liegen als zwei rundliche oder ovale Scheiben zu beiden Seiten der weiten Mundöffnung, begrenzen dieselbe jedoch nicht unmittelbar, denn es bleibt zwischen ihnen und jener ein beträchtlicher Raum, der von den gewöhnlichen embryonalen Epithelzellen der Körperoberfläche eingenommen wird. Für die Basommatophoren wird angegeben, dass die Sinnesplatten oder „Scheitellappen“ durch Theilung aus einer ursprünglich einheitlichen „Scheitelplatte“ hervorgehen (RABL) — ich muss für die von mir untersuchten Stylommatophoren betonen, dass die Sinnesplatten schon in ihrem ersten Erscheinen stets als zwei vollständig gesonderte, symmetrisch gelegene Gebilde auftreten, wodurch übrigens der Möglichkeit eines Vergleichs der fraglichen embryonalen Anlagen und ihrer Derivate mit der Scheitelplatte der Annelidenlarven keineswegs entgegengetreten wird.

Aus den Sinnesplatten geht bekanntlich eine Reihe von Organen des spätern Kopfabschnittes sowie ein beträchtlicher Theil des Centralnervensystems, vor allem die Cerebralganglien und die später zu den *Lobi accessorii* werdenden Cerebraltuben¹⁾ hervor.

überhaupt nachweisbar, nur in mehr oder weniger reducirtem Zustande, was natürlich damit zusammenhängt, dass den Larven dieser Formengruppe das pelagische Umherschwärmen der marinen Gastropoden und somit auch die Nothwendigkeit eines dazu geeigneten Locomotionsorgans abgeht. Doch kennen wir auch unter den Pulmonaten eine Form, die ein vollkommen ausgebildetes, umfangreiches Velum besitzt, nämlich *Onchidium*; das Organ geht hier schliesslich sogar in die charakteristische zweilappige Form des Veligerstadiums über, das den naheverwandten Vaginuliden allerdings wieder fehlt.

1) Eine ausführliche Darstellung dieser Entwicklungsvorgänge bei verschiedenen Stylommatophoren liefern die folgenden Abhandlungen: SARASIN, P. und F., Aus der Entwicklungsgeschichte der *Helix Waltoni* REEVE, in: Ergebnisse naturwiss. Forsch. auf Ceylon, V. 1, Heft 2. — HENCHMAN, The origin and development of the nervous

Zunächst ändern die Sinnesplatten allmählich ihre Form; sie nehmen nierenförmige Gestalt an, mit der Mundöffnung zugewandter Concavität. Dann wölbt sich jederseits der laterale, obere Theil als rundlicher Höcker nach aussen vor: die Anlage des ersten, das Auge tragenden Tentakels (*T. I*). Unter diesem wird bald der zweite Fühler (*T. II*) in gleicher Anlage sichtbar und unter dieser schliesslich jederseits ein drittes, in genau derselben Weise entstehendes Gebilde (*T. III*). An den Fig. 1—3, die die Umgebung der Mundöffnung verschieden alter Embryonen von *Limax agrestis* darstellen, sind diese Vorgänge leicht zu verfolgen.

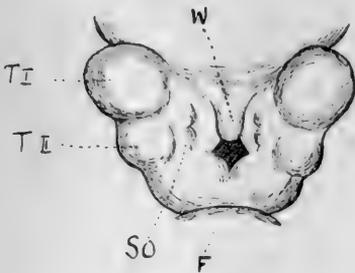


Fig. 1.

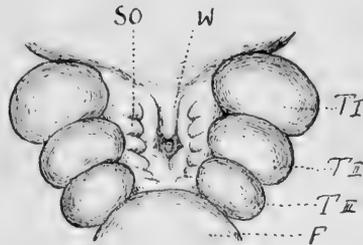


Fig. 2.

Die somit jederseits in der Dreizahl vorhandenen, durchaus gleich gebauten embryonalen Tentakel sind knopfförmige Gebilde, deren Oberfläche ein hohes Cylinderepithel trägt; dieses Epithel wuchert in starken, unregelmässigen Massen nach innen zur Anlage der Tentakelganglien und bildet dann, umgeben von spärlichen mesodermalen Elementen, die Hauptmasse der noch knopfförmigen embryonalen Fühler. Aus dem Epithel des ersten Tentakels geht ausserdem in Gestalt einer kleinen, sich später vom Mutterboden als geschlossenes

system of *Limax maximus*, in: Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard Coll., V. 20, 1890. — SCHMIDT, FERD., Studien zur Entwicklungsgeschichte der Pulmonaten. I. Die Entwicklung des Nervensystems, Inaug.-Dissert., Dorpat 1891.

Genauere anatomische Angaben über die Lobi accessorii des ausgebildeten Gehirns machen: LACAZE-DUTHIERS, Otocystes ou capsules auditives des Mollusques, in: Arch. Zool. expér., V. 1, 1872. — Ders., Du système nerveux des Mollusques Gastéropodes Pulmonés aquatiques et d'un nouvel organe d'innervation, ibid. — BÖHMIG, Beiträge zur Kenntniss des Centralnervensystems einiger pulmonaten Gastropoden: *Helix pomatia* und *Limnaeus stagnalis*. Inaug.-Dissert., Leipzig 1883.

Bläschen loslösenden Einstülpung das Auge hervor; am Grunde der Fühleranlage (*T. I*) aber finden wir den kreisrunden Eingang zur tief eingestülpten, jetzt noch nicht geschlossenen Cerebraltube.

Während nun die beiden obern oder vordern Tentakelanlagen in der Folge allmählich zu den Fühlern auswachsen, bleibt die Anlage des dritten zunächst längere Zeit auf der embryonalen Entwicklungsstufe stehen, um sich dann schliesslich zu den sogenannten „Mundlappen“, den „subtentaculären Lappen“ oder „Lippen-tentakeln“ umzuwandeln.

Während diese Vorgänge sich abspielen, entwickelt sich jederseits aus dem medialen Theil der Sinnesplatte in Gestalt von Querwülsten, deren Zahl allmählich, vorn oder oben beginnend und nach hinten oder unten fortschreitend, anwächst, das SEMPER'sche Organ (*SO*). Dieses umgrenzt beim erwachsenen Thier unmittelbar die Mundöffnung, beim Embryo liegt es in der ersten Anlage in beträchtlicher Entfernung von derselben. Die Annäherung kommt dadurch zu Stande, dass die ganze, die embryonale Mundöffnung, d. h. den verengerten Blastoporus umgebende Partie der Körperoberfläche allmählich zur Bildung des ektodermalen Vorderdarmes eingesenkt, eingestülpt wird, wodurch der Blastoporus ins Körperinnere verlagert wird; er bezeichnet später die Stelle, an der der ektodermale Vorderdarm in den entodermalen Mitteldarm übergeht. Aehnliche Angaben über die Entstehung des Vorderdarmes finden sich schon mehrfach in der entwicklungsgeschichtlichen Litteratur; ja, es dürfte diese Bildungsweise des Vorderdarmes wohl den gewöhnlichen, vielleicht allen Gastropoden zukommenden Typus darstellen¹⁾. In Fig. 3 gebe ich die Ab-

1) Mit der Bildung des Stomodäums geht auch die allmähliche Verlagerung eines embryonalen Gebildes Hand in Hand, das ich hier kurz erwähnen muss, da es nahe liegt, dasselbe zum Velum in Beziehung zu bringen. An ältern Embryonen findet man über der Mundöffnung ein kleines, von Flimmerepithel gebildetes Feld (vergl. Fig. 1, 2 *W*), das sich eine Strecke weit in das Stomodäum hinein fortsetzt — so ist es auch früher schon beobachtet worden (*FOL*). Während des Processes der Einstülpung des Vorderdarmes wird nun auch die Masse dieser Flimmerzellen mit ins Innere verlagert und bildet schliesslich einen in der Medianlinie an der dorsalen Wand des Stomodäums gelegenen Zellenwulst. Auf Querschnitten sieht man dann die grossen, blassgefärbten, keulenförmigen Zellen, mit ihren starken Cilien weit über das umgebende Epithel des Vorderdarmes hervorragend, in das Darmlumen vorspringen; ganz besonders stark entwickelt fand ich diesen flimmernden Zellenwulst an den Embryonen von *Ancylus fluviatilis*. Ob nun diese

bildung des Kopfabschnittes eines eben erst aus dem Ei geschlüpften *Limax*-Embryos, ein Vergleich derselben mit den Fig. 1—2 illustriert in instructiver Weise die uns hier interessirenden Vorgänge. Wir sehen in Fig. 3 die beiden ersten Fühler und besonders den Tentakel 1 in ihrer Entwicklung schon relativ weit fortgeschritten, die Anlage des dritten dagegen noch den embryonalen Typus bewahren; die schon völlig ausgebildeten Falten des SEMPER'schen Organs begrenzen unmittelbar die Mundöffnung.

Aus diesen kurzen Angaben geht nun zunächst hervor, dass wir die Mundlappen oder subtentaculären

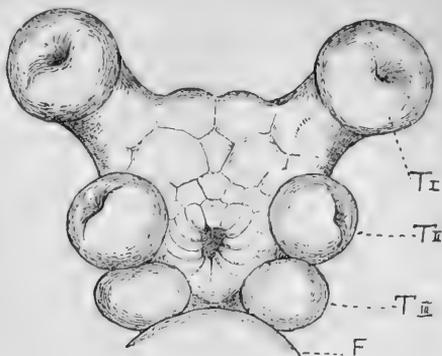


Fig. 3.

Lappen bei *Limax* als ein drittes, nur in besonderer Weise umgebildetes Tentakelpaar auffassen dürfen — die Herstammung von demselben Mutterboden und die durchaus gleichartige Anlage und in den Anfangsstadien auch durchaus gleichartige weitere Ausbildung der drei Fühlerpaare berechtigen dazu; ferner er giebt sich die Thatsache, dass die Tentakel in keinerlei Beziehung zum Velum stehen, da sie Derivate der dem prävelaren Körperabschnitt angehörenden Sinnesplatten sind — sie erinnern in auffälliger Weise an die Kopffühler vieler Anneliden und deren Larven.

Es entsteht nun die Frage, ob die verschiedenen, als Lippententakel, Mundlappen oder subtentaculäre Lappen bei den Gastropoden bekannten Gebilde einander wirklich homolog sind. Was wir bisher von der Entwicklung der fraglichen Organe wissen, lässt dies zweifelhaft erscheinen, denn wir besitzen Angaben, denen zu Folge bei einigen Formen, und zwar speciell Pulmonaten, die Mundlappen aus dem Velum oder einem Rudiment desselben hervorgehen sollen.

Zellen, die mit ihren lebhaft schlagenden Cilien wohl vor allem dazu dienen, das Nährmaterial des Embryos in den Darm zu befördern, zum Velum Beziehungen haben, ein Rudiment desselben sind, ist doch sehr fraglich; dagegen spricht jedenfalls das späte Auftreten der fraglichen Elemente.

Derartige Beobachtungen theilt JOYEUX-LAFFUIE¹⁾ für *Onchidium* mit, und RAY LANKESTER²⁾ macht für *Limnaeus* ähnliche Angaben, die allerdings von anderer Seite nicht nur keine Bestätigung³⁾, sondern sogar directen Widerspruch⁴⁾ gefunden haben. Sollten aber weitere Untersuchungen die Beobachtung, dass bei gewissen Gastropoden die subtentaculären Lappen aus dem Velum hervorgehen, bestätigen, so wäre damit ein Anhalt geboten für die Vergleichung dieser Organe mit den Mundlappen der Lamellibranchiaten, die ja zweifellos Beziehungen zum Velum oder Rudimenten desselben haben. Damit wäre aber auch der Nachweis geliefert, dass nicht alle als Mundlappen bezeichneten Gebilde bei den Gastropoden ohne weiteres als homologe Organe aufzufassen sind, sondern dass wir zu unterscheiden hätten zwischen solchen Organen, die als Derivate der Sinnesplatten, als ein drittes Tentakelpaar, dem prävelaren Körperabschnitt angehören — sie liessen sich ganz passend als Lippententakel bezeichnen — und den aus dem Velum hervorgehenden Mundlappen, die den gleichnamigen Organen der Lamellibranchiaten⁵⁾ entsprechen.

1) JOYEUX-LAFFUIE, Organisation et développement de l'Oncidium (Oncidium celticum), in: Arch. Zool. expér., V. 10.

2) RAY-LANKESTER, Observations on the development of the Pond-Snail (*Limnaeus stagnalis*) etc., in: Quart. Journ. Micr. Sc., (N. S.) V. 14.

3) FOL, Études sur le développement des Mollusques. III. Sur le développement des Gastéropodes pulmonés, in: Arch. Zool. expér., V. 8.

4) Вольфонъ, Эмбриональное развитие *Limnaeus stagnalis*, in: Зап. имп. Академии наукъ, 3, V. 36, 1879.

5) Schon LOVEN sprach bekanntlich die bestimmte Vermuthung aus, dass die Mundlappen der Lamellibranchiaten aus dem Velum hervorgehen dürften, doch fehlte es bis in die neueste Zeit an beweisenden Beobachtungen, und auch heute noch sind wir bei Beurtheilung der Frage einzig und allein auf die Angaben angewiesen, die ZIEGLER über die Entstehung der fraglichen Organe bei *Cyclas* (ZIEGLER, Die Entwicklung von *Cyclas cornea* LAM., in: Z. wiss. Zool., V. 41) macht, also einer Form, die nur Rudimente des Velums besitzt und daher weniger geeignet zum Untersuchungsobject erscheint als die mit hoch entwickeltem Velum ausgestatteten marinen Muschellarven; die genaue Untersuchung einer dieser letztern Formen wäre daher sehr erwünscht.

Bei *Cyclas* lässt sich die Entwicklung der Mundlappen aus dem als rudimentäres Velum gedeuteten Wimperfelde sehr deutlich verfolgen. Ich untersuchte den Vorgang an den Embryonen des nahe verwandten *Pisidium* (*Pis. obtusale*, *pulchellum* und *fossarinum*) und kann die kurzen, aber wichtigen Angaben ZIEGLER's durchaus bestätigen. Bei beiden Formen, *Cyclas* und *Pisidium*, finden wir die Mundöffnung von einem breiten Wimperwulst umgeben, der besonders bei den Embryonen

II. Die Entwicklung des Fusses.

Bevor ich nun zur Entwicklung des Fusses übergehe, seien einige zusammenfassende Angaben über eine andere embryonale Bildung von grosser Bedeutung eingeschoben, den Blastoporus — die scheinbare Abschweifung soll in den folgenden Blättern gerechtfertigt werden. Wir besitzen in der ausgedehnten entwicklungsgeschichtlichen Litteratur eine grosse Zahl von Angaben über den Blastoporus der Gastropoden und die spätern Beziehungen desselben zum Darmtractus der Schnecke, Angaben, die auf den ersten Blick einander durchaus zu widersprechen und nicht leicht vereinbar zu sein scheinen. Eine sorgfältige kritische Sichtung hat zur Auffassung geführt, dass die ursprüngliche, typische Gestalt des Blastoporus die eines langgestreckten, die Ventralfläche des Embryos einnehmenden Spaltes ist, der sowohl zum spätern Munde als auch zur Afteröffnung Beziehungen hat — die zahlreichen, wechselnden Thatsachen der Ontogenie bilden, von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet, eine Reihe durch Uebergänge genügend verbundener Erscheinungen.

Nicht immer, wohl aber in der Mehrzahl der Fälle, ist die ursprüngliche spaltförmige Gestalt des Blastoporus noch deutlich ausgeprägt, sondern wir finden vielfach eine annähernd kreisförmige oder ovale Form desselben. Der Blastoporus kann dann entweder direct

von *Pisidium* sich scharf begrenzt von der Umgebung abhebt. Diesen Wimperwulst (oder dieses Wimperfeld, in dessen Mitte die Mundöffnung liegt), können wir mit ZIEGLER als Rudiment des Velums auffassen, indem wir es mit demjenigen Theile dieses Organs vergleichen, der bei marinen Larven (z. B. *Teredo*) als prä- und postoraler Wimperstreifen gleichfalls die Mundöffnung umfasst. Aehnlich wie bei *Cyclas* wird auch bei *Pisidium* durch eine vom Munde nach beiden Seiten hinziehende Einkerbung der bisher etwa ringförmige Wimperwulst in einen obern (präoralen) und untern (postoralen) Abschnitt getheilt, die sich ganz passend als Ober- und Unterlippe bezeichnen lassen. Eine vom Munde ausgehende, der Medianebene entsprechende Einsenkung theilt dann die Ober- und Unterlippe in je zwei Hälften, eine rechte und linke; das anfänglich ringförmige Velumrudiment ist so in vier gesonderte, symmetrisch gelagerte Wülste zerfallen, die im Laufe der weitern Entwicklung, sich faltenartig erhebend, zu den Mundlappen auswachsen. Aus der Oberlippe gehen so die beiden äusseren, aus der Unterlippe die beiden innern Mundlappen hervor.

in den Mund übergehen, wie bei *Fusus*¹⁾ den Pteropoden²⁾ und Heteropoden³⁾, oder wie bei den Styломmatophoren, in Folge einer secundären Einstülpung ins Körperinnere verlagert, den Uebergang des ektodermalen Stomodäums in den entodermalen Mitteldarm bezeichnen, oder endlich in fortschreitender Verengung sich völlig schliessen, wie bei *Nassa* und *Neritina*⁴⁾, bei denen dann gleichfalls eine secundäre Einsenkung an der Stelle des geschlossenen „Urmundes“ den Vorderdarm liefert. Ist der Blastoporus spaltförmig, so ist ein allmählich von hinten nach vorn fortschreitender Verschluss wohl das gewöhnlichste Verhalten; ein am Vorderende des Spaltes erhalten gebliebener Rest desselben kann dann direct zum Munde werden — so bei *Planorbis*⁵⁾ und *Limnaeus*⁶⁾, bei *Patella*⁷⁾ — oder endlich völlig geschlossen die Stelle bezeichnen, an der nachträglich das Ektoderm zum Vorderdarm eingestülpt wird, wie wir das bei *Aplysia*⁸⁾, bei *Bithynia*⁹⁾ und *Crepidula*¹⁰⁾ finden. Eine Sonderstellung nimmt hinsichtlich dieser Vorgänge *Paludina*¹¹⁾ ein, bei welcher der Blasto-

1) BOBRETZKY, Studien über die embryonale Entwicklung der Gastropoden, in: Arch. Microsc. Anat., V. 13, 1877.

2) FOL, Sur le développement des Ptéropodes, in: Arch. Zool. expér., V. 4, 1875.

3) DERS., Sur le développement embryonnaire et larvaire des Hétopodes, ibid., V. 5, 1876.

4) BLOCHMANN, Ueber die Entwicklung der *Neritina fluviatilis*, in: Z. wiss. Zool., V. 36.

5) RABL, Ueber die Entwicklung der Tellerschnecke, in: Morph. Jahrb., V. 5.

6) RAY LANKESTER, On the development of the Pond-Snail, in: Quart. Journ. Microsc. Sc., (N. S.) V. 14, 1874. — Вольфсонъ, Эмбриональное развитие *Limnaeus stagnalis*, in: Зап. имп. Академіи наукъ. 3. V. 36, 1879.

7) PATTEN, The embryology of *Patella*, in: Arb. Zool. Inst. Wien, V. 6.

8) BLOCHMANN, Beiträge zur Kenntniss der Entwicklung der Gastropoden, in: Z. wiss. Zool., V. 38.

9) SARASIN, P., Die Entwicklungsgeschichte der *Bithynia tentaculata*, Inaug.-Dissert., Wiesbaden 1882. — v. ERLANGER, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Gastropoden. I. Theil. Zur Entwicklung von *Bithynia tentaculata*, in: Mitth. Zool. St. Neapel, V. 10, 1892.

10) CONKLIN, Note on the embryology of *Crepidula* etc., in: Johns Hopk. Univ. Circ., V. 10, No. 88, 1891, und in: Zool. Anzeiger, Jahrg. 15, 1892.

11) BÜTSCHLI, Entwicklungsgeschichtliche Beiträge. I. Zur Entwicklungsgeschichte von *Paludina vivipara*, in: Z. wiss. Zool., V. 29, 1877 — v. ERLANGER, Zur Entwicklung von *Paludina vivipara*. 1. Theil, in: Morph. Jahrb., V. 17, 1891.

porus sich schliesst bis auf einen am Hinterende gelegenen Rest, der zum After wird, und von grossem Interesse ist endlich die Thatsache, dass bei *Doris*¹⁾ am Hinterende des auch hier spaltförmigen Blastoporus, dessen Vorderende zum Munde wird, die für viele Gastropoden so charakteristischen, die Lage des Afters bezeichnenden Anälzellen nachgewiesen sind. Durch diese letztern Thatsachen wird die Anschauung, dass der spaltförmige Blastoporus Beziehungen sowohl zum Munde als auch zum After besitzt, Beziehungen, die auch jetzt noch ontogenetisch in wechselnder Weise zum Ausdruck gelangen, nicht nur in prägnanter Weise gestützt, sondern zweifellos begründet und damit die Möglichkeit gegeben, diese Vorgänge direct mit den ähnlichen Erscheinungen aus der Entwicklungsgeschichte der Anneliden in Zusammenhang zu bringen.

Diese kurz erwähnten Vorgänge der verschiedenartigen Umbildung des Blastoporus fallen in eine sehr frühe Entwicklungsperiode, jedoch noch in die Zeit des ersten Auftretens eines andern wichtigen Organs, des für die Mollusken so typischen Fusses, mit dessen Entwicklung wir uns in der Folge zu beschäftigen haben. In den allermeisten der hier in Betracht kommenden embryologischen Arbeiten wird die Frage kurz erledigt durch die Angabe, der Fuss entstehe als höckerartige Vorwölbung in der, den Verhältnissen des ausgebildeten Thieres entsprechenden Körperregion, also an der Ventralseite zwischen Mund und After. Einige wenige, in neuern Abhandlungen enthaltene Angaben aber lassen es fraglich erscheinen, ob in allen Fällen die allererste Anlage des Gebildes wirklich beobachtet wurde, ob nicht gewisse Entwicklungsvorgänge, die dem Erscheinen der unpaaren Fussanlage zeitlich vorausgehen, übersehen wurden. Wenn nun auch für viele Formen die Entstehung des Fusses als unpaarer Höcker durch wiederholte Beobachtung festgestellt worden ist, so verdienen doch diese wenigen, anders lautenden Angaben die vollste Beachtung, da sie vielleicht den Ausgangspunkt für weitgehende Verallgemeinerung und nicht unwesentliche Schlussfolgerungen bilden könnten. Wir besitzen nämlich einige vereinzelte Angaben, denen zu Folge der unpaare Fuss aus der Verschmelzung zweier ursprünglich getrennten symmetrischen Anlagen hervorgeht! Derartige sehr bestimmt lautende, ausführliche und durch

1) LANGERHANS, Die Entwicklung der Gastropoda Opisthobranchia, in: Z. wiss. Zool., V. 23, 1873.

gute Abbildungen gestützte Angaben macht PATTEN für *Patella*¹⁾, und ähnliche Beobachtungen theilte ich vor Jahren in einer kurzen Notiz für *Succinea*²⁾ mit, Beobachtungen, die ich dann nachträglich an reichem Material erweitern und ergänzen konnte und hier im Zusammenhange mit den Angaben PATTEN's ausführlicher wiedergeben will. Die erste Anlage des Fusses lässt sich bei *Succinea* schon in einem sehr frühen Entwicklungsstadium, auf dem das embryonale Gebilde noch als Gastrula zu bezeichnen ist, nachweisen. Der Anfangs länglich-ovale Blastoporus hat sich schon bedeutend verengert; er führt als immer noch relativ weite, jetzt etwa kreisförmige Oeffnung in den einfachen, geräumigen Urdarm, dessen Wandungen von den bereits durch Eiweissaufnahme bedeutend vergrösserten Entodermzellen gebildet werden. Dicht hinter dem Blastoporus, der spätern Ventralseite entsprechend, findet man das Epithel der Körperoberfläche in Gestalt zweier flacher, zu beiden Seiten der Medianlinie gelegener Höcker vorgewölbt; hinter diesen erscheint dann später die schon erwähnte Anlage des kreisförmigen Mantel- oder Schalenfeldes. Diese beiden symmetrisch hinter dem Blastoporus gelegenen, Anfangs nur schwach entwickelten Vorwölbungen sind die erste Anlage des Fusses. Sie sind am lebenden Objecte nur äusserst schwer erkennbar, treten aber am conservirten und mit Alauncarmin gefärbten in auffallender Beleuchtung deutlicher hervor. Beginnt dann in ihnen die schon erwähnte Umwandlung des embryonalen Epithels in ein aus kleinen, intensiv sich färbenden Elementen bestehendes, so hebt sich die doppelte Fussanlage auch schärfer von der blass gefärbten Umgebung ab; die beiden Anschwellungen erscheinen dann deutlich durch eine genau der Medianlinie entsprechende Furche getrennt. Die weitere Entwicklung besteht zunächst in einer allmählichen Grössenzunahme der beiden Höcker, die schliesslich in der Medianlinie mit einander verschmelzen und dann zusammen eine unpaare, hinter dem Blastoporus gelegene ovale Scheibe bilden; eine leichte mediane Furche deutet noch die Zusammensetzung derselben aus zwei ursprünglich gesonderten Hälften an. Wenn dann der Fuss sich allmählich stärker entwickelt und als massiges Organ sich von dem übrigen embryonalen Körper scharf abhebt, schwindet diese Furche gänzlich.

1) PATTEN, The embryology of *Patella*, in: Arb. Zool. Inst. Wien, V. 6.

2) SCHMIDT, FERD., Die Entwicklung des Fusses der Succineen, in: Sitz.-Ber. Dorpater Nat. Forsch. Gesellsch., 1888.

In dieser hier kurz geschilderten Weise verläuft jedoch die Entwicklung nicht bei allen Individuen; ich konnte in verhältnissmässig zahlreichen Fällen nicht unerhebliche Abweichungen und Variationen constatiren, die mir nicht bedeutungslos zu sein scheinen und daher kurz erwähnt seien.

Ich habe die Entwicklung des Fusses an einem reichen Material, an über 100 Embryonen von *Succinea putris*, verfolgt; die Entstehung des Organs aus einer ursprünglich paarigen Anlage, wie sie oben dargestellt wurde, bildet zwar die Regel, doch fand ich auch Embryonen, bei denen der Fuss schon in seinem ersten Auftreten als einheitliche und dann sehr breite Scheibe erschien, die bei einzelnen Individuen allerdings auch wieder deutliche Anzeichen einer Zweitheilung in Gestalt einer medianen Längsfurche oder auch einer deutlichen Einkerbung am hintern Rande zeigte. Besonders eigenthümlich aber fand ich die Anlage des Fusses an einem, wie es schien, pathologisch entwickelten Embryo: der Blastoporus war von auffallender Grösse und hatte die ursprüngliche längliche Form bewahrt; die Fussanlage aber hatte die Gestalt eines etwa hufeisenförmigen Wulstes, der den hintern Theil des Blastoporus umfasste.

Vergleichen wir nun hiermit die wichtigen Angaben PATTEN's: auch bei *Patella* lässt sich die erste Anlage des Fusses schon in einem sehr frühen Entwicklungsstadium nachweisen und zwar auch hier in Gestalt zweier Höcker, die zu beiden Seiten des Blastoporus gelegen sind. Während nun der Blastoporus allmählich nach vorn verlagert wird, nähern sich die beiden Höcker — swellings nennt sie der Autor — einander und verschmelzen schliesslich zu einer einheitlichen Masse; eine mediane Einkerbung erinnert jedoch auch noch in spätern Stadien an die Entstehung aus einer paarigen Anlage¹⁾. Es besteht also eine offenbare Uebereinstimmung zwischen diesen Vorgängen bei *Patella* und den entsprechenden Erscheinungen bei *Succinea*, und auch gewisse Angaben über die

1) Es liegt nahe, auch hier einen allmählichen, von hinten nach vorn fortschreitenden Verschluss des Blastoporus anzunehmen; PATTEN äussert sich in folgender Weise: „as the blastopore encroaches still more upon the ventral surface two swellings may be observed on each side of it“ und fährt dann fort: „as the blastopore moves forward and leaves its intermediate position between the two swellings, they unite and form a median protuberance which develops into the foot, whose dual origin is for a long time indicated by the presence of a small median indentation“.

Entstehung des Fusses bei *Vermetus* ¹⁾, denen zu Folge auch bei dieser Form eine doppelte Anlage des Organs (wenigstens im vordern Theile) nachweisbar ist, dürften hier heranzuziehen sein. Dagegen ist es zweifelhaft, ob wir in der zweilappigen Form des Fusses bei den Embryonen von *Limnaeus* (RAY LANKESTER), *Planorbis* und *Ancylus* (FOL) eine hierher gehörende Erscheinung zu sehen haben, da diese zweitheilige Bildung sich aus einer ursprünglich einheitlichen zu entwickeln scheint und somit als ein secundärer Vorgang aufzufassen wäre; jedenfalls aber wäre eine erneute Untersuchung der genannten Formen mit Rücksicht auf die hier berührte Frage von Interesse.

Aus diesen kurzen Angaben geht also zunächst hervor, dass die Anlage des Fusses bei einzelnen Formen schon in eine sehr frühe Entwicklungsperiode fällt, und ferner, dass sie mit gewissen Entwicklungsvorgängen am Blastoporus gleichsam Hand in Hand geht, wodurch die Frage geweckt wird, ob nicht etwa ein genetischer Zusammenhang zwischen dem Blastoporus und der Fussanlage besteht, derart, dass die letztere durch Bildung und Umwandlung der erstern bedingt oder doch wenigstens beeinflusst wird. Es dürfte dieser Fragestellung entgegengehalten werden, dass sie sich doch nur auf einige vereinzelt dastehende Fälle stützt, die als Ausnahmen nicht geeignet seien, als Ausgangspunkt für weitgehende Betrachtungen und Schlussfolgerungen zu dienen. Ein solcher Einwand scheint mir nicht berechtigt, denn es ist keineswegs erwiesen, dass *Patella* und *Succinea* hinsichtlich der Entstehung des Fusses eine Ausnahme bilden, es ist sehr wohl möglich, dass auch bei vielen andern Formen, deren Entwicklung uns bisher gänzlich unbekannt blieb oder nur ungenügend erforscht ist, eine paarige Fussanlage vorhanden ist — wir finden in so vielen embryologischen Arbeiten den Fuss ja erst erwähnt, wenn seine Anlage schon als deutlich einheitliche Vorwölbung erscheint, die vielleicht wie bei *Patella* und *Succinea* erst durch Verschmelzung zweier anfänglich getrennter Anlagen, die übersehen wurden, hervorgegangen ist. Aber selbst wenn *Patella* und *Succinea* wirklich Ausnahmen wären, so könnten doch gerade die bei ihnen gefundenen Verhältnisse am treuesten phylogenetisch alte und daher wichtige Vorgänge illustriren, während bei den ihnen gegenüber stehenden Formen das ursprüngliche, typische Bild durch abgekürzte Entwicklung in seinen wesentlichen Zügen schon verwischt oder gar nicht mehr zum

1) SALENSKY, Etudes sur le développement du Vermet, in: Arch. Biol., V. 6, 1887.

Ausdruck gelangt; jedenfalls spricht die Thatsache des ontogenetisch schon so sehr frühzeitigen Auftretens der Fussanlage bei *Patella* und *Succinea* dafür, dass wir bei diesen Formen ursprüngliche Verhältnisse vorfinden.

Wenn wir von der Thatsache ausgehen, dass der Molluskenfuss und speciell der uns hier in erster Linie interessirende Gastropodenfuss als unpaares, einheitliches Organ in der Medianlinie des Körpers an der Ventralseite zwischen Mund und After gelegen ist und nun das oben über die Lage des Blastoporus und dessen Beziehungen zu Mund und After Mitgetheilte heranziehen, so sehen wir den Fuss die Lage des geschlossenen Blastoporus einnehmen. Wir sahen ferner, dass die erste Anlage des Fusses schon in eine sehr frühe Entwicklungsperiode fällt, in eine Zeit, da wenigstens bei einzelnen Formen der Blastoporus noch in voller Umbildung begriffen ist, was wie so manches andere Moment dafür spricht, den Molluskenfuss als eine phylogenetisch sehr alte Bildung aufzufassen. Verlegen wir nun aber das erste Auftreten des Fusses in die frühe Entwicklungsperiode, die noch durch die allmähliche Umbildung des Blastoporus charakterisirt wird, so führt die gleichzeitige Annahme eines spaltförmigen, vom Munde bis zum After sich erstreckenden Blastoporus zur Annahme einer ursprünglich doppelten, paarigen Anlage des Fusses, die erst nach Verschluss des trennenden Spaltes zum einheitlichen, unpaaren Organ wird. Die für *Patella* und *Succinea* constatirte Bildungsweise des Fusses gewinnt, von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet, ein neues, erhöhtes Interesse, da wir in ihr nun nicht mehr eine vereinzelt dastehende und schwer erklärliche Ausnahme zu sehen haben, sondern ursprüngliche, phylogenetisch alte und daher wichtige Verhältnisse erhalten finden. Zwar sind es bisher ja nur diese vereinzelt Formen, die für die Entstehung des Molluskenfusses aus einer ursprünglich paarigen Anlage direct angeführt werden können; doch wurde schon darauf hingewiesen, dass wir überhaupt nur bei verhältnissmässig wenigen Typen die zweifellos „allererste Anlage“ kennen, dass weitere eingehende Studien vielleicht für so manche andere Form die einheitliche Anlage gleichfalls in eine paarige auflösen dürften. Die paarige Anlage des Fusses, dieses wichtigen, typischen Organs aber wäre in einer Formengruppe, die einen streng bilateral-symmetrischen Bau zeigt, nicht überraschend und die Annahme einer solchen, selbst wenn die ontogenetische Forschung sie nur noch bei wenigen Formen nachweisbar finden, in der Mehrzahl der Fälle dagegen schon im Ein-

klang mit der nicht mehr reinen, typischen Gestaltung des Blastoporus die unpaare Anlage constatiren sollte, doch der Prüfung werth — eine solche aber bei etwaigen neuen Studien in der Entwicklungsgeschichte der Mollusken zu veranlassen, der Zweck dieser Zeilen.

Wenn wir dann den hier ausgesprochenen Gedanken der Entstehung des Molluskenfusses aus einer paarigen Anlage — eine Anwendung desselben auf die verschiedenen Formengruppen des Molluskenstammes und die bei einzelnen zweifellos vorhandenen secundären Erscheinungen ist hier nicht meine Absicht — weiter verfolgen, drängt sich die Frage auf, wie diese paarige Anlage zu deuten, ob sie nicht auf eine andere, schon vorhandene Bildung zurückzuführen sein dürfte? Es liegt nahe, hier an jene embryonale Bildung zu denken, auf die schon mehrfach hingewiesen wurde und die in der That Beziehungen zum Fusse zu haben scheint, den Blastoporus. Wir begeben uns allerdings auf das Gebiet der reinen Hypothese, wenn wir der Vermuthung Ausdruck geben, der Fuss sei aus den miteinander verschmolzenen Lippen des sich schliessenden spaltförmigen Blastoporus entstanden, und doch scheint diese Annahme mehr Wahrscheinlichkeit für sich zu haben als so mancher andere Versuch einer Deutung des Molluskenfusses, etwa die Zurückführung desselben auf ein schon hoch entwickeltes Organ einer andern Thiergruppe.

Dass wir jetzt vielleicht bei keiner lebenden Form mehr das ursprüngliche Bild des Verschlusses des Blastoporus rein erhalten finden, kann nicht befremdend erscheinen; die kurze, einleitende Uebersicht über die Schicksale des Blastoporus zeigte schon eine grosse Mannigfaltigkeit im Verlaufe des Processes. Ob daher ein allmählicher, am hintern Ende beginnender und nach vorn fortschreitender Verschluss des Spaltes — wobei vielleicht am hintern Ende desselben ein Rest als After erhalten blieb — den ursprünglichen Typus darstellt, oder aber der Spalt in ganzer Ausdehnung gleichzeitig durch Aneinanderlegen und Verschmelzen seiner langgestreckten Lippen zum Schlusse kam — wobei in wechselnder Weise Reste als Mund und After erhalten blieben — oder ob der Vorgang in noch anderer Weise verlief, wird wohl unentschieden bleiben müssen, eine Verwachsung der als Blastoporuslippen bezeichneten Umschlagsränder des Spaltes aber als das Wesentliche beim ganzen Vorgange zu bezeichnen sein.

In den bei *Patella* den Blastoporus seitlich begrenzenden, bei *Succinea* an seinem hintern Ende gelegenen paarigen Vorwölbungen hätten wir dann solche, allerdings wohl schon stark modificirte Reste

der ursprünglich langgestreckten Blastoporuslippen zu sehen. Nur als eine Vermuthung, die vielleicht durch weitere Funde in der Ontogenie der Mollusken weitere Stützen finden könnte, sei das hier kurz Ausgeführte betrachtet.

Es sei mir gestattet, hier im Anschluss an die Entwicklungsgeschichte des Fusses einige Bemerkungen über dessen so sehr charakteristisches Anhangsgebilde, die *Podocyste*, hinzuzufügen. Dieses eigenthümliche Organ (*Pc*) wurde bei verschiedenen Stylommatophoren gefunden und für *Helix*, *Clausilia* und *Limax* eingehend beschrieben¹⁾; ich untersuchte es an den Embryonen von *Limax agrestis* und verschiedener Clausilien und suchte auch bei *Succinea* nach demselben, aber vergeblich: die *Podocyste* fehlt *Succinea* gänzlich! — ich werde auf diese Thatsache noch einzugehen haben (man vergl. Fig. 4—5). In allen Fällen zeigt das Organ den bekannten Bau; die Wandungen des bläschenförmigen Gebildes werden von zarten, nur schwach sich färbenden Epithelzellen gebildet, der

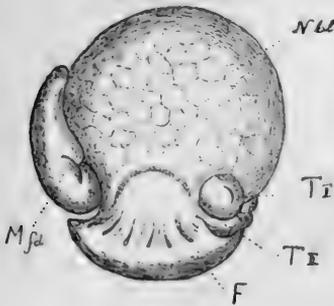


Fig. 4.

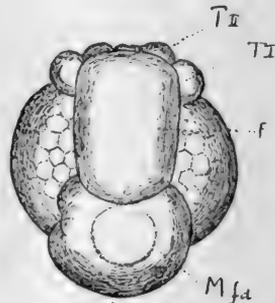


Fig. 5.

Innenraum, der mit der embryonalen Leibeshöhle in directem Zusammenhange steht, wird von contractilen Mesodermelementen in meist regelmässiger dorso-ventraler Anordnung durchsetzt. Bei den Embryonen einer *Clausilia* (ich vermag leider nicht anzugeben, welcher Species die Eier angehörten) aber fand ich das Organ sehr eigenthümlich gebildet: die auffallend grossen *Podocysten* liefen in zwei lange, schlanke Zipfel aus, die unter lebhaften Contractionen bald nach

1) GEGENBAUR, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Landgastropoden, in: Z. wiss. Zool., V. 3, 1851. — FOL, Sur le développement des Gastéropodes pulmonés, in: Arch. Zool. expér., V. 8, 1880. — SARASIN, P. und F., Ergebnisse naturwiss. Forsch. auf Ceylon, V. 1, Heft 2. Aus der Entwicklungsgeschichte der *Helix waltoni* REEVE.

Art von Uhrfedern aufgerollt, bald über den Mantel hinaufgeschlagen wurden. In Fig. 6 ist ein solcher, mit Sublimat behandelter Embryo, von der Fussohle aus gesehen, dargestellt.

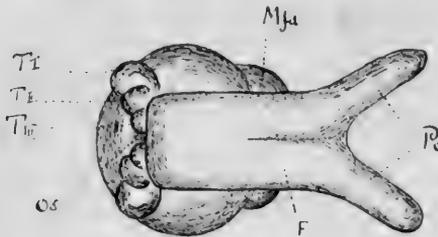


Fig. 6.

Was die Functionen der Podocyste betrifft, so wird dieselbe ganz allgemein und zweifellos auch mit Recht als embryonales Circulationsorgan angesehen; doch mag dem eigenartigen Gebilde nebenbei auch eine respiratorische Thätigkeit¹⁾ zukommen.

Mit der Podocyste wird nun noch ein anderes embryonales „Organ“ in Zusammenhang gebracht, die sogenannte „Nackenblase“, welcher die gleiche Function zugeschrieben wird; die beiden Organe sollen, in ihrer Thätigkeit zeitlich alternirend, die Circulation der Leibeshöhnenflüssigkeit hervorrufen und im Gange erhalten; doch wird dem auch widersprochen und der Podocyste allein eine active Rolle zugeschrieben.

Ich habe nun diese sogenannte „Nackenblase“ (*Nbl*) bei *Limax*, *Clausilia* und *Succinea* auf allen Entwicklungsstadien genau untersucht und bin zu dem Resultat gelangt, dass wenigstens bei diesen Formen ein eigenes „Organ“, welches mit diesem unglücklich gewählten Namen bezeichnet werden könnte, überhaupt nicht vorhanden ist. Was als „Nackenblase“ bezeichnet wird, ist nichts anderes als die Masse der in Folge von Eiweissaufnahme enorm vergrösserten Entodermzellen, also die embryonale Leber mit ihrer nur aus spärlichen mesodermalen Elementen und dem äussern Körperepithel gebildeten Hülle. In frühen Entwicklungsstadien bildet sie fast die Gesamtmasse des Körpers, der die ersten embryonalen Anlagen (mit denen wir uns hier beschäftigen) als verhältnissmässig unbedeutende Anhangsgebilde aufgelagert sind. Wenn dann in spätern Stadien der embryonale Körper in Folge regen, allseitigen Auswachsens immer mehr der Form des ausgebildeten Thieres ähnlich wird, während die Leberanlage nicht mehr an Umfang zunimmt, ändert sich das Verhältniss vollständig; dann finden wir nur noch in der „Nackengegend“, d. h.

1) Hierfür sprechen besonders die Verhältnisse bei *Helix* (FOL, SARASIN); bei der tropischen *Helix waltoni* REEVE kleidet die enorm entwickelte Podocyste fast die ganze Innenfläche der Eischale aus.

zwischen dem Kopfabschnitt (oder dem ersten Tentakelpaar) und dem vordern Mantelrande eine starke Vorwölbung, die bei oberflächlicher Betrachtung jetzt allerdings als ein besonderes Organ, eine „Blase“ erscheint, zumal hier das Epithel der Körperoberfläche noch den alten embryonalen Charakter bewahrt hat und durch die zarten, blass gefärbten epithelialen Elemente sich auffällig von der übrigen Körperbedeckung unterscheidet und so in der That eine Blase vortäuscht. Eine solche ist aber, wie Schnitte durch die betreffenden Stadien zeigen, nie vorhanden, denn wir bezeichnen als Blase doch ein Gebilde, das einen von relativ dünnen Wandungen umgebenen Hohlraum darstellt — die embryonale Leber aber ist eine sehr solide Bildung. Zwischen ihr und dem sie bedeckenden Epithel der Körperoberfläche finden wir allerdings einen Theil der embryonalen, von Mesoderm-elementen regellos durchsetzten Leibeshöhle, doch handelt es sich keineswegs um eine blasenartige Auftreibung.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass die sogenannte „Nacktblase“, deren wesentlichsten Bestandtheil, deren Kern die solide embryonale Leber bildet, nicht ein „Organ“ ist, das active Bewegungen, Contractionen auszuführen geeignet scheint — und doch beobachtet man an jedem lebenden Embryo von *Limax* oder *Clausilia* Vorgänge, die solche Contractionen vortäuschen können und auch vorgetäuscht haben. Die Erscheinung ist sicherlich in folgender Weise aufzufassen und zu erklären: die Podocyste, das alleinige Circulationsorgan des Embryos, führt regelmässige, kräftige Contractionen aus, durch welche die Flüssigkeit in der embryonalen Leibeshöhle in Bewegung versetzt wird; bei jeder Contraction wird der flüssige Inhalt der Podocyste in die Leibeshöhle gedrängt, wodurch hier einerhöhter Druck entsteht, der sich in einem prallen Anschwellen derjenigen Partie der Körperwandung geltend macht, die den geringsten Widerstand bietet, nämlich der Nackenregion, denn, wie schon kurz erwähnt, hat ja nur hier das Epithel der Körperoberfläche den zarten embryonalen Typus bewahrt. Am ganzen übrigen Körper des Embryos besteht es schon aus dicht gedrängten Cylinderzellen, unter denen sich die mesodermalen Elemente in compacten Massen angesammelt haben und so eine relativ starke, weniger elastische Körperwandung bilden. Erschlaffen dann wieder die musculösen Elemente der Podocyste, so strömt wieder ein Theil der Leibeshöhlenflüssigkeit in jene zurück, und mit dem sinken-

den Druck verringert zugleich auch die stark geschwellte Nackenregion ihr Volumen, sie sinkt gleichsam zusammen, was bei oberflächlicher Betrachtung einer activen Contraction ¹⁾ nicht unähnlich sieht. Für diese Auffassung spricht vor allem auch das Verhalten bei *Succinea*: wie schon erwähnt, fehlt

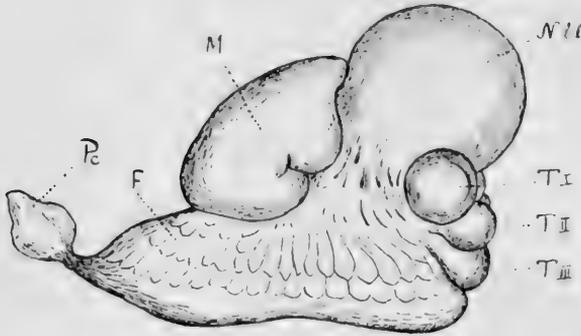


Fig. 7.

dieser Form die Podocyste gänzlich, die sogenannte „Nackenblase“ aber ist nicht nur vorhanden (vergl. Fig. 4, 5, 8), sondern geradezu enorm entwickelt; sie zeigt jedoch nicht die geringsten Bewegungserscheinungen, weil eben die treibende Kraft, eine contractile Podocyste, fehlt.

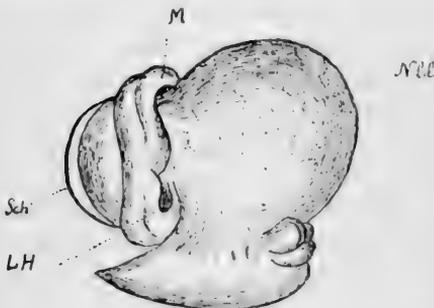


Fig. 8.

Ja, auch die Verhältnisse bei den ältern Embryonen von *Limax* selbst sprechen dafür, dass nur der Podocyste die Fähigkeit der activen Contraction zukommt. Die Podocyste ist ein provisorisches Larvenorgan, das später gänzlich resorbirt wird; bei den fast zum Ausschlüpfen reifen Embryonen ist es schon stark zurückgebildet und hängt nur noch als schlaffes, geschrumpftes, nicht mehr functionirendes Anhängsel an der hintern Spitze des nun vollkommen entwickelten, massigen Fusses. Die „Nackenblase“ ist noch vorhanden, sie zeigt aber nicht mehr, wie in frühern Stadien, die passiven Bewegungserscheinungen. Ein Embryo von *Limax agrestis* in dem betreffenden Entwicklungsstadium ist in Fig. 7 dargestellt, ein sehr

1) Falls eine solche vorhanden wäre, müssten die mesodermalen

charakteristisches Bild. Wir erkennen schon in den wesentlichsten Zügen die werdenden Formen der Schnecke, wenn auch noch einzelne Organe, wie vor allem die noch nicht vollständig ausgebildeten Fühler (*T. I—III*) von ganz unverhältnissmässiger Grösse sind. Befremdend erscheinen die schon stark reducirte Podocyste (*Pc*) und vor allem die „Nackenblase“ (*Nbl*), welche letztere dem Embryo ein sehr charakteristisches Aussehen verleiht, was besonders am conservirten und (mit Alauncarmin) gefärbten Objecte drastisch hervortritt: die „Nackenblase“ hebt sich dann als ganz blass tingirtes Gebilde scharf von dem dunkel gefärbten übrigen embryonalen Körper ab.

III. Das Mantel- oder Schalenfeld.

Ich gehe zur Betrachtung der letzten, uns hier interessirenden embryonalen Anlage über, des Mantel- oder Schalenfeldes. Bei allen von mir untersuchten Embryonen von *Limax*, *Clausilia* und *Succinea* zeigt dasselbe in seinem ersten Auftreten und auch in der weitem Ausbildung grosse Uebereinstimmung; es ist eine von typischem Cylinderepithel gebildete, kreisförmige oder mehr ovale, schwach vorgewölbte Zellenscheibe. Aus ihr gehen bekanntlich die Schalendrüse und der Mantel hervor. Während bei den Süsswasserpulmonaten in Uebereinstimmung mit andern Gastropoden das Schalenfeld mehr oder weniger tief taschenförmig zur Schalendrüse eingestülpt wird, um dann, wieder vorgestülpt, die somit von Anfang an äussere Schale abzuschneiden, scheinen bei den Stylommatophoren die entsprechenden Entwicklungsvorgänge anders zu verlaufen. Bei *Limax* und einzelnen andern Formen kommt es bekanntlich schon frühzeitig zum Schluss der eingestülpten Schalendrüse, die nun als allseitig geschlossenes epitheliales Bläschen in ihrem Innern die rudimentäre Schale ausscheidet. Man ist geneigt, in diesen Vorgängen bei *Limax* ein aberrantes Verhalten, eine Ausnahme zu sehen, wozu ja auch die Verhältnisse beim ausgebildeten Thiere berechtigen. Um so auffallender ist daher die schon 1851 gemachte Angabe GEGENBAUR's, dass auch

Elemente zwischen der central gelegenen Leberanlage und dem Epithel der Körperoberfläche eine ganz bestimmte und zwar radiäre Anordnung zeigen, was jedoch keineswegs der Fall ist; die nur wenig zahlreichen Zellen sind ganz regellos zerstreut. In der Podocyste dagegen sind die embryonalen Muskelzellen entsprechend ihrer Function angeordnet, sie sind in regelmässiger dorso-ventraler Lage zwischen den Wandungen des Organs ausgespannt.

bei *Clausilia*, also einer Form, die im ausgebildeten Zustande eine gut entwickelte äussere Schale besitzt, diese Schale Anfangs gleichfalls im Innern liegt, allseitig umschlossen von dem Epithel der Schalendrüse: erst später soll das die innere Schale bedeckende Gewebe schwinden und diese so zur bleibenden äussern werden. Diese sehr auffallende, später nicht wieder controlirte Beobachtung ist in dieser Gestalt auch in die Hand- und Lehrbücher der Entwicklungsgeschichte übergegangen (BALFOUR, KORSCHULT u. HEIDER), doch wird sie von KORSCHULT als „nicht recht erklärlich“ mit einer gewissen Reserve aufgenommen: „man ist geneigt, die geschilderte Erscheinung so zu erklären, dass über der im Innern der Schalendrüse gelegenen Schale eine kleine Oeffnung erhalten bleibt und es sodann zu einem allerdings sehr verspäteten Ausgleichen der Schalendrüse kommt“. Ich hatte nun Gelegenheit, an einem reichen Material von Embryonen verschiedener Clausilien die interessante Frage nicht nur am lebenden Object, sondern auch am conservirten und in continuirliche Schnittserien zerlegten zu untersuchen, und will hier die Resultate in Kürze wiedergeben.

Schon in sehr frühen Entwicklungsstadien wird das Epithel im Centrum des Schalenfeldes bei *Clausilia* allmählich als tiefe Tasche gegen das Körperinnere eingestülpt und schnürt sich schliesslich als ein allseitig geschlossenes Bläschen völlig vom Mutterboden ab. Auf Medianschnitten durch Embryonen in den betreffenden Stadien finden wir dann die Schalendrüse als relativ grossen, linsenförmigen Körper zwischen der hintern, dorsalen Darmwand und dem Epithel des Mantelfeldes. An der Schalendrüse selbst lassen sich passend zwei epitheliale Blätter (oder Schichten) unterscheiden, die ich als inneres, dem Larvendarm zugewandtes und als äusseres, unter dem Mantelepithel gelegenes bezeichne; zwischen beiden finden wir auf Schnitten als schmalen Spalt die Drüsenhöhlung. Die ganze Schalendrüse wird bald ringsum von den embryonalen Mesodermelementen umgeben, ist also vollständig zu einem Organ des Körperinnern geworden.

Auf diesem Stadium stimmt die Schalendrüse von *Clausilia* völlig mit den bei *Limax* bekannten Verhältnissen überein. Während nun aber bei *Limax* das Organ im Verlauf der weitem Entwicklung keine wesentliche Fortbildung mehr erfährt, sondern auf dieser primitiven embryonalen Ausbildungsstufe stehen bleibt, machen sich bei *Clausilia* bald an den zelligen Elementen der Drüse weitgehende Veränderungen

bemerkbar, die eine weitere Ausbildung des Organs einleiten. Es beginnt zunächst in allen Theilen der Drüse eine lebhafte Zellenvermehrung, das ganze Gebilde nimmt beständig an Umfang zu. Die Zellen des „äussern Blattes“ behalten dabei ihren ursprünglichen Charakter bei, die als „inneres Blatt“ bezeichnete Zellschicht dagegen gewinnt bald ein ganz verändertes Aussehen. In Folge sehr lebhafter Vermehrung nehmen ihre Elemente die Gestalt äusserst schlanker, hoher, dicht gedrängt stehender Cylinderzellen an, deren Kerne in verschiedener Höhe gelegen sind, daher bei schwacher Vergrößerung ein mehrschichtiges Epithel vorgetäuscht erscheint. Das ganze, linsenförmige Organ hat so bedeutend auch an Dicke gewonnen und wölbt nun den centralen Theil des Mantelfeldes stärker als bisher nach aussen vor; auch der Rand des Mantelfeldes setzt sich jetzt als wohl ausgeprägter Wulst schärfer gegen die umgebende Körperoberfläche ab.

Hat die Schalendrüse diesen Grad der Ausbildung erreicht, so beginnt in ihrem Innern die Ausscheidung der ersten Schalenanlage in Gestalt eines zarten, stark lichtbrechenden, cuticularen Häutchens; auf Schnitten erscheint dieses als scharf gezeichnete Linie im spaltförmigen Hohlraum der Drüse.

Die nun folgenden Entwicklungsvorgänge lassen aus der bisher innern Schale die bleibende äussere hervorgehen. Bei Betrachtung des Embryos in auffallendem Lichte bemerkt man im Centrum des ungefähr kreisförmigen Mantelfeldes eine leichte grubenförmige Einsenkung; ein Schnitt zeigt das Epithel als kleines Säckchen gegen das Körperinnere eingestülpt. Da die geschlossene Schalendrüse ja dicht unter dem Epithel des Mantelfeldes gelegen ist, nur durch wenige embryonale Mesodermelemente von demselben getrennt wird, trifft die Einstülpung das „äussere Blatt“ der Schalendrüse. An der Berührungsstelle wölbt sich dieses leicht nach aussen vor, und es kommt zu einer vollständigen Verschmelzung der beiden epithelialen Schichten, des äusseren Drüsenblattes mit dem Epithel des Mantelfeldes. In der Mitte der Berührungsstelle weichen dann die epithelialen Elemente auseinander, es entsteht eine kreisförmige, sich allmählich erweiternde Oeffnung, in deren Grunde man bei auffallendem Lichte das nun blossgelegte, glänzende Cuticularhäutchen, die erste Schalenanlage, sieht ¹⁾.

1) Unter den zahlreichen von mir untersuchten Embryonen habe ich nicht unerhebliche Variationen hinsichtlich der Zeit, in der die

Die weitem Vorgänge lassen sich, soweit sie hier in Betracht kommen, in wenigen Worten schildern. Der zunächst noch bedeckte Theil der Schalenanlage wird bald gleichfalls freigelegt, da das Mantelgewebe nach allen Richtungen hin centrifugal zurückweicht, bis es schliesslich nur noch einen dicken, ringförmigen Wulst um den Schalenrand bildet, der in ihm wie in einem Falz steckt. Die zarte, stark lichtbrechende Schale hat auf diesem frühen embryonalen Stadium die Gestalt einer mässig gewölbten, kreisförmigen Scheibe, die dann allmählich, in Folge der regen Ausscheidung immer neuer cuticularer Schalensubstanz durch das Epithel des ringförmigen Mantelwulstes an ihrem Rande verstärkt, an Umfang zunimmt und, sich dabei vertiefend, bald zu einem etwa halbkugelförmigen, napfartigen Hohlgebilde wird, das nun schon einen beträchtlichen Theil des embryonalen Körpers umschliesst (man vergl. Fig. 9: Embryo von *Clausilia liminata*, Sch Schale).

Der starke Randwulst wächst unterdessen zum Mantel aus, und an

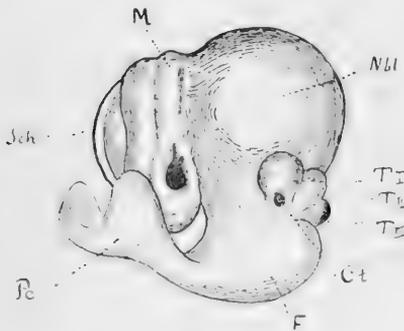


Fig. 9.

der rechten Körperseite tritt an demselben auch schon ein deutliche Einbuchtung auf (LH), die erste Anlage der Lungenhöhle. In ihrem Umkreis entwickelt das Mantelepithel bald starke Cilien, so dass dann das „Athemloch“ in der Mitte eines Flimmerfeldes gelegen ist; diese Cilien sind auch am conservirten und in Schnitte zerlegten Object mit vollster Klarheit zu erkennen. Es ist dies neben der Fussohle die einzige

Partie der Körperoberfläche, die zu dieser Entwicklungsperiode ein Wimperepithel aufweist -- eine auch Brock¹⁾ bekannte Thatsache.

Durch das hier Mitgetheilte wird also die alte An-

verschiedenen Phasen des Drüsenschlusses und der spätern Umwandlung der innern Schale in eine äussere ablaufen, constatiren können. Embryonen, die in ihrem ganzen Bau sich als gleichaltrig erwiesen, zeigten dennoch in der Ausbildung ihrer Schalendrüsen oft recht bedeutende Unterschiede: der Process vollzieht sich nicht bei allen Individuen gleich schnell.

1 Brock, Die Entwicklung des Geschlechtsapparates der stylomm. Pulmonaten, in: Z. wiss. Zool., V. 44, 1886.

gabe GEGENBAUR's für *Clausilia* im Wesentlichen bestätigt, und auch für *Succinea* kann ich auf Grund eigener Beobachtungen das Vorhandensein einer zeitweilig vollkommen geschlossenen Schalendrüse constatiren. In Uebereinstimmung mit den für *Clausilia* geschilderten Verhältnissen wird auch bei *Succinea* die anfänglich innere Schale in Folge Zurückweichens der sie bedeckenden Gewebsmassen erst secundär zu einer äussern. Bei dem in Fig. 4—5 dargestellten Embryo von *Succinea putris* liegt die Drüse noch als allseitig geschlossenes Bläschen unter dem Epithel des Mantelfeldes, dessen centraler Theil, wie auch auf der Abbildung angedeutet ist, durch den darunter liegenden Drüsenkörper deutlich nach aussen vorgewölbt erscheint. In Fig. 8 ist ein bedeutend älterer Embryo derselben Art in der Seitenansicht wiedergegeben; die napfförmige zarte Schale (*Sch*) tritt schon fast vollständig frei zu Tage und nur noch ihr Rand ist von dem Mantelgewebe in Gestalt eines starken Ringwulstes bedeckt.

Wenn daher bei *Limax* und einigen andern, als „Nacktschnecken“ bekannten Formen die embryonale Schalendrüse sich schliesst, so haben wir darin einen vielleicht allen Stylommatophoren zukommenden und somit für diese Gruppe typischen Vorgang, nicht aber eine vereinzelt dastehende Ausnahme zu sehen und den „Nacktschnecken“ hinsichtlich der hier erörterten Frage nur in so fern eine Sonderstellung anzuweisen, als bei ihnen die in typischer Weise geschlossene Schalendrüse sich später nicht wieder nach aussen öffnet, sondern, auf embryonaler Entwicklungsstufe, einem auch den mit hoch entwickelter äusserer Schale versehenen übrigen Stylommatophoren eigenthümlichen Uebergangsstadium stehen bleibend, eine rudimentäre Schale ausscheidet.

Wie weit aber unter den Stylommatophoren das hier für *Clausilia* und *Succinea* constatirte Verhalten verbreitet, ob es thatsächlich, wie nach dem oben Mitgetheilten wohl anzunehmen, ein ganz allgemeines, typisches Vorkommniss ist, werden weitere Untersuchungen an möglichst zahlreichen und verschiedenen, bisher nicht berücksichtigten Formen der so gestaltenreichen Gruppe zu entscheiden haben — Untersuchungen, die vielleicht auch ein klärendes Licht auf das Wesen dieser zunächst mit KORSCHULT als „nicht recht erklärlich“ zu bezeichnenden Erscheinung werfen dürften.

Falkenstein im Taunus

December 1894.

Beiträge zur Kenntniss der Strombiden, besonders der Gattung *Terebellum* Klein.

Von

Dr. R. Bergh in Kopenhagen.

Hierzu Tafel 22—23.

Die Familie der Stromben, die *Strombidae*, zeigt sich schon in den äussern Formverhältnissen sehr eigenthümlich ausgeprägt. Der Fuss hat gleichsam einen hohen kräftigen Hals, der ihn mit dem eigentlichen Unterkörper verbindet; er ist im Verhältniss zum Körper klein; das Vorderende ragt frei unter der Schnauze hervor, das Hinterende ist schief abgestutzt und trägt eine grosse Deckelfacette, die Seitenränder nicht vortretend. Der nach unten gerichtete, sehr starke hornige Deckel ist länglich, etwas gebogen, zugespitzt, mit apicalem Nucleolus, am einen Rand oft gezackt, und dient zum Hüpfen oder Springen, der Bewegungsart dieser Thiere. Der Kopf besteht wesentlich aus einer starken, etwas zusammenziehbaren Schnauze mit kleiner senkrechter Mundspalte und den vom Grunde der Schnauze sich erhebenden langen cylindrischen Augenstielen, den Ophthalmophorien, die am Ende das grosse, mit schöner, (bei den verschiedenen Arten) verschiedenfarbiger Iris und grosser Linse ausgestattete Auge tragen. Am etwa äussersten Drittel der Innenseite tragen die Augenstiele meistens (*Strombus* propr.) einen cylindrischen oder etwas zugespitzten, das Auge kaum überragenden Tentakel, welcher den Terebellan fehlt. Die Athemröhre (Sipho) ist kurz, überragt nicht die Schale; hinten verlängert sich der Mantelrand mitunter in einen kürzern oder längern suturalen Fortsatz. Das Begattungsorgan ist sehr stark, an der einen Seite mit einer Furche versehen, welche sich am vergrösserten Ende des Penis erweitert und mit Reihen von Villi (*Strombus*) oder von Haken (*Terebellum*) besetzt ist. Die Furche setzt sich am Grunde des Organs in eine am Boden

der Kiemenhöhle schräge nach hinten verlaufende Samenrille fort. Das Organ wird vom Fussganglion innervirt und gehört eigentlich zum Fuss. Beim Weibchen ist eine ähnlich verlaufende, doch mehr oberflächliche Furche vorhanden, die aber in einem Bogen an das rechte Ende der vordern Fussfurche hinabsteigt.

Die bei den verschiedenen Arten der Strombiden so variirende Schale ist von den Conchyliologen abgehandelt. Die der Gattung *Terebellum* ist von der der Stromben ausserordentlich abweichend; das Thier ist aber dennoch äusserlich wie im innern Bau absolut eine Strombide.

Schon QUOY u. GAIMARD hatten (1832) einige Notizen über die Radula der Stromben (*Str. lambis*, *Str. chiragra*) geliefert, später (1847) LOVÉN (*Str. gloriidus*) und (1853) BERGH (*Str. gibberulus*), vor allem aber (1856) TROSCHEL, der auch die Mandibelplatten beschrieb und die Zahnplatten einer Reihe von (17) Arten abbildete¹). Dann haben v. JHERING (1877), vor allem aber (1887) BOUVIER²) das Centralnervensystem eingehend untersucht. Sonst ist über die anatomischen Verhältnisse der Stromben fast nichts bekannt.

Das weit hinter dem Schlundkopfe, im vordersten Theile der untern Eingeweidehöhle liegende, in reichliche Bindesubstanz gehüllte Centralnervensystem zeigt den obern Theil, die cerebro-pleuralen Ganglien, immer etwas nach links liegend, während der untere Theil, die pedalen Ganglien, nach rechts verschoben ist. Die Connective zwischen beiden Theilen von mittelmässiger Länge. Das supra-intestinale sowie das subintestinale Connectiv ziemlich lang. Die Zygoneurie (BOUVIER) rechtsseitig, wie bei den meisten Prosobranchiern. Die cerebro-buccalen Connective lang, die buccalen Ganglien durch eine nicht kurze Commissur verbunden.

Die grossen Augen mit schöner Iris und grosser Linse. Die ziemlich grossen Otocysten vor und unter den pedalen Ganglien liegend, mit grossem Otolith. Das Geruchsorgan (SPENGL) sehr lang und dünn, aber noch federförmig, unterhalb der Kieme, einen grossen Bogen nach vorn bildend und bis in die Athemröhre hinein verlängert.

1) TROSCHEL, Das Gebiss der Schnecken, V. 1, 1856—58, p. 191—199. Auch EBERHARD (Ueber die Schneckenzungen. Programm d. Herz. Realschule zu Coburg, 1865, p. 12, tab. 3, fig. 46) hat die Zahnplatten von *Str. gigas* dargestellt.

2) BOUVIER. Système nerveux des Gastérop. prosobranches, 1887, p. 172—178, fig. 43, 51.

Die Schnauze stark. Dicht hinter dem Munde findet sich der Schlundkopf. Derselbe ist ziemlich stark, trägt jederseits hinter der schmalen Lippenscheibe eine senkrecht stehende feste Mandibelplatte, welche aus dicht gedrängten Stäbchen zusammengesetzt ist. Die Zunge vom gewöhnlichen innern Bau, mit den gewöhnlichen Knorpelplatten. Die Raspel ist typisch tänioglossat, mit einer nicht grossen Anzahl von Zahnplattenreihen; die Zahnplatten ziemlich gross und stark. So gross der Unterschied in der Schalenform bei den verschiedenen Arten ist, so gering ist im Ganzen der spezifische Unterschied in den Formverhältnissen der Zahnplatten. Die medianen Platten bestehen aus einer horizontalen Grundplatte, von welcher sich der Körper fast senkrecht erhebt; derselbe ist fast immer breiter als hoch, mit umgekremptem Schneiderand, mit stärkerem medianem und mehreren lateralen Dentikeln. Die Zwischenplatten sind von ganz ähnlichem Bau, nur asymmetrisch, der Schneiderand läuft nach innen in einen starken Dentikel aus, ausserhalb dessen mehrere kleinere stehen. Die zwei Seitenplatten endlich sind lang und gebogen, ziemlich schmal, der Länge nach ausgehöhlt, der untere Rand in der letzten Strecke mit mehreren (4—6) Dentikeln versehen; die äussere Seitenplatte ein wenig kleiner als die innere.

Die Speicheldrüsen sind sehr lang und dünn, in ihrer ganzen Länge an die Speiseröhre geheftet; sie passiren mit ihren kurzen Ausführungsgängen (wie auch die Aorta ant.) über die Nervenschlingen.

Die Speiseröhre vorn mit einer eigenthümlichen pharyngealen Erweiterung an der obern Seite des Schlundkopfes anfangend, dann mit fast gleichmässiger und nicht bedeutender Dicke sich durch die untere Eingeweidehöhle erstreckend, dieselbe verlassend sich an die Vorderleber schmiegend und deren hinterm Rande folgend, mit einer Biegung in den Magen einmündend. Der Magen ziemlich gross, zwischen der Hauptleber und der Niere theilweise entblösst liegend, durch eine Querfalte in zwei Räume getheilt; in dem vordern findet sich eine eigenthümliche, frei hervorragende cuticulare Bildung, eine Art von Krystallstiel; in dieselbe Abtheilung münden die Hauptleber und die Mittelleber. Der Darm am obern Theil der Niere (und das Rectum) an der hintern Wand der Kiemenhöhle an die starke, vortretende Analpapille verlaufend.

Die Hauptleber mitunter kurz, sich kaum durch mehr als eine Schalenwindung hinauf erstreckend, mitunter fast bis in die obersten Windungen aufsteigend, sich in den Magen öffnend. Die Mittelleber rechts, hinter der Niere liegend, viel kleiner als die

vorige, sich auch in den Magen öffnend. Die Vorderleber ganz vorn, links liegend, etwa von der Grösse der Mittelleber, sich in den Darm öffnend.

Die Niere zeigte weder innerlich noch äusserlich eine deutliche Differenzirung in zwei Partien; die branchio-renale und pericardio-renale Oeffnung wie gewöhnlich.

Der Hoden lang, das oberste Ende der Eingeweidemasse bildend und weiter nach vorn fast die ganze Länge der Leber und des Magens begleitend. Der an der columellaren Seite der Haupt- und Vorderleber stark gewunden verlaufende Samenleiter geht in eine Samenrille über, welche längs der hintern Wand der Kiemenhöhle verläuft, sich schräg an der untern Wand derselben, an den Grund des colossalen Begattungsorgans fortsetzt und weiter längs der Rückenseite desselben bis fast an seine Spitze. Der Penis ist in der letzten Strecke immer erweitert und die Ränder der Furche hier sehr oft mit Reihen von weichen Zotten (*Strombus*) oder Dornen (*Terebellum*) besetzt.

Der Eierstock ganz links am Grunde der Kiemenhöhle liegend; derselbe öffnet sich in eine Eirille, deren oberer stärkerer Rand in der ersten Strecke den untern ganz deckt; indem die so verdeckte Rille den Grund der Kiemenhöhle verlässt und auf ihre untere Wand hinübergeht, wird sie offen und setzt sich, allmählich undeutlicher werdend, nach vorn und unten auf den Hals des Fusses fort und verläuft bis an die rechte Ecke der vordern Fussfurche¹⁾. — Ueber Begattung, Laich und Entwicklung dieser Thiere ist nichts bekannt.

Die Stromben gehören nur den tropischen und subtropischen Meeresgegenden (Rothem Meer, Küste von Senegal, Indischem und Australischem Meer) an; sie sind apathische und sehr langsame Thiere, die sich hüpfend und springend auf wenig tiefem Meeresboden bewegen. Sie leben von Pflanzen und von auf dem Boden liegendem Detritus.

1) Die Verhältnisse der weiblichen Geschlechtsorgane sind mir sehr unklar geblieben. QUOY u. GAIMARD (Voy. de l'Astrolabe, Moll., V. 3, 1834, p. 58) haben einige Notizen darüber geliefert, die ziemlich unverständlich sind. Die Schleimdrüse („l'utérus“) soll lange Bänder, „Gehirnwindungen ähnlich“ bilden, der Eierstock in der erwähnten Rille liegen und der Eileiter kurz sein.

Im System der Prosobranchier werden die Strombiden, wie von P. FISCHER und von BOUVIER besonders hervorgehoben, ihren Platz bei den Chenopiden und Struthiolarien finden.

I. *Strombus* L.

Die Stromben unterscheiden sich (ausser durch die Schale) von *Terebellum* durch besondere, an den Ophthalmophorien sitzende Tentakel, durch viel stärkere Entwicklung des Fusses und durch das Fehlen von fadenförmigen Gebilden hinten am Mantelrande, die sich in die Schalensutur einlegen.

1. *Strombus gigas* L.

Taf. 22, Fig. 26—30; Taf. 23, Fig. 54—59.

Von dieser riesengrossen Form des Antillenmeeres habe ich zwei grosse Individuen, ein männliches und ein weibliches, dem Kopenhagener Museum gehörend, beide aber leider schon theilweise und zwar in sehr roher Weise geöffnet, untersuchen können; ferner ein jugendliches weibliches (mit Schale von 9,6 cm Länge), mir von Herrn Prof. SELENKA geschenkt.

In den Form- und relativen Maassverhältnissen stimmten die beiden, der Schale beraubten und in Alkohol aufbewahrten Individuen mit einander überein; das männliche war etwas grösser als das weibliche. Die unten gegebenen Maasse beziehen sich hauptsächlich auf das männliche Individuum.

Die Länge des Fusses betrug 6 cm bei einer Breite vorn von 2,5. Die hinten etwas breitere Fussohle war durch eine deutliche Furche vom zusammengedrückten Halse des Fusses geschieden, aber nicht breiter als der letztere. Das vordere, 2 cm frei vortretende Stück des Fusses mit gerundeten Ecken, mit ziemlich tiefer Randfurche, welche in der Mitte einen tiefen Porus zeigt. Das Hintere des Fusses schief nach unten und vorn abgestutzt, von der Deckelfacette aufgenommen. Diese letztere gross, 3,2 cm lang bei einer Breite von 2,2; mit tiefer und breiter, etwas schräger Mittelfurche und mit mehreren schwächern, nach oben etwas convergirenden zu jeder Seite derselben; die Facette ist oben und an den Seiten von einer (bis 3—4 mm breiten) vortretenden Falte eingefasst. Der sehr steil aufsteigende Fussrücken stark convex. Der um seine Längsaxe ein wenig gedrehte, dunkel horngelbe Deckel ist kurz säbel-

förmig mit glatten Rändern; die Länge betrug 8 cm bei einer Breite bis 2,5, die Dicke durch die mediane Längsrippe bis 5,5 mm; das obere Ende ein wenig zugespitzt, gerundet, das untere lancettförmig zugespitzt. Die freie, hintere Fläche ist eben, etwas gewölbt, mit deutlichen, nach oben convexen Anwuchslinien. Die etwas concave vordere Fläche besteht aus dem kürzern und breitem, an die Deckelfacetten gehefteten Theile und dem freien längern, spitz zulaufenden. Der erstere, angeheftete Theil zeigt den obern und die Seitenränder verdünnt; die Fläche ist durch einen starken, nach oben verschmäligten submedianen Längskamm in zwei Abtheilungen getheilt, eine kürzere und breitere rechte und eine etwas längere und schmalere linke, welche beide sich convex gegen den dickern freien Theil des Deckels abgrenzen; zu beiden Seiten des Kammes finden sich einige gebogene, nach oben convergirende schwache Leisten. Der freie Theil des Deckels stark, mit concavem, etwas nach vorn umgeschlagenem, dickern linkem Rande; der rechte Rand ist convex, flacher und dünner; die vordere Fläche ist bis an die Spitze von einer verdickten Fortsetzung des erwähnten submedianen Längskammes durchzogen; die linke Partie somit kürzer und schmaler, die rechte länger und breiter; diese ganze vordere Fläche zeigt deutliche, die Convexität gegen die Deckelspitze kehrende Anwuchslinien; die der Anheftungsfacetten zunächst liegende Partie ist glatter, die übrige Strecke meistens mit ziemlich dicht stehenden, äusserst feinen Knötchen bedeckt. — Die fast cylindrische, einem menschlichen Penis ziemlich ähnliche Schnauze überragt den freien vordern Theil des Fusses, war von einer Länge von 3,2 cm bei einem Durchmesser von 1,5—1,3; die senkrechte Mundspalte 7 mm lang. Die Ophthalmophorien am Grunde an der Wurzel der Schnauze fast zusammengestossen, am Grunde ein wenig eingeschnürt, ein wenig kürzer als die Schnauze, etwas zusammengedrückt, unten an der Innenseite sich etwas concavirt der Schnauze anschmiegend; die Breite betrug vor der Einschnürung am Grunde 2 cm, an der Gegend der Wurzel der Tentakel 1 cm. Die Augen an der Spitze der Ophthalmophorien mit schöner schwarzer Iris. Etwa am Anfange des letzten Viertels der Länge der Ophthalmophorien treten aus einer niedrigen Grube der Innenseite die kegelförmigen, 8 mm langen Tentakel hervor. — Der Nacken und seine Fortsetzung, die obere Wand des Unterkörpers, sind ziemlich flach, eben. Ziemlich weit hinten, eigentlich zum Fusse gehörend, tritt rechts beim Männchen das Begattungsorgan hervor. Dieser mächtige Penis ist am Grund ein wenig breiter, im Ganzen

etwas zusammengedrückt, 6,5 cm lang bei einem Durchmesser am Grunde von 14 mm, an der Mitte und meistens in der übrigen Strecke von 8 mm. Das Organ ist von der Wurzel ab längs des obern Randes von einer engen, tiefen Furche durchzogen, die sich gegen das Ende des Organs und zwar in einer Strecke von 3,5 cm Länge zu einer Art von zusammengebogener, löffelförmiger Bildung entwickelt, die, ausgebreitet, eine Breite bis 2,5 cm erreichte. Vom Grund des Penis ab und sich in die tiefe Furche desselben fortsetzend, zieht sich die Samenrille leicht gebogen fast gerade nach hinten längs des Bodens der Kiemenhöhle bis an den Grund derselben in einer Länge von vollen 5 cm. Diese Rille ist von einer gleichmässigen Breite von etwa 1 mm, ziemlich flach, jederseits von einer ein wenig vortretenden Falte eingefasst. — Der Mantelrand zeigt sich mit einer Reihe von dichter oder spärlicher vertheilten, 0,5—1 mm hohen, mehr oder weniger spitzen, weichen Höckerchen besetzt. Der ziemlich breite Siphon hatte eine Länge von 3,5 cm. Durch die Decke der weiten Kiemenhöhle schimmerten undeutlich das dünne Geruchsorgan, die Kieme, die Falten des Schleimhautorgans und das Rectum hindurch. Die dicht- und dünnblättrige Kieme zeigt sich (nach Spaltung des Daches der Kiemenhöhle) vorn dicht am verdickten Mantelrand anfangend und sich schräge in einem schwachen Bogen an das hintere linke Ende der Höhle erstreckend. Die Kiemenblätter erreichten eine Länge bis zu wenigstens 1,5 cm bei einer Höhe bis 6 mm; nur etwa das innerste Viertel der Blätter war angeheftet, sonst ragten sie schief frei hervor. In der Gegend des Anfanges des zweiten Drittels der Kieme (von hinten ab gerechnet) fängt das schmale (durchgehends 0,6 mm breite), lange Geruchsorgan an, das in einem geringen, nach vorn (2—7 mm) wachsenden Abstand von der Kieme längs des Hinterrandes derselben bis etwa an den Anfang des letzten Drittels verläuft, wo das Organ stark nach vorn biegt und sich bis an das Ende des Siphon fortsetzt, der rechten Seite desselben mehr genähert. Der hintere Theil des Daches der Kiemenhöhle wird hinter der Kieme vom faltenreichen Schleimorgan eingenommen, das links niedrig anfängt, dessen schräge Falten aber allmählich zu einer Länge von 2,7 cm bei einer Dicke bis 3 mm anwachsen; die Falten heften sich dem Rectum (Taf. 23, Fig. 54 b) seiner ganzen Länge nach bis an den Grund der Analpapille an. Hinter dem Schleimorgan verläuft seiner ganzen Länge nach das starke, gerade Rectum (Fig. 54 a) (von einem fast durchgehenden Durchmesser von 12 mm); derselbe endet mit der ab-

gestutzt kegelförmigen, 12 mm hohen (Fig. 54 *a'*) Analpapille, die am Grunde einen Durchmesser von fast 10 mm hatte; ihr Grund fand sich 3 cm einwärts vom Mantelrand. Hinter dem Rectum endlich, ganz nahe am Uebergang der obern Wand der Kiemenhöhle in die untere (etwa 5 mm hinter dem Rectum), verlief, mit dem Darm fast seiner ganzen Länge nach parallel, der Samenleiter als ein starker Strang von einer Höhe und Dicke von etwa 4,5 mm, der in einem Abstand von fast 2 cm von der Wurzel der Analpapille am Anfang der Samenrille endigt. Vom Ende des Samenleiters verläuft eine starke, schräge Falte fast bis an den Grund der Analpapille, und zwischen dieser Falte und dem Rectum finden sich noch kurze quere und schräge Falten. Unweit von der linken Ecke der Kiemenhöhle präsentirt sich gleichsam auf dem Gipfel eines niedrigen, gerundeten Hügels der ovale, im Durchmesser 1,5 mm haltende Nierenporus.

Beim Weibchen waren die Verhältnisse dieselben, nur das Schleimorgan relativ weniger entwickelt. In geringem Abstand hinter dem (Fig. 54 *a a'*) Darm, mit demselben parallel, nur in der letzten Strecke sich vom Darm etwas mehr entfernend, verlief bis unweit von der Analpapille der Eileiter, dessen Durchmesser etwa 1,5 mm betrug. Von der Gegend des Anfangs etwa des letzten Fünftels des Eileiters ab ging eine ganz feine Furche aus, die erst in der obern Wand des Unterkörpers verlief, dann schräg nach hinten und unten hinabsteigend, in einem weiten Bogen sich nach vorn und unten wendete und sich sehr deutlich bis an das rechte Ende der vordern Fussfurche fortsetzte. Sich dicht an den Eileiter anlegend, verlief längs des Hinterrandes desselben ein spiralig gewundener Gang, ein wenig dünner als der Eileiter.

Der Kopf war violett-grau oder schwärzlich marmorirt, am stärksten an der obern Seite, hier und da einige zerstreute rosafarbige Flecke und Striche zeigend; die Spitze der Athemröhre zeigte eine Reihe von rundlichen schwarzen Fleckchen; sonst war die Farbe des Thieres gelblich.

Die untere Körperhöhle, welche das Centralnervensystem und den grössten Theil der Speiseröhre mit den Speicheldrüsen enthält, ist ziemlich eng, abgeplattet. Vorn, wo sie in die enge Höhle der Schnauze übergeht und mehr rundlich ist, betrug der Durch-

messer 5 mm; sie erweitert sich aber schnell und hatte hinten einen Durchmesser von 22 bei einer Höhe von 6 mm. Ganz vorn, unterhalb der Wurzel der Schnauze, steht die Höhle durch eine fast 4 mm weite Oeffnung mit der grossen Fusslacune in Verbindung. Die obere Wand der Höhle ist ganz eben; die untere, welche sich ohne Grenze in die niedrigen Seitenwände fortsetzt, ist wie die letzteren von dicht an einander liegenden starken, musculösen Querbalken gebildet; an den Wänden finden sich feine Gefässöffnungen.

Das Centralnervensystem (vgl. Taf. 22, Fig. 1) unverhältnissmässig klein; die Ganglien röthlich-gelb. Dieselben sind in reichliche, fest anhängende Bindschubstanz gehüllt, welche die Ganglien an die Speiseröhre und die Speicheldrüsen innig anheftet und sich auf den Grund der Nerven hinaus fortsetzt. Die cerebro-pleuralen Ganglien 4 mm lang, durch eine ganz kurze Commissur verbunden, die Breite der ganzen Ganglienmasse auch fast 4 mm; die zwei Abtheilungen deutlich unterscheidbar. Von den cerebralen Ganglien gehen je 3 Nn. rostrales antt. und einige kurze postt. ab, ferner ein N. buccalis (?), der der Speiseröhre an den Schlundkopf folgt, ein N. tentacularis, der N. opticus und wahrscheinlich der N. acusticus; ferner das lange cerebro-buccale und das cerebro-pedale Connectiv. Die pleuralen Ganglien geben erst je das starke pleuro-pedale Connectiv ab; das rechte ferner den N. suprainestinalis an das supra-intestinale Ganglion und das zygoneure Connectiv an das subintestinale Ganglion; das linke pleurale Ganglion giebt 4—5 Nn. palliales und parietales (für die Körperwand) ab, ferner einen N. suprainestinalis an das Gangl. suprainestinale, einen N. subintestinalis an das subintestinale Ganglion und den N. columellaris. Die cerebro- und pleuro-pedalen Connective ziemlich stark, besonders das letztere, etwa 4 mm lang. Die pedalen Ganglien vorn etwas von einander geschieden, sonst einander in der Mittellinie berührend, 2,5 mm lang bei einem Querdurchmesser der beiden Ganglien von 2 mm; sie waren etwas dicker als die cerebro-pleuralen. Vom Hinterende, theilweise auch vom Aussenrande hinten gingen 5—6 starke Nn. pediaci antt. und postt. aus; vom rechten ferner ein starker N. penis. Das supra-intestinale Ganglion (12 mm vom Hinterende der linken cerebro-pleuralen Ganglienmasse entfernt) war von ovaler Form, von etwa 2 mm grösstem Durchmesser; es lieferte der Kieme mehrere Nn. branchiales, einen N. olfactorius (pseudobranchialis) für das Geruchsorgan und mehrere Nn. parietales; der N. suprainestinalis setzt sich ferner durch das

Ganglion an das linke viscerale Ganglion fort. Das subintestinale Ganglion der cerebro-pleuralen Ganglienmasse ein wenig mehr als das supraintestinale genähert, etwa von derselben Form und Grösse. Dasselbe liefert den N. pallialis dexter, mehrere Nn. parietales und ein viscerales Connectiv an das rechte viscerale Ganglion. Die runden buccalen Ganglien am pharyngalen Ende der Speiseröhre liegend, durch eine nicht kurze Commissur verbunden, dem Schlundkopf (N. buccinatorius), der Zunge (N. lingualis), der Raspelscheide (N. radularis) und der Speiseröhre (N. oesophagalis) mehrere Nerven liefernd. Die zwei visceralen Ganglien hinter der Speiseröhre, an der hintern Wand der untern Eingeweidehöhle liegend, von ovaler Form, von kaum 0,6 mm Durchmesser, durch eine nicht kurze Commissur verbunden.

Die Augen gross, kugelförmig; von 2,8 mm Durchmesser, mit schwarzer Iris und einer roth-braunen Linse von 1,2 mm Querdurchmesser, mit schwächer gewölbter vorderer, stark gewölbter hinterer Fläche, an der Grenze zwischen den zwei Abtheilungen ein vorspringender Rand; das dünne Glaskörperlager gelb. Die in einer Querlinie vor und ausserhalb der Pedalganglien liegenden Otocysten von ungefähr 0,35—0,40 mm Durchmesser; der gelbe, kugelförmige, leicht in 4 Theile zerfallende Otolith von etwa 0,12—0,14 mm Durchmesser. Das lange, schmale Geruchsorgan (SPENGL) von gewöhnlichem Bau¹⁾. Durch den Tentakel konnten ein Gefäss und der N. tentacularis verfolgt werden. — Die median in der vordern Fussfurche einmündende, weissliche Fussdrüse 10 mm lang bei einem Durchmesser bis 2 mm.

Die Innenseite der Schnauze zeigte ein starkes musculöses Ringlager mit zahlreichen Gefässöffnungen; an der untern Wand fand sich ein medianer Streifen von zerrissenen kurzen Binde substanzfäden, die den Schlundkopf und die Speiseröhre an die Wand befestigten; unterhalb des Streifens verläuft die Art. rostralis; oben an den Seitenwänden kommt ihrer Länge nach ein ähnlicher Streifen vor, auch für ähnliche Anheftung. Längs der Innenseite der Schnauze verlaufen drei Nn. rostrales, von denen zwei sich in die Umgegend des Aussenmundes verlieren. Das Ringlager der Schnauze ist von einem

1) Dasselbe ist von BERNARD (Rech. sur les org. palléaux des Gastérop. prosobr., in: Ann. Sc. Nat., Zool., (sér. 7), Vol. 9, 1890, p. 193, tab. 9, fig. 35) erwähnt (*Str. gigas, luhuanus*).

stärkern Längslager umgeben, welches in den verschiedensten Richtungen von schrägen und senkrechten Faserbündeln durchzogen ist. Die Wand der Schnauze hatte meistens (nur nicht vorn) eine Dicke von 5 mm; die vorn viel weitere Lichtung maass meistens 5 mm und war fast ganz vom Schlundkopfe und von der Speiseröhre eingenommen.

