

UNTERSUCHUNGEN  
ÜBER DIE  
ORGANISATION UND ENTWICKELUNG  
VON  
**BRANCHIPUS UND ARTEMIA**  
NEBST  
VERGLEICHENDEN BEMERKUNGEN ÜBER ANDERE PHYLLOPODEN.

---

VON

**C. CLAU S.**

MIT 12 TAFELN.

---

WIEN 1886.  
**ALFRED HÖLDER,**  
K. K. HOF- UND UNIVERSITÄTS-BUCHHÄNDLER,  
ROTHENTHURMSTRASSE 15.

**I 11957**

(Separat-Abdruck aus den Arbeiten des Zoolog. Instituts zu Wien, Tom. VI, Heft 3.)

---

Alle Rechte vorbehalten.

*N. Z. M. 348 1944*  
**Museum**  
**des Reichsgaues Oberdonau**  
**Linz a. d. D.**  
**Museumstraße 14**

Untersuchungen  
über die  
**Organisation und Entwicklung von  
Branchipus und Artemia**  
nebst  
vergleichenden Bemerkungen über andere Phyllopoden.

Von  
**C. Claus.**

(Mit 12 Tafeln.)

Die monographische Behandlung von *Nebalia*, welche ich seit geraumer Zeit vorbereite, liess mir eine möglichst genaue Kenntniss des Organismus der Phyllopoden wie Schizopoden wünschenswerth erscheinen und war die Veranlassung, mich nochmals näher mit *Branchipus* zu beschäftigen.

Dass ich gerade diese Form als Repräsentanten der Phyllopoden wählte, lag einmal in der leichten Beschaffung des Materials, dann aber vornehmlich in dem Umstand begründet, dass bei *Branchipus* die ursprünglichen Verhältnisse der Organisation am wenigsten verändert zu sein scheinen und insbesondere die postembryonale Entwicklung eine reiche Fülle von Larvenstadien bietet, welche sich als wahre Musterobjecte histologischer Untersuchung erweisen und zur Erforschung der Bildungsvorgänge sehr geeignet sind, die bei anderen Crustaceen abgekürzt und vereinfacht in das Embryonalleben fallen, hier sich aber ganz allmähig vollziehen. Die Kenntniss der *Branchipus*-Entwicklung schien mir daher auch zum Verständniss der Embryonalentwicklung der Malakostraken geradezu Vorbedingung. Zudem waren mir durch frühere Beschäftigung mit dem gleichen Gegenstande zahlreiche Verhältnisse bereits aus eigener Anschauung bekannt, und ich musste den Wunsch hegen, eine Reihe damals unerledigt gebliebener oder unzureichend

behandelter Fragen mit Hilfe der seither in so hohem Masse verbesserten Untersuchungsmethoden einer Lösung näher zu führen.

Das Material zu den neuen Beobachtungen lieferte mir eingetrockneter, seit vielen Jahren aufbewahrter Schlamm aus einer Lache vom Laaer Berge, in welcher ausser Estherien- und Ostracoden, die Eier von *B. torticornis* in grosser Menge enthalten waren. Neben der Untersuchung des lebenden Objectes leistete mir die Methode feiner Querschnitte (in der zuerst von Giesbrecht beschrieben und später von P. Mayer verbesserten Modification) vortreffliche Dienste, und habe ich es vornehmlich der Anwendung dieser Untersuchungsform zu danken, wenn es mir gelang, zu einer vollkommeneren Einsicht mancher bislang unbekanntem Bildungsvorgänge und interessanter Einzelheiten der Organisation zu gelangen.

Zunächst kam es mir darauf an, die Anlagen der Metameren und deren mit der allmäligen Metamorphose verbundenen Veränderungen, über welche meine frühere Darstellung<sup>1)</sup> bei der ausschliesslichen Untersuchung der lebenden Larve nur unvollständigen Aufschluss geben konnte, genauer festzustellen und die Entstehung und Entwicklung der einzelnen Organe näher zu verfolgen. Diesen Beobachtungen schloss sich die Untersuchung der ausgebildeten Organe und deren feinerer Structur naturgemäss an.

Von *Artemia salina*, die ich mir in reicher Menge aus den Salinen von Capo d'Istria verschaffen konnte, habe ich weniger die Entwicklung als die Organisation vergleichend berücksichtigt.

## I. Die Metamerenbildung und Entwicklung des Leibes während der Metamorphose.

Die eben ausgeschlüpfte Branchipus-Larve wiederholt bekanntlich nach Zahl und Gestaltung der Gliedmassenpaare die Naupliusform, erscheint jedoch in der Differenzirung der Rumpffregion verhältnissmässig weiter vorgeschritten, indem sie bereits den Metanaupliuszustand in sich einschliesst. Obwohl zahlreiche gelbliche Fettkugeln und ovale Eiweisskörperchen, welche in diesem Stadium die Gewebe mit Ausnahme der Ganglien und Nerven erfüllen, die Untersuchung des lebenden Thieres überaus erschweren, kann man sich doch mit Hilfe starker Vergrösserung überzeugen, dass unter der Cuticula nicht nur die Segmente der Maxillen, sondern auch die beiden nachfolgenden Metameren mit den wulstförmigen

<sup>1)</sup> C. Claus: Zur Kenntniss des Baues und der Entwicklung von *Branchipus stagnalis* und *Apus cancriformis*. Göttingen 1873.

Anlagen der Beine bereits angelegt sind und dass auf diese noch ein langgestreckter Abschnitt folgt, in welchem die segmentale Gliederung des Mesodermstreifens begonnen hat.

Auf Querschnitten, die man an gut erhärteten Objecten leicht in vollständiger Reihenfolge herstellt, vermag man nachzuweisen, dass das Gehirn und Mandibelganglion noch mit dem Ektoderm verbunden sind (Taf. I, Fig. 4, 7, 8), während die Schlundcommisuren mit dem Antennenganglion vom Ektoderm bereits abgerückt erscheinen. Augen-, Antennennerven und Lippennervenring lassen sich mit Sicherheit nachweisen. Die Antennendrüse hat schon die volle Ausbildung der späteren Stadien erlangt. Am Mitteldarm erheben sich bereits die beiden sog. Leber-Aussackungen und ebenso sind die Gewebslagen desselben, sowie des Mund- und Enddarmes bereits deutlich erkennbar. Dagegen zeigt die Mesodermanlage in dem langgestreckten auf das Mandibelsegment folgenden Leibesabschnitt bis auf das ganz kurze, durch die Dilatatoren des Enddarmes abgehobene Afterstück eine noch indifferente, embryonale Beschaffenheit ihrer Elemente. Vor diesem von mir früher als Präfurcalabschnitt (Praefurcalsegment) bezeichneten Afterstück bildet der Hinterrand des Mesodermstreifens eine scharfe Grenzlinie, über welche hinaus nach hinten keine Zellelemente übertreten.

Beide Mesodermstreifen scheinen unmittelbar vor dem Afterstück ventralwärts als Bauchplatte vereint, bleiben dagegen an der Dorsalseite in einigem Abstände rechts und links von der Mittellinie entfernt, so dass oberhalb des Darmcanals, zwischen Darm und Ektoderm, eine von Mesoderm freie Erweiterung der Leibeshöhle bemerkbar ist. Diese hintere Region der Mesodermstreifen, welche ich als Knospungszone bezeichnen werde, vermittelt durch lebhafte Wucherung ihrer Zellen das Wachsthum in der Längsachse und besteht aus einer einzigen Lage rundlicher, in den Leibesraum vorspringender Zellen, welche sich meist recht gut von den etwas höheren, mit ovalen Kernen versehenen Ektodermzellen abheben. Der Darmwand liegen keinerlei mesodermale Elemente von indifferenter Beschaffenheit etwa als Reste eines visceralen Mesoderms auf; vielmehr fungiren hier die Mesodermelemente bereits als Muskel- und Bindegewebszellen, welche durch fortgesetzte Theilung das mit der äusseren Körperwand parallel fortschreitende Wachsthum des Darmes vermitteln. Somit entwickelt sich das splanchnische Mesoblast unabhängig von den Somiten, in welche sich lediglich das dem Ektoderm anliegende parietale Blatt des Mesoderms gliedert, ein sehr wesentlicher und

wie es scheint für die Crustaceen überhaupt und wohl für alle Arthropoden giltiger Unterschied von den Anneliden. Die erstere Differenzirung des Mesodermes fällt offenbar in die früheste Entwicklungsperiode der Naupliuslarve hinein und dürfte sich ähnlich verhalten, wie wir dieselbe durch C. Grobben<sup>1)</sup> für die Copepoden (*Cetochilus*), beziehungsweise in vereinfachter zusammengezogener Form für die Daphniden (*Moina*) kennen gelernt haben.

Die Art und Weise, wie die Mesodermanlage zur Herstellung der parietalen und visceralen Mesodermgewebe im Stirnabschnitt, den beiden Rumpfsegmenten und im Afterstück des Naupliusleibes verwendet wird, ist bislang des Näheren nicht bekannt geworden; im weiterem Verlaufe der Entwicklung aber verhalten sich die zur Darmbekleidung übergetretenen Elemente den parietalen gegenüber durchaus selbstständig und insofern abweichend, als dieselben keinen indifferenten der Knospungszone jener entsprechenden Abschnitt am Darne bilden, das Wachstum desselben vielmehr durch Theilungsvorgänge der bereits differenzirten Elemente vermittelt wird. Hiermit soll keineswegs die Beteiligung des parietalen Mesodermblattes an der Erzeugung bindegewebiger Septen sowie am Darne sich befestigender Fäden und Balken in Abrede gestellt werden; im Gegentheil ist dieselbe im Laufe der weiteren Entwicklung besonders bei *Artemia* leicht nachweisbar (Taf. III, Fig. 1). Ein Uebertreten aber von Muskelzellen zur Vermehrung der Ringmuskeln der Darmwand findet auch in der Region der Knospungszone nicht statt.

In das Afterstück, welches später die beiden Furcalfortsätze bildet, reicht der Mesodermstreifen nicht hinein, und es erscheint nicht begründet, wenn C. Grobben eine grössere, jenem angehörige Zelle am Ende des Mesodermstreifens der Branchipuslarve auf diesen bezieht und als wahrscheinlich ableitet, dass das Mesoderm bei *Branchipus* in Form zweier Zellen am hinteren Rande des Gastrulamundes angelegt wird. In Wahrheit sind es aber jederseits nicht eine, sondern zwei Zellen, welche in einiger Entfernung vom Hinterrand des Mesodermstreifens an der Wand des Afterstückes anliegen (Taf. I, Fig. 10, 11 Tz.). Dieselben erhalten sich in allen nachfolgenden Larvenstadien unverändert, nehmen nur an Grösse zu und sind noch an jungen postlarvalen Formen als zwei Zellen unter

---

<sup>1)</sup> C. Grobben: Die Entwicklungsgeschichte von *Cetochilus septentrionalis* Goodsir. Arbeiten aus dem zoologischen Institute, Wien, Tom. III. 1881. Derselbe: Entwicklungsgeschichte der *Moina rectirostris*. Ebendasselbst, Tom. II., 1879.

der Haut erkennbar. Eine Theilung oder gar fortgesetzte Wucherung dieser Zellen, durch welche das Zellmaterial der mesodermalen Knospungszone vermehrt würde, habe ich in keinem Falle beobachten können. Dagegen erfolgt die Zellvermehrung durch rasche und lebhaftige Zelltheilung innerhalb der Knospungszone, in deren vorderer Region sich eine transversale Gliederung in Somiten vorbereitet. Als solche sind bereits die Segmente der Maxillen und der beiden vorderen Beinpaare unterhalb der Cuticula abgegliedert und nicht nur durch eine bedeutendere Dicke der hier mehrschichtig gewordenen Mesodermlage, sondern durch Verdickungen im Ektoderm, den Anlagen der Ganglien und Gliedmassen in vorgeschrittener Differenzirung begriffen (Taf. 1, Fig. 2).

Die Anlagen der Extremitäten liegen ziemlich lateral und bilden äussere Aufwulstungen. Mit denselben alterniren die der Medianlinie zugewendeten Ganglienanlagen und erzeugen nach innen vorspringende Wülste, welche von dem medialen Theil des Mesodermstreifens überkleidet werden (Taf. I. Fig. 3). In den Maxillarsegmenten sind die Ganglienwülste bereits stärker in den Leibesraum vorgespungen, doch bleibt hier die Mesodermlage weit schwächer als in den Beinsegmenten, wo dieselbe nach dem Leibesraum jederseits eine dorsale, laterale und ventrale Vorwölbung bildet. Die dorsale begrenzt mit der entsprechenden der andern Seite eine breite, später zum Lumen des Rückengefässes sich abschliessende Höhlung, welche ventralwärts durch die dorsale Darmwand von den engeren Seitenspalten des Leibesraumes abgegrenzt wird und sich in die Maxillarsegmente fortsetzt. Eine regelmässige Strömung der Blutflüssigkeit findet noch nicht statt. Man bemerkt nur ganz vereinzelt, mit Fetttropfchen gefüllte Blutkörperchen, die sich wohl auf vom Mesoderm gelöste Elemente zurückführen lassen dürften, und sieht dieselben im Leibesraume durch die Bewegungen des Darmes und der Extremitäten hin und her getrieben.

In den nachfolgenden Entwicklungsstadien, welche sich bei raschem Verbrauche der Fettkugeln und Eiweisskörner mehr und mehr aufhellen und deshalb zur Untersuchung günstiger werden, nimmt mit der Streckung des Körpers das Wachstum des Mesodermstreifens und die Gliederung desselben in neue, mit den vorausgehenden übereinstimmende Somiten allmähig zu, während sich gleichzeitig die angelegten Organe weiter ausbilden, und aus den indifferenten Mesodermzellen das Herz und die Muskulatur, der Fettkörper, die Blutzellen und Bindegewebsbildungen zur Sonderung gelangen.

Um einen Einblick in die mit der Grössenzunahme fortschreitende Segmentirung und innere Differenzirung zu gewinnen, erscheint es erforderlich, eine kurze Beschreibung der aufeinanderfolgenden Larvenstadien nach ihren wichtigsten Eigenschaften voranzuschicken. Man wird der besseren Uebersicht halber zwei Perioden der Metamorphose unterscheiden, von denen die erste die jüngeren Larven bis zu einer Körperlänge<sup>1)</sup> von etwa 2·4 Mm. umfasst und durch Neubildung von Metameren und Gliedmassen bezeichnet ist. Die Antennen und Mandibeltaster bewahren bis zum Schlusse derselben, mit welchem die volle Zahl der Segment- und Gliedmassenanlagen erreicht ist, die Larvencharaktere und erst mit der zweiten Entwicklungsperiode beginnt die mit dem Vorücken nach der Stirn verbundene Umgestaltung der zweiten Antennen zu den sogenannten Kopfhörnern, sowie die Reduction des Mandibeltasters bis zu dessen gänzlichem Schwunde. Diese zweite Periode kann man als die der sexuellen Differenzirung bezeichnen, da sich während derselben die Genitalsegmente in der für beide Geschlechter charakteristischen Weise entwickeln, und hiermit parallel die accessorischen Sexualunterschiede sich ausbilden. Am Schlusse derselben haben mit einer Körperlänge von etwa 5 bis 6 Mm. die Gliedmassen im Wesentlichen die Gestaltung der Geschlechtsform erreicht, und es folgt nun die Zeit des postlarvalen Wachstums und der sexuellen Reife bis zur Körpergrösse des völlig erwachsenen Thieres.

Nach Abstreifung der Naupliushülle erscheinen an dem kegelförmig gestreckten Leib der etwa 0·7 Mm. langen Larven die beiden vorderen Brustsegmente mit ihren wulstartig vorragenden Gliedmassenanlagen als Querringe schärfer abgesetzt, und treten in dem kurzen Afterstück die beiden grossen Seitenzellen hinter dem Rand jedes Mesodermstreifens deutlicher hervor. An der Ventralseite beginnen die in der Knospungszone vereinigten Mesodermstreifen median auseinanderzuweichen, so dass die in denselben gebildeten Somiten zwei völlig getrennte Mesodermspangen enthalten. Wie ich bereits in meiner früheren Arbeit zeigte, sind die letzteren nur aus zwei Zellenreihen zusammengesetzt. An der Mandibelgliedmasse hat der Kieferfortsatz, welcher im Naupliusstadium (Taf. II., Fig. 8) einen abgerundeten Höcker darstellt, bereits die Form der Kieferladen mit stark chitinisirtem Kau-

<sup>1)</sup> Gemessen vom Stirnraud bis zum Ende der Furcalglieder ohne Schwanzborsten bei *B. torticornis*.



rand gewonnen. Am Rücken der zwei ringförmig abgesetzten Brustsegmente hat sich die Anlage der zugehörigen Herzkammern von dem Mesodermstreifen getrennt und ebenso die Aortenwand in der Maxillarregion selbstständig abgehoben. Es liegt somit der Formzustand der Herzanlage vor, aus welchem ohne Verwendung nachfolgender Kammeranlagen das kurze sackförmige Herz der Entomostraken mit dem seitlichen Ostienpaare und eventuell hinterer Spaltöffnung (Copepoden) hervorgegangen sein mag.

Larven <sup>1)</sup> von etwa 0·8 Mm. Länge besitzen bereits fünf vortretende Brustsegmente mit den zugehörigen Paaren von Dorsalborsten und Beinwülsten, von denen die beiden vorderen zweilappig sind. Dazu kommen noch vier unter der Cuticula bemerkbare Segmentanlagen, von denen die letzte noch nicht aus dem Verbande der Knospungszone ausgeschieden ist. Das Afterstück hat jederseits einen Furcalhöcker und auf diesem eine Furcalborste gebildet. Das Herz besteht aus drei oder vier Kammern, von denen die letzte noch am Mesodermstreifen haftet und zeigt noch keine Pulsationen, obwohl Blutkörperchen in aufsteigender Bewegung den Raum desselben durchsetzen. Von den Ganglienanlagen der Bauchkette werden die der Maxillen und drei vorderen Beinsegmente als rundliche Auftreibungen unter der Haut erkannt (Taf. II, Fig. 1).

Erst in dem nächst älteren Stadium <sup>2)</sup> von 0·9 Mm. Länge erscheint der Larvenleib vollkommen aufgehell. Von den nunmehr sechs freien Segmenten zeichnen sich die beiden vorderen durch ihren bedeutenderen Umfang und die vorgeschrittene Differenzirung der zugehörigen Beine aus. Die fünfte und sechste Beinanlage ist noch auf einen einfachen, häkchenfreien Wulst beschränkt. Es folgen dann noch unterhalb der Cuticula vier bis fünf deutlich gesonderte Mesodermsegmente und zwei noch in der Knospungszone gelegene Segmentanlagen. Das Herz besteht aus fünf fertig gebildeten Kammern, zu denen noch die im Mesodermstreifen haftenden Anlagen der zwei bis drei nachfolgenden Kammern hinzukommen, und ist bereits in lebhafter Contraction begriffen. Von dorsalen Tastborsten sind 6 oder 7 Paare vorhanden. Auch eine zweite, zu der ersteren lateral gestellte Furcalborste ist jetzt gebildet.

Larven von 1 Mm. bis 1·2 Mm. Länge <sup>3)</sup> besitzen 7 freie

<sup>1)</sup> Entspricht der in Fig. 3 meiner Abhandlung über Apus und Branchipus abgebildeten Larve.

<sup>2)</sup> Entspricht der Fig. 5 derselben Arbeit.

<sup>3)</sup> Vergl. Fig. 6 derselben Arbeit.

Segmente und ebensoviel Beinpaare, von denen die beiden letzten noch einfache häkchenfreie Wülste sind. Unter der Haut folgen 6 Segmentanlagen, die letzte derselben noch im Bereiche der Knospungszone. Das Herz ist 7- bis 8kammerig exclusive der beiden nachfolgenden noch weiter abstehenden und am Mesodermstreifen haftenden Kammeranlagen. Zur Seite desselben erheben sich jetzt 7 bis 8 Paare von Tastborsten an den entsprechenden Segmenten. Von den Ganglien der Bauchkette treten fünf bis sechs mit grosser Schärfe hervor.

Schon jetzt erkennt man, dass die dorsale Differenzirung am Mesoderm der ventralen gegenüber etwas voranschreitet, indem hier bereits die 13te beziehungsweise auch 14te Segmentanlage mehr oder minder scharf abgegrenzt hervortritt, während an der Bauchseite erst die 12te von der Knospungszone gesondert ist.

Im nächsten Stadium <sup>1)</sup>, welches eine Länge von 1·3 bis 1·4 Mm. besitzt und 9 Paare von Beinwülsten entwickelt hat, sind an den Furcalfortsätzen zwei neue Borstenanlagen, eine mediale und laterale, hinzugekommen (Taf. II, Fig. 4). Der 8te und 9te Beinwulst ist noch einfach und ohne Häkchen. Das Herz reicht bis in das 10te Segment und steht im Begriffe, durch eine 11te Kammer ergänzt zu werden. Bis hierher erstrecken sich auch die dorsalen Tastborstenpaare, von denen die des 4ten und 9ten beintragenden Segmentes auffallend medialwärts stehen. Die Somitenanlagen des Mesoderms reichen bis zum 15ten Segmente, indem ventralwärts das 16te Somit noch in der Knospungszone enthalten ist. In den Querschnitt desselben fällt die Grenze zwischen Mitteldarm und Afterdarm.

An Larven von 1·6 Mm. ist auch das 16te Somit scharf abgesetzt, und der 10te und 11te Beinwulst unter der Cuticula sichtbar. Das Herz reicht bis zum 12ten Segment.

Mit der nachfolgenden Häutung hat der Larvenleib eine Länge von 1·75 bis 1·8 Mm. erreicht, und die Beinwülste des 10ten und 11ten Segmentes treten als freie Wülste hervor. Dorsalwärts reichen die Borstenpaare bis zum 14. Segment, in welchem die Wandung einer neuen Herzkammer in der Bildung begriffen ist. Ventralwärts bemerkt man am 15ten Segmente unter der Cuticula die Anlage eines Tastborstenpaares.

Im nachfolgenden 1·9 bis 2 Mm. langen Larvenstadium sind nur noch der letzte und vorletzte Beinwulst einfach. Das Herz reicht bis zum 15ten Segmente, hinter welchem sich die Seiten-

<sup>1)</sup> Vergl. Fig. 7 meiner Abhandlung über Apus und Branchipus.

wand der 16ten Kammer vom Mesoderm ablöst (Taf. II, Fig. 5). Auch sind jetzt 16 Paare dorsaler Tastborsten vorhanden, von denen die des 4ten, 9ten und 13ten Segmentes auffallend weit medialwärts stehen. An der Bauchseite steht die ventrale Tastborste des 15ten Segmentes frei hervor, und unter der Cuticula bemerkt man am 17ten Segmente ein zweites ventrales Paar von Tastborsten. An der Rückenseite sind sämtliche Mesodermsomiten abgesetzt, die des letzten oder 19ten Segmentes, dem Reste der Knospungszone entsprechend, jedoch noch mit der deutlich markirten Anlage zu einem 20ten Segmente, welche jedoch im Verlaufe der weiteren Entwicklung rückgebildet wird und in das 19te Segment einschmilzt. Ventralwärts erscheinen das 18te und 19te Segment noch nicht gesondert.

Etwas grössere Larven von 2.1 bis 2.2 Millimeter Länge sind an zwei Paaren ventraler Tastborsten am 15ten und 17ten Segmente kenntlich, zu denen noch ein drittes Paar unter der Cuticula des 19ten Segmentes hinzukommt. An jedem Furcalfortsatz finden sich jetzt 6 bis 7 Borsten, im letzteren Falle vier laterale und drei mediale. Das 18te Somit ist auch ventralwärts ziemlich deutlich gesondert. Die Anlage eines 20ten Somiten an der hinteren Grenze der Knospungszone ist noch erkennbar. Das Herz besteht aus 17, beziehungsweise 18 Kammern, hinter denen sich die Anlage der 19ten oder Endkammer vom Mesodermstreifen abhebt. Auch die Anlagen der hinteren Beinganglien werden bei tiefer Einstellung erkannt, in gleicher Weise die Ganglienanlagen der beiden Genitalsegmente (12 und 13), von denen sich Extremitätenwülste in ganz ähnlicher Weise wie im Larvenstadium von 1.8 Mm. Länge die Wülste der beiden vorausgehenden Beinpaare abheben (Taf. II, Fig. 6).

Bei einer Länge von 2.3 bis 2.4 Mm. endlich sind sämtliche Somiten gesondert und die Genitalwülste am 12ten und 13ten Segmente auch als äussere Auftreibungen erkennbar (Fig. 7). Das Herz besitzt nunmehr die vollständige Kammerzahl und öffnet sich mit medianer Spalte im 19ten Segmente, hinter welchem noch der Ueberrest einer 20ten Segmentanlage vor dem relativ gestreckten Afterstück erhalten ist. An den Furcalgliedern werden jetzt acht Schwanzborsten beobachtet, die letztgebildete am Medialrande als winzig kurze Spitze. Von Tastborsten sind ein ventrales Paar am 19ten, ein dorsales am 18ten Segmente hinzugekommen. Das 10te und 11te Beinpaar erscheinen noch als zweilappige Wülste von sehr geringer Grösse.

Mit diesem Stadium, in welchem die Schwimmfussantennen

und Mandibeltaster noch nahezu unverändert die Gestalt und Function als Larvenorgane bewahrt haben und das Seitenauge, wengleich schon beweglich und vom Kopfe abgesetzt, doch noch eine bedeutendere Entwicklung und schärfere Abgliederung als Stillauge zu erfahren hat, erscheint im Wesentlichen die Bildung der Somiten und die derselben entsprechende mesodermale Differenzirung, sowie die Gliederung der Ganglienkette und Anlage von Gliedmassen abgeschlossen. Von den Sexualorganen ist jedoch lediglich die in beiden Geschlechtern überaus ähnliche und gleich gelegene, noch indifferente Genitaldrüse<sup>1)</sup> in den drei bis vier vordern Segmenten des Abdomens vorhanden.

In der nun folgenden zweiten Entwicklungsperiode nimmt diese im Zusammenhang mit den übrigen Sexualcharakteren nach dem besondern Geschlechte eine weitere Fortbildung, die noch kurzen Abdominalsegmente strecken sich in gleicher Weise wie die Furca zu bedeutenderer Länge, während die hinteren noch unentwickelten Beinpaare allmähig ihre normale Gliederung gewinnen. Eine bedeutende Umformung erfährt jedoch der Kopf der Larve, in welchem die Muskeln der Schwimmfussantennen und Mandibeltaster rückgebildet werden, der letztere verloren geht, und sich die Schwimmfussantennen unter Vorrücken nach der Stirnfläche zu den sogenannten Kopfhörnern umgestalten.

Dieser Veränderung parallel gewinnt ein bisher unbekannt gebliebenes, schon im Larvenkörper angelegtes Sinnesorgan zwischen Gehirn und Stirnauge eine bedeutende Grössenentwicklung und bewirkt eine allmähige wenn auch geringe Lagenverschiebung des letztern nach dem Scheitel. Die einzelnen auf einander folgenden Phasen dieser zweiten Periode sind minder scharf begrenzbar und werden bei der Besprechung der betreffenden Organe Berücksichtigung finden.

## **2. Die Gliederung des Mesodermstreifens und Differenzirung der ektodermalen und mesodermalen Organanlagen.**

In den aus je zwei Zellreihen gebildeten Querstreifen, welche sich am vorderen Theil der Knospungszone abheben und als Mesodermsomiten unterschieden wurden, vermehrt sich durch fortgesetzte Zelltheilung zunächst die Zahl der Zellreihen. Dieselben gewinnen bald aber auch eine bedeutendere Dicke, indem sich zwei und mehr

<sup>1)</sup> Vergl. C. Claus, l. c. Fig. 11 Gt.

Zellenlagen übereinander häufen. In solcher Gestaltung bewirken sie die Auftreibung der nunmehr als Segmente sich abhebenden Leibesabschnitte.

Das Zellenmaterial der Mesodermsomiten beginnt sich mehr oder minder deutlich in drei Abtheilungen zu gruppieren, von denen die dorsale die Anlage der Herzkammer, sowie den Segmentabschnitt der dorsalen Längsmuskeln, die mittlere oder laterale die Muskulatur der Gliedmassen, die ventrale den Segmentabschnitt der ventralen Längsmuskeln, sowie das Neurilemm der Ganglien liefert (Taf. I, Fig. 2). Bindegewebelemente gehen auch aus der dorsalen und lateralen Zellengruppe hervor, und zwar sowohl das dem Darm im Abdomen rechts und links anliegende horizontale Septum, durch welches der Leibesraum, wenn auch unvollständig, in einen dorsalen und ventralen Sinus gesondert wird, als die grossen Zellen des Fettkörpers. Auch die Blutkörperchen, deren Menge mit dem Wachsthum unverhältnissmässig zunimmt, dürften auf Mesodermszellen zurückzuführen sein, welche während der Differenzirung der Mesodermsomiten zur Abtrennung gelangen und sich nachher durch Theilung rasch vermehren. Diesen Vorgängen parallel, entstehen im Ektoderm die paarigen Verdickungen, welche die Anlagen der Ganglienkette und der Extremitäten darstellen und sich mit den mesodermalen Differenzirungen in Verbindung setzen (Taf. I, Fig. 3 G. A.).

An den beintragenden Segmenten des Mittelleibes ist es die Anlage der Extremität, welche rechts und links als wulstförmige Verdickung des Segmentes bemerkbar wird, bevor noch die Differenzirung der Mesodermelemente stattgefunden hat. Die Ektodermzellen sind an dieser Stelle, wie der Querschnitt erweist, in lebhafter Wucherung begriffen, welche durch Streckung der Kerne und directe Theilung derselben bewirkt wird (Taf. III, Fig. 2). Kernspindeln habe ich überhaupt nur in den Hodenzellen beobachtet und muss demgemäss für die übrigen Gewebe die directe Kerntheilung als Norm betrachten. Während die ektodermale Zellenvermehrung den ersten Anstoss zur Extremitätenanlage gibt, wachsen die Zellenwucherungen des Mesoderms derselben nach und verstärken die äussere Vorwölbung, welche durch äussere Einkerbungen die Hauptabschnitte<sup>2)</sup> der Extremität zum

<sup>2)</sup> Ueber die Art und Weise, wie sich die Gliederung, beziehungsweise Lappenbildung des Phyllopodenbeines entwickelt, findet man bereits in meiner früheren Abhandlung (pag. 21, Taf. V, Fig. 17) richtige Angaben, die ich in abgekürzter

Ausdruck bringt. Noch vorher entwickelt sich aber eine zweite Ektodermverdickung etwas vor und medialwärts von dem Extremitätenwulst als das zugehörige Ganglion. Dieselbe markirt sich in der Flächenansicht als ein durch die zarte Körperdecke durchscheinendes, rundlich ovales Gebilde in einiger Entfernung rechts und links von der Medianlinie, an der vordern Segmentgrenze. (Taf. II, Fig. 1, 3, 6, 7 G A). Erst Querschnitte beweisen, dass es sich um eine ektodermale, nach innen vorspringende Verdickung mit mesodermaler Bekleidung handelt (Taf. I, Fig. 3). Auf einem etwas vorgeschritteneren Zustand (Taf. II, Fig. 2) erscheint die Medianseite derselben von grösseren, hellen Zellen umrahmt, welche mit den entsprechenden Zellen der anderseitigen Ganglienanlage durch zwei zarte Commissuren verbunden sind. Es ist somit die Verdickung unter Verschiebung neuer Elemente und der inzwischen gebildeten Querbrücke nach innen vorgewachsen, um bald im Laufe des weitern Wachstums noch weiter zu rücken und sich von der oberflächlichen Ektodermis der subcuticularen Hypodermis abzuheben. Eine mediane rinnenförmige Einstülpung, wie sie nach Hatschek bei Lepidopteren und Anneliden zwischen beiden Nervensträngen zur Erzeugung des Commissurensystems der paarigen Stränge vorhanden sein soll, existirt bei Branchipus nicht, dagegen treten zwischen den Commissuren, welche als von einander gesonderte Querbrücken der ektodermalen Ganglienanlagen entstehen, ektodermale Wucherungen auf, die theils zum Ansatz schräg vom Rücken absteigender Muskelbündel, theils zur Verstärkung der Chitindecke, beziehungsweise zur Bildung kegelförmiger Erhebungen derselben (*Artemia*) verwendet werden. Da das früheste Bild der Ganglienanlagen keine mediane Verbindung aufweist, hielt ich anfangs die secundäre Bildung median verwachsener Fortsätze für eine Möglichkeit, für die ich dann aber keine Bestätigung fand. In gleicher Weise verhält es sich mit den peripherischen Nerven, die ebenso wie die

und präcisere Form hier wiederholen will. Zuerst wird der vorspringende Gliedmassenwulst durch eine laterale Einkerbung zweilappig. Der ventrale Abschnitt entspricht dem Stammlappen, der dorsale dem oberen Randlappen ( $L^6$ ). Aussen entwickelt sich die Anlage zum Branchialblatt und Branchialsäckchen, welche sich durch Einschnitte abheben, während der Stammlappen durch Abschnürung eines schmalen Mittelstückes ( $L^1$ ), den Basallappen ( $L$ ) und unteren Randlappen ( $L^5$ ) (Innenast) zur Sonderung bringt. (Taf. III, Fig. 6). Von diesem gliedern sich bald noch weitere, die drei kurzen Zwischenlappen ab. ( $L^2$ ,  $L^3$ ,  $L^4$ ). Auch der grosse Basallappen ( $L$ ) gewinnt durch eine tiefe Ausbuchtung den Anschein einer Gliederung.

peripherischen Ganglien im Ektoderm gebildet werden, bevor die Ganglienkette aus ihrer ektodermalen Lage in die Tiefe gerückt ist. Ueberhaupt war ich nicht im Stande, die Entstehung eines Nerven als secundären Auswuchses des Nervencentrums, etwa in der Weise wie aus dem Centralnervensystem der Vertebraten <sup>1)</sup> die Gehirn- und Rückenmarksnerven als Fortsätze vorwachsen, nachzuweisen. Nur das Sinnesorgan mit den Kolbenzellen am Stirnrand scheint durch Vorwachsen von Nervenzellen aus den Stirnlappen des Gehirnes zu entstehen.

Die Gruppierung der Muskelzellen zu verschiedenen gerichteten Bündeln dürfte überall in der Weise erfolgen, dass benachbarte Zellen während der Ausscheidung quergestreifter Substanz in der Richtung des Faserverlaufes mit einander verschmelzen. Am Querschnitt ersieht man, dass jedes Bündel nur aus einer einzigen Zelle gebildet wird, und dass die Ausscheidung der contractilen Substanz einseitig erfolgt. Auch die transversal den Körper durchsetzenden Muskeln, welche den rechts- und linksseitigen Antennen und Mandibeln, zugehören, sind durch mediane Verschmelzung ursprünglich getrennter Elemente entstanden.

Da wo sich zahlreiche Muskelbündel gleichen oder nahezu übereinstimmenden Faserverlaufes nebeneinander entwickeln, wie an der dorsalen und ventralen Stammuskulatur, gruppirt sich deren Anlage als Zellencomplex, an welchem die contractile Substanz der Elemente mehr central zusammengedrängt erscheint und das anfangs weit überwiegende körnige Protoplasma mit den Kernen in der Peripherie des Complexes liegt. (Taf. III, Fig. 3, 4, 5). Das Wachsthum erfolgt unter Kerntheilung und fortschreitender Vermehrung der Muskelsubstanz auf Kosten des Protoplasma's.

An der Bildung der Herzwand betheilt sich jederseits nur eine einzige Längsreihe von Muskelzellen, welche allmählig der Medianlinie näher rücken, durch Bindegewebszellen an der Rücken- decke, sowie am Darm befestigt werden und mit einander zu einem Hohl Schlauch verwachsen. Seitliche Zellengruppen, welche den Muskelzellen der Herzwand bei der Entfernung vom Mesoderm- somiten begleiten, liefern die zarte Bindegewebsbekleidung der Kammer, sowie die Suspensorien derselben. (Taf. III, Fig. 9, 10, 11, 12.)

### 3. Regionenbildung und Segmentzahl.

Wenn man für die so mannigfache Gliederung, welche der Crustaceenleib in den verschiedenen Gruppen und selbst bei nahe

<sup>1)</sup> Vergl. Balfour, Handbuch der vergl. Embryologie. Tom. II, pag. 398.

Verwandten derselben Gruppe zeigt, einen einheitlichen Masstab zur morphologischen Parallelisirung gewinnen will, wird man im Anschluss an die so zahlreiche Vergleichungspunkte bietende Entwicklung von den Körperregionen ausgehen müssen, welche am Arthropodenleib überhaupt im Zusammenhang mit der Verwendung der Gliedmassen und der Bewegungsweise in Gegensatz treten.

Kopf, Mittelleib (Thorax) und Hinterleib (Abdomen) sind die naturgemäss zu unterscheidenden Regionen, die wir freilich in den verschiedenen Gruppen nicht als gleichwerthige und durch die gleiche Segmentzahl bezeichnete, sondern nur als durch ähnliche Anpassungen der Bewegung und Nahrungsaufnahme bedingte Abschnitte zu betrachten haben, für welche nur bei nahen Verwandten eine völlige Homologie der Segmente und Gliedmassen nachweisbar ist. Bei einem Vergleiche von *Branchipus* mit *Apus* oder *Estheria* und *Sida* innerhalb der Phyllopoden-gruppe vermag man viel nähere und engere Beziehungen festzustellen, als wenn man den Malakostrakenleib, der selbst wieder so mannigfache Verhältnisse der Gliederung bietet, zur Vergleichung heranzieht. Im letzteren Falle aber würde es ganz verkehrt sein, mit einem jüngeren Autor behaupten zu wollen, dass ein dem Thorax oder Mittelleibe der höheren Krebse entsprechendes Stück bei *Branchipus* gar nicht zur Entwicklung komme.

Als Kopf werden wir nicht im Zweifel sein, die Segmente der Antennen, Mandibeln und Maxillen zu einer Region zusammenzufassen, da wir hinter den drei Gliedmassenpaaren des Nauplius bereits zwei nachfolgende Paare als Mundesgliedmassen beobachten. Die nachfolgende mit 11 Beinpaaren versehene Region ist es, welche — wenn auch in der Zahl der Segmente verschieden — dem Thorax oder Mittelleib der höheren Krebse entsprechen würde. Dieselbe mit der gliedmassenlosen hinteren Leibesregion als Hinterleib vereinigen zu wollen, würde den Grundsätzen völlig widersprechen, deren Anwendung erst eine allgemeinere Morphologie der Regionen auf dem Gebiete der Crustaceen möglich macht. Wenn sich auch nicht verkennen lässt, dass diese 11 Segmente genetisch zu den gliedmassenlosen Segmenten der hinteren Leibesregion in um so näherer Beziehung stehen, als an dieser ursprünglich Beinanlagen gebildet waren und auch noch an den beiden vorderen oder Genitalsegmenten vorübergehend auftreten, so gibt doch das abweichende Verhalten der hinteren Segmentgruppe des ausgebildeten Thieres im Anschluss an den üblichen Regionenbegriff ausreichende Berechtigung, jene mit dem die Furcalglieder tragenden After-



stück als Abdomen zusammenfassen. Dass man die zu einem Doppelsegment vereinigten Genitalsegmente zu dem Hinterleibe zählt und die Grenze des Thorax vor diesem Abschnitt feststellt, würde sich überdies durch die vollständig parallele Grenzbestimmung, wie sie allgemein für Thorax und Abdomen der Copepoden acceptirt wurde, ausreichend rechtfertigen lassen, obwohl man sich freilich auch dahin einigen könnte, diese Grenze hinter das Genitalsegment zu setzen und dasselbe auf den Mittelleib zu beziehen.

Ueber die Segmentzahl des Hinterleibes, also der Region, welche auf die beintragenden Metameren folgt, scheint für die verschiedenen Branchipus-Arten in den Angaben der Autoren keine völlige Uebereinstimmung zu bestehen, insofern bald acht, bald neun Abdominalsegmente gezählt werden. Die Frage hat mit Rücksicht auf das Verhältniss von Branchipus zu Artemia, deren Hauptunterschied unrichtiger Weise in der um eins verminder-ten Segmentzahl des Abdomens bestimmt wurde, einiges Interesse.

Was die Ungleichmässigkeiten in den Angaben über die Abdominalsegmente der verschiedenen Branchipusarten (die Untergattungen mit eingeschlossen) anbelangt, so dürften dieselben darauf zurückzuführen sein, dass das kürzere oder längere, wenig oder scharf abgesetzte Afterstück mit den Furcalgliedern, bald als Segment mit gezählt ist, bald nicht. Ich hatte früher schon dieses, den Enddarm enthaltende Afterstück als Praefurcalabschnitt unterschieden, und als den vorausgehenden Metameren nicht gleichwerthig bei der Bestimmung der Segmentzahl von *Br. stagnalis* und *torticornis* mit vollem Rechte ausgeschlossen.

Ich zählte daher 19<sup>1)</sup> auf die Kieferregion folgende Segmente, von denen die acht letzten als gliedmassenlos dem Abdomen zugezählt wurden. Von dieser auf die Entwicklung der Metameren begründeten Bestimmung, welcher auch Spangenberg folgte, wenn er 19 Hinterleibssegmente vor dem die Furcaläste tragenden Schwanzsegmente, dem Praefurcalabschnitte, zählte, haben wir bei der Feststellung der Abdominalsegmente der einzelnen Branchipus- und Artemiaarten als Grundlage auszugehen, und demnach das Praefurcal- oder Afterstück überall auszuschliessen. Da wir aber an den Larven von *Br. torticornis* auch die Anlage zu einem 20. Segment nachweisen konnten, welches jedoch wiederum eine Rückbildung erfährt, so besteht immerhin die Möglichkeit bei der einen oder anderen, dann aber wohl als Gattung zu trennenden Form eine um eins erhöhte Segmentzahl anzutreffen.

<sup>1)</sup> Vergl. Claus, 1 c. Taf. III, Fig. 10; Taf. V, Fig. 16, pag. 14.

Indessen erscheint eine solche Form bislang nicht mit Sicherheit bekannt, da an den mit 9 Abdominalsegmenten beschriebenen Arten das in solchen Fällen grössere und schärfer abgesetzte Afterstück als Segment betrachtet und mitgezählt wurde.

Auch Schmankewitsch begeht diesen Fehler, wenn er neun Hinterleibssegmente als Charakter für die Gattung *Branchipus* angibt, im Gegensatz zur Gattung *Artemia*, welche nur acht fusslose Segmente, das letzte aber von sehr bedeutender Länge besitze. In dieses ist eben das vom achten Metamer nicht abgesetzte Afterstück mit einbezogen, während dasselbe bei *Branchipus* als neuntes Segment besonders gezählt wurde. Wenn von der Parthenogenese abgesehen auf dieser Abweichung der Hauptunterschied beider Gattungen beruhen, und die Acht-Zahl der Abdominalsegmente das wichtigste Kennzeichen von *Artemia* darstellen sollte, so würde letztere nicht als Gattung aufrecht erhalten werden können, da thatsächlich ein Unterschied in der Segmentzahl nicht besteht. Zudem erfährt das vermeintliche Unterscheidungsmerkmal nach den Beobachtungen von Schmankewitsch Modificationen, indem man bei Züchtung von Artemien in immer weiter verdünntem Seewasser schliesslich Formen von der Gliederung des *Branchipus* erhält, an denen sich dann eben das Schwanzstück segmentartig abhebt. Nun hat der russische Autor richtig erkannt und mit Hilfe der Tastborsten des 19. Segmentes bewiesen, dass der achte sehr lange Endabschnitt von *Artemia* dem achten Abdominalsegment nebst nachfolgendem kurzen Endabschnitt von *Branchipus* homolog ist. Ein Irrthum aber war es, der zur Ueberschätzung beider Formverschiedenheiten führte, wenn er das abgesetzte Schwanzstück als 9. Segment betrachtete und hierdurch die Ansicht erweckte, als sei die Zahl der Metameren bei *Branchipus* eine grössere geworden, und sei somit der Einfluss veränderter Lebensbedingungen in verschieden concentrirtem Salzwasser und im süssen Wasser eine Veränderung, beziehungsweise Vermehrung der Segmente zu bewirken im Stande. In Wahrheit aber würde eine solche erst dann bewiesen sein, wenn es gelingen sollte, die am Larvenleib vorhandene Anlage zum 19. Metamer zur Rückbildung zu bringen oder die Entstehung eines achten Abdominalsegments zu verhindern, während das Vorhandensein oder der Mangel einer segmentähnlichen Abgrenzung des Afterstückes für die Zahl der Segmente irrelevant ist. Immerhin wird man nach einer Erklärung der vorhandenen, wenn auch minder bedeutungsvollen Abweichung suchen müssen und zu diesem Zwecke sich zunächst darüber Rechenschaft zu geben

haben, wodurch die scharfe Abgrenzung bei *Branchipus* bewirkt wird. Die Grenzconturen benachbarter Segmente stehen bekanntlich in einem Abhängigkeitsverhältniss von den Muskelabschnitten der betreffenden Metameren, indem dieselben das bedingende Moment für die Bewegung abgeben, welche das Auftreten einer intersegmentalen, die Grenzcontur veranlassenden Unterbrechung in der Stärke des Integumentes nothwendig macht. In der That ist nun auch die Grenzcontur zwischen dem achten Segment und Afterstück durch den Ansatz des entsprechenden Myomers bestimmt und fehlt daher noch den Larven, deren Afterstück durch seinen relativ ausserordentlichen Umfang im Vergleich zu den kurzen, von der Knospungszone successive sich ablösenden Segmenten ausgezeichnet ist. Erst wenn nach Ablauf der Metamorphose aus dem Endstücke der Knospungszone unter Rückbildung der 20. Metamerenanlage das letzte oder achte Abdominalsegment entstanden und aus seinem Mesodermantheil das zugehörige Myomer gebildet worden ist, dessen ventrale Muskelzellen in den Furcalabschnitt vorwachsen, wird die Abgrenzung des jetzt noch recht umfangreichen Afterstückes eine schärfere.

Bei *Artemia* sind nun diese Muskelzellen ebenfalls vorhanden, indessen ausserordentlich schwach entwickelt, indem sie als sehr dünne und lange, seitlich bis in das Furcalglied herabstrahlende Fäden durch ihre Insertion keine Abgliederung zu bewirken vermögen. Schrankewitsch vergleicht nicht mit Unrecht das Verhalten des hinteren Körperendes von *Artemia* mit dem des jugendlichen *Branchipus*, an welchem wenigstens in den älteren Larvenstadien (vergl. Fig. 10, Taf. III meiner *Branchipus*-arbeit) das 19. Abdominalsegment von dem relativ noch sehr langen Afterstück nicht abgesetzt ist. Er betrachtet dem entsprechend *Branchipus* als den in progressiver Richtung veränderten Formzustand und *Artemia* als die unter dem Einflusse modificirter Lebensbedingungen im Salzwasser degradirte Lebensform. Zutreffender würde er dieselbe mit einer Hemmungsbildung verglichen haben, welche der jugendlicheren und primitiveren Gestaltung näher geblieben ist, nicht nur wegen des langgezogenen Hinterleibes mit den in der Entwicklung zurückgebliebenen Furcalstücken, sondern auch mit Bezug auf andere Körpertheile, deren Besonderheiten als Gattungscharaktere der *Artemia* ein weit grösserer Werth als der vermeintlich verschiedenen Segmentzahl beizulegen ist. Als solche würde ich in erster Linie die Gestaltung des vorderen Körperendes und der Kopfhörner verwerthen (Taf. V, Fig. 2), und dem abweichenden Verlaufe der Metamorphose den wichtigsten Antheil zur Erklärung der

Gattungs-Eigenthümlichkeiten zuschreiben. Die Larven der *Artemia* besitzen bei grösserem Umfang der Segmentanlagen einen im Verhältnisse zur Zahl der gesonderten Segmente und Gliedmassen gestreckteren Leib, an welchem den mesodermalen Somiten von vorn herein eine grössere Länge<sup>1)</sup> zukommt. Sodann erscheint die zweite Entwicklungsperiode im Vergleich zu *Branchipus* minder vollständig und führt fast ohne postlarvale Zwischenformen zu den relativ kleinen Geschlechtsthieren über. Hiermit im Zusammenhang bleibt das Ovarium kurz und auf die vorderen Abdominalsegmente beschränkt, vor Allem aber erfahren die zweiten Antennen weit geringere Umgestaltungen, indem sie median weder verwachsen, noch soweit nach der Stirn zu emporrücken, wie bei den *Branchipus*arten. Dem entsprechend verharret auch das Stirnauge vorn an der Stirnfläche, ohne nach dem Scheitel gedrängt zu werden. Ferner bewahren die Schwimmfüsse besonders in der Gestalt und Bewaffnung der drei kurzen Mittellappen den Charakter der Jugendform. Auch die Windungen der Schalendrüse verhalten sich einfacher,

<sup>1)</sup> Unter den Besonderheiten, welche die *Artemia*larven von denen der Gattung *Branchipus* unterscheiden, fällt vor Allem die geringere Anzahl der Schwimmborsten (10 und 11 gegen 15 und 16) am zweiten Antennenpaare auf. Dagegen erhält diese Gliedmasse ihre Larvengestalt relativ länger, indem erst bei einer Körperlänge von 4 Mm. ziemlich gleichzeitig mit der Rückbildung des Mandibeltasters die Borsten derselben eingezogen werden. *Artemia*larven von 1·5 Mm. Länge besitzen ein achtkammeriges Herz und vier Beinpaare, hinter welchen sich noch zwei freie Segmente mit entsprechenden Beinwülsten an dem sehr langgestreckten Leibe abheben. Bei Larven von 2 Mm. Länge ist die Zahl der Herzkammern auf 12 bis 13 gestiegen, die fünf vorderen Beinpaare sind soweit differenzirt, dass die Kiemensäckchen gesondert erscheinen, dann folgen noch 3 Segmente mit Beinwülsten und unterhalb der Cuticula etwa noch 8 bis 9 Segmentanlagen. Larven von 2·5 Mm. besitzen ein schon vollzählig gekammertes Herz und 9 Beinpaare, von denen die drei hintern sehr klein sind. Auf dieselben folgen noch 2 Beinwülste an den beiden letzten Thorakalsegmenten. Am Abdomen sind ausser den beiden Genitalsegmenten die drei nachfolgenden Segmente abgegrenzt, während der Furcalfortsatz eine Borste gebildet hat. Larven von 4 Mm. Länge besitzen noch die Schwimmfussantennen mit dem zugehörigen Drüsenpaare, sowie die Mandibeltaster fast unverändert. Die Gliedmassenwülste der Genitalsegmente beginnen zu verwachsen. Sämmtliche Segmente des Abdomens sind wohl gesondert. An etwas grösseren Formen von 4·25 bis 4·5 Mm. ist die Verwachsung erfolgt und die Anlage der Drüsengruppen, Nebensäcke, Herabzieher des Uterus deutlich gesondert. Der Mandibeltaster erscheint als borstenloser Stummel, die Schwimmfussantennen tragen noch rudimentäre Borsten, sowie Nebenast und Greifhaken. Erst bei einer Körperlänge von 5 Mm. sind die Borsten abgeworfen. Nebenast und Greifhaken erhalten sich jedoch länger, insbesondere der letztere, von welchem noch an 6·5 Mm. langen Exemplaren mit Genitalsack Reste zu finden sind. Ein Rest der Antennendrüse findet sich noch am Geschlechtsthier.

indem sie keine absteigende, in das erste Beinsegment eintretende Schleife bilden. (Taf. IX, Fig. 2 S. Dr. — Taf. IV, Fig. 1 S. Dr.) Sodann zeigen die Tastborstenpaare eine von Branchipus abweichende Gruppierung. Während hier nur am 15., 17. und 19. Segmente ventrale Borstenpaare auftreten, wiederholen sich dieselben bei Artemia vom 14. bis zum 18. Segmente, wie auch die dorsalen Tastborsten in vollständiger Reihenfolge an allen Segmenten erhalten sind. Ferner fehlen bei Artemia die Bauchdrüsen, während in dem Zwischenfelde der zu einem Ganglienpaare gehörigen Quercommissuren eine kegelförmige Integumenterhebung auftritt. Die Beindrüsen sind dagegen, wenn auch der Grösse nach reducirt und durch Wegfall der Nebenzellen vereinfacht, vorhanden. (Taf. IX, Fig. 1 B. Dr.) Recht bemerkenswerth ist die Abweichung in der Gestaltung des ersten Maxillenpaares, dessen Tasterlappen an Umfang reducirt, dem Basalabschnitte dem Anscheine nach völlig fixirt anliegt ohne die schaufelförmigen Bewegungen zu machen, welche der Maxillartaster von Branchipus fast in rhythmischem Wechsel ausführt. (Taf. V, Fig. 1.) Der Maxillartaster der Artemia erscheint dem von Branchipus gegenüber geradezu rückgebildet.

