

Die embryonale Entwicklung des *Asellus aquaticus*.¹⁾

Von

Dr. Anton Dohrn.

Mit Tafel XIV. XV.

Erster Abschnitt.

Während die Entwicklungsgeschichte der Wirbelthiere in vielfachen Monographien und Lehrbüchern seit v. BAER's bahnbrechenden Arbeiten gefördert worden und in REMAK's Entwicklungsgeschichte des Hühchens eine classische Höhe erreicht hat, liess man die Arthropoden bis in die letzten Jahre etwas bei Seite liegen, und wenn auch die Anfänge ihrer Embryologie ebenso glänzend durch RATHKE geschaffen wurden, so war doch bis in das vorige Jahrzehnt auch RATHKE fast der Einzige, der diese Thierclassen auf ihre Entwicklung untersucht hat. Allein seine Arbeiten über den Flusskrebs, so bewundernswerth sie auch waren, seine Entwicklungsgeschichten des Skorpions, verschiedener Isopoden und anderer Crustaceen sind doch schon zu alt, um den Anforderungen des jetzigen Standes der Histologie zu entsprechen. Im Jahre 1842 erschien KÖLLIKER's »De prima insectorum genesis« und nahm in fördernder Weise die embryologischen Untersuchungen der Arthropoden wieder auf. Aber erst ZADDACH schuf durch seine »Entwicklung des Phryganiden-Eies« eine neue und sichere Basis für weitere und den Untersuchungen der Wirbelthier-Entwicklungsgeschichte gleichstehende Arbeiten. Seine Beobachtungen ergaben die fundamentalsten Unterschiede zwischen der Anlage der Arthropoden und der der Vertebraten, nur eine damals noch übliche Anschauung von dem aufsteigenden Entwicklungsgange der Thierreihe liess ihn Analogien und Deutungen finden und vornehmen, die wir heute nicht mehr anerkennen und als Hemmnisse der richtigeren Erkenntniss bei Seite gelegt

1) Diese Arbeit ward niedergeschrieben und in den Druck gegeben, ehe der Verf. von den MECZNIKOW'schen Untersuchungen etwas gekannt hatte.

haben. Jedenfalls aber gebührt ZADDACH das grosse Verdienst, die Unterschiede der Entwicklungsweisen beider Thierkreise aufs Deutlichste dargelegt zu haben und seine Untersuchungen können als epochemachend angesehen werden. Wir finden nun auch die Mehrzahl der folgenden Untersuchungen über Arthropoden-Entwicklung innerhalb der Insectenklasse. So HUXLEY: »On the agamic Reproduction and Morphology of Aphis«, so LEUCKART: »die Fortpflanzung und Entwicklung der Pupiparen nach Beobachtungen an *Melophagus ovinus*« und WEISMANN: »die Entwicklung der Dipteren im Ei.« Eine Darstellung der Embryologie der Arachniden gab uns CLAPARÉDE in »Recherches sur l'évolution des araignées«, dagegen ist die Entwicklungsgeschichte der Myriapoden seit NEWPORT's Arbeiten im Jahre 1844, und die der Crustaceen mit LEREBOUILLET's erneuerter Bearbeitung der Entwicklungsgeschichte des Flusskrebse fast ganz verlassen worden.

Gerade aber durch ZADDACH's und besonders durch WEISMANN's Arbeiten musste die vergleichende Embryologie innerhalb des Arthropodenkreises ausserordentlich an Interesse und Bedeutung gewinnen. Es ist durch die glänzenden, den classischen Untersuchungen REMAK's ebenbürtig an die Seite zu stellenden Beobachtungen WEISMANN's höchst wahrscheinlich gemacht, dass die Insecten einem Thierkreise angehören, der völlig und in jeder Beziehung von den Wirbelthieren verschieden und abgegrenzt ist. Alle Versuche, die Organe der Arthropoden — besonders in histologischer Beziehung — durch Anwendung unserer bei den Wirbelthieren gewonnenen Anschauungen zu erkennen und zu erklären, sind aufs Entschiedenste desavouirt und abgewiesen. Die Morphologie und die Histologie der Arthropoden lässt sich nur aus allgemein histologischen Gesichtspuncten, und aus der Embryologie und vergleichenden Anatomie der Arthropoden selbst erkennen. Das ist das unzweifelhafte und bedeutsamste Ergebniss der ausgezeichneten Leistungen WEISMANN's. Ich enthalte mich eines näheren Eingehens auf die von ihm im Einzelnen erarbeiteten Resultate: wer über Arthropoden fernerhin zu urtheilen oder zu arbeiten unternimmt, wird ohnehin die genaueste Kenntniss seines Buches nicht entbehren können.

Für die vergleichende Embryologie der Insecten und Spinnen waren sonach die hervorragendsten Kräfte thätig. Die Crustaceen aber, diejenige Classe der Arthropoden, welche in morphologischer Beziehung als Schlüssel für das Verständniss der andern gelten kann, blieb immer noch auf die RATHKE'schen Arbeiten angewiesen. Speciellere Mittheilungen über die Entwicklungsgeschichte der frei lebenden Copepoden danken wir CLAUS, LAVALETTE beschrieb die Bildung des Amphipoden-Eies, ERDL das Hummer-Ei — aber eine Entwicklungsgeschichte in dem

Sinne wie ZADDACH, LEUCKART und besonders WEISMANN sie für die Insecten und CLAPARÉDE für die Arachniden lieferten, existirt nicht.

Wenn ich es unternahm, zur Ausfüllung dieser Lücke ein wenig beizutragen, so war ich mir bewusst, dass ich keine Arbeit von nur annähernder Vollkommenheit, wie die der eben genannten Forscher, liefern könnte. Es ist nicht nur ein gewisser Nimbus, der alle entwicklungsgeschichtlichen Arbeiten umgibt, es war besonders die Scheu, wohl oder übel mit einem Maassstab gemessen zu werden, der an die Arbeiten jener hervorragenden Forscher gelegt zu werden pflegt, welche mich mit Zagen an's Werk gehen liess. Ich wage es dennoch, meine Arbeit den Fachgenossen vorzulegen und kann nur bitten, mir, dem Anfänger, die zahlreichen Lücken und gewiss ebenso zahlreichen Irrthümer der Beobachtung verzeihen zu wollen, um so mehr, als durch die gewaltigen Zeitereignisse, die auch mich in directe Mitleidenschaft zu ziehen drohten, häufig die unumgänglich nothwendige Ruhe und Gleichmüthigkeit gestört und meine Untersuchungen besonders gegen das Ende aufs Empfindlichste gehemmt wurden. —

Die Entwicklungsgeschichte des *Asellus aquaticus* ist bereits von RATHKE im Jahre 1832 im ersten Bande seiner »Abhandlungen zur Bildungs- und Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Thiere« auf Seite 3—17 dargestellt worden. Es ist begreiflich, dass heute ganz andere Ergebnisse von einer gleichen Untersuchung erwartet werden dürfen, und so glaube ich, in einigen Fragen, welche die neuere Wissenschaft für besonders wichtig hält, das richtige Resultat gefunden zu haben, andere dagegen ungelöst gelassen, andere erst aufgeworfen zu haben.

Wenige Bemerkungen werden genügen, einige Aeusserlichkeiten der Untersuchung zu erledigen. Das Material zur Arbeit lieferten mir einige Gräben auf den Wöllnitzer Wiesen bei Jena, in denen eine grosse Menge *Hypnum aquaticum* wuchs. Ich rupfte etwas von diesem Moose aus, breitete es auf der Hand aus und suchte die *Asellus*-Weibchen, welche Eier in dem Brutsack trugen, in ein Glas zusammen, das ich nachher in ein offenes Gefäss ausgoss, wo hinein ich vorher eine Hand voll von jenem Moose geworfen hatte. Ich erneuerte häufig das Material, nahm auch Männchen und noch nicht trüchtige Weibchen und zog so in meinem kleinen Aquarium alle Stadien der Entwicklung auf, welche vom Tage des Auftretens der Keimhaut bis zum Verlassen des Brutsacks 3—4 Wochen in Anspruch nimmt.

Die Eier (Taf. XIV. Fig. 4.) sind vollständig durchsichtig, die Farbe des Dotters meist glänzend gelbbraun. (RATHKE l. c. pag. 4 fand grüne Eier häufiger). Das Chorion ist eine dünne aber zähe Membran,

welche einzelne faltenartige grosse Streifen zeigt, die wie Meridiane über ein mehr oder weniger grosses Stück ihrer Wölbung gehen. Die Gestalt des Chorions ist unregelmässig und wird offenbar durch das Aneinanderliegen der vielen Eier im Brutsack bestimmt, am häufigsten zeigt es indess ein ziemlich richtiges Oval. Die innere Eihaut dagegen ist fast immer kugelförmig, mitunter gleichfalls oval, liegt aber dem Chorion nur an wenigen Stellen an. Sie ist structurlos und anfänglich schwer zu erkennen. Der Dotter besteht aus Körnchenkügelchen und Fetttropfen, welche beiden Elemente in der verschiedensten Grösse vorkommen. Die Körnchenkügelchen haben einen körnigen Inhalt, der häufig auch zu erkennen ist, wenn dieselben nicht isolirt worden sind. Suspendirt werden sie im Ei durch eine etwas zähe Flüssigkeit, die zur Erscheinung tritt, wenn man ein Ei zerdrückt. Es ist wahrscheinlich diese Flüssigkeit, welche den Stoff zur Entstehung der Keimhaut giebt. Dieselbe entsteht in ganz analoger Weise, wie es ZADDACH von den Phryganeen, WEISMANN von den Dipteren beschreibt. Bemerkenswerth ist aber eine Erscheinung, welche ausführlicher bereits von ZADDACH (l. c. pag. 63 ff.) erwähnt und besprochen wird und jedenfalls bei der Bildung der Keimhaut eine Rolle spielt. ZADDACH fand nämlich während der Entwicklung der Eier von *Phryganea grandis* ein Zerfallen des Dotters in eine Menge kleiner, zwar dicht neben einander liegender, aber völlig getrennter Stücke. Ein ganz ähnlicher Vorgang lässt sich auch in den Eiern des *Asellus aquaticus* beobachten und zwar tritt er hier bedeutend früher ein als nach den Angaben der Königsberger Zoologen bei *Phryganea*. Während das reife Ei im Eierstock des *Asellus*-Weibchens in völlig homogener Weise durch Fett- und Dotterkügelchen ausgefüllt wird und dasselbe Bild auch noch im Brutsack bewahrt, erfolgt eine Veränderung in der Zusammensetzung des Dotters, sobald die Keimhaut gebildet wird. Der Dotter zerklüftet sich nämlich (Taf. XIV. Fig. 2.) in viele grössere Dotterschollen, ganz in der Weise, wie ZADDACH es von *Phryganea grandis* beschrieben und abgebildet hat. In diesen Eiern erfolgt aber die Zerklüftung erst nach der Anlage des Keimstreifens und der Keimwülste, woraus ZADDACH den Schluss zieht, dass die Zerspaltung des Dotters mit der Entstehung der Keimwülste in Zusammenhang steht und die symmetrische Theilung dieser sich auch unvollkommen in den Dotter fortsetzt. Es ist möglich, dass bei *Phryganea grandis* diese Erscheinung zu solcher Meinung berechtigt, bei *Asellus* möchte ich eine andere Deutung unternehmen. Wir wissen aus WEISMANN'S Untersuchungen, dass der erste Vorgang am befruchteten Ei der Dipteren eine Zurückziehung des Dotters von den Polen ist, während zugleich seine Oberfläche sich mit der Keimhaut