Dicht hinter dem Aussenmunde der Schnauze fand sich der Schlundkopf. Dieser hatte bei dem grossen (männlichen) Individuum eine Länge von 11 bei einer Höhe von 10 und einer Breite von 11 mm; bei dem jugendlichen Individuum betragen die entsprechenden Maasse 7, 6 und 6 mm. Der Schlundkopf ist fast kugelförmig, unten und an den Seiten gleichsam wie von zwei durch eine gebogene Furche geschiedenen, fast gleich grossen Partien gebildet, einer vordern mandibularen und einer hintern lingualen. Die erste zeigt eine ganz schmale Lippenscheibe um die Mundöffnung und ist durch kurze Muskelbündel an die Umgegend des Aussenmundes geheftet. Die hintere Partie zeigte gleichsam zwischen zwei Kissen (*Mm. linguales inf.*) die (hier 7 mm lange, 4 mm breite, wegen der durchschimmernden Zahnplattenreihen) violette, nach oben gekrümmte Raspelscheide. Die hintern $\frac{2}{3}$ der obern Seite des Schlundkopfes werden von dem kurz-birnförmigen (vorn 8 mm breiten), vorn convex endenden pharyngalen Vorderende der Speiseröhre gebildet, dessen Vorderrand etwa dem Vorderrand der Zunge entspricht. Dieser ganze letzte Theil ist in seiner ganzen Ausdehnung durch kurze Binde-substanzbündel an die Wand der Schnauze geheftet und zeigt somit nach Auslösung des Schlundkopfs eine kurzzottige Oberfläche. Hinter dem Schlundkopfe ragt die Raspelscheide 3 mm unter der Speiseröhre hervor. — Die Unterseite des Schlundkopfes ist durch kurze Binde-substanzbündel an die Schnauze geheftet, so wie der hinterste Theil durch etwas längere auch an die Seitentheile derselben. Von der Umgegend des Aussenmundes geht jederseits ein kurzer *M. protractor bulbi* an den untern Theil der Seite der vordern Partie des Schlundkopfes und ein wenig mehr nach hinten ein ähnlicher, ferner von der untern Wand der Schnauze noch zwei *Mm. protractores* an den hintersten Theil des Schlundkopfes. Vom Grunde der Schnauze hinten geht endlich jederseits längs der Unterseite der Speiseröhre ein langer, flacher *M. retractor bulbi*, welcher längs des Grundes der Raspelscheide verläuft und sich in mehrere Schwänze theilt, die sich an der Grenze zwischen der vordern und hintern Partie des Schlundkopfes anheften. — Hinter der Lippenscheibe präsentirt sich an beiden Seiten die senkrecht an der Wand liegende, von der andern oben wie unten ganz

geschiedene, gelbbraune, ein wenig irisirende Mandibelplatte, welche durch ihre Farbe gegen die milchweisse Cuticula der Backe absticht. Dieselben waren der Fläche nach ein wenig gebogen, oben und unten ein wenig schmaler und daselbst gerundet, etwa 4 mm lang bei einer Breite von 1 und einer Dicke von etwa 0,4—0,5 mm (bei dem jüngern Individuum war die Länge 2,2, die Breite 0,5 mm). Am Hinterrande der Mandibelplatte fand sich weisses, schmales und festes Gebräme und an der äussern angehefteten Seite ein längs der Mitte verlaufender gerundeter Kamm von ähnlicher Beschaffenheit, beide gingen unmittelbar in die Mandibelplatte über; mit dem Kamm passten die Platten genau in eine Grube der Backe. Die Platten waren aus ganz dicht gedrängten, hohen und nur 0,007—0,01 mm dicken, gelben Stäbchen gebildet; aus ähnlichen, nur blasserem Elementen bestanden auch die erwähnten appendiculären Bildungen. — Die Mundhöhle ziemlich eng, von der Zunge fast ganz ausgefüllt.

Die Zunge stark, ziemlich breit, vorn gerundet, mit Spuren von einigen ausgefallenen Zahnplattenreihen, und unten mit medianem Kamm. In der roth-braunen schillernden (3,8 mm breiten) Raspel 16 Zahnplattenreihen, die Randpartie der Raspel aber gelblich wegen der Seitenzahnplatten, die nur im obern Theile (und theilweise im Grundtheile) roth-braun waren. Unter dem Raspeldache und weiter in der Scheide fanden sich 64 entwickelte und 10 halb- und fast nicht entwickelte Reihen; die Gesamtzahl derselben somit 90. Bei dem erwähnten jüngern Individuum waren in der Raspel 19 Zahnplattenreihen vorhanden, weiter nach hinten 64 entwickelte und 6 halb- und unentwickelte Reihen; die Gesamtzahl somit 89¹⁾. Die vordersten 3—5 Reihen zeigten die Platten abgerieben, beschädigt (ohne Dentikel) und theilweise ausgerissen. Das fest anliegende Raspeldach flach, ziemlich breit, zungenförmig, 3 mm lang. Die Fortsetzung der Raspel ist hinter dem Dach stark nach unten gebogen, dann wieder nach oben gekrümmt; das Ende der Raspelscheide durch einen muskulösen Strang mit dem hintern Theil des Vorderendes der Zunge verbunden. Die medianen und die Zwischenplatten sind von roth-brauner Farbe, so auch die obere Hälfte der Seitenplatten sowie der untere Theil ihres Grundstücks; die Farbe der Zahnplatten, wie gewöhnlich, in der Raspelscheide dunkler. Die Breite der vordersten wie der hintersten medianen Platten betrug 0,80 mm; bei dem jüngern

1) Troschel (l. c. p. 298) gibt die Zahl der Reihen auf 54 und „eine Anzahl unentwickelter“ an.

Individuum nur 0,52¹⁾); die Breite der Zwischenplatten 1,1 mm. An den medianen Platten (Taf. 22, Fig. 26) kamen an jeder Seite des mittlern Dentikels 3 kleinere vor; an den Zwischenplatten (Fig. 27, 28) ausserhalb der kräftigen Spitze des Schneiderandes 3—4, selten 5 Dentikel; von den Seitenplatten (Fig. 29, 30) trug die innere 5—6 Dentikel; die äussere ebenso, mitunter auch nur 4. — Die milchweissen Zungenknorpel 5,5 mm lang bei einer Breite von 4,5 und einer Dicke bis 2 mm; die $\frac{3}{4}$ ihrer Unterseite dienen Muskelanheftung.

Die kurzen Ausführungsgänge der Speicheldrüsen münden hinten in die pharyngale Erweiterung der Speiseröhre ein. Die gelblich-weissen Drüsen sind fast cylindrisch, vorn nur von einem Durchmesser von 1,25, später meistens von 3—3,5 mm, mit ziemlich weiter Lichtung; in der vordern Strecke (in der Schnauze) zeigen sie sich höckerig und mit vielen Einschnürungen, in der übrigen Strecke sind sie mit vielen kurzen Querästen versehen, die quer über die Speiseröhre mit denen der Drüse der andern Seite zusammenstossen. Die Drüsen sind durch reichliche kurze Binde substanzbündel innig an die Speiseröhre sowie an die Wand der Speiseröhre gelöthet.

Die bräunlich-graue Speiseröhre bildet, wie oben erwähnt, an der obern Seite des Schlundkopfes eine pharyngale, vorn breitere Erweiterung; die obere Wand derselben erstreckt sich bis etwa gegen die Gegend des Vorderrandes der Zunge; die untere Wand der Speiseröhre springt frei über das Raspeldach als eine starke, quergefurchte, in der Mitte ausgerandete, 3,5 mm lange Falte hervor. Die Länge der Speiseröhre vom Schlundkopfe ab bis an den Austritt aus der Körperhöhle war 8,7 cm bei einem Durchmesser vorn von 4—5, weiter nach hinten von 5—6 mm. Die Speiseröhre ist, was besonders in der Schnauze deutlich hervortritt, längs ihrer Unterseite durch kurze Binde substanz angelöthet; ferner oben an ihren Seiten durch dünne, aber zähe, dicht neben einander liegende, aber doch gesonderte Binde substanzfäden, welche sich quer über die Speiseröhre mit denen der andern Seite verbinden. Die Innenseite des intrarostralen Theils der Speiseröhre zeigt feine Längsfalten und zwei starke, etwa 2,5 mm hohe, ziemlich mediane; in der übrigen Strecke sind diese letzten weniger deutlich und die andern Falten alle fast gleichgross, von einer

1) TROSCHEL, (l. c. p. 198) giebt die Breite zu 0,75 mm an, EBERHARD (l. c. p. 12) zu 0,49 mm.

Höhe von 2,5—3 mm. Die Höhle der Speiseröhre leer. — Im linken Winkel der untern Körperhöhle verlässt die Speiseröhre dieselbe, und die Fortsetzung des Verdauungscanals verläuft noch etwa 1,5 cm in der Körperwand, verlässt dann dieselbe und verläuft in einer Länge von 6 cm längs des linken Randes des untern Leberlappens, biegt sich um den obern Rand desselben, folgt in einer Strecke von etwa 2 cm dem rechten Rande dieses Leberlappens und öffnet sich in den Magen. Die Innenseite dieser Darmstrecke zeigte feine Längsfalten, und in dieselbe mündete mit einem kurzen Gallengange der erwähnte Leberlappen; die Höhle war leer. Der Magen lag mit einem grossen Theil seiner Oberfläche zwischen Hauptleber und Niere entblösst. Er zeigte sich schon auswendig durch eine leichte Einschnürung in zwei Räume getheilt, wie es sich nach Spaltung der obern Wand deutlich erwies. Der hintere Raum war fast kugelförmig, 2 cm lang, 2 cm breit und 1,5 cm hoch; die Wand des gerundeten Hinterrandes liess sich leicht von der Leber lösen. Das Vorderende war unten und an den Seiten durch eine Querfalte von dem vordern Raume geschieden; median erhob sich unten von dieser Falte ein dicker (bei einer Höhe und Dicke von 5 mm 13 mm langer) Kamm, welcher noch in die hintere Kammer etwas hineinragte, während er median mehr als die Hälfte der vordern Kammer durchzog; am abgeflachten Oberrand trug der Kamm eine Furche, die sich hinten zu einer Facette entwickelte. Rechts an der obern Wand dieses Raumes fand sich eine ziemlich starke, flache, längs der Mitte vertiefte Verdickung (dem erwähnten Kamm entsprechend), die sich als eine Längsfalte in den vordern Raum hinein fortsetzte; mit Ausnahme von einigen kurzen, von der Querfalte ausgehenden Längsfalten war die Wand des hintern Raumes sonst glatt. Der vordere Raum war etwas kleiner als der hintere, besonders schmaler, 1,7 cm lang bei einer Breite von 1 cm; median längs der Unterseite fand sich in einer Strecke die Fortsetzung des erwähnten Kammes und weiter nach hinten eine starke Längsfalte, rechts ferner 3 schräge Falten; eine circuläre Falte bildete die Grenze gegen den abgehenden Darm. Links fand sich ganz vorn in diesem Raume eine weite Gallenöffnung, ferner die Cardia, rechts ganz hinten neben dem Pylorus eine andere. Die Gegend des Pylorus war von einer ganz schwach gelblichen Cuticula überzogen, welche sich nach vorn über die Längsfalte und den Kamm zu erstrecken schien und vom letztern löffelartig in den hintern Magen-

raum hineinzuragen¹⁾. Dieser „Krystallstiel“²⁾ ist ganz dünn, durchsichtig, ein wenig federnd; er (Fig. 55) besteht aus einem etwas längern Theil (bei den zwei grossen Individuen 10—11 mm an Länge bei einem Durchmesser von 5—6 betragend), welcher sich an der einen Seite in den löffelförmigen Theil herumdreht; dieser letztere ist ein wenig kürzer als der vorige, an Länge 8—9 mm messend, fast horizontal oder wenigstens etwas schräg gegen den vordern Theil gestellt, einem mehr oder weniger flachen Löffel mit umgebogenen Seitenrändern ähnelnd. Es wäre möglich, dass das Organ das plötzliche Eintreten einer zu grossen Menge von Speisebrei verhindern soll. Dieser breiige Inhalt des Magens, welcher grau (fein weiss punktiert) aussen schon durchschimmerte, bestand hauptsächlich aus feinen Sand-, theilweise auch Kalkpartikeln, mit einer Unmasse von den verschiedensten Algen, besonders der *Lyngbya majuscula* HARV. (nach Bestimmung durch den Algologen Dr. KOLDERUP-ROSENVINGE), mit Foraminiferen und Stückchen von solchen, Diatomeen, Schalen von Molluskenlarven, ganz kleinen Crustaceen und Stückchen von solchen und einer Menge von dreistrahligen Spikeln vermischt. Der Darm verlief vom Pylorus ab erst zwischen der Hauptleber und der Mittel-leber, dann oberhalb der Niere, in die Niere eintretend und durch die ganze Länge derselben (?) eine lange dünne Schlinge legend; der Darm tritt dann als Rectum hervor, welches, ausgestreckt, eine Länge von 11,5 cm hatte bei einem fast durchgehenden Durchmesser von 1,1; die starke Analpapille frei vortretend. Die Innenseite des Darmes zeigte feine Längsfalten bis an das Rectum; im ersten Drittel des letztern war eine starke Längsfurche vorhanden, sonst waren die Wände fast eben. Fast bis an das Rectum war der Darm mit einem dem oben erwähnten ähnlichen Inhalt vollgestopft, das Rectum dagegen war weniger gefüllt oder selbst fast leer.

Die Hauptleber erstreckte sich bis zu 1 cm vom obern Ende des Hodens, war aber beim Männchen in einer Länge von fast 2 cm

1) Bei allen drei untersuchten, viele Jahre in Alkohol aufbewahrten Individuen schien das Organ lose in dem Speisebrei zu liegen, mit welchem der Magen voll gepackt war. Die ursprünglichen Lageverhältnisse bleiben somit ganz unsicher.

2) HUXLEY (On the morphology of the ceph. Moll., in: Philos. Transact., 1853, p. 60—61, tab. 4, fig. 16—17) hat nach CH. COLLIER wieder die Aufmerksamkeit auf den „crystalline style“ der Stromben (*Pteroceras*) gelenkt; seine Beschreibung und noch mehr die mitgegebenen Figuren sind aber schwer verständlich.

vom Hoden ganz umschlossen, durch denselben undeutlich durchschimmernd. Weiter nach vorn war die Leber längs ihres convexen Randes und zum grössten Theil an der Hinterseite vom Hoden überzogen, in der Weise, dass also nur der grösste Theil der Vorderseite und ein Drittel der Hinterseite der Leber entblösst waren. Die Leber, welche sich kaum durch mehr als eine Windung der Schale hinauf erstreckte, maass, ausgestreckt, 12 cm an Länge bei einer Breite bis 3 und einer Dicke bis zu 1 cm. Die Farbe war an der Aussenseite bleigrau, auf Schnitten grau-braun und gelb-grau. Diese Leber öffnet sich in den Magen neben der Cardia. Die Mittelleber ein wenig kleiner als die untere, an der rechten Seite des Pylorustheils des Magens hinter der Niere liegend. Sie öffnet sich neben dem Pylorus in den Magen. Die Vorderleber ganz vorn liegend, 4 cm lang bei einer Höhe von 2 und einer Dicke von 1 cm; sie öffnet sich in den Darm. — Beim Weibchen bildet die Leber das Hinterende der Eingeweidemasse, deren Ueberzug wie beim Männchen in einen Faden sich verlängert.

Das Pericardium 17 mm lang bei einer Breite von 7. Die Vorkammer des Herzens 10 mm lang bei einer Breite von 6. Die Aorta ant. und post. wie gewöhnlich von der Wurzel ab getrennt. Vorn in der untern Eingeweidhöhle unter der Wurzel der Schnauze eine 4 mm weite Oeffnung, in die grosse Fusslacune leitend; eine flache Lacune längs des Fussrückens verlaufend.

Die Niere gelblich-grau, gegen die blei- oder bläulich-graue Leber contrastirend, fast 4 cm lang bei einer Breite von 1,5—2,3 cm; an der obern Wand kürzere und niedrige Querfalten; an der untern viel stärkere, höhere (7—10 mm hohe), mit einander communicirende und zusammengesetzte Falten. Die branchiale Oeffnung ganz vorn sehr deutlich, etwas mehr nach hinten die feine pericardiale.

Beim Männchen bildete der Hoden den hintersten Theil der obern Eingeweidemasse, beim Weibchen die Leber; bei beiden Geschlechtern aber war eine Verlängerung als ein 8—9 mm langer, hinten geschlossener Faden von abnehmendem Durchmesser von 0,6—0,25 mm vorhanden. Der Bau desselben konnte nicht ermittelt werden; besonders gegen die Spitze hin und in derselben fanden sich festonartig verbundene gelbliche Bildungen unter der Cyliinderepithelschicht.

Der schwach gelblich-weiße Hoden, wie oben erwähnt, das allerhinterste Ende der Eingeweidemasse ausschliesslich bildend, dann in einer kurzen Strecke das Hinterende der Leber einschliessend, in der ganzen übrigen Strecke die Hauptleber und den Magen begleitend,

die erste längs des convexen Randes und an der hintern Seite mit einer bis 3 mm dicken Lage überziehend. Die Drüse bestand aus langen, etwas verzweigten Läppchen, die zum Rande ziemlich senkrecht standen. In den Läppchen der Drüse die gewöhnlichen Zoospermienbündel; die Zoospermien sehr lang, mit langem Kopfe. Ausserdem fanden sich aber in Menge die bizarren, langen, etwas abgeplatteten, von Brock angegebenen¹⁾ „wurm förmigen Spermatozoen“. Dieselben (Fig. 56, 57) waren meistens an dem einem Ende dünner als am andern; im Innern sind sie von 2—4, meistens 4 Reihen von ziemlich grossen, stark lichtbrechenden, etwas fettähnlich glänzenden Körpern erfüllt; seltener fehlten solche Körperreihen im dünnern Körperende; längs beider Ränder verläuft eine schmale, wellenartig gebogene (im Leben undulirende) Membran. Die Länge derselben betrug bis 0,16 bei einer Breite bis 0,025 mm (Brock giebt die Länge zu 180 μ an). — Die erste Strecke des Samenleiters war an dem untersuchten Individuum nicht zu verfolgen. Die Fortsetzung desselben tritt dicht an der branchio-renalen Nierenporusscheibe als Samenrille hervor und verläuft nach rechts, unterhalb des Rectums an der untern Seite eines besondern, starken, vorspringenden Stranges. Dieser Strang ist in der ersten (5 cm langen) Strecke seiner Länge von dreieckigem Durchschnitt, von 6,5 mm Höhe bei einer Dicke von 4; in der letzten (etwa 4,5 cm langen) Strecke mehr rundlich, von etwa 4 mm Durchmesser; in einem Abstände von 2 cm vom Grunde der Analpapille endet der Strang gerundet, indem er in die obere Lippe der Samenrille übergeht; vom Ende geht noch eine schwache Doppelfalte (Röhre?) (mit einer Länge von 13 mm) schräg nach oben gegen das Rectum. Der Strang hat in der ersten Strecke nur eine schmale Befestigungslinie, gleichsam durch ein Mesenteriolum; in der übrigen ist dieselbe breiter. Der Strang scheint wesentlich von musculösem Bau. An der untern Fläche dieses Stranges verläuft die flache, offene, bis 2,5 mm breite Samenrille, deren Hinterlippe dicker ist; am Vorderende des Stranges setzt sie sich enger und tiefer schräg in der obern Wand der Kiemenhöhle nach vorn an den Penis fort. Das Begattungsorgan ist von kolossaler Grösse, wie oben erwähnt und beschrieben; die Furche längs des Rückenrandes ist bis an die löffelartige Erweiterung des Organs ziemlich, etwa 3,6 mm tief, eng. Dieser löffelartige Theil (Fig. 58) zeigt die obere ausgehöhlte

1) Brock, Ueb. die doppelten Spermatozoen einiger exotischer Prosobranchier, in: Zool. Jahrb., V. 2, 1887, p. 616—619, tab. 16, fig. 5—6 (*Pterocera lambis*, *Strombus lentiginosus*).

Seite aus einem schmalern innern (linken) und einem äussern (rechten) breiteren Theile bestehend, welche beide quergestreift waren. Die zwei Theile sind durch eine Fortsetzung der Furche (Samenrille) geschieden, welche rechts neben dem spitzen Ende des Löffels (Fig. 58 c) ausmündet. Die Furche ist weniger tief als am Körper des Penis, ihre Ränder in der hintern Hälfte etwas dicker, gerunzelt, sonst eben; in der vordern dagegen viel breiter und dicker, mit wenigstens 5—6 Reiben von ungeordneten Zotten dicht besetzt. Diese Zotten (Fig. 59) sind nicht hoch, kaum 1,6 mm an Höhe überschreitend, kegelförmig, weich. Die Ränder des Löffels sind gerade oder schwach wellenförmig gebogen. Die Aussenseite des Löffels ist gewölbt, eben; längs der rechten Seite, mit dem Rande parallel, verläuft eine nicht tiefe Furche, wodurch dieser schmale rechte Theil gleichsam durch eine niedrige Lippe von der übrigen Aussenseite geschieden wird.

Die Zusammensetzung des Genitalsystems beim Weibchen konnte an dem vorliegenden Material nicht ermittelt werden. An den branchialen Nierenporus anstossend, fand sich ein kleiner zusammengedrückter, gelblich-weisser Körper von etwa 10 mm Länge bei einer Höhe von 5 und einer Breite von 3 mm; von oben durch eine starke (Taf. 23, Fig. 54 c) Falte gedeckt, während eine Falte an der Unterseite kleiner war. Der Körper war compact, gegen seine Unterseite von einer kleinen Höhle durchzogen. Die Falte längs der obern Seite setzte sich weiter rechts fort, in einer Länge von 3,3 cm mit abnehmender Breite von 3—1,5 mm; diese Falte deckt ganz (Fig. 54 c) eine viel schmalere, und zwischen beiden verläuft eine feine Furche, welche dann, frei (Fig. 54 d) hervortretend, nach vorn umbiegt und an der untern Wand der Kiemenhöhle verläuft, dann weiter in einem weiten Bogen längs der rechten Seite des Fusses an die rechte Ecke der vordern Fussfurche hinabsteigt. Der erwähnte Körper schien sich in ein korkzieherähnliches Organ (Fig. 54 f) fortzusetzen, das längs des Hinterrandes der erwähnten Falte verlief und dessen schräge Windungen an der Vorderseite eine Länge von 3 mm deckten; das Organ schien sich (fast wie beim Männchen) in ein dünnes, gegen das Rectum aufsteigendes Rohr fortzusetzen, welches sich an einer Papille innerhalb der Analpapille zu öffnen schien (Fig. 54 f).

2. *Str. gibbus* MART.

Taf. 23, Fig. 50—53.

Str. turturella BOLLEN.

Str. isabella LAM.

Von dieser ostindischen (philippinischen) Form habe ich nur ein Individuum untersuchen können, ein männliches, aus den Sammlungen SEMPER's herrührend.

Die Schale mass an Länge 5,2 cm bei einer Breite bis zu 3,4; die Dicke derselben bis zu 1 mm, an der Aussenlippe der Mündung bis zu 4 mm. Der braune Deckel 17 mm lang (die Spitze aber abgenutzt) bei einer Breite bis zu 5 und einer Dicke bis zu 1 mm; der Bau fast genau wie bei *Str. gigas*, der rechte Rand aber mit einer Reihe von (6) spitzen und starken Dentikeln (Fig. 50, 51).

Die Farbe der Schnauze grau-roth, weissfleckig, die der Tentakel röthlich, das zum grössten Theile weggebissene Begattungsorgan (wahrscheinlich) carmoisinroth; sonst war der Unterkörper gelblich. Der mittlere Theil des Mantels (der obern Wand der Kiemenhöhle) in weiter Ausdehnung stark braun- oder carmoisinroth. Durch den Mantel schimmerte deutlich das sehr grosse (von vorn nach hinten bis 8 mm breite) Schleimorgan, weniger deutlich die Kieme und in seiner ganzen Länge das Geruchsorgan hindurch. Der hintere Theil der Kiemenhöhle war mit einem dicken, durchschimmernden, weisslichen Lager vom Secret des Schleimorgans stark angefüllt.

Die Länge des vordern Theils des Fusses betrug 8 mm, die der Deckelfacette 9 mm, der Bau der letztern war auch ganz wie bei *Str. gigas*. Die Länge der Schnauze 12 mm bei einem Durchmesser von 4; die Länge der Ophthalmophorien 11, der Tentakel 3 mm. Die Athemröhre ganz kurz.

Das Centralnervensystem wie gewöhnlich, die pleuralen Ganglien jedoch etwas mehr als sonst von den cerebralen geschieden; das subintestinale ziemlich länglich. — Die Augen ungewöhnlich gross, mit breiter, schöner Iris, mit kugelrunder, brauner Linse von 0,7 mm Durchmesser, mit gelbem Glaskörper. Die schon unter der Lupe als kreideweisse Punkte sichtbaren Ohrblasen fast in einer Querlinie an der Unterseite des vordern äussersten Theils der pedalen Ganglien liegend, von 0,3 mm Durchmesser, mit einem runden Otolithen von 0,16 mm Durchmesser. Das Geruchsorgan fast wie bei *Str. gigas*, von einer Breite von 0,5–0,8 mm, von gewöhnlichem niedrigem Bau.

Der Schlundkopf von gewöhnlicher Form und gewöhnlichem Bau, die Länge 4 mm betragend; die Zungenknorpel wie gewöhnlich. Die Mandibelplatten schmutzig hellgelblich, etwa 1,2 mm lang bei einer Breite bis ungefähr 0,30; der Bau wie gewöhnlich, die Elemente vielleicht relativ ein wenig kürzer und dicker als sonst. Die Anzahl der

Zahnplattenreihen in der Raspel und ihrer Fortsetzung betrug 29, von welchen eine ganz unentwickelt und eine halb entwickelt; die zwei vordersten Reihen sehr beschädigt und incomplet. Die Platten waren gelb; die Breite der vordersten sowie der hintersten medianen betrug 0,24 mm, die der Zwischenplatten 0,29 mm, die Sehne des Bogens der innersten lateralen Platten 0,52 mm. Die medianen Platten sind von etwas anderer Form als bei den meisten andern Arten; sie sind kürzer und höher und die Basalplatte schmaler; an jeder Seite der medianen Spitze 4 (selten 3) kurze und spitze Dentikel (Fig. 52). Die Zwischenplatten (Fig. 53) sind fast dreieckig; ein Ausschnitt am Aussenrande ist kaum angedeutet; am Schneiderande ausserhalb der Spitze 4 Dentikel. Die Seitenplatten von gewöhnlicher Form; die innere ein wenig grösser, hat 3 (selten 2), die äussere 4 Dentikel¹⁾.

Die Speicheldrüsen wie gewöhnlich, ebenso die Speiseröhre. Die Länge der ersten Strecke des Darmes von seinem Austreten aus der untern Eingeweidehöhle in seinem Verlauf schräg unter der Vorderleber bis an den Magen betrug (ausgestreckt) fast 2,5 cm. Der Magen ungefähr 12 mm lang, vor der Mitte seiner Länge etwas eingeschnürt; der schwach gelbliche Kamm der Unterseite etwa 4 mm lang; auch hier schien ein „Krystallstiel“ vorhanden zu sein, aber ganz dünn, ganz farblos, und seine Lage- und Formverhältnisse liessen sich nicht bestimmen; die Faltenbildungen des Magens waren ziemlich zahlreich. Der Magen war leer. Der abgehende Darm vom Pylorus ab bis an die Analpapille, besonders aber die erste Strecke, mit bräunlichem und schwärzlichem Inhalt ähnlicher Art wie bei *Strombus gigas* prall gefüllt. Das Rectum ist roth, 2,5 cm lang bei einer Breite von 2,5 mm; die starke Analpapille gelblich.

Die Vorderleber 11 mm lang bei einer Breite bis 8 und einer Dicke bis 3; dunkel braun-grau mit grünlichem Schimmer. Die Hauptleber weit hinaufsteigend, von dunkel grün-grauer Farbe. Die Gallenöffnungen wie gewöhnlich.

Das Pericardium von 5 mm Länge, die Herzkammer 3 mm lang. Die Niere schien sich wie bei *Str. gigas* zu verhalten; die Faltenbildungen auch sehr stark.

Der Hoden bis an die ersten Windungen der Schale aufsteigend, sich dann noch in einen 3 mm langen, nicht ganz dünnen, carmoisin-rothen Faden fortsetzend; bis an seine letzten Windungen war der

1) Die Zahnplatten dieser Art sind von Troschel (l. c. p. 195 [*Str. canarium* L.], 199 [*Str. isabella* LAM.] tab. 16. fig. 17. dargestellt.

Hoden von der durch ihre Farbe abstechenden Leber begleitet. Die Farbe des Hodens war schmutzig gelblich, der Bau der gewöhnliche. In den Läppchen des Hodens fanden sich ausser den gewöhnlichen Zoospermien eine Menge von den wurmförmigen Spermatozoen, denen des *Str. gigas* ganz ähnlich und auch eine Länge bis 0,16 mm erreichend, an Seitenansichten präsentirte sich die (undulirende) Seitenmembran oft sehr schön. Längs der Innenseite des Hodens und fast von seiner Spitze ab verlief in äusserst zahlreichen und dichtliegenden Windungen der gelbe Samenleiter, welcher unten an der columellaren Seite der Leber liegt und quer über die Vorderleber gegen die Samenrille verläuft. Ganz links am Grunde der Kiemenhöhle fand sich ein Organ, das vielleicht als Prostata zu deuten wäre. Dasselbe, von der Gegend des branchialen Nierenporus ab durch ein kurzes Mesenteriolum am seinem Hinterrande befestigt, war rechts dicker und gerundet, links etwas verschmälert, ein wenig halbmondförmig gebogen, 10 mm lang bei einer Breite von 2,75 und einer Dicke von 1,75 mm, von weisslicher Farbe; das Organ schien compact. Längs der Unterseite verlief eine Furche, die sich in die lange Samenrille fortsetzte, deren vordere Lippe in ihrem Verlaufe hinter dem Rectum die hintere deckte. Diese verdeckte Rille entfernt sich dann etwas vom Rectum, biegt nach vorn um und setzt sich als offene Rille an der obern Wand des Unterkörpers bis an das Begattungsorgan fort, von welchem bei dem untersuchten Individuum nur der untere Theil erhalten war.

3. *Str. urceus* L.

Taf. 22, Fig. 19—25; Taf. 23, Fig. 31—36.

Ich habe zwei und zwar weibliche Individuen dieser Art untersuchen können, von SEMPER bei Bohol gefischt und mir von Herrn Prof. SELENKA überlassen.

Die Schalen der in Alkohol aufbewahrten Individuen massen an Länge 5 und 6 cm bei einer Breite bis 2,3 und 2,9 cm. Der kastanienbraune Deckel 15 mm lang bei einer Breite bis fast 5 und einer Dicke bis 0,8 mm, abgeplattet, lanzettförmig, der hintere Rand mit mehreren (8) spitzen Zacken; die Unterseite mit ziemlich kleiner Anheftungsfacette (Fig. 19, 20).

Die Länge der Ophthalmophorien 11, der eigentlichen Tentakeln 1,5 mm bei dem grössten Individuum betragend; die Länge der Schnauze 16 bei einem Durchmesser von 12 mm; die Breite des gerundeten Vorderrandes des Fusses 8, die Länge der zugespitzt-eiförmigen Deckel-

facette auch 8 mm. — Die Farbe des ganzen Unterkörpers war jetzt hell schmutzig gelblich-weiss.

Die Formverhältnisse der Ophthalmophorien mit den Tentakeln wie bei *Pterocera millepeda*. Die Schnauze gegen die Spitze nicht geschwollen. Der Fuss wie gewöhnlich; die Länge der Deckelfacette 7 mm. Die Kieme wie sonst, die Länge der Blätter bis 5 mm steigend, die freie Spitze derselben ziemlich lang; die Breite des langen Geruchsorganes etwa 0,6 mm.

Es glückte, bei dem einen Individuum das Centralnervensystem vollständig frei zu legen (Taf. 23, Fig. 31). Die cerebropleuralen Ganglien (Fig. 31 a) an der Mitte etwas eingeschnürt, die beiden Abtheilungen fast von derselben Grösse; die pedalen Ganglien (Fig. 31 b) dicht an einander stossend, eiförmig, etwas abgeplattet, etwas kleiner als die cerebro-pleuralen. Das supra- (Fig. 31 c) sowie das subintestinalen (Fig. 31 d) Ganglion rundlich, die zwei mit denselben verbundenen visceralen Ganglien (Fig. 31 f) klein. Die buccalen Ganglien rundlich, durch eine nicht lange Commissur verbunden (Fig. 31 e).

Die Augen wie bei der vorigen Art. Die schönen Otocysten (Fig. 31) schräg gegeneinander dicht vor den Pedalganglien liegend, von etwa 0,16 mm Durchmesser; der gelbe Otolith von ungefähr 0,08 mm Durchmesser, bei leichtem Druck in mehrere (wie es schien, 4) Stücke zerfallend. Die Ophthalmophorien von gewöhnlichem Bau.

Der Schlundkopf von ganz ähnlichem Bau wie oben; 3 mm lang, während die Raspelscheide noch 1,5 mm hervorragte. Die bräunlich-gelben Mandibeln (Taf. 22, Fig. 21) von etwa 1,15 mm Länge bei einer Breite bis ungefähr 0,35 mm; aus dicht gedrängten, eckigen (Fig. 22, 23) Säulen gebildet, die eine Höhe bis 0,1 bei einem Durchschnitt von meistens 0,016 mm erreichten, sie waren an der Spitze ein wenig gebogen und abgeplattet. Die Zunge von Form wie oben; ebenso die Zungenknorpel. An der Zunge 13 Reihen von Zahnplatten; weiter nach hinten, unter dem Raspeldache und in der Raspelscheide, noch 15 entwickelte, 2 halbentwickelte und 3 farblose Reihen, die Gesamtzahl derselben somit 33. Die Zahnplatten waren horn gelb; die Breite der medianen Platten 0,25 mm. Die Platten (Fig. 32—36) stimmten in ihren Formverhältnissen sehr nahe mit denen des *Pterocera lambis* überein; nur die Seitenplatten (Fig. 24, 25) waren etwas verschieden, und den Zwischenplatten fehlte der Ausschnitt aussen am Schneiderande.

Die Speicheldrüsen und die Speiseröhre wie oben. Das Rectum stark.

Die obern Eingeweide waren bei beiden Individuen dermaassen hart und bröcklig, dass sich ihre Verhältnisse nicht ermitteln liessen.

4. *Str. (Pterocera) millepeda* L.

Taf. 23, Fig. 37—49.

Von dieser Form hatte ich ein einziges und zwar männliches Individuum zur Untersuchung, von SEMPER bei Bohol gefischt und mir von Herrn Prof. SELENKA freundlich überlassen.

Die Schale des in Alkohol aufbewahrten Individuums mass von Spitze zu Spitze 14 cm. Der starke, schwarze, an den Rändern, besonders in der angehefteten Strecke, horngelbe Deckel 2,8 cm lang bei einer Breite bis 8 mm; die Anheftungsfacette 14 mm lang, diese letztere Strecke etwas um ihre Längsaxe gedreht, in der Randpartie dünner, die breite mediane Partie mit 2 Längskielen; der freie Theil des Deckels säbelartig gebogen, die hintere Seite ein wenig gewölbt, die vordere etwas ausgehöhlt, der mehr gerundete linke Rand concavirt und glatt, der scharfe rechte convex (und durch Abnutzen ein wenig zackig). Die ganze freie (hintere) Fläche glatt, mit schwach angedeuteten Anwuchslinien.

Die Ophthalmophorien 2,2 cm lang, die Schnauze 2 cm lang, in der äussern Hälfte von einem Durchmesser bis 7 mm; die Länge des freien vordern Theils des Fusses 12 mm, die Breite des Vorderrandes 13. Die Länge der Deckelfacette 14 mm bei einer Breite bis 6,5, sie war ringsum durch eine Furche begrenzt, die sie unten mit fast 2 mm überragte, sie war von 3 nach unten convergirenden Furchen durchzogen, von welchen die mittlere die stärkste. Die Länge des gebogenen Penis, ausgestreckt, 2,4 cm betragend.

Das so viele Jahre in Alkohol aufbewahrte Individuum war einfarbig schwach gelblich-grau.

Der Vorderrand des Fusses etwas convex, mit ziemlich starker Randfurchen, die untere Lippe derselben median gespalten, in der Mitte der Furchen die Oeffnung einer Fussdrüse. Die Fusssohle längs des rechten Randes durch eine feine Furche begrenzt, die hinten tiefer wird und die Fusssohle vom hervortretenden untern Rand der Deckelfacette scheidet; am linken Rand der Fusssohle ist eine ähnliche Furche nur vorn und hinten sichtbar. Etwa von der Gegend der Grenze zwischen letztem und vorletztem Viertel der fast cylindrischen Ophthalmophorien geht von der obern innern Seite das viel schwächere, fast cylindrische, nur wenig spitzer zulaufende, 4 mm lange tentakelartige Anhängsel ab (Fig. 37). Unten und oben am Grunde

der phallusähnlichen Schnauze eine feine, die Ophthalmophorien verbindende Falte. Der weit nach hinten entspringende Penis stark gebogen, etwas abgeplattet, planconvex, am Ende etwas dicker (Fig. 38). — Der Mantelrand mit mehreren rundlichen Zacken und hinten noch mit 4, nach hinten an Länge zunehmenden fingerförmigen Lappen. Die Kiemenhöhle sehr weit, an Länge (bis an den Grund der Athemröhre) fast 5 cm messend; durch die obere Wand schimmerte das Geruchsorgan hindurch, die Kieme und besonders das grosse, hell schmutzig-gelblichweisse, von auch durchschimmernden Längsfurchen durchzogene Schleimorgan, dessen Secret die Hälfte der Länge der Kiemenhöhle in ihrer ganzen Breite deckte. Die sehr (5,8 cm) lange, ziemlich gerade, nur im vordern Ende gebogene Kieme zeigte zahlreiche plattliegende Blätter, die eine Länge bis 10,5 mm erreichten und etwa mit ihrem letzten Fünftel frei hervorragten. Dicht an der Kieme verläuft fast in ihrer ganzen Länge das schmale Geruchsorgan, das in einem nicht weiten Abstände vom Vorderende der Kieme eine knieartige Biegung macht (Fig. 39 b) und sich bis in den Anfang der Siphonalfurche hinein fortsetzt; das Organ hatte eine fast durchgehende Breite von nur 1,3 mm, war übrigens von gewöhnlichem Bau, nur mit sehr kurzen Blättern (Fig. 42)¹⁾. Der Zwischenraum zwischen dem Vorderende der Kieme und dem des Geruchsorgans ist mit feinen quergebenden Falten bedeckt (Fig. 39).

Das weit nach hinten vom Schlundkopfe liegende Centralnervensystem einer sehr nahestehenden Art ist von BOUVIER (l. c. p. 172; vergl. fig. 51) untersucht worden, und den Angaben dieses ausgezeichneten Forschers wird kaum etwas Wesentliches hinzuzufügen sein. Die cerebro-pleuralen Ganglien etwas links, die pedalen etwas rechts verschoben. Die beiden cerebro-pleuralen Ganglien dicht an einander liegend, aber deutlich geschieden; die cerebro- und pleuro-pedalen Connective ziemlich lang; der N. opticus und der N. tentacularis ganz geschieden. Das an der linken Wand der Körperhöhle liegende supraintestinale Ganglion etwas kleiner als das pleurale Ganglion. Das an der untern Wand der Körperhöhle ruhende subintestinale Ganglion ein wenig kleiner als das supraintestinale. Die pedalen Ganglien etwa so gross wie die cerebralen, dicht an einander

1) Der bei F. BERNARD (Rech. sur les org. palléaux des Gastérop. prosobranches, in: Ann. Sc. Nat., Zool. (sér. 7) V. 9, 1890, p. 193, tab. 9, fig. 37) erwähnte und dargestellte, stark geschlängelte Verlauf des Organs (bei *Pteroc. lambis*) war bei dem von mir untersuchten Thiere (mit sehr schlaffer Wand der Kiemenhöhle) nicht zu sehen.

stossend; sie geben dem Fuss mehrere starke Nerven, und das rechte noch einen starken N. penis. Die cerebro-buccalen Connective sehr lang; die neben dem Pharynx liegenden buccalen Ganglien ziemlich gross, kugelförmig, durch eine Commissur verbunden, die etwa doppelt so lang wie der Durchmesser des Ganglions war.

Die Augen von einem Durchmesser von fast 2 mm; sie zeigten noch eine schön ausgeprägte Iris; die Linse war braun, kugelförmig, von einem Durchmesser von ungefähr 0,8 mm. Die Otocysten (Fig. 40) neben dem Aussenrande des vordern Theils der Fussganglien, schrag einander gegenüberliegend, kugelförmig, von etwa 0,37 mm Durchmesser; der leicht in 4 Stücke zerfallende, gelbe Otolith von 0,2 mm Durchmesser. Die Ophthalmophorien sowie die Tentakel sehr musculös (Fig. 41), auf Schnitten nur einige feine Lichtungen von Gefässen zeigend. — Die Fussdrüse nur etwa 2,25 mm lang, mit geringem Drüsengewebe.

Am Vorderende der Schnauze die ziemlich enge, senkrechte Mundspalte. Dicht hinter derselben liegt im dickern Theile der Schnauze der Schlundkopf; längs der Speiseröhre und des Schlundkopfs verläuft jederseits ein mehrköpfiger, starker, von der Gegend des Grundes der Schnauze entspringender Muskel, der sich in mehrere lange Schwänze auflöst, welche sich um die Mundgegend anheften. Der Schlundkopf ist stark, von Eiform, 7,5 mm lang bei einer Breite bis 4,5 und einer Höhe bis 5 mm. Derselbe zeigt etwa in seiner Mitte eine oberflächliche Einschnürung, die an der Unterseite und an den Seiten etwas mehr ausgeprägt ist. Der vordere Theil ist von rundlichem Umriss und etwas schwächtiger. Der hintere zeigt oben eine mediane, länglich-ovale Partie, die sich nach hinten in die Speiseröhre fortsetzt und von den Seiten eine Menge von kurzen Muskelbändern an die Schnauze und die Mundgegend abgibt; die Seitenpartien dieses hintern Theils werden von je einem rundlichen Knoten (Zungenmuskelmasse) gebildet, beide sind unten durch die dicke, sich zwischen ihnen einschiebende Raspelscheide geschieden, welche etwa 3 mm lang bei einer Breite bis 2,5, sich etwas hinaufbiegt und die Fortsetzung der Raspel dunkel durchschimmern lässt. Von der Gegend der Einschnürung am Schlundkopf sowie von seinem Hinterende gehen kurze Muskeln an die Umgegend der Mundspalte. — Innerhalb der Mundspalte findet sich am Vorderende des Schlundkopfes eine Andeutung einer Lippenscheibe, welche durch eine Furche von der Mundhöhle geschieden ist. Unweit hinter der letztgenannten Furche findet sich jederseits eine senkrecht liegende, langliche, etwa 2,5 mm lange, an

der Mitte 0,5 mm breite, oben und unten etwas zugespitzte bräunliche Mandibelplatte (Fig. 43), aus mehrkantigen, senkrecht und schräg stehenden Stäbchen (Fig. 44) zusammengesetzt, die, dicht neben einander gedrängt, eine Höhe bis zu etwa 0,20 mm erreichten bei einem Durchmesser bis ungefähr 0,0055 mm, sie zeigten meistens feine Querlinien. Die Wände der Mundhöhle ziemlich dick; die Höhle ziemlich eng, von der Zunge zum grössten Theil erfüllt. Die Zunge kurz und gross, vorn zusammengedrückt. In der braun-gelben, schillernden Raspel fanden sich 15 Zahnplattenreihen, weiter nach hinten deren 31 entwickelte, 2 halbentwickelte und 3 ganz junge, weiche und farblose; die Gesamtzahl der Zahnplattenreihen also 51. Die Platten waren von horngelber Farbe. Die Breite der vordern medianen Platten betrug 0,43, die der hintern auch nur 0,43 mm. Die Seitenplatten der vordersten drei Reihen sehr beschädigt. Die medianen Platten mit grossem mittlern Dentikel und jederseits 3 kleinern (Fig. 45 a, 46 a). Die Zwischenplatten mit starkem innerm Dentikel und mit 4 kleinern ausserhalb desselben, von welchen der äusserste mit dem Aussenende der Platten verschmilzt (Fig. 45 b, 46 b). Die etwas ungleich grossen Seitenplatten zeigen 5 starke Dentikel (Fig. 47, 48)¹⁾. — Die hübschen, matt sehnenglänzenden, kurz-spatelförmigen, an der obern Seite ein wenig concavirten Zungenknorpel (Fig. 49) 4 mm lang bei einer Breite bis 2,2 und einer Dicke bis 0,41 mm. An ihrem Hinterende hefteten sich längsgehende Muskeln an, sowie an der äusseren Hälfte der untern Seite quergehende. Der Bau der gewöhnliche reticuläre.

Die langen Speicheldrüsen an die Speiseröhre innig angeheftet; die Ausführungsgänge ziemlich kurz.

Die Länge des Rectums von seiner Austrittsstelle aus der Niere bis an den Anus etwa 5,8 cm messend; die Länge der freien Analpapille 4,5 mm.

Die Niere aschgrau. Die ovale (2 mm weite), klaffende Nierenöffnung (in die Kiemenhöhle) sehr auffallend.

Es glückte nicht, die hintern Eingeweide mit dem Hoden aus der Schale herauszubringen. Der Samenleiter in einer Strecke seines Verlaufes unter dem Rectum zu einer Dicke von 3 mm Durchmesser erweitert. Der starke Penis²⁾ ein wenig abgeplattet, am Ende etwas dicker und gleichsam in einen gebogenen, weichen, an beiden Seiten

1) Die Zahnplatten sind wesentlich wie von TROSCHEL (l. c., V. 1, p. 196, tab. 17, fig. 1, 2) dargestellt.

2) QUOY u. GAIMARD (Voy. de l'Ástrolabe, V. 3, 1834, p. 59, tab. 50, fig. 12) haben das Copulationsorgan ziemlich richtig dargestellt.

durch eine ziemlich lange Furche begrenzten weichen Haken (Fig. 38) fortgesetzt, welcher löffelartig ausgehöhlt ist und das auch etwas vortretende Ende des übrigen Penis theilweise umfasst. Längs des hinteren Randes verläuft durch die ganze Länge des Penis eine schmale und tiefe Furche bis an den Grund des Hakens, in der letzten Strecke sind die Lippen der Furche höher und dünner. Es fand sich keine Spur einer villösen oder einer Hakenbewaffnung ¹⁾).

II. *Terebellum* KLEIN.

Die Conchylie, auf welche KLEIN die Gattung *Terebellum* gründete, war schon LINNÉ bekannt, welcher dieselbe erst (Syst. nat., ed. 10, V. 1, 1758, p. 718) als zur Gattung *Conus* (als *C. terebellum*) gehörend, später (Syst. nat., ed. 12, V. 1, pars 2, 1767, p. 1185) als zur Gattung *Bulla* (als *B. terebellum* RUMPH) gehörig hinstellte, wo sie auch GMELIN (Syst. nat., ed. 13, V. 1, pars 6, 1789, p. 3428) liess. Schon vorher hatte KLEIN (Tentamen meth. ostracol., 1753, p. 38, tab. 2, fig. 48, 49) auf diese Form seine Gattung *Terebellum* gegründet, welche von den Conchyliologen und Malakologen seit LAMARCK (1799) allgemein adoptirt worden ist.

Schon RUMPH betrachtete die Terebellen als mit den Stromben zunächst verwandt; LAMARCK stellte sie in die Nähe von *Oliva*, *Cypraea* und *Ancillaria*, während BLAINVILLE sie zwischen *Conus* und *Oliva* unterbrachte. Wegen der Aehnlichkeit der Schalen von seinem *Strombus terebellatus* und *Terebellum* stellte SOWERBY (1822) sie wieder in die Nähe von *Strombus*. Die wahre Stellung von *Terebellum* im System der Prosobranchier konnte selbstverständlich aber erst festgestellt werden, nachdem das Thier bekannt geworden war, wie es durch A. ADAMS u. L. REEVE (Voy. of the Samarang. Moll., 1848, p. 36—37, tab. 9, fig. 6) geschah. Seitdem steht es fest, dass die Terebellen zur Gruppe der Strombiden gehören.

Im Allgemeinen stimmen die Körperverhältnisse von *Terebellum* mit denen von *Strombus* überein. Besondere Tentakel an der Seite der Ophthalmophorien fehlen aber; der Siphon ist noch kürzer als bei den Stromben, und es ist ein suturaler Fortsatz

1) Vielleicht war solche bei dem schlechten Conservirungszustand abgestossen, auch eine Samenrille am Boden der Kiemenhöhle war nicht deutlich.

des (hintern) Mantelgebrämes vorhanden; der vordere Theil des Fusses ist sehr schwach; der Deckel ist wie bei den meisten oder vielen Stromben an dem einen Rand, aber besonders stark, gezähnt. Die Schale ist eigenthümlich, in Form von der der (meisten) Stromben sehr abweichend, glatt, ohne Epidermis; die Spira kurz; die letzte Windung langgestreckt, fast cylindrisch, der Mund der Schale lang, hinten schmal, vorn weiter; der Columellarrand vorn ein wenig vortretend.

Im innern Bau, welcher bisher unbekannt war, scheinen die Terebellen sich wenig von den Stromben zu unterscheiden. Das Geruchsorgan scheint länger zu sein. Die Zungenbewaffnung stimmt so zu sagen vollständig mit der der Stromben und ebenso die Mandibelplatten. Das mächtige Begattungsorgan zeigt auch dieselben Formverhältnisse wie bei jener Gattung, trägt aber eine sehr starke und sehr ausgebreitete Bewaffnung, besonders der Glans, mit dichtstehenden Häkchen.

Die Terebellen scheinen fast ganz wie die Stromben zu hüpfen (CUMING, ADAMS).

Terebellum subulatum (L.).

Taf. 22, Fig. 1—18.

LAMARCK, Hist. nat. des anim. s. vert., 2. éd., V. 10, 1844, p. 583.

Von dieser schönen¹⁾ Form habe ich zwei Individuen untersuchen können, von SEMPER bei Bohol gefischt und mir von Herrn Prof. SELENKA überlassen.

Die Schale der zwei in Alkohol aufbewahrten männlichen Individuen mass an Länge 3,5—3,8 cm bei einer Breite bis 9—10 mm; die Dicke der Schale bis 0,6 mm betragend. Der Deckel fehlte bei beiden Individuen²⁾.

Die Farbe des Unterkörpers war hell graulich-weiss; durch die obere Wand der weiten Kiemenhöhle schimmerte sehr deutlich das gelb-weiße Schleimorgan, ferner das Rectum, die Kieme und das Ge-

1) Auf den Südsee-Inseln werden sie als Ohrschmuck verwendet. Vgl. SCHMELTZ, Schnecken u. Muscheln im Leben d. Völker Indonesiens u. Oceaniens, 1894, p. 26.

2) H. und A. ADAMS (The genera of recent moll., V. 1, 1858, p. 263, tab. 27, fig. 4a, 4b) haben den zugespitzten Deckel mit seinen zwei langen spitzen Dentikeln abgebildet.

ruchsorgan hindurch. — ADAMS hat einige Notizen über die Farbzeichnung des lebenden Thieres geliefert.

Das vordere Stück des Fusses kurz (3 mm lang), dünn, in der Mitte eingekerbt, ohne deutliche Randfurche. Das hintere Stück länger (10 mm lang), zusammengedrückt (7 mm hoch); die Deckelfacette länglich, 4 mm lang, wenigstens an der einen Seite mit wellenförmig gebogenem, dünnem Rande.

Die cylindrische oder wenig zugespitzte Schnauze 10 mm lang bei einem Durchmesser von 2 mm. Die Ophthalmophorien bei dem einen Individuum 7, bei dem andern 12 mm lang bei einem Durchmesser von respective 1,25 und 0,6 mm; bei dem Individuum mit schlaffen Ophthalmophorien waren sie von gleicher Länge, bei dem andern das rechte kürzer mit viel kleinerm Auge¹⁾; sie waren fast cylindrisch, das oculare Ende mitunter etwas geschwollen. Der weit nach hinten entspringende, quer durch den hintern Theil der Kiemenhöhle hineingeschlagene Penis 15—17 mm lang bei einer Breite bis 2 und 4 mm²⁾.

Das Mantelgebräme etwa 1 mm breit; vorn ein kurzer (kaum 2 mm langer), breiter Siphon. Ganz hinten, am Ende der Kiemenpalte, ist die obere mit der untern Wand derselben durch eine Commissur verbunden, von deren Vorderrand die cylindrische Analpapille 2,5 mm frei hervortritt (Fig. 3 b); am Grunde derselben finden sich vielleicht (Fig. 3) zwei feine Oeffnungen (für eine Analdrüse?). Hinter dem Vorderrand der Commissur findet sich eine längliche Vertiefung, von deren Hinterende drei (Fig. 3 c) Fäden ausgehen, von welchen der längste wenigstens 10 mm lang war³⁾. Die Kiemenhöhle ist (wie die letzte Windung der Schale) sehr (20—25 mm) lang. An der obern Wand findet sich rechts das eigenthümliche, stark entwickelte, gelbweisse, von tiefen Längsfurchen und (besonders hinten) von feinen Querfurchen durchzogene Schleimorgan, mit geradem hintern und stark convexem vordern Rand (Fig. 2 a); in die Quere mass dasselbe 6,75—7 mm bei einer Länge (von vorn nach hinten) von 2,5—7 und einer Dicke von 1,2—1,5 mm⁴⁾. Hinter demselben erstreckte sich

1) ADAMS zu Folge (l. c. V. 1, p. 263) soll das eine Ophthalmophor überhaupt länger als das andere sein.

2) Die im Folgenden angegebenen Maasse betreffen das grössere der untersuchten Individuen.

3) Dieselben werden wohl den „dünnen Fäden“ darstellen, der nach ADAMS (l. c. p. 262) in die Sutura der Schalenwindungen eingelagert ist.

4) Aehnlich wie oben ist das Organ auch von F. BERNARD (l. c. p. 335) erwähnt.

ein von oberflächlichen Furchen netzartig durchzogenes Organ von der Farbe des Schleimorgans, von welchem es vielleicht (Fig. 2 *a*) nur ein Theil war, vielleicht auch eine besondere (Anal-)Drüse darstellte, welche sich vielleicht durch die erwähnten Oeffnungen am Grund der Analpapille entleert (Fig. 3). Etwas vom Hinterende der Kiemenhöhle entfernt verläuft, an der obern Wand der Höhle befestigt, das Rectum, welches dann nach hinten biegt und schräg über die Unterfläche des Schleimorgans an die Analpapille verläuft. Ganz links zeigt sich sehr deutlich an der Hinterwand der Kiemenhöhle die querovale Nierenspalte. Vor dem Schleimorgan und dem Rectum verläuft schräg die an beiden Enden etwas nach vorn gebogene grosse Kieme (Fig. 2 *b*), die eine Länge von etwa 13—15 mm bei einer Länge der Blätter bis 2,5 mm hatte; nur die Spitze der Blätter war frei. Das sehr lange, ganz eigene Geruchsorgan fängt etwa an der Mitte der Länge der Kieme oder weiter links an (Fig. 2 *b*), folgt derselben nach links bis über ihr Ende (unterhalb des Pericardiums, Fig. 2 *c*), macht dann eine starke Biegung nach rechts und verläuft dann etwas geschlängelt nach vorn bis an den Grund des kurzen Siphos (Fig. 2 *d*)¹). In der ersten und in der letzten Strecke ist das Organ dünn, von einem Durchmesser von 0,25—0,5 mm, nimmt aber von beiden Enden allmählich bis zu einem Durchmesser von 2 mm zu; es zeigt den gewöhnlichen pinnaten Bau (Fig. 4). Der vom Geruchsorgan umschriebene Raum ist eben, faltenlos (Fig. 2). Durch die untere Wand der Kiemenhöhle, die obere Wand der untern Körperhöhle, schimmert undeutlich die schräge, nach links und hinten verlaufende Speiseröhre hindurch; mit derselben verlief parallel mehr links die Aorta anterior. Von dem hintern Ende der Kiemenhöhle verläuft schräg nach vorn und rechts bis an den Grund des Penis die Samenrille (Fig. 3 *c*), welche sich in die Furche des Begattungsorgans fortsetzt. Ausserhalb dieser Rille, da wo die obere Wand der Kiemenhöhle in die untere umschlägt, ragt die Analpapille hervor (Fig. 3 *b*).

Hinter dem Rectum und der Kieme schimmert noch das an der obern Wand der Kiemenhöhle befestigte Vorderende der Niere hindurch, ferner ganz links das Pericardium und die dunkle Vorderleber.

Der Columellarmuskel lang und stark, löffelförmig endigend. Die Eingeweide weit hinaufsteigend, mit einem dünnen Faden endigend

¹ Aehnlich ist auch der Verlauf des Organs von F. BERNARD (l. c. 1890, p. 195) angedeutet.

(Fig. 8 a), die allerletzten feinsten Windungen der Schale leer oder theilweise kalkig gefüllt.

Das Centralnervensystem wie bei andern Strombiden weit vom Schlundkopf in dem vordersten Theil der schmalen untern Körperhöhle liegend, von weisslicher Farbe und sonst die bei andern Strombiden vorkommenden Verhältnisse zeigend (Taf. 22, Fig. 1). Die cerebro-pleuralen Ganglien auch etwas links und die pedalen etwas rechts verschoben. Die in der Mitte etwas eingeschnürten cerebro-pleuralen Ganglien (Fig. 1 a) dicht an einander liegend; die cerebro- und pleuro-pedalen Connective ziemlich lang. Das suprainestinale Ganglion (Fig. 1 c) nicht viel kleiner als das pleurale; das subintestinale (Fig. 1 d) fast so gross wie das suprainestinale. Die pedalen Ganglien (Fig. 1 b) grösser als die cerebro-pleuralen. Die cerebro-buccalen Connective sehr lang, die buccale Commissur nicht kurz (Fig. 1 e). Die visceralen Ganglien wurden bei der geringen Grösse der Thiere nicht gesehen.

Die Augen wie bei *Strombus* mit schöner Iris und einer kugelförmigen, braungelben Linse von einem Durchmesser von 0,25 mm. Die Otcysten dicht vor den pedalen Ganglien liegend (Fig. 1 ff), von etwa 0,27 mm Durchmesser, mit einem runden, dunkelgelben Otolith von einem Durchmesser von 0,16 mm. Im vordern Fusstück keine mediane Drüse. Der Bau des Geruchsorgans schien der gewöhnliche.

An der Unterseite der Schnauze eine ausgeprägte mediane Längsfurche. Dicht hinter der senkrechten Mundspalte fand sich der durch die Schnauze schwach grau durchschimmernde Schlundkopf, von der bei den Strombiden gewöhnlichen Form, mit äusserer Andeutung einer Theilung in zwei Abtheilungen. Die Länge des Schlundkopfes 1 mm bei einer Höhe und Breite von 0,75; die Raspelscheide hinten und unten etwas vortretend. Dicht innerhalb des Vorderendes jederseits die schwach gelbliche Mandibelplatte von einer Länge von ungefähr 0,64 mm bei einer Breite von etwa 0,10; die dieselben zusammensetzenden, schön Quincunx-artig geordneten Elemente (Fig. 9) von ungefähr 0,065 mm Höhe bei einer Breite von 0,007, spitz endigend (Fig. 10). Die Zunge ziemlich kurz und breit; in der Raspel 13—14 Zahnplattenreihen, von welchen aber die 2—3 ersten incomplet, auf die Seitenplatten reducirt; weiter nach hinten, unter dem Raspeldache und in der Raspelscheide, noch 20 und 17 entwickelte, 2 halb entwickelte und 2 ganz junge Reihen; die Gesamtzahl der Reihen somit 37 und 35. Die Platten waren gelblich; die Breite der medianen ganz vorn und ganz hinten 0,09 mm, die der Zwischenplatten 0,14 mm.

Die Formverhältnisse der Platten wie bei den Stromben; die medianen (Fig. 11 *a*, 12) jederseits mit 3—4 Dentikeln, die Zwischenplatten auch mit 3—4 (Fig. 11 *b*, 13) und die Aussenplatten mit 5—6 (Fig. 11 *c d*, 14) Dentikeln. Die Zungenknorpel wie bei *Strombus*.

Die dünnen, weisslichen, etwas knotigen, langen Speicheldrüsen sind an die Speiseröhre angeheftet und begleiten dieselbe bis an die Leber.

Die lange, dünne Speiseröhre von einem Durchmesser von 1—1,3 mm bei einer Länge von etwa 13; sie verlässt die untere Eingeweidehöhle, biegt sich nach hinten und begleitet den linken Rand der Vorderleber (Fig. 7 *a*), verläuft längs des linken (untern) Randes der tiefen Leberkluft und geht in den Magen über. Die ganze Strecke zeigte feine Längsfältchen. Der Magen (Fig. 7) langgestreckt, etwa 5,25 mm lang bei einer Breite bis volle 2,25; er zeigte starke Längsfalten und eine noch stärkere federförmige; es schienen drei grössere Gallenöffnungen vorhanden zu sein, eine vorn, eine unterhalb der Mitte der Länge und eine ganz hinten. Es konnte keine Spur eines Krystallstieles nachgewiesen werden. Vom untern Ende entspringt der Darm, welcher (Fig. 7 *b*) in die Nierenhöhle eintritt, eine kleine Schlinge bildet, längs des rechten Randes und der Hinterwand der Nierenhöhle verläuft, dieselbe hinten verlässt, schräg nach vorn geht und, in die Kiemenhöhle eintretend, weiter nach rechts an die Analpapille verläuft. — Der Inhalt der Verdauungshöhle war eine unbestimmbare thierische und pflanzliche Masse, mit feinsten Sand- und Kalkpartikeln, mit Foraminiferen und Diatomeen vermischt.

Die untere, die Vorderleber (Fig. 7 *a*) länglich, 5 mm lang bei einer Breite von 2; links (unten) an den *M. columellaris* geheftet; sich in die längs des linken (untern) Randes verlaufende Fortsetzung der Speiseröhre öffnend. Die Hauptleber von derselben Farbe wie die vorige, bei dem einen Individuum schmutzig grünlich-gelb, bei dem andern schwarz-braun. Sie fängt ziemlich dünn (Fig. 8) am untern Theil der vorletzten oder drittletzten Windung der obern Eingeweidemasse an, steigt, immer breiter werdend, bis an den Anfang der letzten Windung hinab, wo sie eine Breite (von vorn nach hinten) von 4 mm hatte. Hier gabelt sich die Leber und umfasst von beiden Seiten den Magen und die Fortsetzung der Speiseröhre (Fig. 7); der obere Ast ist länger und stärker, unten etwas (bis zu einer Dicke von 4 mm) angeschwollen; der untere ist kürzer, mehr zugespitzt. Die Oberfläche der Leber ist eben, nur ganz oberflächliche Furchen zeigend.

Das Pericardium rundlich-dreieckig (Fig. 2 *e*); neben der Vorkammer der feine Nierenporus. Die Herzkammer 1 mm lang.

Die Niere weisslich, längs des rechten Randes (Fig. 7 *e*) des rechten (obern) Beines der Hauptleber aufsteigend; unten etwa 3,5, sonst meistens 2 mm breit, hinten etwas verschmälert. Die Höhle derselben ziemlich weit; unten die branchiale Oeffnung; die vordere Wand dicker, den gewöhnlichen schön baumartig- und pennat-reticulären Bau zeigend. Längs der dünnen hintern Wand verläuft der Darm. An der Niere konnten weder innerlich noch äusserlich zwei Abtheilungen unterschieden werden. Dagegen fand sich unten, längs des obern Randes des Pericardiums, eine etwas gesonderte Partie, vielleicht eine Nebenniere.

Der (schwach gelblich-)weisse Hoden bildet allein die ersten Windungen der obern Eingeweidemasse und verlängert sich in einen dünnen (Fig. 8 *a*), aus einer von Faserzügen durchzogenen Zellenmasse zusammengesetzten Faden. Der Hoden setzt sich dann, an Höhe allmählich (bis zu 3 mm) zunehmend, bis in die Gegend jenseits der Bifurcation der Leber und des hintern Endes der Niere (Fig. 7) fort; der obere Rand der Windungen des Hodens ist scharf, der untere dünn, den Rand der den Hoden begleitenden Hauptleber ein wenig deckend (Fig. 7 *c*, 8). Die Flächen des Organs sind eben, die innere (columellare) von oben nach unten streifig und unter der Lupe schon den Bau desselben deutlich zeigend. Der Hoden besteht nämlich aus hohen, durch die ganze Höhe desselben sich erstreckenden, also auf die Spiralrichtung senkrecht stehenden, meistens ungetheilten oder einfach-gabligen Follikeln (Fig. 5), die leicht knotig sind und am untern Rande sich mit einander verbinden. In den Lappchen dieser Follikel Massen von spermatogenen Zellen und von gewöhnlichen Zoospermien, dagegen wurden die erst von Brock bei den Strombiden gesehenen „wurmformigen Samenkörper“ nicht nachgewiesen. Dagegen fanden sich in ziemlicher Menge gelbe und roth-gelbe, einfache oder mehrkernige Zellen oft mit concentrisch geschichteter Wand und von einem Durchmesser bis ungefähr 0,04 mm (Fig. 6). Das Ende des Hodens setzt sich an der Hinterseite in die (Fig. 7 *f*) lange Samenleitermasse fort. Dieselbe ist mit dem einen Rande an dem kurzen untern Schenkel der Hauptleber innig befestigt, dessen vorderes Ende sie etwas überragt; der andere Rand ist frei. Diese gelbe Masse hatte eine Länge von 9,5 mm bei einer Breite hinten (doch nicht nach der Krümmung gemessen) von 4 mm; nach vorn war sie etwas verschmälert. Sie besteht aus sehr zahlreichen, dicht an einander liegenden und innig

an einander gehefteten quergehenden Windungen. Aus dem untersten Ende geht ein dünner Gang hervor (Fig. 7), welcher sich rechts wendet und unterhalb der Speiseröhre und des Darmes an dem Hinterende der Kiemenhöhle verläuft und sich da dem Anfang der Samenrille anschliesst, welche sich am Grund der Furche des Begattungsorgans fortsetzt. In den Windungen des Samenleiters fanden sich Massen von Samenfadendübeln, ausserdem Körperchen, die etwa an eine von BROCK (l. c. p. 618, fig. 5 c) gelieferte Figur erinnerten. Der gebogene Penis (Fig. 15) ist dem von *Strombus* ziemlich ähnlich, vielleicht noch kräftiger. Am Grunde etwas dicker, wird das Organ dann dünner, um gegen das Ende wieder etwas anzuschwellen (Fig. 16), wo es sich gabelt, der eine Ast ist kürzer, der andere länger oder ebenso (bis 6 mm) lang; längs des Hinterrandes vom Grund ab verläuft eine sehr ausgeprägte Furche, welche sich bis über den Anfang des kurzen Astes fortsetzt; der längere Ast ist in seiner äussern Hälfte abgeplattet, quergefurcht, in der übrigen Strecke zeigt derselbe auch eine starke Furche, beide Furchen sind von einander geschieden (Fig. 15, 16). Fast die äusserste Hälfte des Körpers des Penis sowie der untere Theil des kürzern Astes des Endes desselben sind mit dichtstehenden, meistens in Quincunx geordneten Häkchen versehen (Fig. 17, 18), denen so vieler Nudibranchier (besonders cryptobranchiater Dorididen) ähnlich. Die lange Furche ist mit Ausnahme des untersten Theils mit ähnlichen Häkchen ausgestattet und dieselben meistens etwas plumper (Fig. 17) als die an den Seiten des Penis. Die kürzere obere Furche ist nur an den Rändern mit einer oder einem Paar von Dornenreihen ausgestattet. Die Dornen von gewöhnlichem Bau, aus einer kleinen gewölbten Platte bestehend, von welcher sich der gebogene Haken erhebt, die Breite der Platte bis etwa 0,25 mm, die Höhe des Hakens auch 0,25 mm; die Farbe der Dornen hellgelb.

Erklärung der Abbildungen.

Die meisten Figuren sind mit Camera und bei der angegebenen Vergrößerung gezeichnet.

Tafel 22.

Terebellum subulatum (L.).

Fig. 1. Das Centralnervensystem, von oben, mit Cam. gezeichnet (Vergr. 55); *a* Ganglia cerebro-pleuralia, *b* G. pedalia; *c* Ganglion suprainestinal, *d* G. subintestinal; *e* Ganglia buccalia, *ff* Otocysten.

Fig. 2. *a* Schleimorgan, *b* Kieme, *ccc* Geruchsorgan (SPENGL), *d* kurze Athemröhre, *e* Pericardium mit Herz.

Fig. 3. *a* zurückgeschlagene obere Wand der Kiemenhöhle, *b* Analpapille, *c* Samenrille, *d* Grund des Begattungsorgans, *e* suturale Faden.

Fig. 4. Vom dünnern Theile des Geruchsorgans (Vergr. 100).

Fig. 5. Hodenlappen aus dem hintersten Theil des Organs (Vergr. 55).

Fig. 6. Farbige Zellen aus dem Hodenlappen (Vergr. 350).

Fig. 7. *a* Speiseröhre, längs der Vorderleber verlaufend, *b* Darm, *c* Hoden, *d* Hauptleber, *e* Niere, *f* Samenleiter.

Fig. 8. Hinterster Theil der obern Eingeweidemasse (Hoden, Hauptleber), *a* Endfaden.

Fig. 9. Stück der Mandibelplatte (350 X).

Fig. 10. Elemente derselben (750 X).

Fig. 11. Stück der medianen und rechten Partie der Raspel von oben; *a* mediane Platten, *b* Zwischenplatten, *cd* die Seitenplatten (350 X).

Fig. 12. Mediane Platte, von hinten (350 X).

Fig. 13. Zwischenplatte, von hinten (350 X).

Fig. 14. Innere Seitenplatte, von vorn (350 X).

Fig. 15. Begattungsorgan, von der Seite.

Fig. 16. Ende eines solchen, von einem andern Individuum.

Fig. 17. Stück der hakenbesetzten Partie der Furche (100 X).

Fig. 18. Hakenbesetzte Partie des Randes der Furche (100 X).

Strombus urceus L.

- Fig. 19. Deckel, von der Hinterseite ($\frac{2}{1}$).
 Fig. 20. Derselbe, von der angehefteten Vorderseite ($\frac{2}{1}$).
 Fig. 21. Rechte Mandibel, von der freien Fläche (100 \times).
 Fig. 22. Vom hintersten Theile derselben (350 \times).
 Fig. 23. Vom vordersten Theile derselben (350 \times).
 Fig. 24. Zwei Seitenplatten, von vorn (200 \times).
 Fig. 25. Eine Seitenplatte, vom Rande (200 \times).

Strombus gigas L.

- Fig. 26. Mediane Zahnplatte, von hinten (100 \times).
 Fig. 27. Zwischenzahnplatten, von vorn (100 \times).
 Fig. 28. Aehnliche, von hinten (100 \times).
 Fig. 29. Grosse Seitenplatte, schräg von hinten (100 \times).
 Fig. 30. Seitenzahnplatte, von der Seite (100 \times).

Tafel 23.

Strombus urceus L.

Fig. 31. Centralnervensystem, mit Cam. gezeichnet und dann reducirt; *a* cerebro-pleurale Ganglien, *b* pedale Ganglien, vor denselben die Otocysten mit den Nn. acustici; *c* supraintestinales, *d* subintestinales Ganglion; *e* viscerale Ganglien.

- Fig. 32. Basalplatte einer medianen Platte, von unten (350 \times).
 Fig. 33. Mediane Platte, von vorn (350 \times).
 Fig. 34. Mediane Platte, von hinten (350 \times).
 Fig. 35. Zwischenplatte, von hinten (350 \times).
 Fig. 36. Unregelmässige Zwischenplatte, von hinten (100 \times).

Strombus millepeda L.

- Fig. 37. Kopf mit Schnauze und Ophthalmophorien.
 Fig. 38. Begattungsorgan.
 Fig. 39. Vorderende *a* der Kieme und *b* des Geruchsorgans.
 Fig. 40. Otocyste (100 \times).
 Fig. 41. Durchschnitt des Ophthalmophors.
 Fig. 42. Stück des Geruchsorgans (55 \times).
 Fig. 43. Rechte Mandibelplatte, von der Innenseite (55 \times).
 Fig. 44. Elemente derselben (350 \times).
 Fig. 45. Stück des mittlern Theils der Raspel, von vorn (100);
a mediane, *b* Zwischenplatten.
 Fig. 46. Aehnliches, von hinten (100 \times); *a* und *b* wie oben.
 Fig. 47. Aeusserste Seitenplatte (100 \times).
 Fig. 48. Zwei innerste Seitenplatten (100 \times).
 Fig. 49. Zungenknorpel.

Strombus gibbus (MART.).

- Fig. 50. Deckel, von der Hinterseite ($\frac{2}{1}$).
 Fig. 51. Derselbe, von der Vorderseite ($\frac{2}{1}$).
 Fig. 52. Mediane Zahnplatte, von hinten (350 \times).
 Fig. 53. Zwischenplatte, von hinten (350 \times).

Strombus gigas L.

- Fig. 54. Von einem weiblichen Individuum. *a* Rectum, *a'* Analpapille, *b* hinterer Theil des Schleimorgans; *c* verdeckte, *d* offene Eierille, *e* spiralig gewundener Gang, *f* ?
 Fig. 55. Krystallstiel, *a* angehefteter, *b* freier Theil,
 Fig. 56. Wurmformiger Samenkörper, von der Rückenseite.
 Fig. 57. Aehnlicher, von der Seite.
 Fig. 58. Ende des Begattungsorgans: *a* Stiel, *b* löffelartiger Theil, *c* Oeffnung der Samenrille.
 Fig. 59. Villi des Endes der Samenrille (55 \times).

Nachdruck verboten.
Uebersetzungsrecht vorbehalten.

The Oral Cirri of Siluroids and the Origin of the Head in Vertebrates.

By

H. B. Pollard, Owens College, Manchester.

With Plates 24—25.

Contents.

Introduction.

Technique.

On the occurrence of oral cirri.

Descriptive part:

Models of *Auchenaspis*, *Silurus*, *Trichomycterus* and *Callichthys*.

Sensory tentacular nerves of *Auchenaspis*, *Trichomycterus*, *Callichthys* and *Myxine*.

Comparative part:

Nasal tentacle and nerve supply.

Premaxillary tentacle and nerve supply.

Maxillary and coronoid tentacles.

Origin of the cranium.

Labials and nerve supply.

Mental tentacle and extramental.

Submandibular tentacle.

The Meckelian cartilage.

Other parts of the head.

Histology.

Reversion and larval forms.

Zoological position of Siluroids.

Introduction.

Nearly four years ago, I found in the cellar of the Anatomical Buildings at Freiburg i./B. a number of Siluroids, which Prof. WIEDERSHEIM openhandedly placed at my disposal, and I then began my study

of the head in this group. Being however engaged on *Polypterus*, I did not actively investigate their anatomy till October 1891. After Christmas of that year Prof. WIEDERSHEIM procured for me more material, through the kindness of Dr. GÜNTHER of the British Museum, and Prof. MÖBIUS of Berlin, and I wrote a short paper on their lateral line system, though I also investigated other parts of their anatomy. Proceeding then to the Zoological Station at Naples, to occupy the Oxford University table, my work on this group was again interrupted, since I wished to make use of opportunities of studying the development of the head in fish. At Naples however I also dissected quite a number of the more uncommon Selachii and Teleostei, and came to the conclusion that very little information could be gained, as to the ancestral history of the head, from a study of its development.

Before leaving the Zoological Station I made the wax plates for a model of *Silurus glanis* from a valuable series of sections, which Prof. DOHRN, knowing how widely my views differed from his, with generous magnanimity handed to me for examination.

On my return to England I continued the present work at University College, London, where Prof. WELDON supplied me with some specimens of *Myxine*. My study has been completed as BERKELEY Fellow of the Owens College, Manchester. I am also greatly indebted to the Governing Body of my Oxford College, Ch. Ch., which renewed a research scholarship. To the late Prof. MILNES MARSHALL I owe a specimen of *Protopterus*, and to Mr. HOYLE, Keeper of the Manchester Museum, the opportunity of making a preparation of *Ceratodus*. In various museums I have taken every opportunity of studying fish, both recent and fossil.

The wax models described in this paper were made from the following species:

Auchenaspis biscutatus GEOFFR., Cameroons.

Trichomycterus tenuis (*Pygidium tenue*) WEYENBERGH, Sierra de Cordoba.

Callichthys paleatus JENYNS, Porto Alegre.

Silurus glanis.

A small specimen of *Chaetostomus guairensis* STEIND., Caracas, was unfitted for modelling.

Technique.

The models have been made after the wellknown method of BORN, but with certain additions to the technique. The heads of the small fish were decalcified in picric acid, stained with alum carmine, and subsequently with bleu de Lyon. Camera drawings were made on ordinary tracing paper and then rolled in with the wax to make the plates. I used the cheap impure wax with a low melting point of the kind used, I am told, by printers. A large rectangular museum bottle proved the best table on which to cut out the plates.

After reaching a certain size the models became extremely difficult to handle and it was necessary to find some method of strengthening them. I decided to electroplate them. The parts were wired together and then brushed with a suitable kind of blacklead. Then by applying in the copper sulphate bath, a current up to 5 or 10 ampères, according to the size of the model, a deposit of copper of sufficient solidity was formed in a few hours.

Subsequently they were painted and photographed. For opportunity of carrying out these operations I am indebted to the Physical Department of the Owens College.

By subsequent calculation I find that the models are an appreciable fraction too long in comparison with the breadth, but that does not detract to any great extent from their value. The wax plates must be made considerably thinner than the calculated thickness, but how much thinner depends on the "personal equation".

On the occurrence of oral cirri.

Oral cirri, barbels, barbules or tentacles occur in many fish, and form one of the characters diagnostic of the Siluroids (*Nematognathi*), in which they occur throughout, with the apparent exception of *Plecostomus*. Much information on them can be gained from systematic works, especially from GÜNTHER'S Catalogue of Fishes, where the subject is treated from the systematist's point of view.

True barbels do not grow out indefinitely, but only with certain morphological relationships, and the maximum number in the Craniata is 6, or perhaps 7 pairs, which I term nasal, premaxillary, maxillary, coronoid, mental (and extramental) and submandibular.

I attempted to draw up a list showing the occurrence of the individual tentacles, but had to relinquish it from lack of morphologically precise observations. These tentacles may be bifid and perhaps completely split, or fringed, but nevertheless all processes from

the skin round the mouth e. g. those of *Plecostomus* may not be considered proper tentacles, though they may in a remote way have been connected with tentacles. Such skin processes may be compared with the fringe round a lamprey's mouth.

Tentacles occur in Cyprinoids, and especially in *Cobitidae*, where they attain an equal development with the Siluroids. They appear also in *Gadidae* and other fish. *Motella tricirrata* and *Mullus barbatus* are familiar examples. Again they are found in Sturgeons, as the barbels under the snout, and in the larva of an Amphibian, *Dactylethra* (*Xenopus*).

Below the fish they appear in Myxinoids, and as I maintain, in the well-known form of the oral cirri of *Amphioxus*.

A typical tentacle should consist of the following parts: 1) a skeletal axis connected with a root piece, the axis being accompanied by 2) sensory nerves, which supply tactile organs in the skin, and worked by 3) muscles belonging to a special system and not homologous with the metameric body muscles, the 4) motor nerve supply being from nerves which have been shown to arise from the lateral cornu of the central nervous system, and to proceed out with the sensory nerves.

Descriptive Part.

Model of *Auchenaspis* (Figs. 1, 2, 8).

The head of a specimen, 5 cm in length, was cut in sections 30 μ thick. Every second section was drawn with a camera with a magnification of 28 (ZEISS Oc. 2, Obj. aa, height above table of drawing 19 cm). Thickness of wax plates 1,35 mm.

Model 23 cm long (or a little over 9 inches) by 20 cm broad.

The head as far as reconstructed was about the size of a hazel nut. The specimen was no doubt a young one. The replacement of cartilage by bone has not occurred to any great extent. The head was not modelled further posteriorly than the anterior semicircular canal.

The anterior semicircular canal is enclosed in cartilage, which does not however extend up as a tegmen cranii, nor is it prolonged downwards to form the floor of the cranial cavity, and there is no appearance of resorption of cartilage, to indicate that at an earlier ontogenetic stage it extended further. A pterotic ridge is present, better developed in its posterior than in its anterior part, and it bears the moderately long articulation for the hyomandibular. The

articulation is a very flat one, showing that there can be little movement of the hyomandibular on it.

In the cranial floor, two blocks of cartilage occur, at the level of the anterior semicircular canal. The cartilage of the auditory region is continued forwards as the wall of the orbital region, a bay in front of the anterior semicircular canal indicating where the facial and trigeminal nerves pass out. Slightly further forwards about the middle of the orbital region, the epiphysial bar (*Eph*) passes across the supra-cranial fontanelle, and somewhat further forward, there is a large open space in the cartilaginous wall. This is filled up by thin bone and does not transmit nerves or blood vessels. Below this a cartilaginous projection, directed backwards at each side of the pituitary body, forms a partial floor to the brain in this region. It leaves a deep notch below the orbital wall, filled up however by thin bone.

Where the orbital joins the ethmoid region, a slit-like preorbital canal (*Pr. orb. c.*) can be seen. It transmits a vein and the Ophthalmicus superficialis, VII. The nerve runs in a foramen of the cartilage on the right side of the drawing, the opening being seen from the front, on the preorbital process. On the left side of the figure, a notch corresponds to this foramen, the cartilage being partly replaced by bone.

The preorbital process is well developed, but not of great vertical extent.

An extraordinarily well developed rostrum is present, triangular in section in its anterior part, the upper angle truncated in the posterior sections. This rostrum extends far back posteriorly, as a thick cartilaginous septum between the olfactory nerves and lobes of each side, and from this septum a roof extends to the orbital wall and preorbital process, so that the olfactory nerves and lobes lie in long tunnels of cartilage, except where this is replaced irregularly, above and below, by thin bone. In the model these replacements appear as asymmetrical open spaces on each side of the rostral region.

The anterior narrower portion of the brain case, that is, from the epiphysial bar forwards, is drawn out to a remarkable length, as indeed are all the structures of the anterior part of the head. The hyomandibular cartilage (*H. M.*) is triangular in form, the lower angle being produced into a strong process, which bears the operculum without the intermediation of an opercular cartilage. An extensive but thin block of cartilage (*Qu*) remains in the symplectic and quadrate region, and sends inwards and forwards a short pterygoid process.

The cartilaginous terminal portions of the prepalatine piece (*Pre-pal.*) are shown in the figures, the part round about the articulation with the preorbital process being replaced by bone. The prepalatine cartilage reaches almost to the tip of the snout. A small round block (*m. v. s.*) between the ends of the prepalatine cartilages in the model represents, in a very diagrammatic fashion, the premaxillary piece and rudimentary median support of the velum.

The Meckelian cartilage (*Mck*) has an inverted T-shape, the arms of the T being long. The posterior arm does not reach the quadrate, the quadrato-mandibular articulation being formed by bone. The upper process is the coronoid process (*Proc. cor.*) which bears the long and large procartilaginous coronoid piece (*Cor. p.*), which is continued into a tentacle combining characters of maxillary and coronoid tentacle (*Mx. t.*), in that it is continuous with the coronoid piece, and also supported by the maxilla, which is attached to the end of the prepalatine cartilage. The tentacle is directed outwards and backwards. The anterior arm of the Meckelian cartilage is the mento-meckelian process (*M. mck.*), which is very far from reaching its fellow of the opposite side. I am inclined to think that it has not, at an earlier ontogenetic stage, extended further.

In the fleshy lower lip, there is a huge block of procartilage¹⁾ (*Ment. p.*), with a projection directed posteriorly, while medially and somewhat below this block may be seen on each side the mental tentacle (*Ment. t.*), which is actually supported by a lamina of procartilage, lying superficially below the dentary bone. This supporting lamina is of considerable extent.

A submandibular tentacle (*Subm. t.*) lies below the coronoid process, also with a superficial supporting lamina of procartilage.

A stylohyal (*Sty. hy.*) bears the ceratohyal (*Hy.*) which is massive posteriorly. The thickened anterior end bears a hypohyal piece.

Model of *Silurus* (Figs. 3, 4).

Sections 15 μ thick. Every 3rd section drawn, with magnification 28 (ZEISS Oc. 2, Obj. aa). Height of drawing above table 19 cm. Wax plates 1 mm thick. Model, reconstructed as far as middle of horizontal semicircular canal (on one side), 11 cm long and 15 broad.

The drawings for this model were taken from sections belonging to Prof. DOHRN, which he kindly allowed me to use. The cartilage was at its maximum development, no replacement by bone having occurred.

1) Better termed Extramental.

The skull wall, in the auditory region, is not completed on the internal aspect, but on the contrary a large fenestra is left, as is the rule in Teleostei. The cartilage of the side wall of the cranial cavity only extends back so far as to separate the anterior semi-circular canal from the brain, while above, in the same region, a cartilaginous roof extends towards the middle line very slightly beyond the level of the membranous labyrinth. The pterotic ridge, which is on a level with the external semicircular canal, is not specially strongly developed. Below the pterotic ridge is the articulation for the hyomandibular, which is a long narrow articulation, situated at an angle of 30° to the median axis. From the pterotic ridge, the floor of the auditory capsule slopes, at an angle of 30° with the horizontal plane, to the basicranial region where it is continuous across the middle line, behind the large pituitary fontanelle.

As is well known, an interorbital septum is never formed in Siluroids, and at this young stage the orbital walls are very wide apart. The upper portion of the orbital wall (PARKER'S supraorbital band) is a forward prolongation of the auditory capsule, and is triangular in section for some distance, the pterotic ridge being also continued forwards. The pterotic ridge can in fact be traced on to the ant-orbital process. In front of, and partly below the auditory region, is a great foramen in the skull wall, through which many of the cranial nerves pass out, all from the optic to the facial. This is partly filled, in the adult, by the so-called prootic. The floor of the cranial cavity is continuous cartilage, except for the large pituitary fontanelle, but, between this foramen and the pituitary fontanelle, the cartilage is much reduced in breadth and thickness. The skull wall in the anterior half of the orbital region is complete and passes into the ethmoid region. At its anterior limit there is a foramen, the *Canalis praeorbitalis* (*Pr. orb. c.*). At the junction of the orbital and ethmoidal regions the epiphysial bar (*Eph*) passes across the supra-cranial fontanelle, thus dividing the latter into pre- and post-epiphysial portions.

The side wall of the skull is produced into a large vertical ant-orbital process, separating the nasal and orbital cavities, and the cranium is almost as wide in this region as in the auditory region. At its anterolateral extremity, the antorbital process has an articulation for the prepalatine piece (*Prepal.*). The nasal cavities are wide apart, the rostral portion of the chondrocranium being very broad. The olfactory lobes and nerves lie, as it were, in two short

tunnels, being separated by a thick internasal septum and roofed over by the bridge of cartilage, which extends from the anterosuperior orbital region to the rostral region. Between the antorbital process and the base of the rostral region lies the extensive floor of the nasal cavity. The shape of the rostral region is best shown by the figure (Fig. 3).