Als wichtiges in die Augen fallendes Gattungs-Merkmal ist auch die viel bedeutendere Länge des Afterdarmes hervorzuheben, mit welcher vielleicht auch die ansehnliche Streckung des Praefurcalabschnittes im Zusammenhang steht. In Jugendformen von 7 Mm. Länge beginnt derselbe am Anfang, im ausgebildeten Thiere am Ende des 17. Segmentes, bei Branchipus erst im 19. Segmente. Endlich verdient die eigenthümliche Sculptur des Integuments als Charakter von Artemia erwähnt zu werden, indem vielleicht unter dem Einfluss des äusseren Mediums die Cuticula oberhalb der einzelnen, ziemlich ausgedehnten Hypodermzellen flache, uhrglasförmige Erhebungen gewonnen hat, an welchen hier und da (z. B. an den ersten Antennen) feine stachelförmige Fortsätze auftreten. Man überzeugt sich somit, dass recht zahlreiche Merkmale zur Unterscheidung von Branchipus vorhanden sind und dass man keineswegs bei Abwesenheit besonderer Kennzeichen mit Wl. Schmankewitsch zu einer thatsächlich nicht vorhandenen Differenz in der Zahl der Abdominalsegmente seine Zuflucht zu nehmen braucht, um Artemia als Genus aufrecht zu erhalten.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Wladimir Schmankewitsch, Zur Kenntniss des Einflusses der äusseren Lebensbedingungen auf die Organisation der Thiere. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Tom. XXV und Tom. XXIX. Vergleiche auch die Abbildungen der Artemialarven in Joly's, Histoire d'un petit Crustacé (Artemia salina). Annales des scienc. natur. Sér. II, Tom. XIII. 1840.

#### 4. Integument, Bindegewebe und Fettkörper.

Die Form und feinere Structur der Körperbedeckung, für deren Studium Branchipus ein ausgezeichnetes Object abgibt, wurde schon von früheren Autoren, insbesondere von Leydig und später an diesen anschliessend von Spangenberg ausführlich erörtert, so dass es unter Hinweis auf die bezüglichen Arbeiten genügen wird, auf einzelne nicht näher beachtete oder unzureichend untersuchte Punkte einzugehen.

Wenn man die Chitinhaut, welche bei Branchipus verhältnissmässig zart und, von wenigen verdickten Stellen abgesehen, structurlos und ungeschichtet bleibt, als Ausscheidung der Hypodermis auffasst, so ist doch im Auge zu behalten, dass es sich streng genommen um eine Umbildung des Zellenleibes, um eine mit chemischen Veränderungen verbundene Erhärtung zunächst des peripherischen Protoplasmas handelt. Für diese neuerdings auch durch T. Tullberg<sup>1)</sup> für den Hummerpanzer dargelegte Entstehungsweise des Cuticularskeletes liefert nun Branchipus insofern einen ausgezeichneten Beleg, als im Laufe der postlarvalen Entwicklung an vielen Stellen die säulenförmig verlängerten, nach der Tiefe zu in dünne Trabekeln ausgezogenen Hypodermiszellen auch in ihren unteren Protoplasmapartien zu chitinartigen Balken und Fasern erhärten und an manchen Stellen auch unter einander zu einer zweiten, tiefen submatrikalen Basalmembran verschmelzen, welche auf diese Weise durch ein förmliches Gerüst von Connectivfasern an der oberen Chitinhaut getragen, den Muskeln zum Ansatz dient.

Nun ist es längst bekannt und, so viel ich weiss, zuerst von Baur<sup>2)</sup> für Astacus nachgewiesen, dass auch die Sehnen der Muskeln, welche sich an dem Chitinpanzer inseriren, ein von schlauchförmigen Hypodermiswucherungen erzeugtes Gewebe darstellen, welches bei der Häutung zugleich mit der alten Chitinhaut abgestreift und durch neugebildetes Sehngewebe ersetzt wird. Dass aber dieselben Zellen, welche an der äusseren Fläche die Cuticula absondern, auch die Muskelsehnen und in der Tiefe feste, flächenhaft ausgebreitete Platten erzeugen, so dass schliesslich von denselben nur kleine, den Kern enthaltende Protoplasmaresste zurückbleiben, welche wie Bindegewebszellen die Lücken der Chitinsubstanz füllen, scheint bislang

<sup>1)</sup> Tycho Tullberg, Studien über den Bau und das Wachsthum des Hummerpanzers und der Molluskenschale. Kongl. Svenska Vetensk. Akad. Handl. T. XIX. Stockholm 1882.

<sup>2)</sup> Baur, Ueber den Bau der Chitinsehne am Kiefer der Flusskrebse und ihr Verhalten beim Schalenwechsel. Müller's Archiv, 1860.

nicht beobachtet oder wenigstens nicht näher beachtet zu sein. Bei einer solchen Gestaltung wird die von verschiedenen Autoren (Leydig) betonte Aehnlichkeit des Arthropoden-Integuments mit Bindesubstanz eine um so grössere, als die neben den Zellen frei bleibenden Lücken Bluträume darstellen, welche an die interstitiellen mit Lymphe gefüllten Spalten der Bindesubstanz erinnern.

Im Vergleiche zu dem mächtigen Hautpanzer der Astaciden und anderer Decapoden, an welchem drei Schichten unterschieden werden, erscheint bei Branchipus und verwandten Phyllopoden lediglich die äussere stark glänzende und structurlose Cuticularschicht entwickelt. Indessen kommt es an einzelnen Stellen, wie am Rückenintegument des Kopfes, auch zur Bildung einer tieferen Faserschicht, welche wie jene Färbemitteln gegenüber unzugänglich ist und in die gröberen leicht tingirbaren Faserzüge der Matrikalzellen übergeht (Taf. VIII, Fig. 7, 8). Die subcuticularen Matrikalzellen, in Grösse und Form überaus wechselnd, zeigen an vielen Stellen, insbesondere da, wo sich Muskeln anheften oder Connectivfasern entwickeln, eine ausgeprägte Tendenz zur Umbildung des Protoplasma's in festere, streifige Substanz, beziehungsweise in schräg absteigende Faserzüge, welche die Bedeutung bindegewebiger Sehnen gewinnen und als solche die Befestigung der Muskeln an der Chitindecke vermitteln. Neben dem Kern, welcher dem in Fasersubstanz umgebildeten Plasma anhaftet, bewahrt ein Theil des Zellenleibes seine weichflüssige Beschaffenheit und erscheint als netzförmiges Gewebe, welches im Vereine mit den Kernen die Zwischenräume der erhärteten Faserzüge erfüllt. Dasselbe erinnert an die von Tullberg als Bindegewebe beschriebenen Bildungen, welche sich im Integumente des Hummers von der unterliegenden Bindegewebsschicht aus zwischen die säulenförmigen Chitinogenzellen hinauf erstrecken sollen.

Man könnte auch bei Branchipus an die gleiche Deutung denken, indessen gelingt es in diesem netzförmigen scheinbaren Zwischen- gewebe weder besondere Kerne aufzufinden, noch eine entsprechende subcutane Bindegewebslage nachzuweisen. Was man als solche beim ersten Blick in Anspruch zu nehmen geneigt ist, erweist sich wenigstens an vielen Stellen nach genauerer Betrachtung als eine Art innerer Cuticula, die an der Basis des Epithels durch Erhärtung des Protoplasmas entstanden ist. Auch an solchen Hautstellen, an welche sich weder Muskeln befestigen, noch andere Organtheile durch Connectivfasern suspendirt werden, erzeugt das Epithel an seiner Basis eine continuirliche cuticulaähnliche Aus-

scheidung (im Sinne von Umbildung des Protoplasmas), eine Art Basalmembran, welche bei den Decapoden durch eine separate Bindegewebslage vertreten wird (Taf. VIII, Fig. 6 a, BM.). An anderen Theilen des Körpers, welche einer Verstärkung des Hautskelettes bedürfen, schreitet an den zu bedeutenderem Umfang auswachsenden Chitinogenzellen der Erhärtungsprocess weiter vor, indem nicht nur die äussere gelbliche Cuticularschicht höher wird, sondern auch die innere Chitinisirung der Zellen in dem Masse an Ausdehnung gewinnt, dass die nicht minder verstärkte Basalmembran mit jener durch eine grosse Zahl cuticularer Faserbalken zu einer festen dicken Hautkruste verbunden ist. Die Zwischenräume der Faserbalken enthalten dann die spärlichen Protoplasmae Reste mit ihren grossen Zellkernen, welche wie Bindesubstanzzellen in die chitinisirte von Lücken und Spalten durchklüftete Grundmasse eingelagert erscheinen. Diese hie und da Blutzellen haltigen Spalträume dürften während des Erhärtungsprocesses durch Auseinanderweichen der Chitinzellen entstanden sein; dieselben communiciren mit dem Leibesraume, von welchem das Blut in das Lückensystem des verdickten Integuments einströmt. (Taf. VIII, Fig. 7 und 8.) Uebrigens kommt es an vielen Stellen nicht zur Entwicklung der basalen Membran (Taf. VIII, Fig. 5), und die Muskeln heften sich mittelst ihrer hypodermal erzeugten Sehnenfasern direct an die äussere Chitindecke an. Da, wo sich die basale Membran zu einer dicken und wie durch Schichtung streifigen Sehnenplatte verstärkt, entschliesst man sich schwer, an der Entstehung derselben die Betheiligung einer Bindegewebslage auszuschliessen, vielmehr weisen nachher mitzutheilende Beobachtungen darauf hin, dass grosskernige, den Zellen des Fettgewebes ähnliche Mesodermelemente mit in Frage kommen durften.

Auch die in den Gliedmassen so verbreiteten Connectivfasern, welche einander benachbarte, beziehungsweise gegenüberliegende Flächen des Integuments verbinden, sind Erzeugnisse der Chitinogenzellen der Hypodermis. Wenn man aber diese Stützbalken ihrer Bedeutung entsprechend als Bindegewebsfasern betrachtet, so wird man damit das Chitinogengewebe überhaupt den Geweben der Bindesubstanz einordnen dürfen. Zudem scheint es, wie M. Braun<sup>1)</sup> bereits für den Flusskrebs nachdrücklich hervorgehoben hat, nicht möglich, eine scharfe Grenze zwischen den Erzeugnissen

<sup>1)</sup> M. Braun, Ueber die histologischen Vorgänge bei der Häutung von *Astacus*. Arbeiten des Zool.-zootom. Instituts. T. II, Würzburg 1875.



von Chitinogenzellen der Hypodermis und den mesodermalen Bindegewebsbildungen festzustellen. Indessen ist hervorzuheben, dass die im Innern der Chitinogenzellen erzeugten Faserzüge und tiefen Sehnenplatten von dem oberflächlichen Chitingewebe der Cuticula chemisch verschieden sind, indem sie sich bei Behandlung mit Färbungsmitteln, namentlich Boraxcarmin sehr intensiv tingiren, während die Cuticulabekleidung und die eventuell vorhandene unter derselben folgende Schicht kurzer Faserzüge (Taf. VIII, Fig. 8) ganz unverändert bleibt.

Die mesodermalen Bindegewebsbildungen sind zarte, mit kleinen rundlich-ovalen Kernen versehene, solide oder auch durchbrochene Membranen, welche sich theils in der Peripherie verschiedener Organe anlegen, theils den Leibesraum quer durchsetzen (Taf. III, Fig. 8 Sp) und in letzterem Falle Bluträume verschiedener Richtung von einander abgrenzen. Zu diesen bindegewebigen Häuten gehört auch die zarte Bekleidung des Rückengefässes mit den an dem Integument angehefteten Suspensorien, ferner die Umhüllungshaut der Hoden, Ovarien und deren Ausführungsgänge, das Neurilemma und die derbere, mehr oder minder oft chitinisirte Hülle zahlreicher Muskeln.

Ausser den kleinkernigen Bindegewebsformen spielt aber noch eine andere, aus dem Mesoderm hervorgegangene Form von Bindegewebe eine wichtige Rolle, deren Zellen durch den Besitz grosser granulirter Kerne ausgezeichnet sind und in ihrem Protoplasma verschieden grosse, oft dicht gehäufte Fettkugeln enthalten. Schon in der Naupliuslarve finden sich diese strangförmig geordneten, mit Fettkugeln gefüllten Zellenhaufen im Antennensegment zu den Seiten der Lebersäckchen, ferner unterhalb des Gehirns und in der Oberlippe, deren Raum von denselben in Quer- und Längszügen durchsetzt und zum guten Theile ausgefüllt wird. Im Thorax und Abdomen erlangen die Zellenstränge des Fettkörpers zu den Seiten des Darmes erst während der postlarvalen Entwicklung bedeutendere Dimensionen, ebenso innerhalb der Beinpaare und der zu den Kopfhörnern umgestalteten zweiten Antennen, in denen sie zugleich die Bedeutung stützender Polster gewinnen. (Taf. V, Fig. 2.) Unter einander sind diese nach Grösse und Fettgehalt überaus variirenden Zellen theils unmittelbar durch Anlagerung ihres Zellenleibes, theils mittelst zipfelförmiger Ausläufer und Fadenfortsätze verbunden, welche auch die Befestigung an benachbarten Organen und an dem Integument vermitteln, mit dem sie hie und da auch indirect mittelst des Gerüstes der Connectivfasern zusammenhängen. So

wenig nun der nach Alter und Ernährung wechselnde Fettgehalt dieser als Fettkörper zu deutenden Zellenmassen auffallend erscheinen kann, so bemerkenswerth dürfte es sein, dass mit der fortschreitenden Grössenzunahme des Körpers die Fettzellenstränge an einzelnen Stellen zugleich zur inneren Skeletentwicklung Verwendung finden. Dies gilt vornehmlich für die in der Oberlippe und im Antennensegment sich ausbreitenden Stränge, deren Zellen später eine viel derbere und festere Form gewinnen und im Zusammenhange mit den Connectivfasern der Hypodermiszellen eine Art Endoskelet herstellen, an dessen Bildung sich jedoch auch mesodermale Bindegewebsplatten beteiligen. Aus Fettzellen ähnlichen Binde-substanzzellen ist die feste Endoskeletplatte hervorgegangen, welche oberhalb der Mandibeln den von hinten her zum Schlunde tretenden Dilatatoren, sowie den Muskeln der Antennen zum Ansatz dient. Dieselbe erscheint mittelst zahlreicher Connectivfasern verbunden und setzt sich am Integumente seitlich in zwei dorsalwärts gerichtete Spangen fort, welche vor der Einlenkung der Mandibel rechts und links durch mehrere Aeste in eine sehr dicke sehnige Basalplatte des Integumentes übergehen (Taf. VIII, Fig. 3 ESK). Auf dieses innere Gerüst folgt in dem Mandibelsegment ein medianer Sehnenstrang, welcher den mächtigen, als Adductoren wirkenden Muskeln der beiden Mandibeln gemeinsam ist. Auch bei *Apus* ist, wie bereits *E. Ray Lankester*<sup>1)</sup> gezeigt hat, diese mediane Sehnenverbindung zwischen den Mandibelmuskeln vorhanden, die freilich von jenem Autor in histologischer Hinsicht wesentlich abweichend dargestellt wird. Die an beiden Seiten eingeschnürte und dann in zwei lamellöse Platten übergehende Sehnenmasse, welche die Verbindung der beiderseitigen Kaumuskeln herstellt, ist bei *Branchipus* aus aneinander gedrängten, grosskernigen Bindegewebszellen hervorgegangen. Im Larvenalter sind die Grenzen der einzelnen Zellen, welche einen grossen querovalen Kern umschliessen, noch nachweisbar (Taf. VIII, Fig. 10), später werden dieselben nicht mehr erkannt, während sich die granulären Kerne, wenn auch minder deutlich umgrenzt, bis in das Alter erhalten. Das sich mittelst Tinction intensiv färbende Protoplasma zeigt eine feine transversale Streifung und erscheint in gleicher Richtung geschichtet, wie aus zahlreichen aneinander gekitteten Platten zusammengesetzt (Taf. VIII, Fig. 4).

Eine ganz ähnliche Schichtung wiederholt sich auch, wie ich

<sup>1)</sup> *E. Ray Lankester*, *Skeleto-Trophic Tissues and Coxal Glands of Limulus, Scorpio and Mygale*. Quarterly Journal of Microsc. Science. Vol. XXIV, New series, London 1884.

aus tingirten Schnitten entnehme an dem Sehnenbände der Mandibelmuskeln von *Apus*, nur dass hier Reihen und an einzelnen Stellen Haufen dicht gestellter, von spärlichen Plasmaresten umgebener, kleiner Kerne zwischen den faserigen Sehnenplatten liegen.

Die Elemente, welche zur Bildung dieser Sehnenplatten verwendet worden sind, dürften dem Ursprung nach von den im Körper so verbreiteten Zellengruppen des Fettkörpers nicht verschieden sein. Nicht nur die Grösse, Form und granuläre Beschaffenheit des Kernes, sondern das Verhalten des Protoplasma's, welches nach Reduction oder Schwund der Fettkugeln ein ähnliches Aussehen bietet und ebenso intensiv tingirbar ist, weist auf den gleichen Ursprung der grosskernigen Bindegewebszelle hin. So ist es mir nicht unwahrscheinlich, dass auch die Verstärkung der von den Hypodermiszellen erzeugten Basalmembran zu dicken Sehnenplatten durch Bethheiligung grosskerniger Binde-substanzzellen erfolgt, deren Protoplasma unter allmäliger Chitinisirung mit der angrenzenden Basalmembran verschmilzt. Zudem beobachtet man an gefärbten Schnitten dieser subcuticularen Sehnenplatten intensiver gefärbte Stellen, welche auf Ueberreste der grossen Kerne hinweisen. Auch findet man hie und da noch wenig veränderte, noch als solche erkennbare Bindegewebszellen jenen Platten anliegend und mit denselben verbunden.

Uebrigens ist auch vom Fettkörper verwandter Phyllopoden bereits bekannt, dass Lappen desselben zu rigiden Platten erhärten können, welche anliegenden Weichtheilen zur Stütze dienen. Ich erinnere an die zwei im Antennensegment von *Leptodora* senkrecht zwischen den Hirnschenkeln ausgespannten Platten, deren Vorderseite die von der Kopfdecke entspringenden Levatoren der Oberlippe anhaften, während an der Hinterseite die Levatoren des Oesophagus herabsteigen (*Weismann*).

## 5 Muskulatur.

Die Anordnung der Muskeln lässt sich trotz ihrer dem Anscheine nach verwirrenden Mannigfaltigkeit leicht verstehen und im Anschluss an die bereits beschriebene mesodermale Differenzirung im kurzen Bilde übersichtlich darstellen. Gehen wir von der Muskulatur des Rumpfes aus, an der sich gleichartige Theilabschnitte in den aufeinanderfolgenden Metameren wiederholen, so erstrecken sich rechts und links vom Rückengefässe zwei dorsale (D.M.) und diesen gegenüber zu den Seiten der Ganglien-kette zwei ventrale Längsmuskelmassen (V.M.) durch den ganzen Leib.

In den auf den Genitalabschnitt folgenden Segmenten diver-

giren die äusseren Bündel der ventralen Stammuskeln schräg dorsalwärts, ohne den Hinterrand des Segmentes zu erreichen. Das Myomer des letzten (19.) Abdominalsegmentes erscheint bei *Branchipus* am Vorderende des Afterstückes wohl begrenzt, entsendet aber in das letztere einige sehr langgestreckte Muskelzellen, bei *Artemia* jedoch ohne von diesen scharf abgegrenzt zu sein. Auch in der Maxillarregion erhalten sich die Abschnitte der longitudinalen Stammmuskulatur, am Rücken jedoch auf die medialen Bündel beschränkt und ventralwärts noch beträchtlicher reducirt.

Im Gegensatze zu den Längsmuskelzügen der Rumpfsegmente verlaufen die zu den Extremitäten tretenden Muskeln vornehmlich in schräger und transversaler Richtung und verhalten sich in den 11 beintragenden Segmenten übereinstimmend. In jedem Segmente unterscheiden wir eine laterale, ziemlich hoch am Rücken entspringende und eine mediale, an der Bauchseite verlaufende Muskelgruppe. Die erstere ist reicher und mannigfaltiger gegliedert und hebt bei ihrer Contraction den Stamm der Extremitäten dorsalwärts. Die vorderen Bündel (Taf. IX, Fig. 2 und 3 a) entspringen an der vorderen Segmentgrenze und werden durch ein Bündel ( $\alpha$ ), welches vom vorausgehenden Segmente schräg absteigt, verstärkt. Dieselben ziehen bei vorwiegender oder ausschliesslicher Wirkung die Extremität nach vorne. Mächtiger ist die hintere Gruppe von Bündeln, deren Ursprung am Rückenintegumente, noch weiter medialwärts über das dorsale Myomer hinausgreift (Taf. IX, Fig. 2 b). Dieselben nehmen die mittlere und hintere Region des Segmentes ein und werden durch ein schräg absteigendes, von der vorderen Gruppe austretendes Bündel ( $\beta$ ) verstärkt. Zwei in der Tiefe schräg absteigende gerade und ventralwärts convergirende Bündel ( $\gamma$ ,  $\delta$ ) inseriren sich median an dem Integument zwischen den Längscommissuren zweier Ganglienpaare. Viel einfacher verhält sich die mediale bauchständige Muskelgruppe (Taf. IX, Fig. 1), welche nur aus wenigen Bündeln besteht und die Gliedmassen nach der Bauchseite adducirt. Die zwei vorderen schräg abwärts verlaufenden Bündel, von denen sich das eine ( $\alpha'$ ) nahe dem medialen Rande der Gangliencommissur am Integumente anheftet und den Stamm, sowie die Mittelglieder durchsetzt, das andere ( $\alpha''$ ) lateralwärts vom ventralen Myomer entspringt und im Stamm herabläuft, ziehen die Gliedmassen nach vorn, während das hintere transversale Bündel ( $\beta'$ ) eine entgegengesetzte Bewegung veranlasst.

Auch die Muskeln, welche vom Rumpf zu den Maxillen verlaufen, gestatten eine Zurückführung auf reducirte Beinmuskeln

(Taf. IX, Fig. 2), wodurch die Deutung dieser Gliedmassen als vereinfachte Beinpaare einen neuen Rückhalt gewinnt. In ähnlicher Weise dürften sich auch die Muskelgruppen, welche in den Genitalsegmenten theils schräg, theils transversal vom Rückenintegument nach dem Uterus verlaufen (Taf. IX, Fig. 5 M M'), auf Ueberreste von Extremitätenmuskeln zurückführen lassen.

Ein complicirteres und in ihrer späteren Gestaltung abweichendes Verhalten zeigen die Muskeln der vorderen, dem ersten und zweiten Naupliusmetamer angehörenden Rumpfgliedmassen, der zweiten Antennen (späteren Kopfhörner) und der Mandibeln. Im Naupliuszustand und in den nachfolgenden Larvenstadien der ersten Entwicklungsperiode, in welchen diese Gliedmassen die vornehmlichsten Locomotionsorgane darstellen, schliesst sich die Muskulatur derselben dem Typus der Schwimmfüsse an mit der Modification, dass die dorsalen Muskelgruppen in der Mittellinie des Integuments (Taf. VIII, Fig. 1, 2) zusammenstossen und die ventralen theils in der Mittellinie zu gemeinsamen unpaaren Muskelbäuchen verschmelzen, ihrer Hauptmasse nach aber eine gemeinsame mediane Sehnenverbindung erhalten. Diese Besonderheit dürfte mit dem Ausfall der Myomeren der Stammuskulatur in Beziehung zu bringen sein und steht jedenfalls mit der besonderen Leistung beider Gliedmassenpaare, welche ein Abhängigkeitsverhältniss der rechts- und linksseitigen Extremität voraussetzt, im Zusammenhang. Später erfährt nun aber die dorsale Muskulatur eine Vereinfachung, die der Antenne sogar eine vollständige Rückbildung, während von den Dorsalmuskeln der Mandibel lediglich die in den Beinanhang dieser Gliedmasse (Taster) übertretenden Muskeln atrophiren, dagegen zwei zum Heben und Abduciren der Kieferladen dienende Muskelbündel (Taf. IV, Fig. 1 a, b) persistiren. In den zu den Kopfhörnern sich umbildenden Antennen erfährt die ventrale Muskulatur eine Lagenveränderung, beziehungsweise Verstärkung durch neugebildete Muskeln. Am wenigsten erscheinen die Antennenmuskeln bei *Artemia* verändert, deren Kopfhörner zwar nach dem Stirnrand emporgerückt, jedoch median in ziemlich weitem Abstände getrennt bleiben und somit nicht zur Entwicklung eines gemeinsamen, von einem medianen Sehnenzapfen aus beweglichen Muskelapparates Anlass geben (Taf. V, Fig. 2). Ein solcher bildet sich bei *Branchipus* erst im Laufe des postlarvalen Wachsthumes, insbesondere mächtig im männlichen Geschlechte aus, und dürfte nach Massgabe der besonderen Gestaltung, welche für die Stirnhörner der einzelnen Arten charakteristisch ist und zur

Unterscheidung von Untergattungen verwerthet wurde, im Einzelnen untergeordnete Modificationen bieten. Aber auch für die Kopfhörner des Weibchens, welche zwar nahe zusammengedrückt, indessen noch durch ein schmales medianes Zwischenfeld getrennt bleiben, entwickeln sich mächtige Muskelbündel von einer gemeinsamen quergestellten Sehnenscheibe aus, einer Endoskelettbildung, welche mittelst Connectivfasern sowohl am Zwischenfeld (ZwF) beider Antennen, als am dorsalen Integument suspendirt ist. (Taf. V, Fig. 6 und 7.) In den Mandibeln stellt dieselbe eine beiden Kauladen gemeinsame, durch eine transversale Sehnenplatte verbundene Muskelmasse dar, deren zahlreiche Bündel divergirend an die Innenwand des ausgehöhlten Mandibelschaftes ausstrahlen. In einigem Abstände hinter derselben folgt aber noch eine zweite Gruppe von transversalen Muskeln, welche dicht am Ganglion die ventrale Segmentcavität durchsetzen (Taf. VIII, Fig. 1) und sich unterhalb der vorderen Kaumuskeln am Mandibelintegumente anheften.

Weit einfacher als die Muskeln der Rumpfgliedmassen verhalten sich die der vorderen Antennen, indem sie auf wenige schräge Längsbündel beschränkt sind, welche die Gliedmassen nach verschiedenen Richtungen bewegen. (Taf. II, Fig. 1.)

Eine speciellere Darstellung der Muskulatur liegt nicht in der Aufgabe dieser Untersuchungen und würde auch kaum zu neuen morphologischen Gesichtspunkten führen können, da die complicirte Anordnung der zahlreichen, in den Extremitäten verlaufenden Muskelbündel kaum eine andere als rein descriptive Behandlung gestattet. Zudem werden die Muskeln einzelner Organe, wie des Auges, der Oberlippe, Speiseröhre und Darmes, bei Besprechung jener Erwähnung finden.

Als besonders bemerkenswerth verdient aber noch das bereits oben berührte Verhalten der Verbindung der Muskeln unter einander und am Integument hervorgehoben zu werden. Schon *Leydig* hat für die *Daphniden*<sup>1)</sup> auf das Vorhandensein einer inneren Skelet- und Balkenbildung hingewiesen und *Weismann* für *Leptodora* auf die eigenthümliche Anheftung der Beuger und Strecker in den Ruder-

<sup>1)</sup> Die Muskulatur der Cladoceren zeigt im Wesentlichen dieselbe Anordnung wie die der Phyllopoden unter einigen Modificationen, welche auf die geringere Gliederung des Rumpfes, das Vorhandensein einer Schalenduplicatur und die Verwendung der 2. Antennen als Schwimffussantennen Bezug haben. Wie wenig man derselben bislang Beachtung schenkte, lässt sich daraus entnehmen, dass an der Stammuskulatur eine Rückenschicht, eine Bauchsicht und zwei Seitenschichten unterschieden werden konnten (*Leydig*), eine Angabe, die auch in *Gerstaecker's* Gesamtdarstellung übergegangen ist.

armen mittelst zahlreicher sehniger Connectivfäden, sowie auf die Einschaltung sehniger Theile im Verlaufe dieser Muskeln aufmerksam gemacht. Jene Art der Anheftung, welche wohl zu der relativ zarten Beschaffenheit der Cuticularbekleidung in nothwendiger Beziehung steht, indem sie den Effect der Muskelwirkung, der sich sonst auf einen einzelnen verstärkungsbedürftigen Punkt concentriren würde, auf eine grössere Oberfläche vertheilt, gewinnt nun bei Branchipus im Laufe der postlarvalen Entwicklung eine ausserordentliche Ausbreitung. An vielen Stellen heften sich aber die Muskelsehnen nicht direct mittelst Connectivfäden am Integument an, sondern gehen in eine durch solche suspendirte Lamelle über, welche sich der Integumentfläche parallel als Basalplatte unterhalb jener ausbreitet. Auf diese Weise entwickeln sich an einzelnen Stellen in grösserer Ausdehnung chitinige Lamellen des Körpers unterhalb der Hypodermis, an welche sich die Muskeln inseriren, oder es sind kleinere, schon äusserlich durch ihre Vorwölbung bemerkbare Hautdistricte, welche durch eine untere mittelst Connectivfäden suspendirte Platte gestützt werden. Inwieweit diese bindegewebigen Chitinlagen, welche ein ausgedehntes inneres Skelet zusammensetzen, Erzeugnisse der Hypodermis, beziehungsweise mit jenen eng verbundene selbstständige Bindegewebsbildungen sind, dürfte sich an vielen Stellen kaum mit Sicherheit entscheiden lassen. Der letzteren Kategorie gehören die membranösen Platten und Netze an, in welchen Muskelbündel verschiedenen Verlaufes mit einander vereinigt sind, um mittelst derselben durch Connectivfasern an der Haut befestigt zu werden. Derartige Sehnenhäute treten z. B. an der Ventralseite zwischen den schrägen Muskelbündeln der Segmente und den Quermuskeln der entsprechenden Beinpaare auf (Taf. III, Fig. 7 b',  $\gamma$ ,  $\delta$ ), erstrecken sich aber auch zwischen die Längsbündel der dorsalen Rumpfmuskeln, deren Segmentabschnitte am ausgebildeten Thiere durch intermusculäre, am Integument entspringende Sehnenscheiben abgegrenzt werden. Jene Sehnenhäute werden am dorsalen Integumente suspendirt und dienen den schräg medialwärts absteigenden dorsoventralen Segmentmuskeln zur Insertion.

## 6. Nervensystem und Sinnesorgane.

Die strickleiterförmige Gestaltung der Ganglienkette, bedingt durch den weiten Abstand der seitlichen Ganglienknoten und die hiermit im Connex stehende ansehnliche Breite der Quercommisuren, erscheint als ein fast durchgreifender Charakter der Phyl-

lopoden und trifft bekanntlich auch für das Nervensystem von Branchipus zu. In gleicher Weise kann die Lage des Antennenganglions am Schlundring, sowie die persistent gebliebene Trennung der Kieferganglien als Ausdruck des ursprünglichen Verhaltens betrachtet werden.

An Stelle einer sonst so häufig auftretenden unteren Schlundganglienmasse, finden wir die einzelnen, wenn auch wenig umfangreichen Ganglien für die Mundes-Gliedmassenpaare, die Mandibeln und Maxillen, gesondert, so dass den 11 Ganglienpaaren der beiträgenden Segmente ausser dem Antennenganglion des langgestreckten Schlundringes noch 3 Ganglienpaare der Mundesgliedmassen (Taf. V. Fig. 1 Mdg, Mx'g Mx''g) vorausgehen. Auf die 11 Ganglien der beiträgenden Segmente folgen dann noch, wie ich ebenfalls bereits in meiner früheren Arbeit nachgewiesen habe, zwei kleinere Ganglienpaare in den Genitalsegmenten, welche wie jene je durch zwei Querstränge verbunden sind. Die Quercommissur des letzteren dieser Ganglienpaare ist jedoch nicht, wie ich früher glaubte, einfach, sondern doppelt, wenn auch der zweite hintere Querfaserzug so überaus zart bleibt, dass derselbe leicht übersehen werden kann. In gleicher Weise ist die Quercommissur der Kieferganglien wie nach Spangenberg die von Limnadia doppelt; ebenso verhält sich die vor dem Mandibelsegmente gelegene Quercommissur des Antennenganglions, nur die Mandibelcommissur erscheint auf eine einfache stärkere Querbrücke reducirt (Taf. V, Fig. 1).

In den auf die Genitalsegmente folgenden Segmenten des Abdomens werden im Zusammenhang mit dem Ausfall der Gliedmassen die Ganglien vermisst, indessen haben sich an den austretenden Nervenstämmchen noch Ueberreste von zwei Ganglienpaaren in den beiden vorderen Segmenten erhalten (Taf. II, Fig. 7), von denen das vordere auch noch eine zarte Quercommissur erkennen lässt (Taf. IV, Fig. 7 G''). Wie bekannt, treten aus jedem der in zwei Abschnitte eingeschnürten Ganglien zwei Seitennerven zu den Muskeln der Gliedmassen und des entsprechenden Rumpfsegmentes aus. Die letzt erwähnten Rudimente geben jedoch nur einen Nerven zur Versorgung der Stammesmuskulatur, sowie der Tastborsten des nachfolgenden Segmentes ab.

Das mit Recht als „Gehirn“ bezeichnete obere Schlundganglion gewinnt während der Entwicklung zur Branchipusform mit beweglichem Stilauge den vornehmlich aus dem Augenganglion bestehenden secundären Gehirnabschnitt, welcher der Naupliuslarve noch abgeht. Das für diesen Zustand charakteristische primäre Gehirn-



ganglion erscheint seiner Form nach und mit Rücksicht auf die Lage an der Ventralseite einem Segmentganglion ähnlich, kann jedoch, wie ich bereits an einem anderen Orte<sup>1)</sup> darlegte, ebenso wenig als einem solchen homologer Abschnitt des Nervensystems betrachtet werden, als der zugehörige die Vorderantennen tragende Kopftheil keinem Segmente gleichwerthig ist. Derselbe ist vielmehr aus der besonders organisirten Vorderregion eines ursprünglich noch ungegliederten Körpers hervorgegangen, in dessen Rumpfabschnitt sich die Segmente als Wiederholungen untereinander homologer Theilstücke entwickelten. Der primäre Gehirnabschnitt mit seinem dreitheiligen Stirnauge nebst Antennenpaar ist auf die Scheitelplatte der Lovén'schen Larve, der Uranlage des supraoesophagealen Nervencentrums der Gliederwürmer, zurückzuführen, während die Segmentganglien als paarige Hypodermisverdickungen an der Ventralseite ihren Ursprung nehmen.

An den primären, peripherisch von Ganglienzellen bekleideten Hirnabschnitt, dessen Gestaltung am besten von der Ventralseite aus zu verfolgen ist, unterscheidet man zwei durch eine Querbrücke verbundene vordere<sup>2)</sup> Lappen (a) und ebensoviel kleinere, seitlich weiter abstehende hintere Lappen (c), deren Ganglienzellen ebenfalls durch eine besondere Commissur von Querfasern verbunden sind. Die kleineren Lappen können auch als Fühlerlappen (Al) bezeichnet werden, da aus denselben die Nerven der ersten Antennen entspringen, während aus den vorderen, median fast in ganzer Höhe vereinigten Vorderlappen (vl) das grosse dreitheilige Stirnauge und eigenthümliche, erst im Laufe der späteren Larvenformen zur Entfaltung gelangende Sinneszellen ihre Nerven empfangen. Dazu kommen noch zwei über den Vorderlappen gelegene, mächtig vorspringende Dorsalanschwellungen, welche median durch eine tiefe und breite Furche getrennt, vorn in die Frontalorgane auslaufen und seitlich in die Augenganglien überführen. Wie weit diese Dorsallappen, deren ansehnlicher Rindenbelag wohl einem Projectionscentrum erster Ordnung entsprechen dürfte, im Zusammenhang mit den Augenganglien als secundär hinzugetretene Abschnitte die Stirn- und Rückenseite der primären Hirnganglien verstärkt haben, erscheint nicht bestimmbar. (Taf. V, Fig. 3, Taf. VII, Fig. 3 Dl.)

<sup>1)</sup> Vergl. Claus, Der Organismus der Phronimiden. Arbeiten aus dem zool. Institute etc. zu Wien. Tom. II, 1879, pag. 55.

Derselbe, Neue Beiträge z. Morphologie d. Crustaceen. Ebendasselbst. Tom. VI, 1885, pag. 7, 93, 94.

<sup>2)</sup> In meiner früheren Arbeit über Branchipus wurden die Lappen (a) als obere und (b) untere bezeichnet.

Im Centrum des Gehirns findet sich zwischen der vorderen und hinteren Commissur der für das Arthropodengehirn charakteristische Centralkörper, in unserem Falle wie überhaupt bei den Phyllopoden als querovalen balkenförmiges Gebilde umschrieben, an dessen Frontalseite eine mittlere Erhebung halbkuglig hervorragte. (Taf. V, Fig. 4 Ck.) In demselben kreuzen sich mehrere Gruppen bogenförmig einstrahlender Faserzüge verschiedener Richtung, und so kommt es, dass die Schnittfläche stets eine dichte Häufung quer und schräg getroffener Fasern, sogenannte Punktsubstanz, enthält. Dieser Centralkörper entspricht offenbar dem fächerförmigen Gebilde im Insectengehirn, dessen ganz ähnliche Structur bereits von Dietl, Berger u. A. beschrieben wurde, und enthält an seiner Begrenzung vereinzelte Kerne (Taf. VI, Fig. 8 und 9 Bk.), welche wie die grossen Kerne zwischen Augenganglion und Retinaganglion (Taf. VII, Fig. 4, 6 Bk.) auf Bindesubstanz zurückzuführen sind. Indessen findet sich auch rechts und links zu den Seiten der vorderen Erhebung des Centralkörpers eine Gruppe sehr kleiner Ganglienzellen, welche man als in die Tiefe gerückte Wucherung des oberflächlichen Rindenbelages zu betrachten hat, obwohl sie auf dem Querschnitt den Eindruck eingelagerter Ganglienkern darbietet (Taf. VI, Fig. 7 Gz.).

Das Gehirn der Cladoceren und insbesondere der Gattung *Daphnia* zeigt in seiner Structur ganz ähnliche Verhältnisse, auf die ich bei dieser Gelegenheit zurückkomme, um frühere abweichende Angaben auf Grund erneuerter Beobachtungen zu berichtigen.<sup>1)</sup> Auch am Cladocerengehirn wurden die ventralen durch zwei Querfaserbrücken verbundenen Ganglienlager, welche dem Vorderlappen und den hinteren oder Antennenlappen des Phyllopodengehirns entsprechen, von mir beobachtet und abgebildet, unrichtigerweise aber als „Ganglienkern“ in die Tiefe verlegt. Was ich am Gehirn von *Daphnia similis* als Ganglienkern der Seitenlappen beschrieben, sind die vorderen, oberflächlich vorspringenden Ganglienzellen, während das rundliche Zellenlager unterhalb des Antennennerven sammt der mehr medialen birnförmigen Gruppe von Ganglienzellen dem Antennenganglion entspricht. Der dorsale Hirnlappen reducirt sich wohl im Zusammenhang mit der geringeren Augenentwicklung auf den dorsalen Rindenbelag der flachen und nicht in Form grösserer Anschwellungen vorspringenden Decke. Dem quergezogenen Centralkörper zwischen beiden Quercommissuren

<sup>1)</sup> C. Claus: Zur Kenntniss der Organisation und des feineren Baues der Daphniden. Zeitschr. f. wiss. Zool. Tom. XXV, 1876, l. c. pag. 376, Taf. XXVI, Fig. 10.

entspricht die als „oblonger Kern“ beschriebene Bildung an deren Frontalseite die rundliche Erhebung in gleicher Weise wiederkehrt und bereits von Weismann<sup>1)</sup> bei *Leptodora* als „halbkugliger Aufsatz“ unterschieden war. Möglicherweise finden sich, was auf Querschnitten sich ergeben müsste, auch hier die beiden in die Tiefe gerückten Einlagerungen von Ganglienzellen, auf welche ich die zwei von mir beobachteten nach der Medianlinie zusammengedrängten Gangliengruppen beziehen würde.

Die Grösse der in der Hirnrinde gelegenen Ganglienzellen nimmt bei *Branchipus* während des postlarvalen Wachstums bedeutend zu; einen sehr ansehnlichen Umfang erlangen mehrere Ganglienzellen an der Grenze der hinteren Quercommissur, sowie am Vorderende des rechten und linken Dorsallappens. Dann folgen der Grösse nach die Ganglienzellen der Gehirnfortsätze, welche zu dem Frontalorgan und den an der Ventralseite der Stirn ausgebreiteten Sinneszellen treten. Sehr klein sind die Zellen der beiden Ganglienläufen zu den Seiten des Centalkörpers, grösser schon die der Rinde des Augenganglions.

Am Gehirn des erwachsenen Thieres erscheint die Oberfläche der medianen Einsenkung zwischen beiden Dorsallappen, sowie ein entsprechender medianer Abschnitt der ventralen Oberfläche zwischen den Vorderlappen von Ganglienzellen frei. Nur an der hinteren Grenze der letzteren, oberhalb des Schlundes, findet sich die bereits erwähnte Gruppe der drei grossen Ganglienzellen von einigen kleinen Zellen umstellt (Tag. V, Fig. 3 und 4 GGz)

Im jugendlichen Alter bildet der Ganglienbelag eine continuirliche Decke, die erst mit dem weiteren Wachsthum an den erwähnten Stellen sowie an dem zum Augennerven sich gestaltenden Abschnitt zwischen Gehirn und Augenganglion durch Auseinanderücken der Zellengruppen unterbrochen wird. Mit der Ausdehnung dieser von Ganglienzellen freien Felder ist zugleich eine allmähige

---

<sup>1)</sup> Während Weismann an die Möglichkeit dachte, dass der centrale Körper im Gehirne von *Leptodora* ein Gehörläschen darstelle, bemerkte ich, dass am lebenden Daphnienhirn ein im Gehirn eingelagerter Körper durchscheine, der zwar den Eindruck eines Bläschens mache, in Wahrheit jedoch einer jener complicirten Einlagerungen entspreche. Wenn daher Spangenberg, welcher den Centalkörper des Linnadiahirns in der Profillage des Thieres ganz wie bei Daphniden in Gestalt eines hellen runden Bläschens aus der matten Hirnsubstanz hervorsicheren sah, an Täuschungen erinnert, zu welcher diese Bildung Anlass geben könne und mir die Angabe eines selbstständigen Bläschens bei *Daphnia* zuschreibt, so beweist er hiermit, dass er meine gerade das Gegentheil besagende Darstellung nicht gerade sorgfältig gelesen haben kann.

Gestaltveränderung des Gehirnes verbunden, welches im Zustand des erwachsenen Thieres von Leydig als „mehrfach eingekerbter Halbring“ bezeichnet wurde. Noch bedeutender sind Gestaltveränderungen, welche das Gehirn von Apus nicht nur mit Bezug auf die Ausbreitung der nackten Oberflächentheile, sondern auf die Länge der Commissuren und die Austrittsstelle der Antennennerven durchläuft. Allerdings muss es bei der ersten Betrachtung höchst auffallend erscheinen, dass hier der Nerv der vorderen Antenne vom Gehirn entfernt an der Schlundcommissur entspringt, indessen würde es verfehlt sein, diesem Verhältniss eine andere als ganz secundäre, mit der veränderten Lage der Gliedmasse zusammenhängende Bedeutung beizulegen. Schon bei einer früheren <sup>1)</sup> Gelegenheit habe ich daher die Ansicht E. Ray Lankester's <sup>2)</sup> zurückgewiesen, nach welcher der schon von Zaddach beschriebene Austritt des Antennennerven am Schlundring für die Natur der vorderen Antenne als postorale Gliedmasse beweisend sei, da die Stelle der Abzweigung nicht mit dem Ursprung der Nervenwurzel zusammenfalle und nur die letztere als entscheidend in Betracht komme.

In der That hat nun inzwischen auch ein Schüler <sup>3)</sup> Ray Lankester's gezeigt, dass der Antennennerv bei Apus, wie nach dem Verhalten von Branchipus gar nicht anders denkbar war, in Ganglienzellen des Gehirnes wurzelt, gleichwohl aber die völlig unhaltbare Vorstellung eines Archicerebrum und Syncerebrum <sup>4)</sup> im Sinne seines Lehrers aufrecht erhalten. Ich kenne keine Thatsache, durch welche die Annahme eines Urgehirns als ausschliessliches Centrum des Augenpaares gerechtfertigt und das secundäre Hinzukommen eines zweiten Centrums für die Antenne zur Begründung eines Syncerebrums verwerthet werden könnte. Im Gegentheil muss vom phylogenetischen Standpunkt die Antenne als frühere Bildung im Vergleiche zu dem grossen seitlichen Augenpaar betrachtet werden, zumal die Entstehung des letzteren direct mit dem Auftreten eines

<sup>1)</sup> C. Claus: Neue Beiträge zur Morphologie der Crustaceen. Arbeiten des zool. Institutes etc. in Wien. Tom. VI, 1885, pag. 8.

<sup>2)</sup> E. Ray Lankester, Appendages and nervous system of Apus cancriformis. Quarterly Journal of microsc. science. Vol. XXI, 1881.

<sup>3)</sup> Paul Pelseneer, Observations on the nervous system of Apus. Ebend. 1885.

<sup>4)</sup> Wie sehr noch die Morphologie der Crustaceen im Argen liegt, kann man aus dieser Vorstellung eines Archicerebrum und Syncerebrum entnehmen. Auch Packard hat wie ich aus dessen jüngst erschienenen Schrift „On the Structure of the sessile eyed Crustacea“, deren Inhalt einen neuen Beleg für meine Behauptung gibt, diese völlig unhaltbare Lehre adoptirt.

secundären Gehirnabschnittes zusammenfällt. Noch naturwidriger aber erscheint die Deutung, die Gangliencentren des ersten Antennenpaares auf ein erstes Ganglienpaar der Bauchkette beziehen zu wollen und weiterhin das so klar als erstes Rumpfganglion vorliegende Ganglion des zweiten Antennenpaares mit seinen beiden Quercommissuren wegen der Abgabe des Lippenringes und des mit diesem verbundenen Ganglienknotens von den segmentalen Ganglien der Bauchkette auszuschliessen und als dem Eingeweidenervensystem zugehörig anzusehen und lediglich die kleine laterale Gruppe von Nervenzellen, an welcher die Antennennerven austreten, als Antennenganglion zu betrachten.