überzieht. Gewiss wird uns nichts hindern, diese beiden Erscheinungen in ursächlichen Zusammenhang zu bringen. Dem Sichzusammenziehen des Dotters in dem länglichen Dipteren-Ei möchte ich nun die Zerklüftung des Dotters in dem kugligen *Asellus*-Ei gleich setzen. Es ist natürlich nicht möglich, herauszubringen, ob die Zerklüftung bis in den Mittelpunkt des Dotters sich fortsetzt, immerhin ist mir das aber wahrscheinlich, und ich glaube, dass die oben erwähnte Flüssigkeit, welche die Fett- und Körnchenkugeln gleichmässig suspendirt erhält, zum Theil an die Oberfläche steigt und das Material zur Bildung der Keimhaut abgiebt. Hierdurch werden die Dotter-Elemente einander stellenweise mehr genähert und es bilden sich verschiedene Centra kleinerer Gruppierungen, wodurch dann die Erscheinung der Dotterschollen hervorgerufen wird. Diese Zerklüftung dauert, wie bei *Phryganea grandis*, so lange fort, als noch Dotter vorhanden ist, und es werden der Schollen immer weniger, je mehr Bildungsstoff verbraucht wird, woraus wohl zu schliessen ist, dass sie eine nach der andern allmählich aufgelöst werden.

In dem Keimhautblastem gehen nun Veränderungen vor sich, welche den von WEISMANX bei *Chironomus* geschilderten analog scheinen. Ich vermöchte zwar nicht auf der Oberfläche des Eies die den späteren Kernen der Keimhautzellen entsprechenden runden Flecke zu erkennen, was bei der vollständigen Kugelgestalt der Eier mir unmöglich erscheint, wohl aber erkannte ich im Profil des Eies die Kugelabschnitte des Blastems, welche der Ausdruck eines solchen Vorganges sind. Aber auch so konnte ich in diesen Kugelabschnitten keinerlei Korn entdecken, obwohl es im höchsten Maasse wahrscheinlich ist, dass derselbe vorhanden ist. Zum genauen Erkennen gelang es mir aber das nächste Stadium zu bringen, die ausgebildete Keimhaut (Taf. XIV. Fig. 3. und 4.) Zwar war es auch unmöglich, dieselbe an einem unverletzten Ei zu erkennen, allein der Zufall begünstigte mich und liess ein frisches Ei unter dem Druck des Deckgläschens platzen. Dabei floss der Dotter an einer Stelle zum Theil aus und ich bekam eine Flächenansicht von der Ei-Oberfläche. Ich erkannte nun grosse, helle Zellen (Taf. XIV. Fig. 4.), welche in gleichmässigem Abstände von einander lagen, sich berührten und sich gegenseitig abplatteten. Sie enthielten einen grossen Kern mit einem oder zwei dunkleren Kernkörperchen, an der Stelle des Eies, wo die Keimhaut mit einem Theil des Dotters ausgeflossen, war die Farbe des Dotters hell und glänzend, wo dagegen die Keimhaut noch zurückgeblieben war, gewährte sie einen matten weisslichen Schein. Leider habe ich — während der Untersuchung gestört — versäumt, die Zellen zu messen und habe nicht

wieder Gelegenheit gefunden, diese Versäumniss nachzuholen. Ich habe keinen Zweifel, dass die Bildung dieser primären Zellen auf demselben Wege vor sich geht, wie bei Chironomus. Darnach theilen sie sich mehr als einmal, denn man findet Kerntheilungen innerhalb der grossen Primärzellen, wie auch bei den bedeutend kleineren Keimhautzellen späterer Zeit. Ohnehin gewährt das Ei in wenig späterem Stadium einen vollständig veränderten Anblick, denn die halbkugligen Erhebungen während des ersten Auftretens der Keimhaut haben sich bedeutend vermehrt und zugleich wesentlich im Durchmesser verringert. Während die Primärzellen auf ihrer inneren Seite abgeplattet sind und ihren grösseren Durchmesser in der Breite haben, sind die später durch Theilung entstandenen kleineren Zellen der Keimhaut weniger abgeplattet und ihr Durchmesser in Tiefe und Breite fast gleich gross. Ausserdem ist im Verhältniss zum Umfang der Zelle der Kern der letzteren wesentlich grösser, als der der Primärzellen. Von der Fläche betrachtet, sind die späteren Keimhautzellen durch festere Aneinanderlagerung sechseckig abgeplattet, bei Wasserzusatz quellen sie aber nach Zerdrückung der Eihäute auf und zeigen ihre ursprüngliche Kugelgestalt. Sie messen im Durchmesser 0,04 Mm. Anfänglich bilden sie über die ganze Oberfläche des Dotters nur eine einzige Lage und stellen so die ausgebildete Keimhaut dar, bald aber häufen sich auf einer Stelle die Lagen (Taf. XIV. Fig. 5.), der so entstandene weisslich schimmernde Fleck wird grösser und grösser und bald nimmt die weissliche Schicht die eine Hälfte der Eioberfläche fast vollständig (Taf. XIV. Fig. 6.) ein und bildet somit den Keimstreifen, oder in diesem Fall bezeichnender genannt Keimtheil.

Soweit gleicht die Entwicklung des Eies mehr oder weniger den uns bis jetzt bekannten Entwicklungsgeschichten innerhalb des Arthropoden-Typus. Zu gleicher Zeit indess mit der Vermehrung der Zellen in dem Keimstreifen tritt eine Bildung auf, welche, allerdings seit langer Zeit bekannt, aber ohne den Versuch einer ausreichenden Erklärung geblieben ist: die Bildung der blattförmigen Anhänge, welche in ihrer ausgeprägten Gestalt vollkommen fertig sind, ehe noch in dem Keimstreifen die geringste Veränderung bemerkbar wird. Die erste Anlage dieser blattförmigen Organe zu beobachten, ist sehr schwierig, indessen gelang es mir einmal, die noch unfertige Gestaltung zu erkennen. Die Vorwölbung der inneren Eihaut war geschehen und zwischen ihr und dem Dotter resp. Keimhaut fanden sich drei ziemlich gleichgrosse halbkuglige Erhöhungen (Taf. XIV. Fig. 8.), ihre zellige Zusammensetzung zu erkennen, war unmöglich, aber auch weniger nöthig, da ausser den Zellen der Keimhaut gar keine histologischen

Elemente existirten, aus denen sie gebildet sein konnten. Ungleich häufiger ward ich aber das folgende Stadium gewahr, in dem die kuppelförmigen Vorragungen ihrer definitiven Gestalt bereits wesentlich näher gekommen waren. Es trat eine Differenzirung der Art ein, dass die obere einzelne Kuppel ihre Gestalt im Ganzen nicht veränderte, dagegen aber die beiden unteren in die Höhe wuchsen und sich an diesem auswachsenden Theil zugleich zuspitzten. Die Ansatzstelle aller drei Ausbuchtungen verlängerte sich canalförmig, bog sich am unteren Ende nach innen und erweiterte sich zu einer Art Trichter, dessen breite Basis in den Dotter mündete. Deutlich war jetzt auch zu erkennen, dass die Zellen der Anhänge mit den Zellen der Keimhaut identisch sind, nur ist es höchst eigenthümlich, dass die meisten Zellen wie ausgereckt mit längeren Fortsätzen in dem Basalcanal noch festsitzen. Später ist davon nichts mehr wahrzunehmen, die Zellen sind dann rund, oder durch gegenseitigen Druck etwas abgeplattet, und bilden die Wandung der blattförmigen Anhänge in derselben Weise, wie die Zellen der Keimhaut die spätere Larvenhaut. Im Voraus will ich bemerken, dass diese Organe allmählich eine Rückbildung erleiden und gänzlich schwinden, ehe noch die junge Assel die mütterliche Bruttasche verlässt. Es liegt sehr nahe, nach der Bedeutung dieser Organe zu fragen, deren frühe und vollständige Ausbildung und bizarre Gestalt sie gleich merkwürdig macht. Da aber in der ganzen Zeit ihres Bestehens keinerlei Lebensäusserung von ihnen ausgeht, die irgend eine Andeutung über ihre functionelle Bedeutung abgäbe, da ihr Bestehen und Vergehen Alles ist, was von ihnen ausgesagt und berichtet werden kann, so halte ich mich dafür berechtigt, ihnen eine Art monumentaler Bedeutung beizulegen und in ihnen die Andeutung zu erkennen, dass die Assel eine bedeutende Stammesgeschichte hinter sich hat, von der wir gar nichts weiter erschliessen können, als dass sie eben stattgefunden hat. Doch will ich mir die weitere Auseinandersetzung meiner Meinung bis zum Schluss ersparen, um den einfachen Gang der Darstellung der Entwicklungsmomente nicht zu unterbrechen.