The hyomandibular (*H.M.*) articulates, as above mentioned, with the pterotic region of the auditory capsule. Its upper portion is in the form of an inverted triangle, the articulation being the base of the triangle. At the apex of this triangular part there is a notch in front for the hyomandibular nerve, while behind is attached the opercular cartilage which bears the operculum.

From this level the hyomandibular cartilage broadens downwards and forwards to the quadrate and symplectic regions. At the posterior ventral angle, that is in the symplectic region, is attached the stylohyal, while at the most ventral, or quadrate region, is situated the articulation for the lower jaw. Inwardly and forwards, the quadrate is prolonged into the small pterygoid process, which in *Silurus* is attached by a ligament to the vomer.

The prepalatine piece articulates with the antorbital process. It is an irregularly shaped block of cartilage. In some specimens there may be found at its anterior edge accessory nodules of cartilage. Externally it bears the procartilaginous axis of the maxillary barbel (*Mx. t.*), which proceeds out at a right angle for a short distance, then turning backwards. The prepalatine piece has no connection with the pterygoid process.

In front of the rostrum is a small triangular block (*Pmx. p.*) representing somewhat schematically the premaxillary block of procartilage.

The Meckelian cartilage (*Mck.*) passes horizontally forward from its articulation with the quadrate. An angular process, however, passes downwards and backwards from the articulation. At some little distance forward, the coronoid process is given off. The coronoid process (*Proc. cor.*) projects vertically upward and bears the procartilaginous, cylindrical, horizontally placed coronoid piece (*Cor. p.*), which reaches forward to the level of the prepalatine piece, its end, in fact, approaching the maxillary tentacle.

Directly below the coronoid process lies the proximal portion of the submandibular tentacle (*Subm. t.*), and, some little distance in front of this, is seen the corresponding part of the mental tentacle

(*Ment. t.*). Beyond the level of the mental tentacle, the Meckelian cartilage becomes distinctly more slender (*m. Mck.*) passing over continuously, in the symphysial region, into the corresponding portion of the opposite side. Viewed from the front, the model reveals a most remarkable conformation of the edge of the rostral portion and the Meckelian cartilage, a bay being formed in the rostrum above, and in the Meckelian cartilage below. A nodule (*m. v. s.*) attached to the rostral region, in the bay, represents a tentacle-like pro-cartilage support of the upper "Velum", or flap used to close the mouth in respiration, and a corresponding nodule (*m. v. s.*) on the Meckelian cartilage represents the lower tentacle-like support of the lower velum.

The stylohyal bears the enormous ceratohyal (*Hy.*) which is much expanded at its anterior and posterior ends.

The middle portion which is strengthened by perichondrial bone is thinner. Anteriorly are found the smaller hypohyals.

Model of *Trichomyxterus* (Figs. 5, 9).

Specimen about 2,5 cm in length. Sections 20 μ thick. Every second section drawn with magnification 48, ZEISS Oc. 14, Obj. aa, Ht, above table of drawing 19 cm. Thickness of wax plates 1,6 mm. Model about 13,5 cm long by 18,5 broad. Reconstructed so far as to show the hyomandibular.

The head was about the size of a small pea. The replacement of cartilage by bone has gone on in places so far as to seriously interfere with the modelling although the specimen was very young, the nerves being almost in an embryonic condition. Apparently in all the S. American Siluroids ossification begins at a remarkably early stage.

The auditory region shows much replacement of cartilage by bone, only irregular and asymmetrical projections being left. Cartilage only remains in fact in the neighbourhood of the hyomandibular articulation. A pterotic ridge is little developed and the hyomandibular articulation, which is very great in extent anteroposteriorly, may be said to be on the pterotic ridge itself. The cartilaginous floor of the brain case is only represented by three isolated blocks, one unpaired and median at the level of the auditory labyrinth, and a pair situated below the foramen of exit of the Facial and Trigemini nerves.

The supraorbital band is the only remaining cartilage of the posterior part of the orbital wall. It is somewhat triangular in section.

At the middle of the orbital region the epiphysial bar (*Eph.*) passes across the supracranial fontanelle. In the anterior border of the epiphysial bar at the median point is a notch where the epiphysis rests.

In front of the level of the epiphysial bar a portion of the cartilaginous side wall is left and shown foreshortened in the figure (Fig. 5) but there is no antorbital process and no bridge above from the orbital to the rostral region (in other words the olfactory lobes and nerves are not roofed over by cartilage). The internasal septum takes the form of a distinct rostrum which however does not project beyond the level of the anterior narial opening.

In the cranial floor behind the rostrum is a pair of small fontanelles in the cartilage. One is indicated by the shading on the right of the drawing. These lodge minute projections from the base of the forebrain.

Behind the epiphysial bar the skull cavity widens out very remarkably. From the epiphysial bar forwards it is much smaller as shown in the figure. The hyomandibular (*H.M.*) articulates with the skull by an enormously long articulation and only along the articulation does much cartilage remain. There is however a strong process downwards and backwards which supports the operculum without the intermediation of an opercular cartilage.

Another block of cartilage remains in the symplectic and quadrate region, the intervening portion having been replaced by perichondrial bone.

A small pterygoid cartilage (*Pty*, Fig. 9) is independently formed much further forward. It may be seen on the left of the figure partly hidden by the prepalatine piece. The cartilaginous apophyses of the prepalatine piece (*Prepal.*) remain as a small portion at the articulation near the base of the rostrum and a large distal block.

Above the prepalatine cartilage is the nasal tentacle with a slight basal expansion. This forms the outer wall of the anterior narial opening.

The rostrum bears at its tip the upper tentacle-like support of the velum (*m. v. s.*). A small nodule of procartilage is seen on the left between the prepalatine and the velar supports. The maxillary tentacle (*Mx. t.*) does not rest on the prepalatine piece but is supported by the intermediation of the maxillary bone. Its base is bifurcated on the left side of the figure.

The Meckelian cartilage (*Mck.*) is represented as a triangular

block. The posterior portion has undergone partial resorption and the posterior angle is far from reaching the quadrate. The upper angle is prolonged into a vertical somewhat anteriorly directed coronoid process (*Proc. cor.*) to which is affixed the procartilaginous coronoid piece (*Cor. p.*) which is large and passes continuously into the coronoid tentacle. The tentacle (*Cor. t.*) turns downwards outwards and backwards. The anterior angle of the Meckelian cartilage is produced into the mentomeckelian process (*m. Mck.*) which is short and very far from reaching its fellow of the opposite side. The distance of the mentomeckelian processes from each other is well shown in the figure.

A stylohyal cartilage (*Sty. hy.*) is present and bears the ceratohyal which is very thick at its two ends. In the specimen the middle portion was replaced by perichondrial bone on one side. The distal extremity bears a hypohyal.

The postero-ventral tip of the ceratohyal bears a procartilaginous prolongation (* Fig. 9) which supports the uppermost branchiostegal ray. It may perhaps be considered the homologue of one of the cartilaginous branchiostegal rays of Selachii.

Model of *Callichthys* (Figs. 6, 7, 10).

Specimen 3 cm in length. Sections 25 μ thick. Every second section drawn, with magnification 28. ZEISS, Oc. 2, Obj. aa, height of drawing above table 19 cm. Wax plates 1,2 mm thick.

Only the end of the snout reconstructed. The specimen was young but replacement of cartilage by bone has proceeded to a considerable extent, especially in the rostral region.

The median cartilage of the rostral region slopes sharply downwards and forwards, and, viewed from the side, its profile is curved. The floor of the nasal cavity extends laterally as two wings, actually prolonged still more laterally by the prefrontal bone. At the median anterior part of the rostral region there are abundant traces of resorption of cartilage, showing that a more distinct rostral prolongation was present at an earlier stage. This resorption is the cause of the irregular appearance of the anterior face as seen in the model.

Below the junction of the lateral and medial portions, a remarkable though slight projection of cartilage (* Fig. 7) bears the prepalatine bones, of which the large cartilaginous apophyses are seen in the figure, placed curiously close together and, along with the so called ethmoid bone, reaching very near to the tip of the snout.

Below and in front of the prepalatine cartilage is seen the three-rayed, procartilaginous premaxillary piece, forming the tip of the snout (*Pmx. p.*).

The maxillary tentacle (*Mx. t.*) is attached to the prepalatine cartilage through the intermediation of the maxillary bone. The tentacle itself passes sharply downwards and backwards, below the coronoid tentacle. Behind the maxilla lie the paired, external tentacle-like supports of the velum (*l. v. s.*).

Only the mentomeckelian portion of the lower jaw (*m. Mck.*) is seen in the model. A coronoid process is not developed, and the coronoid piece is only represented by a procartilaginous rudiment, not shown in the model. The coronoid tentacle (*Cor. t.*) proceeds backwards, almost parallel with the mentomeckelian cartilage, and it is fused with the distal portion of the mental tentacle (*Ment. t.*). The mental tentacles, which have a beautifully curved form, are fused with one another at their bases in the middle line, below the premaxillary piece. The junction is in front of, and slightly below the symphysis of the dentary bones.

The distal fusion of the mental and coronoid tentacles deserves especial attention.

Sensory Tentacular Nerves of *Auchenaspis* (Fig. 8).

The trigeminal nerve passes out from the skull, along with the Facial, in front of and below the hyomandibular articulation, thence passing downwards and forwards below and somewhat internal to the eye, which in Siluroids is small. Just below the optic nerve it divides into two great branches, the upper and internal shortly dividing into palatine (*R. pal.*) and maxillary branches. The lower branch slightly further forwards divides into Ramus coronoideus and Ramus mandibularis.

The palatine branch, after separating from the maxillary, passes inwards through an anterior portion of the adductor arcus palatini muscle, that part which stretches from the skull wall in the anterior orbital region to the posterior end of the prepalatine piece, and which moves the maxillo-coronoid barbule. The motor nerves to this muscle run along with the palatine nerve. Reaching the skull wall the prepalatine nerve passes downwards and forwards, beneath and internal to the preorbital process, lying in fact beneath the lower wall of the passage of the olfactory nerves. Here it runs alongside the edge of the vomer and, reappearing in front of the postorbital process, pro-

ceeds, parallel to the edge of the rostrum and beneath the olfactory organ, to the end of the snout where, on reaching the premaxilla, it divides into several small twigs.

The maxillary nerve (*R. Mx.*) runs forward almost horizontally above the edge of the posterior part of the prepalatine piece, giving off the premaxillary branch and passing just outside the postorbital process. It then takes a long course forward between the anterior part of the prepalatine and the coronoid piece, giving off above a small branch to the skin and, below, another branch which supplies the skin at the base of the maxillo-coronoid tentacle.

The main portion turns outward and supplies the anterior face of the maxillo-coronoid tentacle.

The premaxillary branch (*R. pmx.*) passes external to the preorbital process, crossing over the prepalatine piece to lie internal to this piece, runs forward parallel to the edge of the rostrum, and divides into twigs which run beneath and outside the olfactory organ to supply the premaxillary region.

The coronoid branch (*R. cor.*) is given off from the mandibular nerve and passes forward parallel to and just outside and below the maxillary nerve. It turns outward, still parallel to the maxillary nerve, and supplies the posterior face of the maxillo-coronoid tentacle.

The mandibular nerve (*R. md.*) passes downwards and forwards and, some little distance behind the coronoid process, it divides into *Ramus mandibularis externus* and *R. md. internus*

The *R. md. externus* passes outside the coronoid process forwards and downwards outside the mento-meckelian process, and reaches the posterior edge of the mental piece (the large block of procartilage in the lower lip). Here it divides into a number of twigs which supply the fold of skin below and behind this piece.

The *R. md. internus* passes inside the coronoid process and divides into two branches which I name mental and submandibular. The mental branch (*R. ment.*) passes forwards, outside and below the mento-meckelian process, internal to the *R. md. externus*. Proceeding horizontally forwards, it crosses internally the block of procartilage of the lower lip and, reaching the mental tentacle, passes down it, dividing then into two branches, which supply the anterior and posterior aspects of the tentacle.

The submandibular branch (*R. subm.*), after parting from the mental, proceeds down outside the mento-meckelian process to the submandibular tentacle, dividing into two branches, which supply the anterior and posterior faces of the tentacle.

The R. md. internus contains motor portions, which pass off where the nerve divides into mental and submandibular branches, and supply, the anterior branches, the muscles of the mental tentacle, and the posterior the muscles of the submandibular tentacles.

More exact descriptions of the muscles and the motor supply must be reserved for a subsequent work.

I have not observed any ophthalmic branch of the Trigemini though some fibres may accompany the Ophthalmicus superficialis of the Facial.

Sensory Tentacular Nerves of *Trichomycterus* (Fig. 9).

The Ophthalmicus profundus (*R. o. p.*) takes its exit from the cranial cavity independently of the maxillary branches, and is at first difficult to distinguish from the Ramus ophthalmicus superficialis of the Facial. It runs below the rectus superior, above the optic nerve, along the wall of the orbital region, proceeding forwards, outside the olfactory organ, to reach the nasal tentacle, then dividing into two branches which supply this tentacle.

The great maxillary stem, taking its exit in front of the hyomandibular, proceeds downward and forward to below the eye. Behind the optic nerve it gives off the Ramus palatinus (*R. pal.*), which runs inwards and downwards, through the anterior portion of the adductor arcus palatini muscle (that part which moves the prepalatine piece and to which it gives motor fibres). Reaching the base of the skull it runs forward alongside the vomer and parallel to the edge of the rostrum, and then reaching the premaxilla it divides into several small twigs.

Below the eye the great maxillary stem divides into two branches, the Ramus maxillaris (*R. mx.*) and the Ramus mandibularis (*R. md.*).

Almost immediately, the R. maxillaris gives off a Ramus premaxillaris (*R. pmx.*) which runs outside the anterior portion of the adductor arcus palatini, outside the articulating cartilaginous part of the prepalatine piece, above the bony portion, and internal to the anterior cartilaginous part of the prepalatine. Here it runs below the olfactory organ, parallel to the Ramus palatinus, and dividing into fine twigs, is lost in the tissue above the premaxilla at the tip of the snout.

The Ramus maxillaris runs forward horizontally, above and somewhat internal to the coronoid piece, dividing in front into three branches, the innermost of which supplies the skin internally at the upper anterior angle of the mouth, the upper and outermost branch passing

downwards in front of the coronoid piece, then dividing into two twigs which supply respectively the anterior faces of the maxillary and coronoid tentacles. The third middle branch runs down, internal to the coronoid piece, and supplies the posterior face of the maxillary tentacle.

The Ramus mandibularis gives off a Ramus coronoideus (*R. cor.*) which runs forward, outside and parallel to the *R. maxillaris*, and turning down, proceeds to the posterior face of the coronoid tentacle.

The Ramus mandibularis, passing downwards, runs internal to the coronoid process and divides into mental and submandibular nerves, besides giving off motor fibres. The Ramus submandibularis (*R. subm.*) turns backwards, outside the coronoid process, and supplies the skin below the Meckelian cartilage, while the *R. mentalis* (*R. ment.*) is continued forwards to the front of the dentary region.

Sensory Tentacular Nerves of *Callichthys* (Fig. 10).

The main stem of the Trigemini passes below the eye, giving off behind that organ a palatine branch, which divides into several small twigs supplying the roof of the mouth.

Below the centre of the eye the main stem divides into two branches, an upper and lower. The upper gives off shortly a Ramus premaxillaris (*R. pmx.*) and, as the Ramus maxillaris (*R. mx.*), runs forward along with the *R. premaxillaris* in a space between the adductor mandibulae and adductor arcus palatini muscles. The Ramus premaxillaris gives off small branches to the skin in the antorbital region and passes forward, lying near the skin outside the prepalatine piece, dividing into small twigs in the premaxillary region.

The Ramus maxillaris, running forward, divides into 1) a small branch which passes outwards and downwards and along the posterior face of the coronoid tentacle, 2) a large branch which runs down outside the maxillary tentacle and divides into four twigs, two of which supply the anterior and lateral face of the coronoid tentacle, and the other two the posterior face of the maxillary tentacle, 3) a branch which divides above the velar support, some twigs supplying the lateral part of the anterior region of the roof of the mouth, the remaining branch passing down inside the maxillary tentacle to supply its anterior face.

The Ramus mandibularis (*R. md.*) gives off a Ramus coronoideus (*R. cor.*), which is small and runs above and outside the adductor mandibulae muscle, turning down to supply the posterior face of the coronoid tentacle.

Continuing forwards and downwards, through the adductor mandibulae muscle, the Ramus mandibularis divides into R. R. mandibulares externus (*R. md. ext.*) and internus. The R. mandibularis externus lies outside the muscle and gives off a small branch, which runs downwards and backwards to the skin outside the Meckelian cartilage, thence, passing outside the anterior portion of the Meckelian cartilage, it continues forwards internal to the maxillary and coronoid tentacles, and reaching the mental tentacle, it divides into three small twigs which supply the anterior face of this tentacle, the skin there being remarkably rich in sense organs.

The Ramus mandibularis internus divides above the Meckelian cartilage into R. submandibularis (*R. subm.*) and R. mentalis (*R. ment.*). The former turns down outside the mentomeckelian process, while the R. mentalis continues on above it and passing forward horizontally, parallel to the R. mandibularis externus, divides into small twigs which supply the posterior face of the mental tentacle.

An Ophthalmicus profundus is only represented by certain fibres running in the course of the Ramus ophth. superficialis of the Facial.

Sensory Tentacular Nerves of *Myxine* (Fig. 11),

For purposes of comparison and in view of the object of this paper, I venture to give a figure of the terminal distribution of the sensory branches of the Trigemini in *Myxine*, with some description, though I have only one point to add to the almost perfect account given by JOHANNES MÜLLER in his classical memoir.

In the figure the anterior part of the irregular nasal skeleton is shown, and supplying the skin in this region are several twigs belonging to one of the branches of the Ophthalmicus profundus (*R. o. p.*), the upper terminal branch of the first branch of the Trigemini of MÜLLER, 5''' in his figures. One twig also proceeds to the premaxillary tentacle (shown in my figure with an asterisk).

The branch termed Ramus premaxillaris (*R. pmx.* in the figure) is MÜLLER'S "lower stouter branch of the first branch of the Trigemini, 5''''". It runs alongside the premaxillary piece, the "vordere knöcherne Stütze der Schnauze", and, after giving off motor branches, supplies the first or premaxillary tentacle.

The above two branches form the "upper anterior branch of the Trigemini" and both are said to run above the optic nerve in *Bdellostoma*. They are by most authors termed ophthalmic branches, and I have kept that name in my preliminary communication.

The remaining branches belong to the "anterior lower branch" of MÜLLER. The maxillary nerve (*R. mx.*) is his branch 6' and the coronoid (*R. cor.*) is his branch 6'''. They supply the maxillary and coronoid tentacles.

My Ramus mandibularis (*R. md.*) corresponds to the "deeper finer branch, 6'', of the anterior lower branch". Only the sensory part is shown in the figure. It divides into a Ramus mentalis (*R. ment.*) supplying the fourth or mental tentacle, and a Ramus submandibularis (*R. subm.*), not specially mentioned by MÜLLER, which supplies the skin in front of and below the anterior lateral piece of the "Zungenbein" of MÜLLER which I take to be the Meckelian cartilage.

Comparative Part.

Nasal Tentacle.

The most typical condition of the nasal tentacle is shown in *Trichomycterus*. The procartilaginous axis expands at its basal portion, and forms a partial wall outside the olfactory organ, being attached to a small bone, one of the terminal antorbitals of the series surrounding the suborbital branch of the lateral line system. This small bone and the base of the tentacle are supported by the prepalatine piece.

In *Clarias* the base of the tentacle is bifurcated, and the two prongs are attached to prefrontal and antorbital bones, at each side of the posterior of the nasal openings, the tentacle itself rising up in front of the opening behind the small nasal bone.

The position of the tentacle in relation to the anterior and posterior nostrils has been used as a diagnostic of certain groups of the Siluroids (GÜNTHER).

In *Motella tricirrata*, one of the *Gadidae*, far removed from the Siluroids, the procartilaginous axis of this tentacle bears the anterior tubular opening of the nose, and the basal portion forms the roof of the olfactory chamber.

In *Callichthys* though the tentacle is absent there is a procartilaginous roof to the olfactory chamber, which helps to support the anterior narial aperture and is obviously the basal portion of a tentacle.

Thus it is seen that when the tentacle is absent yet a basal portion of it may remain and form a support for the wall of the olfactory capsule. As such it is known to anatomists as the "nasal labial" or „Nasenflügelknorpel“.

According to SAGEMEHL, such a nasal labial occurs in many Cyprinoids and perhaps in all; and also in the *Characinidae*. No doubt on special search it might be found in very many other groups of Teleostei.

The nasal labial of Selachii has been described in rich detail by JOHANNES MÜLLER and GEGENBAUR. Many references to such structures have been made by PARKER, but subsequent investigation has shown his observations to be unfortunately unreliable.

In many Selachii the nasal labial is fused with the edge of the nasal capsule, and indeed GEGENBAUR concludes that it is a portion cut off from the cranium. That however is controverted by comparison outside the Selachii. In the Dipnoi there is a trelliswork of cartilage forming the wall of the olfactory capsule and, in view of the frequent fusion of the nasal labial with the cranium in Selachii, this trelliswork may perhaps be held to represent a nasal labial.

The nasal capsule and tube of *Myxine* is surrounded by irregular rings of procartilage, which represent the nasal labials. GEGENBAUR, in mentioning this view, concludes that it is a hasty one, but all doubt seems to be removed by the fact that the nasal tube is worked by a muscle, the Nasalis of FÜRBRINGER or "Zurückzieher der Nasenöffnung" of MÜLLER, which belongs to the tentacular system and is supplied by the Ophthalmicus profundus, while the nasal tube itself receives sensory branches from the Ophthalmicus profundus. The compressor narium M., ethmoideonasalis F., and a portion of the transversus oris F. are also attached to the nasal tube.

On this point MÜLLER remarks that "Since two olfactory nerves proceed into the single olfactory capsule, the single olfactory capsule is to be explained rather by the apposition than fusion of the nasal capsules of cartilaginous fish, and this happens indisputably through the suppression of those parts which otherwise lie between the nasal capsules". While agreeing with MÜLLER in principle, I regard the supporting elements of the nasal capsule of *Myxine* as corresponding only to the nasal labial of Selachii, not to the whole capsule.

Furthermore no one, who has examined a series of sections of the head of *Myxine*, can doubt that the plate supporting the posterior part of the nasal or hypophysial tube where it opens into the palate, the "Gaumenplatte" of MÜLLER or "posterior intertrabecula" of PARKER is a posterior continuation of the nasal skeleton, and as such ultimately to be derived from a nasal tentacle.

MÜLLER compared the nasal cartilages of *Chimaera* with the

rings of the nasal tube of *Myxine*. This view is shown below to be untenable. Only the most anterior crescentic cartilage (*f* of MÜLLER) corresponds to the nasal labial of Selachii and the nasal rings of *Myxine*.

Nerve Supply.

The motor nerves, which have occasionally to be referred to in this paper as supplying the system of tentacular muscles, are, to follow the distinction established by HIS, nerves of the lateral cornu. The sensory nerves of the oral cirri are branches of the Trigemini, and a sharp distinction must be drawn between them and the nerves of the lateral line system. The nerves of the lateral line system develop quite differently from the trigeminal branches. Their ganglia are derived from cells proliferating along certain tracts of the ectoderm as shown by BEARD, FRORIEP and KUPFFER. I have followed the process myself in *Gobius*. The evidence of comparative anatomy is not less clear as to distinctness of the lateral line nerves in fish.

The topographical position and course of nerves is not of great importance. This has been determined by STANNIUS for the palatine nerves. "It is to be established that in certain classes of animals a larger, in others a smaller portion of allied elements may be contained originally in the course of one or other of two allied nerves, and at the same time the same elements may frequently arise by an indifferent root, without distinctly belonging to the one or the other nerve."

Numerous examples of this phenomenon will occur in this paper. The most extreme case is that of the premaxillary nerve of Myxinoidea. According to FÜRBRINGER the premaxillary nerve in *Bdellostoma* runs over the eye-stalk and optic nerve, while in *Myxine* (and all other vertebrates) it runs below the optic nerve. FÜRBRINGER indeed explains this by supposing the eye a later structure and capable of wandering, but an explanation on the grounds given by STANNIUS is more reasonable. Thus we see that the fundamental grounds for determining the homology of nerves are 1) origin from homologous nerve cells, 2) terminal distribution to definite structures. The course of the fibres is of less importance.

It is hardly necessary to remark however that an absolutely strict conception of homology is incompatible with a theory of evolution.

The sensory nerve of the nasal tentacle is the ophthalmicus profundus, and it is shown best in *Trichomycterus* where it takes the normal course of an ophthalmicus profundus, namely, below the rectus

superior and obliquus superior, over the eyestalk. In *Trichomycterus* it runs on the outer side of the olfactory organ to reach the tentacle. In *Clarias* the nerve does not bear quite the same relation to the eye muscles, because the small eye, along with the muscles, is shifted very far laterally, while the nerve follows the skull wall more closely. It runs on the median side of the olfactory organ to reach the tentacle. In other Siluroids the ophthalmicus profundus may only be represented by some fibres running along with the ophthalmicus superficialis of the Facial.

In some Siluroids e. g. *Silurus* (STANNIUS) and *Clarias* the trochlear nerve runs along with the ophthalmicus profundus. That is purely a case of apposition.

The comparative anatomy of the ophthalmicus profundus is fairly well known in the vertebrates, and need not be further entered into here, except as regards *Myxine*. In Cyclostomi, MÜLLER and STANNIUS showed that it contains motor fibres, a fact of which most embryologists who have drawn up schemes of the head have been oblivious. The motor fibres supply muscles attached to and working the nasal tube and belonging to the tentacular system. Another feature in *Myxine* is that a small twig from the ophthalmicus profundus supplies the premaxillary tentacle.

Premaxillary Tentacle.

A premaxillary tentacle occurs in *Cobitidae* (*Misgurnus*) and some Cyprinoids e. g. *Barbus*, where it is attached to the premaxilla. However, these forms are much modified as to histology and topographical relations and are not suited to form a basis for comparison.

In Siluroids, though the tentacle itself is absent (except in *Aspredinidae* GÜNTHER), yet there is usually present a block of procartilage at the tip of the snout, in relation with the premaxilla. In *Collichthys* (Figs. 6 and 7 *Pmx.p.*) this block is triradiate, occupying the tip of the snout below the prepalatine pieces, and on its lower surface develops the premaxilla. A corresponding block is present in *Chaetostomus*, differing somewhat in shape. With it articulate the anterior ends of the premaxillae which possess the remarkable form depicted by several authors in the *Hypostomidae*.

The ventral position of the mouth in these South American Siluroids is due to the large size of this piece and of the prepalatine, in addition to the presence of a rostrum. In Sturgeons it is due mainly to the rostrum, while in Selachii it is brought about by the position

and size of the nasal capsules and the presence of rostral cartilages. In embryos of various vertebrates it is due merely to the mode of growth of the brain and olfactory organs.

In *Silurus* the premaxillary piece is represented by procartilage above and between the premaxillary bones. In many Teleostei it becomes a solid block of cartilage. It is mentioned by STANNIUS as a special part of the snout in front of the nasal septum. "In *Cottus* and *Belone*, a small discrete cartilage, applied to the anterior end of the skull, is covered by the premaxillae." "In *Malthaea* it forms a considerable free projection on the skull" (STANNIUS).

SAGEMEHL gave the rather unsatisfactory name "Rostrale" to this block and mentioned its existence in *Scomberesocidae*, *Cyprinodontidae*, *Scopelidae*, *Cyprinidae*, *Anacanthini* (*Macrurus*), *Acanthopteridae* and *Plectognathi*. "From its relations to the premaxillae we have every ground for the supposition that it originally formed the basis (Grundlage) of these bones. The fact that it occurs in far removed forms of Teleostei allows the conclusion that it is of great antiquity, and thus we may expect to find it in lower fish." "It is found in most distantly related groups, and this points to its being an inheritance from a very remote ancestral form."

SAGEMEHL goes on to compare it to a small cartilage between the ends of the palato-quadrate in *Heptanchus*. This view cannot be correct. Since it is unpaired the piece cannot, according to SAGEMEHL, correspond to a labial of Selachii. A premaxillary block also occurs in the Pharyngognathi (*Labrus*) and probably in many others not yet investigated, especially where the premaxillae possess a vertical upward projection, sliding on the ethmoid region. Among the older anatomists this piece has apparently also received the name prenasal cartilage, but I have not succeeded in running this term down.

An interesting feature in connection with this block is that the median velar support is shown by comparison to be a posterior prolongation from it serving to support the velum, or fold of respiratory function, which lies behind the premaxillae. "In many Teleostei, mucous folds, placed behind the jaws, hinder the outflow from the mouth of the water which has been gulped in" (STANNIUS). The median velar tentacle-like structure is shown in *Silurus* and *Trichomycterus* (Figs. 3 and 5) and it occurs in many Teleostei. There may be also a lower median tentacle-like support of a lower velum, and these two give the appearance shown in *Silurus* (Fig. 3). It is the mode of development of these structures in the embryo which

has given rise to the views of some embryologists on the paired nature of the mouth of Teleostei. These structures possess no great morphological importance. A similar phenomenon is seen in the nose of *Myxine*, where a small process forms a partial septum in the nasal tube.

I propose to deal with the Selachii and some other forms later on.

In the Sturgeon, the most median of the two pairs of tentacles appears, from its nerve supply, to be the premaxillary tentacle.

The premaxillary tentacle of *Myxine* is the one which MÜLLER showed to be the first, though viewed externally it lies inside and below the morphologically second. It is continuous with the unpaired bar of hard tissue, which underlies the nasal tube and which is its root piece. MÜLLER terms this premaxillary block the "knöcherne Stütze der Schnauze" and has given full details.

Nerve Supply.

Two nerves supply the region of the premaxilla. They are the palatine and a branch of the maxillaris, which I term here the premaxillary. The R. premaxillaris occurs throughout the Siluroids, with comparatively unimportant variations. In *Auchenaspis* it runs along with part of the buccalis.

The palatine nerve is also present in all Siluroids examined by me. It supplies the muscle which moves the prepalatine piece and, except in *Callichthys*, proceeds forward to the tip of the snout.

The R. premaxillaris corresponds to the nerve supplying the premaxillary tentacle of *Myxine*. This is usually considered to be an ophthalmic branch and I have kept the old name in my preliminary communication. However it is better to consider it a special branch, and not a mere portion of the ophthalmic. It is said to run over the optic nerve in *Bdellostoma*, and under it in *Myxine*, as in other vertebrates. It runs mainly in the substance of the palato-ethmoidalis superficialis muscle (FÜRBRINGER) the Retractor of the bony support of the snout (MÜLLER), outside the premaxillary piece, beyond which it gives off a motor branch to one portion of the Depressor of the mouth (*U* of MÜLLER). It then supplies the premaxillary tentacle, which also receives a twig from the ophthalmicus profundus.

Concerning the R. palatinus there are widely divergent opinions, which have been summarized by STANNIUS. In *Silurus glanis* he states that it is undoubtedly a branch of the Trigemini. In other forms it appears to be Facial, and finally in "Ganoïds", elements of the Glossopharyngeus enter into its composition (v. WIJHE).

Therefore, in considering its homologies, various components must be recognised in the palatine, and I consider the most anterior branches a dissociated portion of the R. premaxillaris. The most anterior tentacle of Cyprinoids is supplied by a nerve, of which BÜCHNER has given a most excellent description (in *Barbus*). He terms it maxillaris superior. "It springs from the anterior internal border of the ganglion, passes in a canal formed by the upper convex face of the body of the sphenoid (parasphenoid) and the base of the greater (prootic) and lesser wing (orbitosphenoid) and is directed along the internal wall of the orbit, passes between the anterior frontal (ectethmoid) and palatine along the vomer and forms a kind of plexus with a branch of the maxillaris inferior (R. mx. superior). From this plexus start three branches for the two barbels and for the fleshy lip along the intermaxillary. That of the superior barbel passes through a foramen, hollowed out at the internal extremity of the maxillary bone."

SAGEMEHL has described the nerve as palatine in Cyprinoids and agrees with BÜCHNER, and I have myself followed the course of the nerve by sections and dissections in *Misgurnus fossilis*. It takes a course intermediate between those of the R. premaxillaris and R. palatinus of Siluroids, inasmuch as it passes below the prepalatine piece. I take it therefore, that this nerve almost universally termed palatine contains palatine and premaxillary fibres and corresponds to the Pre-maxillaris of *Myxine*.

The R. palatinus has been described in detail in the Sturgeon by STANNIUS and v. WIJHE. "In *Acipenser* the N. palatinus has relations really corresponding to those of Teleostei" (STANNIUS). "It runs forward along the lateral edge of the parasphenoid, separated from the orbit by a paired outgrowth of cartilage from the Basis cranii. In front of this the nerve forms a network with the Ramus maxillaris superior, and then sends branches to the snout and ends in the tentacles" (v. WIJHE).

The barbels of Sturgeons are therefore premaxillary and maxillary tentacles.

Maxillary and coronoid Tentacles.

Maxillary tentacles are shown most typically in *Trichomycterus* and *Callichthys* (Figs. 5, 6 and 7). They are supported, through the intermediation of a small maxillary bone (os labial CUVIER, adnasal Mc. MURRICH), on the prepalatine piece and extend downwards and

outwards. They are also present in *Cyprinidae*. The coronoid tentacle is most typically shown in *Trichomycterus*, where it is very long. Its base passes continuously into a large procartilagenous root piece, the coronoid piece, which is firmly attached to the cartilagenous coronoid process of the lower jaw.

In *Callichthys* the tentacle is fused, near its base, with the mental tentacle, and the coronoid piece is only represented by a small mass of procartilage. The rudimentary tentacles of *Hypostomidae* are maxillary tentacles.

The tentacle at the angle of the mouth in the majority of Siluroids combines the characters of the two tentacles and may thus be termed maxillo-coronoid. In *Auchenaspis* this is well shown (Figs. 1 and 2). The coronoid piece is seen to be continuous with the tentacle but on the other hand this tentacle is borne by the maxilla, which articulates with the prepalatine piece. In *Silurus* (Figs. 3 and 4) the coronoid piece does not reach the tentacle actually, but approaches near it. What I think may be regarded as the proof of the fusion of maxillary and coronoid tentacles is given by the nerve supply. What occurs in the case of the mental and coronoid tentacle of *Callichthys* gives a clue as to how the fusion may have actually taken place. Judging from the nerve supply the outer pair of barbels of the Sturgeon are maxillary tentacles.

The prepalatine piece requires careful observation. In the young *Silurus* it occurs as a squarish block of cartilage, articulating with the preorbital process. In my specimen of *Auchenaspis* ossification had set in around the articulation, and consequently only apophyses of cartilage are left. The anterior block always lies very far forward in the snout. The posterior end serves for the attachment of the adductor muscle proceeding from the ethmoid wall. The muscle is mentioned by STANNIUS. It works the maxillo-coronoid tentacle. In *Trichomycterus* a small cartilage remains in the posterior part of the articulation, and on comparing closely the sections of the young *Callichthys*, I found that a small projection of cartilage from the skull represented this free cartilage of *Trichomycterus*. Thus we have a stage when the prepalatine cartilage is continuous with the skull cartilage (the spot is marked with an asterisk in Fig. 7).

In all Siluroids, this prepalatine piece never enters into continuity with the pterygoid cartilage, the latter being attached by ligament to the vomer. The lateral velar supports which may, as in

Callichthys (Figs. 6 and 7) be of considerable size are apparently derivatives of the maxillary tentacle.

As to other Teleostei, BALFOUR remarks of the Salmon: "The anterior bar of the upper arcade is known as the palatine; but it appears to me as yet uncertain how far it is to be regarded as an element primitively belonging to the upper arcade of the mandibular arch which has become secondarily independent in its development; or as an entirely distinct structure which has no counterpart in the Elasmobranch upper jaw. The latter view is adopted by PARKER and BRIDGE and a cartilage attached to the hinder wall of the nasal capsule of many Elasmobranchs is identified by them with the palatine rod of Teleostei" (Prepal.). The development of this region in the Salmon has been worked out by STÖHR, who finds that tissue in the anterior trabecular region gives rise to trabeculae, palatine cartilage (Prepalatine), and tissue underlying the maxilla. The fusion of palatine and pterygoid elements occurs later. I have followed the process also in *Gobius*. It might be considered that these ontogenetic stages recapitulate the condition in Siluroids, but that can only be in a very limited sense, inasmuch as the piece in Siluroids is moveable, with special muscles, and does not bear any close resemblance at all to this embryonic condition. Indeed the resemblance is really closer in the adults.

In the Sturgeon free prepalatine cartilages exist, at any rate in the young animal, outside the basal angle (Basalecke) in front of the mouth. They may be the ethmo-palatines of PARKER, but his lack of precision reduces the value of his observations. I cannot tell what PARKER meant, since enthusiasm cannot replace accuracy. In *Polypterus* there is a separate ossification (autopalatine, v. WIJHE), in the upper jaw, where it articulates with the ectethmoid, and the cartilage projects forwards beyond this point. This is here called prepalatine. A similar projection occurs in *Chlamydoselachus* (GARMAN), so that, in this form, we must conclude that the prepalatine is really included in the jaw, in the region of the articulation with the preorbital process. In *Heptanchus* and *Hexanchus*, a posterior portion of the prepalatine piece would appear to be represented by the "Lateral process of the ethmoidal region M", of GEGENBAUR, which the latter homologizes with the "Schädelflossenknorpel" of Rays.

The second tentacle of *Myxine* is the maxillary tentacle. It lies outside and above the premaxillary and is connected by a bar of softer cartilage to the coronoid tentacle and to the antero-lateral piece

of the tongue apparatus, the piece *W* of MÜLLER and my *Mck* (Fig. 11). To the base of this tentacle, but not fusing with it, extends the process from the cranium, which MÜLLER termed the cartilaginous process at the anterior end of the palatal ridges", the Processus spinosus of FÜRBRINGER, or the Prepalatine of PARKER.

The coronoid tentacle extends downwards and has an expanded root piece of hard cartilage. The prepalatine piece is in continuity with the ethmoid region, and thence with the subocular bar (Gaumenleiste of MÜLLER), and the subocular bar is continuous with the auditory capsule and basilar part of the skull.

MÜLLER makes the following remarks on the origin of the first cranium. On the fibrous membrane of the chorda tube arise paired cartilaginous rudiments of basilar pieces, running out into the auditory capsules and forwards as lateral wings. This is shown in *Ammonoetes* and *Myxine*. From this stage chondrification has proceeded further, and by various steps the condition of the chondro-cranium of higher vertebrates is attained. This is the simple view of MÜLLER, and to me it seems still the most correct. Indeed where the conception of recapitulation in ontogeny has, in spite of the arguments of v. BAER, GEGENBAUR and others, been introduced, there has often been great retrogression from the truth. MÜLLER does not come to any conclusion as to the origin of the subocular regions and of the prepalatine piece. The prepalatine piece I regard as the root piece of a tentacle, and since there is no break of continuity in the skull of Myxinoids we may perhaps regard the subocular bar and "quadrate" regions as outgrowths and extensions of fused vertebral and tentacular elements.

This would mean that the autostylic condition of suspension of the jaws is the most primitive condition. To this conclusion I have come in a recent paper from quite different grounds.

The Labials (*sensu strictiori*).

Comparison of the traces of premaxillary, maxillary, and coronoid tentacles brings us to the question of the labials, as the term is strictly used by GEGENBAUR. I shall treat of the subject rather in a historic way.

CUVIER (1814) dealt with the upper jaw of fish and came to the conclusion that the maxillary bones (labiaux ou mystaces) and intermaxillaries correspond to the two labials of *Squatina* and other sharks, while in the Rays the intermaxillaries are represented by the small

cartilage in the nasal lobe, and the maxillaries by the "Schädelflossenknorpel".

On the maxilla of Teleostei he remarks: "Since the labial bone is unprovided with teeth in almost all the fish, it has little resemblance to the ordinary maxilla; but in order to be convinced as to its nature, it is enough to observe it in the trout or salmon, and thence to follow it in its various forms" (I may here remark that the Teleostean maxilla only partly corresponds to the maxilla of other vertebrates e. g. *Polypterus*, where it is mainly a "suborbital" bone).

On the Siluroids he remarks: "The intermaxillary, without a pedicle (ascending process), is situated under the anterior, more or less broadened edge of the skull and at each of its extremities is a small maxilla, which, becoming flexible, is prolonged into a long filament or barbel; in a word, the principal barbel of Siluroids is their maxilla prolonged". As to *Chimaera*: "In the thickness of the lip are found three bones (cartilages), which one recognises as the intermaxillary, maxillary and the palatine arcade; this last is entirely suspended by muscles and ligaments, without articulating with anything".

Subsequent investigation has confirmed the remarks of CUVIER to a wonderful extent.

RATHEKE (1823) compared the labials of *Petromyzon* to the "Knorpelriemen" of *Amphioxus* (I quote from memory of the text).

JOHANNES MÜLLER (1835) criticised CUVIER's accounts and views, and attempted to show that the labials are structures not belonging to the general plan of the vertebrates, and that the upper jaw of sharks corresponds to the upper jaw of other vertebrates. "The tooth-bearing cartilage of Plagiostomi can be nothing else than the upper jaw (maxilla), while the labial bones are, as we have already shown, accessory pieces. Probably in the tooth-bearing cartilage, maxilla and premaxilla are united". The palatine arch of e. g. Teleostei is, according to MÜLLER, represented by accessory cartilages in *Narcine* and other fish. MÜLLER makes many valuable comparative observations, and gives a complete account and figure of *Callorhynchus*. His views have not met with acceptance, and have been abandoned since HERTWIG's researches on dermal bones.

GEGENBAUR (1872) gave a complete account of the structures in Selachii, accepting CUVIER's homology of the premaxillary and maxillary labials, drawing attention however to the distinction between the dermal bone and its subjacent tissue. The premaxillary bone must be imagined as developed phylogenetically, not from a cartilaginous

substratum, but on such, the bone persisting while the cartilaginous substratum retrogrades and finally disappears. He then set forth his view that the labial arches are to be compared with arches of the inner visceral skeleton or branchial bars. This has been the basis for most of the modern German views.

HUXLEY (1876) compared the lower labials of the frog to the annular cartilage of the lamprey and the "incomplete ring" of *Amphioxus*, while the upper labials of the frog are the anterior dorsal cartilages of the lamprey.

BALFOUR (1882) says of the labials: "The meaning of these cartilages is very obscure; but from their being in part employed to support the lips and horny teeth of the Cyclostomata and the Tadpole I should be inclined to regard them as remnants of a primitive skeleton supporting the suctorial mouth with which, on the grounds already stated I believe the ancestors of the present vertebrates to have been provided."

HOWES (1891) has compared the labials of *Chimaera* and *Marsipobranchs*. His figures of Myxinoids are partly erroneous as to facts, being apparently compounded from museum preparations.

The question of the homology of the labials in *Chimaera* seems to me to be decided by the work of VETTER, the value of which can hardly be overestimated. He describes in detail the musculature of the labials in *Chimaera*.

These structures are worked by four muscles; the Musculi labiales anterior and posterior, and two portions of the Levator anguli oris.

The Labialis anterior is supplied by an anterior motor branch of the Trigemini and corresponds closely to a portion of the Copulotenticulo-coronarius muscle of *Myxine* (FÜRBRINGER) the "Kopf U' des zweiköpfigen Herabziehers des Mundes" (MÜLLER) which, as I have shown, is innervated by a branch from the premaxillary nerve.

The Labialis posterior is a portion of the Kopf U of MÜLLER, and is supplied by a most posterior branch of the motor part of the Trigemini.

The portions of the Levator anguli oris are the Retractores tentaculorum of *Myxine*.

We have therefore in these labials remnants of premaxillary, maxillary and coronoid tentacles. To put the homologies, which I maintain, into unmistakable form, I will refer to MÜLLER's figure of *Callorhynchus*. I take his "äusserer Nasenflügelknorpel e" to be the remnant of the premaxillary tentacle, his "oberer Seitenknorpel des Mundes c" to be a remnant of the maxillary tentacle, his "unterer

Seitenknorpel des Mundes *b*" to be the coronoid tentacle, his "innerer Nasenflügelknorpel *f*" to be the nasal labial or remnant of nasal tentacle.

Then the remaining piece, the "Träger der Lippenknorpel und der Nasenflügelknorpel *d*" can only be the prepalatine piece, precisely as CUVIER maintained.

The labials of Selachii are then easily shown to be premaxillary, maxillary and coronoid tentacles¹).

Further, by comparison of Holocephali and Dipnoi it is rendered probable that the posterior upper labial of *Ceratodus*, as described by HUXLEY, and one of the antorbital cartilages of *Protopterus*, as represented by WIEDERSHEIM and RÖSE, and other authors, are homologous with the prepalatine piece, and to proceed outside the limits of the fish, the "Cartilago labialis superior" of the Anuran tadpole, as shown in the splendid work of GAUPP, is also a prepalatine piece. In *Dactylethra* larvae it bears a maxillo-coronoid tentacle.

There still remain some few structures to be considered. SAGEMEHL has described certain small cartilages in the region of the articulation of the maxilla, which he terms submaxillaria, in *Catostomidae*, *Gymnotus* and *Perca*. He homologizes them with the upper labials of Selachii, giving however no figures, and adding that they correspond to the two small upper labials described by PARKER in Salmon embryos where, always supposing PARKER's figures to be correct, they belong rather to the premaxilla.

Then also there are the "Mundwinkelknorpel" referred to by MÜLLER and STANNIUS. That of *Polypterus* is the coronoid labial, as it is attached to the coronoid process. In others more definite observations are needed to show whether these "Mundwinkelknorpel" are coronoid or mental pieces.

Certain muscles in Teleostei, considered by VETTER superficial portions of the adductor mandibulae, proceed, not to the lower jaw but, to the maxilla and neighbouring parts. The Adductor tentaculi of *Amiurus*, described by Mc MURRICH, is one of these. In *Cobitidae* (*Misgurnus*) they are very large, labial muscles also being present in correspondence with the presence of the tentacles. VETTER states that they are innervated by a special motor branch of the Trigemini. They correspond to the Retractores tentaculorum of Myxinoids, and are a further proof of the correctness of the views here maintained.

1) The lower labial of Selachii may however prove to be extramental, in which case the coronoid would be absent as a rule. In *Scymnus* there is a mass of soft cartilage along the upper jaw which might then represent the coronoid.

Nerve Supply.

It is impossible in Siluroids to sharply define maxillary and coronoid nerves inasmuch as many fibres running along with the maxillaris supply the coronoid tentacle. However there is always a coronoid branch arising from the mandibularis and supplying the posterior face of the coronoid tentacle. Where the coronoid and maxillary tentacles are fused, as in *Auchenaspis*, the branch is still present in exactly the same relation, and this indeed is one of the proofs that the maxillo-coronoid tentacle contains maxillary and coronoid elements. A similar coronoid branch is described as arising from the mandibular nerve in larval Salamanders, by von PLESSEN & RABINOWICZ.

As to *Myxine*, the second branch of the Trigemini divides into maxillary and coronoid branches, apart from motor nerves. They supply maxillary and coronoid tentacles and the skin between them.

STANNIUS gives further descriptions of the distribution of the maxillaris superior in *Silurus* and *Acipenser*, mentioning the premaxillary branch in *Silurus*. He states that the maxillaris superior supplies the upper labial cartilages in *Spinax*.

BÜCHNER figures the maxillaris superior in *Barbus* as an upper branch of the maxillaris inferior. He describes its course and its anastomosis with the premaxillary nerve (his maxillaris superior). The literature of the cranial nerves is immense but I do not think the facts need further reviewing here.

Mental Tentacle.

The mental tentacles of *Callichthys* are fused at their bases, the fused portion lying medially in front of the symphysis of the dentary bones. Thence the tentacle curves down on each side and, never really becoming free to the exterior, fuses distally with the proximal part of the coronoid tentacle. There is no special root piece. In *Silurus* the mental tentacle is situated some little way back from the symphysis along the lower jaw, being supported by a plate of procartilage lying just internal to the skin. To this are attached muscles. The condition in *Auchenaspis* is similar, the basal plate being however very much larger. In *Auchenaspis* there is situated at the outside of the dentary bone a large block of procartilage (*Ment. p.*) with a posterior ventral projection running parallel with the tentacle as shown in Fig. 2. This block may be a derivative of the tentacle, possibly arising as a bifurcation of the proximal portion. Such a bifurcation

is shown in the proximal part of the maxillary tentacle in *Trichomycterus* (Fig. 5, left side of the drawing).

The outer prong of the bifurcation may have expanded secondarily so as to have formed this great block. The outer mental tentacle of *Misgurnus* is a continuation from a corresponding block just as if the backward projection of the piece in *Auchenaspis* were prolonged into a tentacle. A corresponding piece is found in *Motella tricirrata*, and no doubt in many other Teleostei, in fact this may be in some fish the "Mundwinkelknorpel" of STANNIUS.

A median unpaired mental tentacle is also present in *Motella* and *Gadidae*, but it shows few of the characters of a typical mental tentacle. This tentacle is paired in *Mullus* and *Upeneus*.

The lower support of the velum may be a derivative of the mental tentacle though much modified. The mental tentacles of *Callichthys* show a remarkable similarity with the cartilage in front of the lower jaw of *Protopterus*, as figured especially well by RÖSE and of *Ceratodus* as figured by HUXLEY. I have, as in most cases, verified the observations myself, by sections in *Protopterus* and dissection in *Ceratodus*. This cartilage however passes under the lower teeth and is continuous with the Meckelian cartilage showing in this respect no correspondence with *Callichthys*. The position of this cartilage led HUXLEY, erroneously I think, to term the lower teeth splenial.

The huge unpaired block of cartilage in front of the lower jaw in *Callorhynchus* is obviously a mental piece, corresponding to the mental cartilage of Dipnoi (lower labial of GÜNTHER), and somewhat doubtfully to the mental piece of *Auchenaspis*. In *Chimaera* as shown by HUBRECHT and VETTER it is represented by a small pair of cartilages below the coronoid labials at each side of the Meckelian cartilage. HOWES has compared this mental piece with that of the Myxinoids and with the lower half of the annular cartilage of the lamprey, which HUXLEY homologised with the lower labial of the tadpole.

Considering now the Selachii, I have to withdraw a hasty statement in my preliminary paper that no traces of mental tentacles occur in them. GEGENBAUR describes in a few Selachii small cartilaginous blocks below the Meckelian cartilage, and these he considers to be rudiments of rays, showing that the lower jaw once bore a gill. In accordance with my theory I consider them to be rudiments of the mental and submandibular tentacles. GEGENBAUR goes on to make the far reaching suggestion that on such cartilages the jugular plates

of *Crossopterygia* may have arisen. On my view the jugular plates would, like the premaxillae and maxillae, arise in connection with tentacles. However direct evidence is still wanting, unless indeed certain phenomena in *Ceratodus* may be interpreted as such. HUXLEY has described an ensheathing bone at each side of the symphysis, on the ventral face of the mandible. This he takes to be the dentary element, setting aside GÜNTHER's determination of the tooth as the dentary. The bone in question however lies in front of and below the mental cartilage, and may be interpreted on GEGENBAUR's suggestion, as a paired anterior jugular plate. Jugular plates occurred in fossil Dipnoi but are usually stated to be absent in the living forms (SMITH WOODWARD). This bone is absent in *Protopterus*.

The mental tentacle in Myxinoids is represented by a hard root-piece, bearing a rudimentary tentacle and suspended only by ligaments and muscles. It is fully described by MÜLLER as the cartilage in the 4th or lowest tentacle.

Nerve Supply.

The nerve supply of the mental region is from the R. mentalis and the R. mandibularis externus. The Ramus mentalis in Siluroids runs outside or above the mentomeckelian process and forward, to run down outside the tentacle, where that is present, or to branch in the skin, when the tentacle is absent. The Ramus mandibularis externus may be a dissociated branch of the R. mentalis. It runs outside the coronoid process supplying in *Auchenaspis* the fold of skin below the mental block of cartilage. In *Callichthys* it is placed not so far forward.

Other details are given by STANNIUS.

In *Misgurnus fossilis*, the mental tentacle is supplied by a R. mentalis which crosses the Meckelian cartilage and then runs below that cartilage.

In *Motella tricirrata* the unpaired mental tentacle is supplied by a R. mentalis which takes a slightly different course. It crosses the lower jaw rather far back, and then proceeds along with the R. mandibularis of the Facial, which supplies the mandibular branch of the lateral line system. This close apposition led ZINCONI to the erroneous view that the mental tentacle was supplied from the Hyomandibular nerve of the Facial.

The mental tentacle in *Myxine* is supplied by a mental branch proceeding forward as in Siluroids.

Addendum. I must confess to not being able to speak with any feeling of certainty concerning the mental tentacle in Siluroids and Cyprinoids.

The independence of the R. mandibularis externus and the existence of the separate block in *Auchenaspis* may be taken to represent, as an alternative view to the above, a separate external tentacle or Extramental. GÜNTHER in the Catalogue of Fishes mentions two pairs of barbels as occurring in a number of Siluroids close to the chin. This is also stated for *Cobitidae*, but I am in doubt whether the inner smaller process is a real tentacle or only a fold of the skin. It has the form of a tentacle.

The question may be decided by examination of fuller material or completer literature than has been accessible to me.

Submandibular Tentacle.

I have investigated the submandibular tentacle in *Auchenaspis* and *Silurus*. It lies just below the coronoid process, being supported by a subdermal plate of procartilage, which is very large in *Auchenaspis*. It has no typical relation with a root piece, but from careful comparison I am convinced that the Meckelian cartilage is the root piece of this tentacle, precisely as in the case of the premaxillary root piece, the prepalatine, and the coronoid block. It is in *Myxine* that the Meckelian cartilage, or anterolateral piece of the tongue apparatus most closely resembles a root piece, a supposition strengthened by the disposition of the nerves. Occurrence of the submandibular tentacle is rare in fish.

The nerve supply is from the R. submandibularis which in Siluroids is given off from the R. mandibularis, just at the point of origin of the coronoid process. The Ramus submandibularis then crosses outside the mentomeckelian process to supply the tentacle. At the branching of the R. mandibularis into R. mentalis and submandibularis, the motor nerves to the muscles, moving the mental and submandibular tentacles are given off. A similar disposition of the nerves is described by GAUPP in Amphibia. "In Urodela and Reptilia, the principal portion of the Inframaxillary nerve runs in the canal of the lower jaw, as the Ramus alveolaris, forwards at the upper edge of the Meckelian cartilage, but a branch of this Alveolaris inferior runs down on the outer side of the Meckelian cartilage, and round its lower edge inwards, reaching the inner side after proceeding through

a foramen (in *Siredon* between the dentary and opercular) and then supplies the Mylohyoid."

"This branch is the Ramus circumflexus, and in the Frog it alone forms the terminal portion of the Inframaxillaris" (GAUPP).

The R. submandibularis is present in Myxinoids, running however along with the mentalis outside the Processus coronoideus and supplying the skin in front of the Meckelian cartilage. This branch possesses a certain resemblance to the Ramus mandibularis externus but nevertheless it appears to me to be really the submandibular.

Meckelian Cartilage.

The Meckelian cartilage of *Trichomycterus* is of an irregular inverted T shape, the crossbar of the T being horizontal, the coronoid process representing the stem. The process towards the quadrate does not reach the articulation, partly because the cartilage, even at this young stage, has been resorbed after the formation of the os articulare. Probably at no ontogenetic stage was this arm at all massive. The mentomeckelian process is also very short and far from reaching the symphysis, that being formed by the dentary bones only. The Processus coronoideus proceeds upwards and forwards accompanied by bone. It bears the procartilaginous coronoid piece. The demarcation between the hyaline cartilage of the coronoid process and the procartilage of the coronoid piece is quite clear.

In *Callichthys* the coronoid process is wanting, and the coronoid piece is rudimentary. The mentomeckelian extends very little forwards and to judge from the appearance of the cartilage there has been no resorption, so that probably it never extended further at earlier stages of its ontogeny. The mentomeckelian processes are as far from reaching the symphysis as in *Trichomycterus*.

In *Auchenaspis* the condition is a little different from that of *Trichomycterus*. The posterior arm is in the same state and the processus coronoideus passes up, and bears the coronoid piece. The mentomeckelian process is however longer, reaching halfway from the coronoid process to the symphysis, tapering away.

In *Silurus*, where the cartilage is more extensively present, the posterior arm extends beyond the articulation with the quadrate, as an angular process, and the mentomeckelian process is fused with its fellow and the symphysis. In *Hypostomidae* the whole rami of the lower jaw may be said to be free, there being no symphysis. A processus coronoideus is stated to be frequently present in fish by STAN-

NIUS. "The lower jaw, varying to an extraordinary extent in shape, possesses often a special coronoid process". It is indicated in Dipnoi by the shape of the jaw, and the cartilaginous coronoid process can well be seen in sections.

The Selachii are not known to possess a coronoid process, the lower jaw in these animals being far from primitive.

It is no part of the present paper to follow out the coronoid process in the Vertebrates, and indeed complete observations on the relative extent of cartilage and bone are still wanting.

It may be remembered that the rami of the lower jaw of Teleostei are said to lie some way apart in embryos (STÖHR), but this may have nothing to do with the existence of the space between the mentomeckelian processes in Siluroids.

The anterolateral piece of the tongue apparatus in Myxinoids corresponds, to a certain extent, with the Meckelian cartilage. From its anterior upper corner a coronoid process proceeds to the coronoid piece and on to the maxillary tentacle, the relations in this respect being essentially the same as in *Auchenaspis*, where maxillary and coronoid tentacles are fused. The branches of the mandibular nerve run outside it however. No mentomeckelian process is present, or only virtually so, and there is no articulation with the quadrate region.

A number of muscles belonging to the tentacular system are attached to MECKEL'S cartilage. In Myxinoids the number is considerable. In Teleostei it is almost equally great, but in Selachii there has been much reduction and simplification. VETTER says of the adductor mandibulae of Teleostei: "This muscular mass is nowhere found in the form of the relatively simple undivided adductor of Selachii or of *Chimaera* but always split into several portions. The Teleostei thus stand in regard to the jaw muscles much nearer to *Myxine* than the Selachii.

Many great authorities have held that the adductor mandibulae is the homologue of the adductores arcuum visceralium and that the jaws represent a visceral arch, yet this view appears to me to be entirely erroneous and to have turned subsequent investigations into a wrong path. In spite of the admirable researches of JOHANNES MÜLLER, FÜRBRINGER and VETTER, much remains to be done, especially in the way of comparison, since the muscles yield most conclusive evidence of the correctness of the Cirrhostomial theory.

The Cranium and other Parts.

Concerning the skull it is not my intention to enter into any great amount of detail. A cartilaginous tegmen cranii is not formed. However across the great fontanelle runs the epiphysial bar, beneath and slightly in front of which the pineal organ terminates. It divides the fontanelle into an anterior and posterior portion and the anterior part corresponds to the Selachian "Praefrontallücke" (GEGENBAUR) inasmuch as a prolongation of the pineal organ is said to terminate at the anterior border of the tegmen cranii. PARKER has described the tegmen cranii in the Salmon. An epiphysial bar is shown by SAGEMEHL in *Characinidae* and *Cyprinidae*. It is represented by a rudimentary block of cartilage, discovered by myself in *Polypterus*, and GAUPP has followed its development in the tadpole, terming it the *Taenia tecti transversalis*. The main fontanelle in the frog thus corresponds to the Praefrontallücke of Selachii. It is interesting to note that the cartilage follows the wandering of the pineal organ backwards, but the dermal bones do not, the pineal organ shifting from between the frontals to between the parietals.

There is considerable variation in the floor of the brain, cartilages remaining only as blocks or processes, paired or unpaired.

A preorbital process is not formed in *Trichomycterus*, but by various degrees it reaches a complete development as in *Silurus*.

One of the most remarkable features is the Rostrum or modification of the internasal septum. It is most marked in *Trichomycterus* and *Auchenaspis*. It becomes invaded by the so called dermethmoid bone. We have only to consider the rostrum somewhat prolonged to obtain a typical Sturgeon rostrum. The Sturgeons cannot be very far removed from the Siluroids, more especially the *Hypostomidae*, as indeed is suggested by HUXLEY's observations on the relation of the fossil forms.

The comparative anatomy of the hyomandibular is of very great interest, but, since I have already dealt with the subject in a paper on the suspension of the jaws, I need not refer to it in detail here. The hyomandibular articulates with the pterotic ridge by a long articulation. The immobility of the suspensorium of *Hypostomidae* is well known.

In *Clarias* the pterotic ridge is produced far outwards, the articulation of the hyomandibular lying some way from the cranial wall.

The Siluroids approach near to an autostylic condition, or, to speak more correctly, are little removed from it.

Histology of the Tentacular Skeleton.

I venture to give the following sketch of the varieties of cartilage present in the tentacular skeleton.

Condensed embryonic tissue, known as procartilage, develops in various directions. It may give rise to an intercellular matrix with a tendency to become refractile. Such a tissue for the sake of comparison I term soft Myxinoid tissue (A), inasmuch as it forms the axis of the tentacles of *Myxine*. The nuclei and protoplasm may disappear, and the intercellular matrix become very hard, as in the hard tissue of *Myxine*.

On the other hand the intercellular matrix may become fibrillar and the cells and protoplasm degenerate as in the tentacles of *Clarias* (B). Or the procartilage may develop into hyaline cartilage (C) or persist to a considerable extent in its embryonic condition (D). The refractile matrix is stained blue by Bleu de Lyon, while the nuclei and protoplasm remain unstained. The core of the tentacle may attain very little development, the tentacle then being very flexible, as in *Misgurnus*, or on the other hand as in *Motella* it may be formed by structureless bone with a layer of osteoblasts round it. I have drawn up the accompanying scheme of the occurrence of these tissues. A stroke between two letters indicates that the tissue is intermediate between two varieties.

| | Na. Pmx. t. & p. | Mx. t. & Prepal. | Cor. t. & p. | Mental t. & p. | Subm. t. |
|-------------------------------|------------------|------------------|--------------------|----------------|----------|
| <i>Clarias</i> | B | B C | (degenerate) | | |
| <i>Auchenaspis</i> | | B C | A B A | B A | B |
| <i>Trichomycterus</i> (young) | C/D | C/D C | C/D A | | |
| <i>Callichthys</i> (young) | D | C/D C | C/D D | C/D | |
| <i>Chaetostomus</i> (young) | A/D | A/B C | | A (hard) | |
| <i>Acipenser</i> (young) | D | D C | | | |
| <i>Misgurnus</i> (young) | (rudimentary) | C | D | Extramental | D |
| <i>Motella</i> (young) | D | C | (replaced by bone) | Extramental | D |
| Other forms | C | C | C/D | C | |
| | (Teleostei) | | (Polypterus) | (Dipnoi) | |

From such a scheme it may be learnt that all parts are independently variable. Root piece and tentacle in *Amphioxus* are essentially similar in structure. In Myxinoids the root piece is differentiated from the tentacle by the great development of the intercellular matrix, the hardening of the same, and the degeneration of nuclei and protoplasm. In Siluroids much more complicated differentiations have arisen. The tentacles are not of similar histological nature in different families. The root piece differs from the tentacle in the same individual, the root pieces differ among themselves, some being of procartilage, some of the Myxinoid tissue, and some of true hyaline cartilage. Usually in one animal all the tentacles are of similar histological nature, but nevertheless this is not always the case e. g. in *Motella tricirrata*.

To a certain extent the grade of histological differentiation is a measure of the constancy of the piece. For example MECKEL'S cartilage and the hyoid cartilages occur in all the Craniata. The prepalatine piece, the hyaline premaxillary piece of Teleostei, the mental piece of Holocephali and of the Dipnoi are less omnipresent, but still run through whole orders, while less differentiated tentacles are present or absent in different genera. Of course there is no universal rule.

In view of the extraordinary amount of variation in histology and structure, it is very remarkable that, when tentacles do occur sporadically, they can be referred to certain of definite 6 or 7 pairs. Following the conception of WEISMANN, it would seem that the architecture of the germ plasm is more constant than the quality of the determinants. Exceptions to this rule may be discovered.

The embryonic development of the tentacles in *Ictalurus albidus* has been investigated by RYDER. Those present in the adult develop early in situ and there is no parallelism with the phylogeny.

Reversion and Larval Forms.

From comparison of long lists illustrating the occurrence of the individual tentacles, and from consideration of the fact that they appear sporadically, I have come to the conclusion that it would be extremely rash to maintain that the tentacles have come down in unbroken ancestral line from an early progenitor. In other words, their presence must often be due to reversion¹). They are not always

1) Or, in many cases, inasmuch as rudiments of tentacles are almost always present, by "redevelopment from rudiments" (DARWIN). No sharp distinction can be drawn between the phenomena of reversion and redevelopment from rudiments.

the most primitive and archaic forms that possess the tentacles most fully developed.

All parts of an organ may not revert to the ancestral condition, or in other words the reversion may be only partial. Such is the case in the tentacles of *Cobitidae* where the skeletal axis is not developed. In the language of WEISMANN the reversion in this case is due to determinants in the skin, the skeletal determinants not being evolved.

When once a structure has arisen by reversion and been rendered constant by natural selection, it will develop ontogenetically direct to the adult condition, and therefore it is useless to seek for information as to its ancestral history in its embryological history.

It will I think be obvious, to anyone fully acquainted with the writings of DARWIN and WEISMANN, that reversion may occur at any free living stage. Larval forms are often supposed to represent ancestral or existing adult forms. The resemblance has no doubt been greatly exaggerated. For instance I am not aware that *Ammocoetes* shows any approach in positive characters to *Myxine* or *Amphioxus*.

Nevertheless such characters as the prepalatine piece of tadpoles, and the maxillo-coronoid tentacles of the larva of *Dactylethra*, at its fancied "Siluroid" stage, have to be accounted for. Tentacles do not occur so far as I know in other tadpoles nor in the larvae of Urodeles. Therefore probably we have here a case of larval reversion, but it is only an exceedingly incomplete reversion.

The Zoological Position of Siluroids.

The Siluroids are mostly freshwater fish with an extraordinary diversity of habits and structure and with a remarkably wide geographical distribution. While however the group as a whole occurs in all the zoogeographical regions, yet certain families are confined to one. Thus, for instance, the *Loricarina* with peculiar anatomical features appear to be confined to the rivers of S. America. (Certain forms from the oriental region have been allied with them by some ichthyologists.) They are freshwater forms without any means of passing across seas, being heavily armoured with feeble powers of swimming, lying at the bottom of pools in the daytime, and creeping about at night on banks by means of their strong spines, and feeding on soft substances more or less putrified (WEYENBERGH).

We are justified by the principles of geographical distribution in attributing to *Loricarina* an antiquity like that of *Lepidosiren*.

Nor is there any reason, as far as distribution is concerned, for denying to other families, such as the *Clariina*, an immense antiquity. They are a now flourishing group, while the Dipnoi, with restricted range are a decadent group.

The dermal skeleton of *Hypostoma* and *Callichthys* has been exhaustively investigated by HERTWIG, who found that their dermal teeth are homologous with the placoid scales of Elasmobranchs. Therefore the dermal skeleton must be regarded as exceedingly primitive. From that of *Hypostoma* may be derived that of *Acipenser*, which however is considerably more modified. Recently KLAATSCH has attempted to upset HERTWIG's conclusions, but I am not alone in thinking that in spite of the technical excellency of KLAATSCH's work, he has signally failed to prove his point.

Another feature of considerable interest is revealed by the oral teeth of *Hypostomidae*. Some forms have been excellently figured by KNER. I would specially refer to his fig. 1, tab. 5.

The bent hook-like teeth of the premaxillary and dentary bones all converge in the same direction, and the two premaxillae and the two dentary bones are separate, thus forming four independently moveable blocks. Such teeth can only be used for hanging on to some object.

WEYENBERGH remarks "the fragility of these teeth is enough to show that the fish cannot use much force with them, and this is not necessary, because these fish feed on more or less putrescent organic substances. I have met, for example, with many specimens round a dead horse, which was decaying in the river Primero. It seems to me that their mode of feeding does not deserve the name of mastication, but rather of suction". It is of no little importance to find that these archaic animals have a suctorial mouth. Possibly the symphyseal teeth of *Coccosteus* may also have been used for hanging on. No doubt *Coccosteus* did not live on dead horses, but even in palaeozoic times, there can have been no lack of decaying organic matter.

Coccosteus also possessed normal teeth in its jaws, so that it would appear to have been able, not only to hang on, but also to bite in the usual fashion.

The Siluroids are almost throughout characterised by having a very small gape of the jaws. They will suck at bait and not swallow it suddenly like ordinary fish¹). Along with this is associated the

1) This information I owe to my friend, Mr. E. T. MELLOP, who has observed the habits of Australian species.

fact that the suspensorium possesses little mobility and the suspension is little removed from autostylysm, which I hold to be the primitive condition.

Of late years it has become customary to look upon the "Ganoids" as derived from Selachii, while the Teleostei are regarded as a flourishing offshoot from the least primitive of the Ganoids, *Amia*.

When the Ganoids were established as a limited group by the weight of MÜLLER'S authority, and further when the primitiveness of Selachii was so strongly insisted on by GEGENBAUR, it was but logical to assume that a Selachian form gave rise to a Ganoid, and this in turn to a Teleostean.

However the Ganoids are now being given up as a natural group.

SAGEMEHL'S work illustrates the progress of such views. This author directly compared *Amia* with Selachii, and came to the conclusion that a form like *Amia* might be descended from an early *Notidanus*-like shark. Then he proceeded to show that the *Characinidae* are closely allied to *Amia*, while a group including Siluroids, *Gymnotidae*, *Characinidae* and *Cyprinidae*, must be founded under the term Ostariophyseae, since they possess in common the remarkable "WEBER'S apparatus". No weight can then be assigned to characters of the dermal armature or fins. BRIDGE and HADDON, also working on WEBER'S apparatus, seem also to accept the modern origin of Siluroids.

Thus according to SAGEMEHL the Siluroids are to be derived from *Amia*. Such a view seems to me inconsistent with all known principles of comparative anatomy and geographical distribution.

Any discussion on the affinities of the Siluroids would be incomplete without reference to the paleontological evidence.

AGASSIZ classed the Siluroids, on account of their dermal armature, with the Ganoids, from which they were removed by JOHANNES MÜLLER. Subsequently (1858—61) HUXLEY following up the investigations of PANDER, compared certain of the Siluroids with *Cephalaspidae*. "No one can overlook the curious points of resemblance between the Siluroids, *Callichthys* and *Loricaria*, on the one hand, and *Cephalaspis*, on the other, while in other respects, they may be still better understood by the help of the Chondrosteian Ganoids." "I am inclined to place the Cephalaspids provisionally among the Chondrostei, where they will form a very distinct family." RAY LANKESTER at the conclusion of his monograph on the *Cephalaspidae* remarks: "It cannot be too strongly asserted that these fishes are,

as far as can be seen, by no means of a low type. At the same time there is nothing in the remains known to us which will indicate even approximately their affinities to any one of the large groups recognised in the classification of Amphirhine fishes." "The series of scales or bones along the body of *Cephalaspis* — so strongly recalling the cinctures of *Callichthys* which has a complete endoskeleton — are, probably, morphologically of the same nature as those structures, but anteriorly I have not been able to detect any modification of the flanking 'scales' in *Cephalaspis* in the form of clavicular bones." "It is best then to let the group of *Cephalaspidae* stand alone."

PANDER, HUXLEY and RAY LANKESTER are therefore agreed that the dermal armature of *Loricarina* is like that of the oldest known vertebrate fossils.

CLAYPOLE (1892) has discovered Crossopterygian fins along with a Pteraspidian, *Palaeaspis*.

As to the Silurine forms, HUXLEY compared *Coccosteus* with *Clarias* and concluded that the structural coincidences in the two forms "must lead us to assign a place near, if not among, the Siluroidei to *Coccosteus*".

This view has not met with general acceptance and TRAQUAIR writes "Undoubtedly, the weakest point in Professor HUXLEY'S 'Essay' is the attempt which he made to show by comparison of the exoskeletal plates of *Coccosteus* with the bones visible on the exterior of the skeleton of many recent Siluroids, that there was a possibility at least of the enigmatical group of the Placodermata turning out to belong to the great order of Teleostei, or ordinary bony fishes, 'hitherto supposed to be entirely absent from formations of palaeozoic age'. Recent discoveries in the palaeozoic rocks of America point, as we shall presently see, to another, and perhaps more probable solution of the question."

The "perhaps more probable solution" is given by the discovery of *Dinichthys*. NEWBERRY discovered that *Dinichthys* has a dentition like that of *Protopterus*, and therefore concludes that it is allied to the Dipnoi. *Dinichthys* being also allied to *Coccosteus*, it follows that *Coccosteus* is allied to the Dipnoi.

Nevertheless, too much stress must not be laid on a single feature. Fusion of teeth to form great dental plates has occurred over and over again in the Vertebrates as for example in *Plectognathi* and in *Hatteria*. The jaws of *Dinichthys* have far less resemblance to those of the more archaic *Ceratodus*, where the teeth lie on the inside on

the lower jaw, than to the more modified *Protopterus*. Therefore the resemblance may be due to convergence. Other features forbid entirely the close alliance of *Dinichthys* and *Protopterus*. The latter has no structures corresponding to the spines of the former. The whole dermal armature is entirely different, and finally the distribution of the lateral line system, as figured by CLAYPOLE, is in no respect like that of *Ceratodus* or *Protopterus* (I have examined both of the latter animals on this point), while it bears a remarkable similarity to that of *Clarias*, as figured by me.

Returning to *Coccosteus*, I may state that I have examined a number of specimens and the dermal armature certainly shows no affinity with Dipnoi. Elsewhere I have endeavoured to prove that the lateral line of *Clarias* closely resembles that of *Coccosteus*, thus offering confirmation of HUXLEY'S view.

The Siluroids are therefore not classed with the *Cephalaspidae* and *Coccosteidae* mainly on negative evidence, such as the absence of pectoral fins or clavicular bones and the absence of internal ossification.

Owens College Manchester
Dec. 1894.

Bibliography.

- BÜCHNER, G., Mémoire sur le système nerveux du Barbeau, Strasbourg 1836.
- CLAYPOLE, E. W., On the structure of the American Pteraspidian, Palaeaspis, in: Quart. Jour. Geol. Soc., V. 48, 1892.
- The head of *Dinichthys*, in: Amer. Geologist, V. 10, 1892.
- CUVIER, Mémoire sur la composition de la machoire supérieure des poissons, 1814.
- [DEAN, BASHFORD, The pineal fontanelle of Placodermata and Catfish, in: Rep. of Fish Comm. 19, New York.]
- FÜRBRINGER, PAUL, Unters. z. vergl. Anat. d. Musk. d. Kopfskelets d. Cyclostomen, in: Jena. Zeitschr., V. 9.
- GAUPP, Primordialcranium von *Rana fusca*, in: Morph. Arb. SCHWALBE, V. 2.
- GEGENBAUR, C., Ueber die Kopfnerven von *Hexanchus*, in: Jena. Zeitsch., V. 6, 1871.

- GEGENBAUR, C., *Unters. z. vergl. Anat. d. Wirbelth.*, V. 3. Das Kopfskelet der Selachier, Leipzig 1872.
- GÖLDI, E., *Kopfskelet und Schultergürtel von Loricaria cataphracta etc.*, in: *Jena. Zeitsch.* 1884.
- GÜNTHER, A., *Catalogue of Fishes in the British Museum.*
- HERTWIG, O., *Ueber das Hautskelet der Fische*, in: *Morph. Jahrb.*, V. 2, 1876.
- HOWES, G. B., *Affinities etc. of Marsipobranchii*, in: *Proc. and Trans. Liverpool Biol. Soc.*, V. 6, 1891—92.
- HUBRECHT, A. A. W., *Beitrag zur Kenntniss des Kopfskelets der Holocephalen*, in: *Morph. Jahrb.*, V. 3, 1877.
- HUXLEY, T. H., *The craniofacial apparatus of Petromyzon*, in: *Journ. Anat. and Physiol.*, V. 10, 1876.
- *Preliminary essay on Devonian Fishes*, in: *Mem. Geol. Surv. of United King.*, Dec. 10, 1861.
- KLAATSCH, H., *Zur Morphologie der Fischschuppen u. zur Geschichte der Harnsubstanzgewebe*, in: *Morph. Jahrb.*, V. 16, 1890.
- KLINCKOWSTRÖM, A. VON, *Die Zirbel und das Foramen parietale bei Callichthys*, in: *Anat. Anz.*, V. 8, 1893.
- KNER, R., *Die Hypostomiden*, in: *Denkschr. k. k. Akad. d. Wiss. Wien, math.-naturw. Cl.* 7, 1854.
- MÜLLER, JOHANNES, *Vergleichende Anatomie der Myxinoiden*, Berlin 1835.
- NEWBERRY, J. S., *Structure and relations of Dinichthys*, in: *Rep. Geol. Survey Ohio*, V. 2, 1875.
- PANDER, C. H., *Ueber die Placodermen des devonischen Systems*, St. Petersburg 1856.
- PARKER, W. K., *Numerous papers.*
- POLLARD, H. B., *On the anatomy and phylogenetic position of Polypterus*, in: *Zool. Jahrb.*, V. 5, *Anat. Abth.*, 1892.
- *The lateral line system of Siluroids*, *ibid.*
- *The "cirrhostomial" origin of the head in Vertebrates*, in: *Anat. Anz.*, V. 9, 1894.
- *The suspension of the jaws in Fish*, *ibid.* V. 1894.
- *Observations on the development of the head in Gobius capito*, in: *Quart. Journ. Micr. Sc.*, V. 35, 1894.
- POWRIE and LANKESTER, *Monograph of the Fishes of the Old Red Sandstone, I. Cephalaspidæ* by E. RAY LANKESTER, 1870.
- RAMSAY WRIGHT, Mc MURRICH and others, *Anatomy of Amiurus*, in: *Proc. Canad. Inst. Toronto*, V. 2, 1884.
- RATHKE, H., *Bemerkungen über den innern Bau der Pricke*, Danzig, 1825.
- RÖSE, C., *Ueber Zahnbau u. Zahnwechsel der Dipnoer*, in: *Anat. Anz.*, V. 7, 1892.
- RYDER, *Development of osseous Fishes (Ictalurus)*, in: *U. S. Fish Commission.*, 1885.
- SAGEMEHL, M., *Das Cranium der Characiniden*, in: *Morph. Jahrb.*, V. 10, 1885.
- *Das Cranium der Cyprinoiden*, *ibid.* V. 17, 1891.

- STANNIUS, H., Handbuch der Zootomie, 2. Ausg. Berlin 1854.
 — Das peripherische Nervensystem der Fische, Rostock 1849.
 STÖHR, P., Zur Entwicklungsgeschichte des Kopfskeletes der Teleostier, in: Festschrift, Würzburg, 1882.
 TRAQUAIR, R. H., On the structure of *Coccosteus decipiens*, in: Ann. and Mag. Nat. Hist. 1890.
 — History of Scottish fossil ichthyology, in: Proc. Roy. Phys. Soc., 1879.
 VETTER, B., Unters. z. vergl. Anat. d. Kiemen u. Kiefermusc. d. Fische, in: Jena. Zeitsch., V. 8 and 12.
 WEYENBERGH, H., *Hypostomus plecostomus* VAL. Mémoire anatomique pour servir à l'histoire naturelle des Loricaires, Leipzig 1876.
 WIEDERSHEIM, R., Das Skelet u. Nervensystem von *Lepidosiren annectens*, in: WIEDERSHEIM, Morph. Studien, Jena 1880.
 v. WILHE, Ueb. d. Visceralskelet u. d. Nerven d. Kopfes d. Ganoiden, in: Nied. Arch f. Zool., V. 5, 1882.
 WOODWARD, A. S. Catalogue of fossil Fishes in the British Museum, 1891.
 ZINCONI, ANT., Osservazioni anatomiche su di alcune appendici tattili dei pesci, in: Rendiconti Accad. Sc. Napoli, 1876.
 ZITTEL, Handbuch der Paläontologie, V. 3, 1890.

Lettering of Figures.

- | | |
|---|---|
| <i>Cor. p.</i> Coronoid piece. | <i>Pr.orb. c.</i> Preorbital canal. |
| <i>Cor. t.</i> Coronoid tentacle. | <i>Prepal.</i> Prepalatine cartilage. |
| <i>Eph.</i> Epiphysial bar. | <i>Proc.cor.</i> Processus coronoideus. |
| <i>H. M.</i> Hyomandibular. | <i>Pty.</i> Pterygoid cartilage. |
| <i>Hy.</i> Hyoid. | <i>Qu.</i> Quadrate cartilage. |
| <i>l. v. s.</i> Lateral tentacle-like support of the velum. | <i>Sty. Hy.</i> Stylohyal. |
| <i>Mx. t.</i> Maxillary tentacle. | <i>R. cor.</i> Ramus coronoideus. |
| <i>m. v. s.</i> Median tentacle-like support of the velum. | <i>R. md.</i> Ramus mandibularis. |
| <i>Ment. p.</i> Mental piece. | <i>R.md.ext.</i> Ramus mandibularis externus. |
| <i>Ment. t.</i> Mental tentacle. | <i>R.md.int.</i> Ramus mandibularis internus. |
| <i>Mck.</i> Meckelian cartilage. | <i>R. mx.</i> Ramus maxillaris. |
| <i>m. Mck.</i> Mento - Meckelian process. | <i>R. ment.</i> Ramus mentalis. |
| <i>Na</i> Nasal cartilage. | <i>R. o. p.</i> Ramus ophthalmicus profundus. |
| <i>Na. t.</i> Nasal tentacle. | <i>R. pal.</i> Ramus palatinus. |
| <i>Op. c.</i> Opercular cartilage. | <i>R. pmx.</i> Ramus premaxillaris. |
| <i>Pmx. t.</i> Premaxillary tentacle. | <i>R. subm.</i> Ramus submandibularis. |
| <i>Pmx. p.</i> Premaxillary piece. | |

Plates 24—25.

- Fig. 1. Model of *Auchenaspis*, front view.
 Fig. 2. " " " " side view.
 Fig. 3. " " *Silurus*, front view.
 Fig. 4. " " " " side view.
 Fig. 5. " " *Trichomycterus*, front view.
 Fig. 6. " " *Callichthys*, front view.
 Fig. 7. " " " " side view.
 Fig. 8. Sensory branches of Trigemini of *Auchenaspis*.
 Fig. 9. " " " " " *Trichomycterus*.
 Fig. 10. " " " " " *Callichthys*.
 Fig. 11. " " " " " *Myxine*.

Berichtigung.

In meinem Aufsatz „Ueber Bau und Entwicklung des Endosternits der Arachniden“ im 2. Hefte dieses Bandes bitte ich folgende bei der Correctur übersehene Irrthümer zu verbessern:

- S. 201 Z. 14 v. u. „Matrixschicht“ (statt „Chitinschicht“).
 „ 206 „ 6 v. o. *mcx* (statt *m*).
 „ 215 „ 16 v. o. „A. BIRULA“ (statt „Prof. KOROTNEFF“).
 „ 215 „ 20 v. o. „Prof. KOROTNEFF“ (statt „A. BIRULA“).
 Taf. 11, Fig. 23, siebter Buchstabe v. u. *G* (statt *L*).

Petersburg, 24. Dec. 1894.

WLADIMIR SCHIMKEWITSCH.

Nachdruck verboten.
Uebersetzungsrecht vorbehalten.

On the generative Organs and Products of *Tomopteris onisciformis* Eschscholtz.

By

J. H. Fullarton, M. A., D. Sc., F. R. S. E.
Zoologist to H. M. Fishery Board for Scotland, Edinburgh.

With Plates 26—28.

OKEN'S *Isis* of 1825 made known and briefly delineated the characters of a new genus which had been discovered by ESCHSCHOLTZ¹⁾ in the South Sea, and the species was named by him *Tomopteris onisciformis*. The true position in the Animal Kingdom of this transparent animal was misunderstood. ESCHSCHOLTZ placed it amongst the "Schnecken", in his third family, the Heteropods of LAMARCK.

QUOY & GAIMARD²⁾ found the same genus in May 1826 in the sea in the neighbourhood of Gibraltar, but did not know of its previous discovery by ESCHSCHOLTZ, and they named it *Briarea scolopendra*. Both ESCHSCHOLTZ and QUOY & GAIMARD regarded the lateral appendages as respiratory organs, the former calling them "Respirations-flossen", the French authors designating them "pieds-branchies ou appendices branchiaux". The view taken of these appendages naturally led them to consider the new gelatinous and transparent animals as most nearly allied to such Gastropods, as the Heteropods on the one hand, and the Nudibranchs on the other. The French naturalists seem

1) ESCHSCHOLTZ, Bericht über die zoologische Ausbeute während der Reise von Kronstadt bis St. Peter und Paul, in: *Isis* v. OKEN, Jahrg. 1825, Heft 6, p. 733, tab. 5, fig. 5.

2) QUOY & GAIMARD, Observations zoologiques faites à bord d'Astrolabe, en Mai 1826, dans le détroit de Gibraltar, in: *Ann. Sc. Nat.*, V. 10, 1827, p. 235, tab. 7, fig. 1.

however to have had some doubt, for their statement is hypothetical. "Si cet animal est un mollusque, il doit être placé après les *Glaucus*."

BUSCH¹⁾, along with his teacher JOHANNES MÜLLER, in 1847, obtained *Tomopteris* in Heligoland, and threw doubt on the interpretation, which had been given as to the lateral appendages being "Athmungswerkzeuge", and he described them as "zur Ortsbewegung dienend". He was unable to find a lumen in the network ("Verzweigung") of the plates springing from the distal ends of the lateral appendages, and concluded that ESCHSCHOLTZ had wrongly placed it amongst the swimming Gastropods, as the characteristic foot was wanting.

GRUBE²⁾ in the following year discussed the position of *Tomopteris* and placed it amongst the Worms, regarding it as a Chaetopod destitute of bristles. He placed it in a new subdivision of the Appendiculata Polychaeta, which he called *Gymnocopa*³⁾.

Sir JOHN DALYELL⁴⁾ independently recognised its Annelidan character and called it *Nereis phasma* or the Spectre Nereis, while GOSSE⁵⁾ called it *Johnstonella catharina*, afterwards in his Marine Zoology⁶⁾ reverting to ESCHSCHOLTZ's name *Tomopteris onisciformis*.

Generative Organs and Products.

The earliest described example showed genital cells. ESCHSCHOLTZ⁷⁾, although he did not designate them generative products, or apparently recognise their genital character, saw what he termed "kleine Kügelchen" both "in den Flossen" and "in der Höhle des Mittelleibes".

QUOY & GAIMARD⁸⁾ also recognised eggs. Their words⁸⁾ are: "On voyait facilement de chaque côté du tube digestif un grand

1) BUSCH, Einiges über *Tomopteris onisciformis*, in: Archiv f. Anat. u. Physiol., Jahrg. 1847, p. 180, tab. 7, fig. 5.

2) GRUBE, Einige Bemerkungen über *Tomopteris* und die Stellung dieser Gattung, in: Archiv f. Anat. u. Physiol., Jahrg. 1848, p. 456, tab. 16, fig. 9—13.

3) GRUBE, Die Familien der Anneliden, in: Archiv f. Naturgesch., Jahrg. 16, V. 1, 1850, p. 249.

4) DALYELL, The powers of the creator, V. 2, tab. 36, fig. 16, 17, p. 260, London 1853.

5) GOSSE, Naturalists rambles on the Devonshire coast, London, p. 356.