Die mit feinen Körnchen erfüllten Blasen, welche symmetrisch dem Centralkörper anlagern und auf den ersten Blick mit Nervenzellen verwechselt werden, verhalten sich nach Tinction und Beschaffenheit genau wie Kerne von Bindegewebszellen, deren umlagernde Fasermasse, von der fibrillären und molecularen Marksubstanz wohl unterscheidbar, auf eingewucherte Bindesubstanz zurückzuführen ist. Dieselbe Bedeutung haben die grossen Kernblasen zwischen Augen- und Retinaganlion, auf die ich später zurückkommen werde.

Die wohl ausschliesslich longitudinale Fasern enthaltende Schlundcommissur trägt auf ihrer Oberfläche einen Belag von Ganglienzellen, welcher die laterale Seite vornehmlich ventralwärts weit übergreifend, fast ganz bekleidet und nur an der Medialseite vollständig vermisst wird. (Taf. VI, Fig. 1, 2 SC). Man wird kaum irren, diesen im hintern Theile der Commissur durch einzelne grosse Zellen ausgezeichneten Belag, wie ich dies bereits in der früheren Arbeit that, auf das über eine grössere Fläche ausgebreitete Ganglion des zweiten Antennen- oder ersten Rumpfsegmentes zu beziehen, dessen Nerven aus der Schlundcommissur entspringen, und demgemäss die Querfaserbrücke am Ende beider Commissurenschenkel auf die diesem Ganglion zugehörige Quercommissur hinter der Schlundwandung zurückzuführen.

Dieselbe war wohl zuerst in der trefflicher Arbeit Zaddach's<sup>1)</sup> über *Apus cancriformis* für diese Gattung, dann durch Klunzinger<sup>2)</sup> für die Estheriden, sowie für Leptodera durch Nic. Wagner und P. E. Müller beschrieben, und erst

<sup>1)</sup> E. G. Zaddach, De apodis cancriformis Schaeff. anatome et historia evolutionis. Dissertatio inaug. etc. Bonnae 1841, Taf. III, Fig. 5.

<sup>2)</sup> Klunzinger, Beiträge zur Kenntniss der Limnadien. Zeitschrift für wiss. Zool. 1864.

später von mir<sup>1)</sup> für Branchipus und Daphnia nachgewiesen und zugleich ihrer Bedeutung nach gewürdigt worden.

In letzterer Hinsicht erlaube ich mir insbesondere auf die Darstellung hinzuweisen, welche ich in der Daphniden-Arbeit (pag. 378) und später in der Schrift über Phronima (pag. 65), sowie auf die in meinen neuen Beiträgen zur Morphologie<sup>2)</sup> der Crustaceen gegebene Correctur über diesen Gegenstand veröffentlicht habe.

Von besonderem Interesse erscheint aber die Thatsache, dass diese Commissur eine doppelte ist und sich somit wie die Querverbindung der folgenden Ganglienpaare der Bauchkette verhält. Schon Zaddach hat für Apus diese zweite Quercommissur als Ramus transversus der Oesophagusnerven beschrieben; auch hat neuerdings besonders Spangenberg für Limnadia das Vorhandensein zweier, den Schlund von hinten her umgürtender Quercommissuren hervorgehoben. Da die hintere schwächere derselben den in der Tiefe gelegenen Rand des Mundes umzieht, wird man dieselbe auch als Mundcommissur bezeichnen können, im Gegensatz zu der ersten stärkern Commissur, welche vom Mundeingang etwas weiter entfernt liegt.

Auch bei den Cladoceren sind nach Spangenberg's<sup>3)</sup> detaillirten Angaben beide Commissuren vorhanden, von denen die eine den Lippenerven abgeben soll, ein offenbar secundäres Verhältniss, wie sich wohl aus dem Verhalten bei Branchipus bestimmt ergibt. (Taf. VI, Fig. 3 GA''). Denn hier kann man mit grösserer Sicherheit den Ursprung des Lippenerven unterhalb des Mundnervenringes bestimmen und den Austritt des letztern auf das Ganglion selbst beziehen, wie es auch das ursprüngliche Verhältniss voraussetzt, falls wirklich der Mundnervenring der zweiten ebenfalls hinter

<sup>1)</sup> C. Claus, Branchipus-Arbeit 1873, l. c. Taf. IV, Fig. 11, pag. 21. Derselbe, Daphniden-Arbeit 1876, l. c. pag. 378, Taf. XXVI, Fig. 10.

<sup>2)</sup> C. Claus, l. c. pag. 7 und 94. Die in der Phronimaschrift ausgesprochene Vermuthung, dass ursprünglich der Ganglienbelag der Schlundcommissur überhaupt kein wahres Ganglion für das Mundsegment gebildet habe, wird nicht nur durch die Zurückführung dieses gewöhnlich als Mundsegment bezeichneten Abschnitts auf das erste Rumpfmeter, sondern auch durch die einer solchen Auffassung entsprechende Quercommissur zurückgewiesen.

<sup>3)</sup> Fr. Spangenberg, Ueber Bau und Entwicklung der Daphniden. Göttinger Anzeigen. 1879. In dieser wie in der Mittheilung über Limnadia finden sich zahlreiche auf genauer und sorgfältiger Beobachtung beruhende Detailangaben insbesondere über das Nervensystem, die jedoch leider ohne Abbildungen schwer verständlich bleiben und sich deshalb bislang der Beachtung entzogen haben.

dem Schlunde (Mundeingang) gelegenen Quercommissur des Antennenganglions entspricht. Der in die Oberlippe absteigende Nerv, welcher die Seitenwand des Mundeinganges umgreifend, sich mit dem der anderen Seite zu einem geschlossenen Ring vereinigt (LR) und dann an der Decke des Atriums über den Laden der Mandibeln mittelst doppelter Wurzeln ein medianes ansehnliches Ganglion bildet (Taf. VI, Fig. 4 LG), erscheint an seiner convexen Seite von Ganglienzellen bekleidet und entsendet zarte Nerven sowohl zu den Muskeln des Schlundes und der Oberlippe als zu der Wandung der Vorhöhle mit dem zungenförmigen Epipharynx. Zaddach hat bereits die Lippennerven nebst dem unpaaren Ganglion gekannt und dessen Nerven als Eingeweidennerven betrachtet, unrichtigerweise aber auch die Antennenganglien als den paarigen Schlundganglien der Insecten entsprechend, in derselben Weise gedeutet. Spangenberg dagegen betrachtet die Mundcommissur, von der schon Zaddach zeigte, dass sie hinter dem Schlunde verläuft, unrichtiger Weise als eine vordere. Hätte sie in Wahrheit die vordere Lage, so würde der Schlund den Raum zwischen beiden Quercommissuren des Antennenganglions durchsetzen, während er tatsächlich unmittelbar vor denselben zwischen die Längscommissuren eintritt.

Ueber die Hirnnerven vermag ich meinen früheren Angaben nur wenig zuzufügen. Die drei Nerven des Stirnauges (Taf. V, Fig. 3, Taf. VI, Fig. 11) entspringen vorn an dem wenig bemerkbaren Zwischentheil der beiden Vorderlappen. Der sog. Sehnerv des grossen Seitenauges entwickelt sich erst während des postlarvalen Wachstums zu einem langgestreckten Stamm zwischen Dorsallappen und Augenganglion. Anfangs stehen diese Centren in unmittelbarer Verbindung und sind nur durch eine Einschnürung abgesetzt, in welcher der gangliöse Rindenbelag beider Theile zusammentrifft. Erst im vorgeschrittenerem Larvenalter wird zwischen denselben ein engeres Verbindungsstück bemerkbar, welches sich allmählig verlängert und zu dem langgestreckten Sehnerven auszieht. Dem Dorsallappen gehört auch das frontale Sinnesorgan an, welches mehr als Ausläufer der Gangliendirne am vorderen zipfelförmigen Ende jedes Lappens entspringt und unmittelbar zur Seite des Entomotrakenauges am Scheitel des Kopfes seine Lage hat. (Taf. VI, Fig. 11, 12.) Man kann dasselbe geradezu als den am Integument haftenden im Ectoderm verbliebenen Theil der Gehirn-anlage betrachten, zumal mit Rücksicht auf die höchst einfache Structur, die sich im Wesentlichen auf eine colossal ver-

grösserte Hypodermiszelle reducirt, in deren Peripherie unterhalb der kleinzelligen oberflächlichen Hypodermissschicht ein Kranz von Ganglienzellen angelagert ist. (Taf. VI, Fig. 10.) Im Leben erscheint die Centralzelle als eine matt glänzende einwärts vorspringende Halbkugel, in welcher man leicht mittelst Reagentien die grosse kugelige Kernblase nachweist. Der die Zelle bedeckende Abschnitt der Cuticula erscheint flach, zuweilen fast uhrglasförmig verdickt und entbehrt der im Umkreis der Zelle nachweisbaren kleinzelligen Hypodermislage, welcher vielmehr die grosse Zelle selbst angehört. Der ringförmige Kranz anliegender Ganglienzellen bezeichnet das peripherische Ende eines in die Spitze des Vorderlappens übergehenden Stranges von bipolaren Ganglienzellen, deren Ausläufer ganz ansehnliche langgezogene Nerveufasern darstellen. Ueber die Function dieses Sinnesorganes, welches in modificirter Form und mit Cuticularanhängen verbunden bei anderen Phyllopoden und Entomotraken wiederkehrt, fehlen sichere Anhaltspunkte.

Von unbekannter Bedeutung ist auch ein zweites Sinnesorgan, welches sich trotz seiner beträchtlichen Ausdehnung bei *Branchipus* seither der Beobachtung völlig entzogen hat, wohl zum Theil deshalb, weil dasselbe den jüngeren, vornehmlich und am genauesten untersuchten Larven noch abgeht und sich erst in den späteren Stadien, kurz vor der Differenzirung der Genitalsegmente zu entwickeln beginnt, dann aber mit dem fortschreitenden Wachstum rasch eine grössere Ausdehnung gewinnt. Es handelt sich offenbar um dasselbe Sinnesorgan, welches bei den Cladoceren längst bekannt, zuerst von Leydig<sup>1)</sup> als Nackenorgan beschrieben und mit seinen „scharf-conturirten einfachen oder geschlängelten Ringen“ näher dargestellt wurde. Bei *Branchipus* ist die Lage dieses Sinnesorganes, welches nach der Gestaltung seiner Zellen, als das der gehäuften Kolbenzellen zu benennen sein dürfte, eine ganz andere, obwohl der Nervenursprung am Gehirn der gleiche bleibt. Wie bei *Daphnia*, *Sida*, *Lynceus* entspringen die Nerven desselben ventralwärts an den Zipfeln der Vorderlappen, unterhalb und etwas medialwärts von den Gehirnfortsätzen des Frontalorgans. Während dieselben dort aber dorsalwärts umbiegen und bei bedeutender Länge nach der Nackengegend Zweige entsenden, bleiben sie bei *Branchipus* kurz und bilden in der Stirngegend, welche während des fortschreitenden Wachstums zugleich mit dem Emporrücken

<sup>1)</sup> Fr. Leydig: Naturgeschichte der Daphniden. Tübingen, 1860, pag. 42, Taf. 5, Fig. 44c; ferner C. Claus: Daphnidenarbeit, l. c., pag. 374, 375, Taf. XXVI, Fig. 9, 11.



des zweiten Antennenpaares nach dem Scheitel zu vorrückt, eine grosse Zahl kurzer mit Kolbenzellen endigender Verzweigungen. Die gangliösen Endzellen liegen gruppenweise vereinigt unterhalb der Hypodermis dem Integumente an und sind wie die der Cladoceren durch eigenthümliche scharfconturirte und stark glänzende Einlagerungen ausgezeichnet, welche wie jene, als Erzeugnisse des Protoplasmas, in Form drei- und mehr-zinkiger Nadeln an gewisse Kieselspicula der Silicospongien erinnern. Auffallend klein im Verhältnisse zur Grösse des unregelmässigen Zelleibes bleibt der rundlich ovale Zellkern, welcher erst nach Behandlung mit Reagentien, insbesondere an tingirten Schnitten leicht nachgewiesen wird, am lebenden Thiere aber nicht hervortritt. In jugendlichen Stadien von circa 4 Mm. Länge lagern diese Zellengruppen in Form eines guirlandenähnlichen Streifens längs der schwachgewölbten Stirn ventralwärts vom Stirnauge und Frontalorgan (Taf. V. Fig. 3, 4, 5) und erscheinen in unmittelbarer Verbindung mit dem verlängerten Vorderende beider Gehirnhälften, deren Ganglienbelag hier relativ grosse Zellen enthält. Mit dem fortschreitendem Wachsthum verlängern sich die Fortsätze und lassen nun deutlich die Nervenstämme erkennen, welche durch abzweigende Seitenäste die von einander weiter abrückenden Zellengruppen versorgen. (Taf. V, Fig. 6 und 7 SF.) Man könnte für wahrscheinlich halten und hierin auch durch die Beobachtung der zuerst erscheinenden Sinneszellen bestärkt werden, dass dieselben vom Gehirn getrennt in der Hypodermis — ähnlich wie die Nervenzellen unter den Tastborsten am Abdomen — ihren Ursprung nehmen, und sich erst secundär mit dem Gehirn in Verbindung setzen. Eine solche Entstehungsweise konnte jedoch nicht constatirt werden. Vielmehr gewinnt man an 2 bis 3 Mm. langen Larven den Eindruck, als wenn diese Zellen allmählig aus dem Rindenbelag hervortreten und sich mit dem Wachsthum des Thieres mehr und mehr frei erheben, indem die verbindenden Nervenfasern, wie auch an den Nervenzellen des Frontalorganes länger werden. Zu den Seiten des subfrontalen Hautbezirkes, unter welchem sich die überaus zahlreichen und dicht gehäuften Kolbenzellen ausbreiten, entwickelt sich von der Dorsalseite ein System chitinöser Fäden und Trabekeln, welche in der Tiefe jederseits convergirend in lange Sehnen des Endoskelets auslaufen. Am erwachsenen, männlichen Thiere erscheint das zum Scheitel emporgerückte Hautfeld oberhalb des reich verzweigten, aus Hunderten von Zellen gebildeten Sinnesorganes zwischen Erhebungen des Integuments, an denen das Chitingerüst entspringt, mehr oder minder sattelförmig eingesenkt.

Auch bei *Artemia* fehlt dieses Sinnesorgan nicht und ist leicht unterhalb des Stirnrandes vor dem Stirnauge nachzuweisen (Taf. V, Fig. 2 SO). Die Ausbreitung desselben erscheint jedoch wohl im Zusammenhang mit der geringen Körpergrösse eine weit geringere und entspricht etwa dem Zustande an Jugendformen des Branchipus von gleicher Körpergrösse. Auch die Beschaffenheit der grossen Zellen mit ihrem mattglänzenden Protoplasma und relativ kleinen Kernen verhält sich ganz ähnlich, nur sind die festen Einlagerungen weniger entwickelt und auf feine Spangen beschränkt.

Verständlicher als die Function dieses reich verzweigten, seiner Bedeutung nach unaufgeklärten Sinnesorganes ist die Bedeutung des an den Antennen, sowie am Integument der Segmente auftretenden Cuticularanhänge mit den zugehörigen subcuticularen Ganglienzellen. An der Spitze der vorderen Antennen finden sich die allen zugehörigen Phyllopoden als Riech- oder Spürorgane zu deutenden geknüpften Röhrrchen, sowie die drei langen, terminalen Tastborsten, an den Kopfhörnern erheben sich vornehmlich im männlichen Geschlecht dicht gehäufte Gruppen von Tastborsten und an den Segmenten die grossen vereinzelt stehenden Seitenborsten, welche ebenfalls dem Tast- und Gefühlsinn dienen dürften. Die letzteren, von ansehnlicher Länge und leicht geschwungener Form, sind in ganz bestimmter Zahl und Lage über die einzelnen Segmente vertheilt und entwickeln sich schon am Larvenleibe mit der Segmentbildung in der bereits besprochenen Weise. Bei beginnender Differenzirung der Genitalsegmente, also an circa 3—4 Mm. langen Formen, trägt jedes der auf die Kieferregion folgenden Rumpfsegmente mit Ausnahme des 15. und 17. an der Rückenfläche eine rechte und linke Tastborste, welche jedoch am 4., 9. und 13. Segmente so weit medialwärts gerückt sind, dass sie bei Betrachtung des Thieres von der Bauch- oder Rückenfläche nicht über den Seitenrand des Körpers hervorstehen und deshalb an diesen Stellen leicht übersehen werden. Das 15., 17. und 19. Segment tragen ihre Tastborsten seitlich an der Ventralseite, das 19. Segment aber besitzt auch noch ein mediales und laterales Borstenpaar an der Rückenfläche, dem Hinterrande genähert. Das mit Unrecht als Segment betrachtete Afterstück entbehrt der Tastborsten vollständig. Dass sich mit fortschreitender Grössenzunahme des Körpers die Zahl der Tastborstenpaare noch vermehrt, halte ich nicht für wahrscheinlich, indessen habe ich versäumt, auf diese Frage mein Augenmerk zu richten. Bezüglich des näheren Verhaltens der Zellengruppen, welche sich unterhalb der basalen Erhebung jeder Borste finden, hat man

zwischen nervösen Tastborsten und matricalen Zellen wohl zu unterscheiden. Die Ganglienzelle, zu welcher der herantretende Nerv anschwillt, ist spindelförmig gestreckt und liegt von der Insertion der Borste weiter entfernt, als die mit rundlichen Kernen versehenen viel kleineren Hypodermiszellen<sup>1)</sup>, welche die Matrix der Borste darstellen und unmittelbar ihrer Basis anliegen. Spangenberg<sup>2)</sup> hat zwischen den letzteren noch eine Zelle beschrieben, welche er ebenfalls für eine Nervenzelle hält und mit dem peripherischen Fortsatz der grossen spindelförmigen Ganglienzelle verbunden darstellt. Dann wäre zwischen dem Achsenfaden der Borste und Ganglienzelle noch eine zweite distale Zelle eingeschoben und das Verhältniss der Nervenendigung complicirter als an den Tastborsten der Corethralarve und der Cladoceren. Ich habe mich vergeblich bemüht, diese zweite peripherische Zelle aufzufinden, obwohl ich von vorneherein mit Rücksicht auf das Verhalten des Antennennerven, an welchen zuerst Leydig für Branchipus und Daphnia zwei aufeinander folgende Ganglienschwellungen beschrieb, geneigt war, das Vorhandensein derselben für wahrscheinlich zu halten. Ich kann jedoch nur meine frühere in der Argulus-Arbeit gegebene Darstellung bestätigen. (Taf. V, Fig. 8.) Uebrigens finden sich unter der Hypodermis vereinzelt Ganglienzellen, über welchen das Integument keine Tastborste bildet, und solche liegen in dem letzten und vorletzten Abdominalsegmente in nur geringer Entfernung von der Spindelzelle der Tastborste, so dass eine Täuschung im Sinne zweier der Tastborsten zugehörigen Nervenzellen leicht möglich ist.

Bei *Artemia* bietet die Vertheilung der Tastborste am Abdomen einige bereits oben hervorgehobene charakteristische Abweichungen, während das Verhalten der Nerven- und Hypodermiszellen dasselbe ist.

## 7. Die Stielaugen.

Die zusammengesetzten Seitenaugen unserer Gattung beanspruchen deshalb ein erhöhtes Interesse, weil dieselben, wie die der Decapoden und Stomatopoden auf beweglichen Stielen sitzen, welche sich erst im Verlaufe der Metamorphose entwickeln und uns über die morphologische Bedeutung des Stielauges zuverlässigen Aufschluss geben. Dass das Stielauge der Stomatopoden und Decapoden

<sup>1)</sup> C. Claus, l. c., 1875, pag. 25, Taf. XVIII, Fig. 52; derselbe l. c., 1876, pag. 377.

<sup>2)</sup> Spangenberg, l. e., 1875, pag. 29, Taf. II, Fig. 9 a b.

sind homologe Bildungen, ergibt sich nicht nur aus der ähnlichen Entwicklungsweise während des Protozoëa- und Zoëastadiums (*Euphausia*, *Penaeus*), sondern auch aus den gleichwerthigen Gangliengruppen und Faserzügen der gewöhnlich als Augenganglien bezeichneten Nervencentren und aus deren Verhältniss zu den dorsalen Gehirnappen, von welchen sie entspringen. Das relativ einfachere Verhalten dieser Nervencentren bei *Branchipus* als der niederen und ursprünglichen Gattung ist ein neuer Grund für die Bedeutung des *Branchipus*-Auges, aus dessen einfacherem und deshalb leichter zu eruirendem feinem Bau wir zum besseren Verständniss der Complicationen im Stielauge der *Malakostriken* und der dieser so nahe stehenden Gattung *Nebalia* Anhaltspunkte gewinnen. Obwohl ich bereits in meiner früheren Abhandlung (pag. 22, 23) die wesentlichsten Momente für die Entstehungsweise hervorgehoben und aus denselben die Bedeutung „des beweglichen Stielauges als selbstständig gewordener Kopftheile“ erwiesen habe, werden doch noch immer unrichtige Auffassungen über dasselbe verlautbar, in denen die alte Lehre von der Gleichwerthigkeit der Stielaugen mit Gliedmassen ganz ohne Rücksichtnahme auf die derselben gewordenen Widerlegung immer wieder von Neuem entwickelt wird. Wie wenig man man diesen Verhältnissen bei *Branchipus* Beachtung zu Theil werden liess, vermag man daraus zu entnehmen, dass in einem neueren, sonst verdienstlichem Werke über die Sehorgane<sup>1)</sup> der Thiere die Augen von *Branchipus* sogar noch als „auf unbeweglichen Stielen“ dargestellt werden, während in demselben ebensowenig wie in dem bekannten die vergleichende Embryologie behandelnden Werke von *Balfour*<sup>2)</sup> der Entwicklungsweise und der aus derselben sich ergebenden morphologischen Bedeutung des Stielauges Erwähnung geschieht.

Die Bildung des Auges als Wucherung der Hypodermis knüpft an die Anlage des in gleicher Weise sich entwickelnden Frontalorganes, sowie des dorsalen Gehirnappens an, welchen man mit Rücksicht auf die spätere erst in der Naupliusperiode stattfindende Ausbildung theilweise wenigstens als secundäres Gehirn zu bezeichnen berechtigt ist. Ueber die Entstehung des letzteren haben wir insbesondere durch *C. Grobben*<sup>3)</sup> für die Copepoden Auf-

<sup>1)</sup> Dr. Justus Carrière, Die Sehorgane der Thiere, vergleichend anatomisch dargestellt. München u. Leipzig, 1885, pag. 172.

<sup>2)</sup> Fr. M. Balfour, Handbuch der vergleichenden Embryologie, übersetzt von Vetter. Jena, Tom. II, pag. 429.

<sup>3)</sup> C. Grobben, Die Entwicklungsgeschichte des *Cetochilus septentrionalis* Goodsir. Arbeiten aus dem zool. Institute etc. Wien, 1881. Tom. III.

schluss erhalten, und stimme ich sowohl dessen Beobachtungen, als der Auslegung derselben vollkommen bei. Insbesondere erscheint der Vergleich mit der Bildung des Branchipus-Auges, sowie die an denselben anknüpfende Deutung der vereinfachten Vorgänge bei den Copepoden als Rückbildung durchaus zutreffend. Indessen erhalten sich auch in einzelnen Familien der letzteren Reste des paarigen Auges, wie z. B. bei den Pontelliden, deren seitliche Augen schon früher von mir auf das paarige Seitenauge bezogen wurden. Während nun der primäre Hirntheil der Bauchseite zugewendet, das unpaare Stirnauge, das Sinnesorgan der Kolbenzellen und das vordere Antennenpaar versorgt, gestaltet sich das secundäre Hirn jederseits zu einem dorsalwärts stark vorspringenden Lobus, dem Centrum des Seitenauges, dessen Ganglion als der distale abgeschnürte Theil des dorsalen Gehirnlappens zu deuten sein wird.

Die Anlage des Seitenauges gewahrt man schon an jungen Metanaupliuslarven, deren Gewebe sich aufzuhellen begonnen haben. Dasselbe erscheint seitlich vom Frontalorgan als breite wulstförmige Hypodermisverdickung. Die Zellenwucherung verschmälert sich in der Tiefe und enthält hier das Material für das vom secundären Gehirnlappen noch nicht abgrenzbare Augenganglion. Eine Abbildung der etwas weiter vorgeschrittenen Augenanlage mit bereits beginnender Pigmentablagerung wurde in meiner früheren Abhandlung (Fig. 5 auf Taf. II und Fig. 5'' auf Taf. I) mitgetheilt. Das Pigment tritt zuerst an dem lateralen Ende des Augenwulstes auf, in welchem sich bald auch die ersten Krystallkegel als kleine, lichtbrechende Zapfen bemerkbar machen. Dann sind die Derivate der Hypodermiszellen bereits in eine oberflächliche Lage zur Bildung der Cuticula und der Krystallkegel und in eine tiefere Schicht für Nervenstäbe nebst Pigment gesondert, welche durch kenntlich werdende Züge von Faserbündeln continuirlich mit der zum Augenganglion sich umgestaltenden Zellenmasse zusammenhängt (Taf. VII, Fig. 1). Die letztere, welche man zum secundären Gehirne zu beziehen hat, ist zugleich mit der Augenanlage als tiefe Schicht von Ektodermzellen entstanden und bleibt während des Wachstums lange Zeit mit dem Hypodermiswulste, den ich früher schon als Matrix des Augenstiels bezeichnet hatte, in Continuität. Diese Zellenwucherung bewirkt jedoch nicht nur die mächtige Breitenentwicklung des seitlichen Stirnabschnittes, welcher sich später als Stielauge absetzt, sondern liefert zugleich das Material zur Vermehrung der Elemente des Auges und des Augenganglions, welches in gleicher

Weise wie die Krystallkegel- und Retinulaschicht in breitem sagittalen Gürtel mit dem Hypodermiswulste verbunden bleibt und aus demselben neue Elemente empfängt. Der gürtelförmige Wulst repräsentirt demnach die Knospungszone, nicht nur für das Auge, sondern auch für die innere Nervenmasse des Augenstiels, indem die lateralwärts austretenden Zellengruppen die Krystallkegel und Nervenstäbe liefern, die medialwärts in die Tiefe eintretenden Elemente, mit den letzteren durch die Faserzüge der Nervenbündelschicht verbunden, zu Ganglienzellen des Augenganglions werden. (Taf. VII, Fig. 2. u. 3.) Die Krystallkegel, welche zuerst bei beginnender Pigmentablagerung am lateralen Ende des Augenkeimes auftreten, sind transversal gerichtet, werden dann aber durch die neuen schräg nach vorn gewendeten Elemente, welche sich medialwärts aus der Knospungszone vorschieben (vergl. Fig. 8, Taf. III der älteren Abhandlung), allmählig mehr und mehr nach hinten gedrängt und dabei in eine schräge bis sagittale Stellung übergeführt. Zugleich mit diesen Vorgängen bildet sich an dem seitlich vorwachsenden Augenabschnitte des Kopfes eine hintere Wölbung aus, welche von den zuerst gebildeten, rückwärts gedrängten und nach hinten gerichteten Krystallkegeln erfüllt wird. An der medialen Grenze der hinteren Wölbung folgt noch auf die Krystallkegel eine Gruppe von Connectivfasern, welche sich in gürtelförmigem Halbbogen an der Grenzmembran der pigmentirten Nervenstabschicht ansetzen und diese an der Chitinwand befestigen. (Taf. VII, Fig. 2 Cf.)

Somit ist also die Anfangs nur auf einen kleinen flachen Kugelabschnitt beschränkte Augenanlage zugleich mit dem Vorwachsen der seitlichen Kopfpattie zu einer umfangreichen Halbkugel geworden, deren Träger der stielartig ausgezogene Seitentheil der frontalen Kopfreion ist. Von dem mittleren, vorn das Stirnauge und die Frontalorgane, in der Tiefe das Gehirn umschliessenden Kopfabschnitt setzt sich der Augenträger während der fortschreitenden Entwicklung zugleich mit dem Auftreten mehrerer Augenmuskeln allmählig ab, ohne jedoch äusserlich von einer ausgeprägten cuticularen Umrandung begrenzt zu sein.

Die als Augenganglion bezeichnete nervöse Füllung des Augenträgers oder Stieles lässt zwei Abschnitte unterscheiden, welche während des Wachsthums von der Vorderfläche des Kopfes von der gürtelförmigen Knospungszone der Hypodermis neue Elemente aufnehmen und unterhalb des peripherischen Zellenbelages nach verschiedener Richtung verlaufende Faserzüge enthalten, eine distale,

gegen die Basis der Augenhalkugel gewendete Masse, welche man passend als Ganglion der Retina oder schlechthin als Retina unterscheiden wird und einen proximalen gestreckteiförmigen Abschnitt, dessen verjüngtes nach Art eines Sehnerven ausgezogenes Ende aus dem Gehirnappen entspringt. Der letztere Abschnitt, das Augenganglion im engeren Sinne, enthält eine centrale Markmasse und einen Belag von Ganglienzellen, welcher an der nach vorn gewendeten Fläche mächtig verdickt erscheint und sich nach der hintern concav eingekrümmten Fläche allmähig verliert. Die Faserzüge des Marklagers durchsetzen theilweise vom Gehirn ausstrahlend in geradem Verlaufe transversal das Augenganglion, um in das Marklager der Retina einzutreten; ein grösserer Theil von Nervenfasern kommt jedoch vom Ganglienbelage selbst und durchkreuzt jene in schräg nach hinten und aussen gerichteten Verlaufe. Minder scharf heben sich schräge vom Gehirn zu dem Ganglienbelage emporsteigende Faserzüge ab. Im Vergleiche zu dem Ganglion im Stielange der Malakostraken verhalten sich Ganglienrinde und Faserkreuzungen überaus einfach, und es ist die Markmasse noch nicht wie im Auge der höhern Arthropoden in zwei (äusseres und inneres) oder gar in drei Marklager gesondert, welche durch innere Faserkreuzungen getrennt werden. Bei *Branchipus*, *Apus* und den Phyllopoden überhaupt unterscheiden wir keine weiteren Abschnitte des Augenganglions und die ausgeprägte Faserkreuzung liegt als äussere Kreuzung zwischen jenem und der Retina. (Taf. VII, Fig. 4). Die Bedeutung dieser Kreuzung aber ergibt sich im Zusammenhang mit dem Ganglienbelage, welcher durch Faserzüge mit dem Centralorgan des dorsalen Hinterlappens verbunden, die schräg absteigenden Faserzüge nach der Retina entsendet und sich allem Anscheine nach als eingeschobenes Centrum, gewissermassen als Projectionscentrum zweiter Ordnung, verhält. Diese zuerst von Berger<sup>1)</sup> ausgesprochene Ansicht scheint mir durchaus gerechtfertigt und gerade durch das einfache und klare Verhalten des Phyllopodenauges bestätigt zu werden. Freilich hat neuerdings Viallanes<sup>2)</sup> von den Rindenzellen des Augenganglions der Libelle behauptet, dass dieselben unipolar seien, indessen sucht man im Texte und in den Abbildungen seiner

1) Vergl. die auf *Aeschna*, *Calopteryx*, *Musca*, *Apis* bezüglichen Abbildungen in den Abhandlungen von Berger und von Viallanes, sowie in der Schrift von S. J. Hickson, *The Eye and Optic Tract of Insects*. Quarterly Journal of Microsc. Science. April 1885. Ich selbst habe die bezüglichen Präparate Berger's verglichen.

2) Vergl. die Abbildungen in d. citirten Werken u. Schriften von Grenacher, Carrière und Viallanes.

Arbeit den Beweis vergebens. Ich glaube im Gegentheile an zahlreichen dieser Zellen zwei und mehrere Fortsätze beobachtet zu haben, von denen allerdings der zur absteigenden Nervenfasern werdende Ausläufer am schärfsten hervortritt.

Der distale Abschnitt, den ich als Retinaganglion bezeichne, besitzt die Form eines kurzen abgestumpften Kegels, dessen breite flachgewölbte Basis lateralwärts dem Aug pigmente zugewendet liegt und einen mehrreihigen Belag von kleinen Ganglienzellen enthält. Dieser letztere entspricht der von Berger als Körnerschicht bezeichneten Lage, auf welche proximalwärts die hohe von radiären Fasern durchsetzte molekuläre Markschicht folgt. Eine zweite innere Ganglienzellschicht, wie sie Berger für den „ganglionären Theil der Retina“ des Arthropodenauges beschreibt und auch in seiner Abbildung vom *Artemia*auge andeutet, ist nicht vorhanden, wohl aber finden sich an der Grenze nach dem Augenganglion, zwischen den von diesem und der Markschicht einstrahlenden radiären Fasermassen, zahlreiche grosse Kerne zerstreut, welche den Charakter von Binde substanz-Elementen tragen, wie sie auch hier und an dem Neurilemm, ferner in der centralen Markmasse des Gehirnes (Taf. VI, Fig. 8 Bk) und besonders auch an der hinteren concav eingekrümmten Fläche des Augenganglions in grösserer Zahl auftreten. Dagegen sind die runden granulären Körner, welche die peripherische Lage des Retinaganglions bilden, Kerne von Ganglienzellen, mit spärlichem Protoplasmasaum, dessen Fortsätze hier und da deutlich nachweisbar sind und auf bipolare Ganglienzellen hinweisen, welche zwischen die Markfasern der sogenannten Molekulärschicht und dem in das Auge einstrahlenden Nervenbündel eingeschoben liegen. (Taf. VII, Fig. 5 Gz.) Peripherisch erscheint dieses flachgewölbte Lager von Ganglienzellen von einer bindegewebigen Hülle, als der Fortsetzung des Neurilemms von Gehirn und Augenganglion umgrenzt, welche von den zur Nervenbündelschicht zusammentretenden Faserzügen durchbrochen wird. Diese strahlen in den kuglig gewölbten Augenabschnitt ein und durchsetzen den centralen Theil der Pigmentmasse, deren Molekel in zierlichen Längsreihen dicht gehäuft in der Peripherie der Nervenfasern lagern.

Wenn wir die Gestaltung des im Augentiele von *Branchipus* eingeschlossenen Ganglienapparates mit den gleichwerthigen Bildungen des Podophthalmen- und Insectenauges vergleichen, so finden wir in unserem Falle eine bedeutende Vereinfachung, welche bei Ausschluss einer erst secundär eingetretenen Reduction uns



berechtigt, zur Beurtheilung und Deutung der Abschnitte des Nervenapparates von dem Phyllopodenaug auszugehen. In erster Linie bedeutungsvoll scheint nun der schon während der Stielbildung hervortretende Gegensatz zwischen distalem und proximalem Ganglion verwerthbar, von dem jenes einem Kugelabschnitt entspricht und eine flach gewölbte, dem Boden des Auges zugewendete Zellenbekleidung enthält, während dieses einen langgezogenen, zum Augengrunde winkelig gestellten Kegel darstellt und bis auf dessen eingekrümmte, bindegewebig begrenzte Hinterfläche, von einem dicken Zellenbelage überkleidet erscheint. Die Füllung beider Ganglien, ausgezeichnet durch die concentrische Streifung der radiären, beziehungsweise schräg longitudinalen Faserzüge, besteht theils aus Nervenmark, theils aus Bindesubstanz, deren grosse, in derbfibrösem Fasernetze gelegene Kerne jede Verwechslung mit Nervenzellen ausschliessen. Beiderlei Elemente begleiten und durchsetzen einander, so dass es kaum möglich ist, überall die feinen, zu einem Netzwerk vereinigten zarten Fibrillen der Nervensubstanz von feinen Stützfasern der Bindesubstanz scharf zu unterscheiden.

Ausser der bindegewebigen Umhüllung, welche an einzelnen Stellen grosse Kerne enthält, finden sich von Kernen erfüllte Fasernetze der Bindesubstanz vornehmlich an der hinteren eingekrümmten Seite des kegelförmigen Augenganglions, sowie als Zwischenmasse beider Ganglien mächtig ausgebreitet, in welche dieselben die fibrillären Züge des Nervenmarkes stützend, in reichem Masse ausstrahlen (Taf. VI, Fig. 4, 6 Bk). Diese innige Verbindung und Durchwebung beiderlei Elemente wird aus der Entwicklung des Auges hinreichend verständlich, indem während der Ablösung der Nervenzellen von der gürtelförmigen Knospungszone an der freien hinteren Seite mesodermale Elemente eintreten, oder wenn man will, von den Producten des Ectoderms überwuchert werden. Dass sich während dieser Vorgänge die lateralen Zellenwucherungen, welche distalwärts die Elemente der Nervenbündelschicht abgeben, allmähig in Form einer quergestellten Schale ordnen, erklärt sich im Zusammenhange mit der bereits oben erörterten, durch Nachrücken neuer Elemente bedingten Verschiebung der Nervenstäbe und Krystallkegelzellen von der Vorderwand auf die seitlichen und hinteren Theile der Augenwölbung.

Wenn nun auch die Zellen des distalen und proximalen Ganglions den Ursprung am medialen Abschnitt der hypodermalen Knospungszone gemeinsam haben und auch später eine grosse Uebereinstimmung in Form und Grösse zeigen, so folgt daraus

noch keineswegs die Nothwendigkeit, beiderlei Elemente ihrer Function nach übereinstimmend zu beurtheilen. Vielmehr glaube ich im Anschluss an die früheren in meiner Arbeit über Phronima und in Bestätigung der Ansichten Berger's ausgesprochenen Auffassung, die Vorstellung für begründet zu halten, nach welcher lediglich das dem Augengrunde zugewendete Ganglion zur Retina zu beziehen ist, während der kegelförmig gestreckte proximale Theil mit seiner Faserkreuzung, als secundärer Hirnabschnitt vom Werthe eines Projectionscentrums 2. Ordnung betrachtet werden muss. Dass ein derartiges Centrum bei Thieren mit so reich differenzirtem Sehorgan fehlen sollte, ist an sich unwahrscheinlich, aber kaum im anderen Theile des Gehirnes als in dem secundär mit der Entwicklung des Seitenauges hinzugekommenen Hirnabschnitt zu suchen. Allerdings werden wir auch die Vergrößerung des dorsalen Gehirnlappens, an welchem das Augenganglion entspringt, mit dem Auftreten des Seitenauges in Zusammenhang zu bringen haben, jedoch in den oberflächlichen Ganglienzellen dieses Gehirnabschnittes doch wohl die Function des Projectionscentrums erster Ordnung vermuthen dürfen. Wenn bei einem Vergleiche des zusammengesetzten Arthropodenauges mit dem Vertebratenaugeschon längst und zumal nach den Untersuchungen Grenacher's kein Zweifel bestehen konnte, dass die sogenannten Nervenstäbe oder Retinulae den Stäbchen und Zapfenzellen der Vertebraten-Retina entsprechen, so wird man die übrigen Schichten derselben auf die Nervenbündelschicht und die Theile des distalen Augenganglions oder Retinaganglions zu beschränken haben. Das proximale Ganglion oder Augenganglion s. str., welches bei den höheren Krebsen und Insecten in zwei oder drei einander ähnliche Abschnitte zerfällt und in seinen Marklagern zwei oder mehr Faserkreuzungen enthält, von Berger treffend als Hirnantheil des Augenganglions unterschieden, würde den Ganglien im Zwischen- und Mittelhirn der Vertebraten zu vergleichen sein, welche als Projectionscentren zweiter Ordnung zum Sehnerven gehören.

Die Complicationen, welche im Auge der Malakostraken und Insecten hervortreten, beziehen sich in erster Linie auf die reichere Differenzirung des Augenganglions und scheinen aus dem Bedürfniss, den Rindenbelag der Ganglienzellen zu verstärken, abgeleitet werden zu können. Derselbe wird nicht nur beträchtlich dicker, sondern wuchert an einzelnen Stellen in die Tiefe und schiebt sich insbesondere an der Grenze des Retinaganglions keilförmig zwischen die Marksubstanz vor.

Somit erklärt sich als erste Complication das Auftreten des von Berger als keilförmiges Ganglion unterschiedenen Abschnittes, sowie der Einschnürung der Marksubstanz an der Basis desselben, innerhalb welcher sich die neue Faserkreuzung entwickelt. <sup>1)</sup> (Vergl. die auf Aeschna, Apis, Musca bezüglichen Abbildungen). An dieser Stelle bemerken wir auch keilförmige Einwucherungen des Rindenbelages, so dass das Ganglion in zwei Abschnitte zerfällt, in einen dem Gehirn verbundenen inneren Theil (Hickson's Opticon) und einen äusseren Abschnitt mit dem Keilganglion (Hickson's Epiopticon). Im Auge der Podophthalmen <sup>2)</sup> (Mysis, Astacus, Squilla) wiederholt sich nun die Einschnürung am inneren Ganglion und ebenso die mit derselben verbundene Faserkreuzung, so dass hier das Ganglion opticum drei Abtheilungen bildet, die schon von Grenacher unterschieden wurden. Den beim ersten Blick so überraschenden Faserkreuzungen dürfte nur ein secundärer Werth beizulegen sein, insoferne dieselben offenbar von den Wachs- thumsvorgängen der gangliösen Rinde mit ihren mehr oder minder keilförmigen Einwucherungen in Abhängigkeit stehen.

Die Complicationen des Retinaganglions, das wir keineswegs als einen den vorausgehenden Anschwellungen des Augenganglions gleichwerthigen Abschnitt, sondern jenen gegenüber speciell als den

<sup>1)</sup> Viallanes l. c. Im Wesentlichen hat dieser Autor die Ergebnisse der Berger'schen Arbeit, welche gerade mit Bezug auf den Bau des Augenganglions mit seinen Faserkreuzungen und Marklagern als Grundlagen zu betrachten ist, bestätigt. Um so mehr muss es befremden, wenn Carrière in seinem jüngst publicirten Berichte „Einiges über die Sehapparate von Arthropoden“ (Biologisches Centralblatt, Nr. 19, Tom. 5, 1885) über Berger's Darstellung „als die Retinaganglien nur wenig oder gar nicht berücksichtigend“ hinwegschreitet, um schliesslich doch die von Berger zuerst unterschiedenen Hauptabschnitte nur mit andern, nach unserer Auffassung freilich wenig glücklichen, Namen zu adoptiren. Das äussere Ganglion opticum dieses Autors entspricht dem ganglionären Theil der Retina oder schlechthin dem Retinaganglion. Viallanes taufte dasselbe in „lamme ganglionaire“, Hickson in „Periopticum“ um. Für Berger's keilförmiges Ganglion nebst Rindenbelag des äusseren Marklagers wird die Bezeichnung „mittleres oder keilförmiges (kegelförmiges) Ganglion opticum“, vom französischen Autor „ganglion en coin“ nebst „couronne ganglionaire“ und „masse médullaire externe“, von dem englischen Autor „Epiopticon“ verwendet, während das innere Marklager nebst Rindenbelag als „inneres Ganglion opticum“, „masse ganglionaire annexée“ und „masse medullaire interne“ und vom englischen Autor „opticon“ bezeichnet wird“. Die Nervenbündelschicht wird von Viallanes als couche des fibres postréiniennes! bezeichnet. Hickson zieht die Körnerschicht der Retina mit dem Nervenbündel als „terminal anastomosis“ zusammen!

<sup>2)</sup> E. Berger, Untersuchungen über den Bau des Gehirns und der Retina der Arthropoden. Arbeiten aus dem zool. Institute d. Universität Wien. Tom. I. 1878.

ganglionären Theil der Retina zu deuten haben, beruhen theils auf der Vermehrung der äusseren Lagen von Nervenzellen, theils auf der Durchflechtung der hohen reticulären Markschicht mit feinen Blutgefässen (*Podophthalmen*) und Tracheenzweigen (*Insecten*), welche in gleicher Weise auch die Marklager der verschiedenen Abtheilungen des Augenganglions durchsetzen. Wenn Berger an diesem seinen ganglionären Theile der Retina, aus welchem nach den Sehstäben zu die Nervenbündel entspringen, eine äussere (distale) Körnerschicht, eine mittlere Molekularschicht und eine innere (proximale) Ganglienschicht unterschied, so ist zu bemerken, dass die erste derselben in Wahrheit einer mehrfach geschichteten Lage von Ganglienzellen entspricht, in denen die rundlichen Kerne prädominiren und nur von einer dünnen Protoplasmalage des Zellenleibes überkleidet werden, aus welcher Fortsätze nach beiden Seiten austreten. Dies trifft wenigstens für *Branchipus* und *Phronima* zu, für welche Gattung ich die bipolare Natur der betreffenden Nervenzellen bereits früher beschrieben habe, dürfte aber auch für die Augen der höheren *Arthropoden* allgemeine Geltung haben. Uebrigens hat auch *Viallanes*<sup>1)</sup> gegen die Deutung der Berger'schen Körnerschicht Einsprache erhoben und für die Retina des Libellenauges die Bemerkung gemacht, dass die Elemente derselben Ganglienzellen, u. zw. ebenso wie die seiner *couronne ganglionaire* etc. des Augenganglions, unipolare Zellen seien, eine Angabe, welche ich sowohl nach dem Befunde an *Branchipus* und *Phronima*, als aus theoretischen Gründen nicht für richtig halten kann. Es scheint mir aber auch nach den früher publicirten Befunden bei *Phronima* und auf Grund des Vergleiches von Augenschnitten der Biene, Libelle und eines *Acridium* bestärkt, die Unterscheidung einer besonderen inneren Ganglienzellenschicht nicht gerechtfertigt, da die bezüglichen Elemente an der proximalen Grenze der Marksubstanz, welche allerdings z. B. bei *Libellula* reihenweise geordnet auftreten, von denen der sogenannten Körnerschicht nicht wesentlich differiren.

Die von Berger und mir vertretene Auffassung, welche durch das Verhalten von *Branchipus* und hiermit übereinstimmend bei den anderen *Phyllopoden* (*Apus*) und *Clado-*

<sup>1)</sup> H. Viallanes, *Etudes histologiques et organologiques sur les centres nerveux et les organes des sens des animaux articulés*. I. Le ganglion optique de la langouste, II. le ganglion optique de la Libellule. *Annales des sciences natur.* Ser. VI, Tom. XVIII. 1885.

ceren (*Daphnia*, *Leptodora*) bekräftigt wird, trennt das Ganglion opticum s. str. als wesentlichen Theil des secundären Gehirnes von der Retina und glaubt in demselben ein zwischen den empfindenden Centren und der Retina entwickeltes internodiales Glied zu erkennen, welches als Projectionscentrum zweiter Ordnung physiologisch den Ganglienkernen des Zwischen- und Mittelhirnes der Vertebraten zu vergleichen sei.

In den neueren Arbeiten der anderen Autoren, welche den gesammten Apparat des Ganglion opticum noch zur Retina ziehen, ist weder an die Wahrscheinlichkeit, beziehungsweise Nothwendigkeit, des Vorhandenseins eines solchen Centrums überhaupt gedacht, noch auch der Structur des Gehirns und der eventuellen Lage des Centrums der Sehempfindung irgendwie Rechnung getragen. Hickson macht zur Begründung seiner Deutung geltend, dass bei den Arthropoden wegen der Grösse der Sehstäbe und geringen Specification des Bildes, ein um so feiner ausgearbeiteter Leitungsapparat nothwendig sei, und dass ein solcher in dem mächtigen, reich gegliederten Augenganglion, als einer vollständiger — im Vergleiche zum Wirbelthierauge — entwickelten Retina vorliege, und Carrière hält die Annahme einer solchen Compensation für glücklich und wenig anfechtbar. Wollten wir aber auch die Nothwendigkeit der Schlussfolgerung, die mir eine ganz willkürliche zu sein scheint, zugeben, so würde bei einer so massig und hoch entwickelten Retina um so mehr das Bedürfniss hervortreten, ein internodiales Gangliencentrum nachzuweisen. Wo dasselbe aber sonst suchen, da die medialen Partien des Gehirnes im Vergleich zu dem mächtigen Augenganglion relativ wenig zugenommen haben und wohl nur die dorsalen Lappen, aus welchen das Sehganglion entspringt, als mit der Entwicklung des Sehorgans vergrössert, zum secundären Gehirn zu beziehen sind? In dem Ganglienbelage dieser nur schwach entwickelten Theile dürften wir jedoch kaum mehr als die zum Projectionscentrum erster Ordnung gehörigen Ganglien vertreten finden.

Selbstverständlich kann die Sehnerven-ähnliche Verbindung zwischen Augenganglion und Dorsallappen, wie sie sich bei *Branchipus* und den *Podophthalmen* darstellt, zur Begründung jener Deutung gar nicht in Betracht kommen, da die Verschmälerung und Verlängerung dieses Abschnittes, den man immerhin als Sehnerven bezeichnen mag, mit der Bildung der Stielaugen als der beweglich abgesetzten Seitentheile des Kopfes im Zusammenhange steht. Unter solchen Verhältnissen werden die seitlichen secundären Gehirnab-

schnitte rechts und links mit in den Augienstiel aufgenommen. Bei den Edriophthalmen, wie Phronima<sup>1)</sup>, Gammaurus, Asellus, bei denen es nicht zur Bildung von Augensstielen kommt, sitzen die Augenganglien den centralen Gehirnlappen in ganzer Breite auf und machen den Eindruck seitlicher Gehirnganglien, während die zum Retinaganglion verlaufenden Nervenfasern einen mehr oder minder langgezogenen Sehnerven darstellen. In der That sind diese Bahnen dem Opticus der Vertebraten an die Seite zu stellen. Dass dieselben sich kreuzende Fasern enthalten, ist ein für diese Frage durchaus untergeordneter Umstand, der nicht etwa als Gegengrund ihrer Deutung als Opticus geltend gemacht werden kann.

Eine auffallende Erscheinung im Auge von Branchipus ist der Mangel von Pigmentzellen zwischen den Nervenstäben und Krystallkegeln.