Bald nach dem Wachsthum der blattförmigen Anhänge erfolgt ein Vorgang im Ei, der für die Familie der *Asellina* innerhalb der Classe der Isopoden charakteristische Geltung zu haben scheint. Der dem Keimtheil gegenüber liegende Theil der Keimhaut buchtet sich allmählich ein und trennt schliesslich den Dotter bis in die Mitte in ein vorderes, grösseres Stück, aus dem später der Kopf und der grösste Theil des Leibes, und in ein kleineres hinteres Stück, aus dem der andere Theil des Leibes und das Postabdomen sich bilden. Das Vorrücken

dieser Falte geht fast unsichtbar vor sich, und man wird ihre Existenz gewöhnlich erst gewahr, wenn sie vollkommen ausgebildet ist.

Sobald der Keimstreif durch Verdickung sich deutlich von dem übrigen Theil der Keimhaut abgetrennt hat, beginnen sich auch Ungleichheiten in ihm zu zeigen. An seinem Vorderende — dem späteren Kopf — nimmt er stärker zu als an den übrigen Stellen (Taf. XIV. Fig. 7.). Die frühesten Messungen, die ich an einem derartigen Ei vorgenommen habe, ergeben 0,024 Mm. am Kopfende, 0,016 am entgegengesetzten und 0,019—0,021 für den mittleren Theil. Die Zellen des Keimstreifens messen dagegen in der Breite 0,009—0,010 Mm., in der Tiefe dagegen ziemlich constant 0,04 Mm. In diesem Stadium ragen die Zellen noch halbkuglig vor. Nach Verlauf von 12—16 Stunden nimmt die Dicke des Keimstreifens aber bedeutend zu, so dass derselbe am Kopfende 0,03 Mm. misst und dieselbe Dicke fast bis an das Schwanzende beibehält, welches letztere in dem Dotter noch nicht erkennbar ist.

Um diese Zeit erfolgt die erste Anlage des bilateralen Typus im Kopfende des Keimstreifens. Es bildet sich hier auf der dem Dotter zugewendeten Seite eine mediane Rinne, in welche am äussersten Ende der Dotter keilförmig eintritt, so dass an dieser Stelle der Keimstreif sich bis zu 0,012 Mm. verdünnt. Die in diese Rinne senkrecht vorspringende Dotterfirste tritt dann in einem rechten Winkel wieder zurück und wölbt sich zu einer Art Rücken, der sich in die weniger tiefe und spitze Fortsetzung der Mittelrinne des Keimstreifens hineinlegt. Allmählich hört diese Rinne vollständig auf, der Keimstreif liegt in glatter Fläche dem Dotter an, bis sich schliesslich das Verhältniss umkehrt, und an dem jetzt an den Tag getretenen Postabdominaltheil der Keimstreif mit ziemlich hohem Rücken sich vorwölbt und in den Dotter hineinragt. Der Postabdominaltheil des Keimstreifens entsteht später als der Rumpftheil — ebenso werden wir auch die Anlage seiner Gliedmaassen später erfolgen sehen, als die jenes. Der Dotter, der natürlich zurückweicht, je weiter die Bildung des Keimstreifens vorschreitet, ragt neben der bereits erwähnten medianen Dotterfirste noch mit zwei seitlichen, stumpfen Ecken in den Kopftheil des Keimstreifens vor; auf diesen Vorrugungen ruhen die beiden stärksten Theile des Keimstreifens, die Seitentheile des Kopfes, welche wie die halbaufgerichteten Flügel eines sitzenden Schmetterlings den vorderen Theil des Dotters umfassen, gewölbt auf der Innen- und Aussenseite.

Bei sorgfältiger Betrachtung erkennt man jetzt auch die ersten Anfänge der Gliedmaassen, wenn man das Ei so legt, dass der Keimstreif im Profil erscheint. Das erste und zweite Maxillenpaar scheint zuerst zu entstehen, denn man sieht an der Stelle, wo später die äussere

Begrenzung der Maxillenwülste erscheint, eine Längslinie (Taf. XIV. Fig. 7. *b. c.*) in dem Keimstreifen, welche durch die halbkugligen Hervorragungen der einzelnen Zellen sehr deutlich ihre Erhabenheit gegenüber den Zellen des Keimstreifens zu erkennen giebt. Auch die Mitte des Keimstreifens wölbt sich etwas, so dass im Profil ihre Contour über die der eben beschriebenen Linie der Maxillen noch vorragt. RATHKE (l. c. pag. 7) giebt zwar an, unterhalb der von ihm fälschlich für die Oberlippe gehaltenen Anlage zur Mundöffnung befände sich eine nur unter starker Vergrösserung sichtbare Furche, die in der Mittellinie des Primitivstreifens verlief und allmählich sich verlöre. In diese Furche lässt RATHKE dann die seitlichen Querfurchen münden, welche die Fresswerkzeuge in ihrer ersten Anlage begrenzen. Dies ist indess nicht ganz richtig. Es entsteht auf der Aussenseite keinerlei mediane Längsfurche, mit Ausnahme des kurzen Stückes, welches die beiden unterhalb der Mundöffnung später hervorwachsenden accessorischen Mundtheile von einander trennt. Im Gegentheil wölbt sich die Mitte des Keimstreifens zwischen den später entstehenden Gliedmaassen, und in Folge davon tritt auch im Profil eine einzige scharfe Linie als Begrenzung derselben hervor, die man deutlich erkennt, ehe noch die erste Anlage der Fresswerkzeuge erscheint. Letzteres erfolgt aber bald, und nicht lange nach dem Erscheinen jener ersten Furchen werden die Antennen und sämtliche Fresswerkzeuge, etwas später auch die Beine (Taf. XIV. Fig. 9.) und wieder später die Kiemen angelegt. Sämmtliche Gliedmaassen entstehen als Wucherungen der Keimstreifenzellen, die zwischen ihnen und dem Keimstreif auftretenden Furchen bezeichnen die Stellen, an denen diese Wucherungen nicht stattgefunden haben. Bemerkenswerth ist der Unterschied in der Anlage der Antennen und Mandibeln einerseits und der Maxillen andererseits. Während letztere (Taf. XIV. Fig. 9. *e. f. g.*) an ihrem einander zugewandten Ende am meisten sich von der Grundsubstanz des Keimstreifens abheben und an dem andern Ende unmerklich in denselben übergehen, kehrt sich dieses Verhältniss bei den beiden Paaren der Antennen und merkwürdigerweise auch bei den Mandibeln um (Taf. XIV. Fig. 9. *b. c. d.*). Die der Mittellinie zugewandten Ränder treten nicht hervor, bilden sich vielmehr erst allmählich heraus, dagegen hebt sich das entgegengesetzte Ende frühzeitig walzenartig vom Keimstreifen, resp. von der Keimhaut ab. Dies Verhältniss deutet auch zugleich darauf hin, in welcher Weise das Wachsthum der Körperanhänge erfolgt, das in beiden Arten demselben Princip folgend, ihr Wachsen nach entgegengesetzter Richtung bedingt. Die inneren oder oberen Antennen liegen auch in der embryonalen Anlage dicht über den grösseren unteren. Im Profil sind alier-

dings auch die vorderen Ränder zu sehen) und man erkennt sie von beiden Paaren deutlich abgesetzt gegen das Stück des Keimstreifens, das ich den Vorderkopf nennen will, allein diese Ränder bezeichnen anfänglich nur die Hervorwulstung der Antennen, nicht ihre Absetzung vom Keimstreifen, die erst nachher eintritt. Kleiner als die Antennenpaare entstehen die Mandibeln, deren Art der Anlage gleich anfänglich darauf hindeutet, dass in derselben der Tastertheil wesentlich berücksichtigt ist, und nicht etwa einer später eintretenden Auswachsung irgend einer Ecke seine Existenz dankt. Wir werden im Gegentheil später Gelegenheit haben zu erkennen, dass fast die ganze embryonale Anlage zur Ausbildung des Tasters verbraucht wird, während der Haupttheil, der eigentliche Körper der Mandibeln viel später, und die beiden hervortretenden zahntragenden Stümpfe auch erst in der Folgezeit angelegt werden. Die drei Maxillenpaare gleichen einander anfänglich vollständig. Jedes einzelne bildet zwei einander gegenüber liegende Platten, deren vordere Ränder gerundet, deren Seitenränder aber mit denen der anderen Paare sich berühren. Ein breiter Raum (Taf. XIV. Fig. 44.) bleibt vom Keimstreifen in der Mitte frei, wird aber durch das allmähliche Wachsen der Gliedmaassen und die Zusammenziehung des Keimstreifens schmäler und schliesslich von den Maxillen gänzlich verdeckt. An den Contouren der Maxillen lassen sich anfänglich keinerlei Einbuchtungen erkennen, sie zeigen nur durch die kleinen Auszackungen zwischen den einzelnen halbkuglig hervordringenden Embryonalzellen, dass sie von keinerlei fester Membran überzogen werden, sondern wie der ganze Keimstreif nur aus frei an einander liegenden Zellen bestehen. Kurze Zeit nach dem Hervortreten der Fresswerkzeuge und Antennen erkennt man auch deutlich die Anlage von 6 Beinpaaren. Sie ahmen im Ganzen die Anlage der Maxillen nach, kehren ihr hervortretendes Ende gegen die Mitte des Keimstreifens und gehen am Grunde unmerklich in den Keimstreif über. Von den Maxillen unterscheidet sie aber sofort ihre Richtung und die grössere Schmalheit ihres walzenartigen Körpers. Gleich bei ihrer Entstehung richten sich die freien Enden nach hinten und das Wachsthum geht in derselben Richtung vor sich. Je näher die Beine indess den Fresswerkzeugen liegen, um so weiter auf die Seitentheile des Keimstreifens reichen ihre Ursprünge, so dass der Seitenrand des ersten Beinpaares genau sich an den Seitenrand des dritten Maxillenpaares anlegt, während das letzte Beinpaar nur eine wulstartige Vorragung auf dem Keimstreifen scheint und weder am Grunde noch an der freien Spitze schon so ausgebildet ist wie das erste Paar.