6) GOSSE, Marine Zoology, V. 1, p. 106, London.

7) p. 733.

8) p. 236.

nombre d'ovules, plus pressés vers l'extrémité du corps où ils étaient comme entassés; quelques-uns occupaient les appendices branchiaux."

BUSCH ¹⁾ saw two kinds of cells in the body-cavity, and called them, respectively, a) "Eier" with "Keimbläschen und Keimfleck", and b) "kleine Kügelchen". He described the latter as blood corpuscles, "wahrscheinlich Blutkörperchen". He was the first to perceive what other observers have since noticed, that the latter circulate freely in the body-cavity, and in the lateral prolongations of this cavity into the parapodia, but apparently he had noticed that the ova also are carried around in these streaming movements. Exception might be taken to his "kleine Kügelchen" being in reality blood corpuscles, but this will come up for consideration when I deal with my own observations.

GRUBE ²⁾ also describes the eggs, "liegen frei in der Bauchhöhle."

LEUCKART & PAGENSTECHE ³⁾ advance the subject a stage further, and state the origin of the egg-cells to be from the inner-wall of the extremities of the lateral appendages. They also tell of a "Klüftungs-process" ⁴⁾ taking place before the development into eggs of the cells found in the body cavity, and they were the first to perceive the genital apertures for the passage of the eggs from the animal to the surrounding medium.

CARPENTER ⁵⁾, who obtained his specimens on the west coast of Scotland, within two or three miles of where I first met with *Tomopteris*, gives an account by HUXLEY of examples which he caught in Torres Straits. HUXLEY deals amongst other matters with the ova seen freely passing from the hollow lateral appendages to the cavity proper of the body. These floating "rounded masses" or ova were $\frac{1}{250}$ th of an inch in diameter, the germinal vesicle being $\frac{1}{625}$ th of an inch, and the germinal spot being $\frac{1}{1600}$ th of an inch. HUXLEY saw in another, supposed to be a male, what he took for young spermatozoa, which were $\frac{1}{5000}$ th of an inch in diameter.

CARPENTER & CLAPAREDE ⁶⁾ describe eight pairs of "ovoidal bodies"

1) p. 185.

2) in: Archiv f. Naturgesch., ut supra, p. 343.

3) LEUCKART & PAGENSTECHE, Untersuchungen über niedere Seethiere, in: Archiv f. Anat. u. Physiol., Jahrg. 1858, p. 588, tab. 20, fig. 1—8.

4) p. 592.

5) CARPENTER, On *Tomopteris onisciformis* ESCH., in: Trans. Linn. Soc., London 1859, V. 22, p. 353, tab. 62, fig. 1—9.

6) CARPENTER & CLAPAREDE, Further researches on *Tomopteris*

in the caudal prolongation as testes, and say that each testis consists of "an undivided sac, whose cavity, when the organ has attained its maturity, is almost entirely filled with a mass of spermatozoa", and the individual spermatozoa are kept in motion "by the action of the cilia clothing that part of the inner wall of the testis which is near its external orifice". They describe and figure two orifices, one at the posterior or distal end leading to the outside, and the other on the inner and anterior side, which is occasionally seen, opens into the body-cavity. They state that the external orifice is distinct from "the large ridged rosette of the ciliated canal", but are not sure of its distinctness from the smaller rosette. The spermatozoa, which they figure, have two tails like the antherozoids of Algae. The testes are said to occupy the same position in the lateral appendages that the ovary does, the chief difference being in the size of the appendage, but CARPENTER & CLAPARÈDE mistake the oval vesicles for testes. Even if they were testes, situated at the base of the appendages as they are, they can scarcely be said to be in the same or a corresponding position to the ovaries, which are at the apical terminations. They corroborate LEUCKART & PAGENSTECHEr's observations on the place of origin of the ovarian cells in the lateral appendages, but add that "they are developed also in the caudal prolongation". "Their rudimentary ovaria", alleged to occur in mature males in the lateral appendages, are probably the tissue which gives rise to spermatozoa. Their view as to what are testes, when we come to deal with the structures shown in sections of the parapodia and of the ovoidal vesicles, will be further dealt with. They failed to find any female genital orifice.

GEGENBAUR¹) in his Comparative Anatomy, in describing the generative organs of Annelids, figures ovarian cells in *Tomopteris* as arising in one of the forks of the parapodium.

KEFERSTEIN²) made investigations on *Tomopteris* taken from Sicilian waters, and like CARPENTER & CLAPARÈDE failed to notice what LEUCKART & PAGENSTECHEr had seen, a female genital orifice to the exterior. Like previous observers he perceived the seat of origin of the eggs, but while he denies the presence of a lining layer

onisciformis ESCH., in: Trans. Linn. Soc. London, V. 23, p. 59, tab. 7, fig. 1—14.

1) GEGENBAUR, Grundriss der vergleichenden Anatomie.

2) KEFERSTEIN, Einige Bemerkungen über *Tomopteris*, in: Archiv f. Anat. u. Physiol., Jahrg. 1861, p. 360, tab. 9, fig. 1—6, 9.

of epithelium in the body-cavity, still, to avoid a difficulty, he states his belief that "Epithel" persists at the place where the egg-heaps are formed. This is scarcely valid reasoning, especially as he gives no indication that he made a single section to prove his contention as to the absence of epithelium (or endothelium rather), and his single figure of *Tomopteris* moreover, is so very rough that it must be regarded as only an approximate representation. His statement as to the group of cells where one is a ripe egg, and the others are only a small appendage to the larger ripe egg, will hereafter be considered. He describes other individuals, as large as those containing eggs, which, however, show only small groups of large cells ("kleine Gruppen von 0,016—0,02 mm grossen Zellen"); but although he suggests he hesitates to regard them as seminal cells.

QUATREFAGES¹⁾ saw only one pair of female genital openings, and states that the sexes are separate, and that "les oeufs se développent dans la cavité générale sur les côtés du tube digestif."

VEJDOVSKÝ²⁾ has made the most accurate contribution to our knowledge of the generative organs and products, especially in the male, of any observer, who up to his time had dealt with *Tomopteris*. Like others he failed to notice the paired female genital orifices which LEUCKART & PAGENSTECHEK had found. He describes and figures ripe spermatozoa with only one tail, an isolated "Samenleiter" and paired "Samenklumpen" in the caudal prolongation, distinguishing between the latter and the "Samenleiter". He sets CARPENTER & CLAPARÈDE right in reference to the origin of the spermatozoa, and his "Samenklumpen" are the equivalents of their testes. The seminal ducts are modified segmental organs, and he saw them in all fully developed segments. My observations differ from his in this respect, and also from the interpretation which he places on his "Samenklumpen", but these points will be considered in course.

GREEFF, in his contribution to this subject, deals with the species of *Tomopteris* which he found at different times in the Canary Islands³⁾ and in the Guinea Islands⁴⁾. In his Canary species, he saw

1) QUATREFAGES, Histoire naturelle des Annelés marins et d'eau douce, 1865, V. 2, p. 219.

2) VEJDOVSKÝ, Beiträge zur Kenntniss der Tomopteriden, in: Z. f. wiss. Zool., V. 31, 1878, p. 81, tab. 6, 7, fig. 1—15.

3) GREEFF, Ueber die pelagischen Anneliden von der Küste der canarischen Inseln, in: Z. f. wiss. Zool., V. 32, 1879, p. 237, tab. 13—15, fig. 40—51.

4) GREEFF, Ueber die pelagische Fauna an den Küsten der Guinea-Inseln, in: Z. f. wiss. Zool., V. 42, 1885, p. 432, tab. 12, fig. 1—21.

in *T. kefersteini*, small bodies carried in a stream brought about by the action of cilia clothing the inner surface of the body wall, and he called these "Lymphkörperchen oder Samenkörperchen". He also observed ripe eggs, and "Keimzellballen" in females. In *T. eschscholtzia* an ovary and eggs are figured. While he did not apparently observe the female genital orifices in his Canary species, he was the first since LEUCKART & PAGENSTECHEr's time to see both pairs in his Guinea species, *T. rolasi* and *T. mariana*. He describes three pairs of testes in the three last segments of both these species, but he mistakes for testes the vesicular structures, which CARPENTER & CLAPARÈDE regarded as testes, but which VEJDOVSKÝ more correctly calls "Samenklumpen".

The other naturalists, ALLMAN¹), GOSSE, and DALYELL who have written on *Tomopteris* do not deal with the generative products, and CLAPARÈDE²) only met at Naples with a mutilated specimen.

The sexes are separate. The experience of all observers, who have distinguished the sexes, is the same as mine, viz., that a much larger number of females than males is obtainable by means of the tow-net, in most cases five or six to each male. The younger forms are oftener met with than the adults. In the adults or individuals with a long caudal prolongation of the body, the sexes are easily distinguishable by the large ovarian cells, Fig. 10 *ov.*, in the body cavity on the one hand, and by the round vesicles — "Samenklumpen" — Fig. 5 *v. s.*, on the other. In the young or tail-less forms, the sex is often difficult to determine, as the ovarian and spermatic tissues are much alike in appearance. Both sexes are met with at all seasons of the year, and the adult females seem always to have generative products free in the coelom during the warm months of the year.

Male generative organs. Neither ESCHSCHOLTZ, nor QUOY & GAIMARD distinguished males, unless the "kleine Körperchen" of the former seen in the body-cavity and its continuations into the lateral appendages refer, as is very improbable, to male cells. It is much likelier that the reference is to female genital cells which are larger, and therefore more easily perceived. BUSCH did not find any males, but it is possible that some in which he did not find eggs, but only "Blutkörperchen" (?), were males, and that his blood-cor-

1) ALLMAN, On some recent results with the towing net on the south coast of Ireland, in: *Nature*, 1873, V. 9, p. 74.

2) CLAPARÈDE, Annélides chétopodes du Golfe de Naples, in: *Mém. Soc. Phys. et Hist. Nat. Genève*, V. 19, 1868, p. 569.

puscles were spermatozoa. LEUCKART & PAGENSTECHEER saw only females. HUXLEY's example, obtained in Torres Straits, was likely a male, but though this is problematical, still, the size of the cells seen in the body-cavity ($\frac{1}{6000}$ th of an inch) agrees very closely with the size of the heads of the spermatozoa in my specimens.

CARPENTER & CLAPARÈDE were the first to distinguish indubitably individuals of the male sex, although they seem to have completely misinterpreted the organs. KEFERSTEIN's suggestion that the small groups of cells 0,016—0,02 mm, which he saw in individuals with no egg-heaps, were "Samenzellen" must be received with caution. QUATREFAGES distinguishes separate sexes, but gives no details indicating whether he personally observed the differences or bases his distinction on the diagnosis of CARPENTER & CLAPARÈDE. VEJDOVSKÝ and GREEFF, as has been mentioned, distinguished separate sexes.

The testes are found in the forks of all the parapodia with well-developed bi-ramous divisions, Fig. 1 *t*. The generative tissue originates from the endothelium of the fork, Fig. 4 *en*, and is easily seen both in the living animal and in mounted specimens. Sections prove that BUSCH's statement, of epithelium being only present where the sexual elements arise, is not consistent with the fact that endothelial tissue clothes the whole of the inner surface of the body wall and its appendages. The endothelium of the parapodium and of its forks is continuous, but I have never found that genital cells arise from the main-stem-endothelium which is quite indistinguishable from that of its two forks. The cells arise in both forks, and the organs in neighbouring forks are always similar in size and shape. The cells of the endothelium proliferate and the daughter-cells, Figs. 2, 3, 4 *t. c.*, resulting stand forth from the wall. By successive multiplication the organ, from being a single layer of cells in thickness, Fig. 2, gradually increases till a large portion of the lumen of the fork is filled up with generative tissue, Fig. 1. This increase takes place distally and proximally, as well as towards the centre of the cavity. The whole mass of cells so originating constitutes the testes. The appendages in which they are formed are truly lateral and forked, but the succeeding appendages, Fig. 5 *par.*, which are more or less ventral and only indistinctly divided into two branches at the very apex, do not bear testes. CARPENTER & CLAPARÈDE found what they called "rudimentary ovaria" in mature males in the terminal walls of the lateral appendages, but leave the determination to future observers of whether the cells of these develop into ova or remain rudi-

mentary. Their "rudimentary ovaria", whose cells are very similar to those in the incompletely formed ovaries of young and unripe females, are, I believe, really the testes. The misconception doubtless arose from their initial mistake as to the "ovoidal bodies" also found in mature males.

Each genital cell in the testis, Figs. 1—4 *t. c.*, is similar in size and shape, and can thereby serve to distinguish the testes from the mature ovary whose cells vary much in character as will be seen, Figs. 10—12 *ov', o.* The male cell consists of two portions, Fig. 4 *t. c.*, a peripheral portion, which remains somewhat clearer, and a large central mass, which stains more deeply after treatment with borax carmine. While the cells occupy the greater part of the area of the section, there is apparently a common matrix in which they are embedded and evenly distributed. The whole testis is a single rounded and oblong mass in a more or less close union with the inner wall of the fork, occupying the greater part of the distal end, Fig. 1 *t.*

Seminal vesicles in addition to testes are found in the mature males, Figs. 5—7 *v. s.* The number of these vesicles, as well as the number of the testes, depends on the age and therefore the size of the males. The vesicles are altogether absent in immature males. In my specimens I generally found four or five pairs of such structures, Fig. 5, while CARPENTER & CLAPARÈDE have described as many as eight pairs, but no mature male of mine had such a large caudal prolongation as theirs possessed. GREEFF, on the other hand, has described *T. mariana* with a shorter posterior end and possessing three pairs "birnförmige Schläuche", while VEJDOVSKÝ figures four pairs of "Samenklumpen". The seminal vesicles are present in the segments, where the appendages, instead of being lateral, have become sub-ventral, Fig. 5 *par.*, that is, in the most posterior segments carrying only indistinctly bi-ramous appendages. Sometimes, however, I have found them present in the last segment with well-developed bi-ramous parapodia, in which testes also are found in the forks.

They are always ovoidal in shape, Figs. 5—7 *v. s.* Some are nearly spherical, while others have the long axis at least three times the length of the shorter, Fig. 6 *b.* They are true sacs, surrounded by a thin layer of tissue, which, when the sac is greatly distended, is almost invisible except in sections under very high magnification, Fig. 8. But if sections are examined in series, here and there the nuclei of the wall of the sac are distinctly seen, Fig. 8 *n.* When the sac is not greatly dilated, the investing membrane can usually be

observed. The sizes of the sacs vary considerably. The rounded forms seen in Fig. 5 are on an average about 0,0775 mm in diameter, while others may be as much as 0,124 mm in length and 0,02 mm or even less in breadth. The shape and size of the seminal vesicles depend on the amount of the contents and on the peristaltic movements of the intestine in the caudal prolongation.

The spermatozoa which crowd into the seminal vesicles are easily recognised both in the living animal and in the specimens mounted whole and in serial section, Figs. 6—9 *sp.* CARPENTER & CLAPARÈDE describe correctly the spermatozoa in the vesicle as "in continual movement upon each other, the motion being kept up chiefly, if not entirely, by the action of the cilia clothing that part of the inner wall which is near its external orifice". The ciliary action doubtless extends much beyond the external orifice, and the ceaseless peristaltic motions of the intestine also help to promote the movements among the contents of the vesicle, as well as the vibratile lashings of the tails of the spermatozoa. The sperms, which are set free from the cells arising in the forks of the parapodia, can be seen in the body-cavity of the mature male, and VEJDOVSKÝ has described their entrance into his "Samenleiter". The head of the spermatozoon is ovate, but I did not see that it was furnished with more than one tail, and it is possible that CARPENTER & CLAPARÈDE may be correct in describing it as possessed of two tails. The head-portion ranges from 0,004 to 0,005 mm in its greatest diameter, and the lesser diameter is about half of this. They stain much more deeply after treatment with carmine than do any other cells of the body.

The male genital orifices are two in number, one from the seminal vesicle to the exterior, Figs. 5, 6, 7, 8 *v. s. o.*, and the second opens into the body-cavity, Figs 6 *a'*, 9 *v. s. i.*

The external opening is easily seen in those where the spermatozoa are not crowded in the seminal vesicle quite up to the opening. In many, especially where the vesicles are nearly spherical, a clear hyaline space is left around the external aperture, Fig. 5 *v. s. o.*, and on closer inspection at the apex of this space a small circular collar, Fig. 7, is seen bounding the very small aperture, *v. s. o.* This hyaline space is only seen plainly in preserved and stained specimens. Sections reveal its presence also, Fig. 8 *v. s. o.* The inner opening is not so easily seen in mounted specimens. This is doubtless due to the great contraction which takes place, and the absence in most of spermatozoa at this portion of the canal. But occasionally in sections,

Fig. 9 *v. s.*, the course of the canal inwards from the great outer dilatation can be traced by the presence of spermatozoa along its course. When no sperms are in the inner part of the canal, it collapses so as to be almost indistinguishable. Where the seminal vesicles are present, I was unable to see either the large rosette-like or the smaller opening of the nephridia, other than the two openings of the seminal vesicles. CARPENTER & CLAPARÈDE describe two openings in their ovoidal sac and also figure (tab. 7, fig. 3) a large rosette-like opening as coexisting alongside of their "ovoidal body". The smaller opening of the "ovoidal body", I believe with them, corresponds to the smaller rosette-like opening seen in anterior segments, but I am unable to confirm the presence of both the inner opening and the large rosette-like opening in the same segment, and I cannot but think that the inner opening, which they only occasionally saw, may have been due to the pressure which they say they exercised in order to cause the sperms to be discharged from the outer opening.

In reference to the interpretations which different observers have placed on the parts, which I have called testes and seminal vesicles respectively, the views of CARPENTER & CLAPARÈDE, of VEJDOVSKÝ and of GREEFF must be noticed. The seminal vesicles correspond with the testes of CARPENTER & CLAPARÈDE and of GREEFF, and with the "Samenklumpen" of VEJDOVSKÝ. These observers apparently did not study the male organs by means of sections, indeed, the first was not able to preserve his specimens, and neither VEJDOVSKÝ nor GREEFF seems to have made sections of the genital organs, although VEJDOVSKÝ isolated a "Samenleiter". In coming to my results I was aided as much by sections as by the living animal or animals mounted whole.

The seminal vesicle is really an efferent seminal duct, which may act as a storehouse for spermatozoa, till they are required for the fertilisation of the ripe ova, and I agree with VEJDOVSKÝ that the efferent ducts are merely nephridia modified for a generative function, as is the case in many Annelids. This view is supported by what is seen in the appendages in front. In these the nephridia are plainly visible, occupying a position in the anterior angle where the parapodia spring from the body, while, when the parapodia become sub-ventral, nephridial openings other than the orifices of the seminal vesicles are not seen nor are they met with in sections of the caudal prolongation. Moreover, the seminal vesicles occupy a corresponding position to that of the anterior nephridia, and VEJDOVSKÝ's figure (tab. 6, fig. 7) of an isolated seminal duct is corroborative.

But I am unable to follow VEJDOVSKÝ when he distinguishes between "Samenleiter" and "Samenklumpen" and especially when he accounts for the latter by saying: "Die Samenfäden können deshalb nicht gleich von den wimpernden Samentrichtern aufgefangen werden und häufen sich rings um dieselben in der Leibeshöhle an." There surely must be some other reason for the sperms being heaped up in exactly similar situations of both sides of the body. The peristaltic movements of the intestine would prevent this. The spermatozoa, as CARPENTER & CLAPARÈDE and GREEFF saw, were within a distinct sac, whose walls I was able to see, and the outer opening at least of this sac was clearly visible. But, when we come to the fixing of what is testis, I agree with VEJDOVSKÝ that the testes and the ovaries are developed in similar positions in the different sexes. The testes of CARPENTER & CLAPARÈDE occupied the basal and rounded portion of the sub-ventral appendages. There cannot, therefore, be any doubt that their testes correspond to the seminal vesicles already described, for their testes and my seminal vesicles are found in the same positions. They describe them¹⁾: "Eight pairs of ovoidal bodies from which the rudimentary pinnules appeared to spring being really the testes, which occupy the parts of the perivisceral cavity that are prolonged into the short lateral appendages whereon these pinnules are really borne. Each testis (tab. 7, fig. 2) is an undivided sac, whose cavity, when the organ has attained its maturity, is almost entirely filled with a mass of spermatozoa. The individual parts of this mass are in continual movement upon each other, their motion being kept up chiefly, if not entirely, by the action of the cilia clothing that part of the inner wall of the testis which is near its external orifice." In the testes we should expect to find male generative cells either being formed from other active generating tissue, or a common mass of male tissue, but in no one of the many sections, that I cut, did I find either the one or the other. Further, it is hardly likely that the individual parts would be "in continual movement upon each other", or that the walls of an undivided testicular sac would be clothed with cilia. These naturalists seem therefore to have totally misapprehended the nature of the seminal vesicles, and, consequently, have been led to describe "rudimentary ovaria" in mature males. One is able to speak with more certainty in their case, as my observations were made on the same species, but GREEFF made his observations as to the male organs on two Guinea species, *T. rolasi* and *T. mariana*,

1) p. 63.

and differences in species may account for much, although hardly for such divergences in his and my observations. He gives a drawing (tab. 13, fig. 20 *b* & *a*) of the posterior part of *T. mariana*, showing three pairs of testes in the last three segments, and two pairs of segmental organs in the first two of these. He evidently follows CARPENTER & CLAPARÈDE in interpreting his three pairs of "birnförmige Schläuche" as testes ("Hoden"), but I am puzzled to understand the coexistence in two of them of segmental organs, and the absence of these in a third as his figure shows.

Female generative organs. The female generative products were seen by the earliest observers, for it is fairly certain that "kleine Kügelchen" of ESCHSCHOLTZ referred to ovarian cells, and QUOY & GAIMARD saw "ovules", both in the cavities of the parapodia, and in the body-cavity alongside of the digestive tube. BUSCH also mentions characteristic "Eier", but LEUCKART & PAGENSTECHER were the first to observe the female generative organs, as well as the paired genital openings in the female, and other observers since have also seen them. In all the females, which I obtained, ovarian cells were present, in the smaller and tail-less forms in the position where they originate, and in ripe adults, both in that place and also separated from the mother-tissue. In living animals the free ovarian products were seen circulating in the body-cavity, between the intestine and the body-wall, and in its lateral continuations, from the frontal horn-like lobes and the base of the appendages from which the styliform tentacles arise, to the last pair of bi-ramous parapodia. This circulatory motion was effected chiefly by the peristaltic movements of the intestine, but in the region of the head, at least, there were also smaller currents promoting circulation, which could only be accounted for by the action of the cilia of the endothelium as GREEFF has already noticed in *T. kefersteini*. The large ripe eggs, Fig 10 *ov*, when pressed between the body-wall and the intestine and against each other, were continually altering their shape owing to the pressure exerted. In this way they were made to assume an oval shape, and on the relaxation of pressure they returned to their normal spherical outline.

The ovaries, like the testes, occupy a position in the forks of all the lateral parapodia, Fig. 10 *o*, but are wanting in the parapodia, which are indistinctly bi-ramous and sub-ventral. Before the formation of generative tissue, it is impossible to distinguish the endothelium from which it ultimately arises, from the rest of the endothelium lining the body-cavity or from that portion of the endothelium

in the neighbourhood in the fork, where generative tissue has been already formed. The endothelial layer is very thin, Fig. 15 b *en*, but the activities of its cells give rise on the side next the lumen of the fork to new cells. The endothelial cells become elongated, and these prolongations are gradually constricted or divided off from the mother cells, thus forming a superficial layer of daughter-cells, Fig. 13 *ov'*. Division takes place in the daughter-cells, and probably also new proliferations arise in the endothelial cells, till the tissue from being one, Fig. 13, becomes many-layered, Figs. 14, 15. The outer surface becomes more or less rounded in outline. Like the testes, the ovarian tissue increases by the multiplication of cells both towards the apex of the fork, and towards the undivided part of the parapodium, till the greater portion of the cavity of the fork is filled up. In the ovarian tissue, the cells, like those of the testes, are at first similar to one another, Fig. 13, and in mounts of the whole animal are indistinguishable from sperm cells. This is the case in younger females, but as the tissue advances in development, the older cells of the ovary become greatly enlarged, and the organ appears more or less lobulated on the side away from the place where it is attached to the mother endothelium, Fig. 10—12, 14, 15 *o., ov'*. These lobules usually consist of a rounded mass of cells, Fig. 12 *ov'*, often with a giant cell in each. Till staining agents are applied the mass seems to be a large sphere with a number of smaller spheres inside, such as CARPENTER & CLAPARÈDE have drawn (tab. 7, fig. 13), but when suitably treated so as to bring out the cell-walls, the whole mass is seen to be made up of a series of polygonal cells, Fig. 12 *ov'*, each of which contains a large nucleus, *n*, and smaller nucleolus. These nuclei give to unstained specimens an appearance of true endogenous cell-formation, the large nuclei looking like cells. The whole mass, however, has apparently arisen from the division of a single ovarian cell, and may be paralleled with the "Klüftungsprozess" of LEUCKART & PAGENSTECHER.

The ovary may therefore be composed of very small and large rounded cells and masses of cells, and in ripe or nearly ripe individuals this is always the case. The size and shape of the organ and of the masses of cells in the organ differ according to the age of the individual.

As in some other worms, the generative products separate from the ovary, Fig. 10 *ovm.*, sometime before they are ripe or capable of fertilisation, Fig. 10 *ov. ovm.* The products so liberated are those contained in what was apparently a lobule of the ovary and always

consists of several cells. These cells may be almost a spherical mass, Fig. 17, or they may be an oblong rounded mass of cells, Figs. 16 a, b, c. Very often the whole mass simulates true segmentation.

The generative masses, when set free, float and circulate in the coelom, as has been already described. Almost all observers who have dealt with *Tomopteris* are familiar with the products at this stage and the circulation has also been noticed by them.

Difficulties emerge when we attempt to trace the ripening process of the generative products after they have been set free. From the restlessness of the living animal it is impossible to watch changes or advances in development of the generative products, even should these take place at sufficiently close intervals so as to be capable of appreciation by the eye with the aid of microscopic appliances. One must therefore draw conclusions from the generative cells seen in the body-cavity, their size, shape, contents, and their relative behaviour on the addition of fixing and staining agents. The materials are, the most advanced cells still in the ovary but on the point of being liberated, Fig. 12 *ov'*, the masses of cells floating in the body-cavity similar in character to these, Fig. 10 *ovm.*, single cells or ova of varying size, Figs. 17—23, up to the ovum of largest size, Fig. 25, and a series of other cells not unlike the ovum but with one to about sixteen or even thirty-two cells, Fig 28 et seq., in union with it. The characters, which have helped me, are the relative amounts of protoplasm and of deutoplasm in the cells as brought out chiefly after staining has taken place, the size and shape of the cells, and the presence or not of polar bodies.

The contents of the body-cavity in my opinion assort themselves into three classes, first those cells which are developing to result in the ripe ovum or second class of cells, and third, the cells which have followed on the fertilisation of the ova.

The cells ripening towards an ovum exhibit what LEUCKART & PAGENSTECHEER called a "Klüftungsprozess". Before liberation from the ovary, the masses of cells are mostly composed of protoplasm, and it is rare to find deutoplasmic spherules in them. Figs. 10, 11 and 12 show these masses in situ, and they are represented separately in Figs. 16a, 16b and 16c. The individual cells composing the mass seldom project beyond the outline of the others, and in many cases the whole mass approaches a spherical shape. But soon after liberation from the ovary, the cells of the mass, Fig. 18 et seq. project, and there is no longer any doubt that we have an aggre-

gation of cells connected together, and not simply one large cell with a large number of nuclei, as might be imagined (Fig. 17) when the cell walls are not brought into relief by staining. The youngest free masses are indistinguishable from the lobulated masses in the ovary, and both take up a uniform stain when treated with borax carmine. As ripening progresses the free masses of cells do not stain homogeneously throughout, for a number of deutoplasmic spherules are now seen, especially in the largest cell of the group, Fig. 19, 21 *deut.* The large cell seems to be increased at the expense of the smaller cells till ultimately it forms a small ovum. I was able to trace in many instances a gradual transition from a mass like that of Fig. 21 to the ripe ovum represented in Fig. 25, which is an accurate drawing to scale of an average sized large ovum. It is 0.248 mm in diameter. The smallest of the ova is about half that size, and there is little difference between the smallest ova and the largest cell of the most advanced mass of cells.

The ovum, when it is about ripe, after being treated with a carmine stain has a slight yellowish tinge in colour, due to the presence of a large number of deutoplasmic spherules throughout its mass, Fig. 24 *deut.* Small vacuoles are also seen in sections, Fig 24 *vac.* The ripe egg (Fig. 25) at the time of fertilisation shows certain nuclear changes, and for sometime afterward circulates in the coelomic fluid like the unripe masses of cells. The nucleus exhibits a vacuolation, Fig. 26 *vac.*, which is soon followed by its division into two, Fig. 27 *n.* The ovum at this time is generally slightly oval, but the change in shape may be the result of the pressure already noticed, rather than due to any difference in its behaviour brought about by fecundation. The divided nucleus is composed of about equal portions, but I was unable at this stage to observe any polar body expelled. When, however, segmentation had taken place into a large macro- and a small micromere I found the characteristic polar body, Fig. 28 *p. b.* The deutoplasmic granules, *deut.*, were almost uniformly distributed throughout the mass of the macromere, *mac.*, but the nucleated micromere, *mic.*, was composed almost exclusively of protoplasm. Segmentation took place regularly into two, four, eight, sixteen and thirty-two micromeres, Figs. 29—32 *mic.* Amongst all the specimens which I examined containing oospheres, I never found any more advanced in development than Fig. 32, and I must conclude that the oosphere leaves the body of the mother about this time. The macromere is seen to be surrounded with a very thin pellicle which, in the most

advanced stages, stands out in relief from the cell contents, Figs. 31a, 32 *p*. The deutoplasm, which in younger oospheres, Fig. 28, 29 *deut.*, is fairly equally distributed throughout the micromere, becomes more aggregated in older forms, Fig. 31, 32, and the portion towards the periphery contains more protoplasm, Fig. 31, 31a, 32 *pr*. This may be an indication of approaching macromeral division which, however, was not exhibited in the oldest generative products found in the body-cavity.

My observations are in accord, so far as development to the ripe ovum is concerned, with that outlined by LEUCKART & PAGENSTECHEER, who figure (tab. 20, fig. 4) two stages to the ripe egg, the first being one large and two smaller cells, and the second and more advanced being one large and one smaller cell. KEFERSTEIN gives another explanation as to the course of development, and describes what I have called segmentation stages in these words: "Bei einem Eierhaufen mit solchem reifen Ei erscheinen die übrigen Eier nur wie ein kleiner Anhang an diesem grossen" (tab. 9, fig. 5).

From his figure it may appear that his "Eierhaufen" corresponds to my oosphere and that his "kleiner Anhang", although composed of cells unlike one another, might represent the micromeral elements which I observed. Unfortunately he gives only one figure, so I am unable to say whether my suggestion as to correspondence is accurate, or whether his would be comparable to some of the stages in my investigation previous to the egg attaining ripeness. If what I have described as micromeres of the oosphere were simply "kleiner Anhang", we should expect to find that there was no common cell wall between the large cell and one of the smaller cells, or between adjoining small cells, and no polar body would be found. But in my specimens there are common walls, not two walls, and a polar body is distinctly seen in several. I therefore conclude that there are two classes of multicellular generative products, one kind preceding the attainment of ripening of the egg, and the other subsequent to fertilisation.

The female genital orifices, Fig. 35 *f.o.*, are two pairs of transverse slits immediately in front of the nerves (*nv*) given off from the ventral chord to the fourth and fifth pairs of parapodia, *par. IV, V*. They are situated on the ventral aspect of the body and, in fully ripe females, are connected to the sides of the body at the angle formed by the body and the anterior surface of the fourth and fifth parapodia. LEUCKART & PAGENSTECHEER saw in 1858 these openings

in *T. onisciformis*, but QUATREFAGES saw only one pair in the fourth segment and suggested that they were "pores génitaux". Apparently they were not again seen till GREEFF observed them in *T. rolasi* and *T. mariana* and he figured both pairs in the latter (tab. 12, fig. 4). The hyaline nature of the animal, as well as its continual activity and restlessness, make it difficult to distinguish them in the living animal, especially on the ventral surface, and it was only after my specimens were fixed, stained, and mounted, that I could see them. I was fortunate in obtaining examples of different ages, and consequently of varying maturity, and so was able to trace the development of the orifice from a very early stage, up to the point where the aperture is distended for the extrusion of the generative products. In some, even with ova nearly ripe, it was impossible after careful search to distinguish the opening, but the negative result was probably due to too deep staining or lack of differential staining of the whole mounts. I can therefore appreciate the difficulty which previous observers, who tried but did not find the openings, experienced. Once however the orifice in the fully mature individual is seen, it is easier to trace its development in younger forms.

In the youngest form, in which the tissue destined for the formation of the aperture was seen (Fig. 33 *f.o.*), the paired tissue on opposite sides in the same segment was not connected together across the middle line, as is shown in older individuals. The apertures were still shut and, as GREEFF has noticed in *T. rolasi* and *T. mariana*, they ran diagonally across the body outwards and forwards. They are situated about mid-way between the middle ventral line and the anterior point of origin of the lateral appendage. In preserved specimens each seems to consist of a band of tissue with elongated nuclei; the band separates in the middle and becomes united at either end, *mb.* The space left by the division of the band is spindle-shaped and not unlike the shape of the opening ultimately formed. The cells composing the band are not much elongated, and the nuclei occupy the greater parts of the cavities of the cells. The whole of this primitive structure is covered, not only by epidermis but also by the muscular layers of the body wall, both longitudinal and circular.

The bands of tissue of either side in the same segment extend inwards till they meet, crossing the double nerve-chord, Fig. 34—36 *n.s.*, slightly in front of the increased number of central nerve cells which marks what in other worms is the ganglionic swelling, Fig. 33, 34,

36 *n.g.*, from which the nerves to the lateral appendages arise, Fig. 33—36 *uv.* While the spindle-shaped interruption in the transverse band remains, it is still covered by the tissues of the body-wall, Fig. 34 *f.o.* The band has also become attached at its outer end to the sides of the body, *m.b.* It is attenuated both towards the sides and towards the middle. The unequal contraction caused by reagents makes the band assume in Fig. 34, a curved appearance, and the wrinkling noticed between the lateral appendages is due to the same. The spindle-shaped space still maintains a position about mid-way between the centre row of nerve cells and the sides of the body. Both in this and in the younger stage, Fig. 33, the long axis of the nuclei are in the same direction as the length of the band. They are only seen after the action of staining agents, but they form such a continuous and regular transverse line from side to side that it scarcely requires differential staining to mark them off from the nuclei of the layers of the body-wall. When the band is complete from side to side the animal shows that it is approaching maturity, and the discontinuous bands are only found in immature individuals, Fig. 33 *mb.* The cells of the band become greatly elongated till they have all the appearance of long and narrow spindle-shaped fibres, but this is more noticeable in more advanced stages.

In the fully ripe females, containing genital products ready to be shed to the exterior, what was a spindle-shaped marking or interruption in the band in younger individuals, has now become a definite opening, Figs. 35, 36 *f.o.* The genital clefts have doubtless arisen by the parting of the muscular and epidermal tissue of the body wall, which was seen covering ventrally the interrupted space already mentioned. The opening is surrounded, as LEUCKART & PAGENSTECHEER noticed, by tumid or swollen lips. The median end of the opening is pointed while the lateral portion is rounded. In the tissue of the lips, besides muscular fibres, oval cells are seen at intervals, and the two lips meet near to the outer margin of the ventral nerve chord to form the connecting band (Fig. 36 *mb.*) to the paired opening of the other side. The band becomes slightly thinner at the lateral edge of the ventral chord and broadens out till it attains a maximum as it crosses the central row of nerve cells, which is so characteristic of *Tomopteris*, as other observers have already noted. A similar muscular band is joined to the outer rounded end (Fig. 36 *mb.*) and is inserted immediately in front of the origin of the fourth and fifth

pairs of lateral appendages. This band of attachment gradually narrows, till it is almost a fine thread, to the sides of the body.

The orifice occupies a very definite position in relation to the muscles. GREEFF noticed and figured for *T. eschscholtzia* the muscles to the lateral appendages, and my observations of *T. onisciformis* are confirmatory. The ventral muscles for each appendage proceed from the ventral muscles of the circular layer of the body-wall in two main bundles. The band arising anteriorly, *m. a.*, runs diagonally outwards and is inserted on the posterior aspect of the lateral appendage of the same segment, and crosses its fellow band, *m. p.*, which arises posteriorly to be inserted on the anterior side of the inner wall of the appendage. The genital orifice is placed in the inner angle formed by these crossing bands, and, therefore, towards the middle line of the body. The longitudinal muscles of the ventral surface, Fig. 36 *m. l.*, also cross the genital cleft laterally over its outer border, and medianly also over a part of the orifice itself, acting as a kind of sphincter. While the fibres of the longitudinal muscles maintain a straight course on the outside of the opening, they are curved, outwards slightly, and inwards very markedly, as represented in Fig. 36. In some, with a wide open orifice, I have observed what appears to be a plug of mucus filling up that portion which is not covered by the bending fibres of the longitudinal muscular layer.

While LEUCKART & PAGENSTECHEER as well as GREEFF saw two pairs of openings, QUATREFAGES saw only one pair of female genital orifices in front of the fourth pair of parapodia, but I can account for this only on the supposition that his was an aberrant form. I met with a similar female, which had one pair of openings in the fourth segment, and in front of the next pair of lateral appendages only one opening was found, its fellow of the opposite side or any trace of it being wanting.

List of Reference Letters.

- | | |
|---|---|
| <i>an</i> anus. | <i>n. c</i> nerve cells. |
| <i>bc</i> body-cavity. | <i>n. g</i> ganglion of ventral chord. |
| <i>bcl</i> lateral prolongation of body-cavity. | <i>nt</i> network of fin. |
| <i>deut</i> deutoplasm. | <i>n. s</i> ventral nerve chord. |
| <i>en</i> endothelium. | <i>nv</i> lateral nerve. |
| <i>fn</i> fin-like expansion of parapodium. | <i>o</i> ovary. |
| <i>f. o</i> female genital opening. | <i>ov</i> ovum. |
| <i>gl</i> gland of fin. | <i>ov'</i> ovarian cells in ovary. |
| <i>int</i> intestine. | <i>ovm</i> mass of free ovarian cells. |
| <i>m. a</i> anterior muscle to parapodium. | <i>p</i> pellicle. |
| <i>mac</i> macromere. | <i>par</i> parapodium. |
| <i>mb</i> muscle band to genital opening. | <i>par. l</i> lobe of parapodium. |
| <i>mic</i> micromere. | <i>p. b</i> polar body. |
| <i>m. l</i> longitudinal muscles of body wall. | <i>pr</i> protoplasm. |
| <i>m. p</i> posterior muscle to parapodium. | <i>r. o</i> rosette-like organ. |
| <i>n</i> nucleus. | <i>sp</i> spermatozoa. |
| | <i>t</i> testis. |
| | <i>t. c</i> testicular cells. |
| | <i>vac</i> vacuole. |
| | <i>v. s</i> vesicula seminalis. |
| | <i>v. s. i</i> inner opening of same. |
| | <i>v. s. o.</i> outer of opening of same. |

Plate 26.

Fig. 1. One of the lobes of a parapodium and fin-like expansion of a ripe male showing the testis in its cavity. ZEISS Oc. 8, Apo. 8 mm. (The drawing is combined from a stained preparation and, the fin-like expansion, from an osmic acid specimen.)

Fig. 2. Transverse section of a lobe of a parapodium of a young male showing the male genital cells arising from the endothelium. ZEISS Oc. 8, Apo. 8 mm.

Fig. 3. Similar section of a ripe male with genital cells increased in number. ZEISS Oc. 8, Apo. 8 mm.

Fig. 4. Similar section (in part) of a ripe male with genital cells three to four layers in thickness. ZEISS Oc. 8, Homog. 2 mm.

Fig. 5. Portion of a ripe male behind the 13th body-segment to the end of the tail showing the paired seminal vesicles in the 14th — 17th segments. ZEISS Oc. 4, Apo. 16 mm.

Fig. 6 a—e. Five seminal vesicles, showing differences in shape and size, from a ripe male. ZEISS Oc. 8, Apo. 16 mm.

Fig. 7. Portion of a ripe male opposite the second pair of caudal parapodia showing the external genital opening. ZEISS Oc. 8, Apo. 8 mm.

Fig. 8. Transverse section of the caudal prolongation, through the anterior part of parapodium, showing the seminal vesicle where it opens to the exterior. ZEISS Oc. 8, Apo. 8 mm.

Fig. 9. Transverse section (in part) similar to preceding, but slightly posterior to it, showing the distended part of the seminal vesicle and a part of the canal on its inside. ZEISS Oc. 8, Apo. 8 mm.

Plate 27.

Fig. 10. One of the parapodia with fin-like expansion of a ripe female showing the ovaries and free cells in the body cavity of the main stem and forked branches. ZEISS Oc. 2, Apo. 8 mm. (The details of the net-work were filled in from a narcotised specimen.)

Fig. 11. One of the parapodia (in part) of a ripe female showing the ovaries in the cavity of the forks. ZEISS Oc. 4, Apo. 8 mm. (The specimen is slightly twisted from the action of fixing agents.)

Fig. 12. One of the ovaries of a ripe female as seen from the side. ZEISS Oc. 8, Apo. 8 mm.

Fig. 13. Transverse section of a lobe of a parapodium of a young female showing the ovarian cells arising from the endothelium. ZEISS Oc. 8, Apo. 8 mm.

Fig. 14. Transverse section of a lobe of a parapodium of a nearly ripe female showing the cells of the ovary. ZEISS Oc. 8, Apo. 8 mm.

Fig. 15. Transverse section of a lobe of a parapodium of a ripe female showing ovarian cells at different stages of development. Fig. 15 a. ZEISS Oc. 8, Apo. 16 mm. Fig. 15 b. ZEISS Oc. 8, Apo. 8 mm.

Fig. 16 a—c. Groups of ovarian cells approaching maturity in ovary. ZEISS Oc. 8, Apo. 16 mm.

Fig. 17. Spherical group of ripe cells isolated from ovary by pressure. ZEISS Oc. 8, Apo. 8 mm.

Fig. 18—23. Cell-masses floating in body-cavity at different stages of ripeness. ZEISS Oc. 8, Apo. 8 mm.

Fig. 24. Section of an egg just before fertilisation. ZEISS Oc. 8, Apo. 8 mm.

Fig. 25. Ripe egg. ZEISS Oc. 8, Apo. 16 mm.

Fig. 26. Egg with nucleus vacuolated. ZEISS Oc. 8, Apo. 8 mm.

Plate 28.

Fig. 27. Egg with nucleus divided into two portions. ZEISS Oc. 8, Apo. 8 mm.

Fig. 28. Sagittal section of oosphere with one macro-and one micromere. ZEISS Oc. 8, Apo. 8 mm.

Fig. 29—32. Oospheres with two, four, eight, sixteen and thirty-two micromeres respectively. ZEISS Oc. 8, Apo. 8 mm.

Fig. 33. Portion of the body of a young female opposite the 4th parapodium showing the incipient genital orifice. ZEISS Oc. 8, Apo. 16 mm.

Fig. 34. Portion of the body of a nearly adult female opposite the 4th and 5th parapodia showing the genital orifice still closed. ZEISS Oc. 8, Apo. 16 mm.

Fig. 35. Portion of the body of a fully ripe female opposite the 3rd, 4th and 5th pairs of parapodia showing the external genital orifices open. ZEISS Oc. 2, Apo. 8 mm.

Fig. 36. Portion of the ventral wall of Fig. 35 showing the genital orifice in its relation to the muscular bands of the body wall. ZEISS Oc. 8, Apo. 8 mm.

On *Stichocotyle nephropis* Cunningham, a Parasite of the American Lobster.

By

W. S. Nickerson.

(Contributions from the Zoölogical Laboratory of the Museum of Comparative Zoölogy at Harvard College, under the direction of E. L. MARK, No. XLIX.)

With Plate 29—31.

Contents.

1. Introduction. Literature, Material, Methods. Attempts at infection.
2. Description of live animal.
3. Description of systems of organs.
 - a) General form, size, arrangement of suckers &c.
 - b) Cuticula.
 - c) Musculature.
 - d) Suckers.
 - e) Parenchyma.
 - f) Digestive system.
 - g) Excretory system.
 - h) Sexual organs.
 - i) Nervous system.
 - j) Sense organs.
4. Classification.
5. Probable life-history.
6. Literature cited.
7. Explanation of figures.

The parasite which is the subject of this paper was discovered by chance in one of the lobsters used for dissection in the course on the Morphology of Animals in Harvard College. In the specimen upon which one of the students¹⁾ was at work a considerable number of small swellings were observed upon the wall of the posterior part of the intestine and of the rectum in the vicinity of the rectal gland. These appeared to be the cysts of some parasite, but as I could not

1) Mr. W. T. BUSH.

at once take the time to investigate them, the infected part of the intestinal tract was cut out and placed in preservative fluid until I should be able to give it a more thorough examination. Upon opening these cysts each one was found to contain coiled up within it a small worm agreeing very closely with the description given by J. T. CUNNINGHAM ('84) of a Trematode which he found in a similar position in the Norwegian lobster, *Nephrops*, and which he named from the immature encysted form *Stichocotyle nephropis*.

It has not been reported heretofore from the American lobster, *Homarus americanus*, and in fact the paper of CUNNINGHAM already alluded to is the only original reference to the genus. CUNNINGHAM deals in this paper with the immature worms, which he found in the cysts, and gives a general description of their form, together with such facts of their anatomy as he was able to make out in his specimens. The sexually mature form has not yet been discovered. MONTICELLI ('93) declines to recognize the genus *Stichocotyle*, since only the larval stage is known and its resemblance to *Macraspis elegans* described by OLSSON ('69) is so great as to make it probable that it is only the immature form of *Macraspis*. The worm seemed to me to possess unusual interest because of its peculiarities of form and structure, and I therefore determined to investigate it further in the hope that I might be able to find out something of its life-history, possibly to discover the adult animal, and also to obtain a more adequate knowledge of the finer anatomical features of the larval stage.

In order to carry on this investigation it was necessary that I should have the opportunity to examine a large number of uncooked lobsters, an opportunity which I could nowhere else get so well as at a lobster canning establishment. Mr. ARTHUR A. BROWNE, manager of the canning factory at North Haven, Maine, very kindly offered me all the privileges which I wished, and I accordingly spent several days during the latter part of June 1893 at his factory. I would here make the acknowledgements due to Mr. BROWNE for the courtesies so freely extended to me.

I examined at North Haven between 400 and 500 lobsters and obtained from them the greater part of the material which I have used in the study of this worm. I was surprised to find so few cases of infection; out of all the lobsters opened I found only 5 or 6 at all infected and only one of these showed more than 4 or 5 cysts; that one had 27. In all cases the part of the intestinal tract affected was the same, viz. the region immediately adjacent to the point of

union of the intestine and the rectum. Though I examined the intestine throughout its whole length in every infected lobster, in no case were cysts found in any other part than that indicated.

From these observations it would appear that this worm is much less frequently present in *Homarus* than in *Nephrops*, for CUNNINGHAM says in referring to the latter genus: "Usually out of a dozen opened three or four are infected." According to my experience with *Homarus*, out of 100 lobsters opened only one is likely to be found infected. It is to be said however that the lobsters used at the canning factory were mostly of small size — between 9 and 10 $\frac{1}{2}$ inches in length — and it is possible that in larger lobsters the proportion infected may be somewhat greater. Among those which I opened were however a few very large and evidently very old lobsters and in none of these was any sign of infection observed. It is not improbable also that local conditions may have an influence upon the number of individuals infected. All of the lobsters received at North Haven were caught in Penobscot Bay within a radius of perhaps 15—20 miles and it is possible that lobsters from another locality might show either a much greater number of cases of infection or an entire freedom from the parasite.

Of the 100 or more uncooked lobsters dissected in the laboratory during the past two years two have been found infected — one in 1893 by 60—70 worms and one in 1894 by a single one. These lobsters were bought from dealers in Boston and the region in which they were caught is not known.

The greater part of the material which I collected was preserved in either a saturated solution of corrosive sublimate in KLEINENBERG'S micro-sulphuric mixture + 5% acetic acid, or in PERENYI'S fluid. Either of these gives very satisfactory results, though the material killed in the latter fluid has perhaps been of the most service to me. Neither of these reagents preserved the cilia which line the excretory tubules in a satisfactory manner and the flame cells also were not readily made out in the preserved worms. A number of the worms were treated with the killing fluid while flattened under the compressor; some of these, when stained faintly in MAYER'S HCl-carmin and mounted in balsam, allowed the excretory system to be made out in a much more satisfactory manner than is possible either in the living animal or from sections. For staining sections either EHRlich's or BOEHMER'S haematoxylin gave very good results, especially if followed by eosin, though on some accounts the ammonia-

iron-sulphate haematoxylin of HEIDENHAIN is to be preferred to either. None of the common carmine or cochineal stains which I tried were satisfactory, though MAYER'S HCl-carmine is to be preferred to any of the others. Several of the commoner aniline dyes also failed to give useful results.

I had hoped that by feeding some of the larval worms to fishes I might be able to learn something of the later life history of this Trematode. The amount of material which I obtained was so small however that I could hardly afford to use any considerable number for such experiments.

I fed several of them, a part still in the cysts and others freed from their cysts, to two fishes — one a small flounder and the other of a small species not determined — but without obtaining any results. The flounder died from lack of pure water due to my inability to provide for him an aquarium of sufficient capacity. The other fish was kept alive for a week or more and brought back to Cambridge in good condition, but finally escaped over the side of the dish in which he was kept and when found was dried stiff and hard. The single worm already mentioned, which was found in one of the lobsters dissected in the laboratory, I fed to a large minnow (*Fundulus*) which was kept in a salt-water aquarium. On my return to Cambridge after an absence of five days I found the minnow dead apparently from failure of the aerating apparatus; no trace of the *Stichocotyle* was found on dissection. Thus my experiment came to naught.

When the young worms were set free from the cysts and placed in sea-water they seemed very lively and for a long time kept up the contractions and elongations of their bodies in a very animated way. Their capacity for extending and drawing together the body is quite remarkable and surpasses that which I have seen in any other Trematode. The extent of their motion is comparable to that seen in the "neck" region of *Distomum cygnoides*; but in *Stichocotyle* the same power appears to be uniformly present throughout the whole length of the body. *Stichocotyle* seems in fact not at all inferior to the leeches in this respect. Its progression is accomplished in a manner similar to that of Trematodes in general, i. e. by fixing the posterior region of the body by means of one or more suckers while the anterior part reaches forward and attaches itself by means of one or more of the anterior suckers; this is followed by the loosening of the posterior attachment and the drawing up of the hind end of the body to the anterior point of attachment. The suckers may be

used either singly or in groups; often, on trying to take up the worm by a pipette, when it was lying in a comparatively quiet condition, it was found to be attached by a considerable number of suckers — half or more of the total number present. The hold of the animal on a smooth glass surface was so strong that it was difficult to remove it except by a sudden movement when it was unprepared to resist.

How long these young worms could be kept alive in sea-water was not determined, since the number of worms which I had was too small to warrant that kind of experimentation. Those which had been kept for 24 hours free in sea-water still appeared active and healthy.

Stichocotyle, in the stage of development at which it is found encysted in the lobster, is, in a normal state of contraction, from 3—7 mm long and $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ mm thick in the largest part of the body. It is of a whitish color and of a generally cylindrical form, but tapering a little toward either extremity (Pl. 29, Fig. 2). The greatest thickness is in a region about one fourth of the animal's length from the head end. From here backward the body gradually diminishes in size. A transverse section of the body in any region is nearly circular and varies from this condition only when the section passes through a sucker. The mouth is ventral and near the anterior end and its lips are able to perform the function of a rudimentary sucker.

Along the mid-ventral line of the body is a series of suckers arranged in a single row. They begin a short distance behind the mouth and extend backward very nearly to the posterior end of the body, gradually becoming smaller toward the latter end of the series. The number is, in the immature state at least, not definite. CUNNINGHAM found it to vary from seven in the smallest worms to twenty-two in the largest.

These limits exceed somewhat those which I have found, but this is not to be wondered at, as he had so many more individuals for examination. According to my observations, however, the larger worms usually have fifteen or sixteen suckers, as stated by him.

In the cyst the worm lies rolled up into a coil of about one and one half turns. I have never found a cyst to contain more than one worm, though CUNNINGHAM states that several worms may be found in the same cyst, as many as five having on one occasion been taken from a single cyst.

The excretory pore is upon the dorsal surface near the posterior end.

The sexual pore is median, ventral, and a little in front of the anterior edge of the first sucker.

I proceed now to treat somewhat in detail of the different systems of organs found in the young *Stichocotyle*. The specimens which I collected in June showed in several details of structure a little more advanced state of development than those obtained in April. As CUNNINGHAM'S specimens were all obtained during the winter or early spring, it is only natural that I should be able to make out a number of features of greater or less morphological significance which he did not observe.

Cuticula.

The outer covering of the body is a thick, nearly homogeneous, elastic coat, which resembles closely that of other Trematodes. Its thickness, however, is rather remarkable averaging 8—11 μ over the greater part of the body. Within the cavities of the suckers, however, it is much thinner, being not over one half the normal thickness. At the posterior end of the body it is also somewhat below the average thickness. It is entirely destitute of spines or bristles or hooks. Pore canals also are not present. When the living worm is considerably elongated this coat has a smooth regular outline, but in the normal semi-contracted state it is seen to be thrown into distinct, more or less regular, transverse wrinkles which appear in longitudinal sections as crenations and give a ringed appearance to the body. In longitudinal sections these crenations are seen to be due entirely to undulations of the external surface, the inner surface remaining unaffected and being everywhere in close contact with the underlying musculature. Surface views and tangential sections (Pl. 30, Fig. 18) show that these transverse wrinkles are not due to simple circular constrictions at equal distances apart and extending in each case entirely around the worm, but that instead there are considerable inequalities in them; the outlines of the individual furrows are far from even or regular, and few if any of them completely encircle the body. These facts show that the material of which the outer layer is composed is flexible, being stretched to accommodate the elongations of the worm and so compressed as to throw its surface into wrinkles when the animal is in a contracted state.

Very divergent opinions are still held by naturalists concerning the nature of this layer and its source is distinctly problematical. Several theories have been advanced to account for it.

First, the earlier theory, that this external layer is a basement membrane derived from an epidermis which has been lost, is now

pretty generally discarded. If this theory were correct, we might expect to find that in an animal which is increasing in length by growth at the posterior end, as is the case in *Stichocotyle*, there would still be present in the growing region a portion of the epidermis to secrete the covering of this newly formed part of the body. No trace of such epidermal cells can be detected in *Stichocotyle*, and yet the external layer is everywhere present, though somewhat thinner in this region than in the older portion of the body.

Secondly, the theory that certain of the cells underlying the musculature of the body wall are gland cells and secrete the material of which the outer layer is made up, has been recently maintained by BRANDES ('92). He believes that in a considerable number of species he has been able to distinguish such cells and to trace the ducts from them through the musculature into the outer layer, where they terminate. I feel very confident that in *Stichocotyle* there are no such glandular cells to be distinguished. I have tried a considerable number of different stains, including the haematoxylin dyes of KLEINENBERG, BOEHMER, EHRLICH and HEIDENHAIN; also lithium picro-carmine, borax carmine, alum carmine, CZOKOR's cochineal, MAYER's HCl-carmine besides several aniline dyes, and in no case can processes of cells be detected extending through the muscular layer into or toward the outer body layer, as described and figured by BRANDES for a large number of digenetic Trematodes. It is therefore impossible to accept this view as a satisfactory explanation of the conditions found in *Stichocotyle*, even though it is in the highest degree improbable that the layer in question has in this case a different origin from that which obtains in all other Trematodes.

Thirdly, the theory that the outer layer is a metamorphosed epidermis from which nuclei and cell-boundaries have disappeared, has gained a good deal of acceptance during recent years. This view derives most of its support from the fact that several observers have reported finding traces of degenerate nuclei in the external layer. This is the theory which MONTICELLI has adopted and applied in describing the outer layer of *Cotylogaster*, though he finds in that form little evidence to support this conception. The latest evidence which he has put forth in support of this view (MONTICELLI, '93) I have unfortunately not been able to consult. The paper has come to my knowledge only through the review published in Zool. Centralbl., V. 1, p. 16. It would appear from this review that no new kind of evidence has been brought forward, but that MONTICELLI finds

a new species, *Distomum calytricotyle*, to contain vesicular structures in the cuticula which he interprets as degenerate nuclei. This is followed by a résumé of the evidence from other sources which seems to him confirmatory of his views.

Numerous small spherical or rounded globules, which stain differently from the surrounding substance, are indeed present in the outer layer of the body of *Stichocotyle*. There is however nothing in their appearance to give any ground whatever for interpreting them as nuclei or as remnants of nuclei.

I believe that there is a method of explaining them which is simpler and more natural and which will at the same time afford a satisfactory explanation of most of the other conditions present. I shall return to a consideration of this later.

There is yet another theory to account for the outer layer of the body of Trematodes; it is unsupported by any considerable amount of evidence, but nevertheless it seems to account for all the conditions presented in a more satisfactory manner than either of the older theories. I refer to that recently suggested by Looss ('93). This in brief is as follows. The parenchyma of the body is formed from a layer of undifferentiated cells lying just beneath the muscle layer and compared by Looss to the cambium of plants. In the transformation of these cells into the highly vacuolated condition of the characteristic deeper lying parenchyma there is produced a large quantity of formed material, which is set free in a region just beneath the outer wall of the body. This makes its way through the musculature and the outer layer to the exterior in small particles or globules, and here, by confluence of the globules, becomes converted into the so-called cuticula, later formed portions being added to the layer already present.

Several facts seem to confirm this theory more than either of the others mentioned. There are frequently found scattered throughout the thickness of the outer layer minute, more or less globular spots which take stains less deeply than the general mass of the layer. These are most frequently of even, circular outline and the greater number of them are of small size — from 1 to 2 μ in diameter — though the largest sometimes measure as much as 8.5 μ . Occasionally however they are irregular in outline and may also be elongated in a direction perpendicular to the surface of the layer. They are present in sections of tissue killed by various reagents and stained by different dyes. I am inclined to regard them as being due to the presence in the outer layer of small globular masses of the recently

formed matter, which were caught while they were passing through the previously formed cuticula to the exterior. Looss has observed such a passage of formed material to take place in living *Redia* and *Cercaria* and it is certainly not improbable that such particles would be affected by stains somewhat differently from that material which had already passed out, had come into contact with the surrounding water and had therefore attained its ultimate condition. In certain regions these globules are seen to be very numerous, while in others adjacent to them they may be quite absent. No law governing their distribution could be made out.

Study of the peripheral parenchyma just beneath the musculature reveals in it also minute particles which agree in appearance with the small spots seen in the cuticula. If these bodies in the cuticula were degenerate nuclei, we might reasonably expect to discern differences in structure and staining qualities among them. Those in different parts of the body should show transitional stages leading from structures having sufficient resemblance to nuclei to put their character beyond question, down through various intermediate conditions to complete degeneration. But as a matter of fact no such series can be made out and the only difference between the structures is that of size. Moreover I have in no case seen the larger globules in the younger posterior end of the worm, but always in the anterior half of the body, where the cuticula had attained the greatest thickness.

This condition harmonizes with the theory that these spots are due to globules of formed material passing out through the cuticula, for the greater the thickness of the cuticula the greater the resistance to the passage of such globules, and hence the greater the likelihood of small globules flowing together to form larger ones.

In the sections of one of my specimens killed in MERKEL's fluid and stained in HEIDENHAIN's haematoxylin, the spots or vacuoles in the cuticula were especially numerous, and in many places there were attached to the outer surface of the layer rounded globules corresponding in form and size, as well as in staining quality, with the globules still enclosed by the cuticula (Pl. 30, Fig. 20). The impression produced by the study of this specimen was, that the slowly penetrating MERKEL's fluid had affected the outer portion of the cuticula in such a way as to obstruct the passage of globules outward before it had penetrated to the inner part of the layer: hence the small globules united in the cuticula to form larger ones and

when certain of these found their way to the exterior they were hardened and their form preserved as soon as they came into contact with the fixing fluid.

Another fact which seems to indicate that this layer has arisen as an exudation from the outer portions of the body, is found in the character of the deeper surface of the material composing it. Where the cuticula has been raised up slightly from the musculature beneath, its lower surface shows a very irregular outline with projecting processes corresponding to the interstices between the muscle fibres beneath. It gives just the appearance to be expected if the material forming the layer has made its way out or been slowly squeezed out through the meshes of the muscle layer. It is hardly the appearance to be expected of metamorphosed epithelium, and if the material were derived from special glandular cells lying scattered beneath the musculature, we should not expect to find the processes of the material reaching into all the spaces between the fibres, but only into those which immediately overlie the special gland cells.

The outer surface of the cuticula as seen in tangential sections with a magnification of four or five hundred diameters presents an appearance which also harmonizes well with this theory of the formation of the cuticula. The whole surface is covered with minute elevations, which give it a striking resemblance to the surface of grain leather.

If the increase in thickness of the layer is produced at the outer surface by additions of material which makes its way through to the exterior in small globules, it might naturally be expected to produce just such a surface as I have described.

BRANDES ('92, p. 566) says, "Was nun das Vorkommen der Subcuticulardrüsen anbetrifft, so glaube ich schon jetzt mit Sicherheit behaupten zu können, dass sie nirgends fehlen werden. . . . Sollten diese Drüsen aber wirklich trotz eingehender Untersuchungen irgendwo nicht aufzufinden sein, so bin ich überzeugt, dass auch die Cuticula des betreffenden Trematoden eine ausserordentlich geringe Ausbildung zeigen wird."

As I have already stated, it is not possible to distinguish any difference in the character of the different cells making up the sub-muscular layer of the body of *Stichocotyle*, even with the aid of the stains best adapted to differentiating glandular cells. It is equally true that in this worm the cuticula does not show "eine ausserordentlich geringe Ausbildung"; on the other hand it has, as I have

already pointed out, an average thickness of from 8 to 11 μ , which is a rather remarkable development when the small size of the worm is taken into consideration.

The conclusion, therefore, to which I have come concerning the outer covering of the body is, that it is neither a basement membrane, nor an epidermis from which the evidences of cellular structure have been lost, nor yet a secretion produced by certain specially modified gland cells. I hold it to be formed material, which is produced in all peripheral portions of the body in connection with the transformation of the unmodified peripheral cells into the highly vacuolated parenchymatous tissue. This formed material makes its way in minute globules, through the two muscular layers of the body wall and the cuticula already deposited, to the exterior, where in contact with the surrounding water it assumes a somewhat gelatinous consistency and becomes added to the outer surface of the cuticula already present.

Musculature.

Immediately beneath the cuticula lies the musculature of the body-wall. This is made up of three sets of fibres, all lying parallel with the surface: circular, longitudinal and oblique (Pl. 30, Fig. 9). The most numerous of these are the outer circular fibres, which form a close layer; when the worm is in a contracted condition the fibres are so closely appressed that they become flattened by mutual pressure. In a moderately elongated worm, however, the individual fibres appear separated from one another by narrow spaces and then they are circular in cross section.

The next deeper layer is composed of fibres extending lengthwise of the body and hence crossing those of the outer layer at right angles. They are much less numerous than the circular muscles and the individual fibres are larger.

The deepest layer, composed of diagonal fibres, is scarcely recognizable as a distinct set of muscles; it is made up of numerous fibres of varying degrees of obliquity forming an almost perfect transition from the longitudinal to a very oblique course. The fibres of this system are about equally divided between those that extend forward obliquely from right to left, and those from left to right; and in the normal degree of contraction of the worm these cross one another at right angles. Their degree of obliquity, as well as the angle at which they cross one another, is, however, dependent upon the state of contraction of the body.

In character these fibres are the same as the longitudinal muscles, but they are less numerous (Fig. 9).

The determination of the histological structure of these muscles is not easy. The different cellular elements, as seen in sections of prepared material, are so intimately united as to make the correctness of any analysis of the tissue which is not confirmed by subsequent study of maceration preparations somewhat open to question.

Concerning the outer, circular muscle fibres I am unable to give any satisfactory explanation. I have not been able to find nuclei either in these fibres or connected with them. Somewhat more satisfactory results were obtained in studying the longitudinal and oblique fibres.

Just beneath the zone of muscles and among the cortical cells of the body parenchyma occur certain nuclei which may be recognized as slightly smaller than those of the ordinary parenchymatous cells. In especially favorable conditions such nuclei may occasionally be seen lying embedded in a homogeneous mass of substance that is in close contact with a muscle fibre, as shown in Pl. 30, Fig. 11. The homogeneous mass has the form of a low rounded elevation on one side of the fibre not far from the middle of its length, and I interpret it as the undifferentiated remnant of the muscle cell, and hence regard these smaller nuclei as probably belonging to the muscle fibres of the longitudinal and diagonal sets. Whether certain of them are connected with the outer, circular fibres may be open to question, but I have seen no indication of such a relation.

In one preparation the longitudinal fibres present the appearance shown in Pl. 30, Fig. 16; each fibre appears to be a tube with nodes of more deeply staining substance filling the lumen at intervals. The exact significance of this condition is somewhat doubtful. It seems probable that the tube is formed by what was the more contractile outer part of the fibre, which was differentiated from the less hyaline interior portion. The tubular appearance may very probably be due to imperfect preservation, which has allowed the breaking down of the axial part of the fibre.

Besides the muscles of the body-wall there are scattered parenchymatous muscle fibres, many of which extend from the intestine to the periphery of the body. These are nearly radial in direction and distributed rather uniformly through all parts of a cross section and in all regions of the body. At the anterior end of the body, however, they are more largely developed and there constitute the protractor

and retractor muscles of the pharynx (Pl. 29, Fig. 5), by which changes in the position of the pharynx are accomplished. These fibres, like those of the longitudinal muscles of the body-wall previously described, have the nucleus attached upon one side of the contractile filament, as shown in Pl. 30, Fig. 10. They frequently differ however from the muscles of the body-wall in having their ends branched. By this means they may have a double insertion, as is to be seen in the case shown in Fig. 10b. Additional muscles are found in the suckers and will be treated of in connection with those structures.

Suckers.

The number and arrangement of the suckers has been already spoken of. The method of formation of new suckers may next receive attention.

CUNNINGHAM says (p. 274): "The suckers are always more difficult to distinguish at the posterior end of the series, where they are very small, and they evidently increase in number at this end, just as the segments of a Chaetopod."

In Pl. 31, Fig. 22 is shown the appearance of a median sagittal section through the posterior portion of a specimen of *Stichocotyle*. It will be seen from this figure not only that the suckers are successively smaller and closer together toward the posterior end of the body, but that they all appear to be derived from a common mass of tissue, which is sharply set off from the general parenchymatous tissue of the body. It seems probable from this that in an early stage in ontogeny a certain cell, or group of cells, was differentiated from the rest to become the fundament of the suckers. This mass must have elongated backward to keep pace with the growth of the worm, while at the same time its anterior end became broken up into separate masses, each one of which was converted into a single sucker.

That the muscles of the suckers are entirely distinct from those of the body-wall, as observed by CUNNINGHAM, need occasion no surprise when it is taken into account that the material from which the suckers are formed has probably been from an early period in the history of the individual entirely distinct from the outer tissue of the body.

The evident manner of origin of the separate suckers harmonizes with the idea of the close relationship of this species with the *Aspidobothridae* expressed by MONTICELLI ('92). VOELTZKOW ('88) observed

that in the embryo of *Aspidogaster* the ventral sucker arises as a simple structure which secondarily elongates and becomes separated, first by transverse and later by longitudinal ridges, into the series of sucker-like depressed areas of which the complicated adult organ is made up. In *Stichocotyle* there is the equivalent of only one of these series of lines of separation, the transverse; but, as in *Aspidogaster*, they are formed first at the anterior end. The process differs from that in *Aspidogaster* in that the subdivisions in *Stichocotyle* become entirely separate from one another forming distinct suckers, whereas in that form the separation is less complete and they remain connected as parts of a single compound sucker.

Each of the simple suckers of *Stichocotyle* (Pl. 29, Fig. 4; Pl. 31, Fig. 21) has the typical form of such structures, that of a shallow bowl or cup with a circular rim and a thick wall which is sharply separated from the general parenchymatous tissue. The cuticula which covers the surface of the body becomes thinner where it passes over the rim of the sucker and within the depression is not more than one-half the normal thickness.

The musculature of the sucker is quite simple. It consists of four sets of fibres. Of these the most prominent is that which extends radially from the deep to the superficial surface of the sucker. These are well developed fibres and at their ends are generally divided into a number of strands, by means of which several points of attachment are gained.

Along both the inner and the outer surfaces of the sucker are delicate muscle fibres which occupy planes approximately parallel with the long axis of the animal and consequently appear in transverse sections as rows of fine dots (Pl. 31, Fig. 21). These are continuous with each other at the margins of the cup, where the dots are somewhat larger owing to the greater diameter of the fibres in this region. It may be seen in frontal sections that the fibres of this part of the sucker extend in a circular course around the margin of the opening and thus act as a sphincter to diminish the size of the orifice. Scattered throughout the substance of the sucker are nuclei which occasionally appear to lie between the branched ends of the radial muscle fibres, but in general are irregularly distributed between the fibres. It may be seen in transverse sections of these radial muscle fibres that each one consists of a darker (stained) central core surrounded by a more hyaline cortical portion.

In all portions of the tissue of the sucker there may also be

distinguished a faint irregular reticulum, which is in intimate relation with the fibres and the nuclei. Whether these nuclei are in any way connected with the muscle fibres of the sucker I have not been able to determine.

Parenchyma.

The parenchyma of the body presents a condition similar to that of the parenchyma of digenetic Trematodes generally. It surrounds and supports all of the internal organs as a more or less open meshwork with nuclei distributed through it. In the interior portions of the body these nuclei are less numerous and of smaller size than in the peripheral portions just beneath the musculature of the body-wall (Pl. 29, Fig. 4).

Concerning the intimate structure of this tissue and the origin of the vacuolated condition I have made no observations which enable me to add anything to what is already known concerning them.

Digestive System.

The digestive system (Pl. 29, Figs. 3—6; Pl. 30, Fig. 19; Pl. 31, Figs. 22, 23, 25 and 26) is simple and made up of three portions, the pre-pharynx, the pharynx and the simple intestine. There are no glands or other appendages connected with it.

The pre-pharynx (Pl. 29, Fig. 5) may be divided into two portions, an outer, more or less distinctly cup-shaped vestibule and a narrower inner part, which lies immediately in front of and surrounding the anterior end of the pharynx. The relations of these parts are shown in Pl. 29, Fig. 5. The pharynx is capable of being protruded far forward within the cavity of the pre-pharynx, which is accordingly extremely variable in form. The Cuticula, which is continuous with that covering the whole exterior surface of the body lines the pre-pharynx, becoming somewhat diminished in thickness within the inner portion of the pre-pharyngeal cavity. It also extends backward through the pharynx as far as its posterior end.

The outer portion of the pre-pharynx is a somewhat imperfectly formed, but nevertheless distinct, mouth-sucker. It is of the simplest type embracing only three sets of muscle-fibres. Two of these are continuous with the circular and longitudinal muscles of the body-wall. The third set consists of fibres radiating through the parenchyma of the anterior part of the body from the wall of the pre-pharyngeal cavity to the external body-wall. By the contraction of

these radial muscles the cavity of the pre-pharynx is increased in size, thus providing a means of suction and also making it possible for the pharynx to be the more easily thrust forward.

The pharynx is not in any way peculiar. It is of medium size and has the ordinary form — that of a cask or barrel with a lumen extending lengthwise through it. It is composed of four sets of muscle fibres: radial, inner and outer circular, and longitudinal. The first of these is much more prominent than either of the others.

The inner circular fibres lie close to the cuticular lining of the pharynx and are plainly evident upon the inner surface. The outer circular fibres lie next to the outer surface of the body; they are not numerous and are only very feebly developed, so that they are to be made out only by the most careful scrutiny. The longitudinal fibres lie near the exterior surface just beneath the outer circle or set and are very delicate and inconspicuous. Nuclei are quite abundantly distributed through the tissue of the pharynx, but I have not been able to determine their exact relations.

The movements of the pharynx as a whole are brought about through the action of two sets of muscle fibres, which are attached to it on all sides near its posterior end. Some of these fibres are shown in Pl. 29, Fig. 5. Those of one set, the protractors of the pharynx, extend obliquely forward to the body-wall and by their contraction draw the pharynx forward. Those of the other set, the retractors of the pharynx, extend backward and are attached to the wall of the intestine some distance back of the pharynx. By their contraction the pharynx is drawn back.

The intestine connects immediately with the posterior end of the pharynx. It is a simple tubular sack, median in position, extending backward to very near the posterior end of the body (Pl. 31, Figs. 22 and 23).

Its wall is made up of two layers of muscle fibres, inner circular and outer longitudinal, and a single layer of large entoderm cells. The latter show great variety both in size and in form. In general they seem to be larger in the more posterior portion and to become gradually smaller toward the anterior end of the intestine. Some of the different forms which they may assume are shown in Pl. 31, Figs. 25 and 26. The nuclei are always located close to the basal ends of the cells, are elliptical in outline, and show one or more, often several, nucleoli peripherally located. The free end of the cell has the power of elongating in a very marked degree and the more

or less club-shaped extremity may be seen in the living worm to float about in the fluids within the intestine moving for considerable distances one way and the other borne by the movement of the fluids within the intestine and appearing almost like a free cell. They were indeed mistaken by CUNNINGHAM for such. They show various degrees of vacuolation, the vacuoles being chiefly near the free ends of the cells and either appearing as a single rounded cavity (Fig. 22) or being broken up into parts and distributed through the cytoplasm of the cell, as shown in Fig. 26.

From the way in which these elongated entodermal cells overlie one another in the intestine, it often happens that in sections they present an appearance similar to that shown in Pl. 31, Fig. 23. It was probably some such appearance as this which led CUNNINGHAM to state that these cells "form sometimes more than one layer."

Backward from its union with the pharynx the intestinal wall lacks for a short distance its epithelial lining, as shown in Pl. 29, Fig. 5. This is probably associated with the movements of the pharynx. In the living specimen observed under a compressor this part of the intestinal wall may be seen to form distinct lateral folds extending from the two sides inward and meeting in the middle (Pl. 29, Fig. 6); the folds act as a valve to interrupt communication between the cavity of the intestine and that of the pharynx.

Excretory System.

The excretory organs present several rather peculiar features and offer evidence concerning the affinities of this somewhat aberrant worm as direct as is to be obtained from any single system.

The system is made up of paired excretory vesicles, which extend forward on each side of the intestine to points opposite the pharynx. At the posterior end they unite with each other back of the intestine and open by a dorsal pore near the caudal extremity of the body. Into the anterior ends of these vesicles open the smaller tubules of the system.

In treating of this system I shall describe successively these parts — flame-cells, capillaries, collecting tubules and caudal vesicle — into which the system may be divided in Trematodes generally.

The flame-cells are entirely indistinguishable in sections, but may be made out with certainty in the smaller and more transparent

specimens when they are observed alive under compression. They could be distinguished most clearly in the anterior end of the specimen, where they could be seen to form distinct swellings at the extremities of the finest tubules (Pl. 30, Fig. 19).

The view which I could get of them was not however such as to enable me to enter at all into the discussion of the question of the method by which the fluid passes from the tissue spaces into the lumen of the tubules.

The capillaries also are for the most part distinguishable only in the living specimen. They are exceedingly fine tubules, having a more or less dendritic arrangement, and terminating in flame-cells; never, so far as I have observed do they form anastomoses with one another. Whether the whole excretory system of one side of the body is entirely separate from that of the other side even to the capillaries, I cannot state positively but I very strongly believe that such is the case. Neither am I certain whether in *Stichocotyle* the capillaries are arranged in groups in different parts of the body. In the anterior end of the body they could be seen in the living worm to be quite numerous, whereas in the region a little farther back I was unable to distinguish them. This may have been due, however, to the greater opacity of this portion of the body caused by the presence of the great lateral excretory trunks with the concretions contained in them. The arrangement of the branches of the collecting tubules, as shown in preserved specimens and represented in Pl. 31, Fig. 23, suggests such a grouping. A sketch of the capillaries seen at the anterior end of the worm is given in Pl. 30, Fig. 19.

The walls of the capillaries appeared to be lined with a coating of exceedingly short, fine cilia. This observation is not in accordance with those reported by students of other allied Trematodes, nor with observations of my own upon these tubules in other Trematode larvae; nevertheless I believe that such cilia are present in *Stichocotyle*.

The collecting tubules form a well developed system, within each of the lateral halves of the animal. They can be very clearly seen in the living worm observed under a compressor, though their distribution and connections can be much more satisfactorily made out in preparations of the whole worm. They lie upon the dorsal side of the large lateral vesicles, whose convolutions they follow closely, and may be traced continuously from near the tail end forward to the point at which they open into the large lateral vesicles. This point is far forward near the head end, but may be somewhat

farther back than in the case represented in the drawing (Pl. 31, Fig. 23). In sections of one worm it was found to be located about half way between the mouth and the first sucker. There is, however, only one place of communication between the collecting tubules of each side of the body and the large lateral vesicle of the corresponding side. Between the tubules of opposite sides there is no connection whatever.

The general method of branching and the distribution of these collecting tubules may be seen from the drawing (Pl. 31, Fig. 23). On each side of the body a single tubule opens into the vesicle near its anterior end. These tubules extend backward and give off numerous branches. From that of the right side the first to be given off is about midway between the sexual opening and the anterior end of the body; it extends backward but a short distance before being lost in capillary branches. The second branch is given off at a point opposite the sexual aperture; it extends forward and is distributed to the vicinity of the mouth and pharynx. The third branch arises just behind the first sucker and passes backward to the vicinity of the right testis. In the vicinity of the third, fourth and fifth suckers several short branches are given off, which are distributed to adjacent portions of the body and the oviduct. In the posterior fourth of the body the main tubule divides into two branches, which become gradually smaller and are finally lost near the posterior end. The branches of the main tubule of the left side differ somewhat from those of the right. There is here no branch corresponding with the first on the right side. The first branch to be given off is opposite the second branch of the right side and divides into several sub-branches, which extend both forward and backward to the region between the anterior end of the body and the second sucker. The second branch arises opposite the third sucker and is distributed to the portion of the body opposite the second and third suckers. Near the fourth sucker a branch is given off which passes to the region of the ovary and the left testis. Behind the seventh sucker the tubule divides and the two portions reach backward and are lost near the posterior end of the body.

In the living animal long cilia may be seen in the lumen of the tubules attached to their walls at intervals; they lie along the axis of the lumen with the free ends directed cephalad and keep up a constant undulating vibration which is not too rapid to be followed by the eye. The length of these cilia is two or three times the

diameter of the lumen of the tubule and they are separated by spaces of from two to four times this unit.

In many cases they appear to be attached immediately beneath nuclei situated in the walls of the tubules.

The condition here described is that presented by the larger and more prominent portions of the tubules as seen in the anterior portion of the body. Whether there is a gradual transition from this condition to that of the short closely placed cilia of the finer capillary tubules, I was not able to determine.

The structure of these tubules is shown in Pl. 31, Fig. 24 *a-c*; *a* represents a portion of the left tubule shown in Fig. 23 more highly magnified. The thickness of the wall cannot be made out in the whole preparation, but the distribution of the nuclei of the cells which form the walls is shown and several of the long cilia previously described are discernable. In Fig. 24 *b* and *c* the appearance of these tubules is represented as seen in longitudinal and transverse section respectively. I know of no criterion for determining whether the lumen in this case is intercellular or intracellular.

The condition of the excretory vesicle in *Stichocotyle* is peculiar. The single median vesicle, which in most digenetic Trematodes lies near the posterior extremity of the body, has in this species become divided into two symmetrical portions, so that there are two separate excretory vesicles, one of which lies upon each side of the intestine (Pl. 29, Figs. 3 and 4; Pl. 31, Fig. 23).

These begin with their wider anterior ends opposite the pharynx and extend backward nearly to the single dorsal excretory pore. They are much convoluted in the broader portions, the extent of the convolutions varying with the degree of contraction of the body, but become straighter toward the narrowed posterior ends. Opposite the blind end of the intestine they become suddenly reduced to very narrow passages which lead inward to the median plane just behind the end of the intestine, where they unite to form a single median canal, which extends backward and upward to the dorsal excretory pore (Pl. 31, Figs. 22 and 23). That these two large lateral trunks, which CUNNINGHAM called lateral, excretory canals, are really the homologues of the excretory vesicle, is a proposition which hardly needs explanation or defence. A comparison of these structures with the lateral trunks of *Aspidogaster* leaves no room for doubt concerning the morphological equivalence of the two; in the latter form they have been observed (VOELTZKOW '88) to arise as simple enlargements

of the excretory vesicle, which in early stages of the ontogeny is a simple median structure. Indeed, MONTICELLI ('93, p. 176) has already recognized the real character of these organs from the less complete description of them given by CUNNINGHAM.

The narrow terminal portion of the excretory vesicle which extends to the dorsal pore, is lined by a thick layer of cuticular material, similar in character to that forming the outer covering of the body. It will also be seen from Pl. 31, Fig. 22, that the peripheral layer of unmodified parenchyma cells of the body wall is reflected inward at the excretory pore and surrounds this portion of the excretory vesicle; hence we not unnaturally find that the cuticular layer has here precisely the same nature as upon the outer surface of the body.

CUNNINGHAM says of this part of the system: "At the posterior end the two lateral canals terminate in muscular portions which pass inward behind the intestine and unite to form a single median chamber with thick muscular walls. This chamber opens in the usual way by a pore on the dorsal surface, close to the end of the body. The rhythmical dilatation and contraction of the terminal chamber is very pronounced." The general topographical relations are described very clearly in the paragraph quoted, but the statement that the terminal portions of the excretory system have thick muscular walls is surely due to a mistake of observation on the part of the author. No indication of muscle fibres can be seen in sections through the parts under discussion, neither does CUNNINGHAM's figure furnish any evidence of the existence of such fibres. "The rhythmical dilatation and contraction of the terminal chamber" I have not observed and in view of the absence of muscle fibres in the walls of the chamber, it is not easy to conceive how such a phenomenon could be brought about.

The cavity of the excretory vesicles is filled with solid highly refractive bodies (Pl. 30, Fig. 17), which are composed of several concentric lamellae and move freely to and fro in the lumen of the vesicle as they are propelled by the general contractions of the body. They are remarkably uniform in size, averaging about 20 μ in diameter, and by far the greater number are spherical. Some of the occasional variations in form and size are shown in Pl. 30, Fig. 17 *c, d, e*; the average is represented in *a* and *b*. As shown in these figures, the concentric shells are not all of the same thickness and the surface bounding a layer may be either smooth and even or it may be irregular and so present in optical section the appearance which is shown in Fig. 17 *c, d*.

There is frequently present embedded in the material of which these bodies are composed one or more small spherical particles; these may lie either at the centre — and so appear to be a core around which the layers have been laid down — or in among the concentric layers in any other position (Fig. 17 *c*, *d*), as though caught by chance during the deposition of the material and enclosed by it. They appear to be of the same substance as the rest of the concretion and when central in position are probably only the earliest stages in the segregation of material to form the larger concretionary bodies. Occasionally one of these concretions is found which has an irregular form and seems to be built up around a somewhat irregular amorphous mass, as in Fig. 17 *e*. Sometimes also there are seen bodies which appear to have resulted from the fusion of two or more separate concretions in an early stage of their formation and which by subsequent increase have come to have a somewhat lobulated form (Fig. 17 *d*). It is not uncommon also to find them having one or, more rarely, two projecting points upon the surface, as shown in Fig. 17 *c*. In sections of one specimen there were also present in the vesicles together with the larger concretions numerous very small spherical bodies (Fig. 17 *f*), which would appear to be very early stages in the formation of the larger ones. That they are cells with membrane and nucleus, such as LEJTENYI ('81) found in *Gastrodiscus*, is not possible. A complete series of stages from these small bodies to the larger ones, I have not found. This may be due to the fact that nearly all of my material was preserved in acid reagents, which destroyed these concretions, and that consequently I was able to study them under the more favorable conditions presented in sectioned material in only two or three specimens. In the living worms moreover the smaller bodies were naturally less easily seen, being enclosed among the larger and more prominent ones and being easily overlooked under the less favorable conditions caused by the opacity of the overlying tissues.

Little is known about the chemical composition of these structures. In killing one of the worms in an acid mixture (picrosulphuric, corrosive sublimate, acetic) while observing it under a low power, a single bubble of gas was observed to be formed. Considering the small quantity of the material and the fact that the reagent was cold, this seems to be sufficient evidence to warrant the assertion that the material contains a carbonate. A somewhat crude test for

guanin¹⁾ gave negative results. After treating the concretions with strong nitric acid, there still remained behind a skeleton or organic matrix, which preserved the form of the body and was destroyed only by strong sulphuric acid.

The excretory vesicles with their contained concretions and portions of the collecting tubules were seen and described by CUNNINGHAM. He observed the long cilia within the collecting tubules, but did not determine the point at which the tubules communicate with the vesicles. Flame-cells and capillaries he did not observe.

The relation of the excretory vesicles of *Stichocotyle* to those of *Aspidogaster* has already been mentioned. A close similarity between the other parts of the excretory system is also evident in these two forms. In *Aspidogaster* the excretory vesicles extend forward only as far as the anterior end of the compound ventral sucker, and the main collecting tubes, after extending forward to very near the anterior end of the animal, must make a turn in the vicinity of the pharynx and extend backward for a short distance before uniting with them. In *Stichocotyle* the vesicles extend forward nearly to the anterior end of the body, and consequently the collecting tubes do not make a turn backward, but open into the vesicles opposite the pharynx, in a region corresponding with that at which the tubules of *Aspidogaster* turn upon themselves to extend backward. These differences are, however, not important, and do not obscure the essential similarity. The long vibratile cilia in the collecting tubules, as described by VOELTZKOW, also agree closely with those which I have observed in *Stichocotyle*. VOELTZKOW states that in *Aspidogaster* the distribution of the excretory tubules of the two sides of the body is not symmetrical: all of the sexual organs are supplied by branches from tubules of the left side. Whether the same asymmetry in the distribution of these tubules occurs in *Stichocotyle* does not appear clear. It is more difficult to determine the exact source of each tubule in *Stichocotyle*, since the organs are placed much closer together than in *Aspidogaster*. It will be seen from Fig. 23 (Pl. 31) that one of the branches of the left side evidently arises in the vicinity of the ovary and another near the left testis. The right testis seems, however, to be much more intimately related to a branch from the right side, and a branch from the right side also extends to the oviduct. In view of these facts,

1) Sections of the material on the slide were heated with strong nitric acid and ammonia was then added.

we must conclude, I think, that the asymmetry in the distribution of these tubules does not occur in *Stichocotyle* to the same extent as in *Aspidogaster*. But though the same differences between the two sides of the body do not occur here, it nevertheless appears to be true in this species, that there is not strictly bilateral symmetry in the arrangement of the collecting tubules. All things considered, it seems evident that there is a very close resemblance between the excretory systems of the two forms.

The excretory system of *Cotylogaster*, described by MONTICELLI ('92), has certain features of interest in this connection. From the dorsally placed excretory pore a common duct, or caudal vesicle, extends obliquely forward and ventrad for a short distance, and then divides into two cornua, which extend forward one on either side. Furthermore, this common portion of the excretory vesicle is lined by a portion of the "ectoderm", which is reflected inward as far as the bases of the lateral cornua. Since MONTICELLI applies the term ectoderm to the layer which I have called cuticula, it will be seen at once that these portions of the excretory system in *Cotylogaster* agree very closely with those of *Stichocotyle*. The more minute portions of the system are not sufficiently known in *Cotylogaster* to furnish a basis for making comparisons.