So sehr ich auch bemüht war, für die tieferen, hinter den

1) Vergl. C. Claus, Phronima-Arbeit, pag. 67, Fig. 64 G Z. Auffallenderweise sind meine auf das Nervensystem bezüglichen Angaben dieser Untersuchung fast allen späteren Autoren unbekannt geblieben oder doch nicht berücksichtigt worden. Der Bau des Auges ist weder von Viallanes noch von Hickson zur Vergleichung herangezogen. Ebenso wenig nimmt Packard in seiner Arbeit über die Gehirnstructur der Edriophthalmen auf die von mir gegebene eingehende Darstellung des Phronimagehirns Rücksicht, deren Kenntnissnahme der Behandlung Packard's doch vielleicht eine andere Form gegeben haben würde. Ein anderer Autor, welcher über die Structur der Bauchganglien von *Oryctes nasicornis* geschrieben hat (Zeitschr. für wiss. Zool. Tom. XXXIV, 1880) kommt, ohne meiner Abhandlung von Phronima auch nur Erwähnung zu thun, so ziemlich zu gleichen Ergebnissen, sowohl bezüglich der Lagenverhältnisse der Ganglienzellen und des Faserverlaufs, als insbesondere der Bedeutung der sogenannten Punktsubstanz und des theilweise gekreuzten Ursprungs der die Seitennerven bildenden Faserzüge. In dem Capitel über das Nervensystem sprach ich bereits aus. „Jedenfalls repräsentirt das Netzwerk der Punktsubstanz nicht die Centren, aus welchen die peripherischen Nerven hervorgehen, sondern könnte nur das Communicationssystem der centralen Heerde der Nerven-erregung sein, deren Nervenfortsätze als Wurzeln in die peripherischen Nervenbahnen übergehen. Wahrscheinlich aber handelt es sich in der Punktsubstanz zum grösseren Theile um eine bindegewebige, der Neuroglie der Vertebraten vergleichbare Substanz, zu der die kleinen ovalen Kerne im Inneren der Marklager gehören“. „Der bei weitem grössere Theil der Faserzüge, welche in den Seitennerven eintreten, wurzelt in den Elementen des Ganglions selbst, nicht in der moleculären oder reticulären Punktsubstanz, sondern in den Nervenfortsätzen der Ganglienzellen, welche keineswegs wie gestielte Kugeln der Punktsubstanz aufsitzen, sondern ihre Nervenfortsätze als ein doppeltes System sich kreuzender Querfasern nach der entgegengesetzten Hälfte des Doppelganglions in die Seitennerven entsenden etc.“ Diese, wie die detaillirten Ausführungen des Faserverlaufs in der Ganglien- kette von Phronima scheinen den späteren Beobachtern völlig entgangen zu sein.

Nervenstäben befindlichen Pigmentanhäufungen besondere Zellen nachzuweisen, ist mir Solches nicht geglückt. Die vereinzelt in den Zwischenräumen der Nervenbündel vorhandenen, ebenso wie die zwischen den Krystallkegeln angehäuften Zellen, ergaben sich als verschieden gestaltete (durch den kleinen Kern und die von denselben weit abstehende Hülle kenntlichen) Blutkörper, wie sie auch in den grossen Bluträumen des Auges und in anderen weiten Lacunen der Leibeshöhle dicht angehäuften liegen. Ich muss daher annehmen, dass in unserem Falle die Pigmentmoleküle der Nervenbündelschicht in der Peripherie der Nervenfasern selbst erzeugt werden, zumal sich dieselben an manchen Stellen durch die sogenannte Körnerschicht bis in die Marksubstanz des Retinalganglions verfolgen lassen, und dass auch die peripherische, den Nervenstäben zugehörige Pigmentmasse nicht von separaten Zellen, sondern im Protoplasma der Stabzellen selbst als Molekularsubstanz ausgeschieden wird. In dem Seitenauge von Branchipus, und dementsprechend wahrscheinlich in der ursprünglichen Form des Facettenauges der Crustaceen überhaupt, hat somit die Pigmentablagerung nicht in besonderen Zellen, vielmehr in den tiefern, zu Theilen des empfindenden Apparates verwendeten Hypodermiszellen der Augenanlage stattgefunden.

Aus dem Ganglion der Retina verlaufen die Nervenfasern der sogenannten Nervenbündelschicht in fast parallelen, nach der Peripherie etwas divergirenden Strängen zusammengedrängt, zu den Zellen der Retinulae, in deren centrales Ende sie eintreten, nachdem sie zuvor die als hellen Grenzsaum innerhalb beider Pigmentlagen erkennbare Basalmembran durchsetzt haben (Taf. VII, Fig. 13). Die Spalten zwischen den Strängen von Nervenfasern entsprechen Blutlacunen, wie aus den Blutkörperchen, welche in diesen Spalträumen zerstreut liegen, unzweifelhaft hervorgeht. Die nun folgende Schicht der Nervenstäbe, welche den äussern Kugelmantel der Pigmentmasse erfüllt, mag im Auge der ausgewachsenen Form aus etwa 1200, sogenannten Stäben, Retinulae zusammengesetzt sein, über welchen eine gleiche Zahl von Krystallkegeln den hellern peripherischen Theil der Augenkugel ausfüllt. Wie bei Apus und den Cladoceren bestehen die Nervenstäbe, deren Höhe nach dem Rande hin abnimmt, je aus 5 Zellen und einem centralen röhrenförmigen Rhabdom, welches sich auf dem Querschnitt nicht regelmässig pentagonal, sondern mehr rundlich vierseitig darstellt, entsprechend dem in das verdickte Vorderende jeder Retinula eingefügten Endabschnitte des viertheiligen lichtbrechenden Kegels. In der Umgebung des Rhabdoms

finden sich in den fünf Zellen Pigmentkörnchen abgelagert, so dass der Achsentheil der Retinula in ganzer Länge schwarz pigmentirt erscheint; in dem verdickten Vorderabschnitte der Zellengruppe, welcher die fünf Kerne umschliesst, wird jedoch die Imprägnation des Zelleninhalts von Pigmentmolekülen eine so vollständige, dass die vordere Zone der Retinulaschicht eine continuirliche Pigmentlage zu bilden scheint. Nur die äussersten Endstücke der fünf Retinulazellen bleiben von Pigmentablagerungen frei und ragen als abgerundete Kolben in die Zone der lichtbrechenden Krystallzellen, deren Enden sie umgreifen, hinein. (Taf. VII, Fig. 7). Von diesen letzteren ist bereits durch frühere Autoren bekannt, dass sich je vier Zellen zu einem langgestreckten lichtbrechenden Kegel vereinigen, in dessen Centrum ein viertheiliger fester Krystallkörper ausgeschieden wird, welcher von relativ geringem Umfang kaum die vordere oder distale Hälfte der Zellengruppe einnimmt, während die hintere Region lang ausgezogen und stark verjüngt, die minder consistente flüssige Beschaffenheit des Zellinhaltes wie am vorderen Abschnitt in der Umgebung des Krystallkörpers bewahrt. Während die vorderen Segmente mit den einlagernden Krystallkegeln dicht aneinander gedrängt liegen, bleiben die stabförmig ausgezogenen verschmälerten proximalen Stücke durch Spalträume getrennt, in welchen nach den in denselben oft dicht gehäuften Blutzellen zu schliessen, eine lebhaftige Blutströmung stattzufinden scheint.

Die integumentale Bekleidung des Auges zeigt keine den Krystallkegeln und Retinulae entsprechenden Corneafacetten, sondern ist wie bei allen Phyllopoden eine glatte durchsichtige Chitinhaut, welche gleichmässig die Schichte der Krystallkegelzellen überzieht. Das Bild sechsseitiger Felder, welches man an tangentialen Flächenschnitten dicht unter der Cornea beobachtet, wird durch die membranöse Wand der lichtbrechenden Krystallkegelzellen, im Umkreis der kleineren viertheiligen Krystallkegel veranlasst und steht, entgegen der unrichtigen von Spangenberg gegebenen Darstellung, zu den kreuzförmigen Grenzen der Krystallkegelsegmente in keiner Beziehung. Vielmehr erklärt sich die sechsseitige Form dieser Conturen in gleicher Weise, wie die so häufig sechsseitige Form der Corneafacetten oder, um einen treffenden Vergleich zu gebrauchen, der Zellenwände an der Wachswabe im Bienenstock, durch den gleichmässig ausgeübten gegenseitigen Druck der in der Peripherie der Augenkugel eng zusammengedrängten Elemente, welche in gewissem Abstände getrennt, das thatsächlich für den Querschnitt der tieferen Zone charakteristische Bild regel-



mässig gestellter, vierblättriger Rosetten liefern würden. (Taf. VII, Fig. 8 c.)

Von besonderem Interesse schien mir die Feststellung der bisher im Branchipusauge unbekannt gebliebenen Lage der Semper'schen Kerne, vornehmlich mit Bezug auf die Frage einer eventuell neben denselben bestehenden oberflächlichen Lage von Hypodermiszellen. Indessen ist die Entscheidung dieser Frage keineswegs so einfach und leicht, wie z. B. bei *Phronima*.

Am ausgebildeten Thiere sucht man im Umkreis der viertheiligen Krystallkegel innerhalb der zugehörigen flüssigeren Zellsubstanz vergebens nach den vier Semper'schen Kernen, beobachtet dagegen an den Ecken der sechsseitigen subcuticularen Felder kleine Kerne, welche man als zu jenen Zellen gehörig deuten könnte. Indessen spricht von vornherein die sehr geringe Grösse dagegen, wie auch die ganz oberflächliche und interstitielle Lage zwischen den Grenzmembranen der vierzähligen Gruppen von Krystallkegelzellen auf ihre Zugehörigkeit zu oberflächlichen Hypodermiszellen hinweist. An tingirten Längsschnitten des Larvenauges treten diese oberflächlichen, der Cuticula tangential anliegenden Kerne sogleich hervor und bestärken die am ausgewachsenen Thieren gewonnene Auffassung. In der Tiefe folgen grössere Kerne theils unmittelbar oberhalb des Pigmentes — und diese gehören offenbar zu den Retinulaezellen — theils in der Peripherie der ausgeschiedenen Krystallkegel. Die letzteren Kerne sind aber grossentheils minder scharf markirt und gut erhalten, so dass man wiederum zweifelhaft wird, ob es sich um wirkliche Kerne handelt. (Taf. VII, Fig. 10.)

Um die an *Branchipus* schwer zu entscheidende Frage zu beantworten, ob bei den Phyllopoden eine besondere Lage von Hypodermiszellen oberhalb der Krystallkegelzellen vorhanden ist oder nicht, habe ich das Auge von *Apus*, in welchem die Krystallkegel viel vollständiger als bei jener Gattung ausgeschieden werden, zur Vergleichung herangezogen (Taf. VII, Fig. 11 und 12). Bei dieser Form gelingt es an jungen, in der Entwicklung begriffenen Augen leicht, an jeder Gruppe von Krystallkegelzellen die vier zugehörigen Kerne aufzufinden und oberhalb derselben das Vorhandensein einer besonderen Lage von Hypodermiszellen nachzuweisen. Besonders günstig erscheint zu diesem Nachweis die mediale Seite des Auges, an welcher die der Knospungszone entsprechende Zellenwucherung der Hypodermis stattfindet, und aus derselben die Zellenelemente zur Bildung neuer Krystallkegel und Nervenstäbe austreten. Die

zu vier vereinigten Krystallkegelzellen enthalten im Protoplasma der oberen distalen Hälfte die vier Kerne, während die untere den ausgeschiedenen glänzenden Kegel erfüllt. An den zunächst liegenden, etwas vergrößerten Krystallkegeln hebt sich das intensiver gefärbte, die vier Kerne enthaltende Protoplasma in Form einer hohen Kaputze ab, während dasselbe an den ältesten, am weitesten entfernten Elementen mit seinen vier Kernen als dünnere Plasmaschicht aufliegt. Oberhalb der Krystallkegelzellen findet sich eine besondere Lage von kernhaltigen Hypodermiszellen, welche, das Auge umkleidend, die untere Wand der sackförmigen Integument-Einstülpung<sup>1)</sup> bildet. Dieser ebenso leicht als bestimmt zu constatirende Befund stellt somit die Beantwortung unserer Frage im bejahenden Sinne ausser Zweifel und ist auch für die Deutung des Branchipus-Auges entscheidend. Dass bei dieser letzteren Form die Kerne der Krystallzellen weniger scharf markirt sind und frühzeitig zu Grunde gehen, mag mit dem schon von Grenacher bemerkten Gegensatz im Zusammenhang stehen, welcher für Branchipus und Apus in der Ausbildung der Krystallkegel besteht. Im ersteren Falle sind die Ausscheidungsproducte an Umfang und Grösse der flüssigen (in geronnenem Zustand grob granulirten) Zellsubstanz gegenüber ausserordentlich reducirt und auf dem vorderen Abschnitt der langgestreckten Zellen beschränkt, während sie bei Apus den Raum ihrer vier Bildungszellen völlig erfüllen und nur von einem dünnen membranösen Plasmarest mit den vier flachen Kernen an der Vorderseite umhüllt sind. Auch ragen dieselben mit ihrem zugespitzten Proximalstücke weit in die pigmentirte Stabschicht hinein, deren Kerne wiederum im Gegensatz zu Branchipus nicht in den vorderen, sondern hinteren (proximalen) Abschnitten der Retinulazellen liegen. (Taf. VII, Fig. 13.)

Nach diesem Nachweis dürfte der Mangel einer besonderen Lage von Hypodermiszellen und die Ausscheidung der cuticularen Bekleidung durch die Krystallkegelzellen, wie er für das Facettenauge der Arthropoden charakteristisch ist, keineswegs den ursprünglichen Zustand bezeichnen, sondern wohl im Zusammenhang mit der Ausbildung der Corneafacetten als den oberflächlichen Ausscheidungen der über den Retinulae regelmässig gruppirten Krystallzellen einem secundären, später entstandenen Verhältniss entsprechen.

<sup>1)</sup> Vergl. über diese Integument-Einstülpung: C. Grobben: (14) Die Entwicklungsgeschichte der Moina etc., pag. 54, Taf. VII, Fig. 65–70.

Als ich zuerst für Phronima und die Hyperiden die in Grenacher's Monographie unbeachtet gebliebene Thatsache constatirte, dass hier nicht die Krystallkegelzellen, sondern eine dünne, über denselben zurückgebliebene Hypodermissschicht die Ausscheidung der Cuticula besorgt, war ich zu der Ansicht geneigt, das Vorhandensein einer solchen Zellschicht für das zusammengesetzte Auge sämmtlicher Arthropoden, welche im ausgebildeten Zustande das Integument abstreifen und durch erneuerte Cuticularbildungen ersetzen, für wahrscheinlich zu halten. Indessen habe ich mich vergebens bemüht, unter den Facetten des Schizopoden-, Decapoden- und Stomatopodenauges andere Kerne als die bekannten Semper'schen Kerne, welche zu den Krystallzellen gehören, aufzufinden. Dagegen hat sich diese Hypodermislage bei solchen Malakostriken nachweisen lassen, für welche ein zusammengesetztes Seitenauge mit glatter Hornhaut ohne Corneafacetten charakteristisch ist, wie bei den Laemodipoden (Caprella) und Amphipoden.

Es liegt somit die Vorstellung nahe, in dem Vorhandensein einer gleichmässigen Lage von Hypodermiszellen, oberhalb der zu kegelförmigen Gruppen angeordneten Krystallzellen, ein für das Auftreten entsprechender Corneaverdickungen hinderliches Moment zu erkennen und somit erst nach dem Schwunde jener Zellschicht durch die gleichzeitig nach aussen hin thätige Secretion der Krystallkegelzellen die höchste Entwicklungsstufe des Seitenauges als Facettenauge bedingt zu erachten. Freilich scheint dieser Anschauung das für das Asselaug nachgewiesene Verhältniss<sup>1)</sup> zu widersprechen, insoferne hier nach aussen von den Semper'schen Kernen zwei halbkreisförmige Hypodermiszellen an der Cornealinse beschrieben worden sind. Indessen dürfte das Asselaug zur Widerlegung nicht entscheidend sein, nicht nur deshalb, weil die einzelnen Linsen in so weitem Abstand entfernt liegen, dass man

---

<sup>1)</sup> Vergl. H. Grenacher, Untersuchungen über das Sehorgan der Arthropoden etc. Göttingen 1879, l. c. pag. 107, Taf. IX, Fig. 96, 97.

Das Auge von Branchipus ist zwar schon mehrfach eingehender untersucht, indessen auch von den neueren Autoren theils unzureichend behandelt, theils missverstanden worden. So hat Spangenberg an die ältere Darstellung Burmeister's (Ban der Augen von Branchipus paludosus, Müller's Archiv 1835) anknüpfend, eine sechsseitige Felderung beschrieben, deren Felder je durch vier benachbarte runde Fensterchen in vier Abtheilungen getheilt werden und „wahrscheinlich den ursprünglichen Zellen der gefensterten Hülle entsprechen“ sollten. Der Nervenstab wurde als viertheilig und von einer Pigmentscheide umhüllt beschrieben, in deren Vorderende vier eiförmige Kerne (offenbar vier von den fünf Kernen der Nervenzellen) enthalten seien.

dieses Auge wie das der Myriopoden als eine Gruppe von Einzel-  
augen (sogenanntes gehäuftes Punktauge) betrachten kann, sondern  
vornehmlich mit Rücksicht auf die zwischenliegenden pigment-  
tierten Hypodermiszellen, von denen die zwei erwähnten hellen  
Zellen getrennt, an der Grenze der Cornealinse liegen und für  
die Abscheidung derselben wohl kaum ausschliesslich in Frage  
kommen.

Wäre dies aber der Fall, so hätten wir ein Beispiel für eine  
ungleichmässige Anordnung der oberhalb der Krystallkegelzellen  
erhaltenen Hypodermislage, in welcher je zwei jenen aufliegende  
Zellen die Ausscheidung einer biconvexen linsenförmigen Ver-  
dickung der Cuticula bewirken.

Bezüglich der Muskulatur, durch welche das Stielauge in ver-  
schiedenen Richtungen bewegt wird, habe ich bereits früher einen  
an der hinteren Seite des Stiels verlaufenden Transversalmuskel  
von zwei schräg zur Achse des Auges gestellten Muskeln unter-  
schieden. Der erstere (Taf. VII, Fig. 2, 3, 4 M. t.) strahlt, vornehm-  
lich an der Ventralseite ausgebreitet, bis zum Rande der Sehfläche  
aus und zieht das Auge dorsalwärts hebend nach hinten. Was mir unbe-  
kannt geblieben war und erst auf Querschnitten nachgewiesen wurde,  
ist die mediane Verbindung des Quermuskels beider Augen durch  
einen gemeinsamen an der Dorsalseite des Gehirns verlaufenden  
Muskelbauch, ähnlich wie ein solcher unterhalb des Schlundes  
auch für die hinteren Quermuskeln der Mandibeln besteht. Durch  
diese Einrichtung scheint die homochrone Bewegung beider Augen  
in gleicher Richtung zu erfolgen. Die zweite Muskelgruppe liegt an  
der Dorsalseite und besteht aus zwei kürzeren, schräg verlaufenden  
Muskeln (Taf. VII, Fig. 3 M' und M''), welche sich unter rechten  
Winkeln kreuzen und eine schwache Drehung des Augenstiels nach  
entgegengesetzten Richtungen unter gleichzeitiger Hebung ver-  
mitteln dürften.

### 8. Das unpaare Stirnauge.

Dasselbe verdient als hoch differenzirtes Entomotraken-  
Auge, dessen Structur verhältnissmässig leicht festzustellen ist,  
um so mehr eine nochmalige Berücksichtigung, als dasselbe, von  
meiner früheren unvollständig gebliebenen Darstellung abge-  
sehen, in den nachfolgenden Bearbeitungen der Sehorgane und  
selbst in der Monographie Grenacher's über das Arthropoden-  
auge ganz unbeachtet blieb. Dem letzteren Autor scheint sogar  
entgangen zu sein, dass ich in diesem Auge schon im Jahre 1872

drei dem Pigmentkörper angefügte Gruppen von Nervenzellen <sup>1)</sup> beschrieben und somit bereits für das Stirnauge von Branchipus nachgewiesen hatte, dass sich dasselbe keineswegs so einfach verhalte und, wie man dies bisher für das Entomostrakenauge geglaubt hatte, lediglich einen x-förmigen Pigmentfleck mit lichtbrechenden Kugeln repräsentire.

Von Leydig <sup>2)</sup> war dasselbe freilich trotz seiner relativen Grösse einfacher beurtheilt worden. Leydig glaubte in demselben nicht einmal ein verkümmertes Auge, sondern lediglich einen Pigmentfleck ohne weitere Bedeutung zu erkennen.

Auch die Dreitheiligkeit des Entomostrakenauges war bereits vor Grenacher für zahlreiche Copepoden wie Tisbe, Cyclops, Diaptomus, Lamproglene etc., sowie für Argulus und das unpaare Daphnidenaug beschrieben und in dem letzteren waren sowohl von Leydig <sup>3)</sup> als von mir <sup>4)</sup> dem Pigmente eingelagerte Nervenzellen dargestellt worden.

Bei Branchipus scheint das ungewöhnlich grosse Stirnauge nur aus zwei median zusammenstossenden Pigmentbechern, welche etwas dorsalwärts nach den Seiten zu gewendet sind, gebildet zu sein. Ventralwärts sind dieselben zu einer fast vierseitigen Pigmentmasse verbreitert, die sich vorne an der Stirnseite aushöhlt, um den dritten Augenabschnitt aufzunehmen, dessen Vorhandensein schon die Dreizahl der Augennerven andeutet. In dieser vorderen, an der Schnittfläche gablig auseinander weichenden Pigmentpartie liegen zwei grosse Kernblasen eingebettet, welche den wenigen, aber grossen Pigment bildenden Zellen zugehören dürften. (Taf. VI, Fig. 10.)

Die Füllungsmasse des vorderen Augenabschnittes besteht aus den bereits in meiner früheren Arbeit erwähnten Nervenzellen, welche an geeigneten, in der Rückenlage zur Untersuchung gelangenden Thiere, ihrer ganzen Ausbreitung nach sichtbar werden. (Taf. VI, Fig. 11.) Der zu diesem Abschnitte hinzutretende Nerv

<sup>1)</sup> C. Claus, Zur Kenntniss d. Baues u. d. Entwicklung von Branchipus etc. l. c. Taf. IV, Fig. 11', 13' etc., pag. 22.

<sup>2)</sup> Fr. Leydig, Ueber Artemia salina und Branchipus stagnalis. Beitrag zur anatomischen Kenntniss dieser Thiere. Zeitschr. f. wiss. Zool. Tom. III, 1851, pag. 296.

<sup>3)</sup> Fr. Leydig, Naturgeschichte der Daphniden. 1860, pag. 40. Taf. I, Fig. 6, Taf. II, Fig. 14.

<sup>4)</sup> C. Claus, Ueber die Entwicklung, Organisation und system. Stellung der Arguliden. Zeitschr. f. wiss. Zool. Tom. XXV, 1875, pag. 40.

Derselbe, Zur Kenntniss der Organisation und des feineren Baues der Daphniden. Ebenda. Tom. XXVII, 1876, pag. 373.

entspricht dem medianen am Vorderhirn entspringenden Stämmchen (N). Aus den seitlichen Pigmentbechern ragt rechts und links ein heller, nach hinten zapfenförmig vorspringender lichtbrechender Körper hervor, welcher sich bei näherer Untersuchung in gleicher Weise als eine in mehreren Lagen übereinander geordnete Anhäufung langgestreckter kegelförmiger Nervenzellen erweist. In die Zellen treten die Fasern der beiden seitlichen mehr dorsalwärts entspringenden Augennerven (N'), und zwar von der Pigmentseite aus, ein, während es für den vorderen ventralen Augenabschnitt den Anschein hat, dass die Nervenfasern ähnlich wie am Argulusauge von aussen her einstrahlen.

Peripherisch ist das Auge und insbesondere deutlich der sogenannte lichtbrechende oder Retinalabschnitt des Auges von einer zarten structurlosen Membran umlagert, welche wie am Auge von *Calanella* von wenigen mesodermalen Zellen erzeugt sein dürfte, deren spindelförmig gestreckte Kerne rechts und links an der Hülle hervortreten (Taf. VI, Fig. 12). Dieselbe setzt sich am hinteren Ende jedes lichtbrechenden Zapfens in einen Faserzug fort, der, wie ich nunmehr berichten kann, einen Muskel enthält, und an dem Endoskelet, sowie an dem vorderen Ende des entsprechenden Lebersäckchens anhaftet. Immerhin weist diese Umhüllung des vom Ektoderm abgehobenen Entomotraken-Auges dem Stemma des Insectenauges gegenüber auf ein relativ vorgeschrittenes Verhältniss der Trennung von der oberflächlichen Ektodermelage hin, welche unterhalb der Chitinbekleidung über dem dicht anliegenden Auge persistirt. Freilich ist damit noch keineswegs die höhere physiologische Stellung des Entomotraken-Auges dem uniconnealen Auge gegenüber dargethan. Im Gegentheil scheint die Function des ersteren einer einfacheren Form der Empfindung zu entsprechen. Wenn schon der Mangel eines lichtbrechenden Apparates die Perceptionsfähigkeit von Bildern auszuschliessen scheint und darauf hinweist, dass für das Stirnauge lediglich diffuse Lichtempfindung in Frage kommt, so bleibt bei der geringen Differenzirung der dem Pigmente eingelagerten Nervenzellen, denen cuticulare Stäbchen abgehen, sogar die Möglichkeit bestehen, dass sich die Function desselben auf eine Empfänglichkeit für die Wärmestrahlen des Lichtes beschränkt.

## 9. Ernährungs- und Ausscheidungsorgane.

Die Morphologie der oralen, den Mund umstellenden Gliedmassenpaare dürfte aus den seitherigen Arbeiten so ausreichend

bekannt sein, dass nur Weniges nachzutragen übrig bleibt. Die Mandibeln, nach Verlust des Tasters auf ein mächtiges Grundglied reducirt, lassen den ventralen Ladenfortsatz desselben in der Vorhöhle des Mundes unterhalb der Oberlippe in beständiger Klappbewegung arbeiten. Und zwar besteht der Effect dieser Arbeit in der Zerreibung der mittelst der Beinpaare durch die Bauchrinne nach dem Vorhof gestrudelten Nahrungskörper. Demgemäss sind die einander zugekehrten Kauflächen der Laden mit dichtgestellten Reihen ganz kurzer Spitzen nach Art einer Reibe oder kurzhaarigen straffen Bürste bewaffnet und wirken in Folge ihrer gemeinsamen transversalen Muskelverbindung gleichzeitig. Aehnlich verhalten sich die Mandibeln anderer Schlamm bewohnender Branchiopoden und zahlreicher Cladoceren mit Ausnahme einiger bezahnter Formen wie der pelagisch vom Raube lebenden Polyphemiden, deren Kieferlade in einen spitzen Haken ausgezogen erscheint. Uebrigens findet sich auch am medialen Rande der Mandibel von Branchipus ein zahnartiger Vorsprung, welcher an den charakteristischen Fortsatz des Malakostrakenkiefers erinnert.

Ein Mandibeltaster fehlt bekanntlich im ausgebildeten Zustand, da der Beinanhang gegen Ende des Larvenlebens rückgebildet und nicht etwa durch einen neu sprossenden Taster ersetzt wird. Der Mangel eines Mandibeltasters kann als allgemeiner Charakter der Phyllopoden gelten, worauf ich in früheren Arbeiten wiederholt hingewiesen habe. Wenn ein jüngerer Autor dem entgegen eine Borste am Unterrande der Branchipus-Mandibel als Tasterrudiment in Anspruch genommen hat, so hat derselbe hiermit nur dargethan, dass er sich weder über den morphologischen Werth eines Tasters klar geworden ist, noch über die Zeit des Auftretens dieser Borste Rechenschaft zu geben für nothwendig erachtete. Ein Tasterrudiment würde gerade umgekehrt nicht am hinteren unteren Rande, sondern an der convexen oberen Fläche der Kaulade zu suchen sein. Ueberdies findet sich die ohne jegliche Begründung als rudimentärer Taster gedeutete Borste schon am Basalglied der Naupliusgliedmasse und fungirt hier bereits, bevor deren Kaufortsatz zur Lade ausgebildet ist, als Greifborste. (Taf. II, Fig. 8 B.) Demgemäss dürfte die Bedeutung der mächtigen Hakenborste in ähnlichem Sinne wie die säbelförmige Hakenborste am ersten Rumpf-Gliedmassenpaare der Naupliuslarve (2. Antenne) zu beurtheilen sein.

Die Maxillen scheinen wesentlich dazu bestimmt, die Wirkung der Beinpaare zum Abschluss zu bringen und die herbeigestru-

delten Nahrungsstoffe in die Vorhöhle des Mundes einzuführen. Der Taster, welcher in beständiger von aussen medialwärts nach vorn gerichteter schaufelnder Bewegung begriffen ist, entspricht ohne Frage der grossen, äusseren Maxillarlade von *Apus* und könnte ebenso gut wie diese, auch als äussere Lade bezeichnet werden. Bei *Artemia* ist derselbe verkümmert und kaum beweglich. (Taf. V, Fig. 1.) Die basale oder innere Lade begrenzt eine trichterförmig nach vorn verengte Rinne, deren Ränder in zwei nach dem Munde hin zusammenlaufenden Härchenreihen übergehen und eine Art *Hypopharynx* darstellen, welchem gegenüber an der Wand der Oberlippe ein zungenförmig vorragender, mit Härchen besetzter Wulst (Taf. VI, Fig. 5, 6) nach dem Munde hinläuft. Dieser Wimperbesatz reicht nicht so weit, wie der zum Munde führende Härchenbesatz zwischen der Basis der Mandibeln und wird als *Epipharynx* zu bezeichnen sein. Eine selbstständige Unterlippe im Sinne der Paragnathen fehlt bei allen Phylopoden, wohl aber kann die Innenlade der Maxille ähnlich wie bei *Apus* als gleichwerthige Bildung betrachtet werden, wie denn auch die als Unterlippe gedeutete Bildung bei *Leptodora* dem vorderen Maxillenpaare entspricht. Der in gleichem Sinne bezeichnete, von Härchen besetzte Wulst, welcher sich bei *Daphnia* und *Sida* rechts und links an der Basis der Oberlippe findet, kann mit Rücksicht auf seine Lage vor den Mandibeln nicht als wahre, den Paragnathen entsprechende Unterlippe Geltung haben.

Die Oberlippe gehört als helmförmiger Vorsprung zum ersten Rumpf- oder Antennensegment, an dessen ventraler Seite dieselbe den Zwischenraum zwischen der rechten und linken Gliedmasse zum guten Theil einnimmt. So wenigstens im Larvenalter, bevor die Antennen ihre Lage verändert und nach dem Scheitel emporgerückt sind. Mit ihrem freien, die Decke des oralen Vestibulums bildenden Abschnitte ragt die Oberlippe noch über das Mandibelsegment und mit ihrem im Laufe des Wachstums zipfelförmig vorwachsenden Endlappen sogar über die Maxillenregion hinaus. Ausser von den mächtigen Levatoren und den Constrictoren des Schlundes wird der innere Raum der Lippe von zahlreichen quer und längs ausgespannten, kettenartig verbundenen Fettzellen erfüllt (Fz). Dazu kommen noch in der Gegend der Mundöffnung die Dilatatoren der vorderen und oberen Schlundwand, sowie der Nervenring (Taf. VI, Fig. 3 LR) mit dem unpaaren Lippenganglion (LG), endlich in dem terminalen Theil die grossen als Speicheldrüsen gedeuteten Drüsenzellen, deren Ausführungsöffnung und Drüsen-



structur auf Querschnitten leicht zu constatiren sind. (Taf. I, Fig. 4 S. Dr.).

Die Mundöffnung liegt als quergezogene Spalte an der unteren und hinteren Grenze des Antennensegmentes und führt in den anfangs unter schwacher Krümmung aufsteigenden, dann im Winkel nach dem Rücken umbiegenden Schlund oder Oesophagus (Taf. VI, Fig. 1, 2, 3 Oes).

Dieser relativ kurze, durch einen mächtigen Ringmuskelbelag ausgezeichnete Darmabschnitt wird vornehmlich in seiner unteren auf den Mund folgenden Partie durch Dilatatoren der Vorderwand und Hinterwand erweitert, als deren Antagonisten den Ringmuskeln die Function der Constrictoren zufällt. Längsmuskeln, für welche die Längsfalten der Intima gehalten werden könnten, sind nicht vorhanden, ebensowenig accessorische Drüsenzellen, wie sie Weismann, durch den Querschnitt der Ringmuskeln getäuscht, als der Wand des Pharynx aufgelagert für *Leptodora* beschreiben konnte. Im Querschnitt erscheint das Lumen des unteren Schlundabschnittes ähnlich wie der Mund, wohl in Folge der rechts und links ausgespannten Suspensorien, als eine quergezogene Spalte, deren concav eingedrückte Vorderwand der convex vorspringenden Hinterseite beinahe anliegt. In den Mittel- oder Magendarm springt der Schlund ebenso wie bei den Daphniden wulstförmig oder, um Leydig's Vergleich zu wiederholen, wie der Uterus der Säugethiere in die Scheide vor, und zwar erscheint dieser dorso-ventral etwas abgeflachte Vorsprung, zweiklappig und am Rande mit kleinen Papillen der Intima bewaffnet. Morphologisch ist derselbe deshalb von besonderem Interesse, weil sich aus diesem vorspringenden Abschnitte bei den Malakostraken die complicirten Bildungen des Vormagens entwickeln, welche weit in den Mitteldarm hineinragen.

Der nach Form und Lage hinreichend bekannte Mitteldarm mit seinen vorderen, im Verlaufe der Entwicklung sich vielfach ausbuchtenden Blindsäckchen wurde seiner feineren Structur nach von Spangenberg im Wesentlichen richtig dargestellt. Die Ringmuskelzellen, welche ganz ähnlich wie am Phronimadarm die Stützmembran als Reifen umgürten, deren Kerne auf der Dorsalseite des Darmes rechts und links unregelmässig alterniren, bleiben im Vergleich zu denen des Schlundes schmaler und in weiteren Abständen von einander entfernt. Längsmuskeln sind nicht vorhanden, wie man sich an Querschnitten bestimmt überzeugt, wohl aber eine Intima, gebildet aus dem hohen längsstreifigen porösen Grenzsäume

des im Jugendzustand cylindrischen, später mehr cubischen Darm-epithels (Taf. III, Fig. 3 Dk). Dagegen kann die oft als zarte Membran abgehobene Umhüllung des Darminhalts nur als das erhärtete Secret der Darmzellen betrachtet werden. Die übrigen Phyllopoden und Daphniden zeigen dieselbe Structur des Darmes. Bemerkenswerth erscheint jedoch die Abweichung, welche *Leptodora* in der vorderen Hälfte des Mitteldarmes bietet, indem dieser von Weismann als Oesophagus bezeichnete Abschnitt die Entodermbekleidung verloren hat und lediglich als Zuleitungsrohr der Speise fungirt. Die an demselben als Intima sich darstellende längsgefaltete Haut unterhalb der Quermuskelringe dürfte der Stützmembran entsprechen, deren Zellenbekleidung geschwunden ist.

Die völlig gleichförmige, nicht etwa durch besondere Drüsenzellen unterbrochene Zellenlage des Mitteldarmes, welche in gleicher Gestalt auch die sogenannten Lebersäckchen auskleidet, besorgt nachweisbar die Functionen der Verdauung und Resorption. Bezüglich der ersteren scheint ein schleimiges Secret von Bedeutung, dessen Ausscheidung man nach dem Auswurf von Kothballen direct beobachten kann (Taf. II, Fig. 4). Man sieht alsdann das freigewordene Lumen des Mitteldarms sich rasch mit hellen Blasen füllen, deren dünne peripherische Schicht von zäherem Secret gebildet wird, während die centrale flüssigere Füllung wohl aus Wasser bestehen dürfte, welches durch die Pumpbewegungen des Afterdarms eingeführt wurde. Andererseits weisen, worauf schon Spangenberg aufmerksam gemacht hat, die zahlreichen Vacuolen und wohl auch die Fetttropfchen, welche die mit Porensaum bekleideten Epithelzellen bergen, auf Resorptions- und Verdauungsvorgänge hin.

Der mittelst Ringfurche scharf abgesetzte kurze Enddarm gehört im ausgebildeten Zustand lediglich dem Aftersegment an und wiederholt seinem Baue nach den Munddarm. Wie dieser, besitzt derselbe eine Epithelbekleidung, welche als Hypodermis die starke längsgefaltete Intima ausscheidet und ist oberhalb derselben von einem kräftigen Belag von Ringmuskeln umkleidet. Diesen als Constrictoren fungirenden Muskelzellen entgegen wirken die bekannten, rechts und links von der Rücken- und Bauchseite her ausgespannten Dilatatoren, welche die Darmwand vor und während des Austritts der Kothballen nach den Seiten ziehen und die von Vorsprüngen des Integuments umgebene Afterspalte weit öffnen. Die allgemeine Verbreitung dieser nach Art einer Saugpumpe wirkenden Muskelgruppen nicht nur bei den Phyllopoden, sondern auch

in anderen Crustaceenordnungen dürfte den Werth derselben zunächst für die Entleerung des Darminhaltes unzweifelhaft machen.

Nun soll keineswegs in Abrede gestellt werden, dass den Dilatatoren auch eine ansaugende Thätigkeit zufalle, durch welche Wasser durch den After in den Darm aufgenommen werden kann. Hiermit ist aber noch nicht die Function der Athmung für den Darmcanal dargethan, welche zuerst wohl Lereboullet als „respiration anale“ bei *Daphnia* und *Limnadia* wahrscheinlich zu machen und dann später Weismann insbesondere bei *Leptodora* bestimmter zu begründen versuchte. Indessen scheint mir dieselbe nicht nur nicht bewiesen, sondern im Gegentheil mit Rücksicht auf die secretorische Thätigkeit des Darmepithels mehr als unwahrscheinlich. Ich halte die Vorstellung von der Darmrespiration der Phyllopoden geradezu für verfehlt, nicht nur wegen des Vorkommens der gleichen Muskeleinrichtung in fast allen anderen Crustaceenordnungen, sondern vornehmlich deshalb, weil die Bedingungen, unter welchen in den auf dem Objectträger, eventuell unter dem Druck des Deckgläschens untersuchten Thieren lebhaft und rhythmisch in regelmässigen Zwischenräumen wiederkehrende Pumpbewegungen des Afterdarmes beobachtet werden, abnorme sind und keinen Rückschluss auf normal bestehende Vorgänge gestatten. Seitdem mir aber die secretorische Thätigkeit des Darmepithels nach eben unter dem Einfluss kräftiger Bewegungen der Dilatatoren erfolgter Kothentleerung bekannt geworden ist, bin ich der Ansicht zugeneigt, dass sich die Bedeutung der vom After aus erfolgten Wasseraufnahme auf die Verflüssigung des verdauenden Secretes beschränkt und eine respiratorische Function um so weniger möglich ist, als die dünne schleimige Absonderung an der Epitheloberfläche des leeren Darmes, die unmittelbare Berührung des Wasserstromes und der Darmwand ausschliesst.<sup>1)</sup> Hiermit stimmt auch die von Weismann selbst gemachte Beobachtung, dass die freie Bewegung von Carmintheilchen, welche vom After aus in den Magendarm eintreten, durch den hier befindlichen Schleim behindert wird, indem jene an diesem haften bleiben.

Spangenberg erwähnt in seinen Beobachtungen über *Limnadia* eines den Seiten des Enddarmes anliegenden Ganglienpaares, das ursprünglich bei allen Phyllopoden im Endsegmente gelegen, mit der Verlängerung des Enddarms aber später bei manchen

<sup>1)</sup> Vergl. auch meine hierauf bezüglichen Bemerkungen in meiner *Polypheiden-Arbeit*. Wien 1877, pag. 11.

Formen weiter nach vorne gerückt sei. Aus jedem Ganglion sollen nach vorne und hinten zwei mächtige, äusserst blasse Stämme hervorgehen, die sich vielfach verästeln, dabei Anastomosen bilden und auf diese Weise ein sympathisches Darmgeflecht mit eingeschalteten blassen Ganglienzellen und austretenden, über den Mitteldarm hinziehenden Längsfasern zusammensetzen. Da uns der genannte Autor bislang die nähere, durch Abbildungen erläuterte Darstellung dieses Darmnervensystems leider vorenthalten hat, ist es unmöglich, eine richtige Vorstellung von demselben zu gewinnen. Ich vermute jedoch, dass mit unzweifelhaft gangliösen Zellen und deren Ausläufern fibrilläre Züge von Bindesubstanz, wie sie in der peritonealen Ueberkleidung des Darmes angetroffen werden, zusammengeworfen sind. Ich selbst kenne zwei grosse spindelförmige Ganglienzellen (Taf. II, Fig. 4 Z), welche besonders schön am Enddarm von 1·5 bis 2 Millimeter langen Larven hervortreten. Zu denselben kommen noch zwei ganz gleichgestaltete Zellen meist im 13., seltener im 12. Segmente am Mitteldarm hinzu. Möglicherweise ist die Zahl dieser Ganglienzellenpaare eine noch grössere.

Die Antennendrüse. Die beiden segmentalen Drüsenpaare, von denen bekanntlich die vordere dem ersten Rumpsegmente angehört und nach ihrer Lage und Ausmündung als Antennendrüse bezeichnet wird, die hintere in die Schalenduplicatur der Maxillarregion hineingerückt ist und deshalb den Namen Schalendrüse führt, sind bislang unter allen Phyllopoden am wenigsten genau bei *Branchipus* untersucht worden. Die auf das Larvenalter beschränkte Antennendrüse gehört ihrem ganzen Verlaufe nach dem mächtigen Basalglied der zweiten Antenne an und erreicht keinen grossen Umfang, indem das „Harncanälchen“ nur zwei etwas gebogene Windungen bildet (Taf. VI, Fig. 1 SG). Das bislang nicht abgebildete Endsäckchen, von welchem bereits C. Grobben bemerkt hat, dass dasselbe mit dem der Estherienlarve übereinstimme, hat im Vergleich zu diesem eine mehr gedrungene, dreiseitige Form und liegt an der Dorsalseite des Basalgliedes über den Muskeln ausgespannt (Taf. VI, Fig. 1 Dr S, Taf. VIII, Fig. 1 und 2 Dr S).

Der aus dem verengerten Halse des Säckchens hervorgehende dickwandige Canal wendet sich sogleich quer medianwärts und bildet dann, in entgegengesetzter Richtung lateralwärts umbiegend, die Hauptschleife, auf welche vor dem verschmälerten Ausführungstheil oberhalb der säbelförmigen Hakenborste die zweite Umbiegung folgt. Der gesammte Schleifencanal wird lediglich von drei durch-

bohrten Zellen erzeugt, von denen zwei, durch ihre sehr grossen Kerne ausgezeichnet, der Schleife zugehören, die dritte Zelle mit kleinem Kern den ausführenden Theil bildet. Auch bei *Estheria* scheinen es dieselben drei Zellen zu sein, welche das Harncanälchen zusammensetzen. Die Oeffnung am medialen Winkel der Hakenborste wurde bereits in meiner früheren Arbeit dargestellt und ist seitdem auch von Spangenberg und C. Grobben an gleicher Stelle wiedergefunden.

Physiologisch interessant scheint mir das Auftreten röthlich gelber Concremente im Inhalte der Drüsenzellen, durch welche oft das ganze Säckchen ein gelbliches Colorit erhält (Taf. VIII, Fig. 2 Dr S). Die Körnchen (K) treten dann in den Schleifengang über und häufen sich an einzelnen Stellen zu grösseren Ballen an. Jedenfalls sind dieselben Erzeugnisse der Zellen des Endsäckchens.

Bei *Artemia* erhält sich ein Ueberrest der Antennendrüse im Körper der geschlechtsreifen Form (Taf. V, Fig. 2 Dr R.)

Die Schalendrüse, welche der Naupliuslarve fehlt und sich erst während der nachfolgenden Larvenzustände entwickelt, um während der postlarvalen Entwicklung nach Schwund der Antennendrüse zur vollen Grösse und Ausbildung zu gelangen, zeichnet sich bei *Branchipus* durch die knäueiförmige, auf einen geringen Raum zusammengedrückte Gestalt ihres Schleifenanals aus (Taf. IV, Fig. 5). Offenbar ist diese von *Apus* und den *Estheriden* abweichende Form aus der Rückbildung der Schalenduplicatur zu erklären, welche sich auf den seitlichen, die Schalendrüse aufnehmenden Höcker der Maxillargegend reducirt. Endsäckchen und Ausführungsöffnung der Drüse sind bislang unbekannt geblieben; das erstere wohl deshalb, weil dasselbe in die Tiefe gerückt, bei Betrachtung vom Integumente aus, von den Windungen des Schleifenanals verdeckt wird, die Ausführungsöffnung aber offenbar wegen ihrer versteckten Lage an der zweiten Maxille. Erst Querschnitte geben ohne Schwierigkeit über das von Connectivfasern suspendirte Säckchen (Taf. III, Fig. 3 Dr S), sowie über die Mündung des verengerten Ausführungsganges (Fig. 4 Oe) unzweideutigen Aufschluss.

Rücksichtlich des histologischen Verhaltens stimmt der Epithelialbelag des Endsäckchens mit dem vorderen Drüsenpaare überein, dagegen erscheint die Zellenbekleidung des gewundenen Schleifenanals im Vergleich zur Antennendrüse bedeutend flacher, und das Lumen unverhältnissmässig erweitert. Die charakteristische Streifung liess sich jedoch, wenngleich minder deutlich, auch an dem Wandbeleg der Schleifengänge constatiren.

Bei *Artemia* erscheint die Form der Schalendrüse in Folge der geringen Complication der Windungen einfacher als bei *B. torticornis* und wahrscheinlich auch der übrigen Branchipusarten. Das Endsäckchen ist verhältnissmässig umfangreicher, und es fehlt die absteigende Schleife, welche dort in das Segment des ersten Beinpaars herabreicht (Taf. IV, Fig. 1 S Dr).

Die segmentalen Bauch- und Beindrüsen. In den Segmenten des Mittelleibes finden sich eigenthümliche, an der Aussenseite der Ganglien gelagerte Zellengruppen, welche wahrscheinlich mit den von Leydig als orangegelbe Körper erwähnten, ihrer Bedeutung nach jedoch nicht weiter gewürdigten Bildungen identisch sind. Ich habe diese Gebilde zuerst als Drüsen<sup>1)</sup> in Anspruch genommen, nachträglich<sup>2)</sup> jedoch, als ich stäbchenförmige Concremente in einem ampullenförmigen Raum derselben kennen lernte, in Folge der hierdurch veranlassten Aehnlichkeit mit einem Otolithensäckchen an die Möglichkeit gedacht, dass dieselben einem Sinnesorgan entsprechen könnten. Spangenberg hat später meine erstere am nächsten liegende Deutung wieder aufgenommen, ohne jedoch die stäbchenförmigen Differenzirungen, deren Beobachtung mich von der zuerst gegebenen Deutung abgelenkt hatte, gesehen zu haben. Demselben ist der mittlere ampullenförmige Abschnitt mit den Stäbcheneinlagerungen völlig entgangen, wie überhaupt die Darstellung, welche dieser Autor von dem interessanten Organe gibt, ebenso wie meine frühere Beschreibung einer Berichtigung und Ergänzung bedarf.

Der zweilappige, mit unregelmässigen Fortsätzen versehene Körper, welcher an der Aussenseite des Ganglions einem Theile der Unterfläche desselben anliegt (Taf. IV, Fig. 6, 7), entspricht zwei grossen Zellen (Nz), deren helles feinkörniges Plasma einen grossen rundlichen Kern umschliesst. Der letztere tritt erst bei Behandlung mit Reagentien schärfer hervor und erscheint dann in Form einer mit zahlreichen Kernkörpern erfüllten Blase. Zwischen beiden Zellen und von denselben überdeckt, liegt eine dritte Zelle (Dz), welche einen entsprechend kleineren Kern umschliesst und in ihrem Protoplasma den ampullenförmigen hellen Raum mit radiär gestellten stäbchenförmigen Concretionen enthält. Diese stets auftretenden Körperchen, welche in der hellen Flüssigkeit überaus regelmässig suspendirt sind und beim ersten Blick an Otolithen

<sup>1)</sup> C. Claus, l. c. pag. 25, Taf. V, Fig. 14'.

<sup>2)</sup> Derselbe, Ebendasselbst Schlussbemerkungen, pag. 42, Taf. IV, Fig. 14'' und 14'''.

erinnern, sind offenbar Ausscheidungsproducte der Drüsenzelle. Als Ausführungsgang derselben erscheint eine besondere Zelle (Ag) verwendet, die lang ausgezogen in einer ovalen Auftreibung einen kleinen Kern enthält und sehr deutlich von einem engen zu der Drüsenzelle hinführenden Lumen durchsetzt ist. Die Ausführungszelle zieht quer über die Mitte des Ganglions, um nahe der Medianlinie in dem von beiden Quercommissuren begrenzten Felde nach aussen zu münden. Dieser Ausführungsgang wurde bereits sowohl von mir als von Spangenberg beobachtet, aber von uns beiden in verschiedener Weise irrthümlich gedeutet. Ich betrachtete denselben als eine Art Suspensorium zur Anheftung des zweilappigen Körpers an der Bauchwand, während jener Autor einen langen nach aussen in das Grundstück des anliegenden Beines eintretenden Fortsatz als Ausführungsgang beschrieb. Dieser letztere entspricht jedoch, wie ich mich neuerdings wiederholt überzeugen konnte, lediglich einem protoplasmatischen Ausläufer der hinteren Nebenzelle und hat mit der Ableitung des Secretes nichts zu thun, welche eben von der in umgekehrter Richtung verlaufenden, strangförmigen Zelle besorgt wird.