Während des Auftretens der bis jetzt beschriebenen Gliedmaassen

gehen wesentliche Veränderungen am Keimstreifen vor sich. Betrachtet man den Keimstreif um diese Zeit im Profil, so gewahrt man unterhalb der grossen Antennen eine Quersfurche und von dieser Furche an eine Zurückziehung von der inneren Eihaut (Taf. XIV. Fig. 9. p.). Der Kopftheil berührt nach wie vor die Eihaut und tritt im Profil weit über die Insertion der Antennen hervor; unterhalb der grossen Antennen rundet er sich aber ab und bildet zwischen den Mandibeln die eben erwähnte Furche, welche nichts anderes ist, als die Einstülpung der Mundöffnung. Zu gleicher Zeit mit dieser Bildung tritt eine seichte Segmentirung des Bauchtheiles ein, die man im Profil besonders deutlich erkennt. Die äussere Grenzlinie der Keimstreifmitte tritt anfänglich noch über die Gliedmassen hervor und bildet für jedes Paar derselben einen hervorragenden, schwach gewölbten, durch ganz seichte Einbuchtungen von den Nachbarn getrennten Wulst — die erste Anlage der Körpersegmente.

Rollt man aber mittelst des auf hinreichend vielem Wasser schwimmenden Deckgläschens das Ei so herum, dass die Bauchseite des Keimstreifens dem Auge zugewendet wird, so bemerkt man an der Stelle, wo im Profil die Quersfurche sichtbar wurde, eine Einstülpung des Keimstreifens, die ihren optischen Ausdruck in einer halbkreisförmigen Linie (Taf. XIV. Fig. 11. p.) findet, welche gegen die Mandibeln zu von einem erhabenen Wulst begrenzt wird. Die Mitte dieses Wulstes ist anfänglich fast unmerklich eingeschnitten, bald aber tritt sogar eine Furche hinzu (Taf. XIV. Fig. 13. p.), welche in den Einschnitt mündet und später die mittlere Trennung der beiden bereits erwähnten accesserischen Mundtheile bildet.

Während so der vordere und grössere Theil des Keimstreifens sich immer weiter herausbildet, beginnt auch der hintere Theil, das spätere Postabdomen sichtbar zu werden (Taf. XIV. Fig. 10. r.). Um es jetzt schon zu gewahren, muss man das Ei wiederum in Profilsicht bringen. Man bemerkt dann auch ein Zurückweichen des Dotters in diesem Theil des Keimstreifens und sieht zugleich deutlich die tiefe Furche, welche den Embryo in die beiden Abschnitte theilt. RATHKE beschreibt diese Furche sehr anschaulich mit folgenden Worten (l. c. pag. 5): »Gleich nachdem die Keimhaut den Dotter verhüllt hat, buchtet sich ihr zartester und zuletzt entstandener Theil«, (RATHKE meint die Keimhaut entstände an der Bauchseite zuerst, was gewiss nicht richtig ist) »gegen den Mittelpunkt des Dotters ein, treibt die einzelnen Massentheilchen dieser Flüssigkeit, welche ihm zunächst liegen, vor sich auseinander und stellt in kurzer Zeit (im Laufe weniger Tage?), eine breite Falte dar, deren breite Blätter oder Hälften einander dicht anliegen und die

zuletzt nachdem sie unter steter Vergrößerung der Keimhaut immer tiefer in den Dotter eingeschnitten hat, mit ihrem tiefsten Theile in die Nähe des Mittelpunctes des Eies gelangt, übrigens aber dann nicht ganz gerade ausgespannt, sondern gleich einem mässig geschwellten Segel nach einer Seite etwas ausgebogen ist. Durch sie wird die eine Halbkugel des Dotters in zwei ungleich grosse Hälften getheilt.« Die Verdickung der Keimhaut zum Keimstreifen geht hier aber nicht nur bis an die Falte, sondern noch über die hintere Spitze des Dotters hinaus, auf die Rückenseite. Hierdurch bekommt die äusserste Spitze des Keimstreifens eine grössere Zahl von Zellen, als der vorübergehende Theil, an dem bereits die Kiemen sprossen, und wir werden sehen, dass dieselben auch zu besondern Zwecken verwandt werden. Mit dieser Verdickung des hinteren Endes geht auch die Ausbildung der Anhänge des Postabdomens — denn so können wir den hinter den Beinen liegenden Theil des Keimstreifens jetzt schon nennen — vor sich.

Die Anlage der Kiemen (Taf. XV. Fig. 47. u.— ∞ .) und der ihnen anfänglich morphologisch gleichwerthigen, gabelförmigen Anhänge des Hinterleibes unterscheidet sich nur dadurch von der Anlage der Beine, dass sie ihrer Kleinheit wegen seitlich nicht so weit in die Höhe reichen, obwohl ihre Insertion von der Mitte des Keimstreifens eben so weit entfernt ist, als die der Beine. Ursprünglich sind die Kiemen trapezförmig; die grösste Seite ist die frei nach hinten und unten gewandte, bedeutend kleiner, die mit jener parallele Basis, welche unmerklich in der gleichen Weise wie bei den andern Gliedmaassen in den Keimstreif übergeht, und am kleinsten die schrägen Kanten, welche jene beiden mit einander verbinden. Ihr Wachsthum unterscheidet sie ebenso von den Beinen, wie diese von den Mundwerkzeugen: sie wachsen nämlich nur in die Breite und nach hinten, während die Beine anfänglich schräg convergirend an Länge zunehmen. Der Zahl nach sind es 4 Paar Anhänge, von denen die drei ersten zu Kiemen, das letzte zu den gabelförmigen Anhängen des Hinterleibes werden. Zwischen dem ersten Kiemenpaar und dem letzten — sechsten — Beinpaare entsteht aber um dieselbe Zeit noch ein Körperanhang, der im Anfange die Bildung der Beine nachahmt, dabei aber so schmal und klein ist, dass er sich sofort auffallend von diesen unterscheidet. Wir werden sehen, dass in der Folgezeit aus ihm ein Plattenapparat sich bildet, der mit den Geschlechtsfunctionen in nahem Zusammenhang steht (Taf. XV. Fig. 21. g.).

Wenn diese Bildungen vollendet sind, gewahren wir noch einen Vorgang, der ebenfalls in die Gliedmaassenanlage gehört, sich aber vollständig von der Bildung der andern Gliedmaassen unterscheidet. Vorher erwähnte ich schon die Entstehung einer Langsfurche in der

Mitte des Keimstreifens unterhalb der MundEinstülpung. Diese Furche wird durch das wulstartige Hervorwachsen einer Falte zu ihren Seiten deutlicher und, je höher die Falte sich hebt, zugleich auch tiefer. Diese Keimstreiffalte wächst allmählich nach vorn zu und schliesslich bilden sich zwei Vorsprünge (Taf. XIV. Fig. 14. t.) aus, welche in der Mitte durch besagte Furche scharf von einander getrennt, an den äusseren Seiten von den Mandibeln begrenzt werden, hinten unmerklich in den Keimstreif übergehen, vorn dagegen binnen kurzer Zeit halbkuglig über die Mundöffnung hervorragen. Ich habe oben für diese Organe den Namen der accessorischen Mundtheile aufgestellt, aus Gründen, die ich sogleich entwickeln will.

Ich habe mich nämlich vergeblich bemüht, zur Klarheit zu gelangen, ob und wie diese Theile von den Autoren benannt werden. Das älteste Citat, das ich hierauf bezüglich fand, steht in RATHKE'S Schrift. Er giebt an, der ältere TREVIRANUS (Vermischte Schriften von G. R. TREVIRANUS und L. C. TREVIRANUS. Bd. I. pag. 71) habe diese Theile mit dem Namen des »dritten Kinnladenpaares« belegt. RATHKE selbst (l. c. pag. 44.) hält sie für »analog der von SAVIGNY sogenannten doppelten oder gespaltenen Zunge mehrerer Insecten und des Flusskrebsses.« Er meint, sie blieben das ganze Leben hindurch weich und fleischig, könnten füglich also nicht für Kinnladen angesehen werden. Später, in seiner Abhandlung über die Entwicklung des *Oniscus Asellus* (Abhandlung zur Bildungs- und Entwicklungsgeschichte II. pag. 77), vermengt er die offenbar ähnliche Bildung dieser Theile mit der Oberlippenbildung. Es heisst dort: »Unterhalb des so eben beschriebenen Vorsprungs, oder zwischen ihm und den Mandibeln entsteht ungefähr gleichzeitig mit jenem (nämlich der von ihm verkannten eigentlichen Oberlippe) ein Paar sehr kleiner Knötchen oder Wärzchen. Späterhin fliessen sie sowohl untereinander als auch mit dem über ihnen liegenden Vorsprunge, wenn dieser sich in der letzteren Hälfte des Frucht- lebens nach unten und gegen die Mandibeln umbiegt, etwas zusammen (?), bleiben jedoch für immer fleischig (?), indess jener Vorsprung selber eine hornartige Beschaffenheit annimmt, und stellen zuletzt gleichsam eine polsterartige Auskleidung desselben dar (?). Möglicherweise könnte man sie für eine Oberlippe halten.« Und in einer Anmerkung fügt er noch hinzu: »Auch bei *Oniscus aquaticus* kommt ein solcher Vorsprung zwischen dem Paare der grösseren Fühlhörner vor, und diesen habe ich im ersten Bande der vorliegenden Abhandlungen die Oberlippe genannt. Hinsichts jener Benennung aber habe ich mich geirrt, und nehme sie deshalb jetzt zurück.« Wir werden bald sehen, dass die ursprüngliche Benennung die richtige war, und dass der vor-