The Sexual Organs.

The complete sexual apparatus cannot be described, since no worm has been obtained in a sufficiently mature condition for all parts of the sexual organs to be developed. Nevertheless the more advanced specimens have the fundamentals of most of the sexual organs present, and though the final form and position of all of the organs cannot be determined, enough can be made out to enable one to arrive at a fairly definite notion of this system, and to give one some ground, not possessed by CUNNINGHAM, for comparing this with other Trematode parasites. Somewhat more trustworthy conclusions concerning the relationships of *Stichocotyle* are perhaps possible from this increased knowledge of its structure.

In the worms which I have studied there are present the fundamentals of the ovary and oviduct, the testes and the vitellary glands. The ovary (Pl. 29, Fig. 3 *oa*; Pl. 31, Fig. 23 *oa*) is situated about midway between the anterior and the posterior end of the body, nearly in the median plane and ventrad of the intestine. It is approximately retort-shaped, with the larger part upon the left side. From the

narrow right end the oviduct leads forward upon the right side of the median plane, ventrad of the large excretory vesicle of that side. Opposite the anterior sucker the duct broadens out somewhat and just in front of the anterior margin of the sucker makes a bend inward to the mid-ventral line, where it ends. This point, then, indicates the position of the sexual orifice.

The testes (Pl. 29, Fig. 2 *te*; Pl. 31, Fig. 23 *te*) are two rounded masses of tissue lying a short distance caudad from the ovary upon the dorsal side of the excretory vesicles, one upon each side of the intestine. They are not symmetrically placed, the left always being farther forward than its fellow of the opposite side. The ducts (*vasa deferentia*) are not yet developed in the worms which I have studied.

The fundament of the vitellary glands and their duct exists as a cord of cells lying in the median plane near the posterior end of the body, midway between the intestine and the dorsal body-wall. Its position is indicated in Pl. 31, Fig. 23 *gl. vt.* Its anterior end may be traced forward as a thin strand of cells, indicated in part of its course by a dotted line passing forward along the right side of the intestine and finally under it to join the oviduct at the point where the latter leaves the ovary.

From the positions and relations to one another of these several masses of cells, it would seem as though there could be little doubt as to the correctness of the interpretation which I have put upon each of them. CUNNINGHAM described the masses of tissue which I have called ovary and oviduct, but without either recognizing definitely of what organs they were the fundaments, or determining the position of the pore by which at a later period one of them communicates with the exterior. He neither mentions nor figures the testes or the vitellary glands and duct.

Regarding the histology of these masses of tissue which I have described, there is little to be said. It appears essentially alike in all parts and is composed of deeply staining cells with prominent nuclei, which lie closely crowded together. It can be recognized in the part which I have called the oviduct that the nuclei are more crowded in the peripheral than in the axial portion — a suggestion of the tubular character which the organ is to assume later. That the relation between these organs and the suckers is not definite may be seen by comparing Figs 3 (Pl. 29) and 23 (Pl. 31).

There is no indication in any of my specimens of a LAURER'S canal: whether it develops later, will be known only when the adult

shall have been found and its anatomy studied. The fact that it is absent in *Aspidogaster* and *Cotylogaster*, which are evidently very closely related forms, makes it improbable that it will be found to occur in *Stichocotyle*.

Nervous System.

The nervous system conforms closely to the typical condition in Trematodes. A diagram of it is given in Pl. 30, Fig. 12. A broad commissure composed of fine fibrils, closely interwoven extends across above and just in front of the pharynx (Pl. 29, Fig. 5). Upon each side of the median plane this enlarges a little, and from the two enlargements thus formed arise three pairs of nerves or fibre-courses. Those forming the first pair are short and extend directly forward above and upon either side of the pre-pharynx to about midway between the commissure and the anterior tip of the body, where they become dispersed and cannot be followed farther. Those of the second pair are very small and extend downward and backward to the vicinity of the pharynx. The third pair are the most important and make up the greater part of the nervous system. They extend diagonally downward and backward upon each side of the pharynx to the ventral region and thence backward toward the posterior end of the body just outside the margins of the ventral suckers. The position of these ventral nerves as seen in cross section is shown in Pl. 29, Fig. 4 *cd. n. v.* Opposite each sucker a pair of minute branches is given off, one from each lateral nerve; these extend inward to the sucker. There is no sub-oesophageal commissure, and no direct connection between the nervous structures of the two lateral halves of the body other than that of the supra-oesophageal commissure already described.

The histological condition of this system is difficult to make out satisfactorily. None of the tracts of fibres described contain numerous ganglionic cells or nuclei. In the large ventral nerves a few scattered nuclei are present, but I have not observed such in any of the other nerve courses. There are, however, abundant nuclei lying immediately upon the surface of the fibre tracts in nearly all regions. Along the course of the two lateral nerve cords these seem to be most abundant upon the ventral side. In form and size, as well as in staining qualities, they do not differ noticeably from the other nuclei distributed through the parenchyma. Notwithstanding this fact, occasionally one may be found which clearly has a fibre passing off from one of its ends and extending into the tract of nerve fibres. Now and then

also one may be found which has two filaments passing from it in opposite directions. The presence of these fibres, taken in connection with the absence of cells having more clearly marked ganglionic characteristics, furnishes sufficient evidence for considering the cells in question ganglionic. There is, however, no aggregation of a considerable mass of such cells in any one region, and they seem to be only a little more numerous at the anterior end about the supraoesophageal commissure than along other portions of the nerve tracts.

In the living worm studied under the compressor, there could be seen very near the anterior end, in the position indicated by an asterisk (*) in Pl. 30, Fig. 19, numerous cells which appeared especially distinct, and whose form could be made out very clearly. Several of these cells are represented in Pl. 29, Fig. 8. Processes could be traced from certain of them very clearly, and their appearance seems to indicate that they are ganglionic cells. In sections, however, I am unable to make out any difference between the cells of this region and those in the other portions of the nervous system. That they appeared so much more distinct here than elsewhere, was probably due merely to the better conditions for observing them presented in this part of the body.

The parts of this system which CUNNINGHAM observed and described were the transverse commissure and the rudiments of the lateral nerves. Concerning the former, he says: "the fibrils of which it is composed are extremely minute, and the whole tract is destitute of nuclei." This he thinks "may represent the cerebral ganglion".

Sense Organs.

I shall describe as sense organs, certain structures observed chiefly upon the ventral surface of the animal, and more abundantly present near the anterior end. By far the greater number are found within the cavities of the suckers. They are represented in Pl. 30, Figs. 13 and 14, and consist essentially of a fine filament which extends out through a distinct opening in the cuticula and ends free at the exterior. Around the outer end of the pore the cuticula shows a slight annular thickening. The filament, which occupies the centre of the pore, may be traced inward through the muscle layers and frequently may be followed for some distance through the parenchyma. The outer free end of the fibre appears to be slightly thicker than the deeper portion lying in the cuticula.

The inner end I have been able to trace with certainty to a ganglionic cell in only a single case (Pl. 30, Fig. 14). In a few other cases, however, I have succeeded in following it back to the immediate vicinity of the ganglionic cells which thickly border the first pair of nerve bands. I have also found stumps of similar fine fibres connecting with certain of these cells. Within the suckers I have in a few cases found cells terminated by processes at two opposite poles. These facts furnish what seems to me satisfactory evidence that the structures in question are of a sensory character. Their distribution also is such as to lend support to this view. They are present at the anterior tip of the body, and all around the margin of the oral sucker and within it. They are also found scattered over the anterior ventral part of the body, between the mouth and the first sucker, the region in which the sexual orifice is located. Upon the anterior suckers they are very numerous, becoming less so in those farther back toward the caudal end. The number in each sucker was counted in the case of one worm, which was sectioned in such a way as to be very favorable for seeing these structures. The result is as follows:

| | | |
|-------------------------|--------------|----|
| Within oral sucker | (about) | 75 |
| " 1 st " | behind mouth | 60 |
| " 2 nd " | " " | 78 |
| " 3 rd " | " " | 56 |
| " 4 th " | " " | 58 |
| " 5 th " | " " | 55 |
| " 6 th " | " " | 48 |
| " 7 th " | " " | 37 |
| " 8 th " | " " | 38 |
| " 9 th " | " " | 27 |
| " 10 th " | " " | 18 |
| " 11 th " | " " | 8 |
| " 12 th " | " " | 5 |

It will be seen that there are very few of them in the younger suckers of the posterior part of the row. Nevertheless I have seen occasionally one of these sense organs upon the ventral side very near the caudal end, and outside of the suckers. I have never seen one upon the dorsal side of the body except as already stated at the anterior tip.

In Pl. 30, Fig. 15 I have represented a condition which I have observed in a few cases, and which I believe to be a sense organ in process of formation. Careful examination of both this and the

adjacent sections shows that the filament in this case ends within a little cavity in the under surface of the cuticula, as shown in the figure, and that there is no connection with the exterior. It seems probable that the nerve fibre grows out from a ganglionic cell toward the exterior, and that when it comes into contact with the cuticula the latter substance becomes dissolved or resorbed over its tip to make a canal by which it may communicate with the exterior.

Several facts tend to disprove the suggestion that these may be gland cells: they lack the staining qualities characteristic of glands; many of them have two processes extending out from them; no apertures in the cuticula exist in this portion of the body except those already described which are traversed by the hairlike axial filament, a structure not readily explained on the assumption that they are glandular apertures.

Classification.

From the description which I have given of this parasite, it will, I think, be sufficiently evident that it is closely related to the two genera *Aspidogaster* v. BAER and *Cotylogaster* MONT. Both the digestive and excretory systems give very direct and unmistakable evidence of this, as I have already pointed out. The position and arrangement of the suckers, as I have previously explained, is also brought, by a study of the method of their origin, into very close agreement with the condition presented by the suckers of those forms. MONTICELLI ('92) has united these two genera, *Aspidogaster* v. BAER and *Cotylogaster* MONT., with three others — *Platyaspis* MONT., *Aspidocotyle* DIES. and *Macraspis* OLSSON — whose anatomy is less perfectly known, to form the family of the *Aspidobothridae*. MONTICELLI recognized from CUNNINGHAM'S description the close relationship of *Stichocotyle* to the other members of this family, but declined to accept it as a separate genus, since only its larval stage was known, and this, from its resemblance to the imperfectly known *Macraspis* of OLSSON, he believed to be the larval condition of that form. In this conclusion I believe him to be in error. One of the grounds on which he bases this opinion is the supposition that CUNNINGHAM'S drawings represent the suckers of *Stichocotyle* as being more distinct from one another than they really are. This supposition is supported, he thinks, by his own observations made upon preserved specimens of this worm collected by the late P. J. VAN BENEDEN. If a certain

amount of distortion should be found in CUNNINGHAM'S drawings, it would not indeed be surprising, since all of his figures were drawn without the aid of a camera. An examination of my own drawings, which were carefully made from camera outlines will, however, show, I think, that the suckers are quite as distinct as CUNNINGHAM has represented them.

But there are yet other differences between *Stichocotyle* and *Macraspis*, which seem to me too great to be explained away by the fact that *Stichocotyle* is a larval form. The acetabula of *Macraspis* are so confluent as to make a single compound sucker extending along nearly the whole ventral side of the body, whereas in *Stichocotyle* a similar connection of the suckers has been outgrown at an early stage of their ontogenetic development, so that they are now quite distinct and separated by considerable spaces (Pl. 29, Fig. 7); furthermore in *Stichocotyle*, they stop short of the posterior extremity of the body (Pl. 31, Fig. 22), whereas in *Macraspis* the ventral sucker extends over the posterior end of the body and upon to the dorsal side.

There also seems to be a somewhat greater relative distance between the anterior sucker of *Stichocotyle* and the oral extremity of the worm than is shown in the figures of *Macraspis* between the anterior end of the ventral sucker and the anterior end of the body. It is perhaps not improbable that the adult of *Stichocotyle* may be found nearly enough related to *Macraspis elegans* OLS. to be put into the same genus with it, but I am convinced that this species is not the larval form of the worm described by OLSSON.

Any conclusions which may be reached concerning the relations of these two forms will, however, be only tentative until the anatomy of *Macraspis* shall have been definitely made out and the adult form of *Stichocotyle* discovered. It would seem, however, even from our present knowledge, that *Stichocotyle* has quite as good claims to be considered a genus of the family *Aspidobothridae* as has the imperfectly known *Aspidocotyle* DIES. It may therefore be provisionally described as follows.

Genus *Stichocotyle* CUNN., 1884.

Body elongated, cylindrical, tapering toward posterior end. Suckers numerous (7—22) in a single row along mid-ventral side, distinct from one another. Mouth terminal; pharynx medium; intestine simple, tubular, extending to very near posterior end of body. Genital orifice, median, ventral, in front of anterior sucker. Testes two, in middle

region of body, dorsal, one upon either side of intestine, left a little farther anterior than right. Ovary nearly median, ventral of intestine, in front of testes; oviduct passing forward on right side. Vitellary glands on dorsal side of intestine near posterior end of body, duct passing down around right side of intestine to oviduct. Excretory pore, dorsal, near posterior end of body. Excretory vesicle, forming two broad convoluted tubular trunks which extend forward on either side of intestine to region of pharynx. Larval form encysted in wall of intestine of the larger marine Crustacea. Adult form unknown.

Stichocotyle nephropis CUNN.

in cysts in intestinal wall of *Nephrops* and *Homarus*.

Life History.

The life history of *Stichocotyle* is entirely unknown. CUNNINGHAM thought that the adult would probably be found to live inside the body of some large fish. This is rendered extremely probable both by the fact that *Macraspis* and *Cotylogaster* are found in such animals, and also by the fact that lobsters are said to be eagerly eaten by many of the larger fishes during the early summer after the moult has occurred. Both the position of the sexual apparatus and the presence of sense organs in the worms which were obtained in the latter part of June suggests that they were ready for life under other conditions.

I am told by the lobster-fishermen upon the coast of Maine that the large sea cat-fish will often enter lobster-pots and devour the hard-shelled lobsters which are contained in them. I think it not improbable, therefore, that this fish may become the final host of *Stichocotyle*. I have been able to obtain only a very few specimens of this fish for examination, and so have not succeeded in satisfactorily testing my hypothesis. I hope to be able to examine a considerable number of sharks and cat-fishes during the present summer, in the expectation of obtaining the adult *Stichocotyle*.

Concerning the early life history of *Stichocotyle*, we have even less to guide our conjectures. That the nearly related *Aspidogaster* has a direct development with metamorphosis, cannot safely be taken as an indication that *Stichocotyle* has also a direct development, for owing to the well known tendency of fresh-water conditions to obiterate larval life, it may well be that *Aspidogaster* has secondarily

lost a more or less complicated series of changes which have been retained by its relatives inhabiting salt water.

CUNNINGHAM suggests that the eggs of *Stichocotyle* are probably taken in by the lobster with its food, and that the young worms are hatched from them in the intestine. The fact that the cysts of *Stichocotyle* have been found only near the posterior end of the intestine suggests to me quite as strongly that a free-swimming larva has entered the intestinal tract through the anus and thus become encysted in the wall of the intestine. There is certainly nothing more improbable in this proposition than in the well-known seeking out of the respiratory chamber of a snail by the miracidium of our common fresh water Distomes. What the course of development actually is in this interesting form we can expect to know only when the adult shall have been found and the development traced from the egg. This I hope ultimately to accomplish.

In conclusion I would here express the sincere gratitude which I feel to my instructor Dr. EDWARD L. MARK for his many courtesies both in the course of this work and throughout my connection with the department of which he is the head.

Cambridge, May 10, 1894.

Literature.

- BRANDES, G., '92, Zum feineren Bau der Trematoden, in: Zeitschr. f. wiss. Zoologie, V. 53, p. 558—577, tab. 22.
- LEJTENYI, C. v., '81, Ueber den Bau des Gastrodiscus polymastor LEUCKART, in: Abhandl. Senckenberg. Naturf. Gesellsch., V. 12, p. 125—146, 3 pl.
- LOOSS, A., '93, Zur Frage nach der Natur des Körperparenchyms bei den Trematoden, nebst Bemerkungen über einige andere, zur Zeit noch offene Fragen, in: Ber. Verhandl. K. Sächs. Gesellsch. Wiss. Leipzig, Math.-Phys. Cl., V. 45, p. 10—34.
- MONTICELLI, F. S., '92, Cotylogaster Michaelis n. g. n. sp. o revisione degli Aspidobothridae, in: Festschr. R. LEUCKART, p. 168—214, tab. 21, 22.
- '93, Studii sui Trematodi endoparassiti. Primo contributo di osservazioni sui Distomidi. Jena. Zoolog. Jahrb., Suppl.-Hft. 3, 229 pp., 8 Taf.

- OLSSON, P., '67, Entozoa, iakttagna hos Skandinaviska hafsfiskar, in: Acta Universitatis Lundensis. Lunds Univ. Årsskrift Afdl. Math. och Naturvet., V. 3, 59 pp., tab. 1, 2.
 — '68, *ibid.*, V. 4, 64 pp., tab. 3—5.
 — '69, Nova genera parasitantiæ Copepodorum et Platyelminthum, *ibid.*, V. 6, No. 7, 6 pp., 1 pl.
 VOELTZKOW, A., '88, *Aspidogaster conchicola*, in: Arb. Zoolog.-Zootom. Inst. Würzburg, V. 8, p. 249—289, tab. 15—20.

Explanation of Figures.

All figures are of *Stichocotyle nephropsis* CUNNINGHAM and were made with the aid of an ABBE camera lucida, except where the contrary is expressly stated.

Abbreviations.

| | |
|--|---|
| <i>act.</i> Sucker. | <i>oa.</i> Ovary. |
| <i>cd. n. v.</i> Ventral nerve cord. | <i>or.</i> Mouth. |
| <i>cl. flm.</i> Flame cell. | <i>ov'dt.</i> Oviduct. |
| <i>cl. gn.</i> Ganglion cell. | <i>phyx.</i> Pharynx. |
| <i>com. su'oe.</i> Supra-oesophageal commissure. | <i>po. exc.</i> Excretory pore. |
| <i>cpl.</i> Capillary. | <i>pr' phyx.</i> Prepharynx. |
| <i>cys.</i> Cyst. | <i>prt. phyx.</i> Protractor of prepharynx. |
| <i>gl. vt.</i> Vitellary gland. | <i>ret. phyx.</i> Retractor " " |
| <i>in.</i> Intestine. | <i>tb. clg.</i> Collecting tubule. " |
| <i>nl.</i> Nucleus. | <i>te.</i> Testis. |
| | <i>vs. exc.</i> Excretory vesicle. |

Plate 29.

Fig. 1. Portion of intestine and rectum of a lobster infested by *Stichocotyle*. Life size, without camera.

Fig. 2. Surface view of a specimen which had escaped from a cyst. $\times 22$.

Fig. 3. Ventral view of a preparation made from a specimen which was fixed by reagents while held flattened under a compressor. The dorsal excretory pore is shown as seen through the body. $\times 22$.

Fig. 4. Cross section through middle region of body. The section passes through a sucker and one testis. $\times 147$.

Fig. 5. Median sagittal section through the anterior end of a specimen. $\times 147$.

Fig. 6. Sketch of pharynx and beginning of intestine in optical section, as seen from dorsal side in the living worm under a compressor. Freehand.

Fig. 7. Outline of median sagittal section to show relation of

suckers to one another. Made by combining in one drawing two different sections of the same worm. $\times 22$.

Fig. 8. Cells, probably ganglionic, seen in the anterior end of the living worm under a compressor. Freehand.

Plate 30.

Fig. 9. Muscles of body-wall as seen in tangential section of the side of the body. $\times 495$.

Fig. 10. Parenchyma muscle cells. $\times 750$.

Fig. 11. Longitudinal muscle cell of body wall. $\times 750$.

Fig. 12. Diagram of nervous system as seen from dorsal side.

Fig. 13. Sensory organs: a) section through cuticula perpendicular to the surface; b) tangential section. $\times 780$.

Fig. 14. Sensory organ from interior of sucker, showing connection with ganglionic (?) cell. $\times 750$.

Fig. 15. Sensory organ in process of formation; filament growing out through the cuticula. $\times 750$.

Fig. 16. Longitudinal muscle fibres of body-wall from specimen preserved in MERKEL'S fluid. $\times 750$.

Fig. 17. Concretions from excretory vesicles; *a* and *b*, typical forms; *c* and *d* forms occasionally present; *f* small bodies from excretory vesicle of one specimen. $\times 495$.

Fig. 18. Appearance of cuticula seen in tangential section. $\times 255$.

Fig. 19. Dorsal view of anterior end of living specimen, as seen under compressor; showing distribution of capillaries terminating in flame cells. Concretions represented in excretory vesicle of right side only. Outlines only with aid of camera.

Fig. 20. Section through cuticula of specimen killed in MERKEL'S fluid. $\times 750$.

Plate 31.

Fig. 21. A sucker as seen in transverse section. $\times 255$.

Fig. 22. Median sagittal section through posterior end of body. $\times 114$.

Fig. 23. Dorsal view of preparation of whole specimen killed while under compressor; drawn to show excretory system. Camera outlines ($\times 36$); fine tubules put in freehand by aid of higher power (ZEISS D).

Fig. 24. Collecting tubules of excretory system; a) as seen in whole preparation (Fig. 23); b) longitudinal section; c) cross section. $\times 495$.

Fig. 25. Transverse section of intestine toward posterior end. $\times 495$.

Fig. 26. Elongated intestinal epithelial cells as seen in oblique section. $\times 495$.

Nachdruck verboten.
Uebersetzungsrecht vorbehalten.

Zur Anatomie der Edentaten.

Von

A. Klinckowström in Stockholm.

(Aus dem Zootomischen Institut der Universität zu Stockholm.)

Hierzu Tafel 32—35 und 7 Textfiguren.

I. Beiträge zur Anatomie des Magens der Edentaten.

Einleitung.

Bei keiner Abtheilung der Säugethiere, die Wiederkäuer natürlich ausgenommen, begegnen uns die durch Arbeitstheilung hervorgerufenen anatomischen und histologischen Differenzirungen der verschiedenen Magentheile schärfer ausgeprägt als bei den pflanzenfressenden Edentaten, den Bradypodiden, deren complicirter Magenapparat dazu noch in schroffstem Gegensatz zu der einfachen Magenform ihrer nächsten Verwandten, der Myrmecophagiden und Dasypodiden, steht. Obwohl die rein makroskopischen Verhältnisse schon durch die Untersuchungen mehrerer Forscher, CUVIER, MECKEL, OWEN, RAPP u. a., wohlbekannt sind, hat die Schwierigkeit, nach modernen Methoden gut conservirtes Material zu bekommen, bis heute eine genauere Beschreibung der feineren Structur des Magens der Bradypodiden verhindert. Als ich mich im Winter 1891/92 zoologischer Studien halber in Surinam aufhielt, wurde mir sowohl vor der Abreise mündlich als auch während meines Aufenthaltes brieflich von meinem Lehrer, Herrn Prof. W. LECHE, mehrere Male dringend ans Herz gelegt, gut conservirtes Material zu einer monographischen Untersuchung der Bradypodiden zu sammeln. Durch die gütige Hülfe des Gouverneurs von Surinam, S. Ex. Mijnheer VAN ASCH v. WIJCK, gelang es mir auch, eine Reihe von gut fixirten Embryonen des *Bradypus tridactylus* sowie in Chromsäure fixirte Eingeweide eines erwachsenen Thieres, mehrere Magen in Spiritus etc. zu bekommen; auch von *Choloepus didactylus*, *Dasypus peba*, *Myrmecophaga jubata* und *Cyclo-*

thurus didactylus erhielt ich Material. Ehe ich zur Darstellung der Ergebnisse meiner im Laufe des Jahres 1893 im Zootomischen Institut der Stockholmer Universität ausgeführten Untersuchungen übergehe, ist es mir eine angenehme Pflicht, meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. LECHE, sowie meinem Freund, Herrn Prof. Dr. E. MÜLLER, dem ich mehrere schöne Präparate der betreffenden Theile verdanke, meinen besten Dank auszusprechen.

I. Makroskopischer Bau des Magens von *Bradypus* und *Choloepus*.

Gute Beschreibungen des makroskopischen Baues des Magens von *Bradypus* und *Choloepus* finden sich, wie schon erwähnt, bei mehreren Autoren, CUVIER (1), MECKEL (2) und RAPP (5), auch in neuerer Zeit ist der *Bradypus*-Magen durch PILLIET u. BOULARD (3) untersucht worden. Da aber keine der oben erwähnten Untersuchungen als erschöpfend zu bezeichnen ist und da eine makroskopische Beschreibung ohnedies für das Verständniss der feinern Structurverhältnisse nothwendig ist, werde ich hier den mikroskopischen Ergebnissen eine kurze Beschreibung des gröbereren Baues des *Bradypus*-Magens vorausschicken.

1. Magen von *Bradypus*.

Der Magen von *Bradypus* zerfällt in 6 verschiedene, durch die Structur der Schleimhaut mehr oder weniger deutlich unterschiedene Abtheilungen. Ich werde im Folgenden diese Abtheilungen als 1., 2. und 3. Cardiamagen, Fundusmagen, Pylorusdrüsenmagen und Pylorusmagen bezeichnen. Wenden wir uns zuerst zu einer äusseren Betrachtung des *Bradypus*-Magens (Taf. 32, Fig. 1 u. 2). Der ganze untere (caudalwärts gelegene) Theil des Magens wird von einem grossen, zipfelmützenartig ausgezogenen Blindsack eingenommen, dessen halbmondförmig gebogene Spitze an der rechten Seite des Magens liegt. Es ist dies der gewaltig entwickelte Fundusmagen (*F*), dessen secernirende Innenfläche, wie wir bald sehen werden, noch dazu durch ein Faltensystem bedeutend vergrössert wird. — Oberhalb des Fundusdrüsenmagens liegt nach rechts der dünnwandige 3. Cardiamagen (Taf. 32, Fig. 1 *C M 3*) und nach links der dickwandige, halbkugelförmige 1. Cardiamagen (Taf. 32, Fig. 1 *C M 1*), der nach rechts und oben in den ebenfalls dickwandigen 2. Cardiamagen (Taf. 32, Fig. 1 und 2 *C M 2*) übergeht. Der Oesophagus (Taf. 32, Fig. 2 *O*) mündet an der dorsalen Seite des Magens zwischen dem 1. und 2. Cardia-

magen ein. Nach rechts geht der 3. Cardiamagen durch ein kurzes, cylindrisches Uebergangsstück in die U-förmig gebogene Pars pylorica über, die in zwei durch eine ziemlich starke Einschnürung von einander getrennte Theile zerfällt; der proximale, kürzere stellt den Pylorusdrüsenmagen dar (Taf. 32, Fig. 2 *Pd M*), der distale, längere den Pylorusmagen (Taf. 32, Fig. 2 *PM*).

Am geöffneten Magen bemerken wir nun Folgendes: Der Oesophagus mündet, wie schon bemerkt, an der Grenze zwischen dem 1. und 2. Cardiamagen ein. Der 1. Cardiamagen ist rundlich, halbkugelförmig gewölbt; er steht in weit offener Verbindung mit den beiden andern Cardiamagen und mit dem Fundusmagen. Nach links und unten (caudalwärts) wird er durch einen stärkern, halbkreisförmig gebogenen, muskulösen Wulst von dem Fundusmagen und 3. Cardiamagen abgegrenzt. Diese wulstförmige Leiste geht von der Cardia-gegend aus, zieht halbkreisförmig nach unten und rechts, um sich an der Innenfläche des 2. Cardiamagens in ein fächerförmig ausgebreitetes System von muskulösen Falten auszubreiten. Auch das Innere des 1. Cardiamagens zeigt ein solches, aus der Cardia-gegend ausstrahlendes Faltensystem. Der 1. Cardiamagen ist stark muskulös, die am Spirituspräparat hellgelbe Schleimhaut ist ziemlich derb. Der 2. Cardiamagen, der nach rechts vom 1. liegt, mit welchem er in weit offener Verbindung steht, hat eine noch dickere Muskelwand als jener; auch finden sich hier an der Innenseite ebenso wie dort fächerartig verzweigte Leisten, die aus dem Endpunkt der halbkreisförmigen Grenzleiste des 1. Cardiamagens ausstrahlen. An der dorsalen Wand des 2. Cardiamagens erstreckt sich eine Falte, die mit der dorsalen Magenwand eine Rinne bildet, welche von der Cardia direct in den Pylorusdrüsenmagen führt. Die stark verhornte, in concentrische, gekörnte Leisten gefaltete Schleimhaut ist äusserst dick, am Spirituspräparat bräunlich-gelb und sehr derb. Der 3. Cardiamagen liegt unter (caudalwärts) dem 2., von welchem er durch eine tief ins Innere der Magenöhle hineinragende Falte getrennt wird; dieser Magen ist dünnwandig, mit einigen schwachen Muskelleisten, die innere Fläche ist hellgelb, eben und pergamentartig. Wie wir sehen, bilden die drei Cardiamagen eigentlich nur verschiedene Theile oder Ausstülpungen einer und derselben grossen Magenabtheilung, die durch die verhornte, drüsenlose Schleimhaut charakterisirt wird; morphologisch entsprechen wohl die Cardiamagen am nächsten dem obern Theil der Pars cardiaca des Magens der übrigen Edentaten.

Fundusmagen. Der Fundusmagen (Taf. 32, Fig. 1 u. 2 *F*)

ist die grösste der sechs Magenabtheilungen; er nimmt die ganze Unterseite des Magens ein und zieht sich nach rechts in einen halbmondförmig gebogenen Blindsack aus (Taf. 32, Fig. 1 u. 2 *Zf*). Er steht mit dem 1. und 3. Cardiamagen in weit offener Verbindung. Von diesen wird er durch die Structur der Schleimhaut deutlich getrennt. Dieselbe ist nämlich weich, sammetartig, von röthlicher Farbe und erhält durch die zahllosen, dicht gehäuften Drüsenöffnungen ein feinpunktirtes Aussehen. Die Grenze gegen die verhornte Schleimhaut des Cardiamagens ist scharf, wie mit dem Messer abgeschnitten, mit etwas angeschwollenem Rand. Fig. A stellt diese Grenze zwischen dem Fundusmagen und dem Cardiamagen dar. Der Blindsack des

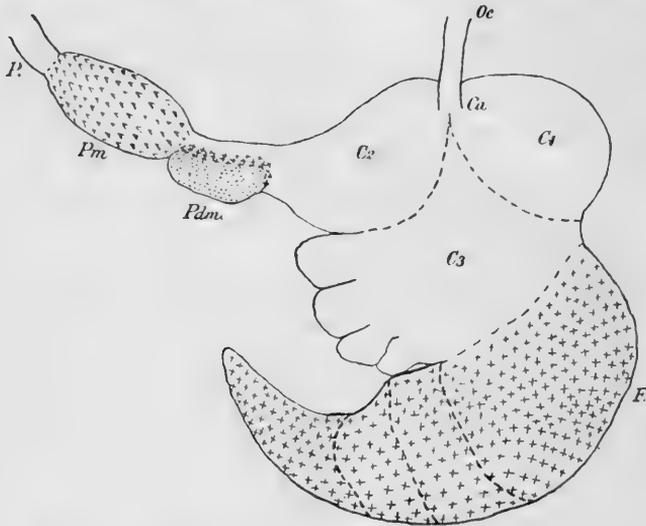


Fig. A. Magen von *Bradypus* (halbschematisch). *Ca* Cardia, *C1*—*3* Cardiamagen, *F* Fundusmagen, *Oe* Oesophagus, *Pdm* Pylorusdrüsenmagen, *Pm* Pylorusmagen, *P* Pylorus. Die unschraffirten Theile der Figur bezeichnen verhorntes Pflasterepithel, die punktirten bezeichnen Labdrüsen und die Kreuze Pylorusdrüsen (Schleimdrüsen).

Fundusmagens wird durch longitudinale Scheidewände, welche sich von der convexen zur concaven Fläche erstrecken, in neben einander liegende Fächer eingetheilt. Ich finde im Ganzen 8 solche Fächer, von welchen sich 3 bis zur Spitze des zipfelförmigen Blindsacks erstrecken. Taf. 33, Fig. 9 stellt einen Durchschnitt des Blindsacks dar. CUVIER beschreibt nur drei Taschen bei *Bradypus*, RAPP dagegen 6, es scheinen sich also hier nicht unbeträchtliche individuelle Schwankungen vorzufinden. Der Fundusmagen entspricht dem Fundustheil der einfachen Magenformen.

Pylorusdrüsenmagen. Nach rechts und hinten vom 2. Cardiamagen liegt, mit diesem durch einen kurzen, cylindrischen Uebergangstheil verbunden, der Pylorusdrüsenmagen (Taf. 32, Fig. 1 u. 2 *P. D. m.*). Derselbe ist klein, cylindrisch und ziemlich dickwandig, die Schleimhaut ist von demselben Aussehen wie die des Fundusmagens. Wie schon bemerkt, zieht von der Cardia eine rinnenförmige Falte durch den 2. Cardiamagen zur Oeffnung des Pylorusdrüsenmagens. Diese Rinne endet aber nicht hier, sondern zieht durch den ganzen Pylorusdrüsenmagen als ein rinnenförmiger Streifen, dessen gelbliche, derbe, der Länge nach gefaltete Schleimhaut sich scharf gegen die umgebende, röthliche, weiche, drüsentragende Innenfläche des Pylorusdrüsenmagens absetzt. Diese eigenthümliche Rinne geht direct in die Schleimhaut der letzten Magenabtheilung, des Pylorusmagens, über.

Der Pylorusmagen hat eine längliche, birnförmige Gestalt; nach oben steht er durch eine ziemlich enge, ovale Oeffnung mit dem Pylorusdrüsenmagen in Verbindung, nach hinten geht er direct in das Duodenum über.

Der Pylorusmagen ist die dickwandigste der 6 Magenabtheilungen; die starke Muscularis, die an der Grenze gegen den Pylorusdrüsenmagen 1—1,5 mm dick ist, nimmt bald gewaltig an Mächtigkeit zu und erreicht am Pylorus eine Dicke von 5—7 mm. Die Schleimhaut des Pylorusmagens ist von gelblicher Farbe, sehr stark verhornt und mit zahlreichen, kleinen, spitzigen Papillen bedeckt. Die ganze Schleimhaut zeigt ausser zahlreichen Querfalten noch 3—4 längliche, in das Lumen tief hineinragende Längsfalten oder Wülste.

2. Magen von *Choloepus*.

Der Magen von *Choloepus* (Taf. 32, Fig. 3 u. 4) stimmt im Grossen und Ganzen mit dem von *Bradypus* überein, stellt aber entschieden eine weniger differenzirte Entwicklungsstufe dar. Die wichtigsten Verschiedenheiten sind folgende: Sämmtliche drei Cardiamagen sind im Vergleich mit *Bradypus* ziemlich dünnwandig, die musculösen Wülste sind sehr schwach. Der Fundusmagen ist bedeutend weniger entwickelt als bei *Bradypus*, sein Blindsack ist bei *Choloepus* kegelförmig, kurz und stumpf; die für den Fundusmagen von *Bradypus* so charakteristischen Zwischenwände fehlen bei *Choloepus* ganz. Der Pylorusdrüsenmagen dagegen ist im Vergleich mit dem von *Bradypus* stark entwickelt, und die eigenthümliche, von der Cardia ausgehende Rinne gleicht ganz derjenigen von *Bradypus*. Sehr schwach

ist dagegen der Pylorusmagen, der sowohl in der Stärke der Muscularis als in der Dicke der Hornschicht der entsprechenden Magenabtheilung von *Bradypus* bedeutend nachsteht.

II. Feinerer Bau des Magens von *Bradypus*.

Nach der vorhergehenden Uebersicht der gröberen Anatomie des *Bradypus*-Magens wenden wir uns jetzt zum feineren Bau der verschiedenen Magenabtheilungen. Zu diesem Theile der Untersuchung wurde ein Magen von einem erwachsenen *Bradypus*-Weibchen, der noch lebenswarm in 5-proc. Chromsäure fixirt wurde, verwendet. Zur Färbung der Schnitte wurden verschiedene Färbmittel benutzt: Boraxkarmin — Nigrosin, Hämatoxylin — Eosin, Pikrokarmen u. a. Die besten Bilder wurden mit Hämatoxylin und Eosin gewonnen; auch Pikrokarmen zeigte sich, besonders zum Studium der verhornten Theile (Cardia und Pylorusmagen), sehr empfehlenswerth.

1) *Cardiamagen*. Die drei *Cardiamagen* stimmen bezüglich der histologischen Structur mit einander überein. Die Verschiedenheiten liegen nur in der stärkern oder schwächern Entwicklung der Muscularis und der innern Hornbekleidung. Wenden wir uns zuerst zum dünnwandigen 3. *Cardiamagen*, der die einfachsten Structurverhältnisse zeigt (Taf. 32, Fig. 5). Auf die im Vergleich mit dem 1. und 2. *Cardiamagen* schwache Muscularis (*m*) folgt die aus lockerm Bindegewebe bestehende Submucosa (*s. m*), von dem Epithel durch eine ebenfalls sehr schwache Muscularis mucosae getrennt (*m. m*). Das Epithel (*E*) ist gegen die darunter liegenden Schichten sehr scharf abgegrenzt. Es besteht aus mehreren Lagen von Zellen, die unter allmählicher Verhornung nach der Magenöhle zu in ein wirkliches Stratum corneum (*h*) übergehen. Die untersten Zellen des Epithels sind von cylindrischer oder cubischer Gestalt mit undeutlichen Zellgrenzen; die Kerne sind rundlich. In den obern Zellschichten werden die Zellen und ihre Kerne allmählich mehr plattgedrückt (auf dem Querschnitt spindelförmig) und verlieren in den obersten Lagen ganz ihre Zellstructur, so dass dieser, eine Hornschicht bildende Theil des Epithels nur eine wellige, mit der Innenfläche des Magens parallele, faserige Structur zeigt.

Erster und zweiter *Cardiamagen*. Die Muscularis, die in eine dünne äussere und eine dickere, den oben erwähnten Leisten entsprechende, innere Schicht zerfällt, ist stark entwickelt und übertrifft an Mächtigkeit 5–10 mal Epithel und Submucosa, während am

3. Cardiamagen die Muscularis 3—4 mal dicker als die obere Schichten war. Die Submucosa und das Epithel unterscheiden sich von denen des 3. Cardiamagens dadurch, dass sie, statt wie dort ganz über die Muscularis zu ziehen, hier zahlreiche, unregelmässige Falten oder Papillen bilden, welche die schon besprochene, körnige Structur der Schleimhaut dieser Magenabtheilungen bedingen. Sowohl Submucosa als Epithel stimmen bezüglich ihrer histologischen Structur mit dem 3. Cardiamagen überein; nur das Stratum corneum zeigt, besonders in den Falten zwischen den Papillen, eine bedeutend stärkere Entwicklung als dort.

Fundusmagen. Dieser, die grösste der verschiedenen Magenabtheilungen (er übertrifft sogar die drei Cardiamagen zusammengenommen), stellt, wie schon RAPP richtig bemerkt hat, ein grosses Absonderungsorgan dar. Die äussere Wand des Fundusmagens besteht aus den für die Magenwand so charakteristischen Schichten. An der Bildung der Wände der verschiedenen Taschen aber nehmen nur Epithel, Muscularis mucosae und Submucosa Theil. Die Muscularis ist ein wenig schwächer als im 3. Cardiamagen und besteht wie gewöhnlich aus zwei einander kreuzenden Faserschichten. Die Submucosa ist, besonders im Innern der Taschenwände, sehr stark entwickelt und von zahlreichen Blutgefässen durchsetzt. Die Muscularis mucosae ist gut entwickelt, ihre Fasern verlaufen in verschiedenen Richtungen. Ueber der Muscularis mucosae liegt die Drüsenschicht. Die eigentliche Schleimhaut, durch die dicht stehenden Drüsenöffnungen sehr beschränkt, besteht aus einem einfachen Cylinderepithel mit rundlichen Kernen.

Drüsen des Fundusmagens. Die sehr dicht stehenden Drüsengänge stellen ziemlich kurze ($\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ mm), gerade Schläuche dar; am untern Ende sind sie manchmal gegabelt (Taf. 32, Fig. 6). Die Drüsenwand besteht aus einer einzigen Lage von cubischen Zellen. Die Kerne sind rundlich oder oval. Gegen Hämatoxylin verhalten die Kerne sich sehr verschieden. In sämmtlichen Drüsenschläuchen findet man nämlich, dass, während einige Kerne das Färbemittel begierig aufnehmen, andere nur eine intensivere Färbung des Chromatins zeigen, wogegen die achromatische Substanz nur sehr schwach gefärbt ist. Der unterste Theil der Drüsenschläuche scheint eine specifische Bedeutung zu haben; die Zellen sind hier gross, wie aufgequollen, mit fast ausnahmslos schwach gefärbten Kernen. Da aber der Fundusmagen mit dem Fundustheil des einfachen Magens morphologisch gleichwerthig ist, kann es etwas eigenthümlich erscheinen, anstatt den

bei den Säugethieren vorkommenden Belegzeldrüsen bei *Bradypus* hier einer Art von Drüsen zu begegnen, die am meisten an die sogenannten Pylorusdrüsen erinnert. Ich werde im vergleichenden Theil auf diese Verhältnisse zurückkommen.

Uebergang zwischen Cardiamagen und Fundusmagen. Taf. 33, Fig. 10 stellt einen Schnitt durch das Grenzgebiet des Cardiamagens gegen den Fundusmagen dar; die Grenze zwischen den beiden, in histologischer Beziehung so verschiedenen Gebieten ist, wie man sieht, äusserst scharf ausgeprägt. Das geschichtete Pflaster-epithel des Cardiamagens geht mit einer scharfen Knickung nach innen in das einfache Cylinderepithel des drüsenreichen Fundusmagens über. Der Uebergang vom geschichteten zum einfachen Epithel geschieht so, dass die obere Zellenlagen an der Grenze mit gezacktem Rand enden und nur die unterste, aus cubischen oder cylindrischen Zellen bestehende Lage, die Grenze überschreitend, in das einfache Cylinderepithel des Fundusmagens übergeht.

Der Pylorusdrüsenmagen. Die eigenthümlichste von allen Abtheilungen des *Bradypus*-Magens ist zweifelsohne der Pylorusdrüsenmagen, in welchem wir zwei histologisch durchaus verschiedene Gebiete unterscheiden, nämlich 1) die mit verhorntem Pflasterepithel bedeckte Rinne und 2) den drüsentragenden Theil.

Die Rinne. Wie schon eben bemerkt, bildet die Rinne gewissermaassen eine Verbindungsbrücke zwischen den Hornschichten des 2. Cardiamagens und des Pylorusmagens, in welchen das Rinnenepithel allmählich übergeht. Taf. 33, Fig. 11 stellt einen Querschnitt durch die Rinne dar. Auf die mächtige, aus in verschiedenen Richtungen ziehenden Faserzügen bestehende Muscularis (*M*) folgt die in Falten erhobene Submucosa (*sm*), die aus lockerem Bindegewebe und schwachen Muskelfasern besteht. Eine eigentliche Muscularis mucosae scheint in der Rinne zu fehlen. Das Epithel zeigt dieselbe Structur wie im Cardiamagen; der Verhornungsprocess der oberen Zellenlagen scheint in der Rinne sehr schnell vor sich zu gehen, so dass das Innere derselben manchmal von Resten der abgestossenen Hornschichten angefüllt erscheint (Taf. 33, Fig. 11).

Drüsiger Theil des Pylorusdrüsenmagens. Mit Ausnahme der Rinne wird die ganze innere Fläche des Pylorusdrüsenmagens eingenommen von einem weichen, drüsenreichen Epithel, das makroskopisch von dem des Fundusmagens nur durch seine mehr röthliche Farbe zu unterscheiden ist. Die Muscularis ist in diesem Theil des Magens gut entwickelt und besteht aus den gewöhnlichen

zwei Faserschichten, von welchen die innere Ringfaserschicht die stärkste ist. Auf die gefässreiche Submucosa folgt die gewaltig entwickelte Muscularis mucosae, die aus starken, mit der äussern Muskelschicht der Muscularis parallel ziehenden Fasern besteht. Auf die Muscularis mucosae folgt die von den dicht an einander stehenden Drüsenschläuchen gebildete Drüsenschicht. Der allergrösste Theil des Pylorusdrüsenmagens wird von Lab- oder Belegzellendrüsen eingenommen, nur an der Grenze zwischen der Rinne und dem Drüsenepithel liegt ein schmales Band von Pylorusdrüsen (Taf. 33, Fig. 12, *p*).

Belegzellendrüsen. Die Belegzellendrüsen von *Bradypus* sind 1,5—2 mm lange, gerade, am untern Ende kolbenförmig aufgetriebene Schläuche. Das erste Drittel derselben wird von den kurz-cylindrischen Zellen des Oberflächenepithels bekleidet. Die übrigen zwei Drittel werden von typischen Haupt- und Belegzellen eingenommen (Taf. 32, Fig. 7).

Pylorusdrüsen. Betrachtet man unter starker Lupenvergrößerung die Grenze zwischen der Rinne und dem Drüsenepithel des Pylorusmagens, so bemerkt man eine schmale, weisse Leiste, die zwischen dem Pflasterepithel der Rinne und den röthlichen Belegzellendrüsen liegt. Auf den Schnitten zeigt sich diese Leiste als eine Reihe sehr langer, am untern Theil knäuelförmig zusammengeballter Drüsenschläuche von dem als Pylorusdrüsen bekannten Typus (Taf. 33, Fig. 12, *p*). Belegzellen fehlen hier ganz; sämtliche Zellen sind cylindrisch mit kleinen, rundlichen Kernen und hellem Protoplasma. Der Uebergang zwischen dem Rinnenepithel und den Pylorusdrüsenzonen (Taf. 33, Fig. 12) geschieht durchaus in derselben Weise, wie es beim Uebergang vom Fundusmagen in den Cardiamagen beschrieben ist.

Der Pylorusmagen. Die letzte der Magenabtheilungen, der Pylorusmagen, wird durch die, besonders in der Nähe des Pylorus, gewaltige Entwicklung der Muscularis charakterisirt; die äussere Faserschicht ist unscheinbar, besonders im Vergleich mit der mächtigen Ringfaserlage. Die Submucosa ist sehr mächtig, die Muscularis mucosae dagegen ziemlich schwach entwickelt. Sehr eigenthümlich ist das Epithel (Taf. 33, Fig. 13), welches aus zahlreichen, dicht stehenden, zapfenförmigen Papillen besteht. Die wohlentwickelte Tunica propria dringt ins Innere der Papillen ein. Das gewaltig dicke Epithel besteht zu unterst aus geschichtetem Pflasterepithel mit einer untern Reihe cubischer oder cylindrischer Zellen und mehreren Lagen unter allmählicher Verhornung sich abplattender Zellen. Darauf folgt die

gewaltige Hornschicht, dem übrigen Epithel 5—8 mal an Mächtigkeit überlegen. Die Hornschicht besteht aus welligen, den Epithelpapillen entsprechenden Lamellen oder Fasern, die jede Spur der ursprünglichen Zellstructur verloren haben. Die gegen die Magenöhle gewandte Fläche der Hornschicht ist unregelmässig gezackt und gewöhnlich, wahrscheinlich in Folge der Einwirkung des Magensecrets, bräunlich gefärbt.

Der Pylorus. Der Uebergang vom Pylorusmagen in die von dicht stehenden, verästelten BRUNNER'schen Drüsen gefüllte Duodenumwand findet in durchaus derselben Weise statt wie der Uebergang vom Cardia- zum Fundusmagen oder vom Pylorusdrüsenmagen zum Rinneneithel.

Zusammenfassung.

1) Der Magen von *Bradypus* zerfällt in sechs verschiedene, mehr oder weniger distincte Abtheilungen, den ersten, zweiten und dritten Cardiamagen, den Fundusmagen, den Pylorusdrüsenmagen und den Pylorusmagen.

2) Von diesen Abtheilungen sind Pylorusdrüsenmagen und Fundusmagen mit einfachem, drüsentragendem Cylinderepithel ausgekleidet, die übrigen Abtheilungen aber mit zusammengesetztem, an der Oberfläche verhorntem Pflasterepithel.

3) Der Uebergang vom geschichteten Pflasterepithel zum einfachen Cylinderepithel findet überall so statt, dass die obere Zellenlagen des Pflasterepithels mit scharfem, gezacktem Rande am Uebergangsort enden und nur die unterste, an die Tunica propria grenzende, aus cylindrischen oder cubischen Elementen zusammengesetzte Lage übrig bleibt und direct in einfaches Cylinderepithel übergeht.

4) Die drei Cardiamagen stellen eigentlich nur verschiedene Theile eines gemeinsamen Cardiamagens dar; sie sind alle mit verhorntem Pflasterepithel ausgekleidet und stehen mit einander in weit offener Verbindung. Der erste und zweite Cardiamagen haben eine starke Muscularis und eine durch unregelmässige Epithelpapillen wie gekörnte Schleimhaut; der dritte Cardiamagen ist dünnwandig, mit einer ebenen, papillenfreien Schleimhaut.

5) Der Fundusmagen stellt die grösste der 6 Magenabtheilungen dar; seine secernirende Fläche ist durch längs laufende Scheidewände bedeutend vergrössert. Er trägt kurze, gerade, der Belegzellen entbehrende Drüsen.

6) Der Pylorusdrüsenmagen besteht aus zwei Theilen:

1) der mit verhorntem Pflasterepithel bedeckten Rinne, die das Pflasterepithel des Cardiamagens mit demjenigen des Pylorusmagens verbindet, und 2) dem drüsentragenden Epithel.

7) Die Drüsen des Pylorusdrüsenmagens sind echte Lab- oder Belegzellendrüsen mit Ausnahme eines schmalen Streifens von Pylorusdrüsen an beiden Seiten der Rinne.

8) Der Pylorusmagen zeichnet sich durch die gewaltige Entwicklung der Muscularis und der Hornschicht aus. Das Epithel ist mit dicht stehenden, spitzigen, verhornten Papillen bedeckt.

III. Vergleichung des Magens der Bradypodiden mit dem der Maniden, Dasypodiden und Myrmecophagiden.

Um aus den vorstehend gewonnenen Thatsachen irgend welche wissenschaftlich verwertbaren Schlussfolgerungen abzuleiten, ist es nothwendig, die Untersuchung auch auf einige Repräsentanten der übrigen Edentatengruppen auszudehnen. In dieser Absicht habe ich das mir zur Verfügung stehende Material, einen in MÜLLER'Scher Flüssigkeit fixirten Magen von *Dasypus peba*, zwei Spiritusmagen von *Cylothurus didactylus*, einen Spiritusmagen von *Myrmecophaga jubata*, einen Spiritusmagen von *Manis longicaudata* und einen Spiritusmagen von *Manis tricuspis* untersucht.

1) Magen von *Dasypus peba* (Fig. B).

Der Magen von *Dasypus peba*, der von RAPP (5) schon makro-

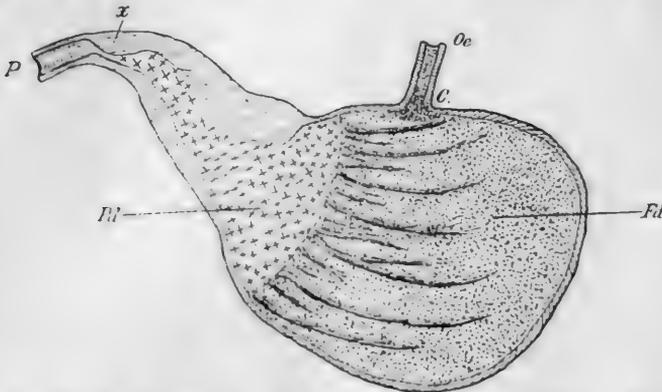


Fig. B. Magen von *Dasypus peba*. Ca Cardia, Oe Oesophagus, Fl Labdrüsen, Pd Pylorusdrüsen, P Pylorus, X Pyloruswulst.

skopisch beschrieben und abgebildet ist, bietet sehr einfache Verhält-

nisse. Der Magen zerfällt in zwei Abtheilungen, eine grössere Pars cardiaca und eine kleinere Pars pylorica, jene Träger der Lab- oder Belegzellendrüsen, diese der Pylorusdrüsen. Ausserdem ist eine kleine kranzförmige Zone von Cardiadrüsen um die Cardiaöffnung vorhanden (Fig. B).

Pars cardiaca. Diese, die grössere der beiden Abtheilungen des Gürtelthiermagens, nimmt den grössten Theil der Curvatura major und ein kleines Stück der Curvatura minor ein. Seine Grenzen gegen Oesophagus und Pars pylorica sind ziemlich scharf und schon makroskopisch bemerkbar. An der Grenze gegen die Pars pylorica nehmen zahlreiche der Länge nach verlaufende Wülste ihren Ursprung (Fig. B).

Diese sind als Verdickungen der Tunica propria durch Anhäufung der hier sehr langen Fundusdrüseneschläuche aufzufassen, die Muscularis nimmt an ihrer Bildung keinen Theil, und von Submucosa findet sich nur ein ganz schmaler Streifen in der Mitte jedes Wulstes. Die Schleimhaut ist weich, sammetartig und drüsenreich; rings um die Cardiaöffnung liegt eine kleine Gruppe von Schleimdrüsen von durchaus der Structur der Schleimdrüsen der Pars pylorica; dieser Drüsenring ist sehr scharf gegen den durch Pflasterepithel und gewaltige Mucindrüsen charakterisirten Oesophagus abgesetzt, geht aber nach unten allmählich in das Labdrüsengebiet über. Der ganze übrige Theil der Pars cardiaca besteht aus hohem Cylinderepithel, in dessen trichterförmigen Falten, den Magengruben, unzählige, mit sehr zahlreichen, grossen Belegzellen ausgestattete Labdrüseneschläuche münden.

Pars pylorica. Die kegelförmige Pars pylorica ist durch die Dicke der Muscularis und den völligen Mangel an Labdrüsen charakterisirt. Die innere Fläche der Pars pylorica ist, abgesehen von einigen unregelmässigen Muskelfalten, glatt, nur am Pylorus selbst liegt an der Curvatura major eine halbkreisförmige starke Falte und an der Curvatura minor der von RAPP (5) bereits erwähnte, für *Manis*, *Myrmecophaga* und *Dasypus* charakteristische halbkugelige Wulst, der zum grössten Theil aus der Submucosa eingelagertem Fettgewebe besteht. Die Schleimhaut der Pars pylorica besteht wie die der Pars cardiaca aus hohen Cylinderzellen, die Drüsen sind spärliche, stets der Belegzellen ermangelnde Drüseneschläuche.

2. Magen von *Cyclothurus* (Fig. C und D).

Von *Cyclothurus didactylus* stehen mir zwei Magen zur Verfügung, die jedoch unter einander bezüglich der äusseren Form nicht unbedeutende Abweichungen zeigen. Der eine (Fig. D), der einem

Weibchen angehört, stimmt ziemlich mit den in der Literatur beschriebenen Verhältnissen überein; er ist in eine grössere Pars cardiaca und eine kleinere Pars pylorica getheilt. Die Cardiaöffnung liegt an der Grenze der beiden Abtheilungen. Die Pars cardiaca ist kuglig eiförmig und sehr dünnwandig, die Pars pylorica dagegen mehr kegelförmig, die kleine Curvatur ist, gerade wie bei *Dasyppus peba*,

Fig. C.



Fig. D.

Fig. C und D. Zwei Magen von *Cyclothurus didactylus*.

eher als convex denn als concav zu bezeichnen. Eine ganz andere Gestalt zeigt der zweite, von einem Männchen stammende Magen. Er ist zwar auch in eine Pars cardiaca und eine Pars pylorica getheilt, beide sind aber von ungefähr derselben Grösse, und die kleine Curvatur bildet hier eine tiefe Concavität, statt convex zu sein. Dazu kommt noch, dass die Pars cardiaca nicht rundlich ist, sondern eine fast eckige Gestalt besitzt.

Die Schleimhaut von *Cyclothurus* zeigt keine erheblichen Verschiedenheiten in den beiden Magenabtheilungen; sowohl die Pars cardiaca als die Pars pylorica sind von weichem, drüsenführendem Epithel bekleidet. Die bei *Dasyppus peba* schon besprochenen Leisten finden sich auch bei *Cyclothurus*, nehmen hier aber ihren Ursprung dicht an der Pylorusöffnung, um sich, wie bei *Dasyppus*, bis in den Fundus ventriculi zu erstrecken.

Von dem kugligen Wulste im Pylorustheil der Curvatura minor finde ich bei *Cyclothurus* nur schwache Spuren. Die histologische Untersuchung lehrt uns, dass die ganze Pars cardiaca Labdrüsen besitzt, die, den Leisten entlang, auch in die Pars pylorica eindringen, bis in die Nähe des Pylorus. Zwischen den Leisten finden sich in der Pars pylorica zahlreiche, zum Theil verästelte Pylorusdrüsen, die besonders im Bereich der Curvatura major zu einer stattlichen Entwicklung gelangen. Die Grenze zwischen Lab- und Pylorusdrüsengebieten ist sehr undeutlich, und selbst unter den letzteren begegnet man, wenigstens im Uebergangsbereich, hier und da vereinzelt Beleg-

zellen. Die Magengruben sind hier wie bei *Bradypus* nicht mehr trichterförmig, sondern von demselben Durchschnitt wie die Drüenschläuche; ihr Epithel ist jedoch, wenigstens noch in der Pars pylorica, wie bei *Dasypus* hochcylindrisch.

3. Magen von *Myrmecophaga jubata* (Fig. E).

Der mir zur Verfügung stehende Magen von *Myrmecophaga jubata*, der von einem alten Männchen stammte, erlaubte leider keine genauere Untersuchung der Structur der Schleimhaut. Ich muss mich darum mit einer kurzen Beschreibung der makroskopisch sichtbaren Verhältnisse bescheiden. Die Pars cardiaca ist sehr gross, verhältnissmässig dünnwandig und von fast kugliger Gestalt; die kleine Pars pylorica ist sehr dickwandig und hat eine kegelförmige Gestalt. Das Innere des Magens ist fast ganz eben, mit sehr schwachen Andeutungen der vom *Cyclothurus*- und *Dasypus*-Magen bekannten Leisten. Sehr mächtig entwickelt ist dagegen der halbkugelförmige Wulst in der Pars pylorica. Er besteht hier wie bei *Dasypus* zum grössten Theil aus Fettgewebe. Die Schleimhaut zeigt keine Verschiedenheiten in den



Fig. E. Magen von *Myrmecophaga jubata*. Oe Oesophagus, P Pylorus.

verschiedenen Theilen des Magens. Sowohl in der Pars cardiaca wie in der Pars pylorica ist sie überall weich, sammetartig, mit zahlreichen grossen Magengruben ausgestattet.

4. Magen von *Manis* (Fig. F u. G).

Die Magen der verschiedenen *Manis*-Arten sind in neuerer Zeit von MAX WEBER (6) (*M. javanica*) und von PILLIET (*M. crassicaudata*) untersucht worden; ich selbst habe an Spirituspräparaten den Magen von *M. longicaudata* und *M. tricuspis* untersucht. Bei *M. longicaudata*, *M. crassicaudata* und *M. tricuspis* zerfällt der Magen in eine Pars cardiaca und eine Pars pylorica. Die Pars cardiaca ist mit

zusammengesetztem, an der Oberfläche stark verhorntem Pflasterepithel bekleidet, ihre Schleimhaut ist in zahlreiche geschlängelte Querleisten gefaltet. Die Pars pylorica, die von der Pars cardiaca durch eine sehr scharfe Grenze geschieden ist, hat eine weiche, drüsentragende Schleimhaut. Die Drüsen sind theils Lab-, theils Pylorusdrüsen. Die Labdrüsen liegen bei *M. longicaudata* und, soweit ich aus PILLIET's Beschreibung ersehen kann, auch bei *M. crassicaudata* als eine breite, gürtelförmige Zone rings um die Basis der kegelförmigen Pars pylorica, deren übriger Theil, bis zum Pylorus, Pylorusdrüsen trägt.

Bei *Manis tricuspis* sind dagegen die Labdrüsen auf einen ovalen Fleck im Gebiet der Curvatura major beschränkt.

Der im Pylorustheil der Curvatura minor liegende, bei *Manis* sehr stark entwickelte, kuglige Wulst ist bei sämtlichen oben genannten Arten mit weicher, Pylorusdrüsen tragender Schleimhaut bedeckt.

Sehr abweichend von den vorigen Arten ist nach WEBER der Magen bei *M. javanica*. Die Labdrüsen finden sich hier nur in der als grosse Magendrüse bezeichneten Einstülpung der Magenschleimhaut, die nach Lage und Grösse ziemlich dem Labdrüsengebiet bei *M. tricuspis*

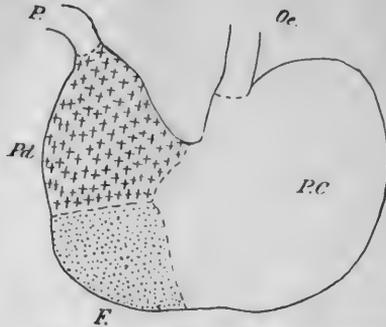


Fig. F. Magen von *Manis tricuspis*. Oe Oesophagus, PC Pars cardiaca, F Labdrüsen, Pd Pylorusdrüsen, P Pylorus.

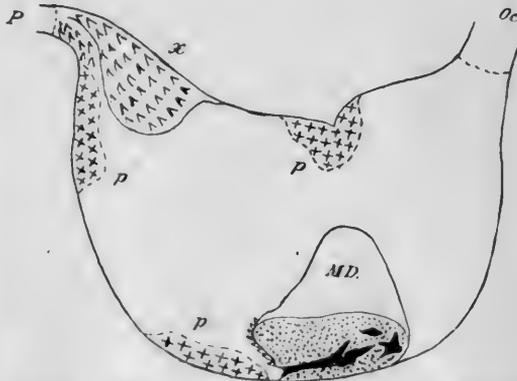


Fig. G. Magen von *Manis javanica* (nach M. WEBER). Oe Oesophagus, Md grosse Magendrüse, p Schleimdrüsen, P Pylorus, x Pyloruswulst.

entspricht. Noch grösser sind die Veränderungen im Bereich der Pylorusdrüsen, welche nicht mehr einfache Drüsen-schläuche sind, sondern aus zahlreichen Drüsen-schläuchen gebildet, kuglige Drüsenkörper. Sie sind an drei Stellen der Magenschleimhaut localisirt,

nämlich: 1) in der Mitte der *Curvatura minor*, 2) unmittelbar vor dem Ausführungsgang der grossen Magendrüsen, 3) nahe am Pylorus unter dem kugligen Pyloruswulst. Alle übrigen Theile der Magenschleimhaut sind verhornt. Der Pyloruswulst und ein Stück in der Nähe des Ausführungsganges der grossen Magendrüsen sind sogar mit Hornzähnen besetzt.

Zusammenfassung.

Wie aus vorliegender Untersuchung hervorgeht, bestehen bei den verschiedenen Edentatenfamilien bezüglich des Baues des Magens sehr wechselnde Verhältnisse, die zum Theil schwerlich durch die Verschiedenheiten der Nahrung und Lebensweise zu erklären sind. Auf der niedrigsten Entwicklungsstufe finden wir die *Myrmecophagen*, in deren einfachem Magen eine *Pars cardiaca* und *Pars pylorica* noch nicht anders als durch die verschiedene Stärke der *Muscularis* zu unterscheiden sind. Das ganze Innere des Magens wird hier von einem Drüsenepithel eingenommen, in dem die Lab- oder Belegzellularzellen die Hauptrolle spielen; bei *Cyclothurus* erstrecken sie sich allerdings in der *Pars pylorica*, mit Pylorusdrüsen gemischt, bis zum Pylorus selbst, zeigen aber zugleich eine bestimmte Tendenz, sich an einem System von längsverlaufenden Schleimhautfalten zu localisiren.

Einen entschiedenen Fortschritt zeigt uns der Magen der *Dasypodiden* durch seinen Zerfall in eine von der *Pars cardiaca* durch die Beschaffenheit der Schleimhaut schon makroskopisch unterscheidbare *Pars pylorica*; die aus dem Magen von *Cyclothurus* bekannten Falten oder Leisten sind vom Pylorus bis zur Grenze der *Pars cardiaca* weggedrängt. Der ganze Magen ist zwar hier noch mit drüsentragender Schleimhaut ausgekleidet, die Labdrüsen sind aber auf die *Pars cardiaca* beschränkt, während die Schleimhaut der *Pars pylorica* ausschliesslich Pylorusdrüsen trägt. Noch weitere Differenzirungen der verschiedenen Magentheile begegnen uns bei den *Maniden*, deren zwar äusserlich noch einfacher Magen einen Weg eingeschlagen hat, der, wie uns die Erfahrungen in anderen Familien (z. B. Nagern, Cetaceen) lehren, früher oder später zum zusammengesetzten Magen führen muss.

Das wichtigste Characteristicum des *Manis*-Magens ist das Auftreten eines neuen Gewebes, des zusammengesetzten, an der Ober-

fläche verhornten Pflasterepithels. Bei *Manis crassicaudata* und *longicaudata*, die wohl unter den untersuchten Arten die ursprünglichsten Verhältnisse zeigen, erstreckt sich das Hornepithel schon über den grössten Theil der Pars cardiaca, die Labdrüsen werden durch diese Anordnung auf eine breite, gürtelförmige Zone zwischen dem Hornepithel und der Pars pylorica, die hier wie gewöhnlich nur Pylorusdrüsen zu besitzen scheint, beschränkt. Einen weiteren Fortschritt zeigt uns der Magen von *Manis tricuspis*. Das Hornepithel hat sich hier im Bereich der Curvatura minor bis zur Grenze der Pars pylorica ausgedehnt, die Labdrüsen werden also hier auf ein ovales Feld im Bereich der Curvatura major localisirt. Noch weiter ist es aber bei *Manis javanica* gegangen; hier hat das Hornepithel thatsächlich das ganze Innere des Magens ausgekleidet, die Pylorusdrüsen in vereinzelte Gruppen zusammendrängend und das Labdrüsenfeld, das sich zur „grossen Magendrüse“ eingestülpt hat, an allen Seiten umgebend. Bei den Bradypodiden endlich finden wir den zusammengesetzten Magen auf dem Gipfel seiner Differenzirung. Waren bei den Maniden nur histologisch verschiedenartige Theile einer gemeinsamen Magentasche vorhanden, so sind hier durch die vielfache Differenzirung der Muscularis wirkliche, mehr oder weniger selbständige Taschen oder Magenabtheilungen entstanden. Die Pylorusdrüsen haben durch das Auftreten eines neuen, für die Bradypodiden charakteristischen Drüsenfeldes, des „Fundusmagens“, ihre Bedeutung fast ganz verloren und sind auf einen schmalen Streifen an den Seiten des dem Labdrüsenfelde entsprechenden „Pylorusdrüsenmagens“ beschränkt. In den drei Cardiamagen endlich haben wir eine, dem mit Hornepithel überkleideten Theil der Pars cardiaca der Maniden entsprechende Magenabtheilung. Als eine Bildung sui generis müssen wir dagegen den eigenthümlichen Fundusmagen der Bradypodiden betrachten. Die Entwicklung dieses gewaltigen Absonderungsorgans ist wohl bei den Vorfahren unserer Faulthiere mit der Anpassung an reine Laub- und Blätterkost Hand in Hand gegangen.

Literaturverzeichnis.

- 1) CUVIER, Leçons d'anatomie comparée, Paris 1805, V. 3, p. 388.
- 2) MECKEL, System der vergleichenden Anatomie, Halle 1829, V. 4, p. 605—617.
- 3) PILLIET et BOULARD, Sur l'estomac de l'Hippopotame, du Kangarou, du Paresseux etc., in: Journ. Anat. Phys., 22. année, p. 402—423.
- 4) PILLIET, Sur la structure de l'estomac des Edentés, in: C. R. Soc. Biol., Paris (9), V. 3, p. 315.
- 5) v. RAPP, Edentaten, 2. Aufl., Tübingen 1852.
- 6) WEBER, MAX, Beiträge zur Entwicklung und Anatomie des Genus Manis, in: Zool. Erg. einer Reise in Nied. Ost-Indien, V. 2, H. 1.

Erklärung der Tafeln.

Tafel 32.

Fig. 1 u. 2. Magen von *Bradypus cuculliger*.

*C. M*₁ Erster Cardiamagen.

*C. M*₂ Zweiter „

*C. M*₃ Dritter „

F. Fundusmagen.

L. Leber.

O. Oesophagus.

P. Pylorus.

P. M. Pylorusmagen.

Pd. M Pylorusdrüsenmagen.

Zf. Zipfelförmiger Blindsack des Fundusmagens.

Fig. 3 u. 4. Magen eines jungen (N. Gr. $\frac{1}{2}$) *Choloepus didactylus*.

Fig. 5. Schnitt durch den 3. (N. Gr. $\frac{2}{3}$) Cardiamagen von *Bradypus*. *h* Hornschicht, *E* Epidermis, *m. m* Muscularis mucosae, *sm* Submucosa. *M* Muscularis. (NACHET Obj. 7 \times Oc. 1.)

Fig. 6. Drüschlauch aus dem Fundusmagen von *Bradypus*. *s* secernirender Theil der Drüse, *m. m* Muscularis mucosae. (NACHET Obj. 7 \times Oc. 1.)

Fig. 7. Labdrüse aus dem Pylorusdrüsenmagen von *Bradypus*. *b* Belegzellen, *h* Hauptzellen, *m. m* Muscularis mucosae. (NACHET Obj. 7, \times Oc. 1.)

Tafel 33.

Fig. 8. Schnitt durch einen Muskelwulst im Cardiamagen von *Bradypus*. *E* Epidermis, *s.m* Submucosa, *M* Muscularis. (NACHET Obj. 1 \times Oc. 2.)

Fig. 9. Schnitt durch den Fundusmagen eines Embryos von *Bradypus* (NACHET Obj. 1 \times Oc. 2.)

Fig. 10. Schnitt durch die Magenwand von *Bradypus* an der Grenze zwischen Fundus- und Cardiamagen, *E* Pflasterepithel des Cardiamagens, *D* Drüsen des Fundusmagens, *m.m* Muscularis, *sm* Submucosa. (NACHET Obj. 3 \times Oc. 2.)

Fig. 11. Schnitt durch die Rinne des Pylorusdrüsenmagens. *F* Fundusdrüsen, *h* Hornschicht, *m.m* Muscularis mucosae, *M* Muscularis, *p* Pylorusdrüsen, *R* Rinne. (NACHET Obj. 1 \times Oc. 3.)

Fig. 12. Schnitt durch die Magenwand von *Bradypus* an der Grenze zwischen Rinne und Drüsengebiet des Pylorusdrüsenmagens (NACHET Obj. 3 \times Oc. 2.)

Fig. 13. Schnitt durch das Epithel des Pylorusmagens von *Bradypus*. *h* Hornschicht, *E* Epithel, *tp* Tunica propria, *m.m* Muscularis mucosae, *sm* Submucosa. (NACHET Obj. 3 \times Oc. 2.)

Sämmtliche Negative sind auf EDWARD'S isochromatischen Platten aufgenommen.

II. Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Geschlechtsorgane der Edentaten.

I. Männliche Geschlechtsorgane von *Myrmecophaga jubata*.

Sowohl bei den Myrmecophagiden als bei den Bradypodiden scheinen die Männchen seltner zu sein als die Weibchen. Unter den von mir in Surinam gesammelten Edendaten finden sich z. B.

| | | |
|-----------------------------------|-------|------|
| von <i>Cyclothurus didactylus</i> | 1 ♂, | 2 ♀♀ |
| „ <i>Myrmecophaga jubata</i> | 1 ♂, | — |
| „ <i>Bradypus tridactylus</i> | 2 ♂♂, | 5 ♀♀ |
| „ <i>Choloepus hoffmani</i> | — | 3 ♀♀ |
| „ <i>Dasyopus peba</i> | — | 1 ♀ |

Dieses Verhältniss ist wahrscheinlich der Grund, dass bei *Myrmecophaga jubata* die weiblichen Geschlechtsorgane viel besser als die männlichen bekannt sind. Sowohl POUCHET (7) als RAPP (8) haben die weiblichen Organe untersucht, und FORBES (3) giebt eine eingehende Beschreibung derselben von zwei im Zoologischen Garten zu London gestorbenen Individuen. Von den männlichen Organen aber besitzen wir meines Wissens keine eingehende Beschreibung, sondern müssen uns begnügen mit einigen spärlichen Angaben von OWEN (6) und RAPP (8), dessen Exemplar noch dazu sogar für die makroskopische Untersuchung in ziemlich schlechtem Conservirungszustand war. Unter diesen Umständen war es mir natürlich sehr willkommen, während meines Aufenthalts in Surinam 1892 ein altes Männchen von *Myrmecophaga jubata* zu erhalten. Das Thier wurde am 30. Januar auf der kleinen Plantage Klaarenbeck am Komoweynifluss getödtet. Der Intendant der Plantage, Mijnheer VAN SCHÖNE, hatte die Güte, das Thier sogleich nach meinem 5—6 km entfernten Aufenthalt Ephrata zu senden. Da aber das Thier durch die Langsamkeit des

Boten erst spät am Abend in meine Hände kam und ich dazu an einem der gewöhnlichen Klimafieber litt, musste ich die Obduction bis zum folgenden Morgen aufschieben.

An eine Behandlung für histologische Zwecke war bei dem schon 15—18 Stunden todtten Thier nicht zu denken, und ich musste mich deshalb damit begnügen, die verschiedenen Organe durch Härtung in allmählich verstärktem Spiritus für makroskopische Zwecke zu conserviren. Beim Herauspräpariren wurde aber leider aus Versehen, da mir das Fieber keine eingehende Untersuchung der Verhältnisse erlaubte, die Spitze des eigenthümlichen Uterus masculinus abgeschitten und ging verloren.

Taf. 34, Fig. 1 stellt die männlichen Geschlechtsorgane von *Myrmecophaga jubata*, von der Ventralseite gesehen, dar. Die Harnröhre ist aufgeschnitten, und in die verschiedenen Ausführungsgänge sind Sonden eingeführt.

Der Penis. Der stumpfe, kegelförmige Penis (*P*), der unmittelbar unter der weiten Analöffnung seinen Ursprung nimmt, ist von einer derben, mit starren, schwarzen Borsten spärlich bewachsenen Haut bedeckt. An der Spitze der Ruthe bemerken wir die winzig kleine Eichel (*E*), ein glattes, halbkugliges Gebilde von kaum 3 mm Durchmesser, die von einer Vorhaut zum grössten Theil bedeckt wird. Die Mündung der Harnröhre liegt nicht an der Spitze der Eichel, sondern an ihrer hintern Seite als eine spaltförmige, von starren Borsten umgebene, 4—5 mm lange Oeffnung.

Urogenitalcanal und Blase. Der cavernöse Theil der Urethra, der sich von der Eichel bis zum Bulbus erstreckt, hat eine ebene, glatte Schleimhaut, an welcher nur einige schwache, der Länge nach verlaufende Falten zu sehen sind. Am Uebergang zur Pars membranacea urethrae liegt eine tiefe, mit glatter Schleimhaut bedeckte Grube oder Tasche (*Ta*), in welche die Ausführungsgänge der beiden Gl. Cowperi (*G C*) münden. Die Pars membranacea des Urogenitalcanals erstreckt sich von der oben erwähnten Grube bis zum obern Theil des Veru montanum, wo sie in die Pars prostatica übergeht. Die glatte Schleimhaut zeigt hier zahlreiche, der Länge nach verlaufende Falten. In der Mitte der Pars membranacea liegt das von zwei grossen, fein quergefalteten, lippenähnlichen Hautfalten umgebene Veru montanum. Am Grund der durch diese Falten erzeugten Grube finden wir 4 Oeffnungen (Taf. 34, Fig. 2); die kleinern, von gezackten Hautfalten umgebenen oberen stellen die gemeinsame Mündung der Glandulae vesiculares und Vasa deferentia dar; die untern,

grössern, sind die Oeffnungen der, wie beim Weibchen, paarigen Vagina masculina. Nach oben vom Veru montanum geht die Pars membranacea in die Pars prostatica über. Die Schleimhaut verhält sich hier ganz wie in der Pars membranacea, ist aber von den zahlreichen Ausführungsöffnungen der Prostata Drüsen siebartig durchbohrt. Die Pars prostatica urethrae geht nach oben über in die weite, eiförmige Blase (*B*), an deren Grund die Uretheren auf zwei glatten, papillenartigen Hervorragungen münden (*Ur*).

Hoden und Vasa deferentia. Die Hoden (Taf. 34, Fig. 1 *T*) sind länglich-oval, von der Grösse eines Taubeneies. Die Epididymis (*Ep*) ist sehr lang und geht in das gerade verlaufende Vas deferens (*Vd*) über, das ohne irgend welche Erweiterung bis zum Veru montanum verläuft.

Accessorische Drüsen. In seiner eingehenden Arbeit über die accessorischen Geschlechtsdrüsen hat auch OUDEMANS (5) einige Glieder der Familie der Edentaten untersucht; von den Myrmecophagen hat er jedoch nur über *Cyclothurus* verfügt. Er scheint aber nicht zu zweifeln, dass die dort gefundenen Verhältnisse bei den übrigen Arten auch bestehen, und kommt so zu dem Schluss, dass bei den Myrmecophagen sowohl wirkliche, d. h. ausserhalb der Musc. urethralis liegende, Glandulae Cowperi als auch Gl. prostaticae fehlen.

Ein einziger Blick auf Taf. 34, Fig. 1 genügt, um uns von der Unrichtigkeit dieser für *Cyclothurus* ganz zutreffenden Behauptung zu überzeugen. Denn *Myrmecophaga jubata* besitzt sowohl COWPER'sche als Vorsteherdrüsen von stattlicher Entwicklung.

Die Glandulae Cowperi (*GC*), die in Form und Lage mit denen der Gürtelthiere übereinstimmen, sind kuglig, von der Grösse einer Kirsche und münden, wie schon erwähnt, durch einen ziemlich weiten, gerade verlaufenden Ausführungsgang in die Urethra an der Grenze der Pars cavernosa ein. Die Vorsteherdrüsen (*Pr*) stellen eine, die Dorsalseite der Pars prostatica urethrae umgebende elliptische, nach oben stumpf zugespitzte, nach unten herzförmig eingekerbte Scheibe von 4—6 mm Dicke dar. Sie münden in die Urethra durch zahlreiche Ausführungsgänge ein (Taf. 34, Fig. 1).

Glandulae vesiculares (*G.v*). Die Samenblasen sind bei *Myrmecophaga jubata*, besonders im Vergleich mit *Cyclothurus*, klein zu nennen. Sie bilden eine aus gewundenen Drüsenschläuchen bestehende ovale oder retortenähnliche Drüsenmasse, die durch einen ziemlich engen, stark geschlängelten Ausführungsgang zusammen mit dem entsprechenden Vas deferens auf dem Veru montanum ausmündet

(Taf. 34, Fig. 1 *Gv*). Die Gl. vesiculares sind durch lockeres Bindegewebe mit den eigenthümlichen, blasenartigen Erweiterungen der Vagina masculina (*x*) verbunden.

Vagina und Uterus masculinus. Gleich unter den gemeinsamen Ausführungsöffnungen der Vasa deferentia und der Samenblasen am Veru montanum (Taf. 34, Fig. 1 *V.D.* u. *G.v.*) finden sich noch zwei Oeffnungen (Taf. 34, Fig. 1 u. 2 *V.m*). Sie sind bedeutend weiter als die Ausführungsöffnungen der Vasa def. und Gl. vesiculares, und entsprechen in jeder Beziehung den Orificia vaginae des weiblichen Thieres, die von FORBES (3) abgebildet und beschrieben sind. Durch diese Oeffnungen gelangen wir in zwei, durch ein mediales Septum (Taf. 34, Fig. 3 *Sp.*) von einander getrennte Canäle, die dorsal von der Vorsteherdrüse und den Vasa deferentia liegen. Diese Vaginae masculinae haben ziemlich dicke Wände und eine glatte, der Länge nach gefaltete Schleimhaut. Das mediale Septum erstreckt sich bis ungefähr auf 2 cm an die Oeffnungen in der Urethra. An dieser Stelle vereinigen sich die beiden Vaginae masculinae zu einem einzigen Canal (Taf. 34, Fig. 3 *U.m*), mit sehr engem Lumen und stark musculösen Wänden, der wohl als ein Homologon des weiblichen Uterus zu betrachten ist. Leider ging, wie schon erwähnt, bei der ersten Präparation der Geschlechtstheile die Spitze des Uterus masculinus verloren, so dass es mir unmöglich ist, anzugeben, wie weit sich das betreffende Organ erstreckt oder ob noch irgend welche Reste der Eileiter bestehen. Gerade am Uebergang des Uterus masculinus in die beiden Vaginae masculinae finden sich zwei gewaltige blasenartige Erweiterungen (Taf. 34, Fig. 1, 2, 3 *X*). Diese Blasen, die eine Länge von 3,5 cm und eine Breite von 2,5 cm haben, sind ziemlich dickwandig, mit glatter, in stark longitudinale Leisten gefalteter Schleimhaut (Taf. 34, Fig. 2 *X*). Die Wand besteht aus einer lockeren bindegewebigen Serosa, einer Schicht von glatten, kreisförmig verlaufenden Muskelfasern, einer gefässreichen Submucosa und einer Schleimhaut mit sehr hohen Cylinderzellen. Der Conservirungszustand der Schleimhaut erlaubte aber nichts Näheres über die Art dieser Zellen festzustellen, ich glaube ihnen aber unbedenklich eine secretorische Thätigkeit zuschreiben zu dürfen, da die gewaltige Entwicklung der betreffenden Blasen sowie vor allem das völlige Fehlen einer entsprechenden Bildung an den weiblichen Vaginae, eine bestimmte Function vorauszusetzen scheint.

Zusammenfassung.

- 1) *Myrmecophaga jubata* besitzt wirkliche wohl entwickelte Glandulae Cowperi und Glandulae prostaticae.
- 2) Die Urethra öffnet sich hinter der winzig kleinen Eichel, ohne dieselbe zu durchbohren.
- 3) Die Vagina masculina ist wohl entwickelt, wie beim Weibchen doppelt und besitzt in ihrem obern Theil zwei grosse blasenförmige Ausstülpungen mit wahrscheinlich secretorischer Function.

II. Männliche Geschlechtsorgane von *Bradypus tridactylus*.

Viel besser als diejenigen der Myrmecophagiden sind die männlichen Geschlechtsorgane der Bradypodiden durch die Untersuchungen von MECKEL (4), RAPP (8) und OUDEMANS bekannt. Ich kann daher nur wenig Neues zu ihrer Beschreibung beifügen. Der Penis (Taf. 34, Fig. 4 P) ist bei *Bradypus* ziemlich klein, im Gegensatz zu den bei *Myrmecophaga* bestehenden Verhältnissen ist die Eichel (*Gl*) im Vergleich mit dem Penis sehr gross, glatt und an der hintern Seite gespalten — bei *Choloepus* zerfällt nach MECKEL (4) die Eichel in zwei Lappen, zwischen welchen die Harnröhre mündet. — Die Mündung der Urethra findet sich bei *Bradypus* ganz wie bei *Myrmecophaga* an der Basis der hier gespaltenen Eichel, nach hinten von derselben. Die wohlentwickelte Vorhaut (*pr*) ist mit spärlichen braunen Haaren bewachsen.

Urethra. Sowohl die Pars cavernosa als membranaeca hat eine der Länge nach gefaltete Schleimhaut; eine taschenförmige Einstülpung der Ausmündungsstelle der COWPER'schen Drüsen (*G. C*), wie bei *Myrmecophaga jubata*, kommt bei *Bradypus* nicht vor. Das Verumontanum ist bei *Bradypus* klein, papillenähnlich und ermangelt ganz der für *Myrmecophaga* charakteristischen, grossen Hautfalten. Die Pars prostatica urethrae zeigt keine bemerkenswerthen Abweichungen von den bei *Myrmecophaga jubata* beschriebenen Verhältnissen. Die bei den todten Thieren stets sehr stark contrahirte Blase (*B*) ist eiförmig und muss, nach den bedeutenden Harnmengen zu urtheilen, welche die Thiere immer unmittelbar vor dem Tode von sich geben, im Leben sehr geräumig sein. Die Mündungen der Harnleiter sind bei *Bradypus* nicht wie bei *Myrmecophaga jubata* durch besondere Papillen bezeichnet. Die beinahe kugelrunden Hoden (*T*) stimmen bezüglich Form und Lage bei *Bradypus* vollständig mit denen von

Choloepus überein, wie sie von MECKEL (4) beschrieben und abgebildet sind. Die Epididymis (*Ep*) ist bedeutend weniger in die Länge gestreckt als bei *Myrmecophaga jubata*. Die Vasa deferentia (*V.D.*) sind stark geschlängelt und durchsetzen, wie OUDEMANS (5) ganz richtig bemerkt, den Musc. urethralis in sehr schräger Richtung.

Die COWPER'schen Drüsen, deren Ausführungsgänge schon von RAPP (8) bei *Choloepus* (?) beschrieben sind, liegen ganz im Innern des Musc. urethralis verborgen (*G.C.*). Ihre Ausführungsgänge in der Urethra liegen an der Grenze der Pars cavernosa gegen die Pars membranacea. Da sie schon durch OUDEMANS (5) in erschöpfender Weise beschrieben sind, glaube ich auf eine genauere Darstellung verzichten zu können.

Bezüglich des Vorkommens von Samenblasen bei den *Bradypodidae* sind die Autoren nicht einig. Nach RAPP (8, S. 100) „finden sich Samenbläschen bei den Faulthieren, Gürtelthieren und Ameisensressern. Bei *Choloepus didactylus* sind die Samenblasen sehr gross und bestehen aus dicken, vielfach gewundenen Blinddärmen . . .“ Dagegen haben sich sowohl MECKEL (4) — bei *Choloepus* — als OUDEMANS (5) — bei *Bradypus* — von dem vollständigen Fehlen der Samenblasen überzeugt; auch bei meinem männlichen Bradypodiden ist äusserlich keine Spur von Samenblasen wahrzunehmen. Bezüglich der RAPP'schen Angaben scheint es mir das Wahrscheinlichste zu sein, dass hier ein „Lapsus calami“ vorliegt, d. h. dass *Cyclothurus didactylus* statt *Choloepus didactylus* zu lesen ist. Um einen näheren Einblick in die betreffenden Verhältnisse zu gewinnen, zerlegte ich das Veru montanum und die umgebenden Theile eines erwachsenen *Bradypus* in eine Querschnittserie. Bei Durchmusterung derselben zeigten sich nun zwei, allerdings ganz rudimentäre Samenblasen, die in Gestalt von zwei kleinen blinddarmähnlichen Ausstülpungen der Vasa deferentia dicht an ihrer Ausmündung am Veru montanum in den Musc. urethralis eingebettet waren. Die Prostata von *Bradypus*, die ganz wie die Glandulae Cowperi vom Musc. urethralis bedeckt sind, mündeten wie bei *Myrmecophaga jubata* durch zahlreiche Oeffnungen in die Urethra oberhalb des Veru montanum ein; bezüglich ihrer Structur habe ich zu OUDEMANS' gründlicher Untersuchung nichts hinzuzufügen. Von der bei *Myrmecophaga jubata* so stattlich entwickelten Vagina masculina war bei *Bradypus* nichts zu sehen; unter Lupenvergrößerung zeigten sich nur unmittelbar unter den Oeffnungen der Vasa deferentia am Veru montanum ein paar kleine Gruben oder Spalten, bezüglich welcher es mir

aber zunächst unmöglich war zu entscheiden, ob es sich um *Orificia vaginae* oder bloss um Faltenbildungen der Urethraschleimhaut handelte.