Eine ganz ähnliche Zusammensetzung und Structur zeigen nun die von Spangenberg zuerst beschriebenen Zellengruppen, welche in dem Stammlappen der Beine liegen und deshalb als Beindrüsen bezeichnet wurden. Jede derselben besteht aus der ventralen Drüsenzelle mit den stäbchenförmigen Concrementen im Innern der hellen Vacuole, der mit derselben verbundenen ausführenden Zelle und zwei umfangreichen Nebenzellen, welche, schräg übereinander liegend, sich theilweise decken (Taf. IV, Fig. 8, 9). Die Beziehung des Ausführungsganges zu einem kegelförmigen Nebenzapfen der Hakenborsten, wie sie von jenem Autor dargestellt wurde, habe ich mich vergeblich bemüht zu bestätigen, muss vielmehr nach meinen Beobachtungen die Existenz einer solchen entschieden in Abrede stellen. Die Oeffnung der Ausführungszelle liegt ebenso wie die der Bauchdrüse frei auf der Cuticularfläche, während der Nebenzapfen der mittleren Hauptborste, ebenso wie der entsprechende Zapfen an der dritten Hauptborste (b''), gar nicht von einem Porus durchbrochen ist. Eine kleine, zwei Kerne enthaltende flaschenförmige Drüsenzelle, welche sich oberhalb der ersten Hautborste findet (Fig. 8 Dr), ist vielleicht als Rudiment einer zweiten Beindrüse aufzufassen.

Wenn somit nunmehr über die Beziehung der Mittelzelle als der zur schmalen ausführenden Zelle gehörigen Drüsenzelle kein Zweifel besteht, so erscheint doch die Bedeutung der beiden grossen

Nebenzellen, in denen ich niemals stäbchenförmige Ausscheidungen gefunden habe, keineswegs aufgeklärt. Dass dieselben die Centralzelle lediglich stützen oder schützen sollten, ist von vorneherein unwahrscheinlich, vielmehr liegt die Vermuthung nahe, von den beiden Nebenzellen einen Theil der Drüsenhätigkeit mitbesorgt zu sehen, etwa der Art, dass dieselben Ausscheidungsstoffe in flüssiger Form auf die Centralzelle überleiten, ähnlich wie die Dotterbildungszellen oder Nährzellen bei Insecten und Cladoceren der Eizelle Material zuführen.

Auffallenderweise werden die Bauchdrüsen bei *Artemia* vermisst. Dagegen finden sich hier die Beindrüsen in etwas veränderter Form, insofern die Nebenzellen fehlen und lediglich die Drüsenzelle mit ihren Concrementen und die Ausführungszelle erhalten sind (Taf. IX, Fig. 1 B Dr).

Die segmentale Wiederholung der Bauch- und Beindrüsen in den beintragenden Segmenten des Mittelleibes gibt vielleicht Veranlassung, die Frage nach einer etwaigen Beziehung derselben zu Segmentalorganen aufzuwerfen. Indessen liegen keine Anhaltspunkte vor, diesen Drüsengruppen etwa in gleicher Weise wie der Antennen- und Schalendrüse vorausgehender Segmente eine solche Bedeutung zuzuschreiben. Zudem entstehen dieselben nicht wie jene aus dem Mesoderm, sondern sind, wie sich wenigstens mit Bestimmtheit für die Bauchdrüsen nachweisen lässt (Taf. III, Fig. 5 BDr), ektodermale Bildungen.

Da sich auch am 12. Segment, welches kein Beinpaar trägt, dagegen die Gliedmassenanlage zum Genitalwulst umgestaltet, im Larvenkörper eine rudimentäre Bauchdrüse nachweisen lässt, dürfte die Ansicht Berechtigung haben, dass Bauch- und Beindrüsen ursprünglich in grösserer Zahl vorhanden waren, und mit der Reduction der Gliedmassen und Ganglienpaare an den vorderen Abdominalsegmenten rückgebildet wurden.

Unter den Drüsen ist auch das von mir als Nackenschild beschriebene, vornehmlich im Larvenalter entwickelte Organ anzuführen, welches der Nackendrüse von *Estheria*, *Limnadia* und der Cladoceren homolog, bei zunehmender Körpergrösse des Thieres mehr und mehr zurücktritt. Dasselbe findet sich bekanntlich in ganz ähnlicher Form auch bei *Apus* und ist nach dem Verhalten seiner hypodermalen Zellenlage von Spangenberg<sup>1)</sup> näher erörtert, in morphologischer Bedeutung aber erst von C. Grobben<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Spangenberg, *Branchipus* etc. l. c. pag. 14, Taf. II, Fig. 13.

<sup>2)</sup> C. Grobben, Die Entwicklungsgeschichte der *Moina rectirostris*, pag. 57.



in das rechte Licht gestellt, so dass ich mich darauf beschränken kann, auf die bisherigen Darstellungen hinzuweisen. Einen besonderen Nerven, wie er nach Spangenberg<sup>1)</sup> an dem Haftorgan der *Limnadia* vorhanden sein soll, habe ich nicht nachweisen können. Dagegen finden sich regelmässig zwischen Nackenorgan und Stirnauge zwei durch Connectivfasern an der Haut suspendirte Zellengruppen, welche den beiden vom letztgenannten Autor am Haftorgan von *Limnadia* beobachteten vier bis fünf spindelförmigen, in verzweigten Fäden auslaufenden Zellen entsprechen dürften. Die Zellen dieses bereits früher von mir erwähnten und vom Nackenschild wohl unterschiedenen Nackenorganes sind vielleicht, wie man aus ihrer oberflächlichen Lage im jüngsten Larvenalter schliessen könnte, von der Hypodermis aus in die Tiefe gerückt (Taf. I, Fig. 9, Taf. VII, Fig. 1 NZ). Dieselben beschränken sich nicht auf die Larvenzeit, sondern finden sich auch im Körper des ausgebildeten Thieres, wo sie von einem Bündel convergirender Connectivfasern wie in einem Beutel am Integumente suspendirt erscheinen (Taf. IV, Fig. 4).

Ueber die Bedeutung dieser grosskernigen Zellen vermag ich keinen Aufschluss zu geben, da die Structur derselben keine besonderen Anhaltspunkte bietet. Im Jugendzustand gleichen sie Fettzellen ohne Fettinhalt und auch im späteren Alter stehen sie nach der Grösse und Beschaffenheit des Kernes, sowie im Aussehen des Protoplasmas den grosskernigen Bindegewebszellen am nächsten.

### 8. Herz, Kreislauf und Respiration.

Das Herz von *Branchipus* erstreckt sich bekanntlich als sehr langes Rückengefäss durch sämtliche Brust- und Abdominalsegmente und weist durch das gleichartige Verhalten seiner zahlreichen, in allen diesen Segmenten sich wiederholenden Kammern auf einen alten, ursprünglichen Zustand hin. Nur im letzten Abdominalsegmente bleibt der Herzabschnitt kurz und endet mit terminaler Oeffnung, in allen vorausgehenden Segmenten finden sich seitliche Ostien, deren Zahl somit 18 Paare beträgt. In die hintere Kopffregion verlängert sich das Rückengefäss als weite Gefässröhre mit lediglich bindegewebiger Wandung ohne seitliche Spalten und reicht mittelst dieses nicht mehr pulsirenden als Kopfaorta zu unterscheidenden Abschnittes durch die Maxillarregion bis in das zweite Rumpfmeter. Hier folgt auf die Aorta ein entsprechender

<sup>1)</sup> Spangenberg, *Limnadia* etc. l. c. pag. 487.

medianer Blutraum, dessen seitliche Begrenzung von den dorso-ventral absteigenden Muskelgruppen gebildet wird.

Bezüglich der Structur unterschied Leydig eine äussere, aus Ringmuskeln bestehende contractile Schicht und eine innere Haut mit zartem Epithel. Es sind jedoch diese zwei Schichten nicht zu trennen; vielmehr sind es die in zwei Reihen angeordneten, die Herzwand bildenden Muskelzellen selbst, welche für das innere Epithel gehalten wurden, während die vermeintlichen Ringmuskeln sich auf den Ringmuskelbelag des unterliegenden Darmes beziehen. An der Herzwand der Larve springen allerdings rechts und links die kernhaltigen Auftreibungen der Muskelzellen in geschlossener Reihe in das Lumen vor und machen den Eindruck eines Epithels (Taf. III, Fig. 9, 10 MK), später rücken die rundlichen Kerne weiter auseinander und liegen nicht mehr so regelmässig in Reihen. Dagegen kommen ringförmig verlaufende Muskelfasern an der überaus dünnen contractilen Herzwand nicht vor, und es gehören die bei der Beobachtung des lebenden Thieres als breite Ringstreifen sich abhebenden Muskeln der anliegenden Darmwand an. In der zarten muskulösen Wand des Herzens finden sich lediglich Primitivfibrillen mit quer geordneten Sarcous elements, ohne zu Muskelfasern vereinigt zu sein.

An der Aussenseite der Herzwand lagern noch schmale ovale Kerne. Diese gehören der bindegewebigen Umkleidung an, mittelst welcher das Herz an der Darmwand und am dorsalen Integument befestigt ist (Taf. III, Fig. 11, 12 BK). Eine structurlose Intima habe ich nicht nachweisen können. Wäre eine solche wie bei *Leptodora* und den *Daphniden* vorhanden, so dürfte dieselbe bei dem Mangel zugehöriger Kerne kaum anders als auf eine von den Muskelzellen abgeschiedene cuticulare Bildung aufzufassen sein. A priori wird man freilich, zumal mit Rücksicht auf das Verhalten bei *Phronima* und den *Malakostraken*, geneigt sein, die bindegewebige Grundlage der weiten Aorta als Verlängerung der inneren Herzwand zu betrachten, indessen wird diese Vorstellung durch den Befund an Quer- und Horizontalschnitten nicht bestätigt. Auch darin zeigt das Branchipus Herz ein primitives Verhalten, dass die kernhaltigen Lippenklappen der Ostien, welche ihrer Entstehung nach Theile der Muskelwand sind, keinen bedeutenden Umfang erlangen.

Auch fehlt die Klappenvorrichtung am vorderen Herzende vor Beginn der Aorta, welche bis auf den Mangel contractiler Fibrillen und Ostien mit der Kammerwand grosse Aehnlichkeit

zeigt und wohl aus den homologen Zellen der zugehörigen Mesodermsomiten hervorgegangen sein dürfte. Die Ostien entsprechen den Unterbrechungen aufeinander folgender Somiten und der aus den abgelösten Dorsalwülsten derselben entstandenen Kammeranlagen. Die zarten Suspensorien, welche von jeder Kammer nach dem Integument hinziehen, weisen auf die Stellen hin, an denen sich bei Lostrennung der Kammeranlagen der Zusammenhang mittelst langausgezogener Spindelzellen erhielt.

Bezüglich der Entwicklung des Herzens konnten meine früheren an der lebenden Larve gemachten Beobachtungen durch den Befund an Querschnitten durchaus bestätigt werden. Die Flächenbilder, welche die Dorsalseite des in Somiten zerfallenen Mesodermstreifens am durchsichtigen Larvenleibe bietet, sind bereits entscheidend und gestatten keine andere als die von mir gegebene Deutung. Am Querschnitt überzeugt man sich aber, dass die einander zugekehrten Flächen der sich lostrennenden Randwülste tief rinnenförmig ausgehöhlt sind und dass jederseits nur eine einzelne Zellenreihe zur Bildung der muskulösen Herzwand verwendet wird, deren Kerne später noch, wenn auch weit auseinander gerückt, doch reihenförmig geordnet bleiben und den runden, in das Lumen vorspringenden Kernen der Herzwand entsprechen. Die ovalen Kerne der Aussenseite gehören Bindegewebszellen an, welche die Kammerwand vom Mesodermstreifen mitführte. Obwohl bei der medianen Verwachsung beide Kammerhälften nahe aneinander rücken, so wird das durch die Rinnen derselben gebildete Lumen nicht ganz verdrängt, sondern repräsentirt eine enge, später wiederum sich erweiternde Röhre. Schon der Zusammenhang meiner früheren Darstellung liess dieses Ergebniss erwarten. Wenn ich früher dennoch an die Möglichkeit dachte, es könne das Lumen vorübergehend durch Zusammenwachsen der Wand zu einem soliden Strang verdrängt sein, so war diese Vorsicht, wie sich nunmehr ergeben, trotz des schon im Larvenleibe von hinten nach vorne gerichteten dorsalen Blutstromes keineswegs überflüssig.

Erst an Larven von circa 1 Mm. Länge mit etwa 6—7 Kammern beginnt die Herzwand sich in regelmässigen Pulsationen zu contractiren. Die letztgebildete enge Kammer bleibt eine Zeit lang starr, ohne an den Contractionen der vorausgehenden Theil zu nehmen. In der Naupliuslarve ist das Herz überhaupt noch nicht vom Mesodermstreifen gesondert, dagegen erscheint der dorsale, dem Lumen der vorderen Kammern entsprechende Blutraum als röhrenförmiger wohlbegrenzter Abschnitt der Leibeshöhle zwischen Darm,

Integument und den beiden Mesodermwülsten (Taf. I, Fig. 2, 3, HC). Da sich derselbe durch die Maxillarregion bis in das Mandibelsegment hineinerstreckt, dessen Muskulatur und Nervenapparat bereits in Wirksamkeit getreten ist, so dürfte bei dem übereinstimmenden Verhalten der noch nicht abgelösten Mesodermwülste in den Maxillarsegmenten die Annahme naheliegen, dass sich auch in diesen ursprünglich Herzkammern entwickelten und später zu dem nicht contractilen Aortenabschnitte vereinfachten. Das Verhalten des dorsalen der Herzdifferenzirung vorausgehenden Blutraumes im Nauplius- und Metanaupliusalter würde zu Gunsten der von Bütschli ausgesprochenen Hypothese verwerthet werden können, wenn nicht bereits der Darmabschnitt in den Muskelreifen seine viscerale Mesodermbekleidung besässe, deren frühzeitige schon in die Naupliusentwicklung fallende Sonderung mit der Reduction der Mesodermsomiten auf das parietale Blatt im Zusammenhang steht.

Die verkürzten Herzformen der Cladoceren und Copepoden mit nur einem seitlichen Spaltenpaare dürften, nach der Lage des Ostienpaares zu urtheilen, aus den Kammerabschnitten der beiden vorderen Brustsegmente (des ersten und zweiten Beinpaares) hervorgegangen sein.

Die Blutbewegung verhält sich im Vergleiche zum Kreislaufe der Malakostraken überaus einfach und im Wesentlichen mit dem der Cladoceren übereinstimmend. Wir sehen zwei Ströme in entgegengesetzter Richtung den Leib durchziehen. Der dorsale Strom ist von hinten nach vorne gerichtet und bewegt sich durch das Herz und dessen seitlichen Pericardialsinus, aus welchen Blutmengen von Segment zu Segment durch die Ostienpaare in die Herzkammern eintreten. Der ventrale Strom, durch das quer über die Darmwand gespannte Septum, wenn auch unvollständig vom dorsalen Blutraum getrennt, bewegt sich absteigend von vorne nach hinten, um am Hinterleibsende in diesen überzugehen. Indessen wenden sich auch noch an der hinteren Grenze der einzelnen Abdominalsegmente geringe Blutmengen unterhalb der Haut dorsalwärts und gelangen durch interseptale Lücken in den aufsteigenden Strom des Pericardialsinus. Schon Leydig hat dieser seitlichen Abzweigungen vom ventralen Hauptstrom Erwähnung gethan. Aus dem Vorderende des Herzens gelangt das Blut durch die weite Aorta in die Bluträume der Schalendrüse, zum grössten Theil aber in das Mandibel- und Antennensegment, umströmt die vorderen Darmanhänge und den dorsalen Lappen des Gehirnes und

biegt, nach Abgabe seitlicher Abzweigungen in das Stielauge, nach der Ventralseite des Kopfes um. Hier umfließt dasselbe die ventralen Gehirnlappen und entsendet Nebenströmchen in die Antennen und Oberlippe, um in den grossen ventralen Hauptstrom zu den Seiten und unterhalb des Darmes in der Umgebung der Bauchganglienreihe einzutreten. Die seitlichen Nebenströmchen, welche die Extremitäten versorgen, treten — und Gleiches gilt für das Stielauge — durch eine vordere Lacune in die Gliedmasse ein und durchsetzen dieselbe bis zur Spitze, um in entgegengesetzter Strömung durch eine zweite hintere Lacune in den Hauptstrom zurückzuströmen.

Im Larvenzustand bewegt sich das Blut vornehmlich in den seitlichen Pericardialräumen, und nur geringe Mengen gelangen durch die Seitenostien, sowie durch die unpaare Spalte der hinteren Kammer in das Lumen des Herzens ein. Unmittelbar vor der Verwachsung beider Kammerhälften erscheinen dieselben median so sehr genähert, dass die Cavität nahezu verdrängt und für die Passage der Blutzellen unzugänglich ist; daher ist während der Entwicklung das hintere Herzende unmittelbar vor der jedesmaligen Fertigstellung einer Endkammer so gut als abgeschlossen.

Dass die Blutflüssigkeit, in welcher die zahlreichen Blutzellen suspendirt sind, blasseröthlich gefärbt ist, war schon Leydig bekannt. Aber erst Ray Lankester<sup>2)</sup> machte die interessante Wahrnehmung, nach welcher der Farbstoff aus Haemoglobin besteht. Bei *Artemia* ist nun die Färbung des Blutplasmas wohl in Folge eines viel reicheren Haemoglobingehaltes eine weit intensivere.

Die Blutzellen wechseln ihrer Form nach mannigfach in Folge der ihnen im hohen Grade zukommenden amoeboiden Veränderungen; bei *Artemia* erscheinen dieselben meist spindelförmig gestreckt und so dicht mit glänzenden Körnchen erfüllt, dass durch dieselben der relativ kleine Kern verdeckt wird. Die Blutzellen von *Br. torticornis* bewahren vorwiegend die runde Form und sind arm an Körnchen, bergen jedoch oft eine oder mehrere fettglänzende Kugeln. Auf Schnitten tingirter Präparate werden die an vielen Stellen dicht gehäuften Blutzellen an dem kleinen Kerne und der von demselben weit abstehenden Membran des Zellenleibes erkannt und von anderen Zellen unterschieden (Taf. IV, Fig. 3).

<sup>1)</sup> Vergl. C. Claus l. c. Taf. II, Fig. 6''.

<sup>2)</sup> Ray Lankester, Note on a New Means of examining Blood under the Microscope etc. Quarterly Journal of microsc. Science, 1869.

In Bezug auf die Athmung vermag ich meiner früheren Darstellung nichts Wesentliches hinzuzufügen. Nach wie vor betrachte ich, von der respiratorischen Function des gesammten zarten Integuments abgesehen, die Branchialsäckchen für besondere Athmungsorgane. Wenn auch die Blutströmung in diesen Anhängen nicht lebhafter als in den übrigen Abschnitten der Beine erfolgt, so beweist doch die auf Zusatz von verdünnter Osmiumsäure rasch eintretende Bräunung eine grössere Empfänglichkeit für Sauerstoffaufnahme, wie auch die abweichende histologische Beschaffenheit der grosskernigen Hypodermiszellen und die überaus zarte Cuticula auf eine besondere Function hinweisen. Dahingegen vermag ich der Darmoberfläche keine respiratorische Bedeutung beizulegen, halte vielmehr die von mehreren Seiten verfochtene Lehre von der Darmrespiration (*Leptodora* etc.) für eine verfehlete.

### 9. Die Geschlechtsorgane.

Mit dem Eintritt in die zweite Entwicklungsperiode, in welcher sich die sexuelle Differenzirung vollzieht, besitzt die Jugendform bei einer Körperlänge von ungefähr  $2\frac{1}{2}$  Millimeter noch die Larvencharaktere der Schwimmfussantennen, Antennendrüse und Mandibeltaster, welche jedoch von nun an rasch der Rückbildung entgegengehen.

Die Genitalanlage<sup>1)</sup>, bereits in früheren Stadien als dünner paariger Strang in den 3 bis 4 vorderen Abdominalsegmenten zur Seite des Darmes nachweisbar, gibt zur Zeit noch keinerlei Anhaltspunkte, um mit Sicherheit als Hoden oder Ovarienanlage bestimmt zu werden. Ebensowenig sind accessorische Sexualunterschiede weder an den Antennen noch an dem späteren Genital-Doppelsegmente nachweisbar. Die Anlagen der beiden Gliedmassenpaare, welche auf das 11., jetzt noch kurze, nicht weiter gegliederte Schwimmfusspaar folgen, verhalten sich an sämtlichen Individuen gleich und stimmen mit denen der vorausgehenden Schwimmfusspaare im Wesentlichen überein (Taf. II, Fig. 6 und 7 Glw' Glw''). Diese Thatsache, sowie das Vorhandensein zweier Paare zugehöriger Ganglienanlagen habe ich schon in meiner früheren Arbeit<sup>2)</sup> erwähnt und kann nunmehr hinzufügen, dass auch noch in dem 3. Abdominalsegmente eine Ganglienanlage

<sup>1)</sup> C. Claus, l. c. Taf. 3, Fig. 10 und 11 Gt.

<sup>2)</sup> C. Claus l. c. pag. 14, 25, sowie Taf. III, Fig. 10, 11 und 14. Diese Figuren beziehen sich auf die Larven von *Br. stagnalis*, welche denen von *Br. torticornis* an Grösse etwas zurückstehen.

auftritt, aus der sich ein kleines, bisher übersehenes Ganglion mit zarter Quercommissur entwickelt. Sogar noch am nachfolgenden 4. Abdominalsegmente kann man das Rudiment einer Ganglien-anlage constatiren, von welcher sich zwei Ganglienzellen erhalten (Taf. II, Fig. 6, Taf. V, Fig. 8, G 15 S.).

Man findet somit in der ontogenetischen Entwicklung ausreichende Anhaltspunkte, um die auch aus anderen Gründen nahe-liegende Vorstellung zu stützen, nach welcher bei den Vorfahren der Phyllopoden auch an den hinteren Leibessegmenten Ganglien und Extremitäten vorhanden waren, mit deren späterer Rückbildung erst secundär eine gliedmassenlose Leibesregion zur Erscheinung trat, welche dem Gliedmassen tragenden Mittelleib oder Thorax als Abdomen gegenüberzustellen durchaus berechtigt erscheint. Dass im Anschlusse an die herkömmliche Begriffsbestimmung die beiden zum Genitaldoppelsegmente verschmelzenden Leibes-ringe zum Abdomen zu beziehen sind, bedarf keiner eingehenden Begründung, zumal die Gliedmassenanlagen derselben ihre ursprüngliche Bedeutung als Extremitäten aufgaben und zur Bildung der äusseren Geschlechtsorgane verwendet wurden.

Die Art und Weise, in welcher sich nun ontogenetisch diese Umgestaltung für beide Geschlechter unter gleichzeitiger Ausbildung der accessorischen Sexualeigenthümlichkeiten des zweiten Antennenpaares vollzieht, vermochte ich früher in Folge mangelnden Materiales nicht ausreichend festzustellen und musste mir die Ausfüllung dieser Lücke für eine spätere Arbeit vorbehalten. <sup>1)</sup> Schon im Jahre 1874 war es mir geglückt, nicht nur für *Br. torticornis* und *stagnalis*, sondern auch für *Br. Braueri* und *Car-nuntanus* mit Hilfe des in der Umgebung Wiens gesammelten Materiales eine Reihe ergänzender Beobachtungen zu machen; ich kam jedoch in Folge anderer Beschäftigungen nicht zur Ausarbeitung derselben und verschob dieselben später nach dem Erscheinen der Abhandlungen von Spangenberg <sup>2)</sup> und Nitsche <sup>3)</sup> von Jahr zu Jahr. Beide Publicationen, von denen die erstere neben zahlreichen, auf andere Organe bezüglichen Beobachtungen einige Angaben über die Entwicklung der Geschlechtsorgane von *Branchipus* enthält, die zweite den ausgebildeten Geschlechtsapparat desselben zum Gegenstand hat, tangiren zwar die Fragen, um die

<sup>1)</sup> Vergl. C. Claus l. c., pag. 26.

<sup>2)</sup> Fr. Spangenberg, Zur Kenntniss von *Branchipus stagnalis*. Zeitschr. für wiss. Zoologie. Tom. 25, Suppl.-Bd.

<sup>3)</sup> H. Nitsche, Ueber den Geschlechtsapparat von *Branchipus* Grubei. Ebd.

es sich handelt, mehrfach, haben dieselben jedoch keineswegs einer abschliessenden Lösung zugeführt.

Was bei Vergleichung der etwas älteren Stadien zunächst in die Augen fällt, ist ein Unterschied in der Gestaltung der genitalen Gliedmassenwülste, an welchen man beide Geschlechter weit früher als an Abweichungen des zweiten Antennenpaares erkennen kann. An Formen von circa 3 Mm. Länge sind die den Genitalsegmenten zugehörigen Paare von Gliedmassenwülsten entweder median bis zur Verschmelzung genähert (Taf. X, Fig. 1) oder in ziemlich weitem Abstand von einander getrennt (Fig. 8). Jene Formenreihe bezeichnet die weibliche, diese die männliche Geschlechtsentwicklung. Bei vielen Arten erhebt sich an dem vorderen Wulstpaare ein kurzer hakenförmiger Fortsatz, der später entweder verkümmert oder zu bedeutender Stärke gelangt und sich dann am Genitalhöcker beider Geschlechtsthier erhalten. In beiden Formenreihen werden nun die Wülste des hinteren Segmentes von denen des vorderen überwachsen, ein Vorgang, welcher seinen Abschluss erst an Individuen von etwa 5—6 Mm. erreicht hat. Schon in diesem Alter springen die vereinigten Wülste etwas vor dem Hinterrande des zweiten Genitalsegmentes entweder als breiter Medianzapfen (Weibchen) oder als rechter und linker (Männchen) Seitenzapfen vor, Bildungen, welche später, besonders im weiblichen Geschlecht, zu bedeutendem Umfang, in den einzelnen Arten von verschiedener Gestalt, auswachsen.

Die Frage, in welcher Weise das die Gliedmassen-Anlage bildende Zellenmaterial in den Genitalwülsten verwendet wird, kann für beide Geschlechter übereinstimmend dahin beantwortet werden, dass sich aus den Mesodermzellen der ausführende Apparat (Oviduct, Uterus — Samenleiter und Samenblase) nebst Anhangsdrüsen, sowie die mit jenem verbundene Muskulatur entwickelt, während von einer ektodermalen Wucherung am zweiten Wulstpaare beim Weibchen der kurze Ausmündungsabschnitt des Uterus (Vagina), beim Männchen das langgestreckte, als langer Cirrus vorstülpbare Begattungsglied erzeugt wird.

Spangenberg, dem es nicht geglückt war, die Uebergangsstufen bis zum geschlechtsreifen Thiere zu verfolgen, hat aus diesem Grunde auf die Darstellung dieser Umbildungen verzichten müssen. Dennoch machte derselbe, ohne sich auf Beobachtungen stützen zu können, für die weiblichen Geschlechtsorgane die ganz bestimmte Angabe, dass ausser dem Eierstock sowohl der paarige Eileiter als der Uterus Derivate der strangförmigen inneren



Genitalanlage seien, und stellte für den weiblichen Eiersack die Möglichkeit dar, dass derselbe das Product einer trichterförmigen Ausstülpung der Hautschicht sei, den kleinen Trichtern entsprechend, welche zwischen den Quercommissuren jedes Ganglienpaares sich entwickeln, vielleicht als „Erinnerungen an die früher in weiter nach vorne gelegenen Segmenten befindlichen Geschlechtsorgane.“ Indessen haben diese ektodermalen Wucherungen, welche Integumentverdickungen oder kegelförmige Zapfen (*Artemia*) erzeugen, gar nichts mit dem in ganz anderer Weise entstehenden Uterus gemein. Oviducte und Uterus sind aber auch keineswegs Verlängerungen der Genitalanlage, sondern selbstständige, mit jener in Verbindung getretene Mesodermbildungen, welche, von Muskelzellen am Integumente getragen, aus dem Mesoderm vornehmlich der vorderen Genitalwülste erzeugt werden.

In gleicher Weise entstehen aus dem Mesoderm des oberen Wulstpaares zwei bisher nicht näher beschriebene Anhänge des Oviductes, welche sich bei manchen Arten, wie bei *Br. Grubei*, *Braueri*, *Carnuntanus* (*Josephinae*), ebenso auch bei *Br. torticornis* zu bedeutender Grösse entwickeln und als Nebensäcke des Uterus (Taf. XI, Fig. 10, 11, 12, 14 NS) die noch nackten Eidotter vor ihrem Uebertritt in den Uterus aufnehmen.

Ueber die in den Uterus einmündenden Complexe der bereits von *Buchholz*<sup>1)</sup> näher beschriebenen Drüsenzellen, deren Secret die in jenen übergetretenen Eier umfließt und die Substanz des dicken fast sternförmig gezackten Chorions bildet, ist *Spangenberg* zu einer irrthümlichen Ansicht gelangt, welcher sich auch *Nitsche*<sup>2)</sup> ohne zutreffenden Grund angeschlossen hat. „Diese Drüsen“, sagt jener Autor, „sind offenbar nichts Anderes als dem Bedürfniss entsprechend vermehrte Bauch- und Beinrüsen etc. Ihr Bau entspricht im Wesentlichen dem jener Organe, beide werden gebildet aus zwei Zellen und einem nach kurzem Verlauf ampullenförmig anschwellenden und an dieser Stelle einen Kern zeigenden Ausführungsgang, und auch ihre Lage ist eine analoge, wenn wir bedenken, dass die Eitasche aus der Verwachsung von Beinwülsten entstand. Von den vier beschriebenen Lappen der Drüsen würden die kürzeren inneren den verschmolzenen Bauchdrüsen des 12. und 13. Segmentes, die längeren äusseren aber den verschmolzenen Beinrüsen derselben Segmente entsprechen. Nach *Buchholz*' Angaben

<sup>1)</sup> *R. Buchholz*, *Branchipus Grubei*. Schriften der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft in Königsberg 1866.

<sup>2)</sup> *H. Nitsche* l. c.

scheint *Branchipus Grubei* die ursprüngliche Form der Drüsen treuer bewahrt zu haben. Hier sind nämlich nicht, wie bei *Branchipus stagnalis*, je zwei Zellen von einer gemeinsamen Membran umhüllt, sondern jede Zelle ist wie an den Bein- und Bauchdrüsen für sich geblieben und erst die Ausführungsgänge der zwei Zellen haben sich mit einander vereinigt.“

Diese Ausführung beruht jedoch lediglich auf einer a priori gefassten Vorstellung, für welche es der Autor auch gar nicht versucht hat, eine thatsächliche Unterlage zu gewinnen. Im anderen Falle würde er selbst bereits seinen Irrthum erkannt haben.

Abgesehen davon, dass der Bau der beiderlei Drüsen sehr beträchtlich differirt, indem zu der Bauch- und Beindrüsengruppe ausser dem Ausführungsgang drei, nicht zwei Zellen verwendet werden, sind die schalenbildenden Drüsen lediglich Producte der Uteruswand, welche sich als Wucherungen paariger Ausstülpungen an der Vorder- und Hinterwand des Uterus (Taf. XII, Fig. 1 bis 9) entwickeln. Die Bauch- und Beindrüsen entstehen dagegen als Ektoderm-Bildungen, auch sind Ueberreste der ersteren zwischen den Ganglien des ersten Genitalsegmentes an 3 bis 4 Mm. langen Larven wohl erhalten (Taf. V, Fig. 7), wie sich leicht constatiren lässt.

Die Richtigkeit der von mir gegebenen Zurückführung ergibt sich nicht nur aus Flächenbildern des Genitalabschnittes jüngerer und älterer Entwicklungsstadien, sondern wird mit Hilfe von Querschnitten ausser Zweifel gestellt. Zuerst (Taf. X, Fig. 1) sieht man die beiden Gliedmassenwülste der weiblichen *Br. stagnalis*-larve bereits in medianer Vereinigung, jedoch das obere Paar noch nicht auf das zweite Segment herabgerückt, in der Tiefe schimmern die Ganglien beider Segmente ( $G'$  und  $G''$ ) durch. Seitlich erscheinen die Ausführungsgänge mit der Ovarialröhre verbunden und medianwärts zu der zweihörnigen Uterusanlage vereinigt. Im zweiten Wulstpaare bildet sich die Anlage des unteren Uterusabschnittes mit dem zweiten hinteren Drüsenpaare ( $HD''$ ), sowie die als Herabzieher des Uterus fungierenden Muskeln. An etwas älteren und grösseren Larven von *Br. torticornis* (Taf. X, Fig. 2 und 3) bildet das vereinigte vordere Wulstpaar einen bereits schwach gewölbten Vorsprung, welcher das nachfolgende Segment zu überwachsen begonnen hat und den vom Mesoderm desselben erzeugten unteren Uterusabschnitt mit der Anlage des zweiten hinteren Drüsenpaares ( $H Dr''$ ) überdeckt. Zwischen beiden Wülsten entsteht dann vom Ektoderm aus

eine nur wenig vortretende Verdickung, welche in die Uterusanlage durchbricht und das Material für die Wandung der kurzen Scheide liefert.

An noch älteren etwa 6 Mm. langen Formen ist die Ueberwachsung vollendet, der vorspringende Genitalzapfen jedoch noch sehr kurz (Taf. X, Fig. 4, 5, 6). Zur Seite des von zwei Muskelkegeln getragenen Uterus heben sich die beiden bislang nicht näher beachteten Gänge (NS) ab, welche vom erweiterten Ende des Oviductes bis zur Basis des Genitalhöckers absteigen.

Zur Controle der aus Flächenbildern abgeleiteten Deutungen leisten Querschnitte durch das Genitalsegment dieser Stadien vortreffliche Dienste. An denselben erscheinen die Drüsenanlagen noch als Zellenwucherungen der Uteruswand (Taf. XII, Fig. 1 bis 3). Schärfere abgehoben und bereits als selbstständige Anhänge erweisen sich dieselben an etwas älteren Formen von 8 bis 9 Mm. Länge und zeigen bereits die charakteristische Gruppierung der beiden Drüsenzellen zu ihrem einzelligen Ausführungsgange, welche dann mit der fortschreitenden Grössenzunahme die bereits von früheren Autoren beschriebenen Eigenthümlichkeiten deutlicher erkennen lassen (Taf. XII, Fig. 4 bis 7). Im ausgebildeten Zustande sind es sehr grosse birnförmige Zellen, welche paarweise so aneinander liegen, dass sie sich an der Berührungsstelle abflachen und hier ihre ovalen, von Körnchen dicht umlagerten Kerne nahe aneinander rücken. Zu jeder Doppelzelle (Taf. XI, Fig. 13 a und Taf. XII, Fig. 11) gehört ein langgezogener Ausführungscanal, welcher nahe seinem Ende eine ansehnliche mit ovalem Kern erfüllte Anschwellung bildet und in der Regel selbstständig im Uterus einmündet.

Die ventrale an der Vorderwand des Uterus entstandene Drüsenmasse zerfällt wenigstens bei *Br. stagnalis* und *torticornis* in eine vordere und hintere Gruppe von Drüsenzellen. An den ebenfalls in einer vorderen und hinteren Gruppe sich wiederholenden Drüsen der dorsalen Aussackung sind die Zellen in der Weise geordnet, dass sie auf dem Querschnitt ein ringförmiges Zellenband bilden, in dessen Mitte die zahlreichen langgestreckten einzelligen Ausführungsgänge ihre Lage haben. In weiter vorgeschrittenem Zustand ist der Kranz von Doppelzellen unregelmässiger gestaltet (Taf. XII, Fig. 8, 9 H Dr), die Ausführungscanäle münden neben einander in den vorspringenden Abschnitt jeder Uterusausstülpung ein. Die das hintere oder dorsale Drüsenpaar aufnehmende zweizipflige Aus-

stülpung<sup>1)</sup> scheint von den viel umfangreicheren vorderen Säcken nicht scharf abgesetzt, verlängert sich aber nach hinten zu einem wenn auch kurzen Behälter, so dass man auf dem Querschnitt hinter dem Uterus die Conturen eines zweiten, scheinbar selbstständigen Sackes erhält, in welchen die Drüsenzellen einmünden. Die Drüsengruppen der ventralen Uteruswand sind mehr flächenhaft in einer Ebene angeordnet, die kleinen zur Bildung der Ausführungsgänge verwendeten Zellen liegen an der Innenseite der grossen birnförmigen Drüsenzellen und münden getrennt in den distalen Abschnitt der ventralen Ausstülpung ein. (Taf. XII, Fig. 8, 9 V Dr.)

Die Ovarien, deren strangförmige Anlagen weit in das Larvenleben zurückreichen und viel früher als die ausführenden Gänge nachweisbar sind, verlaufen im Abdomen zu den Seiten des Darmes bis zum vorderen Ende des Genitalsegmentes, in welchem sie in die schräg absteigenden Oviducte einmünden. Ihr vorderes stark verjüngtes Ende erstreckt sich bei den näher untersuchten Arten über den Anfang der Oviducte hinaus, welche nicht als einfache Verlängerungen der Ovarialröhren, sondern als selbstständig angelegte Gänge entstanden sind (Taf. XI, Fig. 11, 12, 13, 14). Ueber den feineren Bau der Ovarien haben bereits Spangenberg und Nitsche berichtet, jedoch die Entwicklung nicht mit in Betracht gezogen und wohl aus diesem Grunde keine ganz richtige Beurtheilung geben können. An der Darstellung des erstgenannten Autors kann ich zunächst nicht für zutreffend finden, dass derselbe zwischen wahren Eizellen, deren Kern stets nur ein einziges Kernkörperchen enthalte, und Dotterbildungszellen oder Abortiv-eiern mit zwei und mehr Kernkörperchen unterscheidet. Ein solcher Gegensatz besteht thatsächlich überhaupt nicht, wenn auch mit der fortschreitenden Differenzirung des Ovarialinhaltes nicht sämtliche Zellen des Keimlagers zur Eibildung verwendet werden. An Querschnitten durch Ovarien junger ( $8\frac{1}{2}$  Mm. langer) Weibchen (Taf. XII, Fig. 12) findet man den seitlich comprimierten Ovarialstrang aus verschiedenen grossen Zellen des Keimlagers gebildet. Die kleinsten Zellen liegen in den verjüngten dorsalen und ventralen Theilen, die grössten in der Mitte, der Medialseite zugewendet.

<sup>1)</sup> Die Einmündung dieses hinteren, schon in den Jugendformen von 5 Mm. Länge angelegten Uterusanhangs scheint auch von Spangenberg gesehen, aber nicht verstanden worden zu sein. Derselbe beschreibt eine räthselhaft gebliebenen, scheinbar zweitheiligen dunklen Fleck in der tiefsten Spitze des Uterus, der vielleicht einem Receptaculum seminis entspreche.

Die Zellen des Keimlagers enthalten einen sehr spärlichen Protoplasmaleib im Umkreis des rundlich-ovalen Kernes, so dass das bekannte, bei Crustaceen so häufig beobachtete Bild wiederkehrt, als sei eine gemeinsame protoplasmatische Grundsubstanz von verschieden grossen Kernen dicht erfüllt. Im Umkreis dieses so gestalteten Lagers von Keimzellen findet sich eine scharf umgrenzte Hüllmembran, welcher hier und da ein kleiner, tangential gestellter Kern anzuliegen scheint. Der Ovarialstrang hat demnach eine zarte, wohl bindegewebige Hülle.

An Querschnitten durch das Ovarium grösserer, der Geschlechtsreife näher gerückten Weibchen erscheint das Verhältniss der Höhe zur Breite zu Gunsten der letzteren verändert und der laterale Theil des Zellenstranges mit dem kleinzelligen Material von Keimzellen erfüllt (Taf. XII, Fig. 13, 14). Peripherische Bindegewebszellen, beziehungsweise Kerne, vermochte ich an älteren Ovarien nicht mehr aufzufinden, so dass ich anfangs geneigt war, die zarte Hüllmembran als cuticulare Bildung der peripherischen Keimzellenlage zu betrachten. Das von Spangenberg auf der Oberfläche des Ovariums beschriebene Muskelnetz ist nach meinen Beobachtungen nicht vorhanden.

Der Inhalt des Querschnittes gibt über die Entstehung solcher Bilder Aufschluss, wie sie Nitsche beschrieben hat, über die Bedeutung des gewundenen Stranges von Eizellen, welcher die „innere und untere Hälfte der Eierstockslichtung“ einnimmt und aus welchem sich am oberen Abschnitte die zur Reife gelangten, hier reihenweise geordneten Eier entwickelt haben. Man sieht den medialwärts verdünnten, birnförmigen Querschnitt erfüllt von dichtgedrängten Zellen des Keimlagers, welche lateralwärts sehr klein sind und hier so dicht aneinander liegen, dass sich ihre Conturen schwer abgrenzen und der Anschein erweckt wird, als sei eine Ansammlung feinkörnigen Protoplasmas von einer grossen Zahl von Kernen dicht erfüllt. Hier ist offenbar die Brutstätte der jüngsten Eizellen, die nach der Medialseite an Umfang continuirlich zunehmen und mit dem fortschreitenden Wachstum einen relativ mächtigeren Protoplasmaleib gewinnen. In der Peripherie bleiben die Zellen klein und gestalten sich insbesondere an der medialen und ventralen Seite des Ovarialstranges mit dem Auftreten eines die grösseren Eizellen aufnehmenden Lumens zu einem epithelähnlichen Wandbelag. Zur Bildung einer ventralen Zellensäule, die sich durch weitere Differenzirung in den gewundenen Zellenstrang verwandelt, kommt es überhaupt nicht, vielmehr ordnet sich die Zellenmasse des Stranges mit dem fortschreitenden Wachstum durch Bildung

von Spalträumen in der Weise, dass in dorso-ventraler Richtung Columnen von Zellen auseinanderweichen, welche den Eindruck von einfachen oder doppelten, durch eine helle Zwischensubstanz gesonderten Zellreihen machen und im optischen Längsschnitt das Bild gewundener Zellenstränge bieten. Nach der Medialseite zu werden die Zellen dieser Columnen umfangreicher, zeigen jedoch ein ungleichmässiges Wachsthum, indem einzelne den anderen vorausseilen und nach Ablagerung von Dotterkörnchen, welche das Keimbläschen verdecken, als hüllenlose Eier in das der Medialwand anliegende Lumen eingedrängt werden.

Das Keimlager erstreckt sich somit über die ganze Länge des Ovariums und nimmt dessen laterale Wand ein, erschöpft sich aber zuerst in dem obersten Abschnitt, der in Folge dessen dünnwandig wird und dann mehr als Leitungsapparat dient. Von einem Gegensatz zwischen Nährzellen und Eizellen, wie ihn auch Nitsche, wohl durch die Angaben Spangenberg's über Abortivzellen veranlasst, annimmt, vermochte ich mich nicht zu überzeugen, muss denselben vielmehr entschieden bestreiten. Wenn auch zwischen den grösseren Eizellen einzelne kleinere Zellen zurückbleiben, so ist damit noch nicht ihre Bedeutung als Nährzellen der grösseren bewiesen, sondern weit eher die auf Kosten dieser unterdrückte Entwicklung wahrscheinlich gemacht. Ein Verhältniss, wie es nach Nitsche zwischen den grossen Eizellen und Strangzellen bestehen soll, der Art, dass jene als durch Production von Dotterkörnern gross gewordenen Strangzellen aus der Reihe der übrigen Strangzellen vorgeschoben, an mehreren kleinen, als Dotterbildungszellen fungirenden Strangzellen haften sollen, habe ich nicht bestätigen können, zumal ein solch einheitlicher Zellenstrang im Sinne der genannten Autoren in Wahrheit nicht existirt, vielmehr nur als künstliches Erzeugniss der Präparation<sup>1)</sup> betrachtet werden muss.

Die scheinbar complicirten Differenzirungen, welche sich im Inneren des Ovariums im Zusammenhang mit der ausserordentlichen Wucherung des Keimzellenlagers vollziehen, werden somit im Wesentlichen auf die Entstehung von Spalträumen zwischen den ungleich wuchernden Zellenmassen zurückzuführen sein. In ähnlicher Weise dürften auch die Eigenthümlichkeiten erklärt werden, welche W Giesbrecht<sup>2)</sup> an dem Ovarium der Notodelphyiden so merk-

<sup>1)</sup> Vergl. Nitsche l. c. Fig. 9 und 10.

<sup>2)</sup> W. Giesbrecht, Beiträge zur Kenntniss einiger Notodelphyiden. Mittheilungen aus d. zool. Station zu Neapel. 1882, Heft 2.

würdig befunden und eingehend dargestellt hat. Vielleicht gehören in die gleiche Kategorie von Umgestaltungen die gewundenen Eizellenstränge aus den Ovarien der Siphonostomen, wie sie von mir für *Caligus*, *Lernanthropus* u. a. G. beschrieben wurden. Ob sich in diesen Fällen das Keimlager zuerst epithelial angeordnet hat, wie es für die Ovarialanlagen der Notodelphyiden zu sein scheint, und somit die Eier aus einem Epithel abzuleiten sind oder ob, wie es wahrscheinlicher ist, die epitheliale Anordnung überhaupt unterbleibt und die Eizellen direct auf selbstständig gewordene, zur Sonderung gelangte Zellen des Keimlagers zurückzuführen sind, erscheint erst in zweiter Linie von Bedeutung.

Im Gegensatze zu den Ovarien besitzen die Oviducte eine muskulöse Umkleidung ihrer Wand, welche ein hohes, scharf umgrenztes Epithel trägt. Vor seiner Einmündung in den Uterus erweitert sich jeder Oviduct zu einer bald klein bleibenden, bald sackförmig vergrößerten Blase, in welcher die noch schalenlosen Eier vor ihrem Uebertritt in den Uterus aufgenommen werden. Erst im Uterus erhält das Ei, welches in seiner Peripherie eine überaus zarte Dotterhülle gebildet hat, die dicke Schalenhaut, welche bereits v. Siebold als das Product der Drüsengruppen erkannt hat. Auch die Uteruswand ist von einem Epithelbelag ausgekleidet, welcher aus kleinen flachen Zellen besteht, und wird äusserlich von dem bereits bekannten Muskelnetz umspannt und durch muskulöse Suspensorien an der Körperwand befestigt. Die paarigen, an der Vorderwand und Hinterwand auftretenden Ausstülpungen, die den Querschnitt vierzipfig erscheinen lassen, nehmen die Ausführungsgänge der Drüsen auf.

Bei *Br. torticornis* erlangt der blasenförmige Endabschnitt des Oviductes keinen bedeutenden Umfang, entsendet jedoch nach abwärts einen langen Schlauch, dessen hohe Epithelialbekleidung bemerkenswerth erscheint. Dieselbe scheidet eine gerinnbare Substanz aus, welche die eintretenden Eier umlagert und um dieselben vielleicht eine Hülle bildet (Taf. XII, Fig. 10). Ich war längere Zeit im Zweifel, ob das untere Ende des letzteren blind geschlossen sei oder eine Oeffnung besitze, habe jedoch eine solche niemals finden können, obwohl ich nach einer solchen um so eifriger suchte, als ich den absteigenden Schlauch für den Befruchtungsweg zur Einfuhr des Spermas zu halten geneigt war. Da ich jedoch niemals Zoospermien im Inhalt desselben nachweisen konnte, musste ich jene Vorstellung aufgeben und im Anschluss an eine eigenthümliche Verschlussvorrichtung, welche der sackförmige Ovi-

ductabschnitt nach dem Uterus hin zeigt, nach einer anderen Deutung des offenbar mit den Nebensäcken anderer Branchipusarten gleichwerthigen Schlauches suchen.

Die Verbindung des Oviductes mit dem Seitenhorn des Uterus wird nämlich durch einen kurzen Abschnitt hergestellt, dessen hohes Säulenepithel einem hohen Polster vergleichbar in das Lumen vorspringt und dieses klappenartig verschliesst (Taf. XII, Fig. 15 Kl). Die äussere Muskelauflagerung erscheint dabei keineswegs besonders kräftig gestaltet und besteht aus Ringmuskeln, welche die Stelle der mehr longitudinal verlaufenden Muskelfasern der Oviductwand vertreten.

Die Bedeutung dieser Verschlusseinrichtung, die mir längere Zeit räthselhaft blieb, dürfte sich im Zusammenhang mit den Vorgängen der Begattung und des während derselben erfolgenden Eierübertrittes in den Uterus aufklären. Ueber diese Vorgänge hat schon Spangenberg für *Br. stagnalis* Beobachtungen mitgetheilt, die ich für *Br. torticornis* bestätigen kann.