treffliche Forscher sich erst irrte, als er sie widerrief. Die SAVIGNY'sche Bezeichnung auf das Organ anwenden zu wollen, wird gewiss heute Niemand mehr einfallen, nachdem gerade durch genaueres Eingehen auf die Entwicklungsgeschichte die sog. ERICHSOHN'sche Gliedmaassentheorie als gänzlich unhaltbar nachgewiesen worden ist. Es ist aber auch ein Irrthum — ich verweise auf meine spätere Darstellung — zu glauben, die Theile blieben weich und fleischig. Im Gegentheil; sie werden genau so hart und bewaffnen sich mit Zähnen, wie sämtliche übrigen Mundtheile und gerade diese Gleichförmigkeit ihres äusseren Ansehens hat dazu beigetragen, sie der Aufmerksamkeit späterer Forscher zu entziehen. Bei MILNE-EDWARDS (*Histoire naturelle des Crustacés* III. pag. 116) finde ich die einzige Angabe und Bezeichnung, die den Thatsachen gerecht wird. Es werden dort bei Besprechung der Mundwerkzeuge der Isopoden aufgezählt: un labre, une paire de mandibule, une lèvre inférieure bilobée, deux paires de mâchoires et une paire de pattes-mâchoires. Aus dieser Aufzählung geht deutlich hervor, dass MILNE-EDWARDS genau den Thatbestand erkannt und auch gut bezeichnet hat. Dagegen finde ich weder in der ZENKER'schen Kritik der ERICHSOHN'schen Gliedmaassentheorie noch in den zoologischen Handbüchern von CARL VOGT, TROSCHEL, CARUS & GERSTÄCKER und CLAUS diese Theile erwähnt. Wohl aber habe ich drei Ansichten anzuführen und zu berücksichtigen, die auf dem sicheren Grunde der Entwicklungsgeschichte erwachsen sind und darum vor Allem Geltung beanspruchen. Es sind die Ansichten ZADDACH's, WEISMANN's und CLAPARÈDE's.

ZADDACH (l. c. 30) schildert die Entstehung der Unterlippe bei den Phryganeen und macht darauf aufmerksam, dass sie nicht aus zwei verwachsenen Kiefern bestünde, sondern einer Falte der Keimhaut ihre Existenz danke. Seine Untersuchungen an den Embryonen eines Käfers und einer Blattwespe bestätigen ihm diese Ansicht, und er verallgemeinert sie auf alle Insecten, oder wenigstens auf alle diejenigen, deren Larven mit vollständigen und zum Beissen eingerichteten Mundtheilen versehen sind. Auf Seite 91 vergleicht er dann die Bildung der Crustaceen-Mundtheile mit den Gliedmaassen der Insecten und kommt zu der Vermuthung, die Unterlippe der Edriophthalmen möchte vielleicht auch aus einer Falte der Keimhaut herzuleiten sein. Er fusst dabei auf der Ansicht, welche RATUKE und fast alle übrigen Forscher angenommen haben, als bilde das »dritte« Gliedmaassenpaar die Unterlippe. Ersilich ist hier aber ein Fehler zu berichtigen, der wohl nur aus Verwechslung des dritten Maxillenpaares mit dem dritten Gliedmaassenpaar begangen ist. Nicht dieses, sondern jenes, das dritte Maxillenpaar, oder wie andere es nennen, das Kieferfusspaar,

soll nach den Autoren die Unterlippe bilden. Das ist aber, wenigstens bei *Asellus aquaticus*, vollständig irrig. Das dritte Maxillenpaar verschmilzt nicht, sondern seine Theile bleiben frei gegen einander beweglich. Es hat mithin um so weniger Anspruch auf die Bezeichnung Unterlippe, als es nicht einmal der Zahl nach dasjenige Paar der Mundtheile ist, welches der Unterlippe bei Orthopteren etwa entspricht.

Aus WEISMANN'S Bemerkungen über die Unterlippe der Dipteren (l. c. 30) geht aber zur Genüge hervor, dass es als völlig misslungen betrachtet werden muss, durch den Ausdruck »Unterlippe« einige Uebersichtlichkeit in die Terminologie der Arthropoden-Mundtheile zu bringen. WEISMANN'S Beobachtungen stellen es ausser Zweifel, dass sogar innerhalb der Insecten diese Benennung keine morphologisch sich entsprechenden Organe in sich fasst, und dass die Unterlippe der Dipteren und Hemipteren (letztere nach HUXLEY'S Untersuchungen an *Aphis*) eine andere Entwicklungs- und Entstehungsgeschichte hat, als die der Neuropteren, Coleopteren und Hymenopteren. Ziehen wir dann noch CLAPARÈDE'S Auseinandersetzungen über die Entwicklung der Unterlippe bei *Pholeus opilionides* (l. c. 54.) dazu, so ergibt sich mit völliger Klarheit, dass der Ausdruck Unterlippe die heterogensten Bildungen vertritt, also im Interesse einer vergleichenden, auf die Ergebnisse der Entwicklungsgeschichte fussenden Morphologie aus der Terminologie der Arthropoden so lange am besten entfernt wird, bis eine wissenschaftlich begründete Terminologie ihn vielleicht wieder einführt. Aus diesem Grunde habe ich dem von MILNE-EDWARDS »lèvre inférieure« genannten Theil den Namen der »accessorischen Mundtheile« beigelegt, weil durch diesen fast nichts sagenden Ausdruck keinerlei falsche Beziehungen ins Spiel gebracht und einer definitiven Bezeichnung keine Schwierigkeiten bereitet werden. Als Endergebniss für die vergleichende Morphologie der Arthropoden stellt sich eben heraus, dass die Faltenbildung der Keimhaut ein zu berücksichtigendes Moment bei der Bildung der Mundwerkzeuge abgiebt; weiteren Forschungen bleibt es aber vorbehalten, das Maass der Bedeutung zu bestimmen, welches dieser Bildung als unterschieden von der gewöhnlichen, zukommt.

Es läge nahe, bei so ausführlicher Erörterung der vermeintlichen Unterlippe auch der wirklichen Oberlippe zu gedenken, allein ihre Entstehung erfolgt erst in einem späteren Zeitpunkt des embryonalen Lebens und kann erst in der Folge besprochen werden. Ich wende mich daher zu einem Vorgange, der um diese Zeit jedenfalls schon stattfindet, aber sich der Beobachtung völlig entzieht und erst in späterer Zeit in seinen Resultaten hervortritt. Es ist die Afterbildung. Sie geht vor sich, während noch das verdickte Ende des Keimstreifens dem

Dotter des Kopftheiles so dicht aufliegt, dass weder im Profil noch von der Fläche das Geringste von einer Veränderung wahrzunehmen ist. Aus dem Befunde indessen, der nach 4 bis 2 Tagen gemacht wird, geht hervor, dass die Aterbildung lediglich, wie auch die Bildung der Mundöffnung, eine Einstülpung, beziehungsweise Trennung des Keimstreifens an seiner äussersten Spitze ist (Taf. XIV. Fig. 21. z.). Deutlicher als die Bildung des Anfangtheils der Speiseröhre — oder um die Termini technici der Embryologie beizubehalten, des Vorderdarms — erkennt man zugleich mit der Ausbildung der Ateröffnung die Anlage des Hinterdarms, dessen Wandungen von der Masse des Keimstreifens gebildet werden, welche zwischen die beiden äussersten Dotterspitzen hineingreift. Die ursprüngliche Anlage erfolgt wohl nur bis zu dieser Grenze; nachher aber geht die Bildung des Hinterdarms immer weiter und schreitet rascher vorwärts, als die Zurückziehung des Dotters bewirkt wird. Vom Vorderdarm bemerkt man nur in der Flächenansicht die obere Bedeckung des vorderen Theils der Mundöffnung, man sieht nämlich als optischen Ausdruck derselben bei gewisser Einstellung zwei Contouren, welche von den äusseren Rändern der Mundöffnung nach Innen führen; dieselben lassen also darauf schliessen, dass die Mundöffnung gleichfalls sich zu einem röhrenartigen Hohlraum entwickle, welcher vom Keimstreif umgeben, hierdurch eben die Bildung des Vorderdarms einleite. Allerdings lässt sich aber bis zur Anlage des Magens, die erst viel später erfolgt, keine Trennung der Wandungen des Vorderdarms aus der Keimstreifmasse wahrnehmen, doch findet das in der Thatsache eine ausreichende Erklärung, dass die Mundöffnung an der dünnsten Stelle des Keimstreifens liegt und in der Mittelfurche der Keimwülste, welche zwischen sich die mediane Dotterfiste bis dicht an die Einstülpung des Mundes herantreten lassen, Aber auch später, wenn der Dotter sich zurückgezogen hat, und die Verdickung des Keimstreifs auch hier stattgefunden hat, lässt sich nichts von der Bildung des Vorderdarms bemerken.

Es ist jetzt an der Zeit, auf die mittlerweile vor sich gehenden Gestaltungen der Gliedmaassen zu achten. Vor Allem ist dabei zu bemerken, dass dieselben sich mit ihren freien Rändern der Mittellinie des Keimstreifens mehr nähern. Es ist das aber nicht sowohl ein actives Wachsen der Anhänge allein, als eine Zusammenziehung des Keimstreifens nach der Mitte zu, denn zugleich mit der Annäherung der Gliedmaassen an einander erfolgt eine stärkere Wölbung des dazwischen liegenden Theils des Keimstreifens, die zwischen den Beinen bereits einen hohen Grad erreicht hat. Zugleich mit dieser seitlichen Zusammensetzung erfolgt aber auch eine ebenso allmähliche Längszusammen-

ziehung des ganzen Keimstreifens. Es wird durch letztere indess der Keimstreif nicht kürzer als bisher, im Gegentheil nimmt er an Ausdehnung zu, da das Köpfende weiter in den Dotter hineinwächst. An den grossen Antennen bemerkt man jetzt bereits eine kegelförmige Höhlung im Innern (Taf. XIV. Fig. 40. c.), ebenso an dem ersten Beinpaare und nach und nach auch in denfolgenden Beinpaaren (Taf. XIV. Fig. 46.). Das erste und zweite Maxillenpaar lösen sich derweil mehr und mehr vom Keimstreif ab und auch an ihrer äusseren Seite, wo sie in den Keimstreif unmerklich übergangen, bereitet sich eine Trennung vor, die sich anfänglich in Gestalt einer erhöhten Linie kund giebt, welche in kleinen Bogen das untere Ende der Maxillenbasis umfasst und vom Keimstreif abhebt (Taf. XIV. Fig. 44. e.). Ebenso trennt sich die Basis des zweiten Maxillenpaares vom Keimstreif, während das dritte Paar eine andere Fortbildung erfährt. Es wächst an ihm aus der der Mittellinie des Keimstreifs zugekehrten Seite das untere Ende walzenartig hervor (Taf. XIV. Fig. 44. g.), während die Basis schmaler wird. An allen drei Paaren macht sich dann eine gemeinschaftliche Bildung geltend, indem ihr innerer Rand sich in der Mitte einbuchtet (Taf. XIV. Fig. 43. & 48.). Zu gleicher Zeit ist die seitliche Zusammenziehung des Keimstreifs und das Wachsthum der Gliedmaassen so weit vorgeschritten, dass sich die inneren Ränder derselben stellenweise schon berühren. Die Absetzung der unteren Basalhälfte des ersten Maxillenpaares geht schnell weiter, die Einbuchtung am innern Rande aller drei Paare wird tiefer, die Walze des dritten Paares länger, die Beine legen sich ebenfalls mit den inneren Rändern an einander und wachsen nach hinten weiter, auch die Kiemen buchten sich am hinteren freien Rande in der Mitte seicht ein, und die accessorischen Mundtheile heben sich wulstiger an ihrem vorderen Ende vom Keimstreif ab.