Auf Schnitten untersucht, stellt sich die Sache folgendermaassen dar. Dicht unter den Mündungen der *Vasa deferentia* in die Urethra öffnen sich die beiden *Vaginae masculinae* in der Gestalt von zwei kleinen spaltförmigen, mit Epithel ausgekleideten Oeffnungen, die aber bald ihr Lumen verlieren und als massive Epithelstränge sich im *Musc. urethralis dorsal* und medial von den *Vasa deferentia* kopfwärts erstrecken; sie nähern sich nun allmählich einander, um in der Medianlinie unter Wiederauftreten des Lumens zu einer kleinen unpaarigen epithelialen Blase zu verschmelzen; dieser Uterus oder *Vagina masculina* entbehrt jeder Spur von eigener Musculatur sowie von den für *Myrmecophaga* so charakteristischen blasenartigen Ausstülpungen.

III. Weibliche Geschlechtsorgane von *Bradypus tridactylus*.

Beim weiblichen *Bradypus tridactylus* besteht, wie schon RAPP (8) bemerkt hat, noch eine rudimentäre Kloake, indem After und Geschlechtstheile in einer gemeinsamen, seichten Grube münden, die durch die Vereinigung der senkrechten Genitalöffnung mit dem quergestellten, halbmondförmigen After eine anker- oder kleeblattähnliche Gestalt erhält. Diese grubenartige Kloake ist mit einer derben, spärlich behaarten Haut von röthlich-grauer Farbe bekleidet, von dieser Haut erstreckt sich eine ziemlich schmale Brücke als Damm quer über den Boden der Grube, den After von der Geschlechtsöffnung trennend. Von dem ventralen Theil der Kloakengrube schamlippenartig umgeben liegt die senkrechte Oeffnung des Scheidenvorhofs oder *Sinus urogenitalis* (Taf. 34, Fig. 5). Gerade an der Grenze zwischen der Körperhaut und der Schleimhaut des Scheidenvorhofs liegt die breite, niedrige, faltenähnliche Clitoris (*Cl*), die ihrer Länge nach gespalten ist. Von einem Präputium findet sich keine Spur. Der geräumige, 15—20 mm tiefe Scheidenvorhof, in welchen die weite Harnröhre sowie die dorsal von der Urethra liegenden *Vaginae* einmünden, hat eine glatte, faltenlose Schleimhaut. In der Verlängerung der *Vaginae* liegen im Scheidenvorhof auf jeder Seite in einer Reihe die 8—10 Mündungen der BARTHOLIN'schen Drüsen (*B. Dr.*).

Die *Vagina* ist wie bei den *Myrmecophagidae* doppelt und mündet mit zwei verhältnissmässig sehr engen Oeffnungen in den Scheidenvorhof ein (*or. V*). Von GARTNER'schen Gängen findet sich

bei *Bradypus* keine Spur. Die mediane Scheidewand, die die beiden Vaginae (v_1 u. v_2) trennt, ist sehr dick, so dass es verhältnissmässig leicht ist, durch Präparation die beiden Scheiden von einander zu trennen (Taf. 34, Fig. 5). Die 40—45 mm langen Vaginae sind mit einer glatten, der Länge nach stark gefalteten Schleimhaut bekleidet, die in die Uterusschleimhaut übergeht. Ventralwärts von den Orificia vaginae liegt im Scheidenvorhof die Oeffnung der Urethra, ein weiter, 20—30 mm langer Canal mit längsgefalteter Schleimhaut. Die Urethra mündet in die Harnblase (*B*), welche völlig mit der des Männchens übereinstimmt.

Accessorische Drüsen. Die BARTHOLIN'schen Drüsen, die, ähnlich wie die sogenannten Lacunen der Stute, durch mehrere Ausführungsgänge in den Scheidenvorhof münden, sind wohlentwickelt, mit kleinen, von hohem Cylinderepithel ausgekleideten Acini. Ausser den BARTHOLIN'schen Drüsen besitzt das Weibchen von *Bradypus* auch eine wohlentwickelte Vorsteherdrüse, die ganz wie beim Männchen durch mehrere Oeffnungen in den obern Theil der Urethra ausmündet. Die weibliche Prostata drüse ist ganz wie die männliche vom *Musc. urethralis* bedeckt und steht bezüglich der Entwicklung nur wenig hinter der männlichen zurück. Die Acini sind bedeutend grösser als die der BARTHOLIN'schen Drüsen, dagegen ist das Drüsenepithel niedriger.

Der Uterus. Da unter meinen *Bradypus*-Weibchen kein nicht trächtiges Individuum sich befindet, kann ich über die Structur des Uterus im Ruhezustand nichts aussagen, sondern muss mich damit begnügen, den in der Schwangerschaft am wenigsten fortgeschrittenen Uterus (Taf. 34, Fig. 5 *U*) zu beschreiben. Der einfache Uterus, der nach unten ganz allmählich in die beiden Scheiden übergeht, hat eine elliptische oder birnförmige Gestalt. Die Eileiter münden in den obern Theil mit kurzen, trichterförmigen Oeffnungen ein. Die starke Muscularis zeigt ausser dem gewöhnlichen Stratum vasculare und dem schwächern Stratum submucosum noch ein ganz dünnes, unmittelbar unter der Serosa liegendes Stratum supravasculare (über die Schleimhaut des Uterus siehe Placenta). Die schmalen Eileiter (*TF*) sind stark geschlängelt, die Ostia abdominalia sind langgestreckt und mit hahnenkammähnlichen Franzen besetzt, wie bei *Myrmecophaga*. Die bohnenförmigen Ovarien (*Ov*) sind in eine unvollständige Ovarialtasche eingeschlossen, die einen Theil des Eierstocks frei hervorragen lässt (Taf. 34, Fig. 5 rechts). Durch ein kurzes Ligament sind die Ovarien mit der Dorsalseite des Uterus verbunden.

IV. Weibliche Geschlechtsorgane von *Choloepus*.

Von *Choloepus didactylus* verfüge ich nur über drei junge, noch nicht geschlechtsreife Weibchen. Ich kann darum nur wenig zu TURNER'S (9) Beschreibung der weiblichen Geschlechtstheile des erwachsenen Thieres hinzufügen. Die Schamöffnung, die in ihren Verhältnissen zum After vollständig mit *Bradypus* übereinstimmt, mündet in den bei (jungen) *Choloepus* verhältnissmässig kurzen Scheidenvorhof. Die winzig kleine Clitoris ähnelt derjenigen von *Bradypus*. Die BARTHOLIN'schen Drüsen von *Choloepus* münden nicht wie bei *Bradypus* durch eine Reihe von 8—10 Drüsenöffnungen in den Scheidenvorhof ein, sondern haben wie bei *Myrmecophaga* nur 2—3 Ausführungsgänge auf jeder Seite. Nach TURNER (9) besitzt *Choloepus* eine einfache Vagina, was ihn von seinen sämmtlichen nächsten Stammesgenossen, *Bradypus*, *Cyclothurus*, *Myrmecophaga*, entfernen würde. Bei meinen jungen *Choloepus* bietet es keine Schwierigkeit, zu constatiren, dass die ganze Vagina zwar einfach ist, aber dass am untersten Theil ein kleines Septum besteht, so dass die Vagina durch zwei Oeffnungen in den Scheidenvorhof einmündet. Indessen ist bei meinen noch vollkommen jungfräulichen Thieren diese Scheidewand so schwach entwickelt, dass es sich wohl denken lässt, dass beim ersten Partus durch Zerreißung des Septums ein einfaches Orificium vaginae, wie es TURNER beschreibt, zu Stande kommen kann. Ventral von den Orificia vaginae finden sich zwei kleine Oeffnungen, die zu je einem kleinen Gange führen, sie sind wohl der Lage nach als GARTNER'sche Gänge zu deuten. Vaginae und Uterus haben beim jungen *Choloepus* dieselbe Gestalt, wie FORBES (3) sie bei *Myrmecophaga* beschrieben und abgebildet hat, indem Uterus und Vagina, ohne deutliche Grenzen in einander übergehend, von den Orificia vaginae bis zum Fundus uteri die Gestalt eines handschuhfingerförmigen Schlauches haben. Bei dem trächtigen *Choloepus* hat dagegen der Uterus vollkommen dieselbe Gestalt wie bei dem trächtigen *Bradypus*.

Die Urethra. Die Harnröhre ist bei *Choloepus* kürzer als bei *Bradypus*. Vorsteherdrüsen scheinen beim *Choloepus*-Weibchen nicht vorhanden zu sein. Weder die Eierstöcke noch die Eileiter scheinen von denselben Theilen bei *Bradypus* in bemerkenswerther Weise abzuweichen.

V. Die Placenta von *Bradypus*.

Ueber die Placenta von *Choloepus* besitzen wir durch TURNER'S (9) an frischem Material ausgeführte Untersuchungen sehr genaue An-

gaben. Ich kann bezüglich *Bradypus* die für *Choloepus* geltenden Beobachtungen des englischen Forschers nur bestätigen. Da aber TURNER nur über eine Entwicklungsstufe der Placenta der Faulthiere verfügte, während ich drei verschiedene Stadien vor mir habe, möchte eine kurze Beschreibung der nicht unbedeutenden Veränderungen der Gestalt der Placenta während ihrer Entwicklung am Platze sein. Die jüngste zu meiner Verfügung stehende Entwicklungsstufe der Placenta von *Bradypus* stammt aus dem in Taf. 34, Fig. 5 abgebildeten Uterus. Nach Aufschneiden des Tragsackes gelang es ohne Schwierigkeit, die Frucht in toto durch Zerreißen der lockeren Trennungsschicht der Decidua aus dem Uterus zu nehmen. Die Frucht hat auf diesem Stadium die Gestalt einer flachgedrückten Kugel von 60 cm Durchmesser. Der Embryo, dem noch jede Spur von Haaren fehlte, hatte von der Schnauze bis zur Schwanzspitze eine Länge von 110 mm. Taf. 35, Fig. 6 stellt ein Photogramm von dem durch einen Kreuzschnitt geöffneten Ei nach Entfernung des Embryos dar. Ein einziger Blick genügt, um uns zu überzeugen, dass wir hier eine ganz andere Anordnung der Loben oder Cotyledonen der Placenta als bei dem von TURNER beschriebenen *Choloepus* vor uns haben. Die Placenta besteht nämlich hier aus einer Menge halbkugelförmiger, erbsengrosser Loben, die über die ganze Oberfläche des Chorions zerstreut sind, eine Placentagestalt bildend, die ebenso wenig „kuppelförmig“ als „gürtel-“ oder „scheibenförmig“ genannt werden kann.

Die zweite Placenta — der dazu gehörige Embryo hat eine Länge von 240 mm und besitzt schon ein ziemlich vollständiges Haarkleid — hat eine ganz andere, mit TURNER's *Choloepus*-Placenta genau übereinstimmende Gestalt. Die Loben sind bedeutend gewachsen, haben sich dicht an einander gedrängt, und vor allem nehmen sie nicht mehr die ganze Oberfläche des Chorions ein, sondern sind auf die gegen den Fundus uteri gelegenen zwei Drittel des Chorions beschränkt, während der gegen das Os uteri gerichtete Theil des Chorions völlig glatt und membranös scheint. Dass diese wichtige Veränderung zu Stande gekommen ist durch Atrophie der gegen das Os uteri liegenden Cotyledonen oder Lappen, ist leicht zu constatiren, denn an der Grenze zwischen der Placenta und dem freien Chorion liegen zahlreiche, offenbar mehr oder weniger atrophirte Placentalappen oder Cotyledonen.

Die dritte zu meiner Verfügung stehende Placenta (Taf. 35, Fig. 7) stammt aus einem Uterus, dessen Embryo eine Länge von 265 mm hatte und, nach dem, dem erwachsenen Thiere

völlig gleichen, Haarkleid zu urtheilen, nicht lange bis zum Partus hatte. Hier finden wir noch weitere Fortschritte in der angebahnten Richtung; wie man aus dem Photogramm ersieht, ist die Placenta nicht mehr auf den ganzen obern Theil des Eies ausgebreitet. Sämmtliche zahlreiche Lappen haben sich zu zwei grossen Scheiben zusammengeschlossen, die von einander durch einen Zwischenraum von 1—2 cm getrennt sind (Taf. 35, Fig. 7). Jede dieser Scheiben, die einen ovalen Umriss mit einer Länge von 60 mm und einer Breite von 40—50 mm haben, besteht aus 4—6 von einander unvollständig getrennten Lappen, die in ihrer Anordnung Spuren der Vereinigung zahlreicher kleinerer Lappen oder Loben zeigen. Die starke Nabelschnur entspringt, Gefässzweige nach beiden Seiten abgebend, in der Mitte zwischen den zwei Placentascheiben. Bezüglich des feinem Baues der Placenta möchte ich nur bemerken, dass die ältern Stadien vollständig mit TURNER'S Darstellung der *Choloepus*-Placenta übereinstimmen, während bei der jüngsten meiner drei Placenten (Taf. 35, Fig. 6) die geschlängelten mütterlichen Gefässe noch im Vergleich mit den ältern Stadien ziemlich schwach entwickelt sind.

Wie aus der vorliegenden Untersuchung hervorgeht, müssen wir nunmehr die seit TURNER'S Arbeiten für die *Bradypodidae* als charakteristisch geltende, kuppelförmige Placenta nur als eine Uebergangsstufe betrachten von einer jugendlichen indifferent viellappigen Placenta (Taf. 35, Fig. 6) zu der am Ende der Schwangerschaft sich entwickelnden zweiseibigen Placenta (Taf. 35, Fig. 7), die mit jener gewisser Affen viel Gemeinsames hat. Diese Thatsachen gewinnen ein gewisses Interesse dadurch, dass sie uns in der Ontogenie der *Bradypus*-Placenta ein zwar abgekürztes, aber zweifelsohne in seinen Grundzügen richtiges Bild der phylogenetischen Entwicklung der scheibenförmigen Placenta geben. Da nun auch die bei *Bradypus* noch vorübergehend auftretende indifferente, viellappige Placenta als die einfachste Form eines deciduatn, aus einer indeciduatn polycotyledonen Placenta¹⁾ entwickelten Mutterkuchens erscheint, wird durch die obige Untersuchung die Abstammung der Bradypodiden sowie ihrer nächsten, ebenfalls mit einer viellappigen, mehr oder weniger scheibenförmigen Placenta ausgestatteten Verwandten (der Myrmecophagiden und Dasypodiden) aus einer indeciduatn, polycotyledonen placentalen Form sehr wahrscheinlich.

1) Die indeciduate polycotyledone Placenta ihrerseits darf wohl als eine Weiterbildung der diffusen Placenta betrachtet werden.

Tabellarische Uebersicht der Verschiedenheiten der Geschlechtstheile bei den Edentaten.

| | Decidua | | | | | Indecidua | |
|--------------------------------|---------------------|--------------------|---------------------------------------|--------------------|-----------------|-----------------------|--------------------|
| | <i>Myrmecophaga</i> | <i>Cyclothorus</i> | <i>Bradypus</i> | <i>Choloepus</i> | <i>Dasypus</i> | <i>Manis</i> | <i>Orycteropus</i> |
| ♀ Uterus | einfach | einfach | einfach | einfach | einfach | bicornis | doppelt |
| Vagina | doppelt | doppelt | doppelt | doppelt | einfach | einfach | einfach |
| Septum vaginae | ziemlich stark | schwach | sehr stark | sehr schwach | — | — | — |
| Ovarialtasche | offen | weit offen | offen | offen | geschlossen | weit offen | ? |
| Prostata | fehlt (?) | fehlt | vorhanden | fehlt | fehlt | fehlt | ? |
| BARTHOLIN'sche Drüsen | vorhanden | vorhanden | vorhanden | vorhanden | vorhanden | fehlen | vorhanden |
| Ausführungsgänge d. BARTH. Dr. | 1—2 | 1 | 8—10 | 2—8 | 1 | — | 5 |
| Clitoris | fehlt | fehlt | vorhanden, klein | vorh., sehr klein | vorhanden ? | vorhanden | vorhanden |
| ♂ Hoden | ♂ abdominal | ♂ abdominal | ♂ abdominal | ♂ abdominal | ♂ abdominal | ♂ | ♂ |
| Prostata | vorhanden, frei | fehlt | vorhand., in Musc. urethr. eingeschl. | ? | vorhanden, frei | inguinal, subinguinal | inguinal |
| Samenblasen | vorhanden | vorhanden | rudimentär | fehlend od. rudim. | fehlen ? | vorhanden | ? |
| COWPER'sche Drüsen | vorhanden, frei | vorhanden | vorhanden | vorhanden | vorhanden, frei | fehlen | ? |
| Uterus mascul. | stark entwickelt | fehlt | sehr klein | ? | ? | ? | ? |
| Eichel | sehr klein | fehlt | gross, gespalten | gross, zweilappig | fehlt | gross, durchbohrt | ? |
| | massiv | | | | | | ? |

VI. Allgemeine Schlussfolgerungen.

Wie bekannt, herrschen seit längerer Zeit unter den Fachge-
 nossen bedeutende Meinungsverschiedenheiten sowohl bezüglich der
 Beziehungen der verschiedenen Edentatenfamilien unter einander als
 bezüglich der Stellung der ganzen Ordnung. Die noch heute
 verbreitetste Anschauungsweise sucht hartnäckig die *Bradypodidae*
 gegenüber sämtlichen übrigen, unter dem Namen Gräber (*Effo-*
dientia) zusammengefassten Edentaten als selbständige Gruppe hin-
 zustellen. Wenig besser ist eine zweite Gruppierung, wonach die
 Gürtelthiere den unter dem Namen „Phytophaga“ ver-
 einigten *Bradypodidae* und *Megatheridae* gegenübergestellt werden,
 während die *Myrmecophagidae*, *Manidae* und *Orycteropodidae* in natur-
 widriger Weise als „Vermilingua“ an einander festgeschmiedet
 verbleiben. Der englische Anatom FLOWER (2) war der Erste, der
 sich kräftig gegen diese Art von Systematik wandte. Gestützt auf
 die osteologischen Verhältnisse, vor allem die eigenthümlichen Gelenk-
 verbindungen der Wirbel, die Structur der Geschlechtsorgane und die
 Ergebnisse der Paläontologie, hob er die Verwandtschaft der ameri-
 kanischen Formen (*Myrmecophagidae*, *Bradypodidae* und *Dasypodidae*)
 unter einander sowie ihre Unabhängigkeit von den *Manidae* und
Orycteropodidae hervor. Die Ergebnisse meiner Untersuchung des
 Magens der Edentaten schienen Anfangs FLOWER's Ansichten zu wider-
 sprechen. Denn während einerseits der hochdifferenzirte Magen der
 Faulthiere dem einfachen Magen der Myrmecophagiden im höchsten
 Grade unähnlich ist, schien andererseits der Magen der Maniden nicht
 unerhebliche Aehnlichkeiten mit dem der Bradypodiden zu besitzen. Vor
 dem Zeugnisse des Knochengerüsts und der Geschlechtsorgane muss
 aber diese Anschauung weichen, und einer näheren Untersuchung ge-
 lingt es auch bald, die scheinbaren Homologien auf trügerische Ana-
 logien zu reduciren. Die Aehnlichkeiten im Bau des Magens der
 Faul- und Schuppenthiere werden nämlich mehr oder weniger von
 den Macropodiden, den Wiederkäuern, den Nagern und den Cetaceen
 getheilt, Gruppen, bei welchen an eine nähere genetische Verwandt-
 schaft nicht zu denken ist. Dagegen geht aus der Vergleichung oben
 genannter Thierformen hervor, dass die Differenzirung des Magens,
 vor allem das Auftreten von verhorntem Pflasterepithel, immer Hand
 in Hand geht mit einer Anpassung an irgend welche schwer ver-
 dauliche Kost, seien es stark cellulosehaltige Pflanzentheile (Nager,
 Wiederkäufer, Känguruhs, Faulthiere) oder durch Cuticularpanzer ge-

schützte thierische Nahrung (Cetaceen, Maniden), und noch dazu öfters mit einer Reduction des Zahnsystems verbunden ist. Hier drängt sich nothwendiger Weise eine Frage auf: Warum hat die reine Insectenkost in Verbindung mit der völligen Reduction des Zahnsystems bei den *Manidae* zu einer starken Differenzirung des Magens geführt, während dieselben Factoren den einfachen Magen der *Myrmecophagidae* völlig unberührt gelassen haben? Ich werde später auf diese Frage zurückkommen.

Viel ergiebiger als die Untersuchung des Magens zeigt sich die Betrachtung der von dem Wechsel der Kost und des Zahnsystems unberührten Geschlechtsorgane (siehe Schema S. 511). Der einfache Uterus, die deciduate viellappige Placenta bilden im Verein mit den abdominalen Hoden eine Gruppe von wichtigen, unter einander unabhängigen Charakteren, welche die amerikanischen Edentaten ebenso fest mit einander vereinigen, wie sie dieselben von den indeciduaten, mit zweihörnigem oder doppeltem Uterus und inguinalen Hoden ausgestatteten *Manidae* und *Orycteropodidae* trennt. Wir müssen also in den *Dasypodidae*, *Bradypodidae* und *Myrmecophagidae* die Nachkommen einer hypothetischen, wahrscheinlich amerikanischen Urform mit abdominalen Hoden, einfachem Uterus und viellappiger deciduater Placenta sehen.

Betrachten wir nun die verschiedenen Familien dieser Gruppe näher, so bemerken wir, dass die *Bradypodidae* und *Myrmecophagidae* durch den Besitz der doppelten Vagina, der offenen Ovarialtasche, durch das Fehlen des Hautpanzers, sowie endlich durch den aus einem einzigen Jungen bestehenden Wurf unter einander ebenso sehr verwandt scheinen, wie sie sich von den Gürtelthieren mit ihrer einfachen Vagina, ihrer geschlossenen Ovarialtasche, dem Vorhandensein mehrerer Jungen in jedem Wurf und der besonderen Structur ihres Penis unterscheiden. Der einheitliche Stamm der amerikanischen Edentaten muss sich demgemäss erst in zwei Zweige gespalten haben. Aus dem einen sind die heutigen Gürtelthiere und ihre ausgestorbenen Verwandten, die *Glyptodontidae*, hervorgegangen. Der andere dagegen hat sich wieder in die *Bradypodidae* und *Myrmecophagidae* gespalten. In mit den *Megatheridae*, jenen zum Theil riesigen Bewohnern der pleistocänen Wälder Amerikas, mehr oder weniger nahe verwandten Formen glaubt FLOWER, wie ich denke, mit Recht, die gemeinsamen Ahnen der Faulthiere und Ameisenfresser wiedergefunden zu haben.

Nach diesen Betrachtungen über die Stammesgeschichte der ameri-

kanischen Edentatenfamilien bleibt uns noch die gegenseitige Stellung der beiden altweltlichen Familien *Manidae* und *Orycteropodidae* näher zu erörtern. Bezüglich der systematischen Stellung von *Orycteropus* spricht sich FLOWER (2, p. 364) folgendermaassen aus: „Lastly, *Orycteropus* is a form, in most respects perfectly apart from all others. The structure of its teeth alone would almost entitle it to be placed in an order by itself, were it not for the practical inconvenience of doing so.“ Ich muss bekennen, dass ich dieser Ansicht nicht beistimmen kann. Im Gegentheil bin ich fest überzeugt, dass zwischen den *Manidae* und *Orycteropodidae* eine Verwandtschaft besteht, allerdings von viel älteren Zeiten her als diejenige, welche die amerikanischen Edentaten unter einander verbindet. Das hauptsächliche Argument, das FLOWER hervorhebt, die eigenthümliche, mit keinem andern Säugethiere gemeinsame Structur der Zähne der *Orycteropodidae*, besitzt im vorliegenden Fall gar keinen Werth, denn die Zähne der Vorfahren der heutigen, auch als Embryonen völlig (?) zahnlosen Schuppenthiere sind uns ganz unbekannt. Die gürtelförmige Placenta der *Orycteropodidae* lässt sich aber, wie auch FLOWER bemerkt, leicht von der diffusen Placenta der *Manidae* ableiten, ebenso verhält es sich mit dem zweihörnigen Uterus von *Manis*, der ohne weiteres aus dem bei *Orycteropus* noch bestehenden doppelten Uterus abzuleiten ist. Sowohl *Orycteropodidae* als *Manidae* sind uralte Familien, die, wie uns FILHOL's Entdeckungen in den Phosphaten von Quercy (1) zeigen, schon in der Oligocänzeit einen gemeinsamen Verbreitungsbezirk besaßen. Auch die Schädel¹⁾ der beiden Familien bieten zahlreiche Aehnlichkeiten; die Verschiedenheiten sind grösstentheils solche, die in der bei *Manis* stattgefundenen Reduction des Zahnsystems und der Kau-musculatur ihren Grund haben.

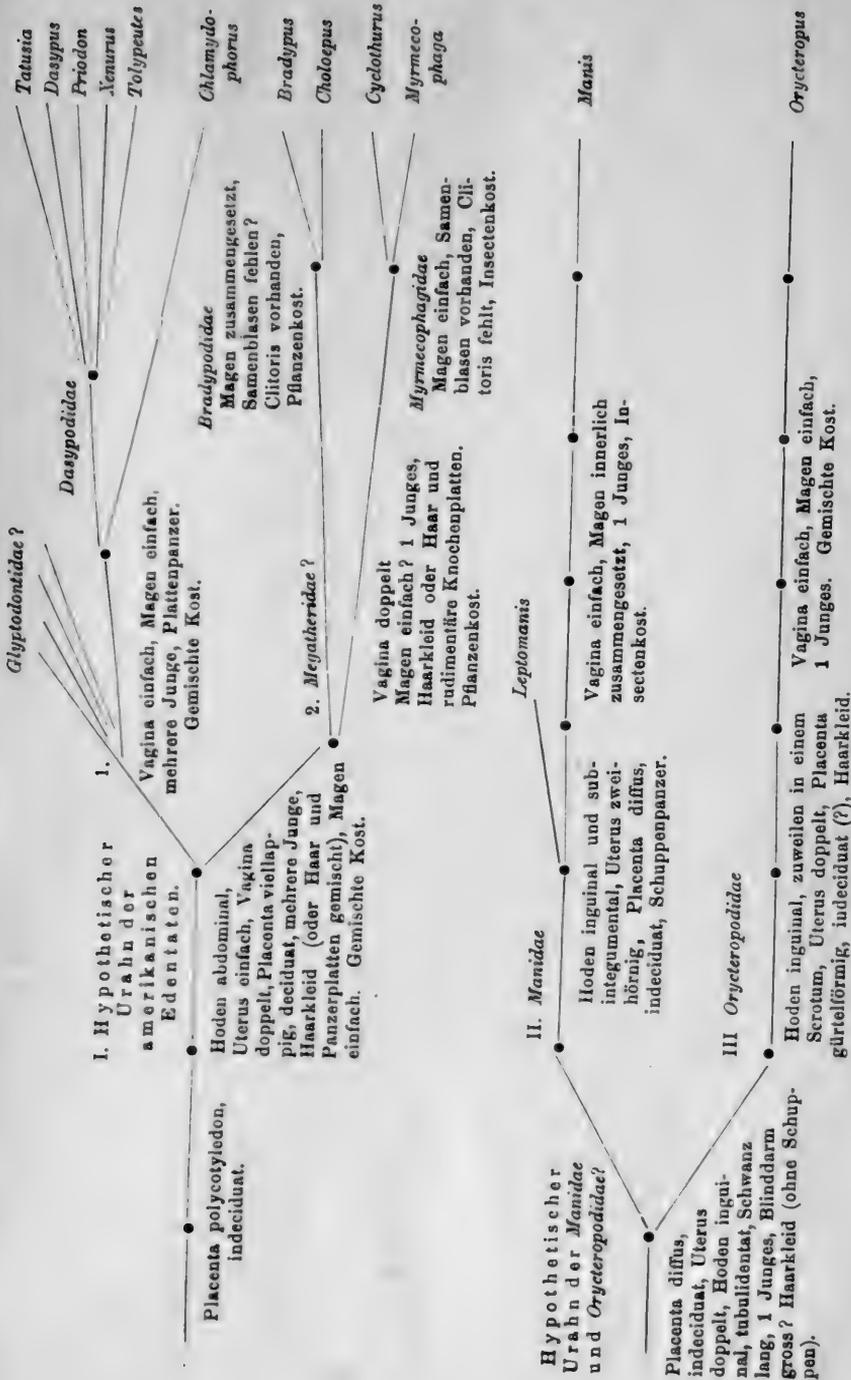
Wie bekannt, hat FILHOL (1) in dem von ihm entdeckten oligocänen *Leptomanis* einen Uebergang zwischen *Manidae* und *Myrmecophagidae* zu sehen geglaubt. Ich muss aber bekennen, dass ich in FILHOL's Abbildung des betreffenden paläontologischen Belegstückes nichts derartiges sehen kann. *Leptomanis* hat zwar ein wenig mehr verlängerte Nasalia als *Manis*, aber dasselbe ist ja in noch höherm Grade der Fall, wenn wir z. B. *Myrmecophaga jubata* mit *M. tetradactyla* oder diese mit *Cyclothurus* vergleichen. In allen übrigen Charakteren stimmt *Leptomanis*, soweit aus der Abbildung hervorgeht,

1) Von *Orycteropus* war dies der einzige Theil, den ich zu untersuchen Gelegenheit gehabt habe.

mit den *Manidae* überein. Da aber aus FILLON'S Untersuchungen hervorgeht, dass schon in der Oligocänzeit sowohl *Manidae* als *Orycteropodidae* sich vollständig aus dem gemeinsamen Urstamme differenzirt hatten, leuchtet ein, dass wir den gemeinsamen hypothetischen Ahnen der beiden heutigen paläotropischen Edentatengattungen in noch viel älteren Zeiten als der oligocänen zu suchen haben. Die Anpassung der *Manidae* an ausschliessliche Insectenkost in Verbindung mit der Reduction des Gebisses ist also, angenommen, dass wir mit FLOWER unter den *Megatheridae* die Ahnen der Ameisenfresser zu suchen haben, von viel älterem Datum als diejenige der *Myrmecophagidae*. In dieser Annahme finden wir eine wahrscheinliche Erklärung der schon hervorgehobenen Thatsache, dass, obwohl Schuppenthier und Ameisenfresser eine möglichst parallele Entwicklungsrichtung eingeschlagen haben, die bei jenen vorhandenen eigenthümlichen Differenzirungen der Magenschleimhaut bei diesen völlig fehlen. Denn bei einer in einer bestimmten Richtung specialisirten Lebensweise muss wohl bei den betreffenden Thieren eine allmählich fortschreitende Anpassung an die Lebensweise eintreten. Die Richtigkeit dieser Behauptung angenommen, leuchtet es aber ein, dass bei einer schon in der Oligocänzeit auf Insectenkost beschränkten Familie (*Manidae*) eine viel durchgreifendere Anpassung als bei den erst in pliocäner oder postpliocäner Zeit (?) differenzirten Myrmecophagiden zu erwarten ist. — Allein hier drängt sich eine neue Frage auf. Die *Bradypodidae*, die sich ungefähr zur selben Zeit wie die *Myrmecophagidae* aus dem beiden gemeinsamen Stamme differenzirt haben, besitzen, wie schon gezeigt, einen hochentwickelten, zusammengesetzten Magen. Wie kommt es nun, dass, während die von einer Art schwerverdaulicher Kost lebenden Faulthiere sich einen hochcomplicirten Magen erworben haben, die Myrmecophagiden, die, nach den Maniden zu urtheilen, eines zusammengesetzten Magens wohl bedürftig sein mochten, sich mit einem einfachen begnügen müssen? Ich muss bekennen, dass mir diese Frage, als sie sich mir zum ersten Mal aufdrängte, den Werth der vorhergehenden Deductionen bedeutend zu erschüttern schien. Allein bei näherem Nachdenken zeigt sich die Sache in einem andern Licht, denn da man wohl als sicher betrachten muss, dass die gemeinsamen Vorfahren der *Myrmecophagidae* und *Bradypodidae*, die *Megatheridae*, wenn nicht ausschliesslich, doch wenigstens zum allergrössten Theil von Laub lebten, so haben die *Bradypodidae* sich nur in der von den Ahnen schon eingeschlagenen Richtung weiter differenzirt, während die Ameisenfresser dagegen eine

bezüglich der Nahrung völlig neue Richtung eingeschlagen haben. — Genauer ausgedrückt denke ich mir den Vorgang so: Am Ende der pliocänen und am Anfang der postpliocänen Zeit hatte sich die Familie der *Megatheridae*, wie bekannt, schon in mehrere Familien gespalten. Einige waren wie *Megatherium* von riesiger Grösse, andere bedeutend kleiner. Ihre Nahrung war wohl hauptsächlich von vegetabilischer Art, bestand aus Blättern und Knospen, die sie von den Bäumen abweideten. Allein die Wälder, in denen die Megatheriden sich aufhielten, müssen einen ganz anderen Charakter gehabt haben als der jetzige Urwald, der ihre heutigen Epigonen, die Bradypodiden und Myrmecophagiden, beherbergt. Denn im heutigen neotropischen Urwald, wo das Laub der riesigen Bäume auf hohen glatten Stämmen hoch in die Luft ragt, würde ein noch so riesiges *Megatherium* bald kläglich zu Grunde gehen müssen (siehe H. BURMEISTER: Description phys. de la républ. Argentine, Buenos Ayres 1879, V. 3, p. 284, 320). Diese Veränderung des Waldes vom niedrigen Gebüsch zum thurmhohen Urwald scheint mir die erste Ursache der Veränderungen der dort lebenden Edentaten gewesen zu sein. Denn Hand in Hand mit der Zunahme der Höhe des Waldes mussten die *Megatheridae* entweder aussterben oder mit der Nahrung in die Höhe als Baumbewohner folgen, oder endlich sich an irgend welche andere Kost anpassen. Wie wir wissen, sind alle drei Möglichkeiten in Wirklichkeit eingetreten. Die Riesen der Gattung, die ebenso wenig zum Klettern wie zur Anpassung an animalische Kost fähig waren, gingen zu Grunde. Die Ahnen der Faulthiere dagegen folgten den Laubmassen in die Höhe und wurden immer mehr an ausschliessliche Blätterkost angepasst. Endlich die Urahnen der heutigen Ameisenfresser mussten sich an eine völlig neue Kost anpassen.

In dem nebenstehenden Schema habe ich die in obenstehenden Zeilen dargelegten Hypothesen bezüglich der Phylogenie der Edentaten in Gestalt eines Stammbaumes graphisch dargestellt.



Literaturverzeichnis.

- 1) FILHOL, Observations concernant quelques Mammifères foss. du Quercy, in: Ann. Sc. Nat. Zool., V. 16, p. 128, Paris 1893.
- 2) FLOWER, On the mutual affinities of the animals composing the order of Edentata, in: Proc. Zool. Soc. London, 1882, p. 358.
- 3) FORBES, On some points of the anatomy of *Myrmecophaga jubata*, in: Proc. Zool. Soc. London, 1882, p. 287.
- 4) MECKEL, Beitrag zur vergl. Anatomie des Aï, in: Beitr. z. vergl. Anat., V. 2, 1811.
- 5) OUDEMANS, Die accessorischen Geschlechtsdrüsen der Säugethiere, in: Naturk. Verhandl. Holl. Maatschappij d. Wet., 3 V., V. 5, St. 2.
- 6) OWEN, R., Anatomy of Vertebrates, V. 3.
- 7) POUCHET, Mémoires sur le grand fourmilier, Paris 1874.
- 8) v. RAPP, Edentaten, 2. Aufl., Tübingen 1852.
- 9) TURNER, On the placentation of the Sloths, in: Trans. Roy. Soc. Edinburgh, V. 27, 1875.
- 10) WEBER, MAX, Beitr. zur Entwicklung und Anatomie des Genus *Manis*, in: Zool. Erg. Reise in Ned. Ost-Indien, V. 2, p. 1.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel 34.

Fig. 1. Männliche Geschlechtsorgane von *Myrmecophaga jubata*, von der Ventralseite gesehen. Die Harnröhre ist aufgeschnitten, und in die verschiedenen Ausführungsgänge sind Sonden eingeführt. *B* Blase, *E* Eichel, *Ep* Epididymis, *G. C* COWPER'sche Drüsen, *G. C₁* Ausführungsgang der COWPER'schen Drüsen, *G. v* Samenblasen, *G. v₁* Ausführungsgang der Samenblasen, *P* Penis, *Pr* Prostata, *T* Hoden, *Ta* taschenförmige Ausstülpung der Urethra, *Ur* Ureteren, *Ver* Veru montanum, *V. D* Vas deferens, *V. m* Vagina masculina, *X* blasenförmige Ausstülpung der Vaginae masculinae.

Fig. 2. Vagina und Uterus masculinus von *Myrmecophaga jubata*, von der Ventralseite gesehen. Urethra und oberer Theil der Prostata wegpräparirt. *G.v* Ausführungsgang der Samenblasen, *Pr* Prostata, *Um* Uterus masculinus, *Ur* Urethra, *V.D* Vas deferens, *Ver* Veru montanum, *Vm* Vagina masculina, *X* blasenartige Ausstülpungen derselben.

Fig. 3. Schema des Verhaltens der Vaginae masculinae. Uterus masc. und Blasen, Ausstülpungen.

Fig. 4. Männliche Geschlechtstheile von *Bradypus*; Urethra von der Ventralseite geöffnet. *B* Blase, *C.P* Crura penis, *Ep* Epididymis, *G.C* COWPER'sche Drüsen, *Gl* Eichel, *Gpr* Prostata, *P* Penis, *pr* Präputium, *T* Hoden, *Ur* Harnleiter, *V.D* Vas deferens, *V.D₁* Oeffnung des Vas def. am Veru montanum.

Fig. 5. Weibliche Geschlechtstheile von *Bradypus*; Sinus urogenitalis von der Dorsalseite geöffnet. *B* Blase, *B.Dr* BARTHOLIN'sche Drüsen, *BM* breites Mutterband, *Cl* Clitoris, *Or.V* Orificium vaginae, *O.T* Ostium tubae, *O.v* Ovarium, *Pr* weibliche Prostata, *T.F* Eileiter, *U* Uterus, *ur* Harnleiter, *V* Vagina, *V₁* u. *V₂* herauspräparirter unterer Theil der doppelten Vagina.

Tafel 35.

Fig. 6. Placenta von *Bradypus* auf dem indifferent viellappigen Stadium ($\frac{2}{3}$ n. Gr.).

Fig. 7. Placenta von *Bradypus* auf dem scheibenförmigen Stadium ($\frac{4}{6}$ n. Gr.).

Beitrag zur Kenntniss des feineren Baues und der Phylogenie der Flügelbedeckung der Schmetterlinge.

Von

Dr. Arnold Spuler,

Assistent am Anatomischen Institut zu Erlangen.

Hierzu Tafel 36.

Die Untersuchungen, welche dieser Arbeit zu Grunde liegen, wurden fast ganz vor ungefähr 5 Jahren unternommen, als ich damals anlässlich meiner Untersuchung über die Phylogenie der einheimischen Apaturiden¹⁾ veranlasst war, kennen zu lernen, durch welcherlei Modificationen der Schuppen die Farben der Schmetterlingsflügel zu Stande kommen. In der That gelang es mir auch aus den vorgefundenen Verhältnissen²⁾ zu allgemeinen Schlüssen über das phyletische Auftreten gewisser Farben zu kommen. Ich habe damals kurz die Hauptresultate meiner Studien, die sich auf eine sehr grosse Falterzahl erstreckten — deren Aufzählung nach meinem Ermessen keinen Zweck hat, da die Erscheinungen meist in ganz allgemeiner Verbreitung getroffen werden —, soweit sie nicht aus der genauern Beschreibung der Verhältnisse bei den Apaturiden resultirten, angegeben. Leider hatte ich bis jetzt keine Zeit, ausführlicher auf den Gegenstand zurückzukommen und habe leider auch nicht all die Dinge auf Schnitten studiren können, die mir wichtig scheinen, indess glaube ich auch ohne diese grössere Vollständigkeit damals und seither im Laufe der Zeit so viel Interessantes gefunden zu haben, dass ich es wagen darf, diese Studie zu veröffentlichen.

1) In: Stett. Entom. Zeitg., 1890, p. 267—280.

2) l. c. p. 270—272.

Wie schon des öftern angeführt worden ist, erwähnen zuerst i. J. 1600 FABRICIUS AB AQUAPENDENTE, sodann MALPIGHI das Vorhandensein der Schmetterlingsschuppen; abgebildet wurden Schuppen zuerst von LEEUWENHOEK, welcher auch die Oeffnungen, worin die Schuppen stecken, zeichnete, und BUONNANI, der vielerlei Formen zur Darstellung brachte in seiner *Recreatio mentis* (Romae 1684) (nach RÉAUMUR). RÉAUMUR bespricht 1734¹⁾ die Schuppen, wobei er namentlich ausführlicher auf ihre Anordnung und gegenseitigen Lagebeziehungen so wie die verschiedene Stärke der Schuppenbefestigung und deren mechanische Bedeutung eingeht. Der erste, der versuchte dem Zustandekommen besonderer Farbeneffecte auf die Spur zu kommen, war RÖSEL VON ROSENHOF²⁾. Den feinem Bau der Schuppen haben zuerst festgestellt LYONNET³⁾ und DESCHAMPS⁴⁾, die darüber folgendes berichten⁵⁾:

Ihre Untersuchung berührt nur die Schichtenbildung der Schüppchen, und lässt uns über die Textur der Streifen oder Rippen derselben noch im Dunkeln. Sie nehmen drei Schichten an, wovon sie aber die mittlere nicht genau bezeichnen.

Sie unterscheiden squamulae (eigentliche Schuppen) und plumulae (Federbuschschuppen). Beider anatomische Structur ist jedoch dieselbe.

DESCHAMPS fand die von BAILLIF entdeckten Federbuschschüppchen nur bei Männchen.

MAYER⁶⁾ hat von neuem diese Verhältnisse studirt, und seine Angaben sind grossentheils zutreffend, ich halte es für angezeigt, die Hauptstellen seiner Ausführungen wörtlich anzuführen: „Der Stiel oder die Wurzel der Schüppchen ist vorn knopfförmig und steckt in einem nach einwärts umgestülpten Doppelsäckchen (Schuppenbalg) der Haut des Flügels, welches eine gelbe, fett-ölige Flüssigkeit enthält. Der Stiel der Plumula ist conisch gegen den bloss napfförmigen Hautbalg hin, welcher noch von einem zelligen, kugligen Anhang umgeben

1) RÉAUMUR, Mémoires pour servir à l'histoire des insectes, V. I, 1734, p. 190—206.

2) RÖSEL VON ROSENHOF, Der monatl. herausgegeb. Insecten-Belustigung 3. Theil, Nürnberg 1755, p. 254 ff., tab. 54.

3) LYONNET, in: Annales Muséum Hist. Nat., 1832.

4) DESCHAMPS, *ibid*, 1835.

5) Angegeben nach MAYER. Nur ein recht kleiner Theil der Literatur ist mir zugänglich gewesen, sollte ich einschlägige Angaben nicht anführen, bitte ich dies mit den Verhältnissen zu entschuldigen.

6) MAYER, in: Allgem. medic. Centralzeitung, 1860, p. 772—774.

ist.“ Er „fand im Allgemeinen bei den Schüppchen und Federchen nur zwei Schichten, und die Streifen in beiden gleichförmig verlaufen, bei jenen meist gerade oder hinten wenig gebogen, bei diesen dagegen schön nach hinten gebogen und später auch gerade“.

„Durch Druck auf die Schüppchen kann man die obere Schicht leicht zersplittern, und man sieht nun ihre Reste als kleine cylindrische Canäle — —.“ „Unter ihr sieht man sodann die homogene Plasmahaut der unteren Schicht — —.“ „Es existirt jedoch noch eine dritte, aber bloss oberflächliche Schicht von schwarzen, gelben, rothen Pigmentmolekülen“; diese „bilden die eigene Farbe der Schuppen und der Flügel, die gelbe, braune, rothe, blaue [!], schwarze Farbe“, wogegen das Irisiren bloss durch Brechung der Lichtstrahlen an der glashellen Schuppensubstanz bedingt ist.

MAYER's Angaben über die Entwicklung der Schuppen sind durch den Einfluss seiner theoretischen Ansichten leider stark beeinträchtigt. Dagegen hat uns SEMPER¹⁾ schon vor längerer Zeit in klarer eingehender Weise hierüber berichtet; es beziehen sich indess seine Angaben nur auf die squamulae, die je aus einer Hypodermiszelle entstehen, während er die Entstehung der plumulae nicht erforscht hat. Bis jetzt ist, soweit mir bekannt, von keinem der spätern Forscher dies genauer studirt worden, leider hatte ich selber keine Zeit, dieser Frage näher zu treten; sicher wäre dabei vielerlei Interessantes zu finden; es wären Hesperiden und Nymphaliden (*Argynnis paphia*) unter den Einheimischen, weil sie Duftfelder haben, geeignete Objecte.

KETTELHOIT²⁾ machte es sich zur Aufgabe, durch Untersuchung einer grössern Anzahl von Schmetterlingen festzustellen, in wie weit sich für die verschiedenen Abtheilungen der Schmetterlinge charakteristische Formverschiedenheiten der Schuppen feststellen liessen, und zwar nur an den sog. Normalschuppen der Oberseite der Vorderflügel. Er stellte fest, dass der allgemeine Typus der Schuppen, der Verlauf der Seitenränder und namentlich auch Vorkommen oder Fehlen eines Ausschnittes an der Basis der Schuppe (sinus) für grössere Gruppen charakteristisch ist.

Die Unterschiede bei den verschiedenen Gruppen, welche er gefunden, faßt er in folgender Weise zusammen:

1) C. SEMPER, Ueber die Bildung der Flügelschuppen und Haare (Epidermoidalgebilde) bei den Lepidopteren, in: Zeitschr. f. wiss. Zool., V. 8, 1857.

2) Th. KETTELHOIT, De squamis Lepidopterorum. Diss. Bonnae, 1860.

I. In basi squamarum sinus; margines laterales paullulum convexi; squamae in apice et basi aequae latae.

Haec squamarum forma inventus [r?] in omnibus, quod [t?, quae?] perscrutatus sum, lepidopteris diurnis.

II. In basis [basi?] squamarum non est sinus sed basis omnino marginata est.

A. Basis subrotunde exacuta, laterales margines modice convexi, squamae ad basim paullatim angustiores fiunt. His squamis tecti [a!] sunt omnia lepidoptera crepuscularia et nocturna praeter familiam Noctuidarum.

B. Basis semicirculata aut etiam hebetius rotunda; margines laterales modice recti; Squamae in apice et basi aequae latae. His squamis tecta est familia Noctuidarum.

Diese Resultate haben indessen nur im Allgemeinen Gültigkeit, bei den verschiedensten Familien sind mir Ausnahmen zu Gesicht gekommen, wie solche auch schon R. SCHNEIDER festgestellt hat.

Dieser¹⁾ hat es sich zur Aufgabe gemacht, herauszufinden, wie sich die Schuppen der verschiedenen Flügel- und Körpertheile zu einander verhalten.

Die wichtigsten Ergebnisse seiner Untersuchungen, die ich völlig bestätigen kann, sind in folgenden Sätzen seines Theiles XIV niedergelegt²⁾:

„1) Die Schuppen sind am Leibe am stärksten entwickelt, mit den bedeutendsten Processus, bei Rhopaloceren mit kleinstem, oft ganz fehlendem Sinus, sinken auf den Wurzelfeldern schon an Grösse, auf den Mittelfeldern noch mehr und werden auf den Randfeldern am kleinsten, bei Rhopaloceren (und den wenigen Heteroceren) mit bedeutendstem Sinus, allgemein mit abnehmenden Processus.

Mit steigender Hervorbildung der Processus sinkt also die Grösse des Sinus, mit steigender Hervorbildung des Sinus die der Processus“.

„2) Die freien Randschuppen sind immer sehr lang und dünn, mit einigen sehr spitzen Processus und stets fehlendem Sinus, und schliessen sich entweder unmittelbar an die typischen Randfelderschuppen an, oder werden durch einige Lagen schmaler werdender Uebergangschuppen aus diesen vermittelt.

3) Die Cellula suprema (das Haftfeld) der Hinterflügel zeigt die

1) R. SCHNEIDER, Die Schuppen an den verschiedenen Flügel- und Körpertheilen der Lepidopteren. Diss. inaug. zool., Halle 1878.

2) l. c. p. 53 u. 54.

eigenthümlichen asymmetrischen Schuppen, bei Rhopaloceren schief genagelt, bei Heteroceren schief gerandet, die dann in symmetrische, aber noch fortsatzlose Schuppen übergehen, welche letztere sich auf der Area basalis immer, auf der Area intima theilweise erhalten; diese gehen dann auf der Area media wieder in normale Schuppen über, die sich auf der Area limbalis völlig wie die der Vorderflügel stellen.

4) Die Schuppen der untern Seite sind gegen die der obern kräftiger entwickelt, sowohl was allgemeines Volum als auch Grösse der Processus betrifft.“

5) Auf dem Haftfeld der Vorderflügel verhalten sich die Schuppen wie auf dem der Hinterflügel.

„6) Die Cellula suprema der Vorderflügel zeigt meistentheils durch Grösse und Processus ausgezeichnete Schuppen.

7) Die Thoraxschuppen werden repräsentirt bei den Rhopaloceren erstlich durch die kleinen, stark schwarz pigmentirten, zweitens durch die sehr unregelmässig gebildeten, mit besonders scharfspitzigen Processus versehenen Schuppen, mit oft fehlendem Sinus und von schwankender, meist verhältnissmässig unbedeutender Grösse; bei den Heteroceren sind die Thoraxschuppen ebenfalls durch sehr bedeutende Processus, zugleich aber durch die allgemeine Grösse ausgezeichnet, worin sie die Schuppen aller übrigen Körpertheile übertreffen. Die grössten aller beobachteten Schuppen waren Thoraxschuppen von Heteroceren.“ [*Macroglossa.*]

„8) An den Füßen zeigen die Schuppen des Femur gegen die der Tibia eine kräftigere Ausbildung, welches Verhältniss bei den Rhopaloceren constant, bei den Heteroceren allerdings nicht immer mit Sicherheit zu erkennen ist.

Die anomalen Schuppen glasheller Stellen, sowie Tüpfel und Federbuschschuppen sind aus dem Kreise der Gesetzmässigkeiten ausgeschlossen.“

Die Tüpfel- und Federbuschschuppen, d. h. über den Flügel zerstreut oder an einzelnen Stellen in Menge vorkommende, besonders geformte Schuppenarten, die gegenwärtig zumeist als „Duftschuppen“ zusammengefasst werden, sind erst in dem Jahrhundert als eigenartige Gebilde erkannt und sind von vielen Forschern in den Kreis ihrer Betrachtung gezogen worden; an dieser Stelle näher auf ihre Verhältnisse einzugehen, würde mich zu weit führen, da die für die Punkte, denen ich in dieser Abhandlung näher treten möchte, ohne Belang sind. Wir haben eingehende Berichte über dieselben, so

VON V. DALLA TORRE¹⁾ und dem leider so früh verstorbenen ERICH HAASE^{2) 3)}).

Vor einigen Jahren habe ich dann die Resultate, zu denen ich nach Untersuchung der Schuppen auf Schnitten gekommen war, in aller Kürze veröffentlicht.

Die Schuppen bestehen, wie ihre Entstehung erwarten lässt, aus zwei Schichten, einer hintern (der Flügelhaut zugekehrten) glashellen dünnen, zumeist leicht gefalteten Membran und einer vordern Platte, die mancherlei Differenzierungen zeigt. In den meisten Fällen erheben sich auf der Vorderfläche Längsreihen kleiner kegelförmiger Zäpfchen; auf dem Schuppenquerschnitt (Fig. 1, Taf. 36) sind sie deutlich als Zähnen vorspringend zu sehen. Mit der hintern Membran ist die vordere Schicht durch leistenförmige Chitinbrücken verbunden, die bei Normalschuppen regelmässig zwischen den Kegelleisten stehen. Bei den irisirenden und metallglänzenden Schuppen sind die Leisten auf der Vorderplatte nicht in Höckerchen gegliedert und convergiren an der Wurzel zum Stiel, an dem Ende der Schuppen entweder im Ganzen gegen die Mitte (Fig. 11, Taf. 36 von *Micropteryx*) oder in den einzelnen Processus je nach deren Mitte (die messingfarbenen Schuppen von *Plusia chrysitis*).

1) K. W. VON DALLA TORRE, Die Duftapparate der Schmetterlinge, in: Kosmos, V. 17, p. 354—364, 410—423.

2) ER. HAASE, Dufteinrichtungen indischer Schmetterlinge, in: Zool. Anz., V. 11, 1888, p. 475—484.

3) Beiläufig nur möchte ich mich über die Duftschuppen unserer *Hesperia*-Arten äussern, wegen ihres auch für die allgemeine Morphologie der Schuppen bedeutungsvollen, eigenartigen Verhaltens. URECH (in: Zeitschr. f. wiss. Zool., V. 57, p. 358) erwähnt dieselben in folgender Weise: „Die Schuppen des schwärzlichen radialen, spitz dreieckigen Streifens auf der Oberseite des Vorderflügels bestehen aus zwerghaften Schuppchen von kurzer dicker Haarform (Kommaform).“ Diese Darstellung entspricht nicht den thatsächlichen Verhältnissen. Diese sind aus den Figg. 5, 6 u. 7, Taf. 36 zu ersehen. Wir sehen in Fig. 5 eine der nur andeutungsweise gegliederten langen, keilförmigen Schuppen, die sich an diesem Streifen neben ganz ähnlichen kürzern, ungliederten finden, und in der Fig. 6 den Uebergang zu den typischen „Gliederschuppen“. Den basalen Theil einer solchen habe ich in Fig. 7 abgebildet. Beim Entfernen der Schuppen vom Flügel, namentlich bei ältern, trocknen Exemplaren, brechen die Gliederschuppen meist aus einander, so dass man nur bei sorgfältigerem Zusehen ihre Gestalt feststellen kann. Meistens zerfallen sie in Gruppen von Gliedern, aber auch in einzelne Glieder, deren Form, namentlich wenn es ein Endglied ist, allerdings einem Komma ähnlich sieht.

Eine stärkere Isolirung und Ausbildung der einzelnen Kegel findet sich andererseits auch, so bei weissen Schuppen. Diese zeigen bei der *Vanessa atalanta* verdickte Endknöpfchen; hier schon möchte ich erwähnen, dass diese Structur nicht nur Weiss bedingt, dies namentlich bei seitlich auf die Schuppen fallendem Licht, sondern auch bläuliche Töne erzeugt, wenn nämlich das Licht von der Stielseite her einfällt. Gewöhnlich überragen die Leistchen das Ende der Schuppen nicht, ausser bei den Federbuschschuppen, die ja von dem eben berührten Bau ihren Namen haben; indes findet sich derartiges hier und da in ausgesprochener Weise auch bei andern; dieses Verhalten führt uns Fig. 8, Taf. 36 von *Pap. ulysse*s vor Augen.

Zwischen den Leistchen können Querverbindungen vorhanden sein, die eventuell besser ausgebildet sind und dann die ganze Schuppenoberfläche in Felderchen eintheilen, wie dies auch an Fig. 8, Taf. 36 zu sehen ist. Die Verbindungen mit der hintern Membran sind bei stärker modificirten Schuppen unregelmässig, bald mehr, bald weniger. In sehr ausgesprochener Weise ist es z. B. bei den blau schillernden Schuppen der *Apatura seraphina* der Fall, wo weit mehr Höckerchenreihen vorhanden sind als Verbindungsleistchen. An der mittlern, aufgetriebenen Partie des in Fig. 1 abgebildeten Querschnittes einer Schuppe von *Galleria mellonella* ist eine geringere Unregelmässigkeit erkennbar.

Der Stiel der Schuppen ist hohl, und sein Hohlraum steht mit den Hohlräumen zwischen den Verbindungsleistchen im Zusammenhang. Der Stiel sitzt in dem Schuppenbalg, einem Chitindoppelsäckchen. Sein Ende, das meist (auch bei Haaren) ein Knöpfchen aufweist (Fig. 3 u. 4), steckt in dem innern Theil des Säckchens. In dem äussern ist der Stiel meist schwach aufgetrieben (Fig. 3, Normalschuppe von *Polyommatus phlaeas*), öfters ist diese Auftreibung recht erheblich, so bei den sehr fest sitzenden Schuppen der Haftfelder bei Rhopaloceren. An der Trennungsstelle der beiden Abtheilungen des Balges wird der Stiel durch eine ringförmige Chitinverdickung festgehalten (Fig. 2 u. 10 r). Der „Haltering“ ist entsprechend der stärkern oder schwächern Befestigung der Schuppen bald kräftiger, bald schwächer entwickelt. Zumeist ist der freie Rand des Schuppenbalgs vor der Schuppe nicht verlängert, indes kann dies der Fall sein, besonders bei den Randschuppen — natürlich werden hierdurch die betreffenden Schuppen besser in situ erhalten. Die Aussenwand des Chitinsäckchens ist meist glatt, nicht selten finden sich, bis auf sie reichend, ziemlich radiär angeordnete Chitinfält-

chen, resp. Verdickungen, nur in vereinzeltten Fällen erstrecken sich diese Gebilde über den ganzen Balg, so bei den keulenförmigen Schuppen auf den Hinterflügeln der Pterophoriden. Die Linien, die wohl als Verstrebungen, zur Vertheilung des durch die Schuppenbewegung hervorgerufenen Druckes auf den Befestigungsapparat auf eine grössere Fläche, und somit als Verstärkung dieses Apparats aufzufassen sind, bilden oft recht zierliche Figuren, wie es Fig. 3, Taf. 36 von *Polyommatus phlaeas* z. B. zeigt. Das Lumen des Stieles mündet gewöhnlich ohne Erweiterung in die innere Abtheilung des Chitinsäckchens, welche (Fig. 10 a, Taf. 36), wie auf Schnitten ersichtlich, mit dem Spaltraum zwischen den beiden Flügelmembranen in Verbindung steht. Hin und wieder habe ich auch eine trichterförmige Erweiterung des Stiellumens gegen das Ende zu wahrgenommen (Fig. 4, Taf. 36 von einem Innenrandhaar der Hinterflügelunterseite eines *Lyc. alexis*-Weibchens).

Dass die Haftdornen der Hinterflügel, bei den Männchen bekanntlich zumeist zu einem verwachsen, modificirte Haare sind, ist eine alte Auffassung, welche durch die Befunde bei Micropteryginen und niedern Tineinen leicht als richtig nachzuweisen ist. Diese zeigen nämlich an der betreffenden Stelle mehrere sehr kräftige, indes, auch in ihrer Befestigung, typische Schuppen. So viel über Bau und Befestigung der Schuppen.

Die Farbeneffecte auf den Schmetterlingsflügeln durch das Studium der Schuppen zu verstehen versuchte zuerst Meister RÖSEL, wie Eingangs erwähnt wurde. Er hat mit seinen stärksten Vergrößerungen die schillernden Schuppen unserer *Apatura*-Arten untersucht und ist zu der Ansicht gekommen, dass quer über die Schuppen ungefähr dreiseitigen Prismen ähnliche Gebilde zögen, nicht ganz regelmässig. Von den beiden oberflächlichen Seiten dieser Leisten seien die einen braun, die andern blau. Je nach der Stellung des Beschauers sehe dieser das eine Mal überwiegend die blauen, das andere Mal die braunen Flächen, und daher komme eben das Schillern. Zutreffend ist RÖSEL's Auffassung nicht; es kann uns gar nicht wundern, dass ihm die Lösung des Räthsels nicht gelang, handelt es sich doch um so kleine Verhältnisse, dass ohne Oelimmersion Genaueres nicht zu sehen ist, und RÖSEL war auf seine selbst geschliffenen, nicht achromatischen Linsen angewiesen! Für längere Zeit scheinen dann die Lepidopterologen in eingehendern Untersuchungen diesen Problemen nicht nachgegangen zu sein.

HAGEN ¹⁾ hat vor einer Reihe von Jahren sich auf Grund seiner grossen Erfahrungen in eingehender Weise über Farben und Zeichnung der Insecten geäussert.

Er geht davon aus, „that the different colors of insects are the consequence of the contact of the animal with air and light“ (p. 236), und glaubt, dass die Farben durch 4 Factoren bedingt seien: Luft (Sauerstoff!), Licht, Wärme oder Kälte, Trockenheit oder Nässe.

Er theilt die Farben ein in „optical colors“ und „natural colors“. Bei erstern unterscheidet er folgende Arten ihres Zustandekommens: 1) Durch Membranen mit geringem Abstand, entweder nur bei frischen Insecten, bevor die Flügelmembranen mit einander verklebt sind (*Chrysopa*, *Agrion*), oder bei Todten wie Lebenden. 2a) „By many very fine lines or striae in very near juxtaposition. The fine longitudinal and transversal lines of the Lepidopterous scales seem to serve admirably well to produce the brilliant effect of color-changing butterflies. But there must be something more present, as most of the scales of Lepidoptera are provided with similarly fine lines, and only comparatively few species change colors, I remark purposely that the lines in the color-changing scales are not in nearer juxtaposition“ (p. 238). Wenn auch der letzte Satz, wie wir später sehen werden, unzutreffend ist, so ist doch die allgemeine Anschauung HAGEN's sehr richtig. 2b) „By very small impressions in juxtaposition“. Derartige Bildungen finden sich vielfach bei Schmetterlingsschuppen, aber niemals sind sie, soweit meine Erfahrung reicht, direct Veranlassung der optischen Erscheinungen.

Die „natural colors“ theilt er, wie mir scheinen will, in recht glücklicher Weise, in 1) „dermal colors“ und 2) „hypodermal colors“; die erstern werden nie nach dem Tod verändert, die andern nur ausnahmsweise nicht. Wenn er dann aber „gewisse Farben“ u. a. der Schuppen zu den hypodermalen rechnet, so kann ich dem nicht beipflichten, denn die Schuppen sind reine Cuticularegebilde, das Protoplasma der Hypodermis trägt bei den fertig gebildeten nichts zum Farbeffect bei. Er wurde durch das schnelle Schiessen vieler Schuppenfarben zu der falschen Ansicht gebracht (cf. p. 244).

Von seinen weitern Ausführungen möchte ich nur noch auf die beachtenswerthe Hypothese hinweisen, dass an Stellen mit regem Stoffwechsel (Ansatzstellen der Muskeln am Thorax z. B.) dunkle

1) H. A. HAGEN. On the color and pattern of insects, in: Proceed. Am. Acad. Arts. Sc., V. 17, p. 234—267.

Zeichnungen entstanden, eine Hypothese, die auch bei den Schmetterlingen in manchen Beziehungen bestechend ist; doch hierauf einzugehen, würde mich von meinem Thema zu weit abführen. Aus welchen physiologischen Gründen die Zeichnungen auf den Schmetterlingsflügeln entstehen, wird uns noch lange ein Rätsel bleiben, so interessant auch dessen Lösung für das Verständniss der ersten Entstehung der Zeichnungen ist; für das Detailstudium der Phylogenie der Flügelzeichnungen glaube ich ihr nur wenig Bedeutung beimessen zu dürfen.

Die ontogenetische Ausbildung der Farben im Puppenflügel haben SCHÄFFER¹⁾, VAN BEMMELEN²⁾ und DIXEY³⁾ beobachtet und festgestellt, dass die ursprünglich durchsichtigen jungen Schuppen zunächst weissliche Färbung annehmen, und dass dann der Reihe nach die gelben (grünlichen), rothen, roth-braunen, dunkelbraunen und schliesslich die schwarzen Elemente der Zeichnung ihre definitive Färbung annehmen.

Ueber das Zustandekommen der Schuppenfarben habe ich selbst mich schon einmal in Kürze geäussert⁴⁾.

Damals habe ich auch die für die Färbung maassgebenden Deckschuppen von den Stützschuppen unterschieden. Diese Arbeit scheint vollständig unbekannt geblieben zu sein, auch URECH, der sich seit längerer Zeit viel mit den Farben der Schuppen beschäftigt hat, wie eine Reihe von Publicationen aus seiner Feder uns zeigt, erwähnt sie nicht.

Von der Färbungsähnlichkeit des Falterharns mit dem Gesamtfarben der Flügel in vielen Fällen ausgehend⁵⁾, kam er auf den einleuchtenden Gedanken, dass zwischen beiden ein durch den Chemismus der betreffenden Organismen bedingter Zusammenhang bestehe. Er hat dann

1) C. SCHÄFFER, Beiträge zur Histologie der Insecten, in: Zool. Jahrb., V. 3, Abth. f. Morph., 1889.

2) J. F. VAN BEMMELEN, Die Entwicklung der Farben und Adern auf den Schmetterlingsflügeln, in: Nederl. Dierk. Vereeniging, V. 2, Afl. 4, 1889.

3) F. A. DIXEY, On the phylogenetic significance of the wing-markings in certain genera of the Nymphalidae, in: Transact. Ent. Soc. London 1890, p. 89—129.

4) l. c.

5) F. URECH, Chemisch-analytische Untersuchungen an lebenden Raupen, Puppen und Schmetterlingen und an ihren Secreten, in: Zool. Anzeiger 1890, p. 255, 272, 309, 334 ff.

bestätigt, was schon SCHÄFFER, aber auch VAN BEMMELEN und DIXEY behauptet haben, dass zuerst weisse (*Vanessa io*) oder röthliche Farbtöne (*V. urticae*) über den ganzen Flügel verbreitet sind, und dann nach einander die gelben, gelb bis braun-rothen, braunen und schwarzen Farben entstehen. Diese ontogenetische Reihenfolge der Farben benutzt er weiterhin zur Aufstellung einer parallelen phyletischen Reihe und nimmt dementsprechend an, dass die Vanessen zuerst weiss waren¹⁾; dies ist sicher unrichtig. Er steht hierin unter dem Einfluss EIMER's, wie aus folgendem Satze hervorgeht: „der Reihenfolge, die für die vier Tagfaltergattungen *Papilio*, *Vanessa*, *Hipparchia* und *Apatura* als linearer Stammbaum aufgestellt wurde [Th. EIMER, Die Artbildung und Verwandtschaft bei den Schmetterlingen] entsprechend ist die je vorherrschende Farbe dieser Arten ungefähr: hellgelb (*Papilio*), gelb [?!] bis braun-roth (*Vanessa*), braun bis schwärzlich (*Hipparchia*), dunkelbraun bis schwarz (*Apatura*), [?] also annähernd in Uebereinstimmung mit der an der *V. io*-Puppe beobachteten ontogenetischen Farbenfolge“²⁾.

Derartigen Ausführungen gegenüber verzichte ich auf jede Kritik³⁾.

Wenn URECH meint: „die Thatsache, dass die Felderung (Farbenfelderung) der Flügelflächen, z. B. der von mir untersuchten *Vanessa*-Arten in voller Schärfe auftritt und constant bleibt, bevor die speciellen Farben des fertig gebildeten auskriechenden Schmetterlings erscheinen,

1) URECH, F., Beobachtungen über die verschiedenen Schuppenfarben und die zeitliche Succession ihres Auftretens (Farbenfelderung) auf den Puppenflügelchen von *Vanessa urticae* und *io*, in: Zool. Anz., 1891, p. 466—473.

2) l. c. p. 473.

3) Auch auf eine Kritik der allgemeinen Ansichten URECH's kann ich mich nicht einlassen, da ich nicht immer im Stande war, klar zu verstehen, was er meint; als Beispiel führe ich eine Anmerkung (in: Zool. Anz., 1892, p. 286) zu einem Satze VAN BEMMELEN's an. Dieser sagt: er glaube „zu den Schlussfolgerungen berechtigt zu sein, dass die imaginale Flügelzeichnung keine einheitliche Bildung ist, sondern eine Zusammensetzung von Ueberresten primitiver vorübergehender Flügelmusterungen mit einem secundären Farbenpatron. Es liegt auf der Hand, diese secundäre Zeichnung für die phylogenetisch jüngere zu halten“. URECH's Anmerkung lautet: „Auf Grundlage des Vererbungsprinzips müsste es heissen: „phyletisch ältere“; das Gebilde, das durch successive Vererbung entstanden ist, ist, wissenschaftlich gesprochen, älter als sein Ursprung. Dass der Sohn älter ist als der Vater, ist nach den biogenetischen Grundgesetzen kein Paradoxon“. (Von mir gesperrt.)

deutet darauf hin, dass diese Forderung auch phylogenetisch älter ist als die specielle Art der Farben des fertigen Schmetterlingsflügels“¹⁾, so glaube ich, ist das nicht ganz berechtigt. Es kann das sehr wohl damit zusammenhängen, dass die Farben eben theilweise durch weitergehende Veränderung einmal gebildeter Farbstoffe entstehen, also die Succession wäre dann durch physiologische Momente bedingt; es könnte, obgleich die gelben Farben früher sich entwickeln, sehr wohl eine mehr schwarze Varietät phyletisch älter sein. Die Differenzirungen der Färbung und Zeichnung sind nicht nach einander erfolgt, sondern mit einander. Schon die Zeichnungsvarianten, welche die Färbungsvarianten bei weitem an Zahl übertreffen, hätten URECH von der Unrichtigkeit seiner Auffassung überführen können, denn das phyletisch Aeltere wird doch nicht variabler sein als das phyletisch Jüngere!

Die hochinteressanten künstlichen Züchtungsversuche von STANDFUSS²⁾ und FISCHER³⁾ aber werden wohl jeden von der Unhaltbarkeit der Auffassung URECH's überzeugen, sie zeigen zur Evidenz durch das Entstehen „phylogenetischer“ Abweichungen, wie sie STANDFUSS benannt hat, dass Zeichnung und Färbung sich zusammen differenzirt haben.

In einer neuern Arbeit hat URECH⁴⁾ eine umfangreiche Untersuchung über Schmetterlings- (und Käfer-)Schuppen veröffentlicht, deren Resultate er in übersichtlichen Tabellen vereinigt hat. Der Bedeutung der genauen Kenntniss der Schuppen für phyletische Studien ist er sich bewusst. Dem Verhalten auch einzelner Schuppen sei bisher keine tiefere Bedeutung für derartige Untersuchungen bei-

1) in: Zool. Anz., 1891, p. 470.

2) STANDFUSS, Ueber die Gründe der Variation und Aberration des Falterstadiums bei den Schmetterlingen, in: Entomologische Zeitschrift, Jahrg. 8, 1894, No. 11—13.

3) E. FISCHER, Transmutation der Schmetterlinge in Folge Temperaturveränderungen. Experimentelle Untersuchungen über die Phylogenie der Vanessen, Berlin 1895. — Beider Forscher Resultate stimmen überein. FISCHER hat dieselben eingehender verarbeitet; er giebt p. 24 eine tabellarische Uebersicht über die Verwandtschaft der Vanessen, die mit meinen Angaben (l. c. p. 269) genau stimmt; es freut mich, dass meine Ansichten, zu denen ich durch das Studium der Zeichnung gelangt war, durch diese Versuche bestätigt werden. Gleiches erhoffe ich von Versuchen an Parnassiern (*P. apollo*); leider fehlt es mir an der Zeit, diese selbst vorzunehmen.

4) F. URECH, Beiträge zur Kenntniss der Farbe von Insectenschuppen, in: Zeitschr. f. wiss. Zool., V. 57, 1893, p. 306 ff.

gemessen worden, sagt URECH p. 307. Dem ist nicht so, wie er z. B. aus p. 274 meiner Apaturidenarbeit ersehen kann. Er hat einmal physikalisch, dann chemisch die Farben untersucht. Bei der erstern Untersuchungsmethode ist er nirgends genauer auf die Formverhältnisse der Schuppen eingegangen, chemisch hat er die Murexidreaction angewandt, ferner das Verhalten (namentlich Löslichkeit und Farbenswechsel) der Farbstoffe bei Zusatz von Wasser, 10- und 28,5-proc. Salzsäure, 48-proc. Salpetersäure, 20-proc. Ammoniaklösung geprüft.

Ganz analoge Untersuchungen hat zuvor schon COSTE¹⁾ angestellt, indes habe ich aus seinem Bericht in „Nature“ nicht ersehen können, ob er auch einzelne Schuppen oder nur die Flügel in toto untersucht hat; viele Stellen scheinen mir zu beweisen, dass letzteres der Fall ist, so namentlich die Ausführungen über das Blau der Lycaeniden; denn wenn er Schuppen untersucht hätte, so hätte er zu richtigern Anschauungen kommen müssen. URECH hat die einzelnen Schuppen und auch dieselben auf den Flügeln untersucht, und seine Ansichten sind meist viel richtiger als die COSTE's. Der chemische Theil seiner Arbeit ist, abgesehen von der Anwendung der Murexidreaction um Harnsäure nachzuweisen, COSTE's Studien analog, und man kann auch auf ihn den Ausspruch von HOPKINS²⁾ gegen diesen anwenden. Er sagt, nachdem er COSTE's Hypothese über seinen (COSTE's) „reversion effect“³⁾ mit dem Hinweis auf die saure Natur des gelben Pigments zurückgewiesen: „M. PERRY COSTE's experiments are very useful as forming a method of classifying these lepidopterous pigments; but, if he will forgive me for saying so, they are of far too empirical a nature for any consideration as to the constitution of the bodies to be based upon them“.

Einige Pigmentfarben der Schmetterlingsflügel sind chemisch genauer untersucht. HOPKINS⁴⁾ fand bei verschiedenen Tagfaltern einen

1) F. H. PERRY COSTE, On Insect colours, in: Nature, V. 45, p. 513—517 and 541—542.

2) F. G. HOPKINS, Pigments of Lepidoptera, *ibid.* V. 45, p. 581.

3) Dass das durch Säuren (ausser Salpetersäure, die dauernd gelb macht) gelb gewordene rothe Pigment allmählich an der Luft wieder roth wird, nennt COSTE „reversion effect“, indem er glaubt, dass eben dies zeige, dass die rothe Farbe phyletisch aus der gelben hervorgegangen sei. Die biologische Berechtigung solcher Auffassung hat MELDOLA energisch bekämpft (in: Nature, V. 45, p. 605—606).

4) F. G. HOPKINS, Pigment in yellow butterflies, in: Nature, V. 44, p. 197 ff. Seine ausführlicheren Mittheilungen (in: Proceedings Chem. Society 1889) waren mir leider unzugänglich.

in heissem Wasser löslichen, in kaltem und in den meisten organischen Lösungsmitteln unlöslichen gelben Farbstoff von stark saurer Reaction. Er ist unzweifelhaft ein Derivat der Harnsäure, die eines seiner Producte bei Hydrolyse ist; er giebt direct die Murexid-reaction und bildet mit Metallen bestimmte Salze, mit Alkalien lösliche Verbindungen. „In seinen physikalischen Eigenschaften gleicht er der Mycomelinsäure, einem gelben Derivate der Harnsäure; er nennt ihn „lepidotic acid“¹⁾.

Ein grünes Pigment in den Flügeln verschiedener Tagfalter und verschiedenen Familien angehörender Nachtfalter hat GRIFFITHS²⁾ genauer untersucht.

In angesäuertem Wasser ist es löslich und ist eine zweibasige Säure. Als Mittel dreier Analysen des Silbersatzes fand er die Formel $C_{11}H_{10}Ag_2N_8O_{10}$, also für die Säure selbst $C_{11}H_{12}N_8O_{10}$. Durch langes Kochen zerfällt sie in Harnstoff, Alloxan und Kohlensäure, durch längere Einwirkung kochender Salzsäure entsteht aus dem Körper Harnsäure. Der Körper ist offenbar ein Derivat der Harnsäure. GRIFFITHS nennt ihn „acide lépidoptérique“.

Dem Angreifen der physikalischen Probleme bei den Schmetterlingsfarben muss ein genaues Studium der Structur der Schuppen vorausgehen. Dies vermisse ich in URECH's Publicationen, und ohne die dadurch gewonnenen Kenntnisse ist es doch sicher nicht möglich, das Auftreten der Farbeneffecte zu verstehen.

Gelb, roth, braun bis schwarz sind Färbungen, die in erster Linie auf Pigmentirung der Schuppen beruhen. Entweder ist das Chitin der Schuppen selbst (röthlich, gelb-graulich) gefärbt, oder das Pigment ist in Körnern abgelagert. MAYER meinte, die Kegeln, welche die Leistchen bilden, seien die Träger des Farbstoffes. Sie können es sein, aber gar oft sind sie es nicht. Stets indes ist die dünne hintere Membran frei von Pigmentkörnern. Bald liegen die Körner dicht gedrängt, die vordere Haut erfüllend,

1) In einer mir erst nach Absendung des Manuscripts zu Gesicht gekommenen Mittheilung (in: Proceed. R. Soc. Vol. 57, No. 340, 1894) bestätigte er die frühern Angaben über das gelbe Pigment, das er nur bei Pieriden unter den Rhopaloceren fand, und erwähnt, dass ein rothes Pigment dieser Falter ihrem gelben nahe verwandt sei, während er über das schwarze keine Angaben macht. Ausserdem gelang ihm der Nachweis, dass die weissen Schuppen der Pieriden Harnsäure als Pigment enthalten.

2) A. B. GRIFFITHS, Recherches sur les couleurs de quelques insectes, in: Comptes Rendus Acad. Paris, V. 115, 1892, p. 958—959.

bald finden sie sich sowohl in dieser, wie auch in den Verbindungsleistchen, mehr weniger in bestimmten Beziehungen zur Schuppenstructur gelagert. So sehen wir sie bei den braunen Schuppen von *Galleria mellonella* (Fig. 1, Taf. 36) ziemlich regelmässig der Aussenfläche zwischen den Kegelchenreihen eingelagert, besonders zahlreich in dem aufgetriebenen mittlern Theil der Schüppchen. Ausserdem sind sie, weniger regelmässig gelagert, in den Verbindungsleistchen, nahe der hintern Membran zu sehen. Die Körnchen finden sich auch im Schuppenstiel und um denselben im Wurzelbalg (Fig. 2). Aus letztern Befunde kann man zu der Ansicht kommen, dass sie in der Mutterzelle der Schuppe gebildet und bei Ausbildung der Schuppen an der richtigen Stelle abgelagert werden, also nicht da, wo sie gelagert sind, erst zur Ausscheidung gelangen.

Bei den „optischen“ Farben dürfte es praktisch sein, zwei Modi zu unterscheiden: entweder sie entstehen durch die besondern Verhältnisse einer Schuppe, oder es sind zwei verschiedene Schuppen nöthig zum Hervorbringen des Farbeneffectes.

Nach dem ersten Modus entsteht das blaue Schillern, das die Apaturiden zeigen, wie ich früher schon an der Hand von Abbildungen dargelegt habe¹⁾. Die Höckerleistchen stehen bei den schillernden Schuppen, welche meist ganz ohne Processus sind — wie ja die meisten Schüppchen, welche glänzenden Farben zu Grunde liegen, während dagegen die Schuppen mattgefärbter Falter (*Acherontia atropos*, Bombyciden, Saturniden) meist sehr grosse Processus tragen — enger bei einander als bei den andern, bei der tropischen *A. seraphina* mit ihrem viel intensivern Farbenspiel viel dichter als bei den matteren einheimischen Arten. Fällt das Licht von der Wurzel ein, so erscheinen die in Betracht kommenden Schuppen blau, sonst rothbis schwarz-braun, wie schon RÖSEL richtig beobachtet hat; bei *seraphina* in ersterm Falle blau, sonst theils schwarz-braun, theils an dem Ende, nach der Lichtrichtung verschieden weit, strahlend grün. Aus dem Bau der Schuppen konnte ich seiner Zeit feststellen, dass an den Kegelchenleistchen das Phänomen stattfinden muss; worauf aber das Verhalten bei verschiedener Einfallsrichtung der Lichtstrahlen beruht, gelang mir nicht herauszufinden.

Die eben dargelegten Verhältnisse sowie die Beobachtung, dass sich ein geringes Schillern diffus auf den Flügeln verschiedener verwandter Nymphalidengruppen erkennen lässt, berechtigten mich zu dem

1) l. c. p. 270—272.

Schluss, dass das Schillern sich diffus entwickelt haben müsse, im Gegensatz zu dem allseits sichtbaren Blau der Lycäniden, wovon nachher die Rede sein wird.

Die weissen Schuppen können (Pieriden) weisses Pigment (Harnsäure) enthalten. Meist ist weiss lediglich optische Farbe. Die Schuppen erscheinen bei in bestimmter Richtung auffallendem Licht oft blass gefärbt, besonders bläulich (s. o. S. 526 die Angabe über *Vanessa atalanta*). Hält man dies zusammen mit der That- sache, dass die meisten schillernden Farbeneffecte bläulich sind, so könnte man wohl zur Vermuthung kommen, dass die Ent- stehung blauer Interferenzfarben eben durch die Schichtungsverhält- nisse des Schuppenchitins überhaupt begünstigt ist. Die Falten der glashellen Membranen der Schuppenrückseiten erscheinen (z. B. bei Nymphaliden) im auffallenden Licht oft blau bis violett. Ich habe ihre Dicke zu ca. $0,5 \mu$ bestimmt. Die Wellenlängen der betreffenden Farben sind $0,41-0,46 \mu$; $\frac{1}{4} \lambda$ also gleich etwas über $0,1 \mu$. Die Verzögerung des an der Innenfläche reflectirten Strahles gegen den an der Aussenfläche reflectirten beträgt je nach der Einfallrichtung mehr weniger über $1,5 \mu$, woraus sich ergibt, dass sich je nach dem Einfallswinkel bald die blauen, bald die mehr violetten Strahlen durch Congruenz der Phasen verstärken werden. Dieses Phänomen kann also nach dem Princip der Interferenz dünner Blättchen erklärt werden, ohne dass man eine besondere Structur der Chitinmembran anzu- nehmen brauchte, kann also zur Erklärung der Entstehung des Schil- lerns nicht wohl herangezogen werden, ganz abgesehen davon, dass dies aus morphologischen Gründen unzulässig wäre; — ich halte es für nöthig, dies hervorzuheben, da thatsächlich Aehnliches behauptet worden ist. Die obigen physikalischen Ausführungen zeigen aber ferner, dass ohne ganz exacte Messungen, wozu mir die technischen Kenntnisse und die Apparate fehlen, positive Resultate nicht zu er- warten sind. Von dem Punkt an ist eben die Lösung des Problems Sache des Physikers, nicht des Zoologen.

Die Metallfarben, ebenso die metallisch irisirenden entstehen ebenfalls an der Vorderfläche der Schuppen, vielleicht liegen ähnliche physikalische Vorgänge zu Grunde wie bei den Metallen selbst. Dass dieselben von glatter Oberfläche sind und vorn und hinten convergirende glatte Chitinleisten tragen, habe ich oben (S. 525) schon beschrieben; hier sei nur noch gesagt, dass sie oft etwas aufgetrieben erscheinen, wie auch die perlmutterglänzenden weissen Schuppen.

Blau ist, soweit meine Erfahrung reicht, nie Pigmentfarbe. Bei

den *Lycaeniden* liegen in durchfallendem Lichte gelb erscheinende Schuppen ohne Processus und von glatter, leicht gerippter Oberfläche über dunkelbraun pigmentirten, welche das nicht an, resp. in den obern Schuppen zur Reflexion und bezw. Interferenz kommende Licht absorbiren. In ähnlicher Weise entsteht das Blau bei den *Vanessen* und ihren Verwandten. Sehr weit differenzirt sind die Schuppen, welche die seidenblaue Färbung von *Pap. ulysses* entstehen lassen. In Fig. 8, Taf. 36 habe ich eine derselben abgebildet. Sie erscheinen bei durchfallendem Licht roth-gelb. Ihre Vorderfläche ist durch Längs- und etwas niederere Querleistchen in ungefähr rechteckige Felder getheilt; bei auffallendem Lichte sieht man die Mitte jedes Feldes strahlend blau aufleuchten, ein reizendes Bild dem beobachtenden Auge bietend.

Man wird sich anlässlich dieser Erscheinung der erwähnten Angaben HAGEN's (s. o. S. 528) erinnern, dass häufig Interferenzfarben durch neben einander liegende kleine Vertiefungen bedingt seien. Wie die Betrachtung mit stärkerer Vergrößerung zeigt, entsteht die Interferenz innerhalb jedes Feldchens; HAGEN's Angabe kommt also nicht in Betracht, sondern das Phänomen ist durch den Bau der einzelnen Schichten der Schuppe und zwar von deren vorderer Platte bedingt, wie Beobachtungen an verletzten Schuppen beweisen. Wohl aber dürfte der weiche Seidenglanz, der das Blau des *P. ulysses* so schön erscheinen lässt, auf der besprochenen Felderung der einzelnen Schuppen beruhen.

Ein in säuerlicher Lösung grüner Farbstoff ist in den Schuppen grüner Falter von GRIFFITHS nachgewiesen; ich selbst habe stets gefunden, dass Grün nicht auf Pigmentirung beruht, sondern optische Farbe ist, die allerdings von eingelagerten Pigmentkörnern abhängig sein kann (*Geom. papilionaria*). Auch bei *Ino statices* ist die grüne Farbe, die uns das niedliche Thier zeigt, durch Lichtbrechung bedingt, nicht durch den in den Flügeln nachgewiesenen grünen Farbstoff (acide lépidoptérique). Eine Felderung, etwas anderer Art allerdings als bei *P. ulysses*, findet sich an den grünen Schuppen der Unterseite unserer *Thecla rubi*. Im auffallenden Licht erscheint die im durchfallenden röthlich-gelbe Schuppe satt braun und wie mit glänzenden gelb- bis blau-grünen Flitterchen übersät. Auch durch das Zusammenwirken zweier Schuppen kann Grün entstehen, so bei *Nematois*-Arten. Wir finden bei diesen gelbe durchsichtige, glänzende Schuppen über blau schillernden dunklen Schuppen gelagert.

Die schwarz-braunen Töne sind meist rein pigmentfarben, während

dem Schwarz zumeist nur wenig pigmentirte, stärker sculpturirte Schuppen zu Grunde liegen, es also auch zu den optischen Farben zu rechnen ist.

Den oben gegebenen Andeutungen über die physikalische Erklärung der Farbenercheinungen möchte ich nur noch den Hinweis darauf anfügen, dass die Schuppen häufig im durchfallenden Licht die Complementärfarbe zu der im reflectirten Licht sichtbaren zeigen, analog den NEWTON'schen Farbenringen. Natürlich liessen sich durch Beschreibung weiterer Einzelfälle noch mancherlei interessante Erscheinungen vorführen, indes glaube ich, das Gesagte genügt, zu zeigen, welcher Art die Phänomene zumeist sind.

Wir haben bis jetzt den feinern Bau sammt Befestigung und die Farben der Schuppen kennen gelernt, über die Anordnung derselben auf den Flügeln, die ja schon RÉAUMUR ausführlicher dargestellt, kann ich mich kurz fassen; bei den niedern Formen stehen sie bald ganz regellos, bald ungefähr in Bänder bildenden Gruppen, bei den höchst differenzirten dachziegelartig übereinandergreifend in ganz regelmässigen Querreihen, die mit einander in Verbindung stehen oder parallel verlaufen können.