Meinen Beobachtungen zufolge scheint aber nach jeder Eierablage, mit welcher der gesammte Uterusinhalt entleert wird, eine Begattung nothwendig zu sein, nicht nur um das erforderliche Sperma in den weiblichen Körper zu übertragen, sondern um die Ueberführung der noch schalenlosen Eier in den Uterus zu ermöglichen. Unterbleibt die Begattung, so bleiben die Eier in dem Oviduct und dessen Anhangsack zurück. Ich habe beispielsweise ein Weibchen von *Br. torticornis* fünf Tage lang mit strotzend gefülltem Nebensack des Oviductes und leerem Uterus beobachtet. Als ich dann zu dem isolirt gehaltenen Thiere ein Männchen zufügte, fand ich einen Tag nachher die blauen Eidotter in den Uterus übergetreten und von dem Secrete der Schalendrüsen übergossen. Wahrscheinlich ist die Ueberführung der Eiermassen aus dem Oviductsacke in den Uterusraum von einer intensiven angestregten Action des enorm entwickelten Muskelapparates abhängig, diese aber vielleicht nur in Folge einer durch den Begattungsact gesteigerten Erregung auslösbar. An den Weibchen, deren Oviducte strotzend mit Eiern gefüllt sind, sieht man die gefaltete carmoisinrothe Wand des leeren Uterussackes sammt den Anhangsdrüsen von den zahlreichen muskulösen Suspensorien in lebhafter Bewegung auf- und abwärts gezerzt, ohne dass die Eier überzutreten vermögen. Soll der Uebertritt erfolgen, so muss der Widerstand der Verschlussvorrichtung durch intensive Bewegungen der Oviductmuskulatur überwunden werden. Andererseits aber wird jene die



Einführung von Zoospermien, welche während der Begattung in den Uterussack gelangen, in den Oviductraum unmöglich machen, in welchem sich niemals Samenzellen finden und wiederum hiermit im Zusammenhang wird die Befruchtung der Eier unmittelbar bei ihrem Uebertritt in den Uterus vor oder zugleich mit deren Umfließung von dem Schalensecrete erfolgen müssen. Wäre dieselbe, wie ich längere Zeit vermuthete, in den Nebensäcken des Oviductes möglich, so würde hier eventuell die Furchung vor der Schalenbildung eintreten können und andererseits nicht für jede Eierlage ein besonderer Begattungsact nothwendig sein. Wenn wir nun die nahe verwandte *Artemia salina* vergleichen, welche bei so grosser Uebereinstimmung mit *Branchipus* durch ihre parthenogenetische Fortpflanzung abweicht, und dementsprechend ohne den Einfluss des Begattungsactes die Eimassen aus den Oviducten in den Uterussack übertreten lässt, so vermissen wir hier den bei *Branchipus* so ausgeprägten Verschlussabschnitt am Oviducte. Auch der Nebensack, in welchem sich die Eier aus dem Oviducte vor Uebertritt in den Uterus anhäufen, ist kein selbstständiger Anhang des Oviductes, sondern der erweiterte, schräg aufsteigende Endabschnitt des Oviductes (Taf. IX, Fig. 6, 7). Der Oviduct verläuft bei *Artemia* vom Vorderende des Ovariums absteigend in gerader Richtung bis zu einem seitlichen Vorsprung nahe am Ende des zweiten Genitalsegmentes und biegt hier in den durch Muskelstränge befestigten erweiterten Endabschnitt (N S) über, welcher wiederum schräg medianwärts emporsteigt, um unterhalb der lateral gelegenen Drüsengruppe an der Vorderwand des Uterus in diesen einzumünden. Diese vereinfachte Gestaltung des Leitungsweges, die übrigens möglicherweise bei den mir nicht bekannt gewordenen Weibchen der von Männchen begleiteten Generation modificirt sein könnte, weicht von den *Branchipus*-Weibchen ab und kann als ein Merkmal der Gattung *Artemia* verwerthet werden, welches vielleicht mit der parthenogenetischen Fortpflanzung im Zusammenhange steht.

An den männlichen Larven erfolgt die Ueberwachsung beider Gliedmassen an jeder Seite des Genitalsegmentes getrennt, und man überzeugt sich leicht an günstigen Objecten von 3 bis 4 Mm. Körperlänge (Taf. X, Fig. 8, 9), wie die mesodermale Zellenmasse des vorderen Gliedmassenpaares zum Samenleiter und dessen Muskelbekleidung wird. Derselbe erscheint zuerst mehr transversal, dann später mit dem Herabrücken des vorderen Wulstes nach dem zweiten Segmente schräg longitudinal gestellt und geht in den

stärker aufgetriebenen Endabschnitt des Leitungsweges über, welcher zum grössten Theile von einer Ektoderm-Einwucherung des zweiten Genitalwulstes erzeugt wird. Diese wächst dem Samenleiter entgegen, vereinigt sich mit demselben und bildet das vorstülpbare Begattungsrohr (Fig. 10). Die an dasselbe sich ansetzenden Muskeln (M') scheinen durchaus von Mesodermzellen gebildet zu werden. Der vordere Gliedmassenwulst des Genitalzapfens zeichnet sich bei vielen Arten, z. B. *Br. Braueri* (Taf. X, Fig. 14), *stagnalis* etc., durch den Besitz eines Hakenfortsatzes aus, welcher auch am ausgebildeten Thiere persistirt. Bei *Br. torticornis* ist derselbe überaus klein und daher leicht ganz zu übersehen.

Die Verschiebung, welche das vordere dem ersten Genitalsegmente zugehörige Wulstpaar nach abwärts erfährt, wird auch an dem veränderten Lagenverhältniss desselben zu den beiden Ganglienpaaren des Doppelsegmentes erkannt. In den jüngeren Stadien liegen die Ganglien des zweiten Segmentes unterhalb der vorderen Wülste, welche zur Seite jenes Ganglions hervorzunehmen und von demselben auch einen Nerven erhalten (Taf. X, Fig. 8, 9 N). Später erscheinen die Wülste unter das Niveau des zweiten Ganglions herabgerückt. Ganz ähnlich verhält es sich auch mit der Lagenveränderung bei der weiblichen Form, nur dass sich hier das zweite Ganglienpaar mit seinen beiden fast unmittelbar aneinander liegenden Quercommissuren hinter der Dorsalwand des Uterus versteckt, und der Beobachtung schwieriger zugänglich wird.

Während sich die eben beschriebenen Veränderungen am Genitalsegmente vollziehen, erfährt die zweite Antenne im Gegensatze zu den Vereinfachungen der weiblichen Antenne Umgestaltungen, welche diese Gliedmasse zu einem ausgesprochenen Greiforgan tauglich machen. Zunächst — und das gilt für Formen beiderlei Geschlechtes — beginnt die Gliederung des Hauptastes unter gleichzeitiger Rückbildung der Schwimmborsten an beiden Aesten undeutlich zu werden. An Formen von  $4\frac{1}{2}$  bis 5 Mm. sind (Taf. X, Fig. 15) die Borsten an beiden Aesten nahezu vollständig weggefallen, und der Nebenast ist auf einen kurzen, bald völlig verschwindenden Höcker, der Hauptast auf einen ungegliederten, schwach sichelförmig gekrümmten Ausläufer des Stammes reducirt. Während dieser letztere beim Weibchen zu einer einfachen breiten mit Tastborsten besetzten Platte (Taf. X, Fig. 7) wird, die nach Verlust des Nebenastes direct in den kurzen spitzen Fortsatz, den rudimentär gewordenen Hauptast, ausläuft, wächst beim Männchen am Ende des Stammes ein knospenförmiger Vorsprung hervor (Taf. XI, Fig. 1 F), neben welchem

der Hauptast (H) als schwach gekrümmter Hakenfortsatz persistirt. Der Nebenast wird auch in der männlichen Antenne völlig eingezogen. Später wächst der neugebildete Vorsprung rüsselförmig in die Länge (Taf. XI, Fig. 2 F), krümmt sich um und treibt an der Spitze zwei Fortsätze, welche sich zu den Armen einer Zange umgestalten (Taf. XI, Fig. 3 Z). Ferner tritt am Basalglied des Stammes, welches sich an der Ventralseite der Stirn mit dem homologen Glied der anderen Seite vereinigt, ein dorsaler Auswuchs (Fig. 3 Fr F) hervor, welcher später medianwärts mit dem der anderen Seite zu dem unpaaren sogenannten Stirnfortsatz verwächst.

Auf diese Weise gewinnt die männliche Antenne die für die Untergattung *Streptocephalus* charakteristische Gestaltung, die freilich wiederum, insbesondere nach der Form und Länge des Stirnfortsatzes in den einzelnen Arten<sup>1)</sup> zahlreiche Modificationen bietet. Aehnliche Umformungen erfahren auch die Jugendformen der übrigen Branchipusarten, und zwar unter Abänderungen, welche zur Aufstellung von Untergattungen (beziehungsweise Gattungen) benützt worden sind.

Bei den *Chirocephalus*-Arten bleibt der dorsale Fortsatz des Basalgliedes jederseits gesondert und wächst zu einem oft langen und geringelten, selbst fingerförmig gelappten Stirntentakel aus, während sich der Hauptast zu einem zangenförmigen Greifhaken umgestaltet (Ch. Braueri, (Taf. XI, Fig. 7, 8), Grubei, Carnantanus (Fig. 9), australiensis).

Bei *Branchipus s. str. (stagnalis)* wächst der sogenannte Stirnfortsatz an jeder Antenne zu einem langen Tentakelfaden aus (Fig. 4, 5, 6 Fr F); der aus dem Hauptast gebildete Greifhaken (H) wird stabförmig gestreckt, und ein hakiger Fortsatz (Zf) wächst ähnlich wie auch bei den *Chirocephalus*arten am Medialrande des Stammgliedes hervor. Bei *Brachinecta* und *Artemia* kommt es gar nicht zur Entwicklung des Frontalanhanges, während das Stammglied einfach hakenförmig endet. Diese Antennenform bleibt der jugendlichen Gestaltung am nächsten.

Wesentlich sind also für die im Einzelnen ausserordentlich variirenden und zur Unterscheidung der Artengruppen verwerthbaren Greifantennen mehrere während des Wachsthums auftretende Fortsätze, neben welchen der aus dem rückgebildeten Hauptast hervor-

<sup>1)</sup> Vergl. Fr. Brauer, Beiträge zur Kenntniss der Phyllopoden. Sitzungsberichte der Wiener Akad. 1877.

gegangene terminale Greifhaken (H) für alle Arten constant ist und auch als Rudiment in Form eines spitzen Ausläufers am Ende des Stammes im weiblichen Geschlecht nachweisbar bleibt. Der an der Medialseite am Stammesende hervorwachsende Fortsatz (F), welcher zu einem langen rüsselförmigen, meist mehrfach umgeknickten Zangenträger werden kann, scheint nur bei den zur Untergattung *Streptocephalus* gestellten Arten aufzutreten. Allgemeiner ist der Stirnfortsatz verbreitet, welcher im Falle eines vorhandenen Zangenträgers meist zu einem unpaaren, kurzen und nur ausnahmsweise gegabelten Stirntentakel (*Str. vitreus*) auswächst. Fehlt der zum Zangenträger sich umgestaltende Fortsatz, so bleibt der Stirnfortsatz jederseits selbstständig und wächst entweder zu einem einfachen langen Stirntentakel aus (*Branchipus*) oder wird zu einem umfangreichen, mit warzen- oder fingerförmigen Auswüchsen versehenen, mehr oder minder gedrehten Anhang (*Chirocephalus*). In beiden Fällen tritt der mediale Fortsatz am Ende des Stammes hinzu, welcher dem selbst wiederum Auswüchse bildenden Greifhaken (H) als kurzer Zangenarm gegenüber steht.

Der Geschlechtsapparat des ausgebildeten Männchens ist nach Form und Lage bereits von den Autoren im Wesentlichen richtig beschrieben, wenn auch in der histologischen Darstellung mancherlei Lücken geblieben sind. Der schlauchförmige Hoden wiederholt genau die Lage des Ovariums in den mittleren und vorderen Abdominalsegmenten und biegt im oberen Abschnitte des Genitalsegmentes in den Samenleiter um. Indessen zeigt der vordere Theil des Hodens in seiner Structur bemerkenswerthe Abweichungen, welche bereits *Nitsche* bestimmten, denselben dem Samenleiter zu subsumiren. Indessen wird man correcter verfahren, denselben mit Rücksicht auf die Besonderheiten des feineren Baues und dementsprechend der Function als besonderen Abschnitt, etwa als Prostataabschnitt, zu unterscheiden, dessen Function in der Absonderung eines schleimigen Secretes besteht. Während der Hoden von den grösseren und kleineren Spermatoblasten erfüllt ist, welche in der Peripherie an der structurlosen Wand mehr oder minder deutlich nach Art eines Epithels angeordnet sind, nach dem Centrum zu bedeutend vergrössert und in lebhafter Theilung (unter Kernspindelbildung) begriffen, die kleinen im Lumen angehäuften Samenzellen liefern (Taf. XII, Fig. 16), findet sich an dem Prostataabschnitt eine epitheliale Umlagerung, welche nicht auf modificirtes Keimepithel zurückzuführen ist, und wohl einen mesodermalen Ursprung haben dürfte (Taf. XII, Fig. 18 Ep).

Die Zellen dieses Epithels sind viel umfangreicher als die Spermatoblasten, welche sie umlagern, erscheinen anfangs an der Uebergangsstelle des Hodens (Fig. 17) flach, werden dann aber kubisch (Fig. 18) und in dem weiter aufwärts gelegenen beträchtlich erweiterten Abschnitt hohe Cylinderzellen (Fig. 19), die an ihrer freien Fläche Secretballen absondern. Diese vertheilen sich zwischen den kleinen, aus dem Lumen des Hodenschlauches übertretenen Samenzellen und erscheinen im Vas deferens des lebenden Thieres als helle glänzende Kugeln, deren Masse die der Spermazellen bedeutend überwiegt. Nach dem Samenleiter hin, dessen Wandung sich durch eine Bekleidung von Ringmuskeln auszeichnet und lebhaft peristaltische Contractionen ausführt, wird das Epithel wieder flacher und in diesem selbst zu einem Plattenepithel, welchem keine secretorische Function mehr zukommen dürfte. Da eine scharfe Grenze nicht besteht, könnte man den drüsigen Abschnitt auch als oberen Theil des Vas deferens unterscheiden und dieses mit Rücksicht auf die kräftigen Contractionen seiner Wandung als Ductus ejaculatorius bezeichnen. Bei allen Arten verläuft der Samenleiter, mittelst einiger Muskelgruppen an der Körperwand befestigt (Taf. X, Fig. 12, 13 M), unter mehrfachen Windungen zum röhrenförmigen Begattungsglied, welches in der Ruhe der ganzen Länge nach in sich eingestülpt ist.

Während der Ausstülpung wird das Vas deferens in den Raum der vortretenden Ruthe nachgezogen, so dass sein Endabschnitt im völlig umgestülpten Zustande fast bis zum Ruthenende reicht. In der Regel bildet das Endstück des Vas deferens eine kleine Erweiterung, die man als Samenblase unterschieden hat. Selten erscheint dieselbe, wie z. B. bei *Br. Braueri* und *Grubei*, von beträchtlicher Ausdehnung und schärfer abgesetzt, häufiger, wie bei *Br. torticornis* und *stagnalis*, ist dieselbe jedoch kaum als Blase erkennbar (Taf. X, Fig. 12, 13).

Das röhrenförmige Begattungsglied, der Entstehung nach eine Ektodermwucherung des zweiten Genitalwulstes, wird an seinem inneren, mit dem Vas deferens verwachsenen Ende von einem sehr langen Muskel an der Körperwand fixirt. Derselbe verläuft schräg an der Rückenfläche des vorderen Genitalsegmentes, mit dem der anderen Seite sich kreuzend, und tritt beim Vorstülpen des Gliedes zugleich mit dem Samenleiter, dem vorwärtsrückenden Befestigungspunkte folgend, in den Raum des hervortretenden Gliedes ein. Bei *Br. torticornis* ist dasselbe halbkreisförmig nach aussen

gekrümmt und mit zwei Reihen von Haken besetzt, welche im Ruhezustand ähnlich wie die Rüsselhaken des *Echinorhynchus* in das Lumen der Einstülpung zurücktreten. Auch bei anderen Branchipusarten kehrt der Besatz cuticularer Haken am Begattungsgliede wieder mit Modificationen in Zahl und Grösse derselben. Von diesen einziehbaren, offenbar zur Fixirung während des Begattungsactes dienenden Widerhaken ist ein meist grösserer Haken an der Basis des Begattungsgliedes wohl zu unterscheiden. Derselbe entspricht dem terminalen Hakenfortsatz des vorderen Gliedmassenwulstes und ist bei einzelnen Arten, wie z. B. bei *Br. stagnalis*, von ansehnlicher Grösse. Für diese Art wurde derselbe von Spangenberg ganz richtig dargestellt und keineswegs, wie Nitsche (welcher dies Gebilde mit den inneren Haken des Penisrohres confundirte) hervorhebt, als der durchbrochene Penis betrachtet. Bei *Br. torticornis* fehlt der basale Haken auch nicht, wird jedoch wegen seiner geringen Grösse leicht übersehen; dagegen ist hier noch ein flacher, etwas gekrümmter Kegelfortsatz an der lateralen Seite vorhanden (Taf. X, Fig. 12, 13), während bei anderen Arten abweichende Verhältnisse in der Penistgestaltung auftreten.

Am mächtigsten ist der Hakenbesatz am Begattungsgliede einer australischen Branchipusart entwickelt, welche von Richter<sup>1)</sup> freilich nur in ihren äussersten Umrissen als *Br. australiensis* beschrieben wurde.

---

<sup>1)</sup> F. Richters, *Branchipus australiensis*. Journal des Museums Godeffroy, Heft XII, Taf. III.

## Verzeichniss der Literatur.

- Balfour: Handbuch der vergleichenden Embryologie, übersetzt von Vetter. Tom I u. II. Jena 1880.
- Berger E.: Untersuchungen über den Bau des Gehirnes und der Retina der Arthropoden. Arbeiten des zoologischen Institutes etc. Wien. Tom I. 1878.
- Buchholz R.: Branchipus Grubei Dybowsky. Schriften der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft in Königsberg. 1866.
- Brauer Fr.: Beiträge zur Kenntniss der Phyllopoden. Sitzungsberichte der Wiener Akademie. 1877.
- Braun M.: Ueber die histologischen Vorgänge bei der Häutung des *Astacus fluviatilis*. Arbeiten aus dem zoolog. Institut Würzburg. Tom II. 1875.
- Carrière J.: Die Sehorgane der Thiere, vergleichend - anatomisch dargestellt. München und Leipzig 1885.
- Claus C.: Zur Kenntniss des Baues und der Entwicklung von *Branchipus stagnalis* und *Apus cancriformis*. Göttingen 1873.
- Ueber die Entwicklung, Organisation und systematische Stellung der Arguliden. Zeitschr. für wiss. Zool. Tom. XXV. 1875.
- Zur Kenntniss der Organisation und des feineren Baues der Daphniden. Ebd. Tom XXVI. 1876.
- Untersuchungen zur Erforschung der genealogischen Grundlage des Crustaceensystems. Wien 1876.
- Zur Kenntniss des Baues und der Organisation der Polyphemiden. Denkschriften der k. Akademie. Wien 1877.
- Der Organismus der Phronimiden. Arbeiten des zoolog. Institutes etc. Wien. Tom II. 1879.
- Neue Beiträge zur Morphologie der Crustaceen. Arbeiten des zoolog. Institutes etc. Wien. Tom. VI. 1885.
- Giesbrecht W.: Beiträge zur Kenntniss einiger Notodelphyiden. Mittheilungen aus der zool. Station zu Neapel. 1882.
- Grobben C.: Die Entwicklungsgeschichte der *Moina rectirostris*. Zugleich ein Beitrag zur Kenntniss der Anatomie der Phyllopoden. Arbeiten des zoolog. Institutes etc. Wien. Tom II. 1879.
- Die Entwicklungsgeschichte von *Cetochilus septentrionalis*. Goodsir. Arbeiten aus dem zoolog. Institute etc. Wien. Tom III. 1881.
- Grenacher H.: Untersuchungen über das Sehorgan der Arthropoden, insbesondere der Spinnen, Insecten und Crustaceen. Göttingen 1879.

- Hickson Sydney J.: The Eye and Optic Tract of Insects. Quarterly Journal of Microscopical Science. 1885.
- Joly: Histoire d'un petit Crustacé (*Artemia salina*). Annales des sciences natur. Ser. II. Tom XIII. 1840.
- Klunzinger: Beiträge zur Kenntniss der Limnadien. Zeitschr. für wiss. Zool. Tom XIV. 1864.
- Einiges zur Anatomie der Daphnien. Ebendasselbst.
- Lankester E. Ray: Skeleto-Trophic Tissues and Coxal Glands of *Limulus*, *Scorpio* and *Mygale*. Quarterly Journal of Microscop. Science. London 1884.
- Leydig Fr.: Ueber *Artemia salina* und *Branchipus stagnalis*. Beitrag zur anatomischen Kenntniss dieser Thiere. Zeitschr. für wiss. Zool. Tom III. 1851.
- Naturgeschichte der Daphniden. 1830.
- Nitsche H.: Ueber den Geschlechtsapparat von *Branchipus Grubei*. Zeitschrift für wiss. Zool. Tom XXV. Supplementband. 1875.
- Packard A. S.: A Monograph of North American Phyllopod Crustacea. Washington 1883.
- Pelseneer Paul: Observations on the Nervous System of *Apus*. Quarterly Journal of Microsc. Science. 1884.
- Schmanekowitsch Wladimir: Ueber das Verhältniss der *Artemia salina* zur *Artemia Milhausenii* und dem Genus *Branchipus* Schaeff. Zeitschr. für wiss. Zool. Tom XXV. 1875. Supplementband.
- Zur Kenntniss des Einflusses der äusseren Lebensbedingungen auf die Organisation der Thiere. Zeitschr. für wiss. Zool. Tom XXIX. 1877.
- Spangenberg Fr.: Zur Kenntniss von *Branchipus stagnalis*. Zeitschr. für wiss. Zool. Tom XXV. Supplement. 1875.
- Bemerkungen zur Anatomie der *Limnadia Hermannii*. Ebend. Tom XXX. 1875.
- Ueber Bau und Entwicklung der Daphniden. Göttinger Gelehrten-Anz. 1879.
- Tullberg Tycho: Studien über den Bau und das Wachsthum des Hummerpanzers und der Molluskenschalen. Stockholm 1882.
- Weismann A.: Ueber Bau und Lebenserscheinungen von *Leptodora hyalina*. Zeitschr. für wiss. Zool. Tom XXIV. 1874.
- Viallanes H.: Etudes histologiques et organologiques sur les centres nerveux et les organes des sens des animaux articulés. I. Le ganglion optique de la langouste. II. Le ganglion optique de la Libellule. Annales des sciences natur. Sér. VI. Tom XVII. 1885.
- Zaddach E. G.: De apodis cancriformis Schaeff. anatome et historia evolutionis. Dissertatio inaug. etc. Bonnae 1841.



## Erklärung der Abbildungen.

## Bedeutung der Buchstaben.

Ant.' Antennen des ersten Paares.	Md. Mandibel.
Ant." Antennen des zweiten Paares.	Mes. Mesoderm.
AD. Afterdarm.	Mes S. Mesodermstreifen.
ADr. Antennendrüse.	Mx. Maxille.
AG. Antennenganglion.	N. Nerven.
Bk. Bindegewebskern.	NDR. Nackendrüse. (Nackenschild).
Bz. Bindegewebszelle.	NS. Nebensack des Oviductes.
Cer. Gehirn.	Nz. Nackenzellen.
Cer. <sup>1</sup> Secundäres Gehirn.	O. Auge.
Dk. Darmcanal.	Od. Oviduct.
Ekt. Ektoderm.	Oe. Oeffnung.
Ent. Entoderm.	OL. Oberlippe.
F. Fettkörper.	Ov. Ovarium.
Fr. Frontalorgan.	P. Penis.
Fz. Fettzelle.	Sl. Schlund.
G. Ganglion.	S. Sebne.
GA. Ganglion-Anlage.	S. Dr. Speicheldrüsen.
Glw. Gliedmassenwulst.	Sbl. Samenblase.
GO. Augenganglion.	SC. Schlundcommissur.
Gz. Ganglienzelle.	St. O. Stirnauge.
H. Herz.	T. Hoden.
HA. Herzanlage.	Tz. Terminalzelle.
HDr' Hintere schalenbildende Drüse des ersten Paares.	U. Uterus.
HDr." Hintere schalenbildende Drüse des zweiten Paares.	V. Dr. schalenbildende Drüse an der Vorderwand des Uterus.
M. Muskel.	V. M. Ventrals Myomer.

## Taf. I.

Fig. 1—9. Querschnitte durch den Leib einer Branchipuslarve im Naupliusstadium. Die Zeichnungen sind mittelst der Oberhäuser'schen Camera Hartn, Syst. V bei ausgezogenem Tubus ausgeführt.

Fig. 1. Querschnitt durch den hinteren Leibesabschnitt einer Branchipuslarve im Naupliusstadium. Die Mesodermlage (Mes.) noch einschichtig.

Fig. 2. Querschnitt durch die Gegend des späteren ersten Beinsegments, unter derselben Vergrößerung. GA. Anlage des Ganglions. HC. Höhlung des Herzens, dessen Wand noch nicht vom Mesodermstreifen gesondert ist.

Fig. 3. Querschnitt durch die Maxillarregion und Oberlippe.

Fig. 4. Querschnitt durch das Mandibelsegment und dessen Ganglion, welches noch dem Ectoderm anliegt. SDR. Speicheldrüsen der Oberlippe.

Fig. 5. Querschnitt durch den Schlund und Oberlippe in der Gegend des Antennenganglions. AG. Antennenganglion.

Fig. 6. Querschnitt durch die Basis der Oberlippe und Schwimmfussantennen, SC. Schlundcommissur, AD. Antennendrüse, Dk. Darm.

Fig. 7. Querschnitt durch das hintere Ende des Gehirns vor dem Uebergang in die Hirnschenkel oder Quercommissuren.

Fig. 8. Querschnitt durch die mittlere Gegend des Gehirns an der Basis der vorderen Antenne.

Fig. 9. Querschnitt durch das vordere Ende des Gehirns in der Scheitelgegend. GO. Augenganglion. NZ. Nackenzellen.

Fig. 10. Hinterleibsende einer 0·7 Mm. langen Branchipuslarve. TZ. Die beiden Terminalzellen. AD. Afterdarm. MS. Mesodermstreifen.

Fig. 11. Dasselbe von einer 0·9 Mm. langen Larve.

#### Taf. II.

Fig. 1. Branchipuslarve von 0·8 Mm. Körperlänge von der Bauchseite dargestellt. Ant.' Vordere Antenne. AM. Muskel derselben. Ant." Schwimmfussantenne mit Muskeln. Lt Levatores der Oberlippe. LDr. Die 3 Drüsenzellen der Oberlippe. MdT. Mandibeltaster mit Kaustück und Borste an demselben. Mxg.' Mxg." Die Ganglien der Maxillenpaare. GA. Ganglienanlagen der Beinegmente. Dk. Darmcanal. VM. Ventrale Stammuskeln. AD. Afterdarm.

Fig. 2. Ganglienanlage in vorgeschrittem Zustand, mit den Quercommissuren, von der Bauchseite gesehen. Medialwärts von der zuerst angelegten, nach hinten vorspringenden Masse treten Gruppen von Ganglienzellen mit der vorderen und hinteren Quercommissur hervor.

Fig. 3. Die Anlage des 7.—11. Beinpaars einer 1·5 Mm. langen Larve mit Rücksicht auf die einwuchernden Mesodermmassen und die ventrale Lappenbildung. GA. Anlagen der Ganglien.

Fig. 4. Die letzten Somiten nebst Furcalstück einer 1·4 Mm. langen Larve. 15 S. 15. Somit, 16 S. 16. Somit. Knz. Knospungszone des Mesoderms. Gz' Gz." Die Ganglienzellen am Darm. Tz. Die beiden seitlichen Zellen im Afterstücke. Kb. Kothballen.

Fig. 5. Dorsalansicht der hinteren Somiten einer 2 Mm. langen Larve (linke Körperhälfte). HA. Anlage der 16. Herzkammer am Dorsalende des 16. Somiten. KnZ. Knospungszone, das 19. und 20. Somit enthaltend.

Fig. 6. Die hinteren Somiten einer 2·15 Mm. langen Larve, von der Bauchseite dargestellt. (Rechte Hälfte.) Hinter dem 19. Segment findet sich als Rest der Knospungszone noch die Anlage eines 20. Somiten, die später rückgebildet wird. V. Tb. Ventrale Tastborsten am 15. und 17. Segment.

Fig. 7. Die vorderen Abdominalsegmente einer 2·3 Mm. langen Larve mit den zugehörigen Gliedmassenwülsten (Glw.' und Glw." ) und Ganglienanlage (GA.). D. Tb. Dorsale Tastborsten. Auch das 7. ventrale Tastborstenpaar des 19. Segmentes ist vorhanden.

Fig. 8. Mandibelfortsatz am Basalglied der Naupliusgliedmasse. B. Borste an demselben.

#### Taf. III.

Fig. 1. Bindegewebszellen, welche während der Segmententwicklung einer 1·65 Mm. langen *Artemia* sich vom Mesoderm lösen und mit ihren Ausläufern am langen Afterdarm (AD.) sich befestigen. Rmz. Ringmuskelnzellen.

Fig. 2. Querschnitt durch ein in der Entwicklung begriffenes Thoracalsegment einer Branchipuslarve. GlA. Gliedmassenanlage im Ectoderm.

Fig. 3. Querschnitt durch die Mitte der Maxillarregion und die Schalendrüse einer 1·3 Mm. langen Branchipuslarve. Ao. Aorta. DrS. Drüsensäckchen, Drk. Drüsencanal. G. Ganglion. DM. Dorsaler Stammmuskel. VM. Ventraler Stammmuskel. Mx. Maxille.

Fig. 4. Querschnitt durch die hintere Partie der Maxillarregion derselben Larve. Oe. Oeffnung des Drüsenganges der Schalendrüse (SDr.). Hg. Mediane Hypodermiswucherung zum Ansatz der absteigenden Muskelbündel. Mx." Zweite Maxille.

Fig. 5. Stück eines Querschnittes durch ein beintragendes Segment einer 1 Mm. langen Larve mit noch ectodermaler Lage des Ganglions und der Anlage der Bauchdrüse (BDr.).

Fig. 6. Querschnitt durch das in der Gliederung begriffene Bein und das zugehörige Segment derselben Larve. HW. Herzwand. BrP. Branchialplatte. BrS. Branchialsäckchen. DS. Dorsallappen (Aussenast). BL. Basallappen (Stamm). ML. Mittellappen. VL. Ventralappen (Innenast).

Fig. 7. Querschnitt durch ein Thoracalsegment eines jugendlichen 8½ Mm. langen Branchipus unter schwacher Vergrößerung. Man sieht die von Stützfasern der Hypodermis getragenen Bindegewebszüge (S), welche die absteigenden Muskelbündel des Segments (p) und die ventralen der Gliedmasse (b') verbinden. N. Längscommissur. H. Herz.

Fig. 8. Querschnitt durch das 4. Abdominalsegment derselben Form. Sp. Bindegewebige Septalplatte. Ov. Ovarium.

Fig. 9. Die in der Bildung begriffene Herzkammer des 17. Segment, sowie die Anlagen der 18. und 19. noch an den Somiten des Mesoderms haftenden Kammern einer circa 1·7 Mm. langen Larve. Mz. Muskelzellen. Bz. Bindegewebszellen.

Fig. 10. Die 3 hinteren Herzkammern einer circa 2¼ Mm. langen Branchipuslarve von der Rückenseite aus gesehen. Mk. Kerne der Muskelzellen. B. Bindegewebskerne. BS. Bindegewebige Suspensorien. Ost. Ostien der Herzkammer. DTb. Dorsale Tastborsten des 18. und 19. Segmentes.

Fig. 11. Seitenthail zweier aufeinanderfolgenden Kammern eines jugendlichen Branchipus, von der Rückenseite aus. Man sieht die Querstreifung der Fibrillen. Ost. Ostien mit den kernhaltigen Klappen.

Fig. 12. Querschnitt durch das Herz und die umgebenden Organe. Präparat nach Osmiumbehandlung und Carmintinction. Int. Integument. Rmk. Kerne der Ringmuskeln am Darm. Blz. Blutzellen im Lumen des Herzens.

#### Taf. IV.

Fig. 1. Kopf und erstes Thoracalsegment einer jungen 7 Mm. langen Artemia von der Rückenfläche aus gesehen. L. Lebersäckchen. FrO. Frontalorgan. Im Mandibelsegment sieht man die dorsalen Muskeln dieser Gliedmasse (a, b) und in der Tiefe durchschimmernd den gemeinsamen transversalen Sehnenbausch der vorderen Muskelgruppe und die quer durchgehenden hinteren Mandibelmuskeln. Ao. Aorta. SDr. Schalendrüse. DM. Dorsales Metamer des ersten Brustsegments, in das reducirte Metamer der Maxillarregion übergehend.

Fig. 2. Kopf einer jungen Artemia vom Rücken aus betrachtet, etwas stärker vergrößert. Die Richtung des Blutstromes durch Pfeile angedeutet. Cer. Gehirn. O. Augenstiel. Fz. Fettzellen.

Fig. 3. Blutzellen von Artemia im lebenden Zustand unter starker Vergrößerung (Hartn. Oc. 3, Obj. IX) dargestellt.

Fig. 4. Die beiden Gruppen der Nackenzellen einer Branchipuslarve, von der Rückenseite des lebenden Thieres dargestellt. Dieselben (Nz) liegen hinter dem Stirnauge dicht vor der Begrenzung der Nackenscheibe und sind je in einem convergirenden Bündel von Connectivfasern suspendirt.

Fig. 5. Schalendrüse von Branchipus torticornis mit der absteigenden in das vordere Beinsegment eintretenden Schleife, welche bei Artemia fehlt. Bl. L. Blutlacunen zwischen dem Integumente und den an dasselbe und unter einander durch Connectivfasern verbundenen Schleifen.

Fig. 6. Ein Ganglienpaar der Branchipuslarve mit den anliegenden Bauchdrüsen. Dz. Drüsenzelle. Nz. Nebenzellen. Ag. Ausführungszelle. N', N''. Die aus dem vorderen und hinteren Abschnitt des Ganglions austretenden Nerven.

Fig. 7. Die Ganglien des Genital-Doppelsegments derselben Larve mit dem Rudiment der Bauchdrüse am vorderen Ganglion (G'). Ganglion des 2. Genitalsegmentes mit ihrer sehr dünnen hinteren Commissur. G''' Ganglienanlage des nachfolgenden Segmentes. BDr. Bauchdrüse. Ganglienrudiment des 3. Abdominalsegmentes. Gw', Gw''. Die Gliedmassenwülste des Genital-Doppelsegments.

Fig. 8. Beindrüse im Stammglied eines Branchipusbeines. b, b', b''. Die stärkeren Borsten am Innenrand (die langen Schwimmborsten sind nicht dargestellt). Dz. Drüsenzelle. Nz. Die Nebenzellen. Ag. Ausführungszelle. Dr'. Kleine Drüse.

Fig. 9. Beindrüse eines jugendlichen Branchipus.

#### Taf. V.

Fig. 1. Maxillarregion der *Artemia*, von der Bauchseite dargestellt, mit besonderer Berücksichtigung der Ganglien, Nerven und Muskeln. OL. Oberlippe. M. Seitlich absteigende Muskeln der vorderen Maxillen. LM. Längsmuskel. QM. Quermuskeln innerhalb derselben. Mx''. Maxillen des zweiten Paares. Mdg., Mx'' g. Ganglien der Mandibeln, der ersten und zweiten Maxillen. B'g. Ganglion des ersten Beinpaares. N. Nerven. H. Md. M. Hintere Gruppe der Mandibel-Musculatur.

Fig. 2. Vordere Kopfpartie einer jungen *Artemia*, von der Bauchseite gesehen, etwas schwächer vergrößert. SO. Sinnesorgan der Kolbenzellen, am Stirnfeld die Ventralseite des Stirnages bedeckend. A''M. Muskeln der weit getrennten Stirnhörner, DrR. Rest der Antennendrüse, der noch im ausgewachsenen Thiere nachweisbar bleibt. Fz. Fettzellenstrang. N. Nerven der Tastborsten. Cer. Hinterrand des Gehirns, unter welchem oberhalb des Oesophagus (Oes) das Blut ventralwärts in der Richtung der Pfeile herabströmt. Zu den Seiten des Stirnages sieht man zwei Gruppen von Connectivfasern des Endoskelets dargestellt. L. Levator der Oberlippe.

Fig. 3. Kopf einer Branchipuslarve von kaum 2 Mm. Länge, von der Bauchseite dargestellt. Man sieht an der Oberfläche des Gehirns und unterhalb des Stirnages die ersten Kolbenzellen mit spiculaähnlichen Einlagerungen. FrO. Frontalorgan. OM. Der transversale gemeinsame Augenmuskel. A'N. Nerv der ersten Antenne. LO. Levator der Oberlippe.

Fig. 4. Gehirn einer 3 bis 4 Mm. langen Larve von *Branchipus* von der Ventralseite gesehen, mit dem guirlandenförmigen Halbringe von Sinneszellen. VL. Vorderlappen. AL. Antennenlappen. CK. Centralkörper. G. Gz. Grosse Ganglienzellen am Hinterrande. A'N., A''N. Die Nerven der Antennen und der Stirnhörner.

Fig. 5. Die Kolbenzellen des medianen Sinnesorganes der Stirnfläche, circa 300fach vergrößert.

Fig. 6. Querschnitt (Frontalschnitt) nahe der Vorderfläche, durch die Stirnhörner eines ausgewachsenen Weibchens von *Branchipus torticornis*. SF. Sinnesfeld mit den Kolbenzellen zwischen dem Gerüst von Connectivfasern. ZwF. Zwischenfeld der rechten und linken Antenne mit Connectivfaserzügen. Fz. Fettzellen. Schwache Vergrößerung.

Fig. 7. Querschnitt durch die Mitte der Stirnhörner und der betreffenden Kopfgegend. Man sieht die gemeinsame transversale Sehnenscheibe des Endoskelets mit den sich anheftenden Muskelgruppen (M). Oberhalb derselben Gruppen von Kolbenzellen, der Anschnitt des medianen Gehirnvorsprungs und das Stirnauge. A'. Antennen. A''. Stirnhörner.

Fig. 8. Endstück des Bauchstranges eines jungen *Branchipus torticornis*. Rechte Hälfte, von der Bauchseite dargestellt. G15S. Rudimentäres Ganglion des 15. Segmentes. Vb15S. bis Vb17S. Ventrale Tastborsten des 15. und 17. Segmentes. Gz. Ganglienzellen unter dem Integument. Db16S., Db18S. bis Db19S. Dorsale Tastborsten des 16., 18. und 19. Segmentes. Mz. Muskelzellenstrang. M. Muskelzug in das Afterstück.

**Taf. VI.**

Fig. 1. Schräger Querschnitt durch das Antennensegment einer Branchipuslarve. DrS. Endsäckchen der Antennendrüse. Sg. Schleifengang. Oe. Oeffnung derselben. SC. Schlundcommissur. A''M. Transversaler Antennenmuskel. Oes. Oesophagus. DM. Dorsalwärts absteigender Antennenmuskel.

Fig. 2. Querschnitt dicht hinter der Antennendrüse. RM. Ringmuskel des Oesophagus. SC Schlundcommissur.

Fig. 3. Schräger Querschnitt durch die Basis der Oberlippe mit dem Lippenring (Lr.) und den beiden hinter dem Schlunde gelegenen dicht aufeinanderfolgenden Quercommissuren des Antennen-Ganglions (GA''). Das Bild ist aus drei aufeinanderfolgenden Schnitten zusammengesetzt.

Fig. 4. Nachfolgender Schnitt durch das Ganglion am Lippenring (LG.). Md. Mandibel. Fz. Fettzellen in der Oberlippe.

Fig. 5. Schräger Schnitt durch die Mandibeln und Oberlippe eines 8½ Mm. langen Branchipus torticornis. MdG. Mandibelganglion. Man sieht die mit Härchen besetzten Erhebungen zwischen der Mandibel und an der Oberlippe im Vorraum des Mundes.

Fig. 6. Hypopharynx (Hp) und Epipharynx (Ep) stärker vergrößert.

Fig. 7. Querschnitt (dorsoventral) durch die vordere Gehirnpartie eines jungen (8½ Mm. langen) weiblichen Branchipus. Bk. Bindegewebskerne, Gz. Centralwärts vorgeschobene Ganglienzellen der Hirnrinde.

Fig. 8. Ein solcher durch die mittlere Gegend vor dem Ursprung des Sehnerven. DGl. Dorsale Ganglienlager. VGL. Vorderer ventraler Lappen. CK. Centralkörper.

Fig. 9. Querschnitt in gleicher Richtung durch die hintere Gehirngegend, welcher den Opticus (NO) und Antennennerven (NA') getroffen hat. (Vergl. Taf. V, Fig. 5.) AL. Antennenlappen.

Fig. 10. Querschnitt durch das Frontalorgan und das Stirnauge einer 1.2 Mm. langen Branchipuslarve. Pk. Die zwei ventralen Kernblasen des Pigmentkörpers. Cz. Centralzelle des Frontalorgans. GF. Gehirnfortsatz zum Frontalorgan.

Fig. 11. Ventralansicht des StirnAuges und Frontalorganes einer circa 3 Mm. grossen Branchipuslarve von der Ventralseite dargestellt. HZ. Hypodermiszellen. N. Medianer Nerv, welcher die unpaare ventrale Gruppe von Nervenzellen versorgt. N'. Die beiden seitlichen Nerven der dorsalen Seitengruppen. M. Muskel.

Fig. 12. Dorsalansicht des StirnAuges einer circa 2 Mm. langen Branchipuslarve. Nz. Die beiden Zellengruppen des Nackenorgans. Dl. Dorsallappen des Gehirnes, hinter denen der gemeinsame transversale Augenmuskel (Mt.) verläuft.

**Taf. VII.**

Fig. 1. Querschnitt durch das Gehirn und Seitenauge einer 1.2 Mm. langen Branchipuslarve in der Gegend der Nervenzellen (Nz). Zeichnung mittelst Camera. Cer. Primäres Gehirn. Cer'. Secundäres Gehirn (Dorsallappen und Augenganglion). Ret. G. Retinaganglion. Nb. Nervenbündelschicht. Kz. Knospungszone.

Fig. 2. Linkes Auge eines jungen Branchipus nach dem lebenden Thiere von der Bauchseite dargestellt. GO. Augenganglion in der Knospungszone mit dem Retinaganglion vereint. Der Zellenbelag an der Vorderfläche breitet sich dorsal und ventralwärts über den Kegel der Marksubstanz aus, dessen Hinterfläche schwach eingekrümmt erscheint. Cf. Connectivfasern. Mt. Gemeinsamer transversaler Augenmuskel.

Fig. 3. Rechtes Auge derselben Larve nach dem lebenden Thiere von der Rückenfläche aus dargestellt. FO. Frontalorgan. Dl. Rechter Dorsallappen des Gehirns. M'. M''. Die beiden schrägen Augenmuskeln.

Fig. 4. Schräger Horizontalschnitt durch das Gehirn und Auge eines ausgewachsenen Branchipus, schwach vergrößert. Kz. Faserkreuzung im Augenganglion. Nb. Nervenbündelschicht, RetG. Retinaganglion.

Fig. 5. Längsschnitt durch die Retina eines ausgewachsenen Branchipus. Hartn. Syst. IX, Oc. 3. Nb. Proximaler Abschnitt der Nervenbündelschicht, Gz. Nervenzellschicht (sog. Körnerschicht) des Retinaganglions. Bm. Grenzmembran zwischen beiden. Rs. Reticuläre Schicht (des Retinaganglions). Bk. Bindesubstanzkerne in dem bindegewebigen Fasergerüst.

Fig. 6. Die Bindesubstanz aus dem Retinaganglion isolirt dargestellt.

Fig. 7. Längsschnitt durch den Pigment- und lichtbrechenden Abschnitt des Auges, unter gleich starker Vergrößerung. Nb. Proximaler Abschnitt der Nervenbündelschicht. Mb. Basalmembran. Nst. Schicht der Nervenstäbe oder Retinulae. K. Fünftheilige Terminalkolben derselben mit den eingeschlossenen Kernen. Kr. Krystallkegelzellen. Hy. Hypodermis und corneale Cuticula.

Fig. 8. Querschnitte durch die Krystallkegelzellen. a. Oberflächliche Einstellung unterhalb der Cuticula. Im Umkreis der viertheiligen Krystallkegel liegen die interstitiellen Kerne der Hypodermiszellen. b. Etwas tiefere Einstellung. Die 6seitigen Felder sind die Zellen der Krystallkegelzellen. c. Tiefe Einstellung der viertheiligen Elemente unterhalb der Krystallkegel mit den zwischenliegenden Bluträumen. Hartn. Syst. IX, Oc. 3.

Fig. 9. Querschnitte durch die fünftheiligen Stäbe. a. Durch die vordere noch ziemlich pigmentfreie Zone, in welche die Enden der Krystallkegelzellen eingesenkt liegen, mit den Kernen der Retinulazellen. b. Tieferer Querschnitt durch tiefe Schicht mit der Pigmenthülle der Rhabdome.

Fig. 10. Längsschnitt durch das Auge einer etwa 3 Mm. langen Branchipuslarve.

Fig. 11. Schräger Verticalschnitt durch das Auge und Gehirn eines noch sehr jungen Apus cancriformis. Vh. Vorhöhle des Auges. Kz. Knospungszone. Bz. Bindegewebszone zwischen Augenganglion und Retinaganglion. Zeichnung mittelst Camera. Schwache Vergrößerung.

Fig. 12. Medialer Theil des Schnittes stark vergrößert, um die Lage der Hypodermiszellen (Hz) oberhalb der Krystallkegelzellen zu zeigen. Klz. Krystallkegelzellen.

Fig. 13. Nervenbündel und Sehstäbe eines grösseren Apus in ihrem Zusammenhang. Mb. Basalmembran.

#### Taf. VIII.

Fig. 1. Antennen- und Mandibel-Region einer Artemialarve, vom Rücken aus betrachtet, etwa 150fach vergrößert. NS. Rand des Nackenschildes. DrS. Säckchen der Antennendrüse. Die dorsalen Muskelgruppen der Antennen und Mandibeln sind bereits im Beginn der Rückbildung. a. vordere, b. hintere Muskelgruppe,  $\alpha$ ,  $\beta$ . schräg absteigende Muskeln. (Vergl. Taf. IX, Fig. 2 und 3.) VM. Die 2 hinteren ventralen Muskeln der Mandibeln. S. Intermusculare Sehne der als Adductoren der Kieferladen wirkenden Kaumuskeln, aus der Tiefe durchschimmernd. Md. Mandibel. MdF. Mandibelfuss.

Fig. 2. Kopf einer Branchipuslarve vom Rücken betrachtet unter derselben Vergrößerung, um den Verlauf der dorsalen Muskeln der Antennen und Mandibeln, sowie die Lage der Antennendrüse anschaulich zu machen. Linksseitig sind die Fettzellen (Fz.) unter dem Nackenschild, rechtsseitig die des Mandibelsegmentes eingezeichnet. K. Concremente im Schleifengang der Schalendrüse. Buchstaben wie in Fig. 1.

Fig. 3. Etwas schräg gehaltener Querschnitt durch den Kopf oberhalb des Mandibelsegmentes. Man sieht die Ausbreitung der Endoskeletplatte (ESk) mit ihren Pfeilern und Spangen, welche mittelst Connectivfasern, beziehungsweise der Basalmembran am Integument befestigt sind. A'M. Insertion des grossen Herabziehers der ersten Antenne. SC. Schlundcommissur. Oes. Oesophagus. M. Dilatatoren desselben. Fz. Fettzellen. Bs. Blutsinus in der Verlängerung der Aorta.

Fig. 4. Querschnitt durch die mediane Sehne (S.) und die Adductoren der Mandibel in der vorderen Gegend des Mandibelsegments. KR. Kaurand. J. Ventrals Integument zwischen den Kieferplatten der Mandibel.

Fig. 5. Schnitt durch das Integument des Stirnhornes eines männlichen Branchipus. Cu. Cuticula. HyZ. Hypodermiszellen bei beginnender Chitinisierung. M. Muskelfibrillen. Hartn. Syst. IX, Ocul. 3.

Fig. 6. a. und b. Schnitte durch den Fadenanhang der männlichen Stirnhörner. Bm. Basalmembran. Hartn. Syst. IX, Oc. 3.

Fig. 7. Querschnitt durch den Vorderrand der Mandibel. Die Chitinogenzellen sind in Faserbalken umgewandelt, zwischen denen sich Reste des Protoplasmas mit den zugehörigen grossen Kernen finden. Vergrösserung wie Fig. 6.

Fig. 8. Schnitt durch das Rückenintegument des Antennensegments mit vorgeschrittener Chitinisierung der Hypodermiszellen und deren Basalmembran. L. Lücken in dem chitinisirten Gewebe, hier und da Blutzellen enthaltend. Vergrösserung wie Fig. 7.

Fig. 9. Ein ähnlicher Schnitt unter schwacher Vergrösserung.

Fig. 10. Gewebe der Zwischensehne der Mandibelmuskeln von einem jungen Branchipus. Hartnack Syst. IX, Ocul. 3.

#### Taf. IX.

Fig. 1. Die medialen Muskeln des Beinstammes von Artemia. VM. Ventrals Myomer zur Seite des Ganglions. VC. Vordere Commissur. HC. Hintere Commissur. Z. Zapfenförmiger Vorsprung des Integuments zwischen beiden Commissuren. BDr. Beindrüse. a', a". Die beiden vorderen schräg absteigenden Muskeln. b'. Der hintere transversale Muskel.

Fig. 2. Die lateralen Muskeln der grossen Maxille und der linksseitigen Beine der beiden ersten Brustsegmente von Artemia, von der Aussenseite dargestellt. SDr. Schalendrüse. Mx'. Maxille. a. Die vordere Gruppe von transversalen Muskelbündeln. b. Die in gleicher Richtung verlaufende hintere Gruppe.  $\alpha$ . Der vom vorausgehenden Segmente schräg zur vorderen Gruppe absteigende Muskel.  $\beta$ . Der schräg absteigende Muskel der hinteren Gruppe.  $\gamma$ . Nach der Medianlinie des Segmentes convergirende tiefe Muskeln.

Fig. 3. Lateralmuskeln der Extremität eines der folgenden Segmente.

Fig. 4. Anlagen der beiden Genitalgliedmassen G'w. G''w. von Artemia. GA. Anlage der vorderen zugehörigen Ganglien.

Fig. 5. Die drei vorderen Abdominalsegmente einer jungen weiblichen Artemia, in seitlicher Ansicht. Die Genitalwülste sind bereits zum Genitalsack verwachsen, in gleicher Weise ist die Bildung des Uterus mit seinen Anhangsdrüsen, sowie der Oviducte vollendet. Ov. Ovarium. DM. Dorsales Myomer. VM. Ventrals Myomer. Od. Oviduct. Ut. Uterus. VDr. Vordere Eischalen - bildende Drüse an der Vorderwand des Uterus. HDr'', Eischalen bildende Drüse an der Hinterwand des unteren Uterusstückes. Tb. Dorsale Tastborste. M. Transversaler Muskel. M'. Schräg aufsteigender Muskel. M''. Muskelband, welches vom ventralen Integument aus den Darm umgreifend zum Rückengefäss zieht und zugleich mit den Pulsationen des Herzens schwingt.