Die Zusammenziehung des Keimstreifs macht sich besonders am Hinterende bemerkbar, das beinah einem gleichschenkligen Dreieck mit abgerundetem Winkel in der Spitze gleicht. Durch das zunehmende Wachsthum des Keimstreifens und seiner Gliedmaassen — auch die Antennen und Mandibeln wachsen, aber natürlich nach entgegengesetzter Richtung als die übrigen Mundtheile — wird der bisherige Raum in den Eihäuten zu klein und das Ei erfährt eine Verlängerung, durch welche die Kugelgestalt zu einem ungleichen Oval wird, dessen schwächere aber breitere Rundung am Köpfende, die stärkere aber schmalere am entgegengesetzten Pole befindlich ist. Zu einer ganz unregelmässigen Gestalt wird aber das Ei gebracht (Taf. XIV. Fig. 43.), durch die starke Ausdehnung der blattförmigen Anhänge, welche sich bestreben, die Eihüllen zu durchbrechen und in freiem Wasser und

horizontaler Richtung sich auszubreiten. Legt man ein Ei, dessen Theile die bereits beschriebenen Prozesse durchgemacht hat, so hin, dass die Postabdominalseite nach oben, die Fresswerkzeuge nach unten, die Kopfseite nach hinten, die entgegengesetzte, mit den Beinen, nach vorn gerichtet sind, so gewahrt man die blattförmigen Anhänge zu beiden Seiten des grösseren, des Kopftheils des Embryo, aber nach unten gerichtet. Ihre Basis bildet die ausgezogene Wandung der Keimhaut, welche wie ein Trichter sich allmählich verengert, dann aber zu der blattförmigen Gestalt sich erweitert, die der Anhang durch die ganze Zeit seines Bestehens bewahrt. Innerhalb dieses Trichters sieht man eine Anzahl freier Zellen liegen, welche vollständig andern Zellen gleichen, die um dieselbe Zeit in den Höhlungen sämtlicher Gliedmassen auftreten. Die Zellen haben 0,04 Mm. im Durchmesser, während die Wand des Trichters, die also nur eine Ausstülpung der Keimhaut ist, 0,004 Mm. in der Dicke misst.

Frägt man nach der Entstehung dieser freien Zellen, so lässt sich natürlich nur mit einer Vermuthung darauf antworten. Die Zellen entstehen wahrscheinlich in ähnlicher Weise wie die Keimhautzellen, d. h. durch freie Zellenbildung. Ich muss aber darauf hinweisen, dass in dem Dotter des *Asellus aquaticus* wahrscheinlich ähnliche Vorgänge vorkommen, wie bei *Musca vomitoria* nach WEISMANN'S Darstellung. Derselbe fand nämlich »neben kugligen Embryonalzellen mit einfachem Kerne eine nicht unbedeutende Anzahl viel grösserer, im isolirten Zustande ebenfalls kugliger Zellen, welche eine Menge kleiner Kerne einschliessen. Sie enthalten daneben viel feinkörnige dunkle Fettkörnchen, welche nicht selten hofartig um die Kerne gruppirt sind« (l. c. pag. 65). Aehnliche zellenartige Körper mit vielen eingeschlossenen Kernen, in denen wiederum Kernkörperchen lagen, bemerkte ich mitunter, wenn ich ein Ei zerdrückte und den Dotter ausfliessen liess. Die Grösse solcher Kugeln war sehr verschieden, ich maass sie zwischen 0,005 und 0,05 Mm. Es ist nicht unmöglich, dass diese kernhaltigen Kugeln plötzlich bersten, ihren Inhalt entleeren und so Anlass geben zu einer plötzlich auftretenden raschen Zellvermehrung. Doch will ich ausdrücklich bemerken, dass ich dieser Beobachtung keine beweisende Kraft beilege, da es sehr wohl denkbar ist, die Kugeln mit ihrem Inhalt haben sich coagulirt während des Ausfliessens und durch die Berührung mit dem Wasser.

Der Gestaltung des Keimstreifs — wir können wohl jetzt schon sagen der Leibeswand — schliesst sich die des Dotters ziemlich genau an, doch muss bemerkt werden, dass er sich fast überall mehr zurückgezogen hat, und dass die beiden in den Schwanztheil des Embryo

vorspringenden Dotterfirsten deutlicher wahrnehmbar werden und sich an ihrem Ende mehr zuspitzen. In den Hohlraum, welchen die trichterförmige Basis der blattförmigen Anhänge bildet, treten neben jene Embryonalzellen auch einzelne Fetttropfen aus der Dottermasse heraus. Wie sich die Dicke der Rückenwand des Embryo verhält, lässt sich jetzt noch gar nicht beobachten, denn der Schwanztheil liegt noch zu dicht darauf. Wohl aber erkennen wir Veränderungen in der Lage des Kopftheils. Wie der Keimstreif in seiner ganzen Länge, so hat sich auch besonders der Kopftheil stark verdickt, es beginnt aber hier auch zuerst der wichtige Vorgang, welcher die Trennung des Dotters von dem Keimstreifen bewirkt. Wie oben bereits beschrieben ist, greift der Kopftheil des Keimstreifens auf beiden Seiten flügel förmig um den Dotter herum, welcher in der Mittellinie mit der medianen Dotterfirste in den entstandenen Spalt hineinragt, unterhalb der beiden flügel förmigen Scheiben aber mit horizontalen, sanft abgerundeten Vorsprüngen dieselben vom übrigen Theil des Keimstreifens abtrennt. Sowohl die Dotterfirste, als auch diese beiden horizontalen Vorsprünge ziehen sich jetzt zurück und lassen einen klaffenden Spalt zwischen sich und den flügel förmigen Kopfscheiben, der besonders weit an der Oberseite der letzteren hervortritt. Die Kopfscheiben haben sich zwar so stark verdickt, dass sie Innen den Raum, welchen die mediane Dotterfirste bislang einnahm, ausgefüllt und zugleich auf der Aussenseite jeder Scheibe eine halbkuglige Erhöhung getrieben haben, aber an der Oberseite haben sie sich noch nicht vereinigt und hier tritt nun zwischen ihnen, der Keimhaut des Rückentheils und dem fast senkrecht abgeschnittenen Dotter ein Hohlraum auf, dessen Bedeutung und Verwendung nachher klar werden wird.

Ehe ich aber die Trennung der Keimwülste vom Dotter und dessen allgemeine Zurückziehung weiter beschreibe, habe ich noch die Bildung der Oberlippe und die Umgestaltungen der übrigen Mundtheile zu besprechen. Wenn die Trennung der Kopfscheiben oder Kopfwülste, wie man die Theile nun nennen will, vom Dotter vor sich gegangen ist, erblickt man an der Vorderseite derselben im Profil eine spitze aber nicht tiefe Einbuchtung (Taf. XIV. Fig. 49. a.). Dadurch kommt eine Scheidung des Kopftheils in zwei Abschnitte zu Stande, die in mancher Beziehung bemerkenswerth ist, denn gewiss werden einige Forscher keinen Anstand nehmen, diese Furche als die Andeutung einer Segmentbildung zu nehmen, um so mehr, als die Stellung der beiden Antennenpaare, deren oberes über der Furche, das untere aber darunter befindlich ist, für eine solche Deutung sich verwerthen lässt. Der unter der Furche liegende Theil des Kopfes tritt allmählich mehr nach

vorn hervor (Taf. XIV. Fig. 20. *δ.*), setzt sich immer deutlicher vom Rumpf ab, die obere Furche wird immer tiefer, und schliesslich beginnt dieser ganze Theil nach unten zu und über die Mundöffnung hin den accessorischen Mundtheilen entgegen zu wachsen (Taf. XIV. Fig. 22. und 23. *δ.*). Wir erkennen nun in ihm die Oberlippe, welche, wie auch die accessorischen Mundtheile, einer Falte des Keimstreifens ihren Ursprung verdankt, sich aber von jenen dadurch unterscheidet, dass sie keiner mittleren Scheidung unterworfen ist.

Die beiden Antennenpaare haben durch Wachsthum bedeutend zugenommen, das obere reicht von der Basis bis an die obere Grenze der Kopfscheiben, das untere weit über diese hinaus bis an die entgegengesetzten Theile der Eihäute und lässt bereits eine viergliedrige Einschnürung erkennen. Die ganze Breite der grossen Antennen auf der Hälfte ihrer Länge beträgt jetzt ungefähr 0,064 Mm., davon kommt auf die innere Höhlung 0,032 Mm., auf die Wandungen je 0,016 Mm. An der Basis der Antennen ist der Hohlraum oval und misst im Längsdurchmesser 0,059 Mm. In der Höhlung beider Antennenpaare finden wir eine Anzahl derselben Zellen, welche wir in dem trichterförmigen Hohlraume der Basis der blattförmigen Anhänge verzeichnet haben; hier können wir bereits bemerken, dass einzelne derselben mit einander verschmolzen sind und so die ersten Spuren auftretender Muskelbildung abgeben.