Ausser den Schuppen finden sich noch andere Chitingebilde auf den Flügeln von Schmetterlingen, nämlich „Stacheln“. Bei Micropteryginen und Hepialiden sehen wir bei stärkern Vergrößerungen nach theilweiser Entfernung der Schuppen viel zahlreicher als die Schuppen, nicht in regelmässiger Anordnung, zierliche Chitinspitzen, kaum ein Zehntel so lang wie die Schuppen (Fig. 11 *st*, Taf. 36, von *Micropt. fastuosella*; um Raum zu sparen, ist die Schuppe relativ zu klein gezeichnet). Sie sind innen hohl und gehen continuirlich in die Haut des Flügels über, sind also nicht eingelenkt wie die Schuppen (cf. Fig. 10 *s*, Taf. 36). Ueber den ganzen Flügel verbreitet habe ich sie sonst nur bei gewissen Tineinen (*Incurvaria*, *Adela*, *Nematois*, *Nemophora* und den Nepticuliden) angetroffen, bei einzelnen andern Tineinen fanden sich vereinzelt ganz kleine Chitingebilde, die als rudimentäre Stacheln zu deuten sind. Localisirt indes kommen sie noch bei der Mehrzahl der Heteroceren vor und zwar am innersten Theil des Innenrands in weitester Verbreitung, aber auch am medialsten Theil des Vorderrandes (so bei Hepialiden, Tineinen, Micropteryginen). Betrachten wir den Innenrand eines Vorderflügels von einem *Hepialus* auf der Unterseite, so erkennen wir daselbst auf dem „Haftfeld“ (in Fig. 9, Taf. 36 ist ein Stück des Haftfeldes von *Galleris mellonella* dargestellt) keine Schuppen, wohl aber die

Stacheln dicht gedrängt, kräftiger, schräg zum Flügelrand, in grösserm Winkel im distalen Theil des Feldes, verlaufend. Bei den *Micropteryx*-Arten findet sich ebenfalls ein Hauffeld, die Stacheln sind in dem Innenrand in parallele Reihen geordnet, auch kräftiger als auf der übrigen Flügelfläche. Im Gegensatz zu der Richtung bei *Hepialus* stehen sie so, dass sie, senkrecht zum Innenrand gestellt, mit ihrer Spitze gegen den Vorderrand zeigen.

Ich war der Ansicht, dass die *Micropteryginen* mit den *Tineinen* (und *Nepticuliden*) enger zusammengehören, wobei erstere des vollständigen Geäders der Hinterflügel wegen als die primitivste Form anzusehen wären. Man könnte wohl versucht sein, aus dem erst-erwähnten Funde bei den *Hepialiden*, die ebenfalls ein nicht reducirtes Geäder der Hinterflügel aufweisen, auf eine nähere Verwandtschaft mit den *Micropteryginen* zu schliessen, wie es von Comstock¹⁾ aus dem beiden gemeinsamen Vorkommen eines *Clavus*, den er *Jugum* nennt, bei diesen beiden Familien geschehen ist.

Im Folgenden werde ich zeigen, dass diese Stacheln ursprünglich wie dem ganzen Insectenstamme der *Ortho-Neuropteriden* so auch allen Schmetterlingen zukamen. Ihr Vorhandensein kann daher lediglich verwandt werden, um die Differenzierungsstufe dieser Familien zu bestimmen, nicht aber ihre Verwandtschaft unter einander, da eben die Stacheln nicht Gebilde sind, die sich gerade bei diesen beiden Gruppen ausgebildet haben (was auch noch, für sich allein genommen,

1) J. H. Comstock, *Evolution and taxonomy, an essay on the application of the theory of natural selection in the classification of animals and plants illustrated by a study of the evolution of the wings of insects and by a contribution to the classification of the Lepidoptera*, in: *The Wilder Quarter-Century Book* Ithaca, N. Y. 1893. C's. „method differs from that commonly employed in being a constant effort to determine the action of natural selection in the modification of the form of organisms“ (p. 41). Es scheint mir sich bei der Eruirung der Phylogenie nur darum zu handeln, festzustellen, was ist die primitive Form, wie leiten sich von ihr die andern ab; die Thatsache der Evolution hat mit der DARWIN'schen Theorie absolut nichts zu thun; diese kommt erst ganz secundär in Betracht. Gerade darin beruht der phylogenetische Werth des Flügelgeäders, dass gewisse Verhältnisse für das Flugvermögen von geringerer Bedeutung, daher nicht schneller Umbildung ausgesetzt sind, zudem ist das Flugvermögen nicht gerade der Punkt, der zur Differenzirung der Hauptstämme der Lepidopteren geführt hat. So viel über C's. allgemeine theoretische Ansichten. Auffallend ist, dass er noch nicht hat über die ADOLPH'sche Theorie (cfr. fig. 3, tab. 3) hinauskommen können. p. 72 meint er: Two years after

uns nicht berechnete, auf eine nähere Verwandtschaft zu schliessen), sondern solche, die, ursprünglich allen zukommend, sich nur bei beiden Gruppen in der geschilderten Weise erhalten haben. Ich betone dieses Verhältniss, um Missdeutungen zu verhüten.

Wir wenden uns zunächst den genuinen Orthopteren, den ursprünglichsten Gliedern des Ortho-Neuropteridenstammes zu und wollen die Chitingebilde der Flügel bei *Blatta germanica* ins Auge fassen. Der Flügel erscheint durch Sculptur wie aus einzelnen Schüppchen zusammengesetzt, besonders an den verdickten Adern ist dies sehr deutlich; diese erscheinen in ihrem Oberflächenbild Tannenzapfen ähnlich.

Es finden sich auf den Adern (vereinzelt auch in der Nähe derselben) grössere, eingelenkte Haare, zahlreicher am Vorderrand und an der Flügelspitze, eine Anordnung, die uns wohl zu der Vermuthung, dass es Endapparate von Hautsinnesorganen seien, berechtigt. Ausserdem stehen über die ganze Flügelfläche zerstreut kleinere Chitinstacheln. An einer Stelle auf der Unterseite des Faltheils der Vorderflügel und an einer Stelle einwärts der Vorderrandsader auf der Oberseite der Hinterflügel sind beträchtlich stärkere

I had reached the conclusion that media is three-branched and cubitus only two-branched in the Lepidoptera, SPULER published a paper in which these facts are demonstrated in an entirely different way". — — „I was led to the correct understanding of the relation of these veins by a study of existing generalized forms (especially *Hepialis* [statt *Hepialus*, dieser Fehler findet sich überall in der Arbeit!] and *Castnia*); while SPULER's conclusions were based on a study of the ontogeny of certain butterflies". Dies ist nicht richtig; ich habe in meiner Arbeit (Zur Phylogenie und Ontogenie des Flügelgeäders der Schmetterlinge, in: Zeitschr. f. wiss. Zool., V. 53) zunächst gezeigt, wie phylogenetisch das Schema des Lepidopteregeäders (*Hepialus* und *Micropteryx*) abzuleiten ist, ausgehend von den wenig differenzierten (= generalized) Blattiden — genau dasselbe thut COMSTOCK; die gewonnenen Resultate habe ich dann an der Hand der Ontogenie controlirt und bestätigt gefunden, was C. nicht gethan hat. Wie soll man sich den citirten Ausspruch erklären, da er doch den Inhalt meiner Arbeit, die lang vor seiner erschien, gekannt haben muss, wie auch aus anderm hervorgeht? Der Gesichtspunkt seines Systems ist total verfehlt: das Vorhandensein eines Clavus kann nicht dazu führen, die Hepialiden, die zu den Cossiden etc. gehören, mit den Tineinen näher stehenden Micropteryginen zusammenzuziehen. Auch die übrige Anordnung der Familien ist vielfach ganz widersinnig, was für jeden Schmetterlingskenner klar zu Tage liegt, so dass ich einer Begründung meines Urtheils überhoben bin.

Stacheln zu einer dichtern Gruppe vereinigt; wir haben also schon hier die Ausbildung eines Haftfeldes zu constatiren.

Bei den Perliden, von denen wir *Perla virescens* betrachten wollen, sehen wir die Flügelmembran glatt. Auf den Adern, viel zahlreicher auf den dem Vorderrand näherstehenden, sehen wir, ebenso wie am ganzen Flügelrand, eingelenkte Chitinhaare, während auf der ganzen Flügelfläche recht grosse Chitinstacheln ¹⁾, beiderlei Gebilde viel zahlreicher als bei *Blatta*, stehen. Ein Haftfeld ist hier nicht vorhanden.

Für die Haare habe ich vermuthet, dass es Endapparate von Sinnesorganen seien, die Stacheln könnten Schutzorgane gegen Verletzungen beim Umherlaufen oder gegen das Nasswerden der Flügel sein.

Die gleichen Gebilde finden wir auch bei den Trichopteren, mit denen ja die Schmetterlinge, gerade die Micropteryginen und Hepialiden, in der Flügelbildung so nahe verwandt sind; die eingelenkten Organe, die „Haarschuppen“ sind nicht mehr auf Adern und Saum beschränkt, sondern über die ganze Flügelfläche verbreitet, immer sind die Stacheln in grösserer Zahl vorhanden als die Haarschuppen. Ein Stück der Flügelfläche von *Philopotamus scopulorum* ist in Fig. 12 abgebildet; das Bild zeigt uns ausser den Stacheln (s) 4 Befestigungsapparate von Haarschuppen (b). Ein „Haftfeld“ zeigen nicht alle Trichopteren. Bei *Philopotamus scopulorum* ist es nicht vorhanden, bei *Goëra flavipes* finde ich nur etwas enger und gleichgerichteter gestellte Stacheln, während *Hydropsyche* in grosser Ausdehnung kräftige Stacheln in regelmässigen Reihen, parallel dem Innenrand, besitzt.

1) PICTET, F. J., (Histoire naturelle générale et particulière des insectes névroptères, famille des Perlides, Genève Paris 1841) giebt (p. 45) an, dass auf den Flügeln, die dem blossen Auge glatt erscheinen, unter dem Mikroskop „de nombreux poils, portés chacun sur un petit tubercule“ sichtbar sind. — Er unterscheidet also nicht zweierlei Elemente. Bei der Schwierigkeit, dergleichen feinere Chitinstrukturen richtig zu sehen, hat er vielleicht, da er zu keiner ganz sichern Beobachtung kam, von den grössern eingelenkten (Sinnes?-) Haaren auf die Natur der kleinern Stacheln geschlossen. In der That ist es in Folge der mannigfaltigen Reflexion des Lichts an der gekrümmten Uebergangsstelle der Stacheln in die Flügelhaut nicht leicht zu entscheiden, ob dort nicht doch die Stacheln auf kleinen Sockeln aufsitzen. Indes glaube ich meiner Sache sicher sein zu dürfen, da die Bilder bei Perliden und Schmetterlingen dieselben sind und ich mich bei letztern auf Schnitten von dem Sachverhalt überzeugt habe.

Bei den Trichopteren sehen wir also, wie sich aus den Stacheln das Haftfeld formirt. Bei den Schmetterlingen ist es bei den meisten ziemlich begrenzt, schuppenfrei vorhanden, nur bei den wenigen Formen, welche über die ganze Flügelspreite noch die Stacheln besitzen, findet eventuell ein Uebergang zu dem andern Flügel statt. Auf die systematische Bedeutung der Uebereinstimmung von Tineinen (*Nemophora*, *Incurvaria*, *Adela*, *Nematois* und *Nepticula*) mit den Micropteryginen möchte ich nur hingewiesen haben, ein Eingehen auf diese schwierige Frage dürfte an dieser Stelle nicht angebracht sein. Bei „Spinnern“, Noctuen, Pyraliden, Phycideen und den meisten Tineinen findet sich das Haftfeld in mannigfaltigen Variationen, die indessen nie das Wesen des Gebildes alteriren. Dagegen habe ich es bei Sphingiden, Geometriden, Pterophorinen und Allucitinen sowie den Rhopaloceren nicht auffinden können.

Die Pterophorinen werden in neuerer Zeit in nähere Beziehung zu den Pyralo-Crambiden gebracht, wie mir scheint, mit Recht. Diese haben ein Haftfeld, die Pterophorinen nicht; dies dürfte wohl aus der Haltung etc. der Flügel bei letztern zu erklären sein, als Beweis gegen die Verwandtschaft der Gruppen kann es nicht verwerthet werden aus den früher erörterten Gründen.

Bei den Tagfaltern und den Spannern finden sich an der Stelle des Haftfeldes die von SCHNEIDER (s. o. p. 524) für diese Flügelstelle beschriebenen Schuppen, sie sind sehr gut befestigt und nicht in Querreihen wie die Schuppen des übrigen Flügels, sondern dicht gedrängt, je auf die Lücken angeordnet. Beide Faltergruppen stimmen unter einander in der Flügelhaltung überein. Sie tragen oft, die Tagfalter in der Ruhe, die Spanner nur vorübergehend, die Flügel nach oben zusammengeklappt; die Oberflügel werden dann mehr weniger zwischen die Unterflügel nach hinten eingesenkt. Auch bei der Ruhestellung der Spanner werden die Vorderflügel über die zumeist nicht gefalteten Hinterflügel geschoben, während bei den meisten Heteroceren die Hinterflügel in der Ruhestellung verschieden stark gefaltet sind. Ich vermute, dass eben diesem Verschieben der Flügel gegen einander die Stacheln ungünstiger waren, als es die federnden Schuppen sind, die sich an deren Stelle finden; auch die Sphingiden tragen in der Ruhe den vordern Theil der Hinterflügel nicht gefaltet; — allerdings ist dies nicht beweisend für obige Hypothese, denn es finden sich auch Falter mit Haftfeld, welche die Hinterflügel sogar nach vorn über die Vorderflügel schieben (Bombyciden), wenn auch hier die filzige, dichte Beschuppung zu bedenken ist. Mög-

lich, dass die Schuppen an Stelle eines Haftfeldes direct aus den Bildungszellen der Stacheln entstanden, wahrscheinlicher ist aber doch, dass dieses Haftfeld allmählich eingeschränkt wurde und schliesslich ganz verschwand, so dass also eine Umbildung der Stacheln in Schuppen nicht anzunehmen wäre.

Durch die hier mitgetheilten Thatsachen dürfte der Beweis erbracht sein, dass der ganze Ortho-Neuropteridenstamm die gleichen zwei Arten von Gebilden auf den Flügeln besitzt, somit auch bewiesen sein, dass die Haarschuppen der Trichopteren den Schuppen der Schmetterlinge entsprechen. Die Flügelbedeckung der Trichopteren ist phyletisch älter als die der Lepidopteren; nur wenige niedere, d. h. wenig differenzirte, Familien dieser zeigen noch das ursprüngliche Verhalten; den Trichopteren-Haaren ganz ähnlich sind noch die Schuppen gewisser *Psychiden*¹⁾; durch eine grosse Reihe erhaltener Zwischenformen gelangen wir schliesslich zu den höchst differenzirten, den asymmetrischen Tagfalterschuppen mit parallelen Seitenrändern und tiefem Sinus. Aus den verschiedenen Formen der Schuppen lassen sich nicht selten Schlüsse auf die Verwandtschaft der Familien ziehen; indes glaube ich, dass es keinen Zweck hat, Beispiele aufzuführen, denn nur im Zusammenhang mit der Betrachtung anderer Organe bekommen solche Vergleiche Werth; von dieser losgelöst, erscheinen sie als willkürliche Hypothesen.

Erlangen, Februar 1895.

1) Siehe A. SPULER, Zur Stammesgeschichte der Papilioniden, in: Zool Jahrb., V. 6, Abth. f. Syst., 1892, p. 479.

Erklärung der Tafeln.

Tafel 36.

Fig. 1. Querschnitt einer braunen Oberflügelschuppe von *Galleria mellonella*.

Fig. 2. Schuppenbalg von derselben Art, *r* Haltering.

Fig. 3. Schuppenbalg einer Normalschuppe von *Polyommatus phlaeas*.

Fig. 4. Schuppenbalg eines Innenrandhaares der Hinterflügel-Unterseite von *Lycaena alexis* ♀.

Fig. 5. Keulenförmige Schuppe mit wenig ausgeprägter Gliederung vom Duftfeld einer *Hesperia lineola*.

Fig. 6. Uebergangsform zu den eigentlichen „Gliederschuppen“ derselben Art.

Fig. 7. Basales Stück einer Gliederschuppe dieser Art.

Fig. 8. „Blaue“ Schuppe von *Papilio ulysseus*, von der Oberseite gesehen.

Fig. 9. Stück des „Haftfeldes“ von *Galleria mellonella*, von der Fläche gesehen.

Fig. 10. Längsschnitt durch das Haftfeld dieser Art, *s* Stacheln, längs getroffen, *a* Schuppenbalg mit Schuppe im Längsschnitt, *hy* Hypodermis, *r* Haltering.

Fig. 11. Theil des Flügels von *Micropteryx fastuosella*, von der Fläche gesehen, *st* Chitinstacheln. Die Schuppe ist um $\frac{1}{3}$ zu klein gezeichnet.

Fig. 12. Flügeltheil von *Philopotamus scopulorum*, von der Fläche gesehen, *st* Chitinstacheln, *b* Befestigungsapparate der Haarschuppen.

Die Otocyste von Mysis.

Bau, Innervation, Entwicklung und physiologische Bedeutung.

Von

Albrecht Bethe.

Hierzu Tafel 37.

Otocysten finden sich unter den Schizopoden nur bei den Mysiden. Im Gegensatz zu den Gehörblasen der Decapoden, mit denen diese Gebilde meist zusammen genannt werden, haben sie ihren Platz nicht im Basalglied der innern Antennen, sondern in der Wurzel der mittlern Schwanzanhänge, wodurch der Gedanke an einen genetischen Zusammenhang von vornherein in Wegfall kommt. Ich halte es daher nicht für einen Fehler, wenn ich die „Otocysten“ der Mysiden einer Betrachtung unterziehe, ohne auf die der Decapoden Bezug zu nehmen.

Die Otocysten wurden bei *Mysis flexuosa* im Jahre 1847 zuerst von FREY u. LEUCKART (2) aufgefunden, nachdem diese beiden Forscher lange vergeblich nach „etwaigen Gehörorganen“ bei diesem Thier gesucht hatten. Sie gaben davon etwa folgende Beschreibung: An der Basis der mittlern Schwanzanhänge findet sich eine helle Blase, welche „fast die ganze Dicke und Breite der Flosse einnimmt und ungefähr die Grösse von $\frac{1}{3}$ “ besitzt. In dieser Höhlung, welche überall geschlossen und mit Flüssigkeit erfüllt ist, liegt eine rundlich krystalinische Masse mit einem hellen Centrum und $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{4}$ “ gross, welche wir vorläufig einen Otolithen nennen wollen.“ Der Otolith hat die Gestalt einer rundlichen Scheibe, deren eine Seite flach ist, während die andere mit einer „centralen, nabelförmigen Hervorragung versehen ist“. Die Hervorwölbung liegt meist unten. In einem $\frac{2}{3}$ Kreise sind am Stein steife, z. Th. gebogene Haare befestigt, von

denen 5 besonders grosse zusammenstehen; die übrigen 40 sind von wechselnder Grösse. Zuerst stehen sie doppelt, nachher einfach als Fortsetzung der äussern Reihe. Der Stein besteht aus einer organischen Grundsubstanz, die weder durch Säuren noch durch Alkalien angegriffen wird und vermuthlich wie die Haare aus Chitin besteht. An die Grundsubstanz gebunden ist eine ziemliche Menge anorganischer Salze, namentlich kohlsaurer Kalk (mässiges Aufbrausen bei Anwendung von Säuren).

Eine sehr genaue Beschreibung unseres Organs giebt HENSEN (3) in seinen Studien über das Gehörorgan der Decapoden. Ausser diesen Arbeiten existiren noch einige spätere Beobachtungen von O. SARS (4), in denen aber nichts Wesentliches enthalten ist. Im Folgenden werde ich bei den einzelnen Theilen immer erst die HENSEN'schen Beobachtungen referiren und dann meine eigenen hinzufügen; doch halte ich es für angebracht, vorher erst einige Angaben über die Methoden, welche ich bei der Untersuchung angewandt habe, zu geben.

Ich untersuchte zunächst im Jahre 1893 in Klampenborg bei Kopenhagen frisches Material von *Mysis flexuosa* und ein Jahr darauf ebensolches in der Biologischen Anstalt auf Helgoland, wo mir Herr Prof. HEINCKE in liebenswürdigster Weise einen Platz zur Verfügung stellte. Zur Conservirung wandte ich verschiedene Reagentien an, vor allem Sublimat, Pikrinschwefelsäure und das von Dr. VOM RATH angegebene Pikrinosmium-Essigsäure-Platinchloridgemisch. Gefärbt wurde mittels Boraxkarmin, Hämatoxylin oder nach einem neuen, für besondere Zwecke ausgebildeten Färbungsverfahren mittels Anilinschwarz. Es zeigte sich nämlich im Laufe der Untersuchung die Schwierigkeit, die feinen Chitinhaare und Chitinlamellen deutlich sichtbar zu machen. Da das Chitin gelöste Farbstoffe sehr schwer aufnimmt oder wenigstens sehr schlecht festhält, so lag es nahe, eine Färbung anzuwenden, welche erst im Gewebe entsteht und zu gleicher Zeit in den angewandten Flüssigkeiten (Wasser, Alkohol, Xylol u. s. w.) unlöslich ist. Eine derartige Farbe ist das in der Technik vielfach angewandte Anilinschwarz¹⁾. Es ist nicht nur in Wasser, Alkohol, Xylol u. s. w., sondern auch in allen Alkalien und Säuren mit Ausnahme der Schwefelsäure unlöslich. Von concentrirter Schwefelsäure wird es aber auch

1) Die Constitution des Körpers ist nicht genau bekannt. Nach NIETZKI hat er, bei 100° getrocknet, folgende Zusammensetzung: $(C_6H_5N)_3HCl$. — Nach S. GRAWITZ (in: Compt. Rend., V. 113, p. 746—47) geht die Reaction folgendermaassen von Statten:



erst in der Wärme zerstört. Diese Widerstandsfähigkeit ist dadurch von wesentlichem Interesse, dass man sehr kleine Cruster, wie Cyclopiden und Daphniden, erst färben und dann in Kalilauge oder Natronlauge kochen kann, um die Eiweisssubstanzen zu lösen. Man findet die so gewonnenen Panzer in der Flüssigkeit sehr gut wieder, während sie ungefärbt wegen ihrer Durchsichtigkeit leicht den Blicken entgehen.

Der Farbstoff entsteht durch Oxydation von salzsaurem Anilin, $C_6H_5 \cdot NH_2 \cdot HCl$. Ich verfare zur Färbung von Schnitten ¹⁾ folgendermaassen: Die aufgeklebte Serie kommt für 3—4 Minuten in eine 10-proc. Lösung von salzsaurem Anilin, welcher ein Tropfen Salzsäure auf 10 ccm zugesetzt ist. (Die Lösung muss frisch bereitet sein, da sie sich an der Luft oxydirt.) Darauf spült man einen Augenblick in Wasser ab und legt den Objectträger mit den Schnitten nach unten in eine 10proc. Lösung von Kaliumbichromat, wobei in kurzer Zeit die Färbung eintritt. Gewöhnlich ist sie dann noch nicht intensiv genug, und man wiederholt deshalb den Process so oft, bis die Färbung den Anforderungen entspricht, darf aber nicht das Abspülen mit Wasser unterlassen, da man sonst Flocken von frei gebildetem Anilinschwarz ins Präparat bekommt. (Um dies zu vermeiden, werden auch die Objectträger umgekehrt in die Flüssigkeit gelegt.) Die Präparate sind zuerst grün und werden in Brunnenwasser oder ammoniakalischem Alkohol dunkelblau, ein Farbenumschlag, auf den schon NIETZKI aufmerksam gemacht hat. Durch die Säureempfindlichkeit der Färbung kommt es auch, dass die Präparate im Canadabalsam, welcher unter Luftabschluss nach meinen Erfahrungen immer freie Harzsäuren bildet, nach einiger Zeit grün und damit weniger ansehnlich und weniger differenzirt werden. Doch lässt sich durch Zurückbringen in ammoniakalischen Alkohol die blaue Farbe immer wieder hervorrufen. (In ähnlicher Weise verfährt man, um ganze Thiere zur nachherigen Behandlung mit Natronlauge zu färben.)

In den so behandelten Präparaten ist das Chitin schön blau und scharf begrenzt. Die Kerne nehmen eine tiefblaue Farbe an und zeigen ebenso wie das Protoplasma sehr viele Details, wie man sie mit Hämatoxylin nicht schöner erzielt. Besonders gut sichtbar wird die Quer- und Längsstreifung der Muskeln, und in dieser Beziehung lässt die Färbung Hämatoxylinpräparate hinter sich. Ein Uebelstand,

1) Am besten eignen sich für diese Methode in Sublimat oder heissem Alkohol conservirte Objecte.

den zu vermeiden mir bisher nicht gelungen ist, ist, wie schon gesagt, das Grünwerden und Verblässen im Balsam.

Die Telsons, welche geschnitten werden sollten, wurden vorher 8—14 Tage in 40proc. Alkohol gelegt, welchem successive eine berechnete Menge Salpetersäure zugesetzt wurde, so dass am Ende eine 20proc. Salpetersäure erreicht wurde. Es wird dadurch, wie bekannt, das Chitin erweicht, und zu gleicher Zeit lockert sich der Stein, so dass man häufig gute Schnitte durch denselben erhält.

Die Cyste.

Nach HENSEN ist die in der Wurzel der Innenäste des sechsten Abdominalbeinpaares liegende Blase von ovaler Form und nach hinten zu in eine Spitze ausgezogen. Ihre Wand besteht aus einer unmessbar feinen Chitinlamelle. In Uebereinstimmung mit FREY u. LEUCKART giebt er an, dass die Blase vollkommen geschlossen und der Raum mit dem äussern Medium in keiner Verbindung steht. Doch findet er, dass der Ort, an dem bei der Entwicklung die Einstülpung erfolgte, noch deutlich als Rinne auf der Aussenseite des Schwanzanhanges oberhalb der umsäumenden Haarreihe sichtbar ist. Er giebt auch eine Abbildung eines Querschnittes durch die Rinne, welcher zeigen soll, dass es eben nur eine Rinne und keine Communication ist. In die Höhle hinein wölbt sich von unten das Sinnespolster.

Meine Befunde weichen davon in einigen Punkten ab: Die Blase erscheint, von oben gesehen, eiförmig, die ziemlich scharfe Spitze nach hinten gerichtet und das Ganze in der Längsaxe des Schwanzanhanges orientirt. Auf Längsschnitten (Fig. 1) zeigt sie sich nach unten hin ziemlich flach, nach oben stark gewölbt. Auf dem flachen Boden erhebt sich der Sinneshügel, welcher sich auf der Aussenseite durch eine Einbuchtung des Epithels markirt. Auf Querschnitten (Fig. 3) durch den Sinneshügel hat die Blase eine unregelmässig nierenförmige Gestalt, und man bemerkt an denselben, dass der Sinneshügel nicht horizontal liegt, sondern von der Horizontalen etwa 45° abweicht, so dass die Flächen beider Sinneshügel nahezu senkrecht auf einander stehen, was mir nicht ohne Belang zu sein scheint.

Von LEUCKART (1) wurden zuerst die „Gehörorgane“ der Crustaceen in zwei Gruppen getheilt, in geschlossene „Hörblasen“ mit einem sehr regelmässigen Otolithen und offene „Hörblasen“ mit meist vielen unregelmässigen Steinen. Diese Trennung wurde auch von HENSEN beibehalten und zum ersten Typus die betreffenden Organe von *Sergestes*, *Leucifer*, *Mysis*, *Hippolyte* und *Phyllosoma*, zum zweiten die

aller übrigen gerechnet. Nun finde ich, dass bei *Mysis* eine deutliche und constante Oeffnung der Blase vorhanden ist, wodurch diese Eintheilung an Halt verliert.

Die Oeffnung lässt sich mit ziemlicher Deutlichkeit an Chitinskeleten, welche durch Kochen der Schwänze mit Kalilauge hergestellt sind, oder an abgeworfenen Panzern wahrnehmen. Mit vollkommener Sicherheit wird sie aber erst auf Schnittserien festgestellt, und es ist wohl der Grund dafür, dass sie den Autoren entgangen ist, in dem frühern Mangel an einer geeigneten Schnittmethode zu suchen. Die Oeffnung ist ziemlich klein und liegt am hintern Ende der Cyste, gerade an der Stelle, wo HENSEN die Rinne abbildet (Fig. 2). Der untere Rand der spaltförmigen Oeffnung springt nach innen mit einem Wulst vor und ist auf der Oberseite ausgekehlt. In diese Kehle greift der obere, schmale Rand der Oeffnung ein, so dass ein beinahe vollkommener Schluss erzielt wird. Zudem wird der Eingang noch durch die seitliche Haarreihe bewehrt. Nach vorn und hinten setzt sich der Spalt noch als Rinne fort, und ich glaube, dass der von HENSEN abgebildete Querschnitt durch diesen Theil gelegt ist.

Der Otolith (Statolith VERWORN).

HENSEN sagt von den Otolithen: „Diesen Bildungen ist, das ist wahr, kein besonderes Gewicht beizulegen, aber ihre Betrachtung hat schon deshalb voranzugehen, weil sie bis jetzt den Kernpunkt der Untersuchungen und Fragen bildeten“. Diese Ansicht von der Unwesentlichkeit des Steines entsprach der damaligen Anschauung von der Gehörfunctio n unseres Organs. Heute, wo wir annehmen, dass die Otocysten vorzugsweise ein Organ der Gleichgewichtserhaltung sind, liegt ihre Wichtigkeit auf der Hand, denn erst durch den Stein kann das Organ zur Orientirung im Raum dienen. Die Form des Otolithen von *Mysis spinulosus* ist nach HENSEN meist rund oder oval. Unten ist er flach, oben stark gewölbt und zeigt oben noch einen buckelförmigen Aufsatz. Bei jeder Häutung wird der Stein mitsammt dem die Blase auskleidenden Chitin abgeworfen, eine Thatsache, über die sich HENSEN sehr wundert, da er die Blase für geschlossen hält. Der Stein zeigt eine radiäre Streifung, welche von dem krystallinischen Aufbau herrührt, und ausserdem concentrische Kreise, die HENSEN in drei Gruppen theilt: Trennungslinien, Schichtungslinien und Reflexlinien. Von den Trennungslinien sind zwei sehr scharf sichtbar. Die äussere „scheint dasjenige Stadium des Wachstums unseres Steines zu bezeichnen, von wo aus der Stoffansatz langsamer geschah und

daher Schichtung entstanden ist. Bemerkenswerth ist auch, dass die Haare, welche in den Stein eindringen, immer nur bis an sie herantreten, dort aber die Rinne selbst etwas von ihrer Schärfe einbüsst“. Die innere Trennungslinie umgrenzt eine unregelmässige Steinmasse, die oft Vacuolen enthält. Die Schichtungslinien sind zum Theil concentrisch um den Steinmittelpunkt gelegen (Hauptschichtungslinien), zum Theil um einzelne Haare oder Haargruppen (specielle Schichtungslinien). Er glaubt, dass die Haare den Mineralstoff nicht ausschwitzen, weil am Eintritt der Haare kleine Lücken im Stein vorhanden sind, sondern dass sich der Stoff an den Haaren zunächst nicht absetzt und dass sich bei der Ausfüllung der Lücken die speciellen Schichtungslinien bilden. Die Bildung des Steins hat er nicht beobachten können. Er fand ihn schon fast fertig bei einem Thier, das gleich nach der Häutung starb, woraus er auf ein sehr schnelles Wachstum schliesst. Die Grössenverhältnisse der Steine schwanken nach dem Alter des Thiers und der Dauer seit der letzten Häutung. Ueber 0,21 mm grössten Durchmesser fand er nie.

Ueber das chemische Verhalten des Steines sagt HENSEN etwa Folgendes: Er löst sich nicht in concentrirten Säuren, auch nicht beim Erwärmen. Lässt man ihn einige Tage in verdünnten oder concentrirten Säuren liegen, „so löst er sich völlig, vielleicht mit Zurücklassung von ganz wenig häutiger Materie, aber die Haare bleiben ungelöst zurück“. Als Base fand er Kalk, eine Säure konnte er nicht nachweisen. In einer Fussnote giebt er noch folgende nähere Notiz: „Herr Prof. HIMLY hat nun noch die Güte gehabt, mit der Substanz von 200 Steinen die folgende Analyse aufzuführen. Er fand, dass die in Salpetersäure gelöste Masse keine Phosphorsäurereaction mit molybdänsaurem Ammoniak gab, dass in Phosphorsalz sich die Substanz klar löste, und dass, nachdem sie mit SO_3 geglüht war, im Rückstand sich Kalk und Schwefel nachweisen liess. Danach wäre die Säure flüchtig, was, combinirt mit den andern Reactionen, im hohen Grad wahrscheinlich macht, dass die unorganische Masse des Steines Fluorcalcium sei. Eine Anätzung von Glas ist nicht sicher erhalten worden.“

Die Steine von *Mysis flexuosa* sind nach meinen Untersuchungen denen von *M. spinulosa* sehr ähnlich. Die Form der Steine ist, von oben gesehen, ein gedrungenes Oval (Fig. 11), von der Seite oder im Quer- respective Längsschnitt (Fig. 4 u. 5) gesehen, schwach nierenförmig. Einen Buckel, wie er von den Autoren (LEUCKART u. FREY [2]) angegeben wird, habe ich nicht beobachtet. Auch habe ich nie Steine

von einem Längsdurchmesser von 0,5 mm zu Gesicht bekommen. Meine grössten Steine sind 0,3—0,33 mm lang.

Ueber das Verhältniss von Länge, Breite und Höhe giebt folgende kleine Tabelle Aufschluss:

| | | | | |
|--------|-------|-------|-------|-------|
| Länge | 0,323 | 0,255 | 0,240 | 0,255 |
| Breite | 0,285 | 0,225 | 0,217 | 0,225 |
| Höhe | 0,156 | 0,135 | | |

Die Dimensionen verhalten sich also wie $0,255 : 0,225 : 0,135 = 51 : 45 : 27 = 17 : 15 : 9$. Das ist ungefähr ein Verhältniss von 6:5:3.

Von oben betrachtet, sieht man die von HENSEN mit dem Namen Trennungslinien belegten Kreise sehr deutlich (Fig. 11 *itr* u. *atr*). Ausserdem sieht man eine Anzahl undeutlicher concentrischer Kreise, welche HENSEN treffend Schichtungslinien nennt (Fig. 3, 4, 5 u. 11). Der krystallinische Aufbau, welcher sich durch radiäre Streifung kundthut, ist sowohl am ganzen Stein als auch an Schnitten deutlich zu sehen.

Die Deutung der beiden „Trennungslinien“, welche HENSEN giebt, scheint mir nicht richtig zu sein. Man bemerkt nämlich auf Schnitten durch den Stein (Fig. 3 u. 5), dass die „Kernmasse“ HENSEN's, in der ich Vacuolen nie gesehen habe (sie färbt sich mit Hämatoxylin hellblau, mit Anilinschwarz dunkelblau) nicht erst an der innern „Trennungslinie“ beginnt, sondern den ganzen Raum füllt, welcher durch die äussere „Trennungslinie“ (*atr*) gekennzeichnet wird. Durch Glühen wird der Kern zerstört, was auf eine organische Zusammensetzung hindeutet. Er ist deutlich zweischichtig (die Stelle, an der beide Schichten zusammenhängen, ist häufig durch eine deutliche Linie markirt, Fig. 5 u. 11 *mtr*), und die anorganische Masse liegt als Mantel um ihn herum. Unten wird der Mantel sehr dünn und lässt in der Mitte ein meist nicht regelmässiges Loch, welches bei der Betrachtung von oben sich nach meiner Meinung als die innere „Trennungslinie“ (Fig. 11 *itr*) darstellt. An derselben Stelle zeigt auch der Kern gemeinlich eine Einstülpung. Es scheint, als ob der organische Kern den anorganischen Mantel, der in seiner Dicke je nach der Dauer seit der letzten Häutung (?) sehr variiert, ausscheidet.

Für die Haare sind im Mantel cylindrische Canäle vorhanden, welche sich nach aussen trichterförmig erweitern (Fig. 4). Die Haare treten nun durch diese Canäle bis in den Kern hinein, eine Thatsache, die sich nur an gefärbten Schnitten mit Sicherheit auffinden lässt. An frischen Steinen lassen sich die Haare überhaupt nicht im

Stein verfolgen, und das, was HENSEN als Haar gesehen hat und was an der äussern „Trennungslinie“ aufhört, glaube ich als die deutlich sichtbaren Canäle deuten zu dürfen.

Die Substanz des Steins unterwarf ich einer nähern chemischen Untersuchung. Ich fand zunächst ebenso wie HENSEN und HIMLY als Base Kalk. Dass die Säure flüchtig sei, ging aus dem Verhalten gegenüber concentrirter Schwefelsäure hervor. In der Kälte tritt zunächst eine Veränderung nicht ein oder wenigstens sehr langsam (keine Kohlensäure). Dagegen erfolgt beim Erwärmen auf 100° lebhaft Gasentwicklung, welche nach etwa $\frac{1}{2}$ Stunde aufhört. Das Reactionsproduct besteht aus einem Haufen von radiär angeordneten Gypskristallen, welcher auf den ersten Blick wenig Verschiedenheit vom normalen Aussehen des Steines zeigt und sich bei längerem Erwärmen allmählich in der Schwefelsäure auflöst.

Um die Frage zu entscheiden, ob die flüchtige Säure, wie HENSEN vermuthete, Fluorwasserstoff ist, probirte ich ein modificirtes Verfahren aus zum Nachweis sehr geringer Fluormengen, zu dem ich die erste Anregung von Herrn Apotheker SCHUSTER in Stettin erhielt.

Zum Nachweis sehr geringer Fluormengen mittels der Glasätzungs-methode kommt es auf Dreierlei an:

1) Der Luftraum, in welchem sich das Fluorwasserstoffgas auflöst, muss möglichst klein sein.

2) Die angewandte Menge von Schwefelsäure muss möglichst gering sein, damit so wenig wie möglich von dem Gas von der Flüssigkeit absorbirt wird.

3) Das Entweichen des Gases muss ganz ausgeschlossen werden.

Diese Bedingungen werden am besten erfüllt, wenn man in eine Bleiplatte Grübchen bohrt, welche nur gerade so gross sind, dass sie die Substanz und den Bruchtheil eines Tropfens Schwefelsäure, den man aus einer feinen Capillare zufließen lässt, aufnehmen können und dann noch einen ganz kleinen Luftraum freilassen. Auf das Tiegelchen wird mittels Paraffin von 80° Schmelzpunkt luftdicht ein Deckglas gekittet, das ebenfalls mit Paraffin überzogen ist und in das einige Buchstaben mit einer feinen Nadel eingeritzt sind. (Natürlich muss man sich davon überzeugen, dass die Nadel des Glas nicht ritzt und dass die Glassorte von Schwefelsäuredämpfen nicht angegriffen wird.) Hierauf überlässt man das Ganze für 3 Stunden einer Temperatur von $45-50^{\circ}$, reinigt das Deckglas von Paraffin und betrachtet es mit dem Mikroskop.

Mittels dieses Verfahrens gelingt es noch, Fluorwasserstoff in einer

Menge von 0,0001 g Fluorcalcium nachzuweisen, was einem Gewicht von ungefähr 0,00005 g Fluor entspricht.

Ich stellte zunächst den Versuch mit einer grössern Menge von Otolithen (350) an und fand mit Sicherheit, dass Fluor in denselben enthalten ist.

Danach suchte ich die kleinste Menge von Otolithen, welche noch eine deutliche Reaction auf Fluor zeigt, um daraus einen Schluss ziehen zu können, ob das Fluor die einzige im Stein enthaltene Säure ist.

Für 50 geglühte und getrocknete Steine fand ich ein Gewicht von 0,00065 g. Es wiegt also ein Stein ungefähr 0,000013 g. Ich fand nun, dass 10 Steine (0,00013 g) noch eine ganz deutliche Reaction geben, und da die kleinste Menge von reinem Fluorcalcium, welche bei gleicher Reactionszeit und gleicher Temperatur noch nachweisbar war, 0,0001—0,00012 g betrug, so kann man annehmen, dass die anorganische Substanz der Otolithen in der Hauptsache aus Fluorcalcium besteht. In einzelnen thierischen Geweben (Zähne) sind geringe Mengen von Fluorcalcium nachgewiesen worden, die Thatsache aber von einem Vorkommen fast reinen Fluorcalciums, und zwar im Vergleich zu der Grösse des Thieres in bedeutender Menge, steht im ganzen Thierreich vereinzelt da. Die Thatsache ist so interessant, dass ich versuchen will, bei späterer Gelegenheit über die Art und Weise der Ablagerung etwas ausfindig zu machen. Sich ohne nähere Beobachtungen in Speculationen einzulassen, ob der Stein synthetisch entsteht, oder ob das Material an Fluorcalcium in gelöster Form an den Ort der Ablagerung geschafft wird, ist zwecklos.

Warum nun bei *Mysis* der Stein aus Fluorcalcium und nicht wie bei den meisten übrigen Thieren, bei denen Otolithen vorkommen, aus Calciumcarbonat (Wirbelthiere, Mollusken und einige Crustaceen) besteht, ist auch schwer zu entscheiden. Möglich, dass das höhere specifische Gewicht des Fluorcalciums (3,2) gegenüber dem des Calciumcarbonats (2,6—2,8) und die grössere Resistenz gegen äussere Einflüsse eine Rolle dabei spielen.

Das Basalpolster, die Sinneshaare und ihre Innervirung.

Ueber das Basalpolster giebt HENSEN keine morphologischen und histologischen Details. Ueber die Haare macht er etwa folgende Angaben: Sie stehen in einem Kreisbogen von kaum $\frac{2}{3}$ eines ganzen Kreises. Am meisten distal stehen 5 grössere und stärkere Haare, von denen wieder die beiden ersten und die drei letzten eine engere

Gruppe bilden. Darauf kommt ein grösserer Zwischenraum, auf den in ununterbrochener Reihe die feinem und kürzern Haare folgen, etwa 57 an Zahl. Die grosse Lücke des Kreises liegt distal und innen. Ihr gegenüber stehen die Haare in doppelter und dreifacher Reihe, sonst einfach. Diese Verdoppelung will er dadurch erklären, dass der Stein hier einer besondern Stütze bedarf, weil gegenüber keine Haare stehen. Doch kann ich nicht behaupten, dass diese Einrichtung vom mechanischen Standpunkt aus sehr praktisch und zweckmässig wäre, indem eine Verdoppelung der Stützen in der Nähe der Lücke einen viel bedeutendern Effect ausüben würde.

Ueber die Haare giebt er vielerlei Einzelheiten, indem er charakteristische Unterschiede zwischen diesen und den gewöhnlichen Haaren findet. Sie stehen auf einem Porencanal, dessen Wandungen einen grössern und einen kleinern Wulst (Zahn) aufweisen. Am centralen Theil zeigen sie einen eigenthümlichen Fortsatz, die Lingula. Eingelenkt sind die Haare durch eine sehr zarte Kugelmembran. Wie vom RATH (5) mit Recht bemerkt, kommen aber eine Menge Haare an Crustaceen vor, welche Uebergänge zu starren Haaren darstellen, so dass die Eigenthümlichkeiten, welche HENSEN den „Hörhaaren“ allein zuschreibt, nicht typisch sind.

Was die Innervirung der Haare anbetrifft, so sagt HENSEN über *Mysis* speciell nichts; die damaligen Methoden würden auch schwerlich ein genaueres Studium derselben zugelassen haben. Doch giebt er über die Innervirung der „freien Hörhaare“ am Schwanz von *Palaemon* genauere Details, welche ich hier erwähnen muss. Er fand, dass der Nerv, welcher vom Bauchstrang herkommt, sich in einzelne Fasern auflöst, welche zu den einzelnen Haaren hinlaufen. In einiger Entfernung von den Haaren zeigen sie eine Anschwellung, in welcher ein birnförmiger Kern liegt (Ganglienzelle). Von da an wird der Nerv dünner (Chorda) und tritt durch den Porencanal in das Haar, wo er sich an der „Lingula“ festsetzt. Ebenso sollen die Verhältnisse bei den Hörhaaren der andern untersuchten Cruster, auch bei *Mysis*, liegen.

Ehe ich auf meine eigenen Befunde eingehe, ist es nöthig, erst einen Blick auf unsere Kenntniss der Sinneshaare der Crustaceen im Allgemeinen zu werfen.

LEYDIG und CLAUS beschrieben zuerst Gruppen von Zellen, welche unter den einzelnen Sinneshaaren liegen und die sie Ganglion nannten. LEYDIG konnte den daraus hervorgehenden Faden nur bis an die Haare verfolgen, während CLAUS (8) ihn bis in die Spitze der Haare verlaufen sah, zusammen mit einer streifigen Substanz, welche von

Zellen der Matrix herrührt. Er hat in verschiedenen Arbeiten betont, dass sowohl der periphere wie der centrale Fortsatz des „Ganglions“ mit den Zellen desselben in Verbindung steht.

Später hat VOM RATH in verschiedenen Arbeiten seine Befunde über die Innervirung der Sinneshaare von Myriapoden, Insecten und Crustaceen niedergelegt und seine Auffassung als von derjenigen von CLAUS verschieden hingestellt. Mir scheint der Unterschied lediglich in den Bezeichnungen zu liegen, welche beide Forscher für die einzelnen Theile anwenden. VOM RATH (6) nimmt für sich in Anspruch, zuerst gesagt zu haben, dass der vom Centrum kommende Nerv mit den einzelnen Zellen des „Ganglions“ oder, wie er es nennt, der „Gruppe von Sinneszellen“ in Verbindung steht und dass die Fortsätze dieser Zellen ins Haarlumen eintreten, während CLAUS den Nerv durch das Ganglion durchtreten lassen soll. Ich habe in den mir bekannten Arbeiten von CLAUS eine diesbezügliche Stelle nicht finden können, und gerade die Stellen, welche VOM RATH zur Kenntlichmachung des Unterschieds der Auffassungen anführt, zeigen, dass die Auffassung von CLAUS der seinigen in der Hauptsache entspricht.

Diesen Resultaten, welche mit den bisher üblichen und bewährten histologischen Methoden gefunden waren, stehen die Befunde von RETZIUS (9), welche er mit Hülfe der EHRlich'schen Methylenblau-methode an *Palaemon* gemacht hat, ziemlich unvereinbar gegenüber. Er fand, dass die einzelnen sensiblen Nervenfasern, an denen hin und wieder ein länglicher Kern liegt, sich unterhalb der Haare büschelförmig auflösen und dass die feinen, perlschnurartigen Aestchen die Epidermis durchspinnen und sich hoch hinauf in die Haare verzweigen. Periphere Ganglienzellen sollen nicht vorhanden sein und die beobachteten, länglichen Kerne den Scheiden der Nervenfasern angehören. Die letzte Angabe hat er dann in einer spätern Arbeit (10) dahin modificirt, dass die Kerne vielleicht doch dem Nerv angehörten und dass diese Gebilde den schon vor langem von LEYDIG und andern beschriebenen Sinneszellen entsprächen.

Vor kurzem ist nun eine Arbeit von VOM RATH (7) erschienen, in welcher er seine Resultate mittels der Methylenblau- und Chromsilbermethode an einem reichhaltigen Arthropodenmaterial niederlegt. Er hat im Gegensatz zu RETZIUS immer Zellen tingirt oder incrustirt gefunden, welche an der Stelle liegen, an der in gewöhnlichen Präparaten die Gruppe von Sinneszellen sichtbar wird. Diese Zellen senden einen unverzweigten Ausläufer bis in die Spitze des Sinneshaares, einen andern proximalwärts, der sich im Centralorgan

verzweigt. Nervenfasern, welche sich büschelförmig auflösten, hat er nie weder mit der einen noch mit der andern Methode zu Gesicht bekommen.

Damit stimmen auch die Befunde von ALLEN (11) überein, welcher an jungen Hummern Terminalzellen mit Methylenblau zur Darstellung brachte, deren Ausläufer er bis ins Bauchmark verfolgen konnte, wo sie sich T-förmig verzweigen.

Ich selber habe in Helgoland an mehreren Crustern mit Methylenblau gearbeitet und Resultate erhalten, welche mit denen von vom RATH völlig übereinstimmen. Besonders gute Resultate erhielt ich an den Antennen von *Pagurus*, *Mysis* und *Crangon* und an den äussern Schwanzanhängen von *Mysis*. Leider dringen Fixirflüssigkeit so schwer ein, dass haltbare Präparate nie erzielt wurden. Bei dem Versuch, die gefärbten Stücke der Länge nach zu spalten und sie dann zu fixiren, läuft die zähflüssige Substanz der Zellausläufer zu einzelnen Klumpen zusammen, so dass nichts mehr daran zu sehen ist. Man muss sich also auf die Betrachtung frisch gefärbter Objecte beschränken.

Zu den beiden Abbildungen von *Pagurus* (Fig. 10) und *Mysis* (Fig. 9), die ich hier beigebe, ist nur zu bemerken, dass sich merkwürdiger Weise immer nur eine Zelle mit ihren Ausläufern färbt, obwohl, wenigstens bei *Pagurus*, eine Gruppe von Zellen unter jedem Haare liegt. Bei *Mysis* habe ich sowohl in den äussern Schwanzanhängen als auch in der sogenannten Oberlippe mit den herkömmlichen Methoden immer nur eine, weit vom Haar entfernte Sinnes- oder Ganglienzelle gefunden. Eine Verzweigung des peripheren Ausläufers habe ich eben so wenig wie vom RATH gesehen, und ich bin geneigt, die bezüglichen Befunde von RETZIUS für postmortale Veränderungen zu halten. Ein Nerv, der so varikös ist wie die von RETZIUS bei *Palaemon* abgebildeten, ist sicher nicht normal. Jeder variköse, perl-schnurartige Nerv ist ein Kunstproduct, das auf Zusammenziehung der zähflüssigen Nervenmasse beruht, wie ich mich oft bei der Beobachtung frisch gefärbter Nerven überzeugt habe.

Was die Nomenclatur dieser Elemente anbelangt, so finde ich den Namen Sinnesnervenzelle recht passend, und ich würde denselben auch für die Elemente der Spinalganglien der Wirbelthiere in Vorschlag bringen. Wer ihn zuerst angewandt, ist mir nicht bekannt. Das Wort „Sinneszelle“ dagegen würde ich nur da anwenden, wo es sich um periphere Zellen handelt, welche nicht per continuitatem, sondern per contiguitatem mit einem Nerven in Verbindung stehen,

wie die Hörzellen, die MERKEL'schen Zellen und die Zellen der Geschmacksbecher (12) und Endplatten (13) der Wirbelthiere.

Nach diesem Excurs kehre ich zu der Beschreibung der Otocyste zurück.

Das Basalpolster liegt, wie schon oben erwähnt, nicht horizontal, sondern im Winkel von 45° geneigt auf der äussern, untern Seite der Blase. Es ist von rundlicher Form und ist wie die ganze Blase mit einer ziemlich dünnen Chitinschicht überzogen. (Sie ist ungefähr viermal so dünn wie die äussere Chitinschicht der Schwanzanhänge.)

Auf dem Polster sind die Haare (entsprechend der Befestigung im Stein, Fig. 11) in etwas weniger als einem $\frac{3}{4}$ -Kreis angeordnet, dessen Oeffnung nach innen und hinten liegt. Unter den Haaren unterscheiden sich die hintern fünf, welche in einer besondern Gruppe stehen, von den übrigen durch grössere Stärke. Die übrigen Haare sind alle ziemlich gleichartig, und ihre Gestalt wird am besten aus der Abbildung (Fig. 4) ersichtlich. Ihre Zahl beträgt etwa 57—60. Sie stehen durchweg in zwei Reihen, einer innern und einer äussern angeordnet, jedoch rücken sie da, wo sie entfernter von einander stehen, nämlich an den beiden Enden des Bogens, beinahe in eine Reihe zusammen. Andererseits stehen sie an einer Stelle, das ist gegenüber der haarfreien Stelle, so dicht beisammen, dass einzelne aus dem Zusammenhang gedrängt werden und eine dreizeilige Aufstellung vorgetäuscht wird. Die Haare stehen nun immer so zu einander, dass die der innern Reihe in den Lücken der Haare der äussern Reihe stehen, so dass bei wechselseitiger Verbindung ihrer Mittelpunkte eine Zickzacklinie entstehen würde (Fig. 6). Die Canäle im Stein für den Eintritt der Haare liegen ebenfalls in zwei Reihen, einer obern und einer untern, und auch hier steht ein oberer Canal auf der Lücke der beiden untern.

Auf Querschnitten und Längsschnitten senkrecht zum Basalpolster und auf Horizontalschnitten (Fig. 1, 3, 4 u. 7) sieht man nun, dass unterhalb der Haarreihen eine tiefe, schräg nach innen gerichtete und kreisförmige Rinne verläuft, deren Wände aus einer nach oben hin doppelten Reihe langgestreckter Kerne besteht. Von den zugehörigen Zellen aus ziehen feine Streifen in das Innere der Haare und zwar von der innern Zellenreihe aus in die Haare der innern Reihe und von der äussern in die der äussern Reihe (Fig. 4). Wir haben es in diesen Zellen offenbar mit den haarbildenden Zellen, mit den Matrixzellen zu thun.

Auf Längsschnitten (Fig. 1) sieht man nun innerhalb des Basalpolsters

und auf der proximalen Aussenseite langgestreckte Zellen liegen, deren charakteristische Querschnitte man auch auf Querschnitten (Fig. 4) wiederfindet. Die Zellen sind vor allem durch ihren hellen Kern mit dunklen, wandständigen Chromatinanlagerungen, der nach der Peripherie zu in eine lange, dünne Spitze ausgezogen ist, kenntlich. Auf Schnitten, die mit Hämatoxylin oder Anilinschwarz gefärbt sind, kann man den peripheren Ausläufer der Zellen häufig bis an die Haare verfolgen, so dass die Vermuthung, dies seien die Sinnesnervenzellen, nahe liegt. Durch die Anwendung der GOLGI'schen Chromsilbermethode wird diese Vermuthung zur Gewissheit. (Methylenblau wurde an mehr als 200 Exemplaren in Bezug auf die Otocyste vergeblich angewandt, und auch mit der GOLGI'schen Methode erhielt ich nur einmal ein befriedigendes Resultat.) Ich konnte an einem solchen Präparat die Ausläufer der in Frage stehenden Zellen einerseits weit nach dem Centrum hin, andererseits ein Stück weit in die Haare hinein verfolgen (Fig. 1). Aus andern Präparaten konnte ich aber mit ziemlicher Sicherheit ersehen, dass der Nerv bis in die Spitze des Haares läuft und nicht, wie HENSEN angiebt, an der Lingula sich ansetzt. Diese Sinnesnervenzellen liegen ziemlich zerstreut, nie in besondern Gruppen zusammen, und ihre Zahl ist gewiss nicht grösser als die der Sinneshaare, so dass ich überzeugt bin, dass zu jedem Haar nur je eine Sinnesnervenzelle gehört. Ich trete damit einer Angabe von O. VOM RATH (5) entgegen, wonach er bei *Mysis* unterhalb der Basis eines jeden „Hörhaares“ eine deutliche Gruppe von Sinneszellen gesehen hat. Ich glaube, dass er die Matrixzellen der Haare mit ihren langgestreckten Kernen für Gruppen von Sinneszellen angesehen hat, ein Irrthum, in den ich selbst verfallen war, ehe ich die wirklichen Sinnesnervenzellen entdeckte.

Die „freien Hörhaare“ (HENSEN).

HENSEN fand am Kopf und an den mittlern Schwanzanhängen von *Mysis* eigenthümliche Haare mit starker Befiederung und sehr dünner Kugelmembran, welche er freie Hörhaare nannte. Ich will hier nur beiläufig einige kurze Bemerkungen über dieselben machen. Die Angabe HENSEN's, dass sich dicht an der Insertion der innern Schwanzanhänge auf der obern Fläche ein Polster von etwa 35 Haaren medial und eins von 6 Haaren lateral befindet, kann ich bestätigen. Auf Schnitten (Fig. 1 u. 12) sieht man unter den Haaren eine grosse Menge langgestreckter Kerne (Matrixzellen) ähnlich denen des Sinnespolsters liegen. Ganz in der Tiefe und etwas nach vorn findet man

die Sinnesnervenzellen in mässiger Anzahl. Sie zeigen ebenso wie die des Sinnespolsters eigenthümlich langgeschwänzte Kerne, und es scheint auch hier immer nur eine Zelle zu je einem Haar zu gehören.

Die Entwicklung der Otocyste.

Auf dem Stadium, auf dem die Entwicklung der Otocyste beginnt, sind die Schwanzanhänge noch nicht ganz hervorgewachsen, so dass die erste Bildungsstätte unterhalb des Afters liegt, von dem die Otocyste beim ausgewachsenen Thier ein ganzes Stück entfernt ist. Die erste Anlage findet, wie schon NUSBAUM (21) kurz erwähnt hat, in der Weise statt, dass sich am obern, seitlichen Rande der mittlern Schwanzanhänge eine einfache Einstülpung des Epithels bildet (Fig. 13). Diese horizontale, ziemlich spaltförmige Einstülpung erweitert sich bald nach der Mitte, nach oben und nach vorn, während die Einstülpungsöffnung, die spätere Communication mit dem Wasser, sich nicht weiter ausdehnt. Sie bleibt überhaupt sehr lange Zeit unverändert, und erst kurz vor dem Ausschlüpfen fangen die für das ausgewachsene Thier beschriebenen Falten, welche den Eingang in die Otocyste schützen, an sich zu bilden.

Die erste Differenzirung in der so gebildeten Höhle ist die Hervorwölbung des Basalpolsters. Ehe diese ganz vollendet ist, streckt sich an der Peripherie des Polsters ein Theil der Kerne in die Länge und senkt sich zur Bildung der kreisförmigen Rinne in die Tiefe (Fig. 14). Zur selben Zeit und noch ehe die Einsackung vollendet ist, treten zuerst kopfwärts, also ausserhalb vom Sinnespolster, langgestreckte, horizontal liegende Kerne auf, welche den spätern Sinnesnervenzellen zu entsprechen scheinen (Fig. 14 *snz*). Wo sie herkommen, konnte nicht festgestellt werden. Zur selben Zeit beginnen auch die Zellen der äussern Epithellage, welche über und vor der Otocyste liegen, sich zu strecken und in die Tiefe zu rücken, um später die Matrixzellen der „freien Hörhaare“ zu bilden (Fig. 14 *ma fr*).

Nach der nächsten embryonalen Häutung erhalten die Schwanzanhänge ihr eigenes Chitin, während sie bis dahin insgesamt von einer embryonalen Chitinhaut umgeben waren, und auch in der Otocyste tritt zum ersten Mal ein Chitinüberzug auf. Auf diesem Stadium sind die Kerne der Sinnesnervenzellen schon sehr deutlich, und die Anlage der freien Hörhaare zeigt sich in Uebereinstimmung mit derjenigen der Haare der Cyste als drei rinnenförmige Einsackungen, nämlich eine für das laterale, aus 6 Haaren bestehende Polster und zwei für das mediale, bei welchem die Haare in 4 Reihen stehen (Fig. 15). Der rinnenförmige Charakter verwischt sich bei den „freien Hörhaaren“

des ausgewachsenen Thieres (Fig. 12), während er bei den Haaren der Otocyste bestehen bleibt.

Ueber das erste Auftreten der Haare und die Bildung des Steines kann ich keine Angaben machen. Kurz vor dem Ausschlüpfen ist noch keine Spur von beiden vorhanden, während sie sich bei ganz jungen Thieren schon vollkommen ausgebildet vorfinden.

Ueber die physiologische Function der Otocyste.

Seit der grundlegenden Arbeit von GOLTZ „Ueber die physiologische Bedeutung der Bogengänge des Ohrlabyrinths“ ist es die Ansicht vieler Physiologen gewesen, dass die Bogengänge in Verbindung mit den Otolithenapparaten ein Gleichgewichtsorgan der Wirbelthiere seien. Die Frage ist viel erörtert, aber immer noch nicht einem völligen Abschluss entgegengebracht worden. Ich selber stehe auf dem Standpunkt, dass die Otolithenapparate thatsächlich ein Gleichgewichtsorgan sind, und habe vor kurzem einige Untersuchungen (15) veröffentlicht, welche neues Beweismaterial beibringen.

Erst verhältnissmässig spät wurde die Ansicht ausgesprochen, dass auch die Otolithenapparate wirbelloser Thiere Gleichgewichtsorgane sein möchten.

ENGELMANN (17) und VERWORN (18) machten in dieser Hinsicht Versuche an Ctenophoren, über die ich schon in einer frühern Arbeit (14) eingehend berichtet habe. DELAGE (19) machte zuerst eingehende Versuche über die Ausfallerscheinungen nach Exstirpation der Otocysten an Crustaceen und Cephalopoden. Er fand nach Exstirpation der Otocysten in Verbindung mit Blendung der Augen schwere Gleichgewichtsstörungen.

Sehr interessante und wirklich viel beweisende Versuche machte KREIDL (20) an *Palaemon*. Er liess den Thieren, nachdem sie sich gehäutet hatten, kein anderes Material, um die Otolithen zu ersetzen, als Eisenstaub. (Diese Thiere bilden nämlich ihre Otolithen nicht selbst, sondern stopfen sich Sand und dergleichen mehr in die Otocysten.) Naherte er nun den Thieren, welche eiserne Otolithen hatten, von der Seite einen Magneten, so legten sie sich auf die andere Seite, indem durch die Anziehung der eisernen Otolithen und die Biegung der Haare nach dieser Seite für sie die Vorstellung hervorgerufen wird, sie neigten den ganzen Körper nach dieser Seite hin.

Was unser Thier anbelangt, das wohl die ausgebildetste Otocyste hat, die überhaupt unter den Crustaceen vorkommt, so bin ich wohl der einzige, der ausser DELAGE Versuche an demselben angestellt hat.

Ich habe dieselben schon in einer frühern Arbeit (17) niedergelegt, aber vor kurzem noch einige weitere Versuche gemacht, die ich hier anführen will. Ich postulierte damals, dass ein Thier, dem die Gleichgewichtsorgane genommen sind, in der Lage schwimmen müsse, welche ihm durch die Form seines Körpers zukommt, das ist bei der ventral ziemlich stark gekrümmten *Mysis* die Rückenlage. Ich fand auch thatsächlich, dass unser Thier nach Exstirpation beider Otocysten vorzugsweise in der Rückenlage schwimmt und nur am Boden des Gefässes durch Vermittlung des Tastgefühls die Bauchlage wieder gewinnt. Zugleich stellte ich fest, dass eine Blendung des Gesichts, wie es DELAGE für nöthig erachtete, um die Orientation durch dasselbe auszuschalten, keinen wesentlichen Einfluss auf die Erhaltung des Gleichgewichts ausübt. — Meine damaligen Versuchsthiere starben immer sehr bald, meist schon 1 bis 2 Tage nach der Operation. In diesem Sommer gelang es mir, operirte Thiere 8 Tage am Leben zu erhalten, und ich fand an diesen, dass etwa 2 Tage nach der Operation eigenthümliche Ersatzercheinungen auftreten. Man sieht nach dieser Zeit, dass die Thiere nur noch selten auf dem Rücken schwimmen, vielmehr gemeinlich in einer allerdings sehr schwankenden Bauchlage sich umherbewegen. Der Grund dieser sonderbaren Erscheinung wurde mir bald klar durch Vergleich mit normalen Thieren. Während das normale Thier beim Schwimmen das Abdomen nach unten gekrümmt trägt (Fig. 16), sucht das operirte Thier dasselbe nach oben zu biegen, so dass die grössere Krümmung auf der dorsalen Seite liegt (Fig. 17). Durch diese Veränderung in der Haltung wird naturgemäss eine Verlagerung des Schwerpunkts und eine Veränderung der Widerstand leistenden Flächen bewirkt, durch die eine allerdings ziemlich labile, mechanische Gleichgewichtserhaltung in der Bauchlage erzielt wird, wie man sowohl leicht an getödteten Thieren, denen man diese Stellung giebt und die man in Wasser sinken lässt, als auch an Wachsmoellen, die man in Alkohol sinken lassen muss, beweisen lässt.

Interessant ist es auch, dass ein normales Thier, das man in einen geschlossenen Cylinder gebracht hat, beim Umdrehen des Gefässes sich durch reflectorische Bewegungen mit umdreht, während das operirte Thier sich ganz der allmählichen Umdrehung überlässt, welche durch die mechanische Erhaltung des Gleichgewichts hervorgerufen wird. Ein Beweis dafür, dass es nur die Haltung ist, welche das vor längerer Zeit operirte Thier in der Bauchlage erhält, ist auch der Umstand, dass es Platzveränderungen durch Schwanzschläge nicht ausführt und, wenn es mit Gewalt dazu gezwungen wird, dass es

dann in Folge der Veränderung der Haltung umkippt, was beim normalen Thiere niemals vorkommt.

Exstirpirt man nur einen Schwanzanhang, so treten deutliche Störungen auf, die ich hier nicht weiter erörtern will. Es geht aber aus denselben hervor, dass die Otocyste der einen Seite nicht ersatzfähig ist für die der andern Seite, sondern dass die geordnete Körperbewegung und Gleichgewichtserhaltung auf der Correlation beider Cysten beruht. Ich stelle es mir so vor, dass bei ganz gleichmässiger Erregung beider Sinnesapparate, also bei horizontaler Bauchlage, das Thier das Gefühl einer normalen Lage hat und dass bei ungleichmässiger Erregung, welche bei schiefer Lage des Körpers eintritt, reflectorisch so lange balancirt wird, bis wieder ein Gefühl der Gleichmässigkeit eintritt.

Dass die Mysiden wirklich hören können, habe ich in Uebereinstimmung mit HENSEN schon an andern Orte (14) berichtet. Ich habe da auch gesagt, dass sie nach Exstirpation der Schwanzanhänge weniger empfindlich gegen Töne sind. Ob das nun auf die Fortnahme der Otocysten oder auf Verletzung der „freien Hörhaare“ zurückzuführen ist, kann ich noch nicht entscheiden. Da es nun also noch nicht ausgeschlossen erscheint, dass unser Organ auch der Gehörfunctio dient, so habe ich den vortrefflichen Ausdruck „Statocyste“, welcher von VERWORN (18) vorgeschlagen ist, noch nicht angewandt, sondern den alten Ausdruck „Otocyste“ vorläufig beibehalten. Jedenfalls haben wir es aber in den Otocysten vor allem mit Gleichgewichtsorganen zu thun.

Zum Schluss spreche ich meinem hochverehrten Lehrer Herrn Professor Dr. R. HERTWIG meinen Dank aus für das grosse Interesse, welches er an der vorliegenden Arbeit genommen hat.

Literaturverzeichniss.

- 1) LEUCKART, in: Archiv für Naturgesch., Jahrg. 19, V. 1, 1853, p. 255.
- 2) FREY und LEUCKART, Beiträge zur Kenntniss wirbelloser Thiere mit bes. Berücks. d. Fauna d. nordd. Meeres, Braunschweig 1847.
- 3) HENSEN, Studien über das Gehörorgan der Decapoden, in: Zeitschr. f. wiss. Zool., V. 13, 1863.
- 4) SARS, G. O., Histoire naturelle des Crustacés d'eau douce de Norvège, 1867.
- 5) VOM RATH, Zur Kenntniss der Hautsinnesorgane der Crustaceen, in: Zool. Anzeiger 1891, No. 365/66.
- 6) — Ueber die von C. CLAUS beschriebene Nervenendigung in den Sinneshaaren der Crustaceen, *ibid.*, 1892, No. 386.
- 7) — Ueber die Nervenendigungen der Hautsinnesorgane der Arthropoden nach Behandlung mit der Methylenblau- und Chromsilbermethode, in: Berichte Naturf. Gesellsch. Freiburg i. B., V. 9, Heft 2.
- 8) CLAUS, Ueber das Verhalten des nervösen Endapparates an den Sinneshaaren der Crustaceen, in Zool. Anz., 1891, No. 375.
- 9) RETZIUS, Biolog. Untersuchungen, Neue Folge, V. 1, Stockholm 1890.
- 10) — Neue Folge, V. 4, Stockholm 1892.
- 11) ALLEN, Studies on the nervous system of Crustacea, 1, in: Quart. Journ. Microsc. Sc. 1894.
- 12) ARNSTEIN, Die Nervenendigungen in den Schmeckbechern der Säuger, in: Arch. Mikrosk. Anat., V. 41, 1893.
- 13) BETHE, Die Nervenendigungen im Gaumen und in der Zunge vom Frosch, *ibid.*, V. 44, 1894.
- 14) — Ueber d. Erhalt. d. Gleichgewichts, in: Biolog. Centralbl., V. 14, No. 3.
- 15) — Zweite Mittheilung, *ibid.*, V. 14, No. 16.
- 16) GOLTZ, Ueber die physiologische Bedeutung der Bogengänge des Ohrlabyrinths, in: PFLÜGER's Arch. ges. Physiol., 32. J., 172.
- 17) ENGELMANN, Ueber die Function der Otolithen, in: Zool. Anz., 1887.
- 18) VERWORN, Gleichgewicht und Otolithen-Organ, in: PFLÜGER's Arch. ges. Physiol., V. 50, p. 423.
- 19) DELAGE, in: Arch. Zool. expér. et gén. (Sér. 2), V. 5, 1887.
- 20) KREIDL, in: Ber. k. Acad. Wiss. Wien, V. 102, Abth. 3, p. 149.
- 21) NUSBAUM, in: Arch. Zool. expér. et gén. (Sér. 2), V. 5, 1887.

Figurenerklärung.

Tafel 37.

Alle Zeichnungen mit Ausnahme von Fig. 16 und 17 sind mit dem Zeichenapparat von LEITZ entworfen. Die Vergrößerungen beziehen sich auf LEITZ'sche Systeme.

Allgemeine Bezeichnungen:

is Innerer Schwanzanhang (Innenast des sechsten Abdominalbeins),
as Aeusserer Schwanzanhang (Aussenast des sechsten Abdominalbeins),
tel Telsonschuppe, *ot* Otolith, *ma* Matrixzellen der Haare, *frh* „Freie Hörhaare“, *sns* Sinnesnervenzellen.

Fig. 1. Längsschnitt durch die rechte Otocyste senkrecht zum Basalpolster (die Richtung ist durch den Pfeil *x* in Fig. 3 angegeben) nach einem Boraxkarmin-Präparat. Der Nervenverlauf eingezeichnet nach einem Golgi-Präparat. *sp* Spitze der Otocyste, *fg* Fasern, welche von den Sinneszellen der distalen Haare kommen. Vergr. I \times 7, verkleinert.

Fig. 2. Querschnitt durch den Eingang zur Otocyste (Schnitt- richtung Fig. 1, Pfeil *e*). Vergr. I \times 7, verkleinert.

Fig. 3. Querschnitt durch die Mitte des Basalpolsters (Schnitt- richtung Fig. 1, Pfeil *m*). Vergr. I \times 7, verkleinert.

Fig. 4. Querschnitt durch das Basalpolster (Schnitt- richtung Fig. 1, Pfeil *m*). Nach einem Präparat, das mit Anilinschwarz gefärbt ist. Vergr. I \times 7, auf $\frac{1}{2}$ verkleinert. *man* Anorganischer Mantel mit den Canälen, durch welche die Haare eintreten, *k* homogener organischer Kern.

Fig. 5. Längsschnitt durch den Otolithen. Man sieht den anorganischen Mantel den homogenen, zweischichtigen, organischen Kern einschliessen. Vergr. I \times 7, verkleinert. *itr* „Innere Trennungslinie“, *atr* „äussere Trennungslinie“, *mtr* die Linie, in der die beiden Schichten des Kerns zusammenstossen.

Fig. 6. Stück eines Schnittes parallel zum Basalpolster durch den Ansatz der Haare nach einem Anilinschwarzpräparat. *ch* Chitinbekleidung des Basalpolsters, *h* birnförmiger Querschnitt der Haare. (Die Kante der Haare setzt sich als erhabener Wulst auf die Chitinlamelle fort). *p* Porencanal, in der Mitte der Querschnitt des Nervenfadens. Vergr. I \times 7.

Fig. 7. Schnitt parallel zum Basalpolster durch den oberen Theil der von den Matrixzellen gebildeten Rinne nach einem Anilinschwarz-

präparat. (Schnittrichtung Pfeil *y*, Fig. 3). Zwischen den Kernreihen die Querschnitte der Nervenfasern *nf*. Vergr. I \times 7.

Fig. 8. Zwei Sinnesnervenzellen aus dem Basalpolster nach einem mit Anilinschwarz gefärbten Längsschnitt. Vergr. II \times Oelimmersion $1/12$, verkleinert.

Fig. 9. Aeusserer Schwanzanhang von *Mysis* nach einem frischen Methylenblaupräparat. Vergr. I \times 3, auf $2/3$ verkleinert.

Fig. 10. Spitze der innern Antenne von *Pagurus*. Nach einem frischen Methylenblaupräparat. (Von der grossen Anzahl von Haarreihen ist nur eine zur Darstellung gebracht.) Vergr. I \times 3, auf $2/3$ verkleinert.

Fig. 11. Otolith von *Mysis* von unten gesehen. Bezeichnungen wie in Fig. 5. Vergr. I \times 7, verkleinert.

Fig. 12. Querschnitt durch die Gegend der „freien Hörhaare“. *frhi* Innere Gruppe, *frha* äussere Gruppe, *qun* Querschnitt des Nerven. Vergr. I \times 3.

Fig. 13. Querschnitt durch die erste Anlage der Otocyste. *d* Darm, *o* Otocystenanlage. Vergr. I \times 7, auf $1/2$ verkleinert. Nach einem Anilinschwarzpräparat.

Fig. 14. Längsschnitt durch ein späteres Stadium. *mafr* Matrixzellen der „freien Hörhaare“, *o* Otocystenanlagen. Vergr. I \times 7, auf $1/2$ verkleinert. Nach einem Boraxkarmin-Präparat.

Fig. 15. Querschnitt durch die Anlage der „freien Hörhaare“. Noch späteres Stadium. Vergr. I \times 7, stark verkleinert. Anilinschwarz. *ag* Anlage der äussern Gruppe, *cg* die beiden Anlagen der innern Gruppe.

Fig. 16. Normale Haltung des Thieres beim Schwimmen.

Fig. 17. Haltung des Thieres vier Tage nach Exstirpation der Otocysten.

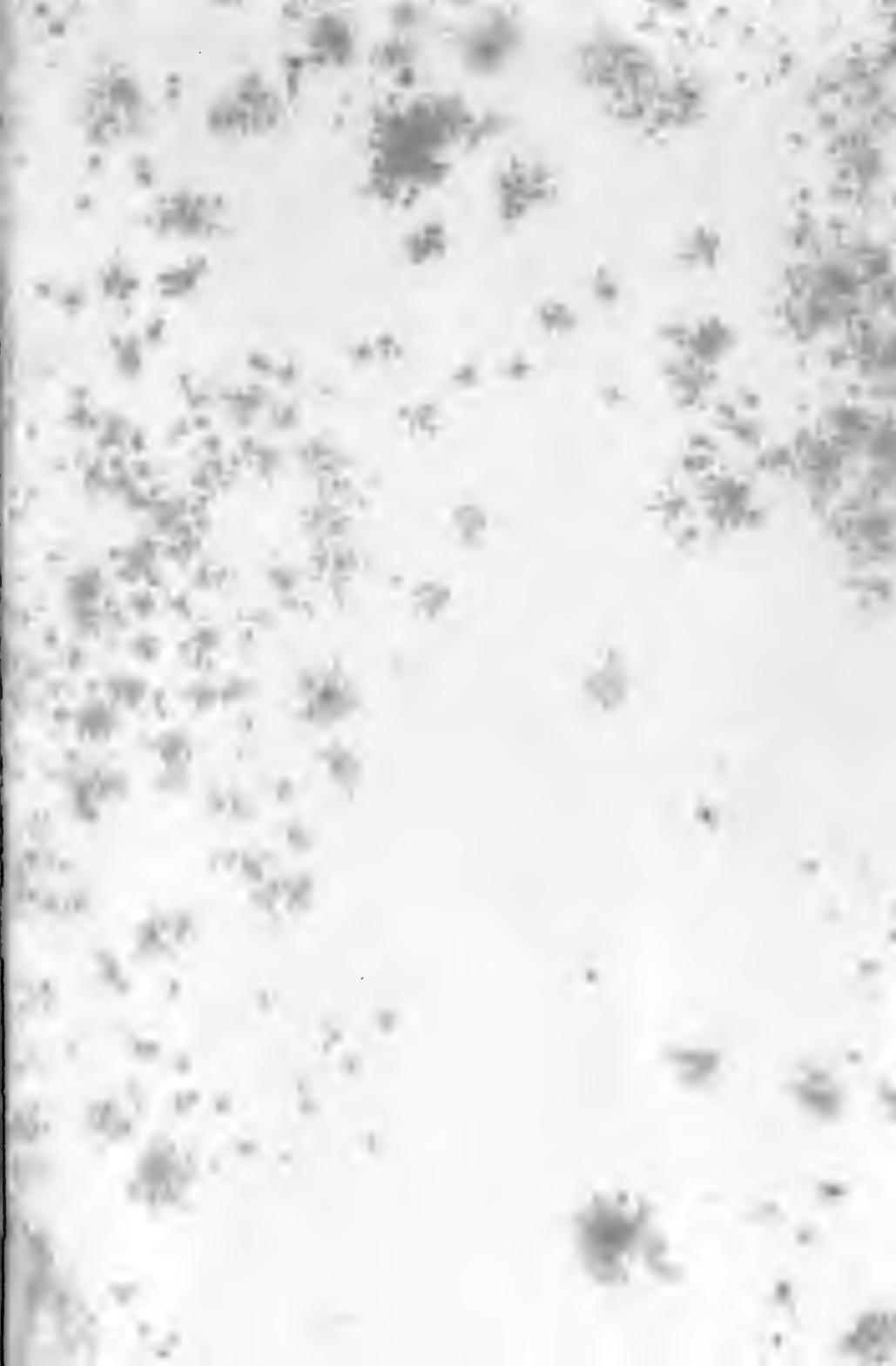


Fig. 1.

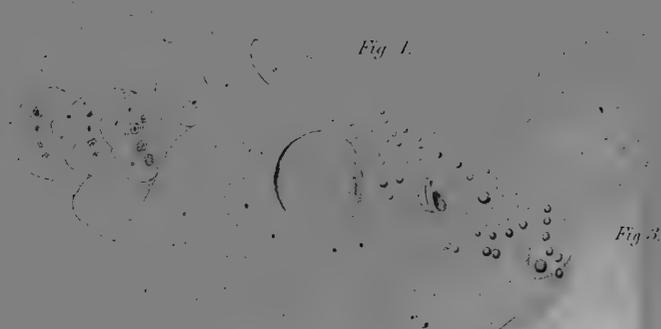


Fig. 3.

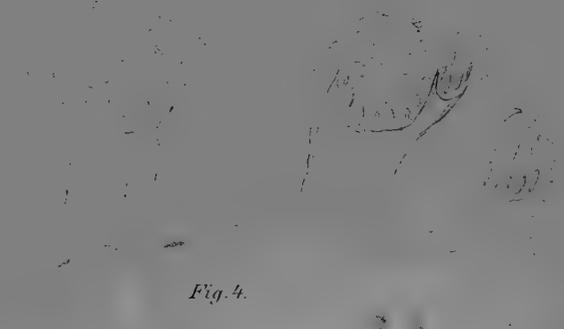


Fig. 4.

Fig. 5.

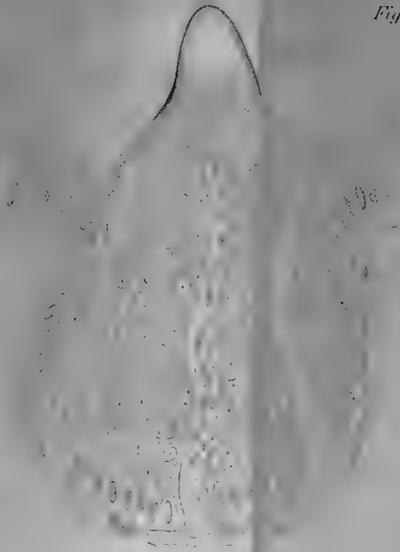


Fig. 4a.

Fig. 6.

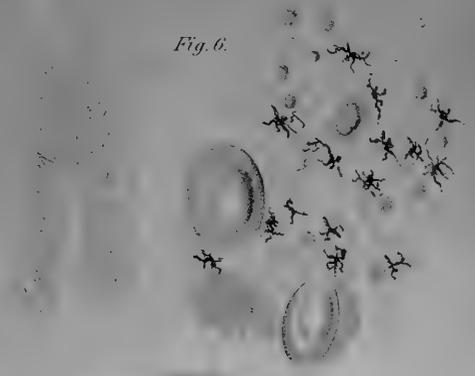


Fig. 2.

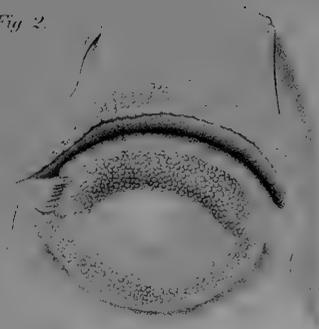
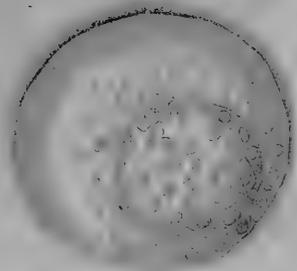


Fig. 2a.

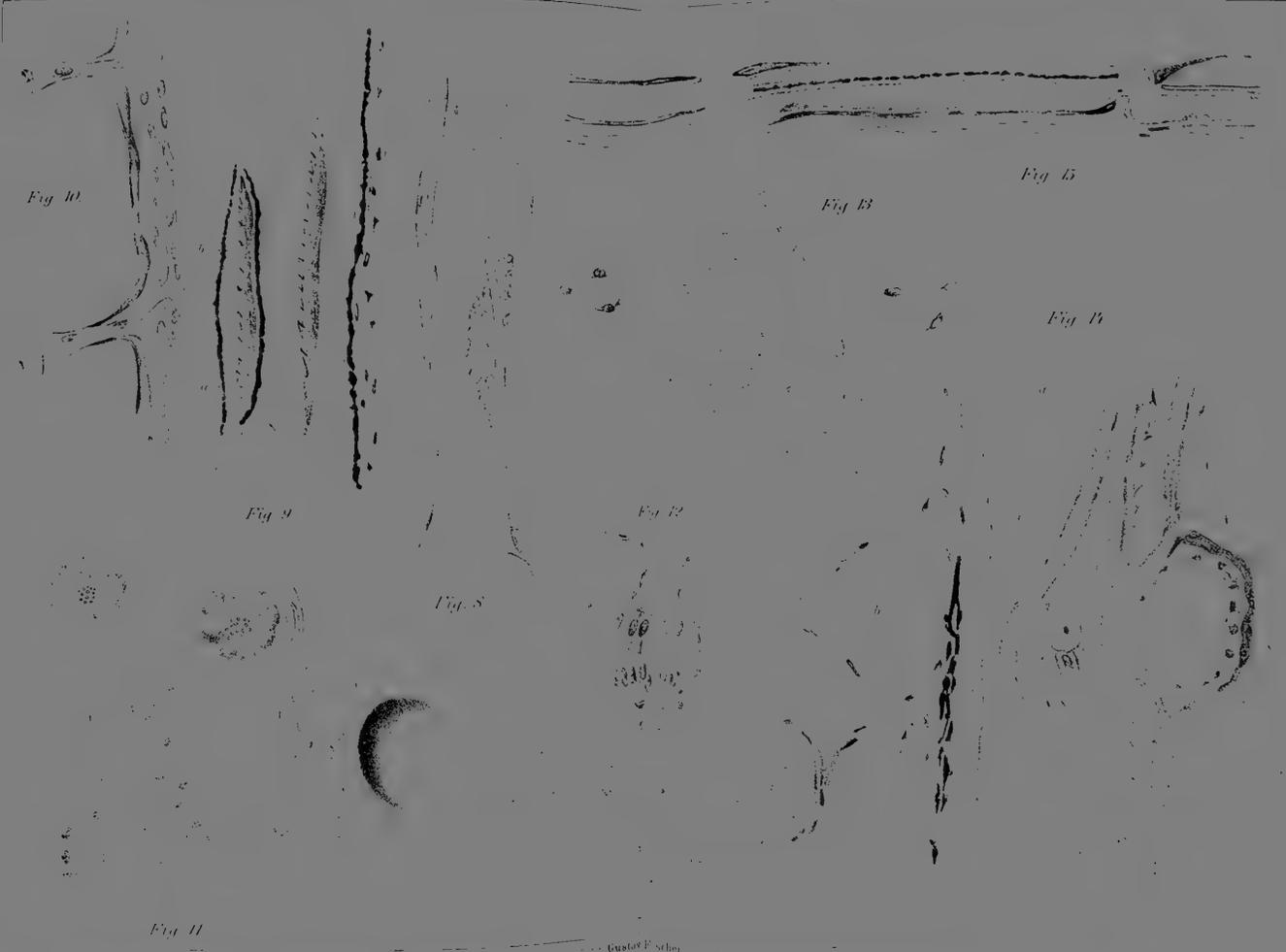


Fig. 7.