Fig. 6. Genital-Doppelsegment einer etwas älteren *Artemia* schräg ventralwärts dargestellt. NS. Der dem Nebensack von *Branchipus* entsprechende Endabschnitt des Oviductes. Sin. Sinusartige Auftreibung an der Seite des Doppelsegmentes. HDR'. Eischalen-bildende Drüse an der Hinterwand des vorderen Uterusabschnittes. Oe. Oeffnung des Eierbehälters. Die übrigen Buchstaben wie in Fig. 5.

Fig. 7. Genitalsack einer nahezu ausgewachsenen *Artemia* von 12 Mm. Länge, schräg von der Bauchseite dargestellt. Der Uterus (Ut.) hat noch keine Eier aufgenommen. Mn. Muskelnetze, welche den Uterus und die untere schalenbildende Drüse aufwärts ziehen.

#### Taf. X.

Fig. 1'. Die beiden Genitalsegmente mit den zugehörigen Gliedmassenwülsten einer 3 Mm. langen weiblichen Larve von *Branchipus torticornis*, von der Ventralseite dargestellt. Ut. Uterusanlage.

Fig. 1. Dieselben einer gleichgrossen Larve von *Br. stagnalis*. (Zeichnung aus dem Jahre 1874.)

Fig. 2. Mittelstück derselben Segmente einer 4 Mm. langen Larve von *Br. torticornis* mit weiter differenzirtem Genitalapparat. Der vereinigte Gliedmassenwulst des ersten Paares springt bereits mächtig vor.

Fig. 3. Dasselbe einer 5 Mm. langen weiblichen Larve bei tieferer Einstellung. Von den Schalendrüssen sind nur die der Rückenwand des Uterus zu sehen.

Fig. 4. Genitalanlage eines 6 Mm. langen Weibchens, schwächer vergrössert. Man sieht die Drüsenausstülpungen an der vorderen und hinteren Wand des Uterus. Die Ueberwachung Seitens des vorderen Gliedmassenwulstes ist vollendet. Die Ganglien sind nicht dargestellt.

Fig. 5. Dieselbe unter stärkerer Vergrösserung von einem  $6\frac{1}{2}$  Mm. langen Weibchen bei tieferer Einstellung.

Fig. 6. Dieselbe im Profil dargestellt.

Fig. 7. Antenne einer weiblichen Form von 6 Mm. Länge.

Fig. 8. Genitalsegment einer 3 Mm. langen männlichen Larve von *Br. torticornis*.

Fig. 9. Die Gliedmassenwülste derselben stärker vergrössert. Cu. Einwucherung des Hautskelets. Vd. Vas deferens. N. Nerv.

Fig. 10. Dieselben der linken Seite mit den zugehörigen Ganglien und den an die Cirrus-Anlage tretenden Muskeln (M).

Fig. 11. Profilsansicht der drei vorderen Abdominalsegmente eines 4 Mm. langen Männchens. T. Hoden. Tb. Tastborsten. Ci. Vorstülpbarer Cirrus.

Fig. 12. Profilsansicht des Genitalsegments eines jungen, etwa 10 Mm. langen Männchens. Ausser den drei Muskelgruppen, welche sich an das Vas deferens anheften, sieht man den mächtigen Retractor (R) des Cirrus und den hinteren und unteren Cirrusmuskel.

Fig. 13. Dasselbe von einem ausgewachsenen Männchen, unter starker Loupenvergrösserung. F Fettkörper. Dk. Darmkanal.

Fig. 14. Genitalsegmente einer  $3\frac{1}{2}$  Mm. langen männlichen Larve von *Br. Braueri*. (Ältere Zeichnung aus dem Jahre 1874.)

Fig. 15. Die Schwimmfussantenne derselben, in der Rückbildung der Borsten begriffen. (Ältere Zeichnung.)

Fig. 16. Genitalsegment eines 6 Mm. langen Männchens von *Br. carnun-tanus* (Josephinae). S. Bl. Samenblase. (Ältere Zeichnung.)

Fig. 17. Profilsansicht desselben. (Ältere Zeichnung.)



**Taf. XI.**

Fig. 1. Kopfhorn-Greifantenne einer  $5\frac{1}{2}$  Mm. langen männlichen Larve von *Br. torticornis*. B. Basalglied. St. Stamm. H. Der nach Verlust der Schwimmborsten zu einem Haken umgestaltete Hauptast. F. Terminaler warzenförmiger Vorsprung. M. Muskeln. N. Nerven. Sh. Sinneshaare.

Fig. 2. Dieselbe Gliedmasse eines 8 Mm. langen Männchens. T. Der zu einem cylindrischen Anhang ausgewachsene Fortsatz.

Fig. 3. Kopf mit der zur Greifantenne umgestalteten Gliedmasse eines 10 Mm. langen Männchens von *Br. torticornis*. A'. Sinnesantenne. Z. Zange am Ende des bereits eingebogenen cylindrischen Fortsatzes F. FrF. Frontalfortsatz der Greifantenne. Oc. Stirnauge. Md. Mandibel.

Fig. 4. Greifantenne eines jungen 7 Mm. langen Männchens von *Br. stagnalis* im Profil. Buchstabenbezeichnung wie in Fig. 1 und 3. Zf. Zangenfortsatz am Innenrande des Stammgliedes.

Fig. 5. Kopf eines etwas älteren Männchens von der Rückenseite dargestellt. Die Greifantenne (A'') der rechten und linken Seite median vereint.

Fig. 6. Die Greifantenne von der Ventralseite dargestellt.

Fig. 7. Greifantenne eines 6 Mm. langen Männchens von *Br. Braueri*.

Fig. 8. Dieselbe eines etwas grösseren Männchens.

Fig. 9. Greifantenne eines jungen Männchens von *Br. carnuntanus*.

Fig. 10. Abdomen mit dem Brutsack eines ausgewachsenen Weibchens von *Br. torticornis* im Profil dargestellt, schwach vergrössert. Vag. Vagina.

Fig. 11. Genitalsegment nebst den beiden nachfolgenden Abdominalsegmenten eines jungen Weibchens von *Br. carnuntanus*. NS. Nebensack am Ende des Oviducts zur Seite des Uterus.

Fig. 12. Abdomen eines ausgewachsenen Weibchens, schwach vergrössert. Schalendrüsen der Vorder- und Hinterwand des Uterus sind mit diesem in den Brutsack herabgerückt.

Fig. 13. Vordere Hälfte des Genitalsegmentes eines jungen Weibchens von *Br. stagnalis* im Profil. Od. Der sackförmig erweiterte Oviduct. Ov. Ovarium. GOe. Genitalöffnung.

Fig. 13'. Theil einer Drüsengruppe der hinteren Uteruswand isolirt.

Fig. 14. Genitalsegment eines jungen Weibchens von *Br. Braueri* in seitlicher Ansicht. Der Oviduct ist wie bei *Br. stagnalis* sackförmig erweitert und enthält drei reife hüllenlose Eier.

**Taf. XII.**

Fig. 1. Querschnitt durch den oberen Abschnitt der Uterusanlage eines  $5\frac{1}{2}$  Mm. langen Weibchens von *Br. torticornis*. N. Durchschnitt durch den Endtheil des zweiten Ganglienpaares. HDr. Anlage der hintern oder dorsalen, VDr. die der vordern oder ventralen Schalen-bildenden Drüsen. Ausstülpungen der Uteruswand. Od. Oviduct. Zeichnung mittelst Camera. Hartn. Obj. 5, eingez. Tub.

Fig. 2. Querschnitt durch den mittleren Abschnitt des Uterus und die beiden seitlichen Gänge. Ut. Uterus. Zeichnung mittelst Camera unter ders. Vergrößerung.

Fig. 3. Querschnitt des unteren Abschnitts des Uterus mit der Anlage des zweiten Paares der hinteren Schalendrüsen HDr''. M. Muskelzellen. Zeichnung mittelst Camera unter ders. Vergrößerung.

Fig. 4. Querschnitt durch die obere Partie des Uterus eines  $8\frac{1}{2}$  Mm. langen Weibchens von *Br. torticornis*. Die Ausstülpungen der Uteruswand lassen eine peripherische und centrale Zellenmasse unterscheiden, von denen jene die grossen

Zellen der Schalen-bildenden Drüsen, diese deren Ausführungsgänge bilden. Dk. Darmwand. Zeichnung mittelst Camera. Hartn. Obj. 5, eingezeichnet. Tub.

Fig. 5. Querschnitt durch die mittlere Gegend des Uterus unter gleicher Vergrößerung. D Seitengang oder Nebensack.

Fig. 6. Querschnitt durch die untere Gegend des Uterus unter derselben Vergrößerung. Die Verlängerung der hinteren Drüsengruppe (Drp') ist getroffen, daher scheinbar ohne Zusammenhang mit der Uteruswand.

Fig. 7. Querschnitt durch den kegelförmigen Fortsatz des Brutsacks bei gleicher Vergrößerung. Der ausführende Abschnitt des Uterus (Ag.) durch dorsale und ventrale Spindelzellen suspendirt.

Fig. 8. Querschnitt durch den oberen Theil des Uterus, sowie der Oviducte eines geschlechtsreifen Weibchens. Man sieht die Einmündung des Oviductes mittelst eines kurzen sphincterähnlichen Abschnittes (Sph.), dessen verdickte Wand ein sehr hohes Epithel trägt. Die Schalen-bildenden Drüsen münden in die ventralen und dorsalen Hörner des Uterussackes ein. Zeichnung mittelst Camera. Hartn. Obj. 2.

Fig. 9. Querschnitt durch den mittleren Theil des Uterus desselben Weibchens. D. Die absteigenden Seitengänge oder Nebensäcke des Uterus.

Fig. 10. Querschnitt eines Seitenganges unter starker Vergrößerung. Hartn. Obj. 5. Camera lucida.

Fig. 11. Doppelzelle aus der dorsalen Gruppe der Schalen-bildenden Drüsen mit Ausführungsgang und Einmündung in das Uterushorn.

Fig. 12. Querschnitt durch das Ovarium eines 8 Mm. langen Weibchens. Dk. Darmkanal.

Fig. 13. Derselbe durch das Ovarium eines grösseren, jedoch noch nicht ausgewachsenen Weibchens, noch ohne reife Eier. Man sieht die Kluftung im Innern des Keimlagers. m. mediale, l. laterale Seite.

Fig. 14. Querschnitt durch das Ovarium eines etwas älteren Weibchens. An der medialen Seite haben sich die Zellen des Keimlagers epithelartig angeordnet. An der Innenseite desselben treten die grösseren Eizellen (Ez.) in das Lumen ein.

Fig. 15. Die Verschlussklappe zwischen dem sackförmig erweiterten Oviduct und dem Seitenhorn des Uterus. R.M. Ringmuskeln derselben. Kl. Klappenförmig vorspringendes Epithelpolster. Dz. Drüsenzellen des Oviductepithels. L.M. Längsmuskeln im Oviduct. Pr. Schleimpfropf, welcher die Oeffnung des Oviductes verschliesst.

Fig. 16. Zellen aus dem Hoden. Hartnack Obj. VII. Camera lucida. Spz. Spermatoblasten. Die grösseren Zellen schicken sich zur Theilung an. Ksp. Solche mit Kernspindeln, Sz. Samenzellen.

Fig. 17. Querschnitt aus dem oberen Ende des Hodens an der Uebergangsstelle in den Prostataabschnitt.

Fig. 18. Querschnitt durch den Anfangstheil des Prostataabschnitts mit relativ flachem Epithel (Ep.).

Fig. 19. Querschnitt durch den drüsigen Abschnitt desselben mit hohem Cylinderepithel und schleimigen Secretballen. Hartn. Obj. V. Camera lucida-Zeichnung.

---

### Corrigenda.

Pag. 16 Zeile 22 von oben statt Seewasser: Salzwasser.

Pag. 42 1

sind homologe Bildungen: homologe Bildungen sind.

---



Fig. 1.

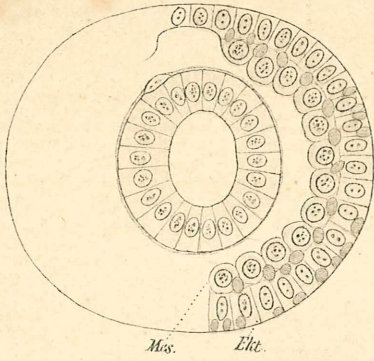


Fig. 2.

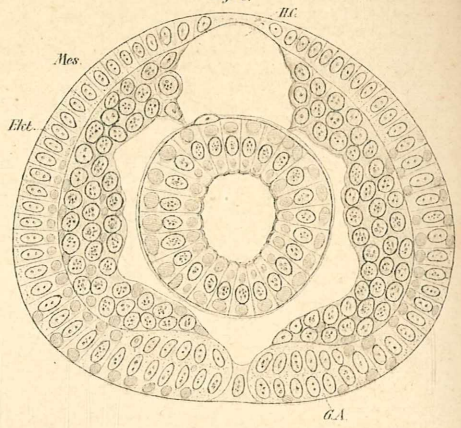


Fig. 6

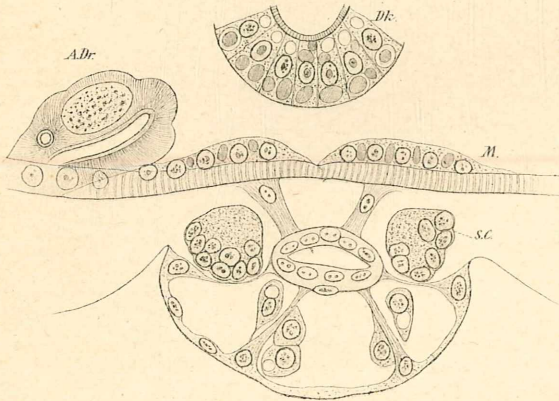


Fig. 9

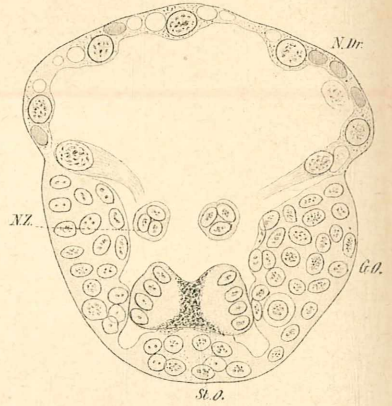


Fig. 8.

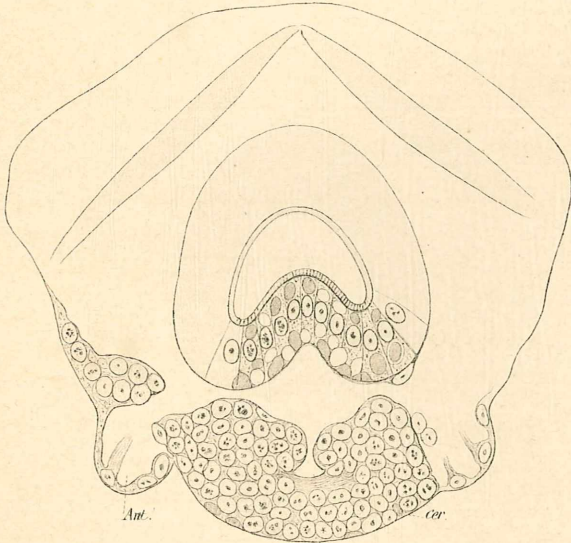


Fig. 7.

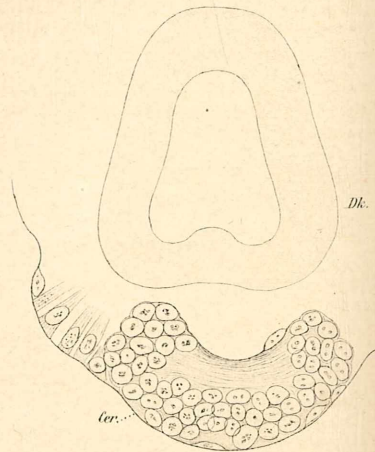
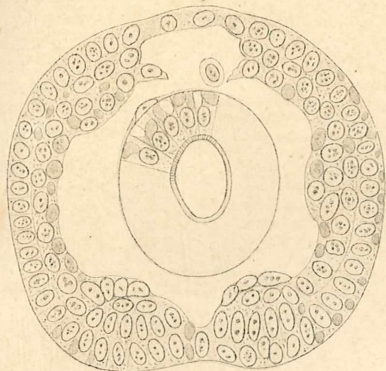
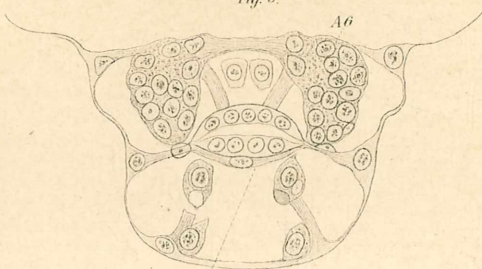


Fig. 3.

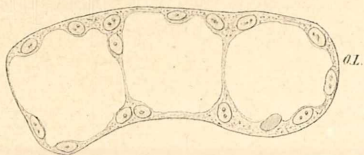


6A

Fig. 5.

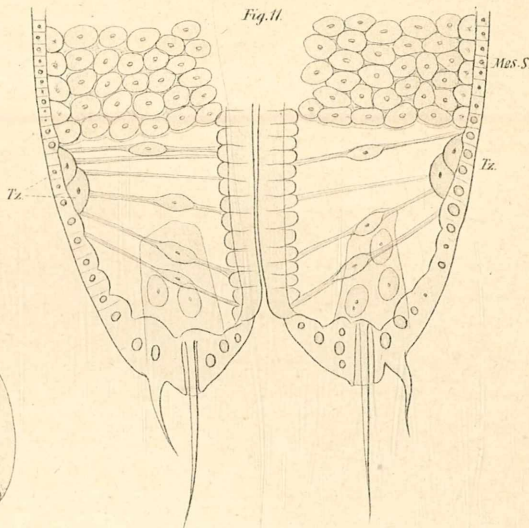


Sc



ol.

Fig. 11.

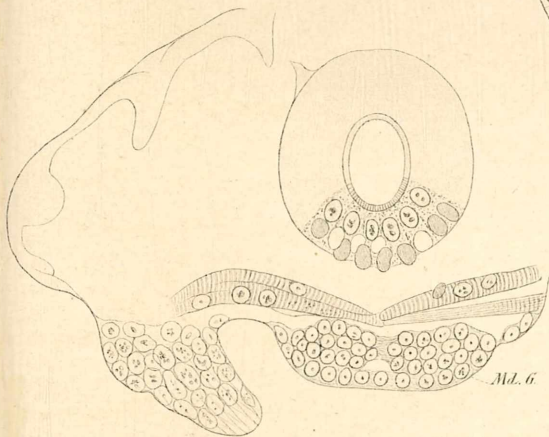


Mes. S

Tr.

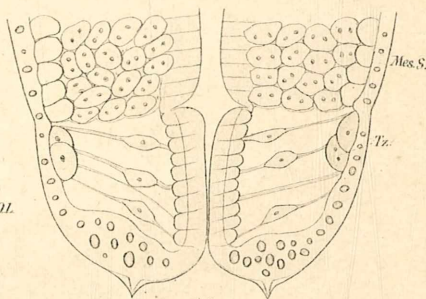
Tr.

Fig. 4.



Ml. G

Fig. 10.



Mes. S

Tr.

S.D.

ol.

AD

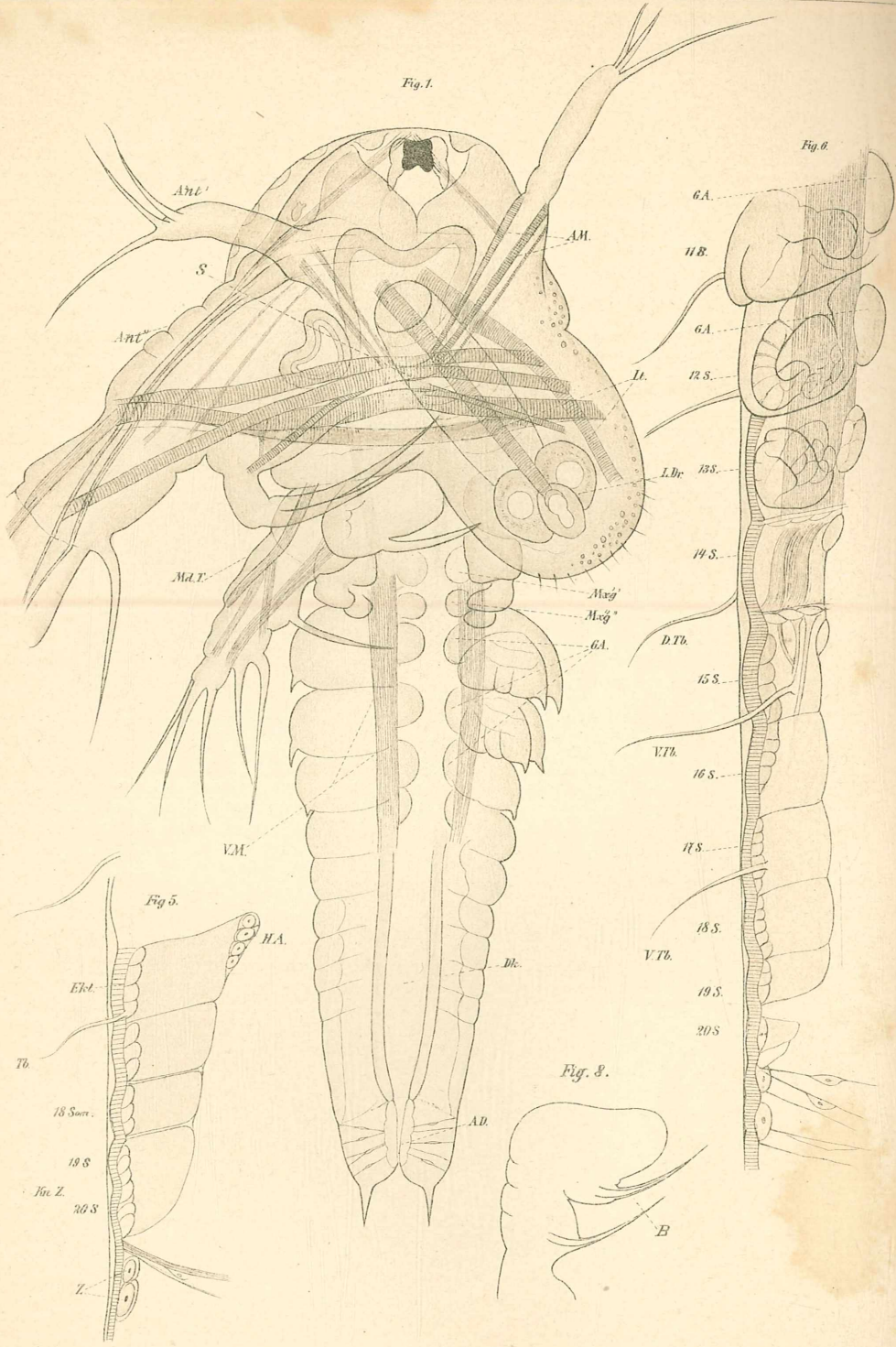


Fig. 4.

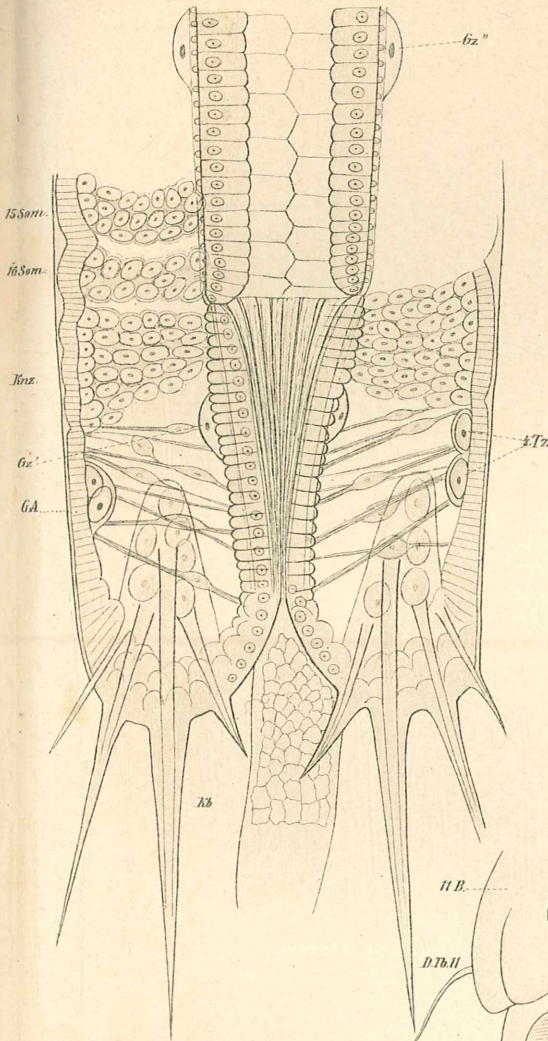


Fig. 3.

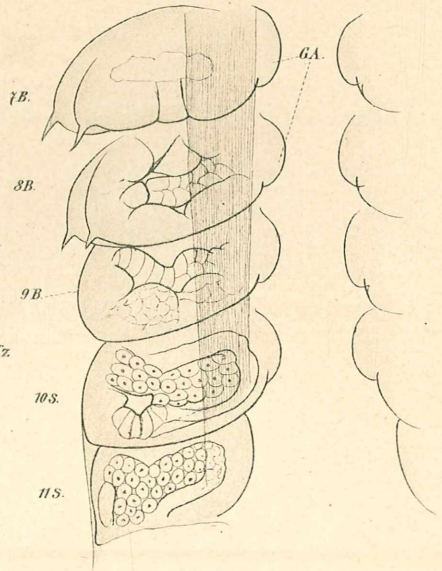


Fig. 7.

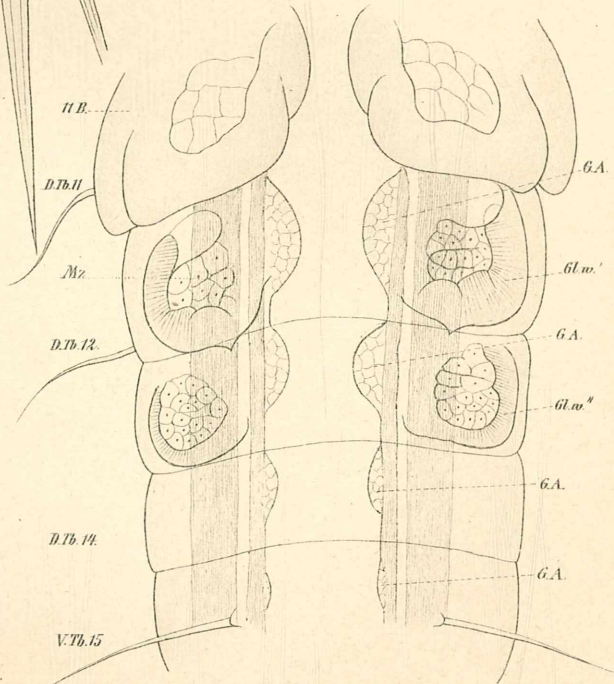
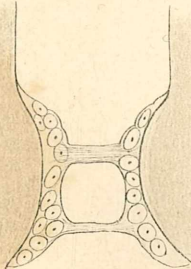


Fig. 2.



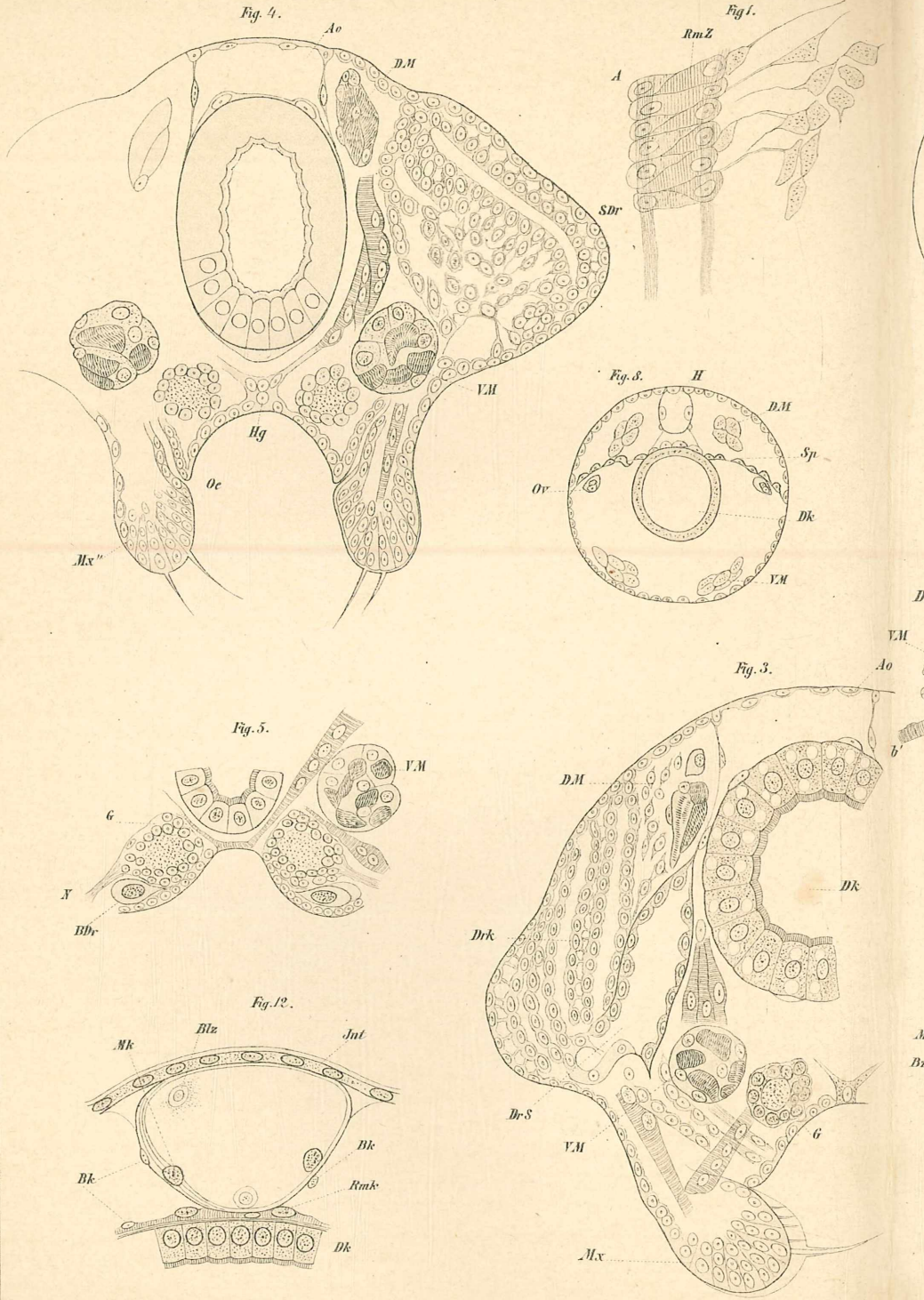




Fig. 2.

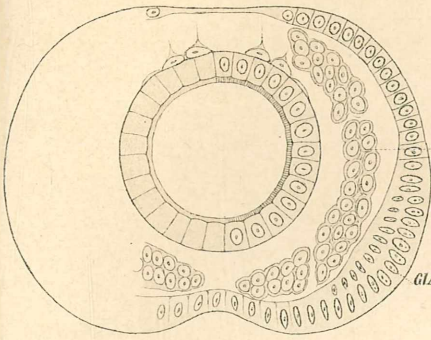


Fig. 6.

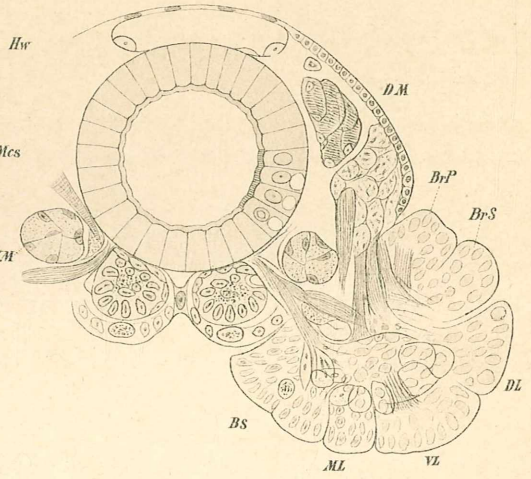


Fig. 7.

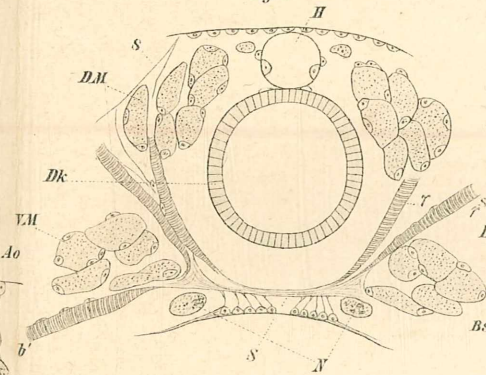


Fig. 10.

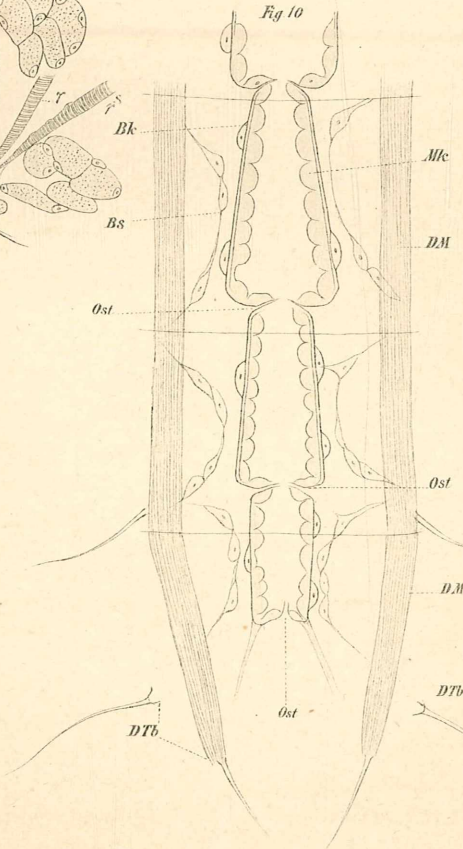


Fig. 11.

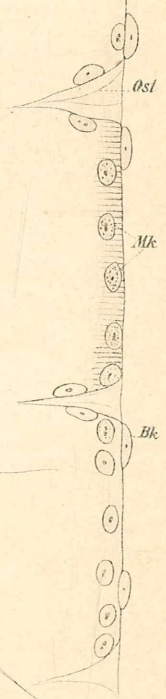
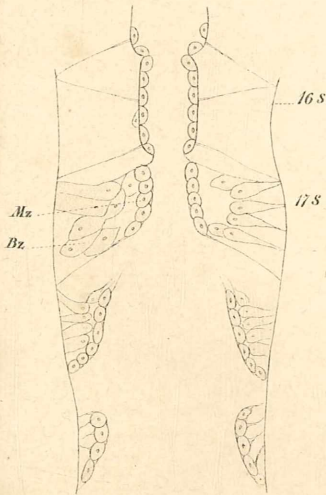


Fig. 9.



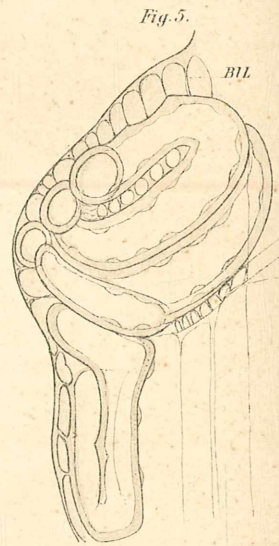
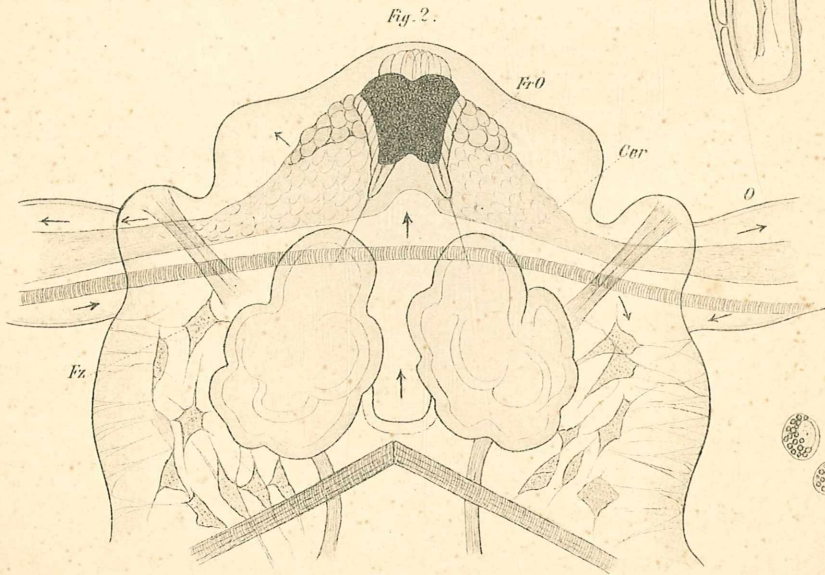
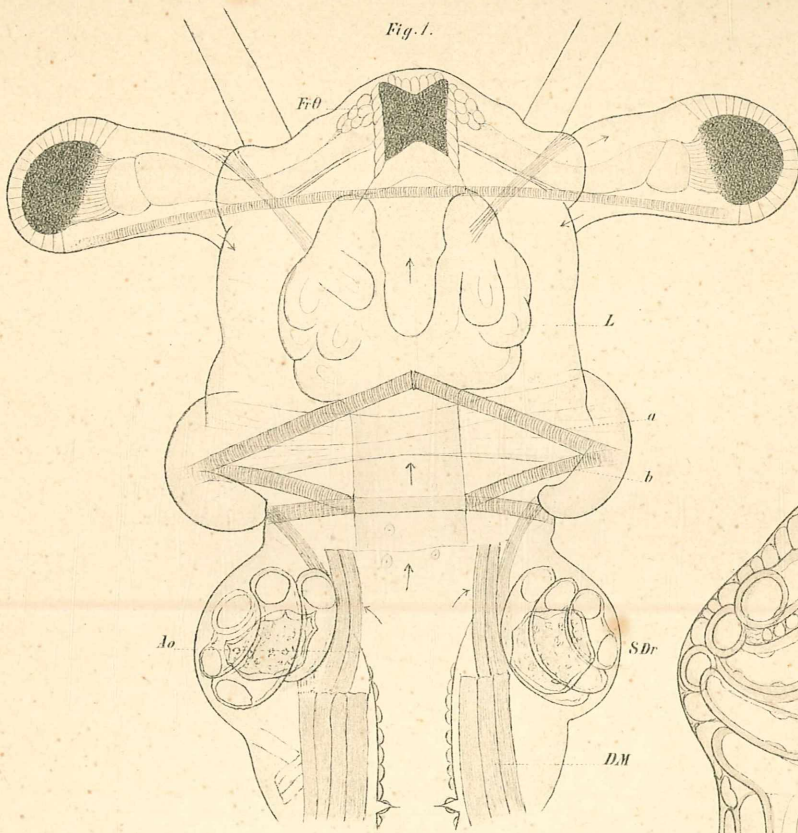


Fig. 9.

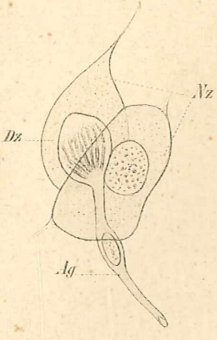


Fig. 6.

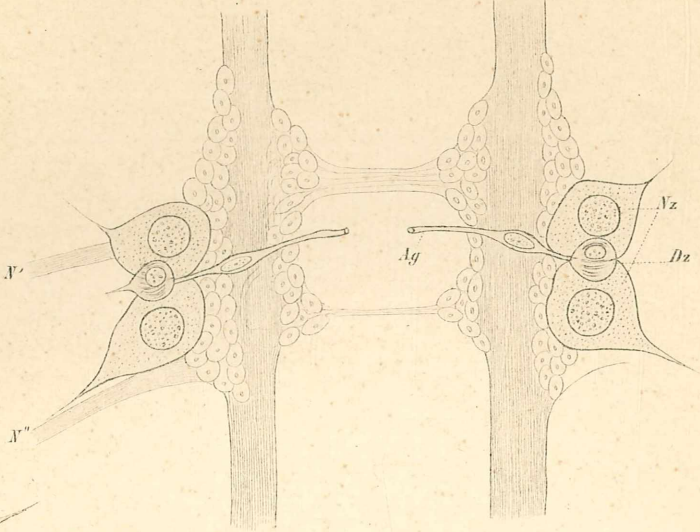


Fig. 8.

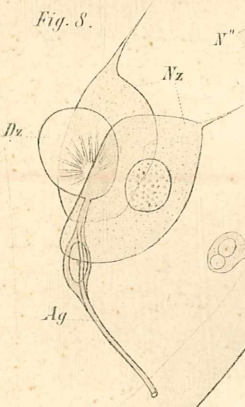
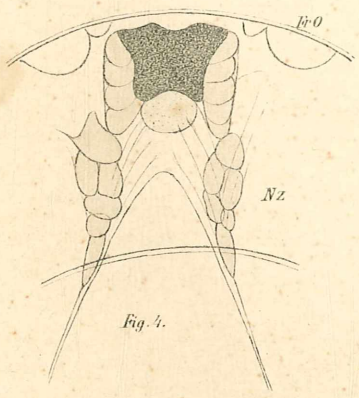
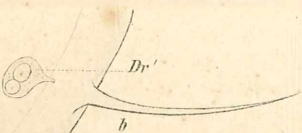
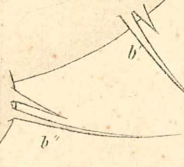
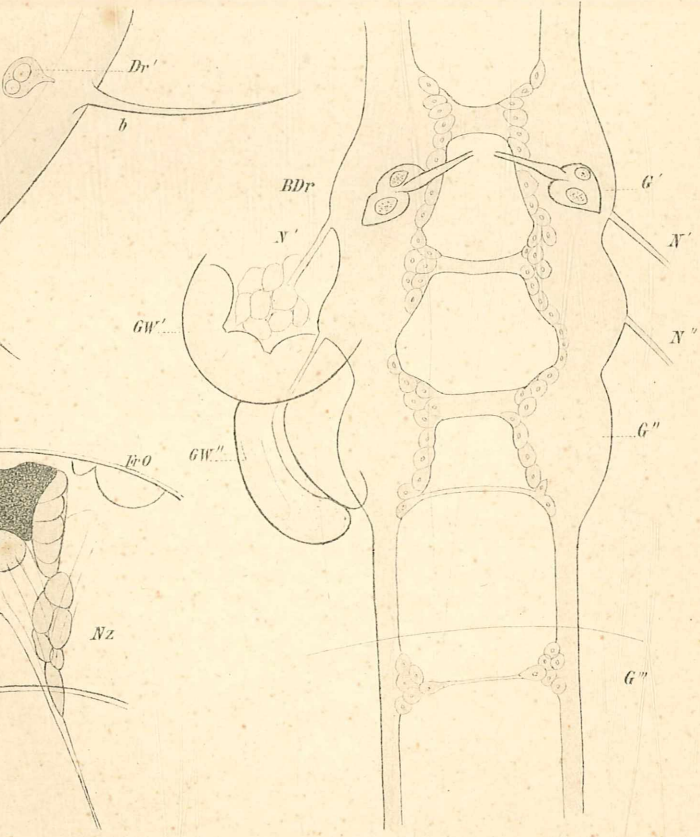


Fig. 7.



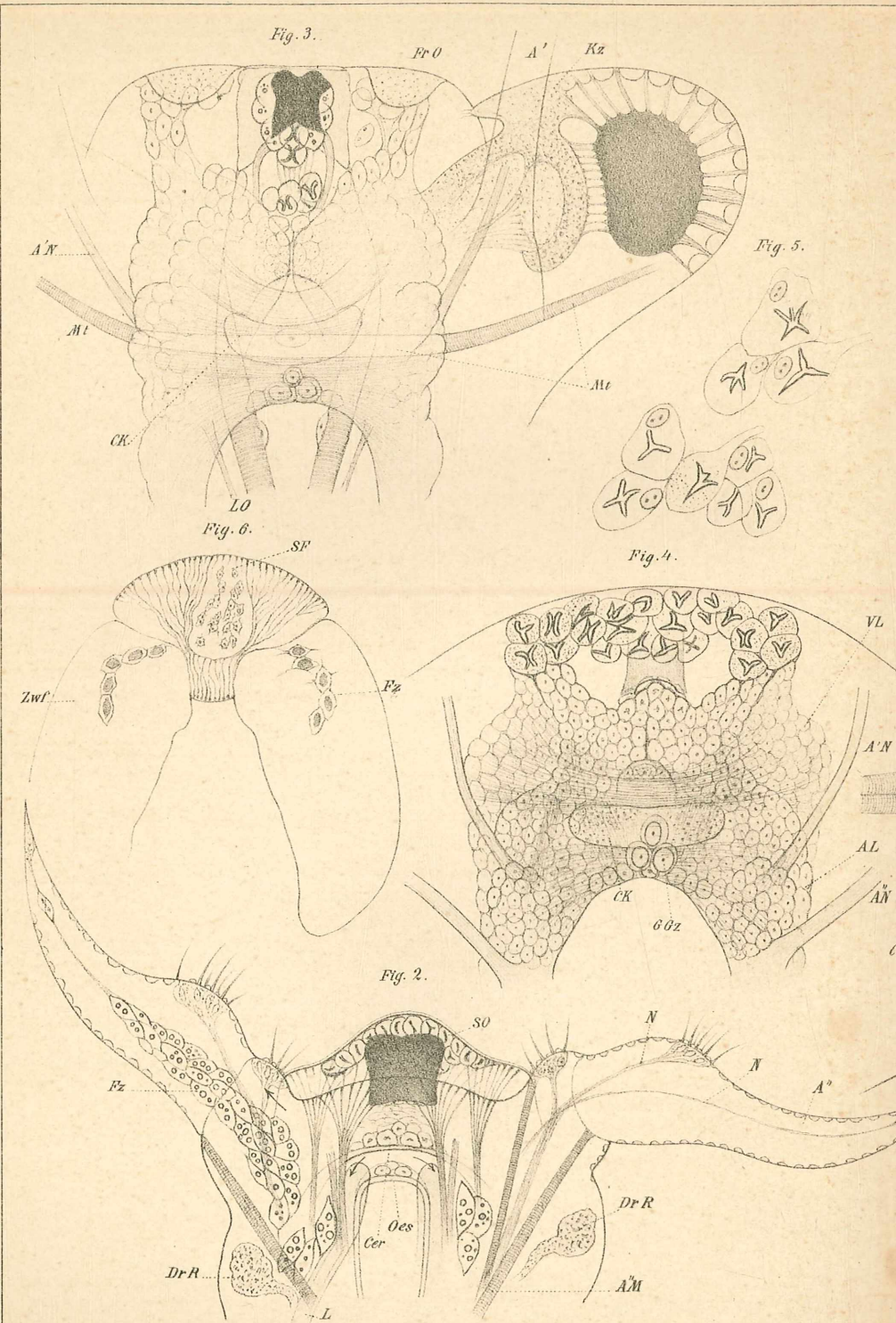


Fig. 7.

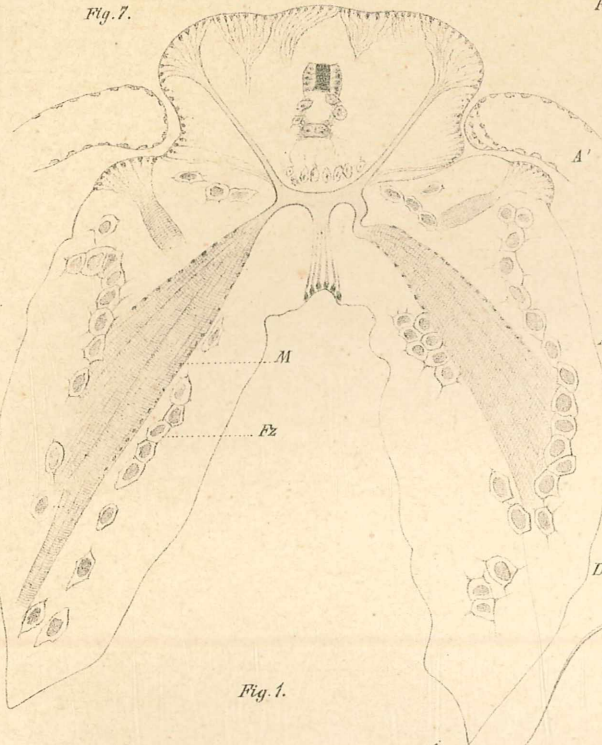


Fig. 8.