Die Mandibeln zeigen jetzt, dass der ganze bisherige walzenförmige Wulst, den sie bilden, zur Tasterbildung bestimmt war, denn zwei Einschnürungen (Taf. XIV. Fig. 48. *d.*), eine nahe an der Basis auf der Unterseite, die andere nahe der Spitze an der den Antennen zugewandten Seite deuten bereits die künftige Tasterbildung an. Das erste Maxillenpaar hat sich in seiner unteren Hälfte fast ganz vom Keimstreif losgelöst (Taf. XIV. Fig. 48. *e.*), die Einbuchtung des vorderen Randes ist zu einem tiefen Einschnitt geworden und scheidet jetzt zwei vordere abgerundete Stümpfe von einander, deren unterer aber wesentlich grösser ist. Das zweite Maxillenpaar hat ausser der Vertiefung des ersten Einschnittes am vorderen Rande einen zweiten an der so entstandenen unteren Hälfte erfahren (Taf. XIV. Fig. 20. *f.*); sein Vorderrand, d. h. der der Mittellinie zugewandte zeigt drei abgerundete Stümpfe, die ziemlich von gleicher Grösse sind. Zu bemerken ist nur, dass der mittlere über die beiden andern etwas hinwegragt. Das dritte Maxillenpaar endlich hat keine wesentliche Neugestaltung erlitten; seine schon früher angelegte Gestalt hat sich nur stärker ausgeprägt; sowohl der obere Stumpf, als auch die hintere beinförmige Tasterwalze sind verlängert und haben sich mehr abgerundet.

Die Beine haben ihre Bildung in derselben Weise fortgesetzt, wie es oben bereits beschrieben wurde. Sie verlängern sich und legen die inneren Ränder der Endstücke in der Mittellinie des Körpers an einander. Die Kiemen dagegen wachsen nach hinten und unten, beginnen aber schon sich mit der unteren, d. h. dem Afterende des Körpers zugewandten Seite an die Körperwandung anzulegen. Ihre Trapezgestalt wird immer ausgeprägter und die Einbuchtung des hinteren Randes wird zu einem die Hälfte ihrer Breite erreichenden Einschnitt, der bestimmt ist, sie nachher in zwei völlig geschiedene Platten zu trennen (Taf. XIV. Fig. 24. u.—a.).

Wenn die Bildung und Verdickung der Kopfwülste oder Kopfscheiben bereits bis zur Trennung vom Vorderrande des Dotters gediehen ist, zeigt der Bauchtheil des Embryo noch keineswegs eine solche Trennung. Allerdings ist auch seine Verdickung so weit vorgeschritten, dass er halb so dick ist, als die noch vorhandene Dottermasse zwischen dem letzten Maxillenpaare und der Stelle des Rückens, an welchem die tiefste Stelle der grossen Trennungsfalte sich befindet, allein es lässt sich weder die Trennung vom Dotter, noch auch eine Segmentirung innerhalb der Keimwülste selbst bemerken.

Ich benutze diese Gelegenheit, um über die Anwendbarkeit des Ausdrucks: »Keimwülste« bei der Darstellung der Entwicklungsgeschichte des *Asellus aquaticus* einige Worte zu sagen. Den Ausdruck »Keimwülste« wandte, so viel ich weiss, zuerst ZADDACH an (l. c. pag. 7), um damit ein Analogon in der Embryologie der Arthropoden und Vertebraten zu bezeichnen. Mag diese Tendenz auch im Ganzen als überwunden zu betrachten sein, so ist doch der Ausdruck vorzüglich durch WEISMANN'S Arbeiten als ein vollkommen eingebürgerter zu betrachten und jeder fernere Bearbeiter der Embryologie hat sich mit ihm abzufinden. Wenn ich bisher häufig mit den Ausdrücken »Keimstreife« und »Keimwülste« geschwankt habe, so rührt das daher, dass eine Trennung in zwei so scharf geschiedene Hälften und Wülste, wie bei den Phryganeen und Dipteren, vielleicht also bei allen Insecten, bei *Asellus aquaticus* in keinem Stadium der Entwicklung auftritt. Die einzige namhafte Scheidung in zwei getrennte Wülste habe ich bei der Bildung der Kopftheile beschrieben, hinter diesen tritt keine solche Trennung mehr auf, und wir werden auch in der weiteren Entwicklung zwar fortdauernd die paarweise Anlage und Durchführung aller Veränderungen bemerken, wie es sich ja nach dem Princip der bilateralen Entwicklungsweise aller Arthropoden von selbst versteht, aber eine scharfe Trennung durch Spalt oder Furche, wie bei den Insecten, finden wir bei *Asellus aquaticus* nicht. Nichtsdestoweniger habe ich mich des Ausdrucks Keim-

wülste bedient und werde es auch in der Ferne thun, will aber damit nur die beiden mehr ideell als in der That getrennten inneren Körperhälften verstanden wissen, bis zu der Zeit, wo die histologische Differenzirung soweit vorgeschritten ist, um den ganzen Ausdruck entbehrlich zu machen.

Was nun die Segmentbildung der äusseren Körperwandung anbelangt, so ist zu bemerken, dass hinter den accessorischen Mundtheilen im Profil drei sanfte Erhebungen und entsprechende Senkungen zu sehen sind, welche die Segmentbildung innerhalb der Anlage der Mundwerkzeuge andeuten. Diese Segmente sind grösser und weniger gewölbt, als die auf sie folgenden 7 Segmente des Bauchtheils, deren erste 6 je einem Beinpaare entsprechen, und, wie wir bei ihrer völligen Ausbildung bemerken werden, zur Insertion dienen, während das siebente frei ist. Zwischen der äussersten Linie dieser Segmente und den Eihäuten ist aber ein nicht unbedeutender Zwischenraum, welchen die Gliedmaassen, soweit sie über den Bauchtheil hinübergewachsen sind, einnehmen. Nur an dem nun folgenden ersten Postabdominalsegment (Taf. XV. Fig. 23. *) verschwindet dieser Zwischenraum, oder reducirt sich wenigstens auf ein Minimum, und zugleich bemerken wir, dass der Zwischenraum zwischen der Erhöhung des letzten Abdominalsegments und des ersten Postabdominalsegmentes ein wesentlich grösserer ist, als der zwischen zwei Segmenten desselben Körperabschnittes. Hierdurch wird schon jetzt eine deutliche Scheidung des ganzen Rumpfes in drei Abschnitte offenbar. Der erste umfasst den Kopf bis zur hinteren Grenze der Mundwerkzeuge, der zweite von dieser Grenze bis an das erste Postabdominalsegment, und der dritte von diesem Segment bis an das Körperende.

Am After und Hinterdarm sind folgende Veränderungen eingetreten. Das anfänglich auf den Rücken hinübergreifende Stück des verdickten Keimstreifs hat sich von dem Bauchstück, dem es so lange dicht anlag, losgelöst und hierdurch einen dreieckigen Hohlraum hergestellt (Taf. XIV. Fig. 22., 23. Taf. XV. Fig. 23.), dessen sehr spitzer Winkel zwischen Bauchtheil und unterer Wand des Hinterdarms gelegen, dessen Grundlinie von dem zurückweichenden Dotter gebildet wird. Der Hinterdarm tritt in den Dotter hinein, und ist bereits ein bedeutendes Stück weiter ausgebildet, als man bei unverletztem Ei erkennen kann. Zerdrückt man es, so bemerkt man den Hinterdarm noch um die Hälfte seiner freien Länge in dem Dotter.

Es ist an der Zeit, bevor ich diesen ersten Abschnitt der Entwicklungsgeschichte des *Asellus aquaticus* schliesse, von den Häuten zu reden, welche den Embryo einschliessen. Wir sahen anfänglich

die Dottermasse vor der Bildung der Keimhaut von zwei Umhüllungs-häuten eingeschlossen: Aussen vom Chorion, Innen von der inneren Eihaut. Von diesen beiden Häuten sehen wir jetzt nur noch die letztere; das Chorion ist durch die wachsende Ausdehnung der blattförmigen Anhänge und durch das Wachstum des ganzen Embryo gesprengt worden (Taf. XIV. Fig. 21.) und der Embryo herausgetreten. Dennoch haben wir jetzt aber wiederum zwei Umhüllungen um den ganzen Embryo, denn bei der Theilung des Dotters durch die breite Rückenfalte hat sich allmählich eine äussere Cuticula gebildet, welche alle Theile des Embryo umschliesst, aber auch mit in die Rückenpalte hineintritt und sie ganz genau auskleidet. Diese innerste Umhüllungshaut nenne ich nach dem Vorgang von FRITZ MÜLLER: Larvenhaut (Taf. XIV. Fig. 20. & XV. 27. ε.). (Diesen Namen wendet der ausgezeichnete Forscher in seiner meisterhaften Schrift: Für DARWIN! auf Seite 46 ff. bei der Darstellung der Entwicklungszustände der Isopoden und Amphipoden an.) Die Larvenhaut wird schon vor der Anlage der Gliedmaassen abgeschieden, was ich deutlich wahrnehmen konnte, wenn die Zellen der Keimhaut sich an irgend einer Stelle von der inneren Eihaut entfernten. Sie waren dann begrenzt von einer doppelt contourirten Haut, die aber nur unter solchen Bedingungen zu erkennen war. Ueberall sichtbar wird sie erst bedeutend später am Bauch, wenn die Segmentirung vor sich gegangen ist und die Gliedmaassen sich über die Bauchwand hinaus stark verdickt haben. Sie schliesst dann beide ein, zeigt anfänglich keinerlei Ein- oder Ausbuchtung und lässt sich oberhalb der Afterspalte und oberhalb der Insertion der kleinen Antennen nicht mehr verfolgen, liegt also hier noch der Körperwand dicht an.