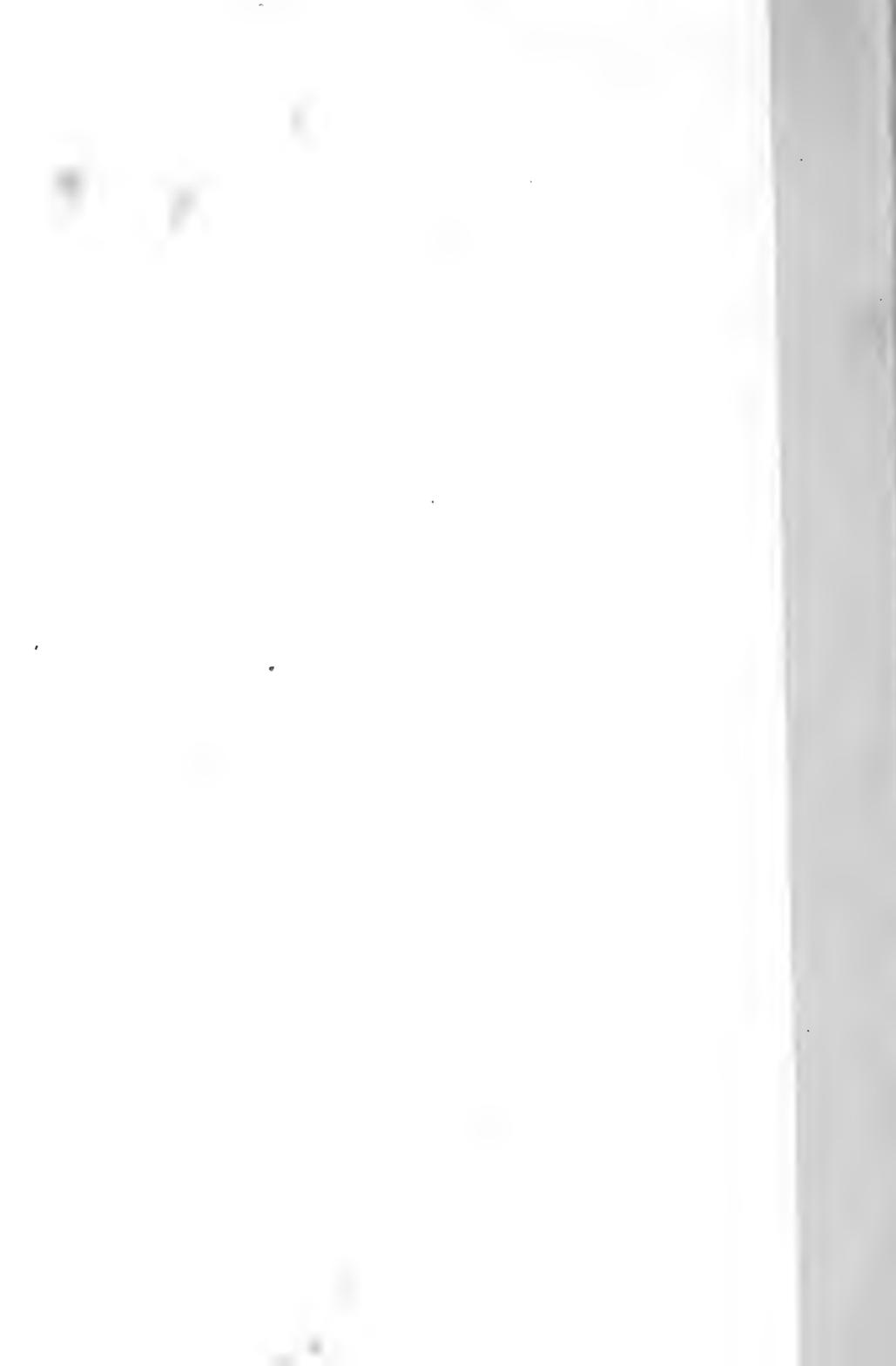




Fig. 16

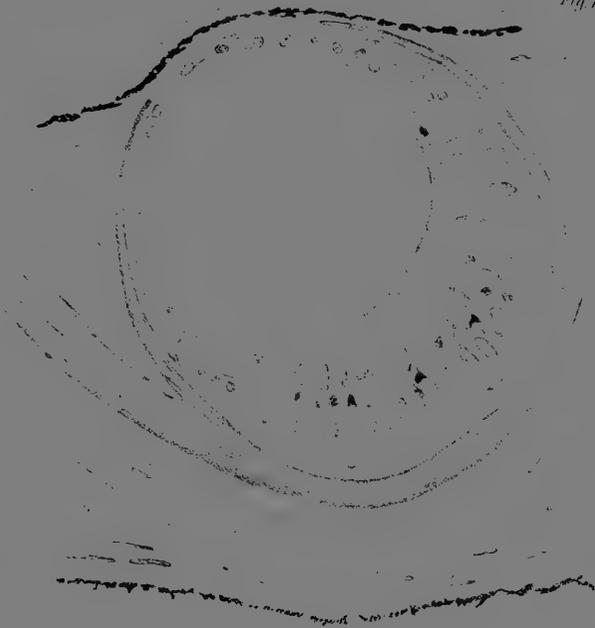


Fig. 17.



Fig. 18

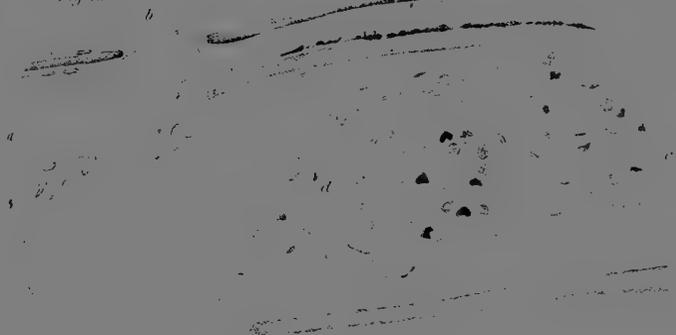


Fig. 19.

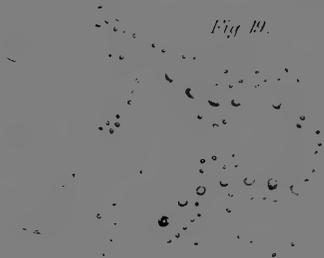


Fig. 20.



Fig. 18a







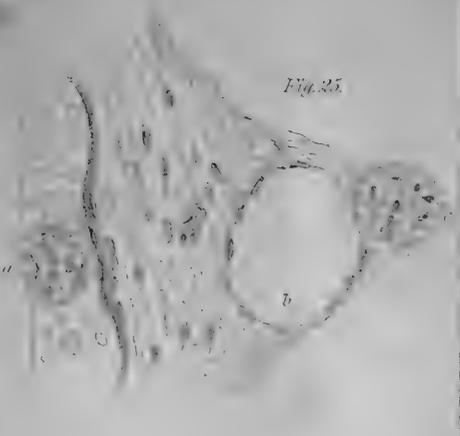
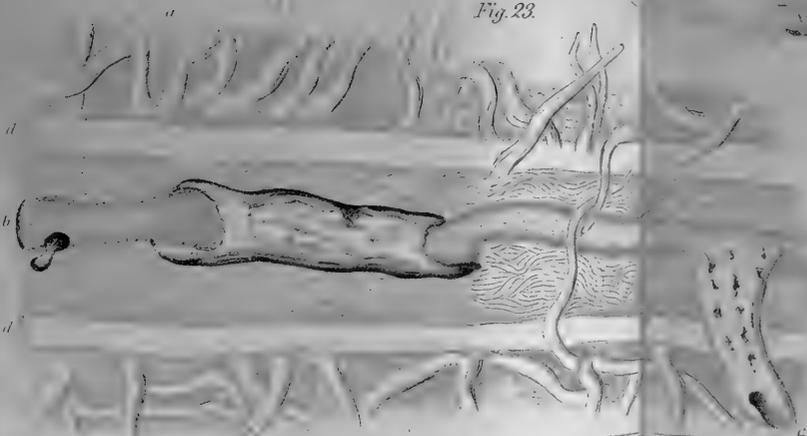
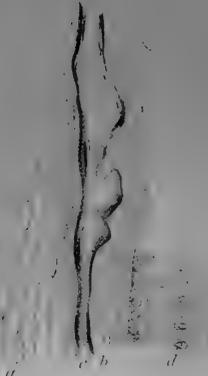
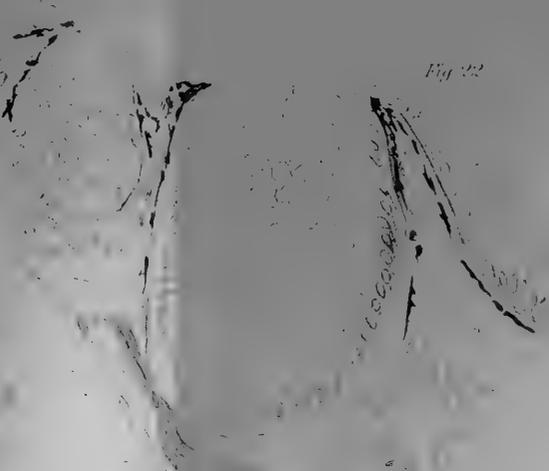








Fig. 26



Fig. 27



Fig. 31



Fig. 32



Fig. 33



Fig. 34



Fig. 35

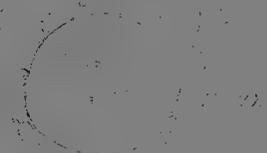


Fig. 36



Fig. 37



Fig. 38













Fig. 46.



Fig. 45.

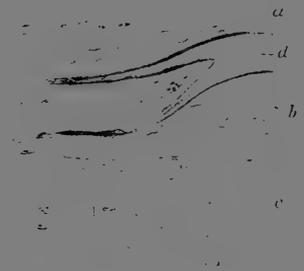


Fig. 47.



Fig. 52.

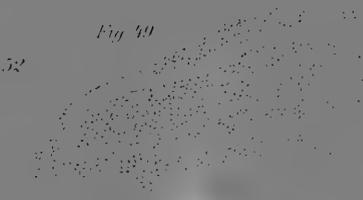


Fig. 49.

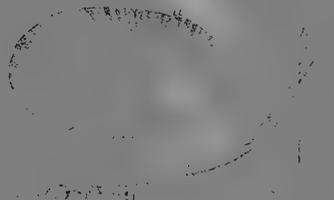


Fig. 51.



Fig. 51a.



Fig. 48.



Fig. 50.

1884. Fiedler





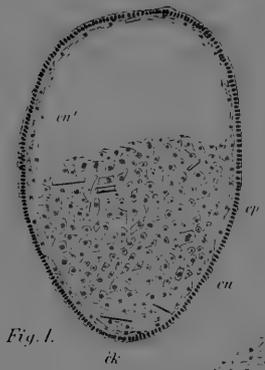


Fig. 1.

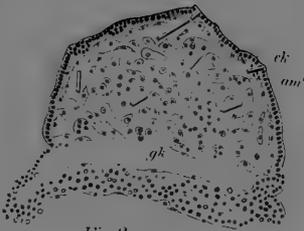


Fig. 2.



Fig. 3.

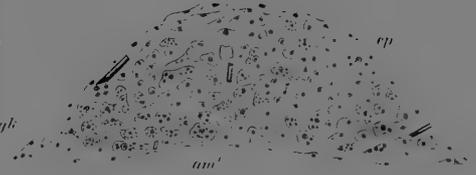


Fig. 5.



Fig. 4.

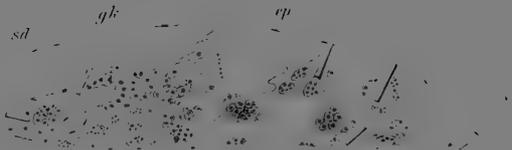


Fig. 6.

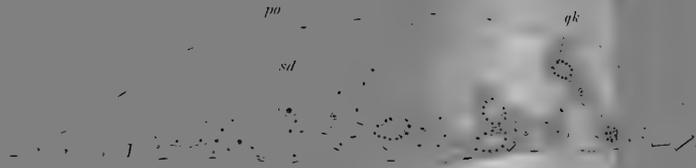


Fig. 7.

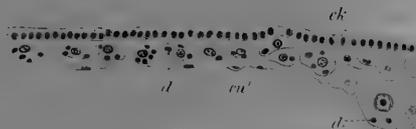


Fig. 8a.

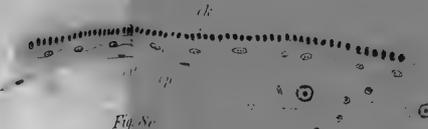


Fig. 8c.

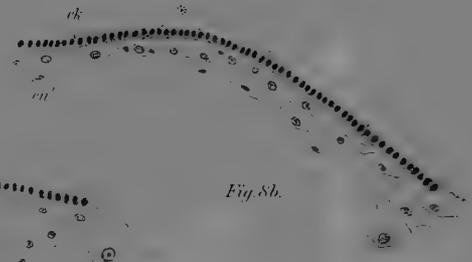


Fig. 8b.





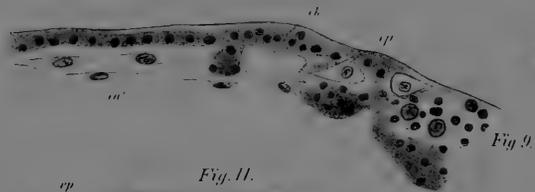
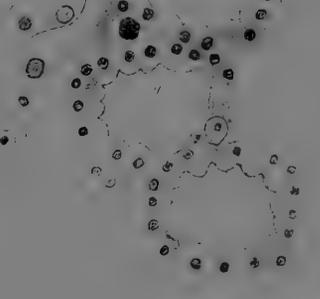
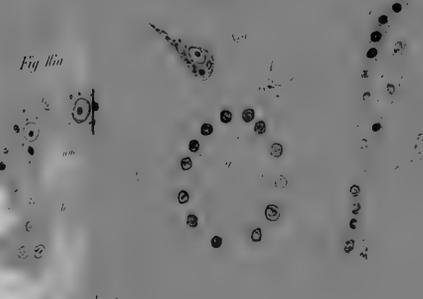
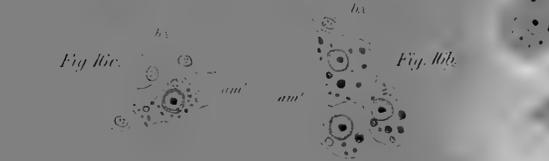
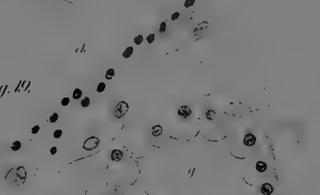
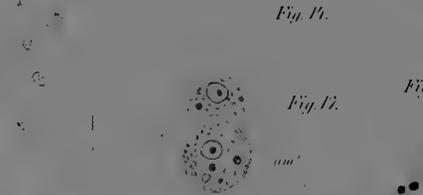
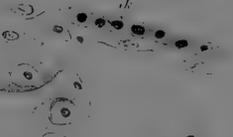
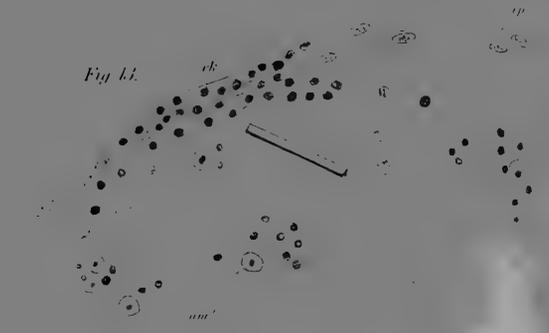
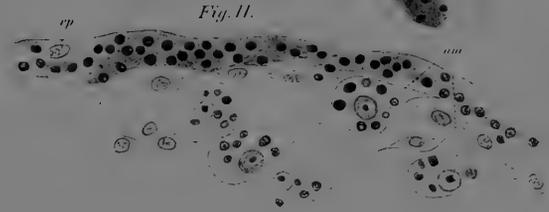


Fig. 18.



Vergr. 1000









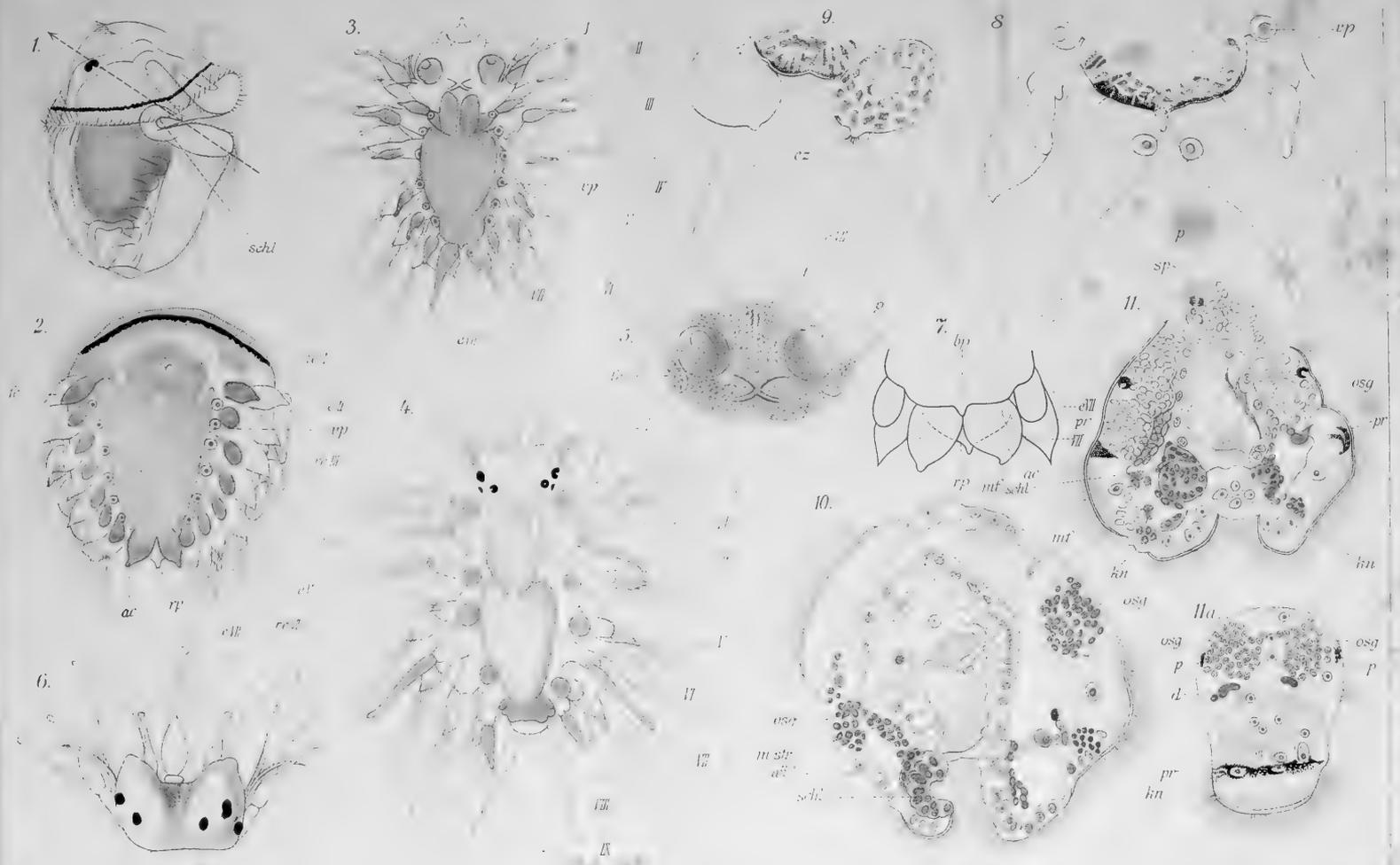




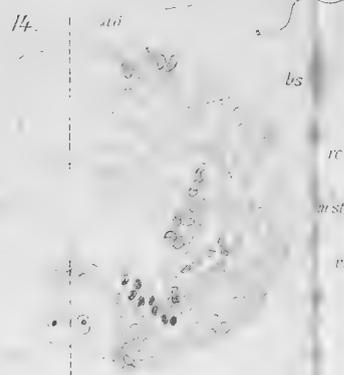
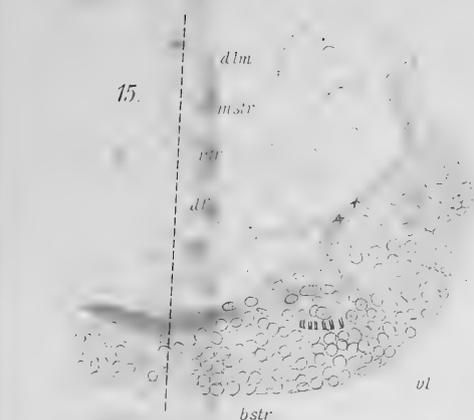
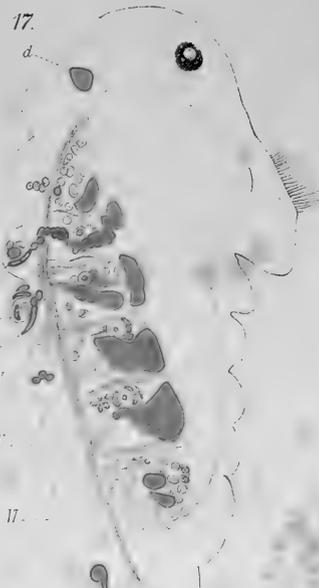
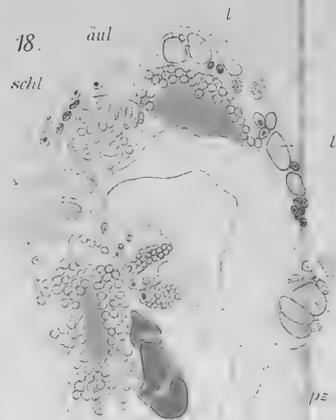
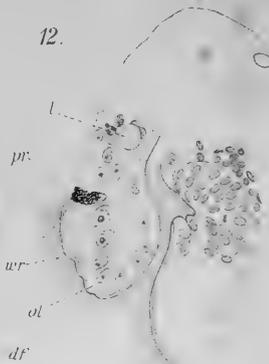
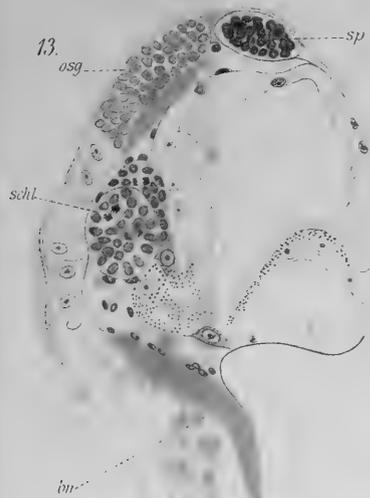












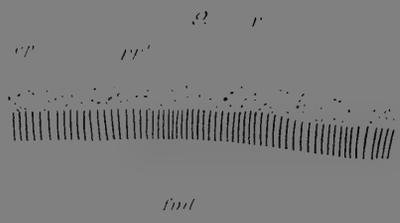
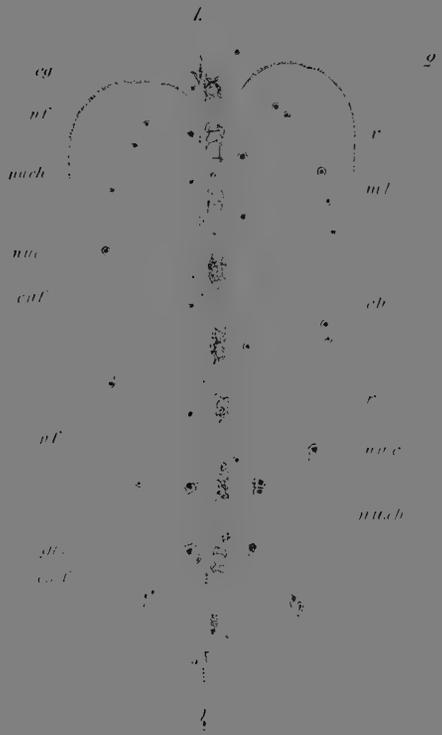






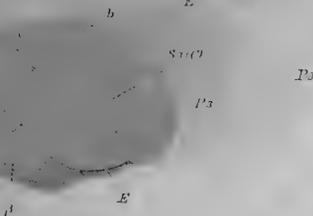
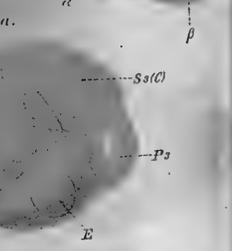
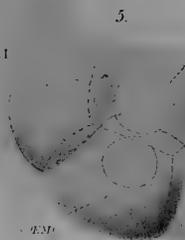
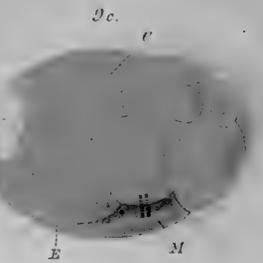
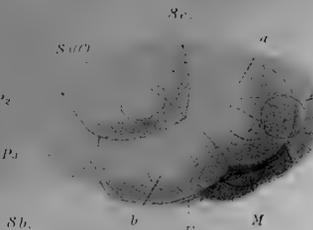
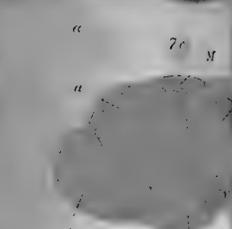
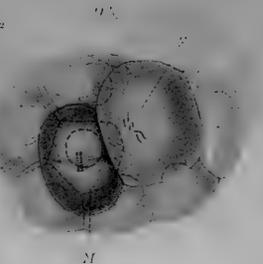
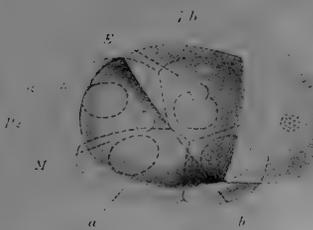
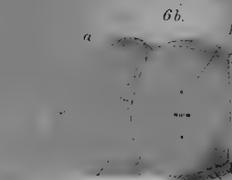
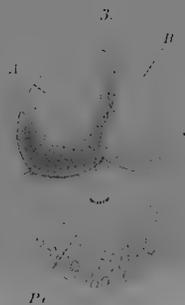
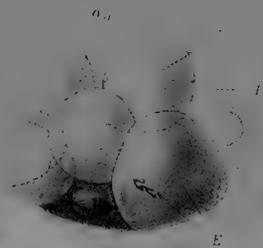
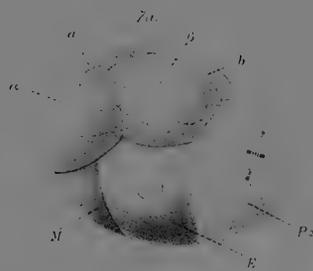
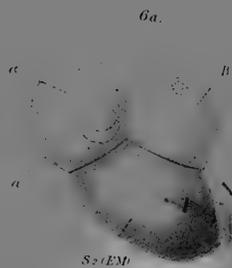
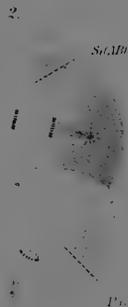
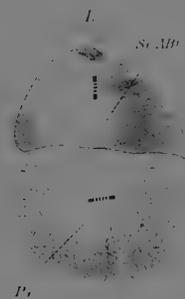


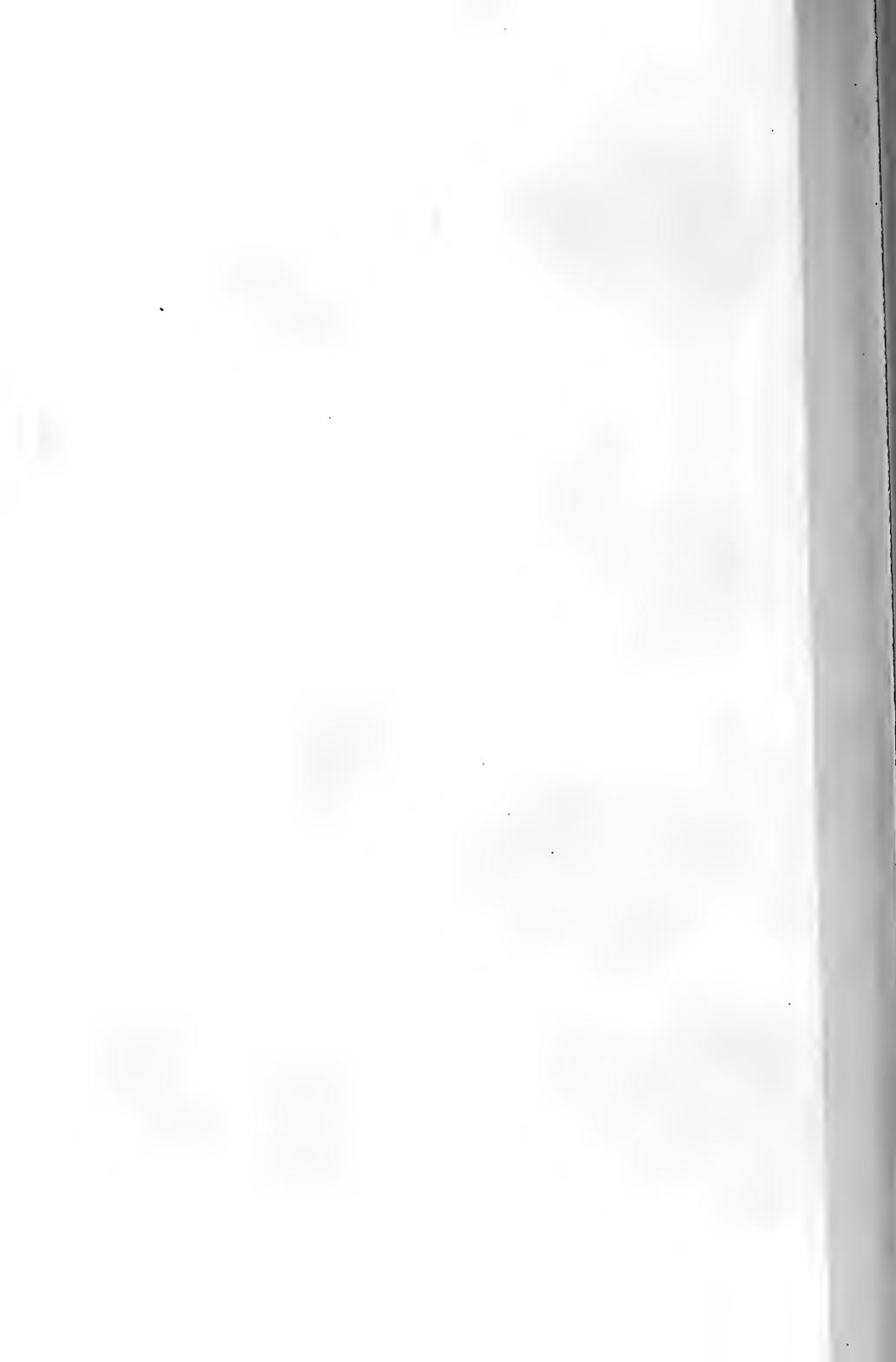




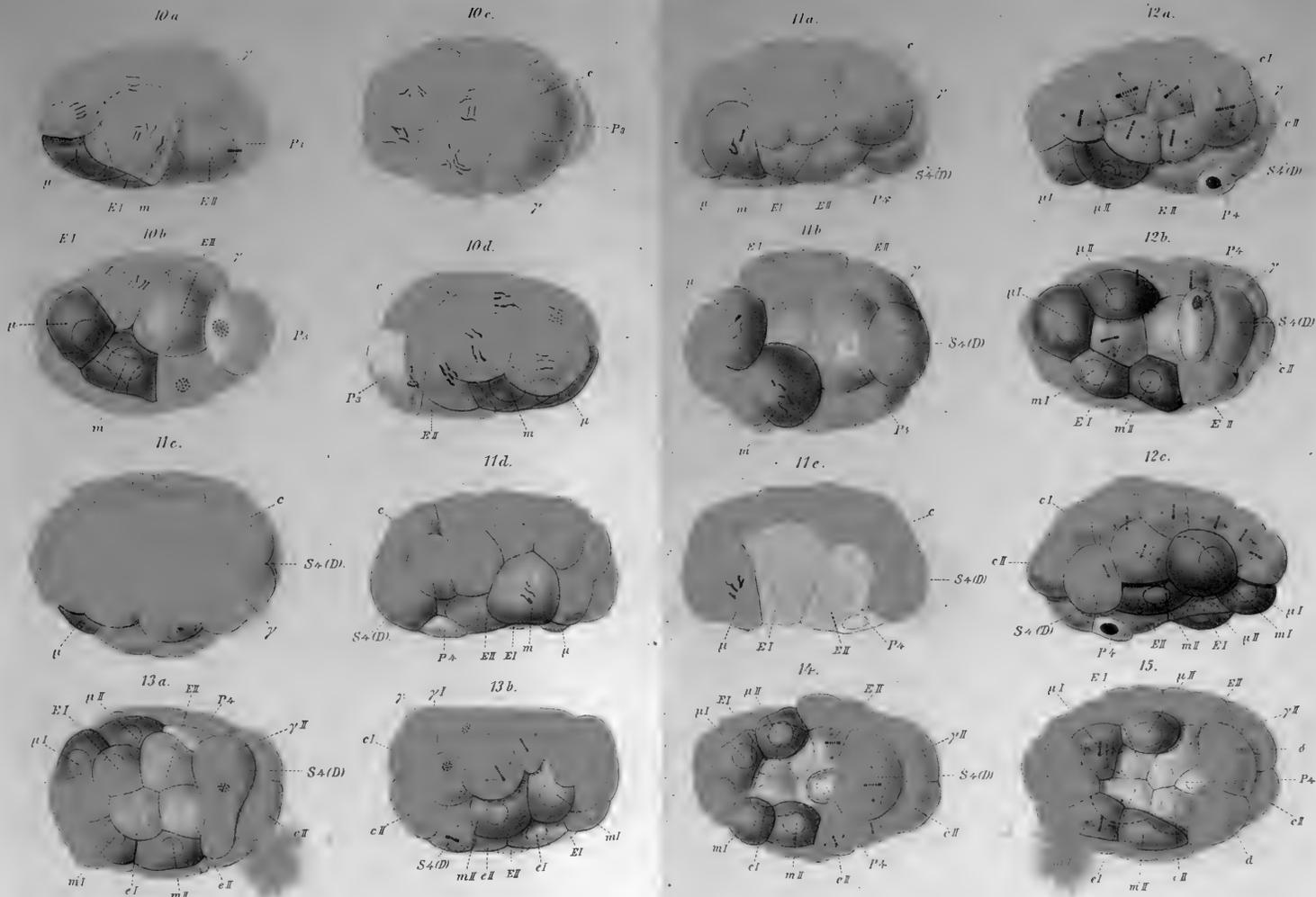




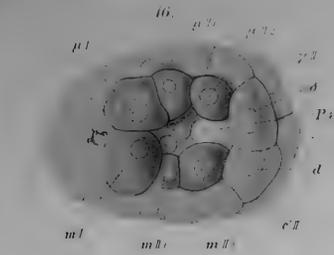








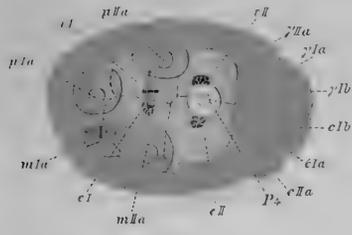




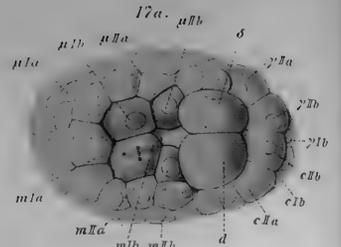
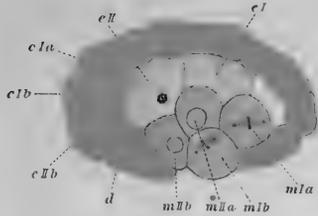
17b



17c.



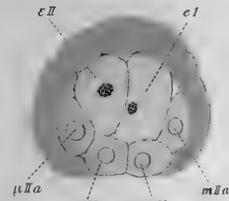
17e.



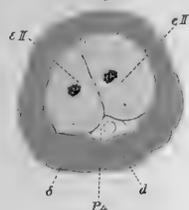
17d.



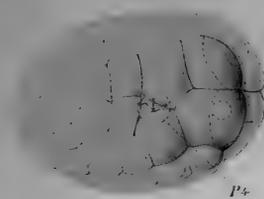
17f.



17g.



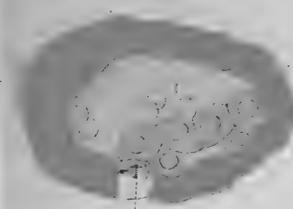
18a.



18b.



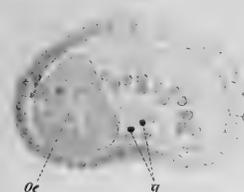
18c.



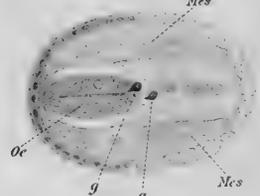
20c.



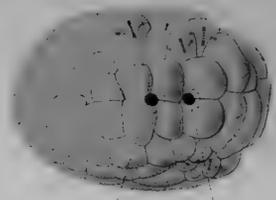
20a.



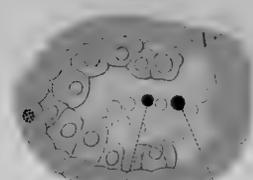
20b.



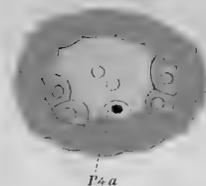
19a.



19b.



19c.







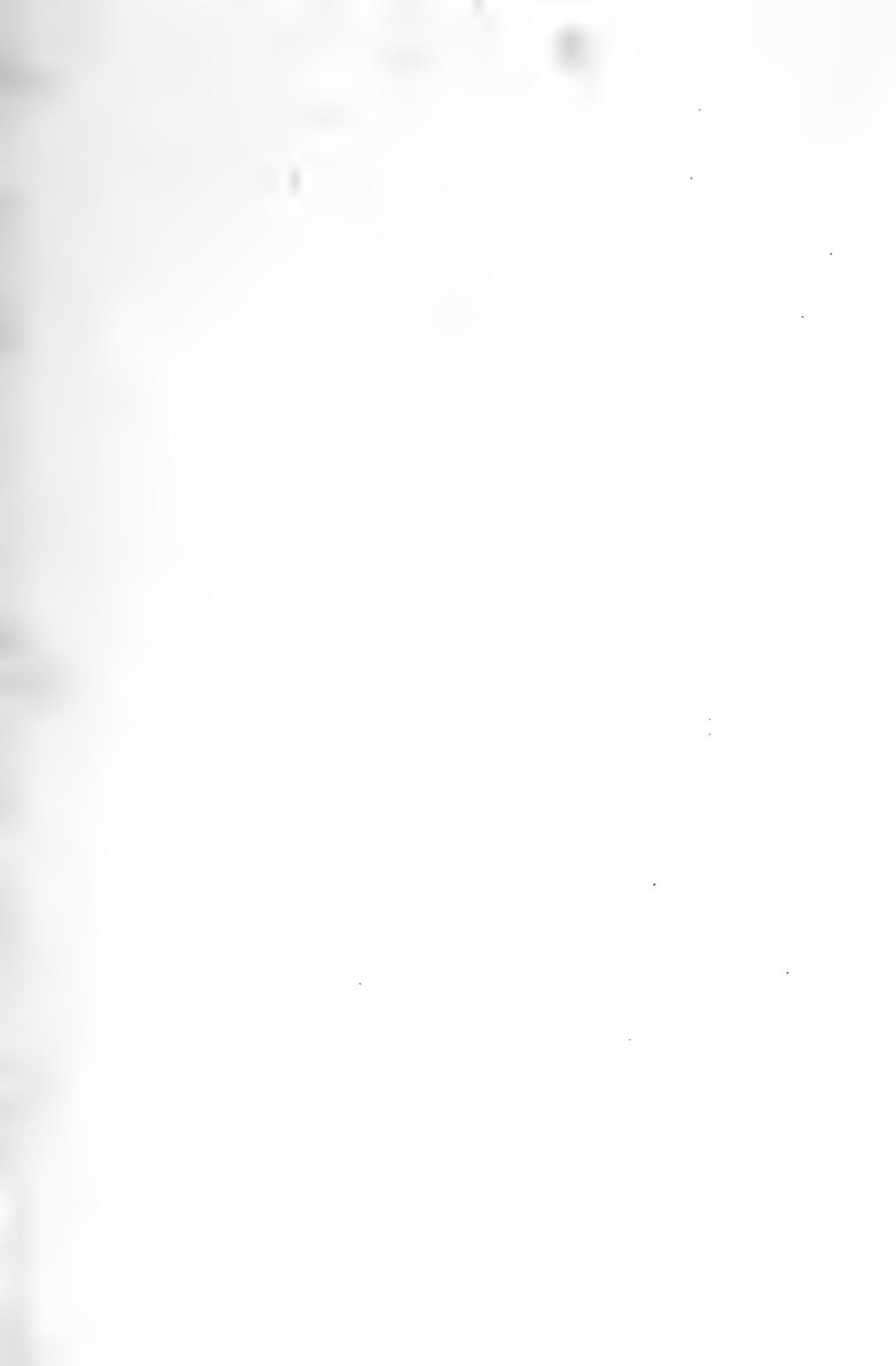












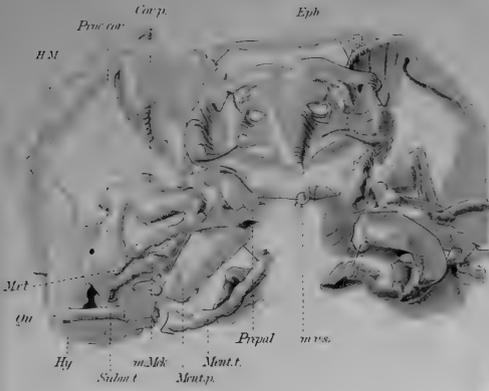


Fig. 1.
Auchenaspis.

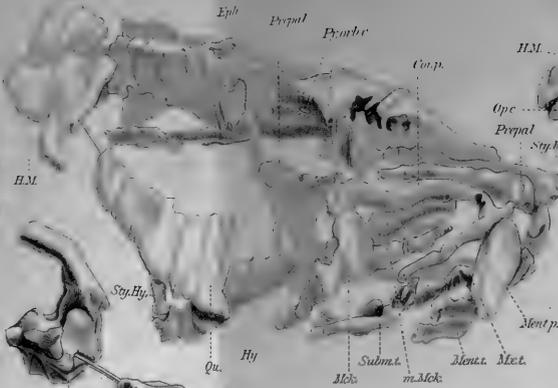


Fig. 2.
Auchenaspis.

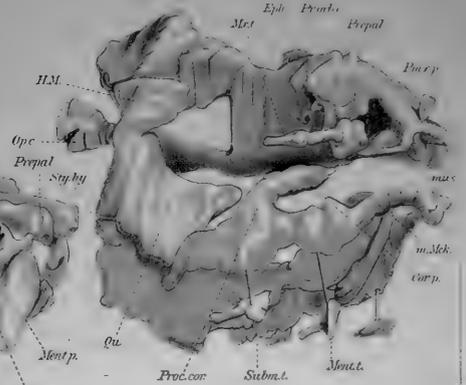


Fig. 4.
Silurus.

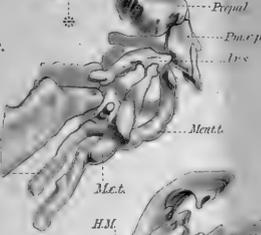


Fig. 7.
Callichthys.

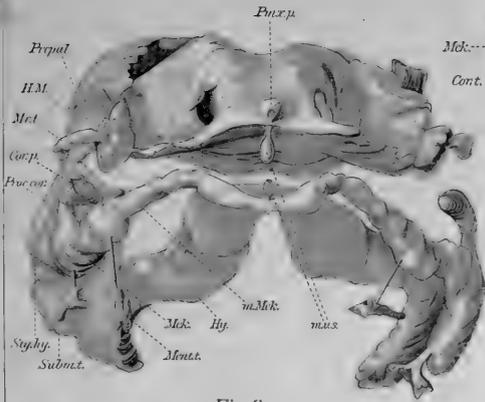


Fig. 3.
Silurus.

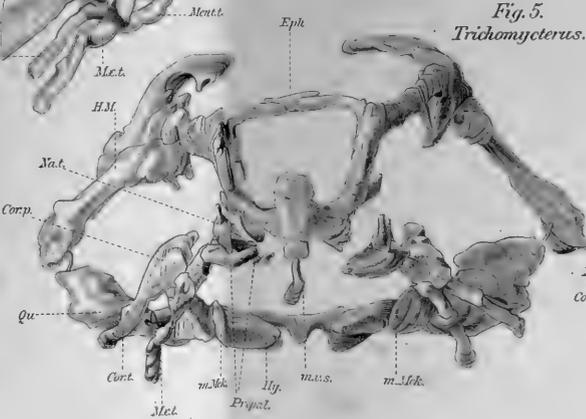


Fig. 5.
Trichomycterus.

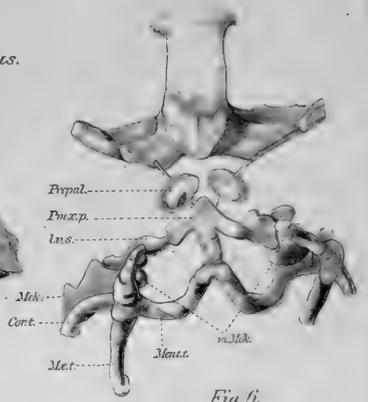


Fig. 6.
Callichthys.













Fig 10



Fig 11

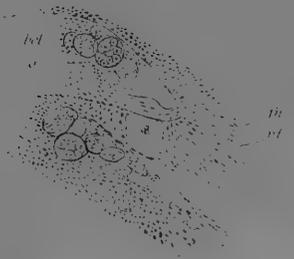


Fig 12



Fig 22



Fig 13



Fig 14



Fig 15a.



Fig. 15b.

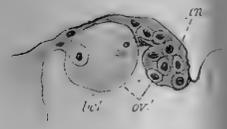


Fig 23



Fig 16



Fig 17



Fig 18

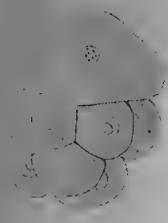


Fig 19

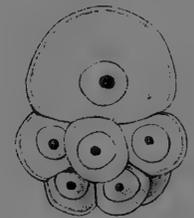


Fig 20a

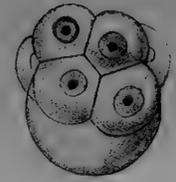


Fig 20b

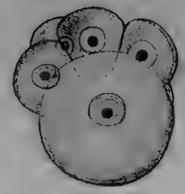


Fig 21

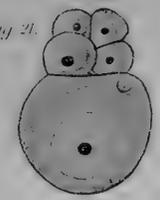


Fig 24

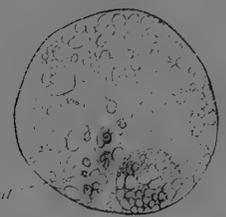


Fig 16



Fig 25

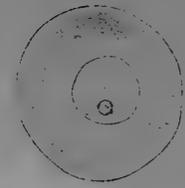


Fig 26

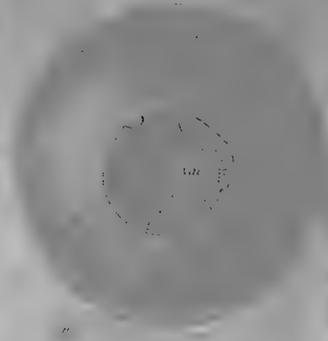






Fig. 33.

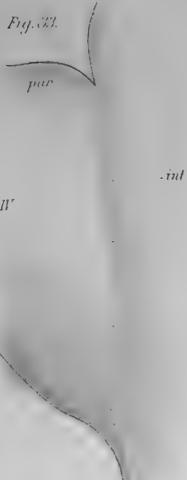


Fig. 29.

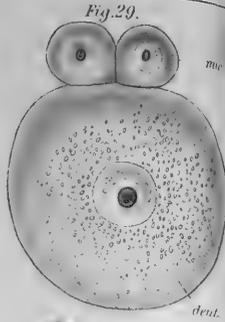


Fig. 30.

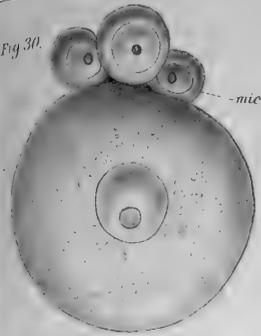


Fig. 35.

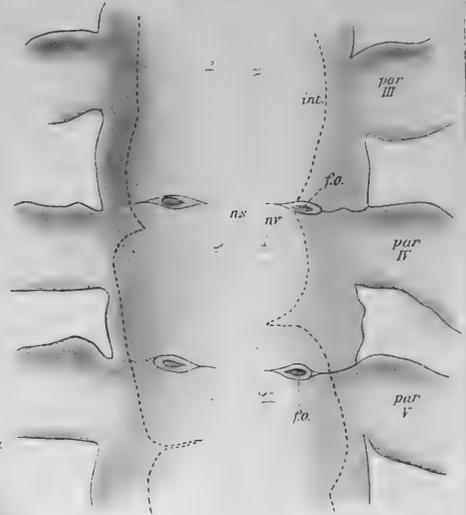


Fig. 31.

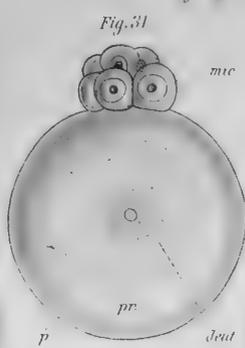


Fig. 32.

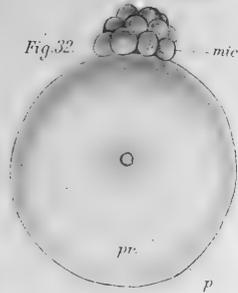


Fig. 31a.

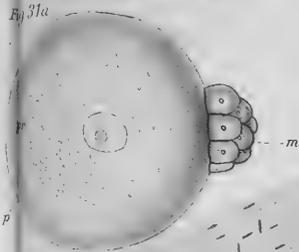


Fig. 27.

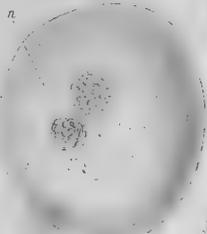


Fig. 28.

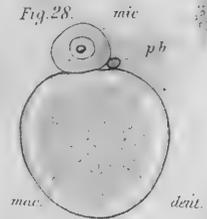


Fig. 34.

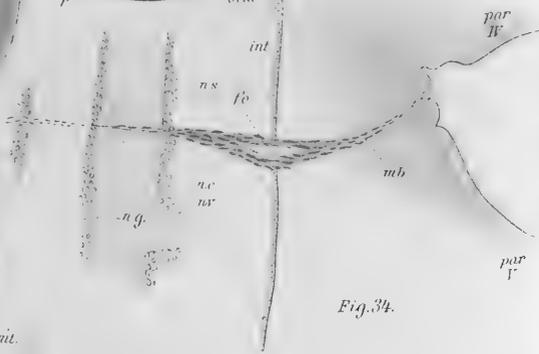
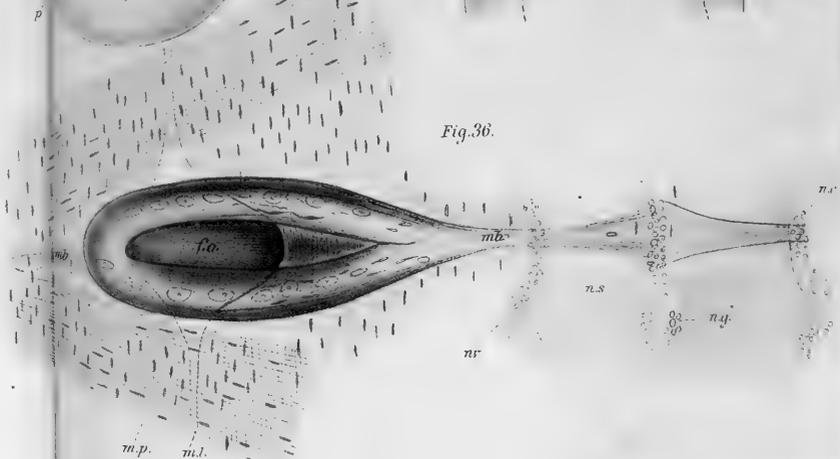
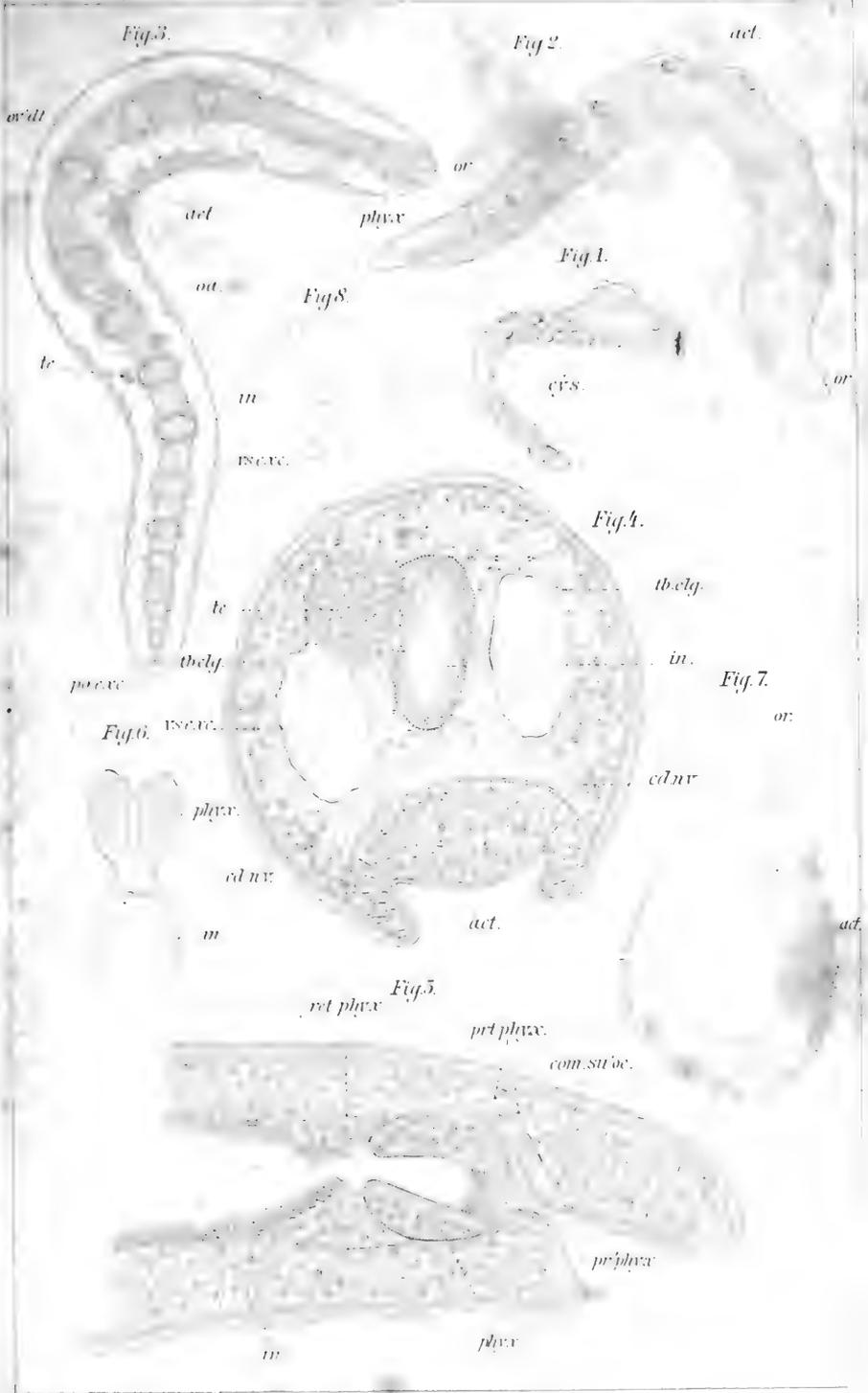
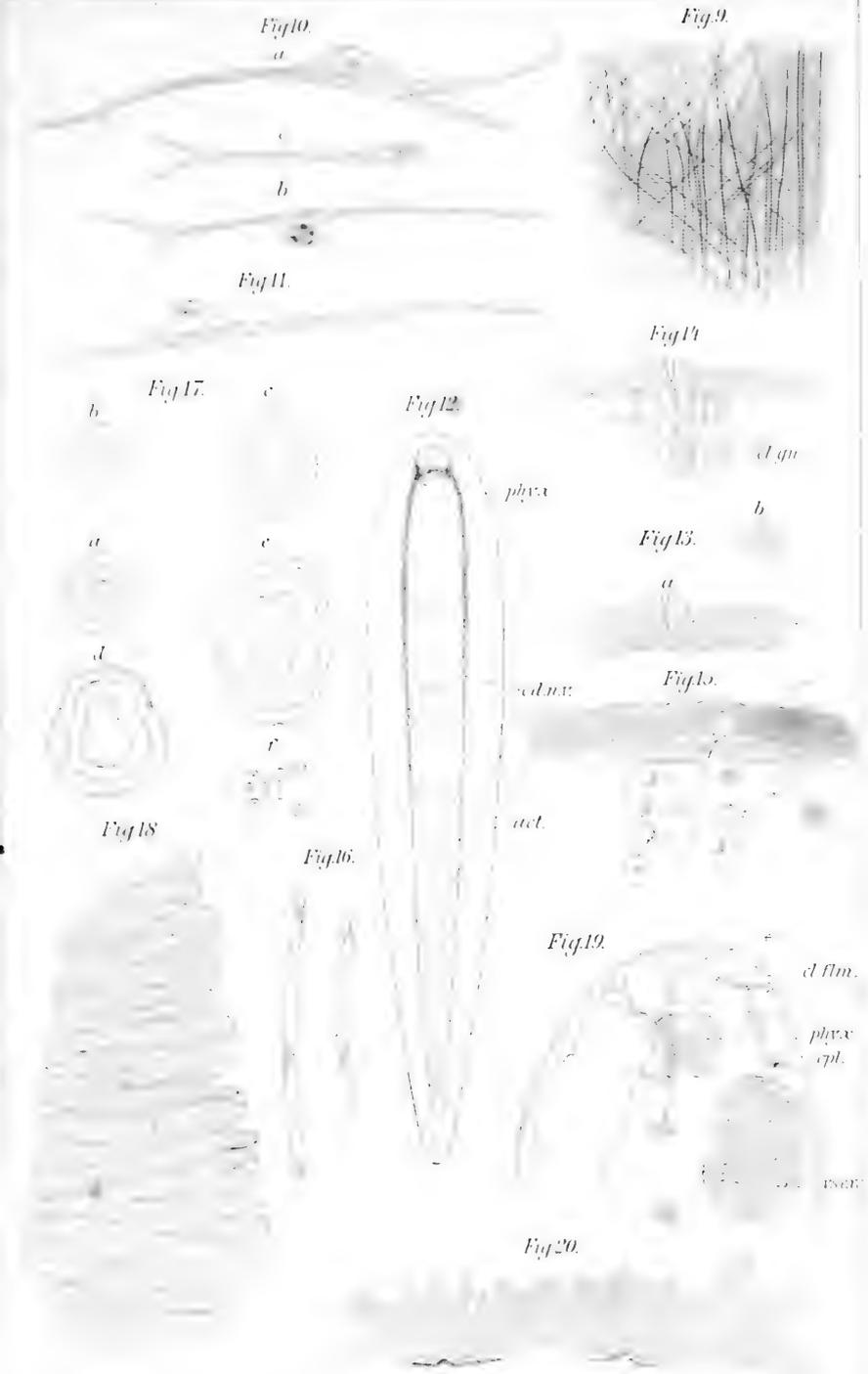


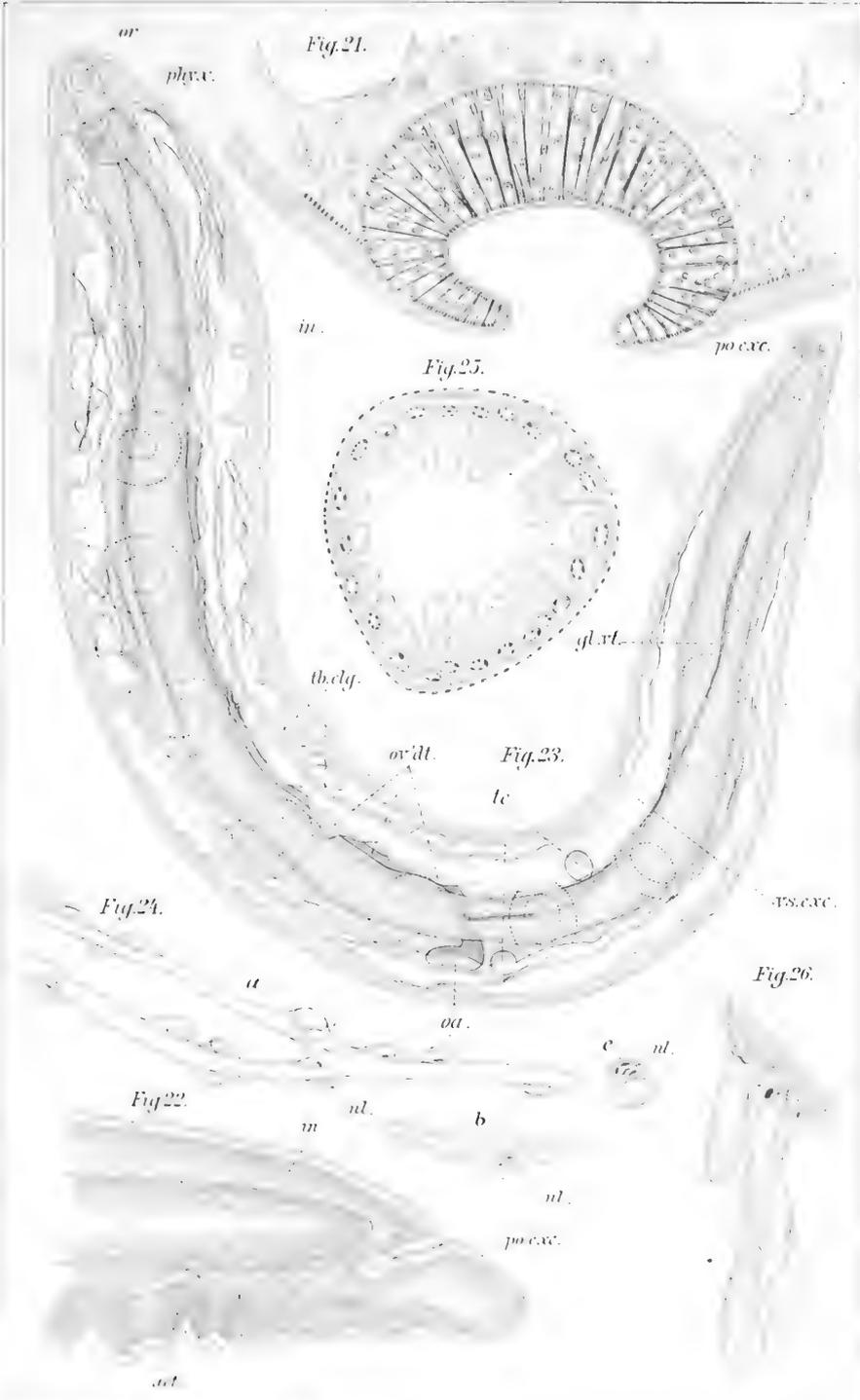
Fig. 36.



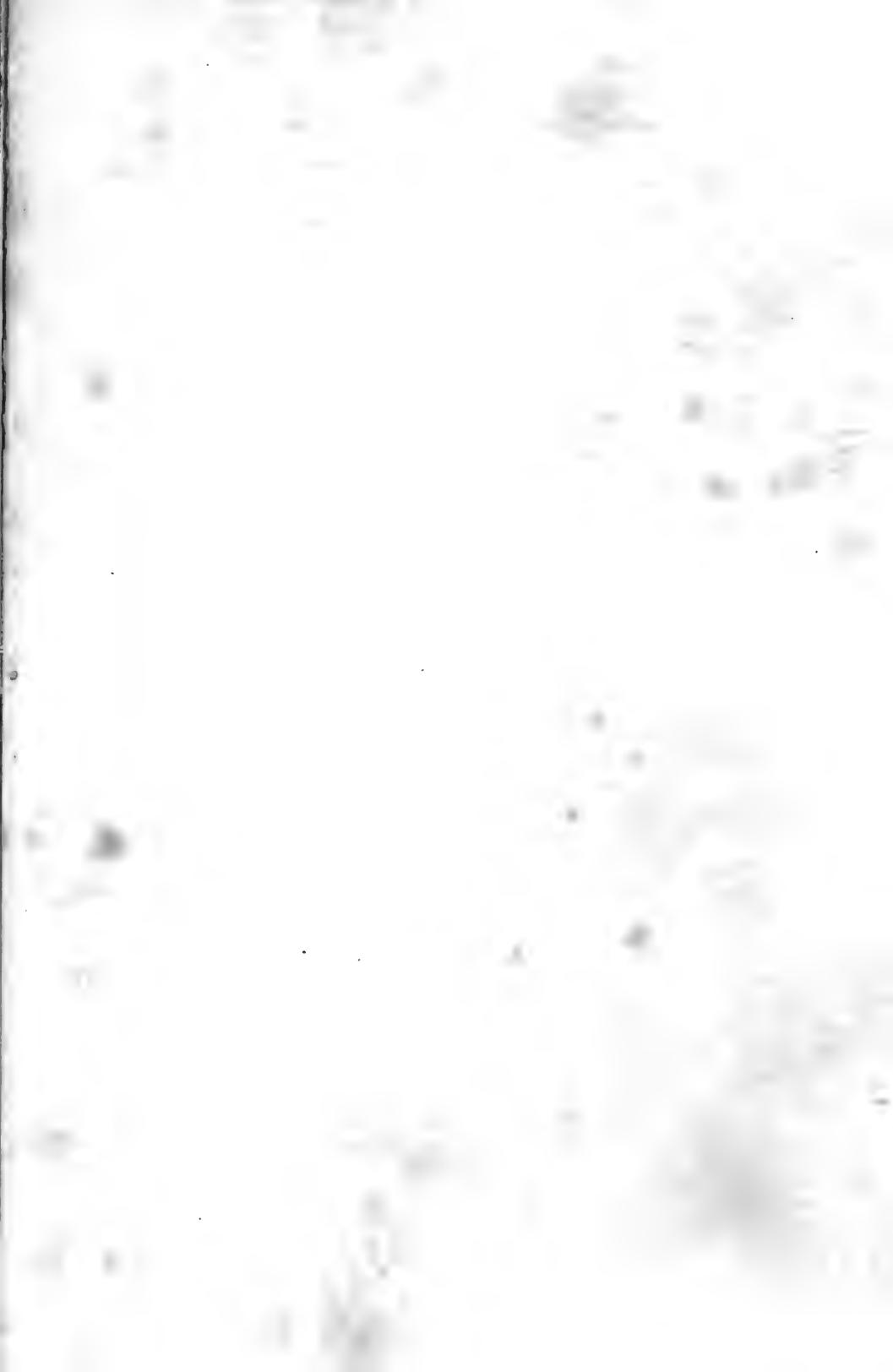


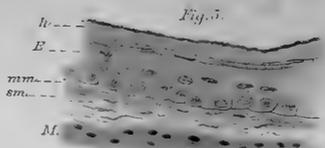
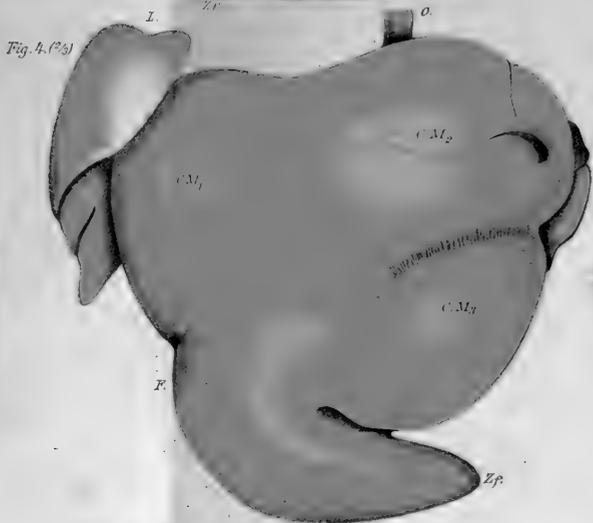
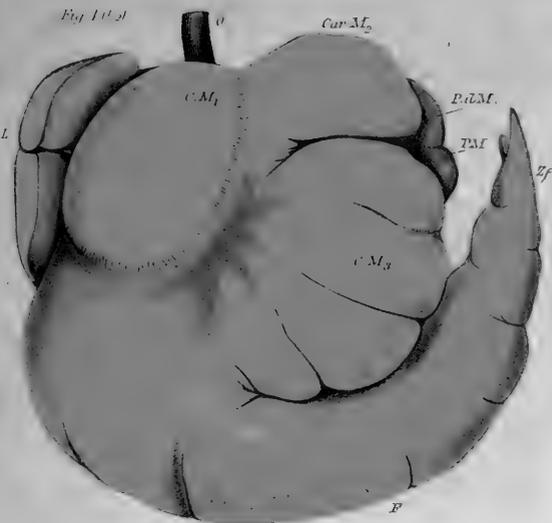
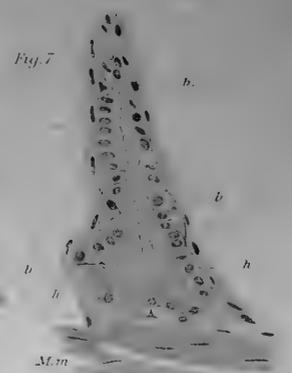
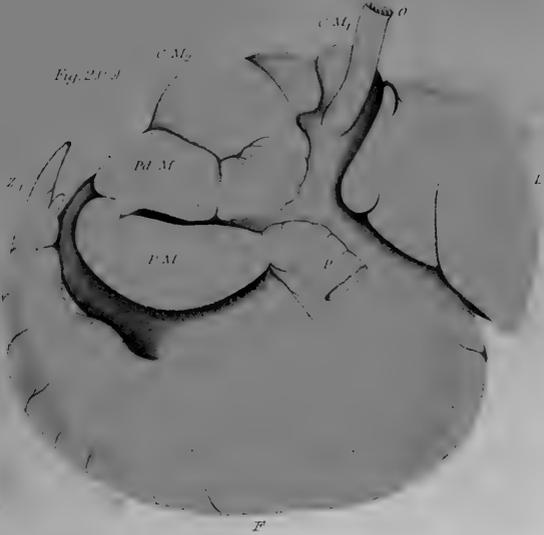














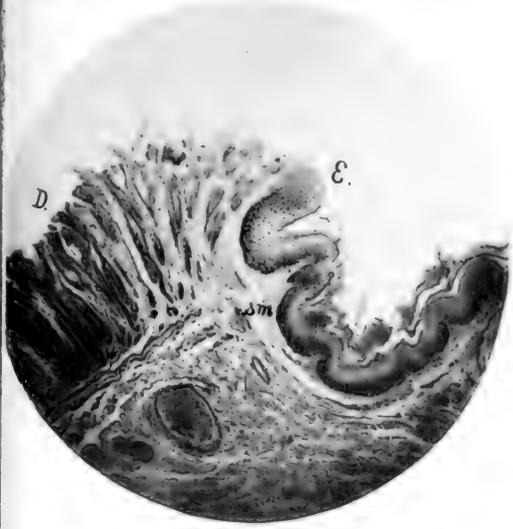


Fig. 10.



Fig. 8.

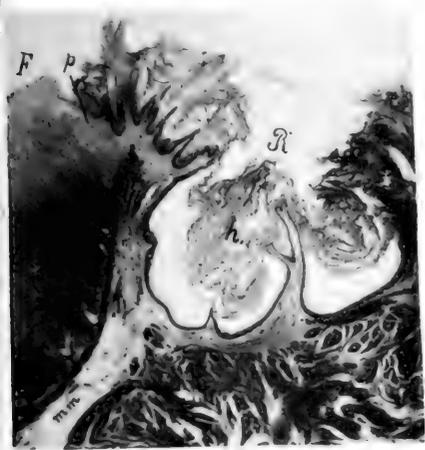


Fig. 11.

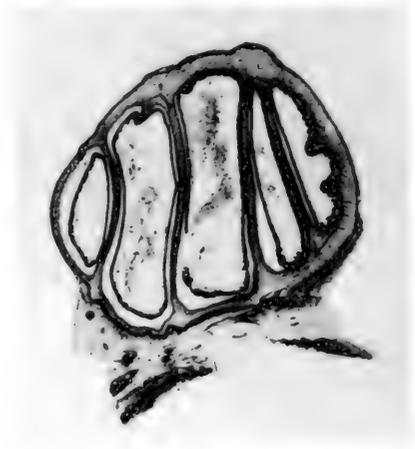


Fig. 9.

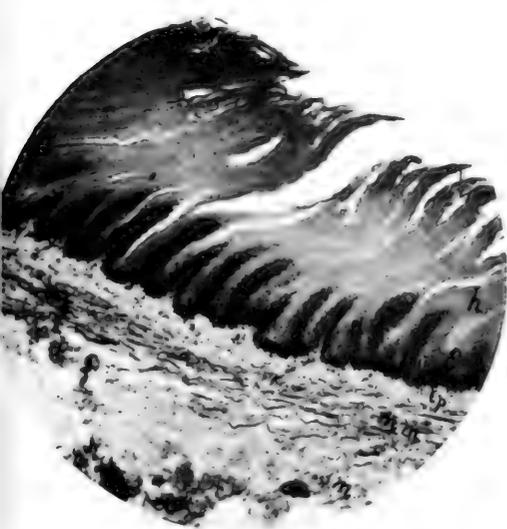


Fig. 13.

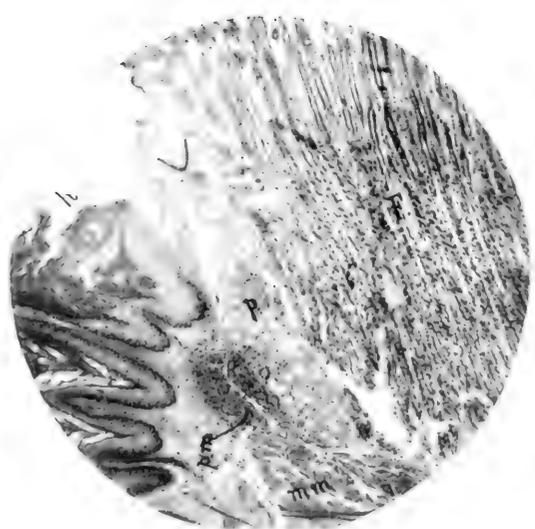


Fig. 12.







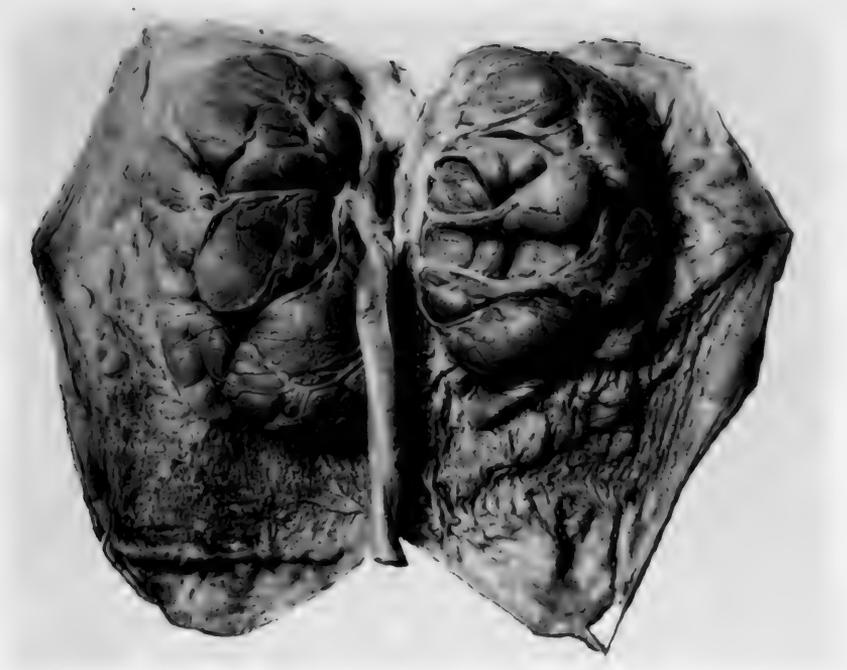


Fig. 7.

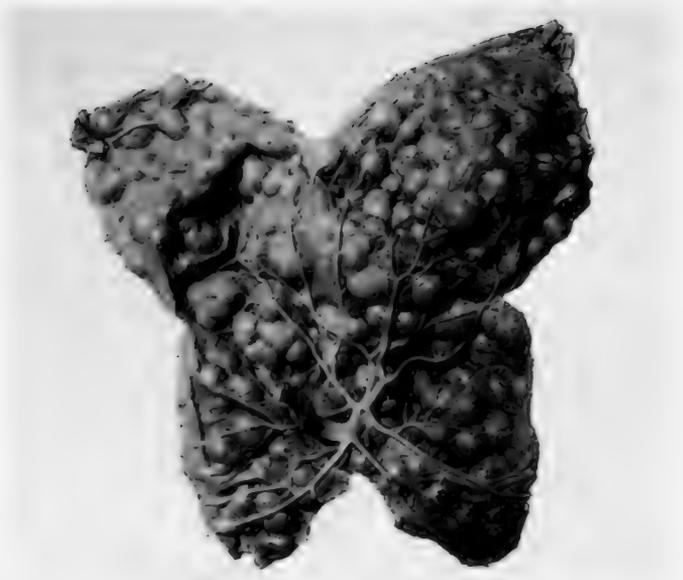


Fig. 6.



Fig. 1.



Fig. 2.

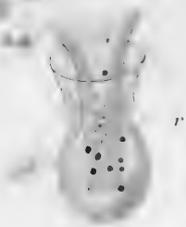


Fig. 4.



Fig. 6.



Fig. 3.



Fig. 9.



Fig. 5.

Fig. 7.



Fig. 8.



Fig. 10.



Fig. 11.



Fig. 12.



st

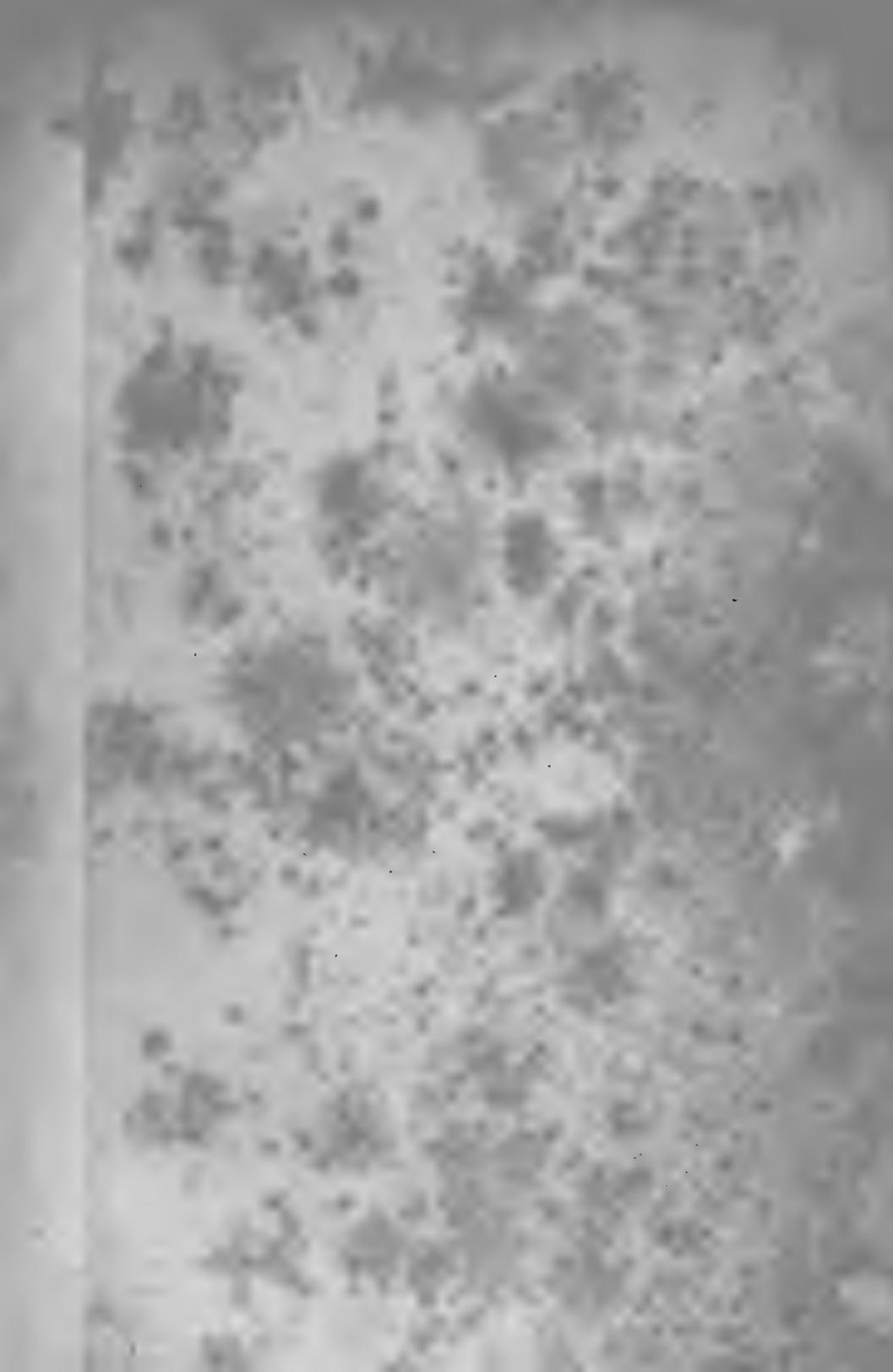
b



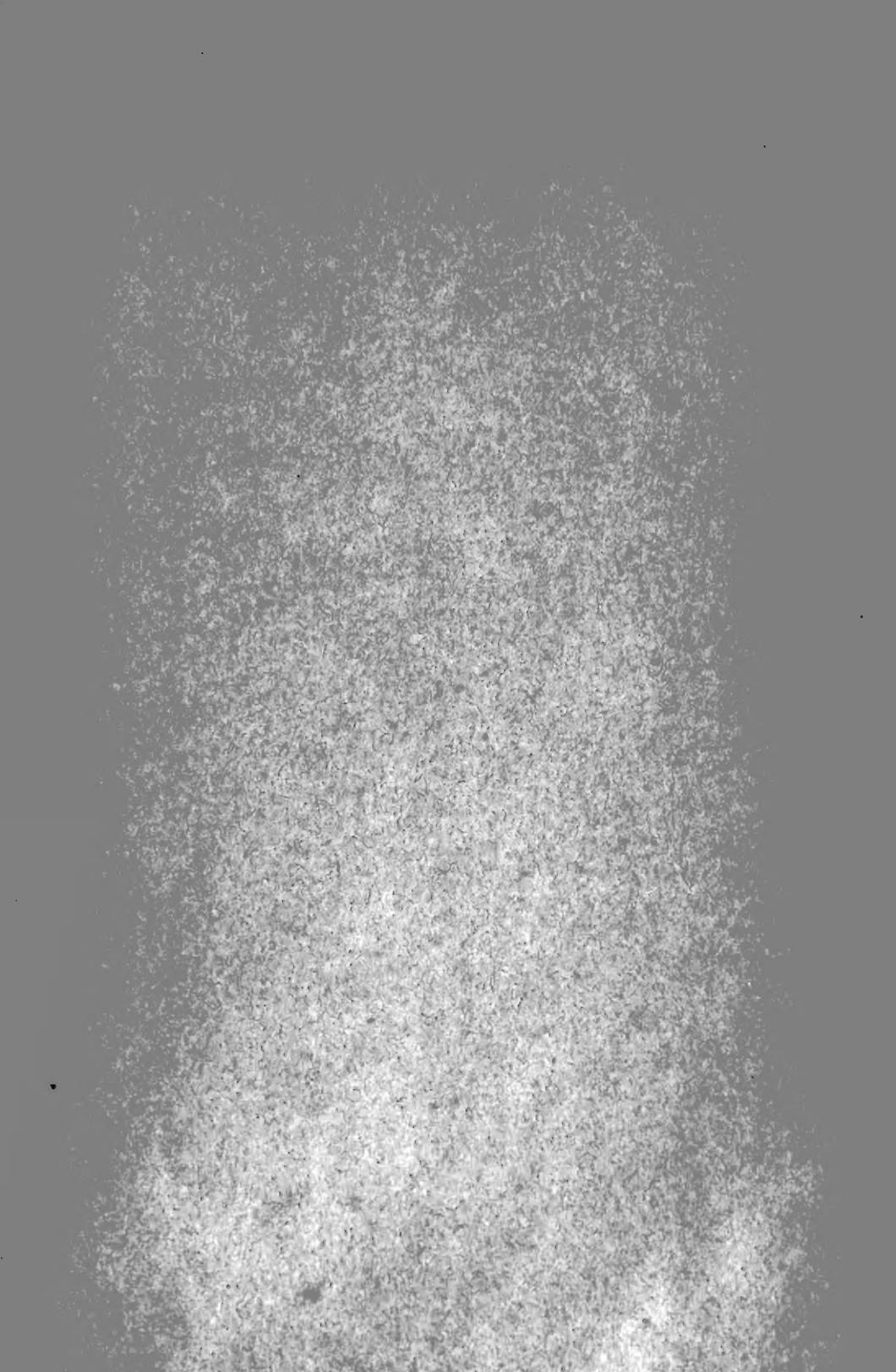


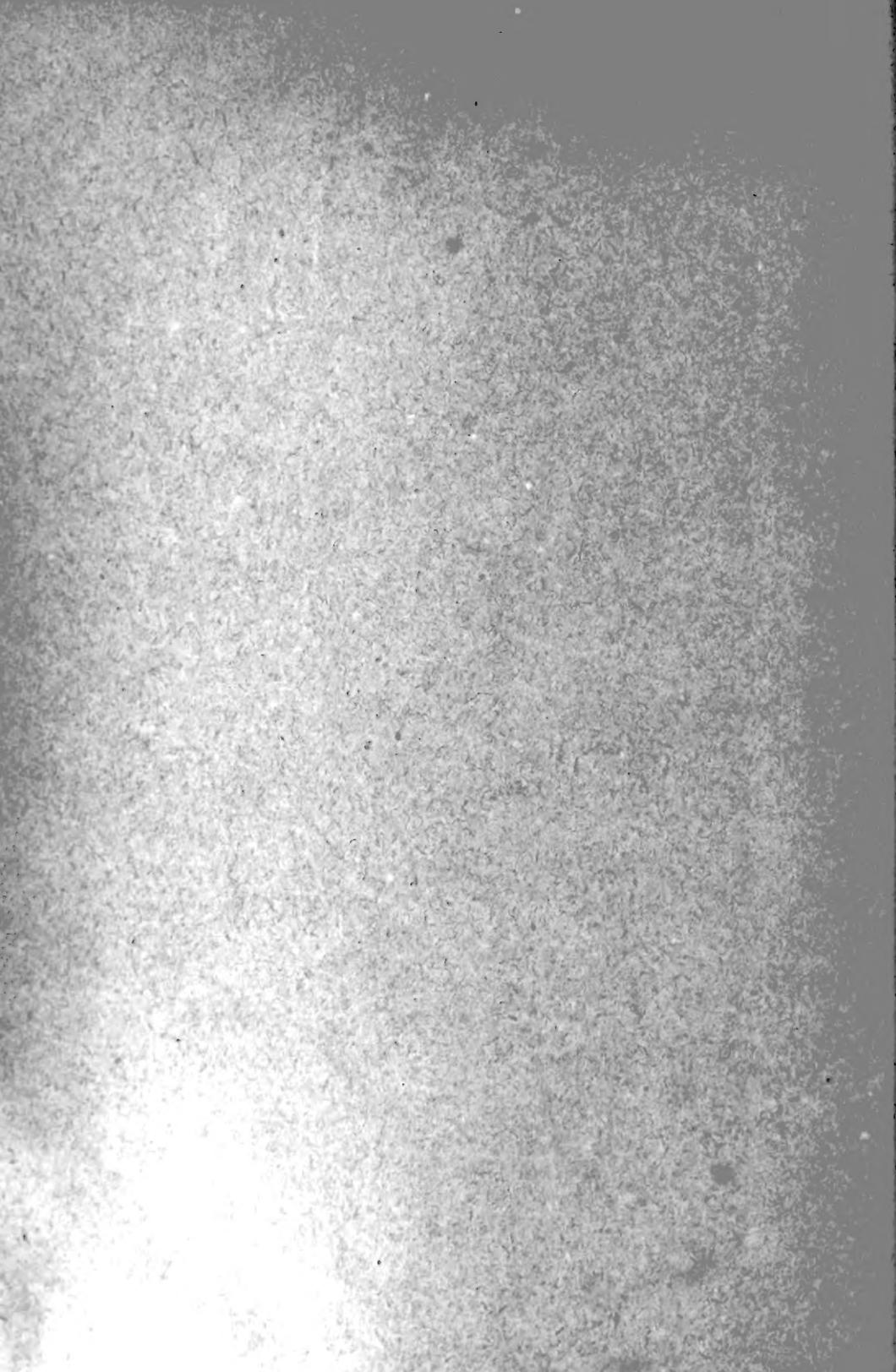












MBL WHOI Library Serials



5 WHSE 04285

1595