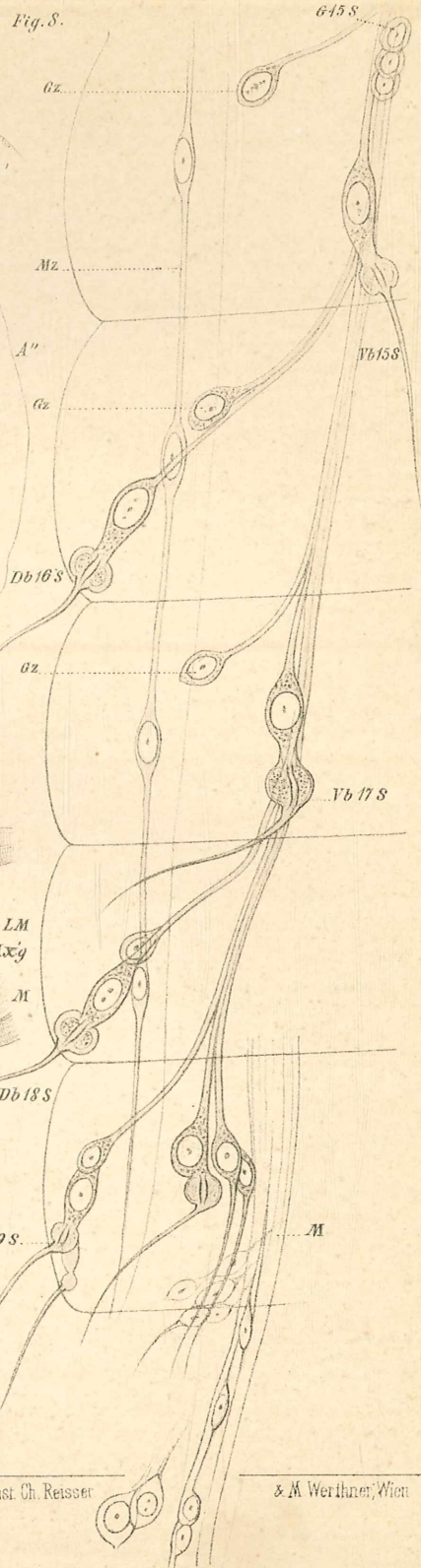


Fig. 1.

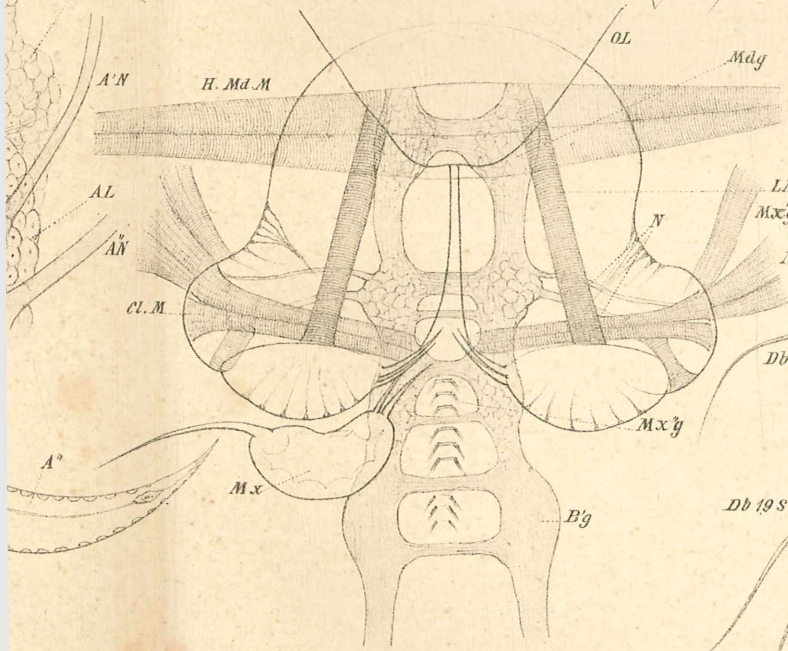


Fig. 2.

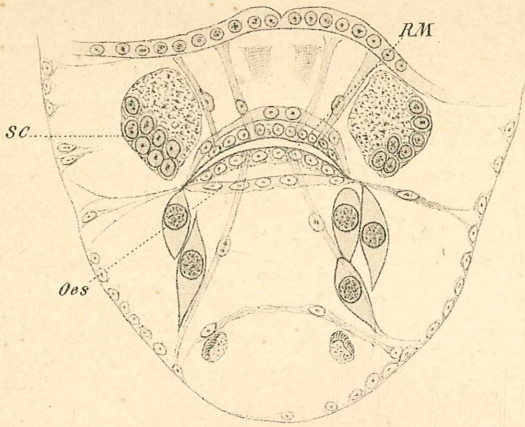


Fig. 4.

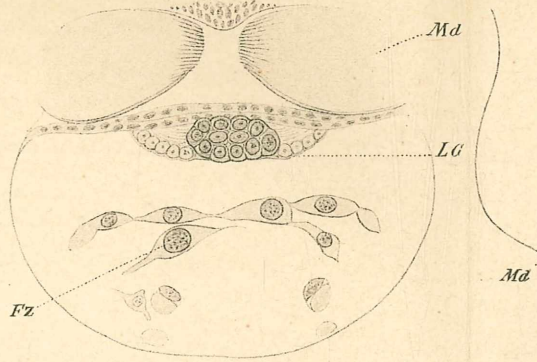


Fig. 3.

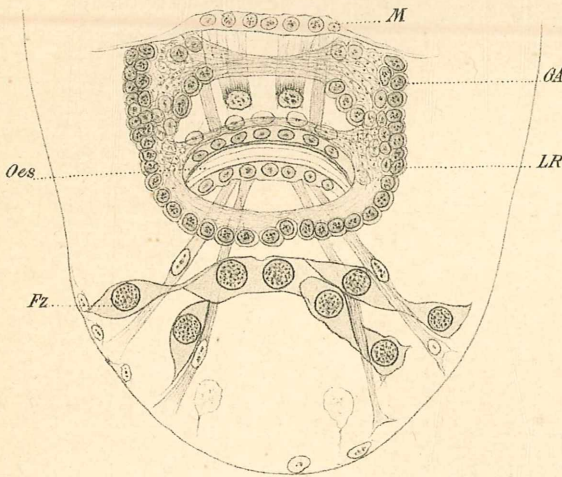


Fig. 7.

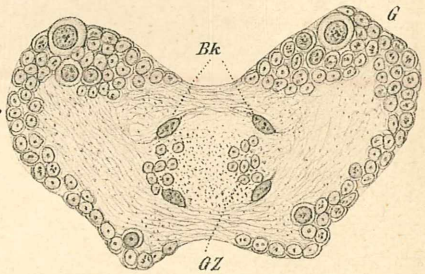


Fig. 10.

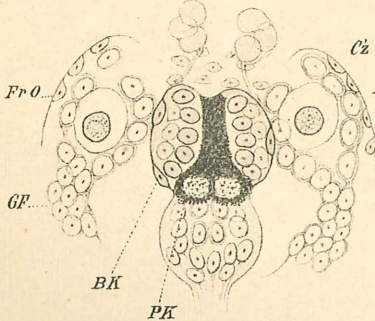
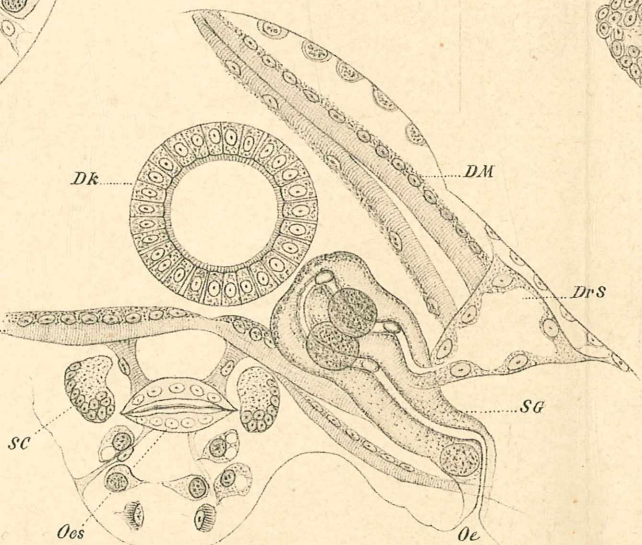
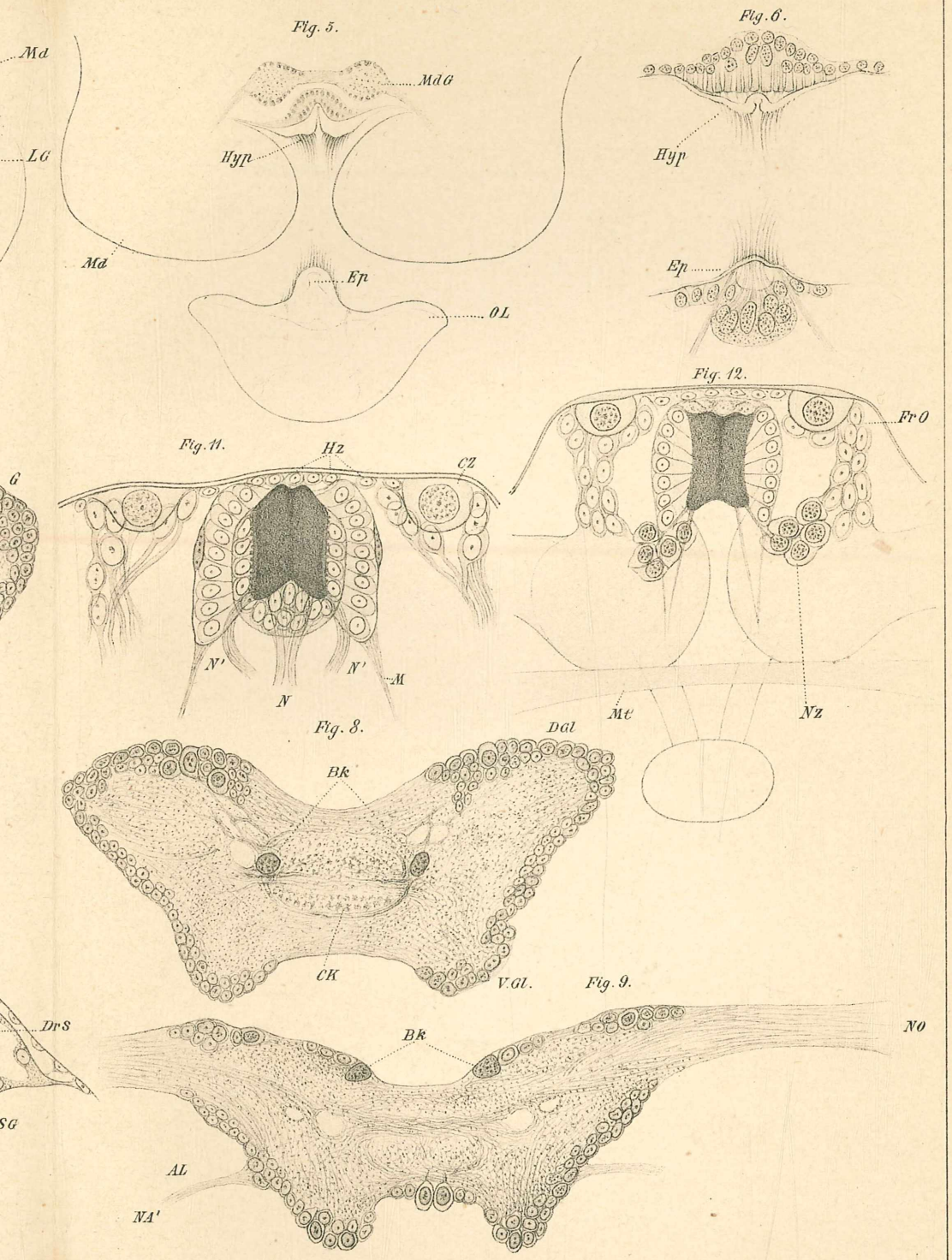


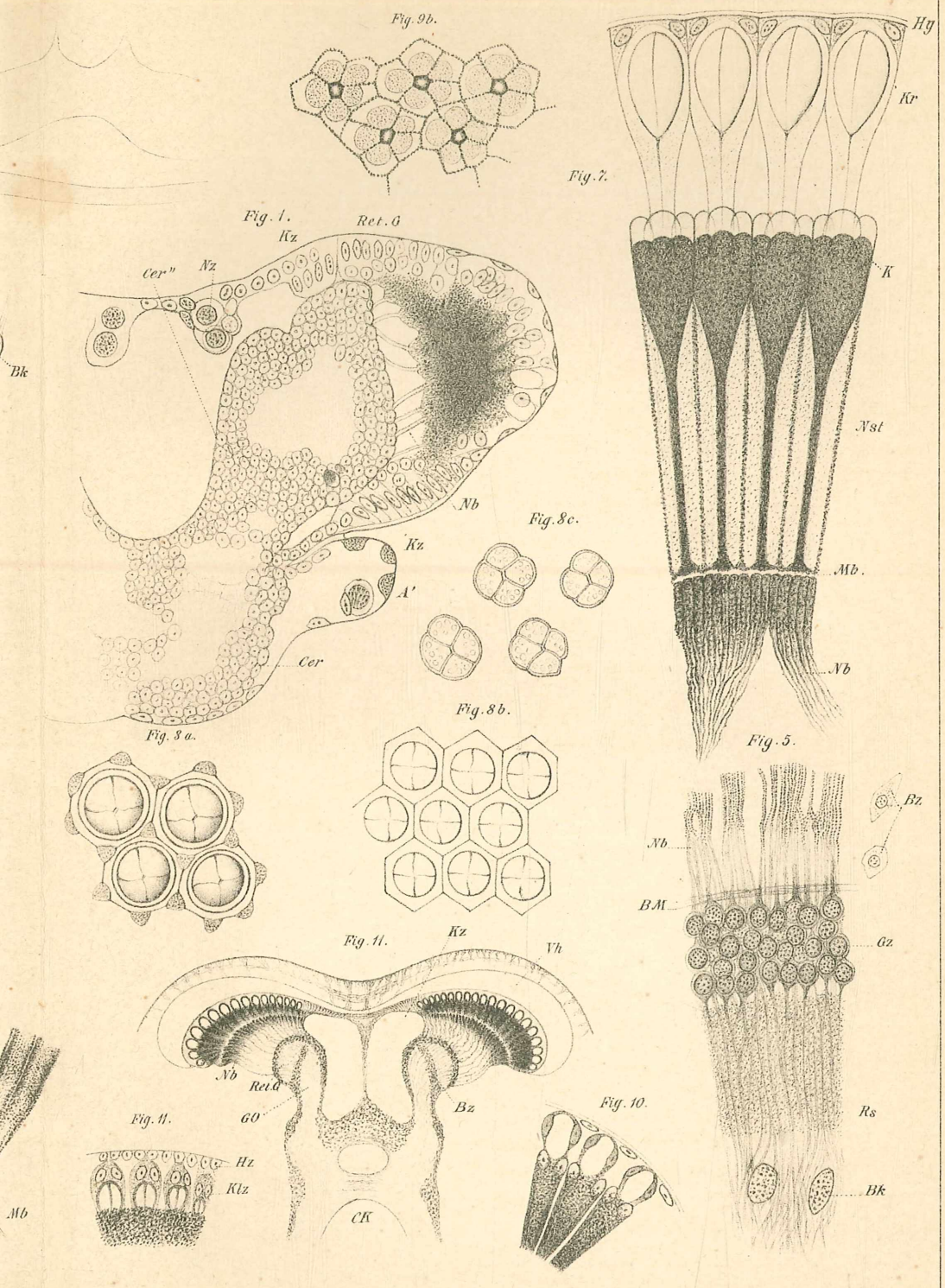
Fig. 1.

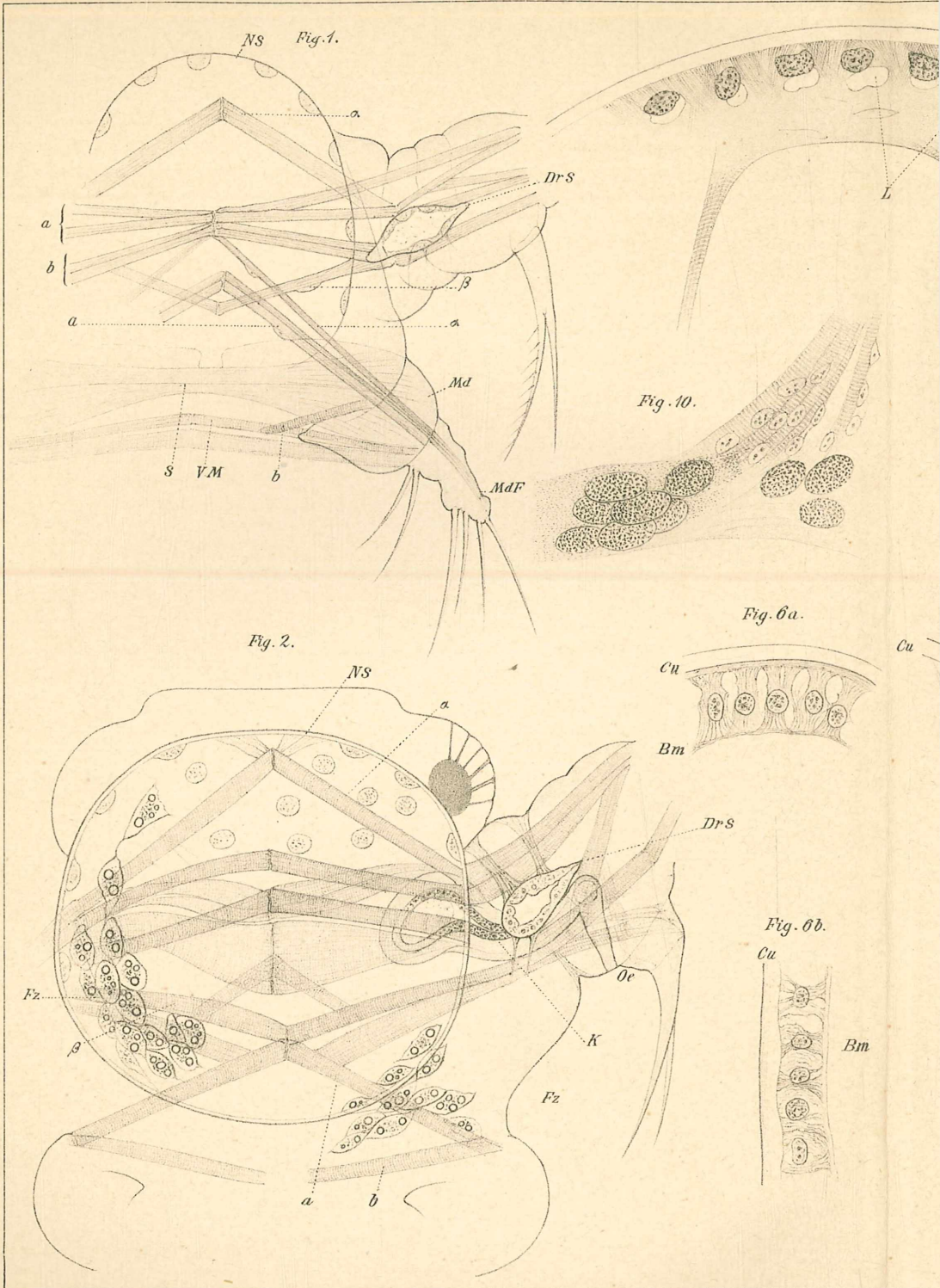


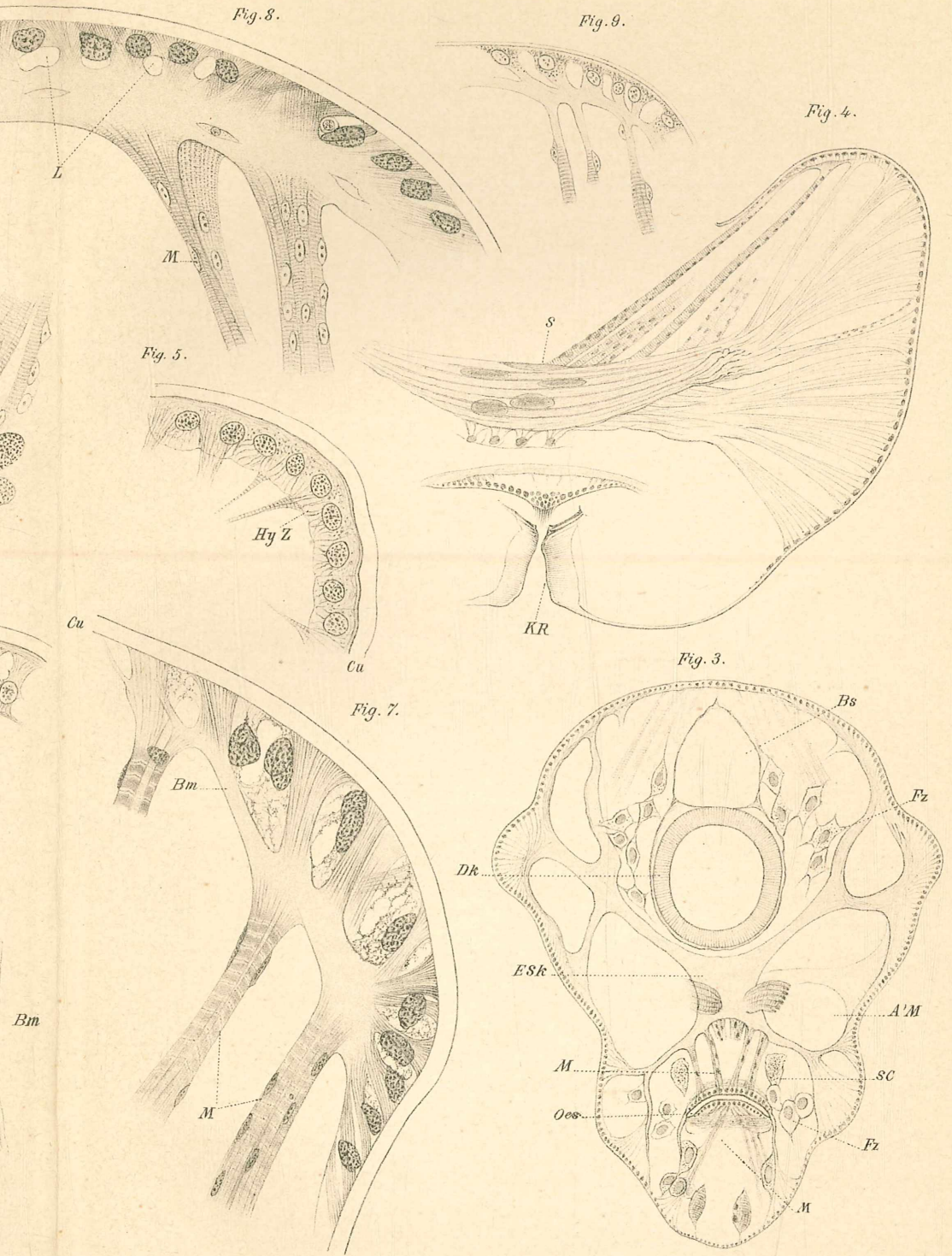












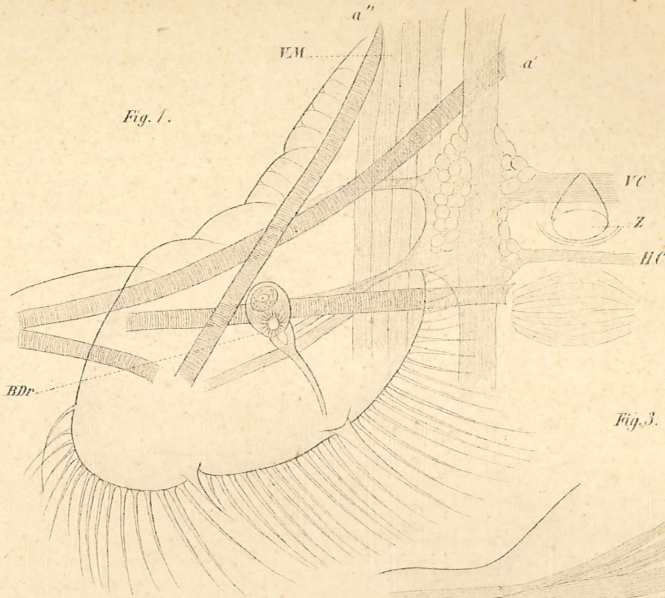


Fig. 2.

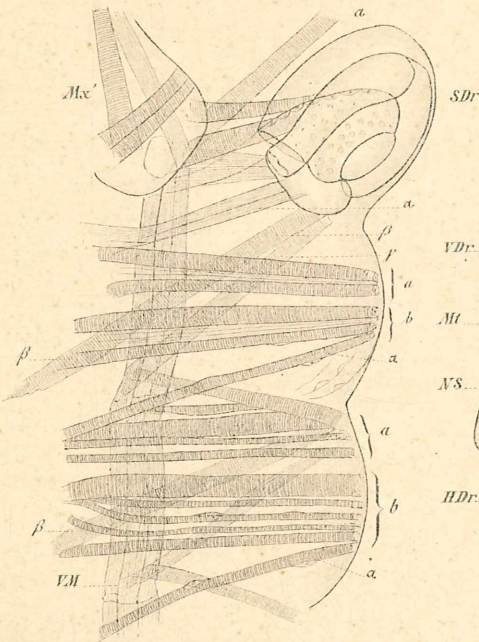


Fig. 3.

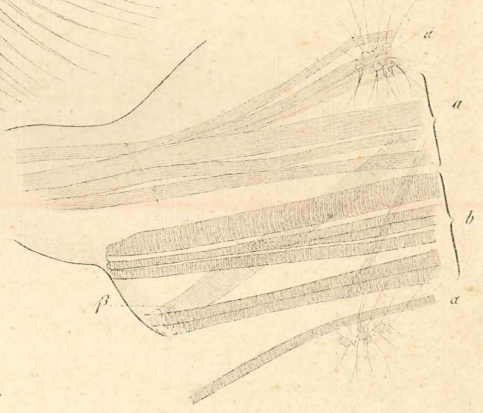
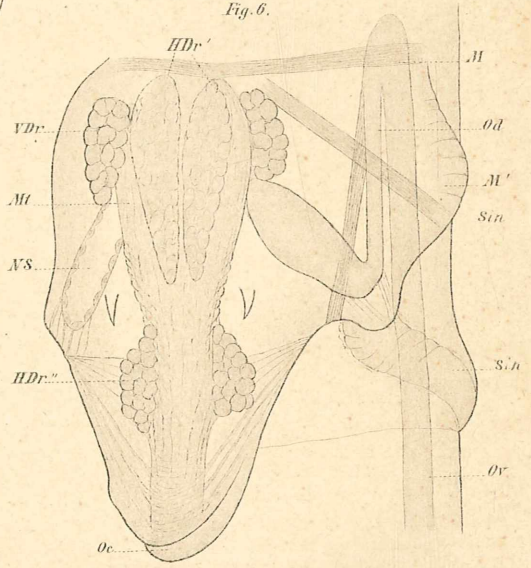


Fig. 6.



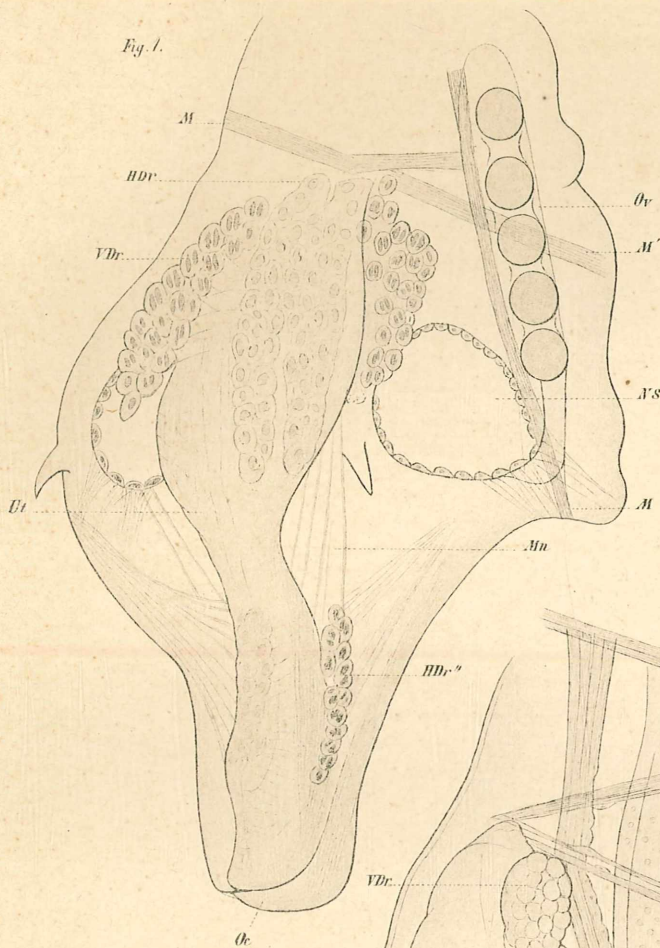


Fig. 5.

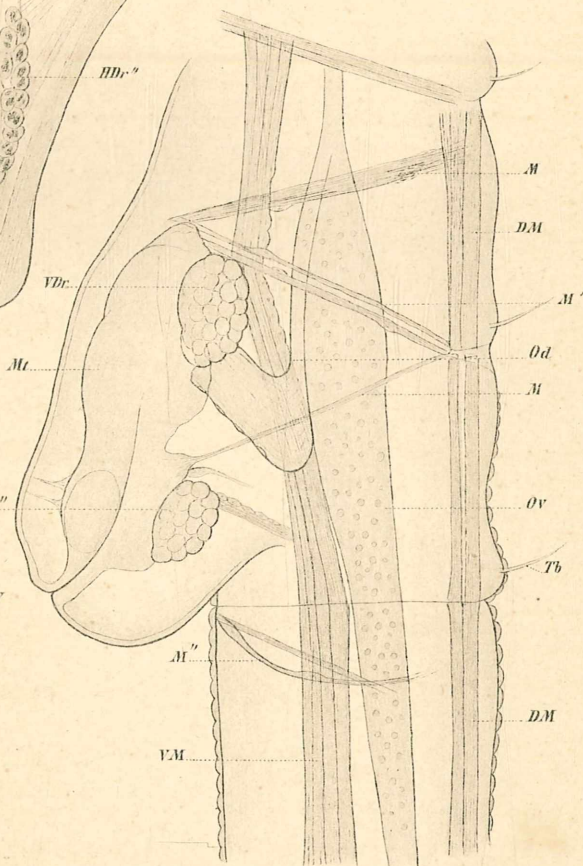
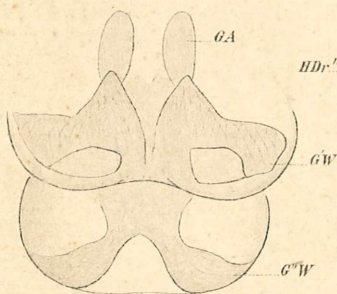
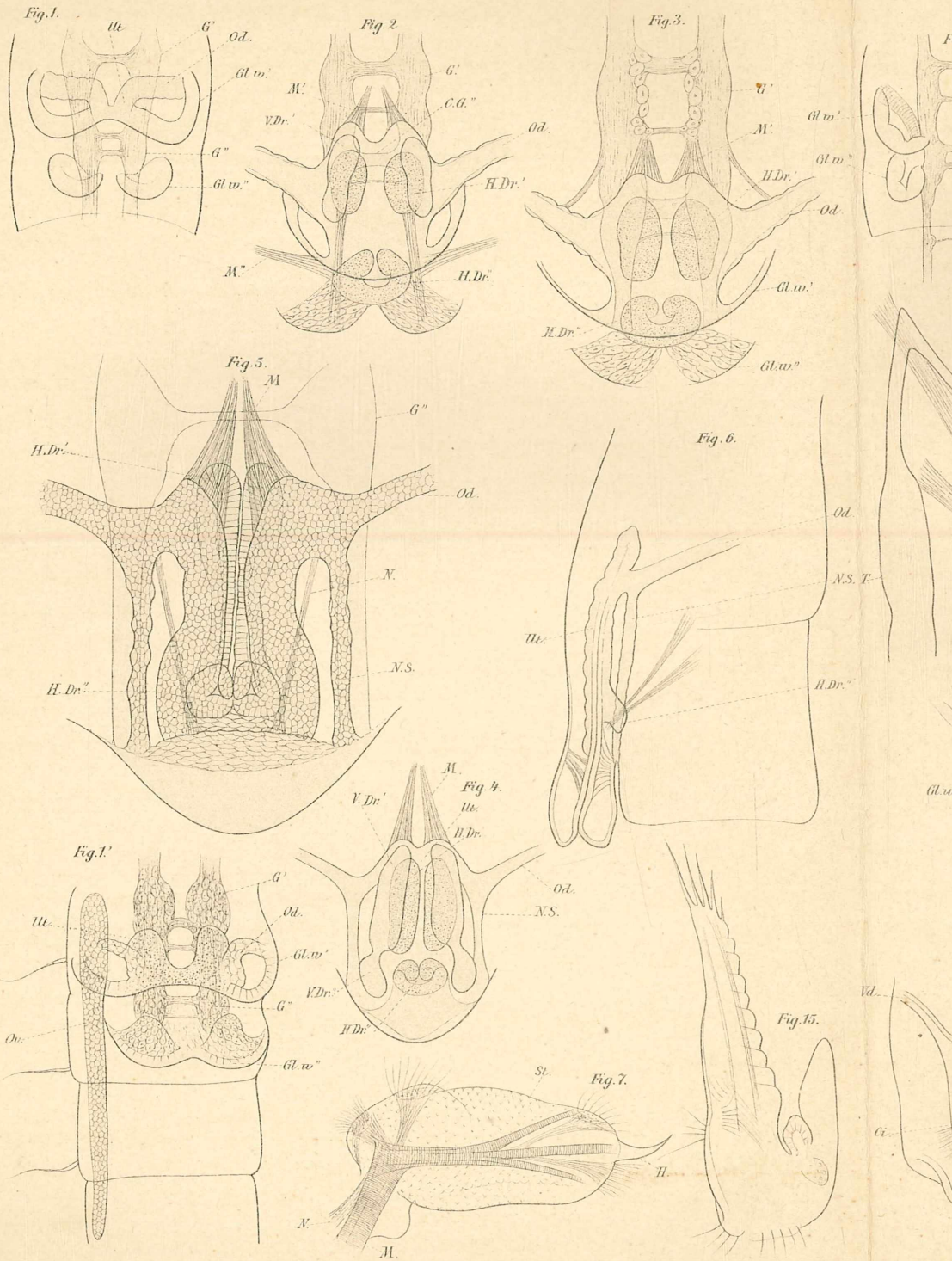
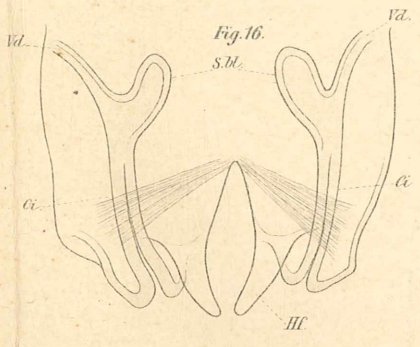
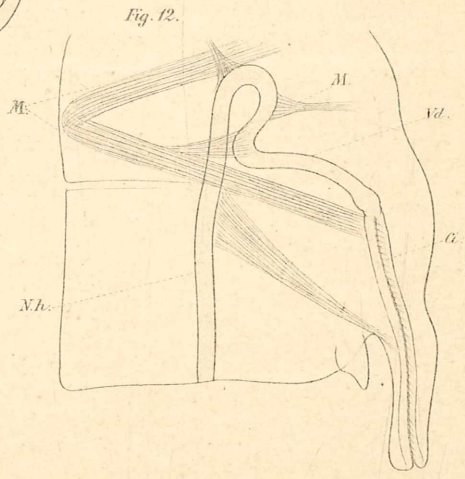
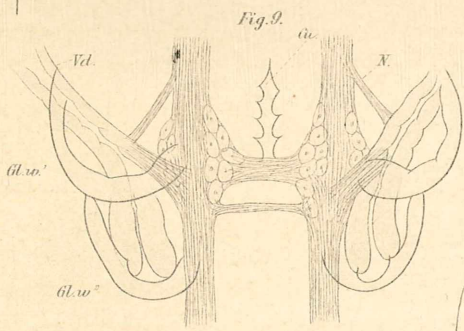
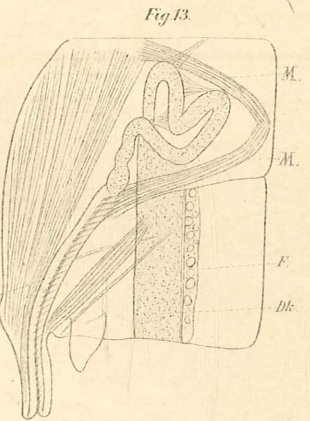
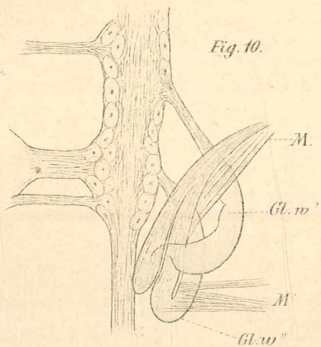
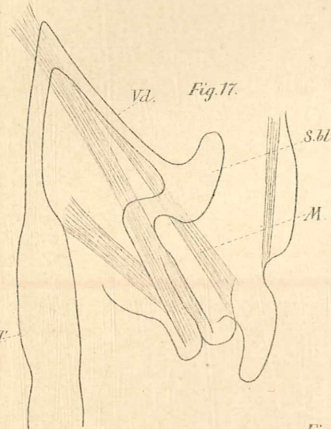
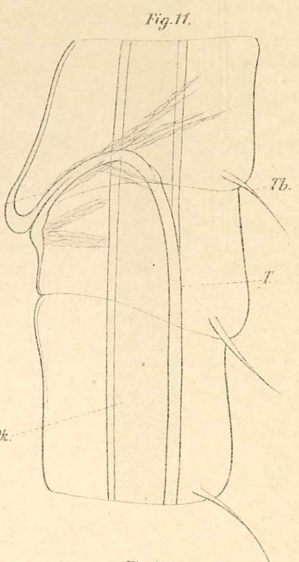
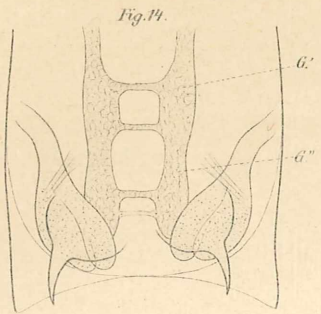
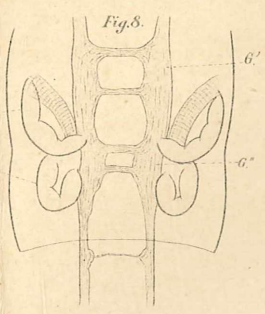


Fig. 4.







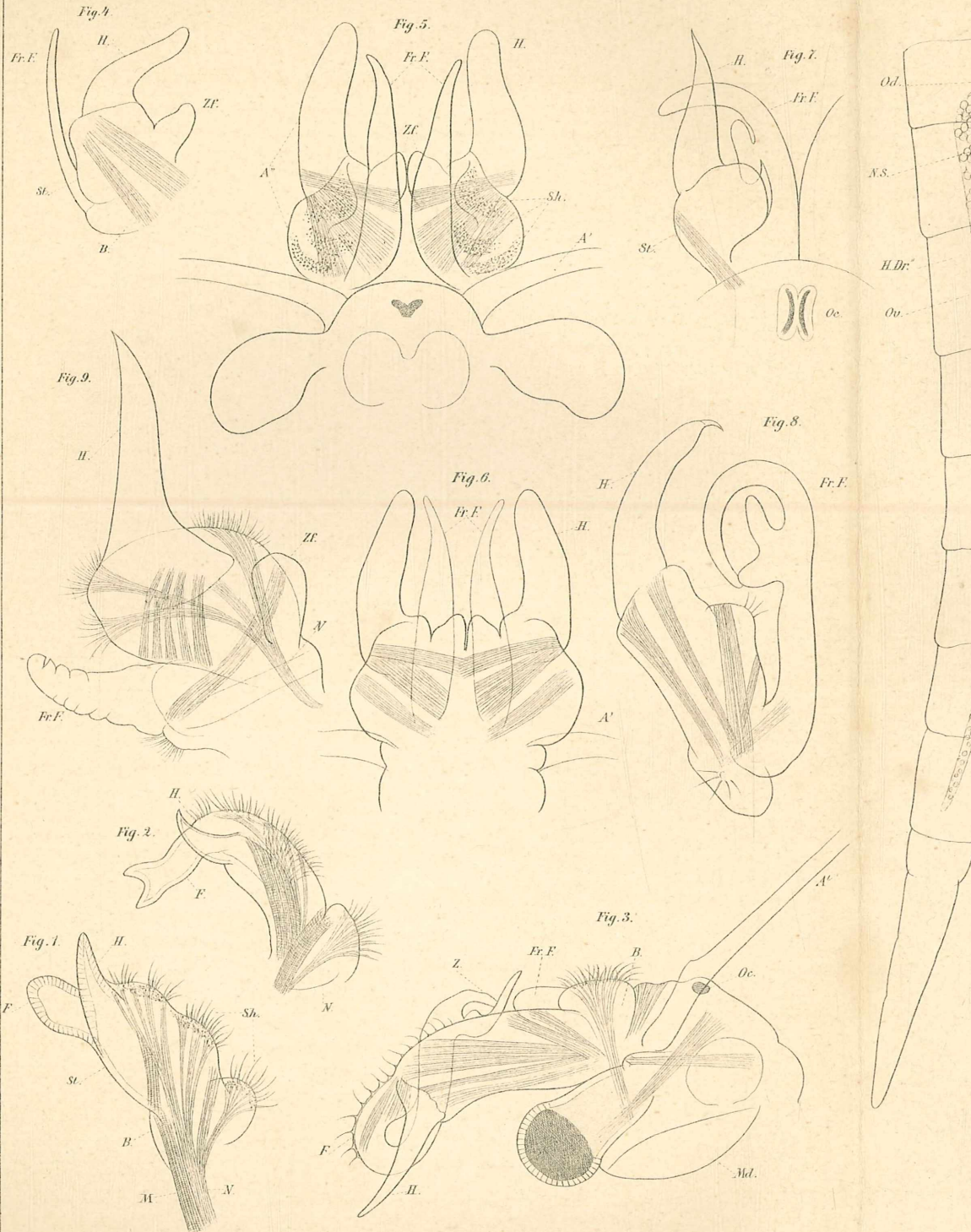




Fig. 10.

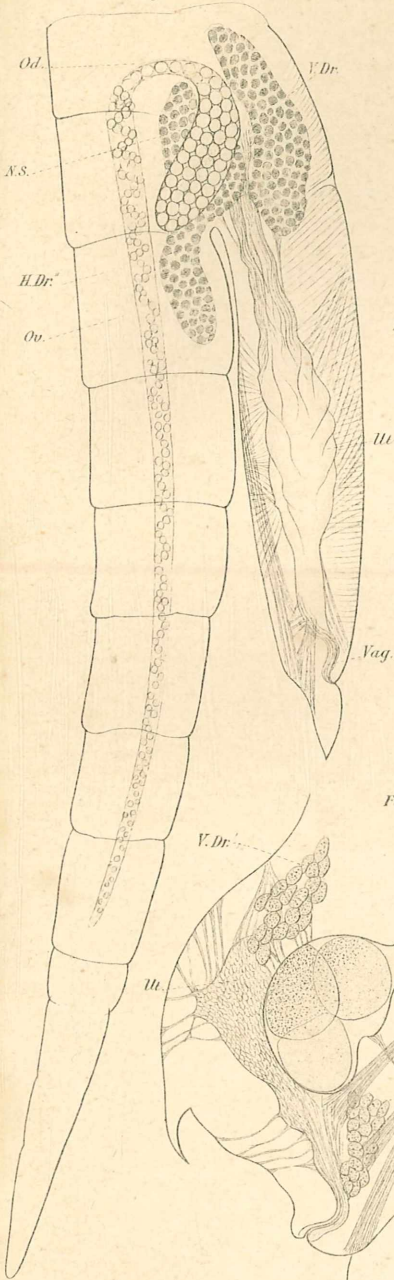


Fig. 13.

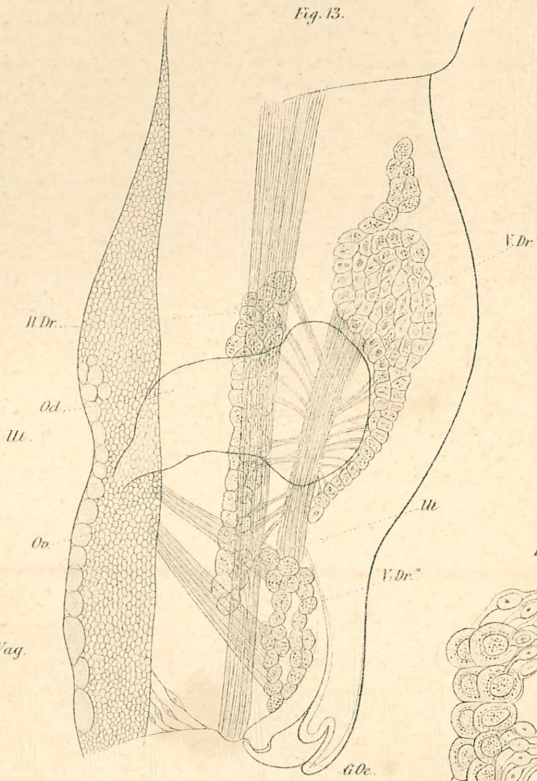


Fig. 13a.



Fig. 14.

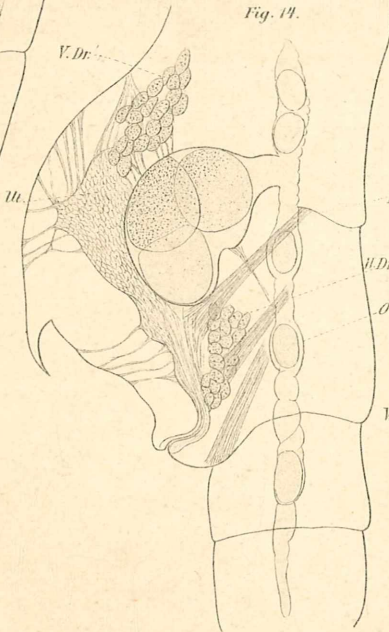


Fig. 11.

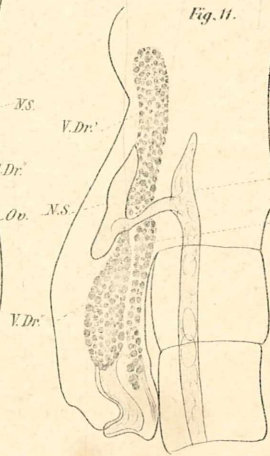


Fig. 12.

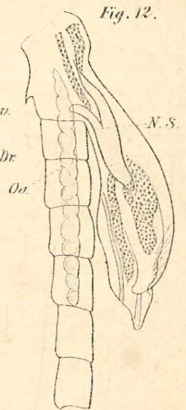


Fig. 1.

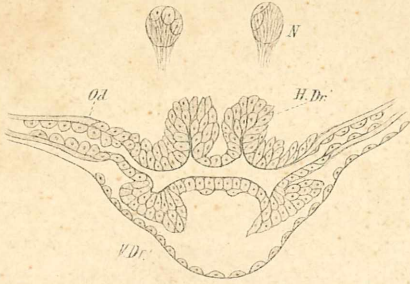


Fig. 2.

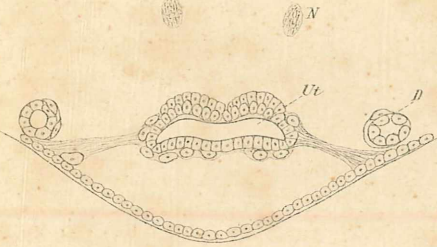


Fig. 3.

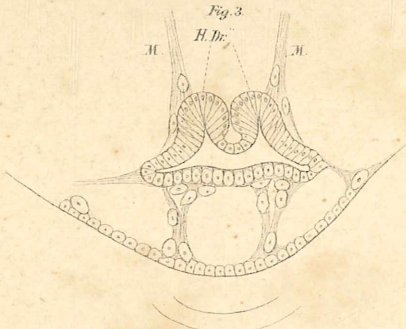


Fig. 4.

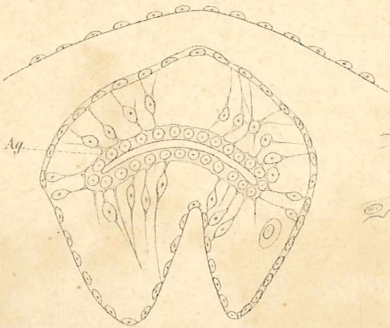


Fig. 4.

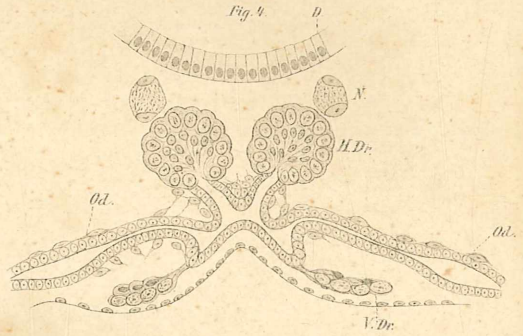


Fig. 5.

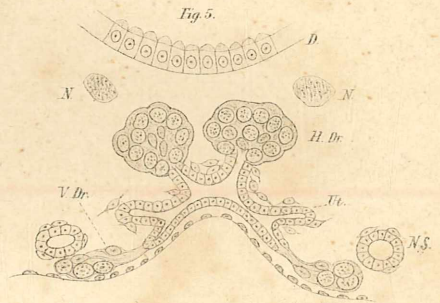


Fig. 6.

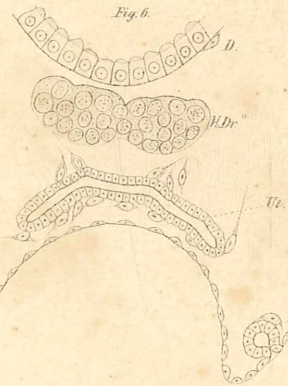


Fig. 11.