So haben wir jetzt also den Embryo umhüllt von der inneren Eihaut und der Larvenhaut. Bemerken muss ich indess, dass fast an allen Gliedmaassen die Bildung einer Cuticula schon stattgefunden hat, ja dass schon eine zweite angelegt wird, da die Antennen, Mundwerkzeuge und Beine sich aus der ersten ein wenig zurückgezogen haben, und die zweite innerhalb derselben absetzen. Die erste zeigt noch keine Gliederung, sondern bildet nur hohle Säcke um die Gliedmaassen, die jetzt gebildete zeigt aber bereits Gliederung. Wir werden sie im nächsten Abschnitt noch näher besprechen.

Zweiter Abschnitt.

In diesem Abschnitt wird es wesentlich meine Aufgabe sein, die Entwicklung der innern Organe, Leber, Rückengefäß, Magen und Darm darzustellen.

Der Entstehung aller dieser Organe voraus geht aber die Bildung des Dottersacks. Auf Seite 34 seines Werkes über Dipterenentwicklung stellt WEISMANN die Ansichten KÖLLIKER's, ZADDACH's und LEUCKART's über die Entstehung des Dottersackes zusammen. Aus dieser Zusammenstellung ergibt sich als einzig sicheres Resultat, dass diese Entstehung zu den schwierigst zu beobachtenden Vorgängen der ganzen Entwicklung gehört, und dies Resultat mit neuem Beweise zu unterstützen bin auch ich leider im Stande.

Die ersten wahrnehmbaren Spuren des Dottersackes sieht man vorn und hinten vom Dotter. In der Furchung, welche den Dotter von den Kopfwülsten trennt, erkennt man bei passender Einstellung eine feine, sehr helle, gleichmässig gerundete Linie, sie geht vom Rückentheile des Dotters an den Bauchtheil und verschwindet an dem äusseren Umfang des Lebersackes, der bereits zum Vorschein gekommen ist, aber wahrscheinlich erst nach der Bildung des Dottersackes entsteht. Am hinteren Ende des Dotters wird die feine Linie des Dottersackes (Taf. XV. Fig. 23. und 26. ♀.) erkennbar, wenn sich die ganze Dottermasse noch mehr aus dem vorherbeschriebenen dreieckigen Hohlraum zwischen Hinterdarm, Seitenwand und Unterwand des Postabdominaltheiles zurückzieht. Die Contour des Dottersackes, der gleichfalls auch hier nur durch sehr sorgfältige Einstellung des Tubus wahrgenommen werden kann, ahmt dann völlig die Umrisse des Dotters nach, die derselbe zeigte, als er noch den Hohlraum bis zu dieser Stelle ausgefüllt hatte. Hieraus geht hervor, dass die Abscheidung des Dottersackes wesentlich eher beginnt, als der Beobachter sie wahrzunehmen im Stande ist, und dies erklärt die vielfach widersprechenden Ansichten, die über Art und Weise seines Entstehens im Gange sind. Ob daher der Dottersack in seiner ganzen später erkennbar werdenden Ausdehnung auf einmal entsteht, oder ob er nach und nach erst sich abscheidet, kann ich wiederum nicht entscheiden, halte es aber nicht für unmöglich, dass bei *Asellus aquaticus* der letztere Bildungsmodus stattfindet; und würde mich, aus Gründen, die gleich entwickelt werden sollen, zu der LEUCKART'schen Auffassung neigen, nach welcher erst die Bauchwand und später die Rückenwand entstände, also wahrscheinlich ein langsames Umwachsen des Dotters Platz griffe.

Schon vor der Trennung der Kopfwülste vom Dotter, oder wenigstens vor dem Sichtbarwerden ihrer Trennung gewahrt man an den Seiten des Embryo, dicht an der trichterförmigen Ausstülpung der Leibeswand, welche die Basis der flügel förmigen Anhänge bildet, auf dem Dotter aufliegend einen runden, dicken Ring (Taf. XIV. Fig. 18. *y*), der aus denselben Zellen zusammengesetzt scheint, wie der Hinterdarm, die sich auch wie bei diesem durch gegenseitigen Druck stark verlängert haben. Die Dicke dieses ringförmigen Wulstes, den wir als die erste Spur der Leberwandung aufzufassen haben, beträgt 0,02 Mm. Innerhalb des Ringes erblicken wir eine Anzahl ansehnlicher Dotterfettzellen. Diesen Anblick gewährt das Organ auf seinem optischen Querschnitt. Stellen wir aber den Tubus etwas höher ein, so verwandelt sich der ringförmige Wulst in eine napfförmige Schale, welche mit ihrer Höhlung dem Dotter, mit ihrer dicken Wandung dagegen der Leibeswand zugekehrt ist. Die einzelnen Zellen, aus denen die Wandung zusammengesetzt ist, gleichen völlig den allgemeinen Embryonalzellen, was ganz deutlich erkennbar wird, wenn man das Ei zerdrückt und den Dotter mit der Leber ausfliessen lässt. Dann dehnt sich die Wandung aus, die Zellen platten sich nicht mehr durch einander ab, und man gewahrt nicht den geringsten Unterschied zwischen ihnen und den Zellen anderer Theile. Auch ihre Grösse ist dieselbe; sie messen in freiem Zustande 0,04 Mm. und liegen in mehreren Lagen in der Wandung.

Ueber das Verhältniss der Entstehung der Leberschläuche — denn durch Auswachsen des hinteren Endes nehmen diese Organe bald die Schlauchform an — zum Dottersack habe ich nur Vermuthungen. Möglich ist es, dass der Dottersack schon vor der Bildung der Leberwandungen besteht, dass letztere also Ausstülpungen desselben würden. Wahrscheinlich ist mir indess das Gegentheil, und dass der Dottersack sich um die innere Oeffnung des Leberschlauches herumlegt. Diese Bildung allein lässt uns aber schon die Möglichkeit einsehen, dass die Abscheidung des Dottersacks kein so allgemeiner Vorgang ist, als es häufig aufgefasst wird. Gewiss stehen keine theoretischen Bedenken der gleichzeitigen und allgemeinen Umhüllung des Dotters durch den Dottersack in den Fällen entgegen, wo seine Wandung sich zum Mitteldarm umwandelt und wo alle accessorischen Gebilde des Darmcanals durch Ausstülpungen entstehen. Und wenn man die directe Beobachtung für diesen Vorgang ins Feld führen kann, so muss ja jegliches auf abweichenden Untersuchungen in analogen Fällen basirtes Urtheil seine Beweiskraft verlieren. Aber ich glaube, es würde ebenso irrthümlich sein, den Analogieschluss von derartig festgestellten Entwicklungs- und Bildungsweisen nun auf die übrigen noch zweifelhaften Fälle anzu-

wenden, und meine bisherigen Untersuchungen lassen mich durchaus bezweifeln, dass bei *Asellus aquaticus* ein Dottersack entsteht, der an allen Punkten gleichzeitig den Dotter umhüllt. Leider bin ich trotz tagelanger und häufig wiederholter Beobachtungen nicht im Stande, ein sicheres Resultat über die, wie es scheint, sehr verwickelten Verhältnisse zu bieten; ich kann nur angeben, was ich gesehen und was ich daraus schliesse, ohne mehr für meine Angaben in Anspruch zu nehmen, als dass sie wahrscheinlich seien.

Wie KÖLLIKER (*De prima insectorum genesi* pag. 6) und LEUCKART (*Entwicklungsgeschichte der Pupiparen* pag. 78) es bei mehreren Insecten beobachteten, glaube ich auch, dass bei *Asellus aquaticus* die Bauchwand des Dottersackes eher entsteht als die Rückenwand. Als Beweis für diese Behauptung nehme ich die Entstehung des Rückengefässes in Anspruch, das ich, von früheren Beobachtern abweichend, nicht aus den bereits gebildeten Zellen der Rückenwand hervorgehen lasse, sondern aus einer neugebildeten Zellenlage, für deren Abkunft ich keinen andern Platz finde, als den Dotter.

Zu dieser Ueberzeugung von der Entstehung des Rückengefässes ward ich geleitet durch eine Beobachtung, die ich nur einmal in völliger Deutlichkeit, mehrmals aber in etwas unklarerer Weise zu machen im Stande war. Vergeblich hatte ich mich bereits vielfach bemüht, die Entstehung des Herzens und der Blutgefässe zu erkennen und war von vornherein geneigt, irgend einen Vorgang zu erwarten, der unter Abspaltung einer Zellschicht von der Rückenwand das Bildungsmaterial für den Circulationsapparat hergäbe. Gewöhnlich aber war die Bildung desselben vollkommen fertig, wenn ich Morgens dieselben Embryonen wieder musterte, die ich am Abend vorher noch ohne eine Spur einer solchen verlassen hatte. Oft hatte ich mich überzeugt, dass zwischen der Rückenwand, welche an keiner Stelle die geringste Verdickung zeigte, und dem Dotter kein Zwischenraum war, eines Tages aber fand ich zwischen beiden eine Schicht ziemlich grosser, heller Zellen, mit grossem Kern und mattem Inhalt. Ich konnte deutlich zählen, wie viel solcher Zellen von einer Seite zur andern neben einander lagen: es waren 44—45 an der Stelle, wo später das Herz entstehen, weniger dagegen dort, wo die Aorta gebildet werden sollte. Unsicher bin ich aber darüber geblieben, ob es nur eine Lage gewesen, oder ob in der Mitte noch eine Anzahl von Zellen darunter gelegen habe. Leider verunglückte mir der Embryo, gerade als ich im Begriff war, die Zellen messen zu wollen, und später habe ich diesen Augenblick der Entwicklung in voller Klarheit nicht wieder gesehen. In den übrigen Fällen, wo ich die Herzentwicklung beobachtete, fand ich folgenden

Thatbestand. Die Rückenwand wich an der Stelle, wo das Herz entstehen sollte, vom Dotter zurück, weil eine Schicht unregelmässiger Zellen, Kerne und Körnchen dazwischen trat. Die Zellen scheinen von gleicher Art, wie die, welche wir bereits in den Höhlungen der Gliedmaassen und in den trichterförmigen Ausstülpungen an der Basis der blattförmigen Anhänge gesehen haben, scheinen also periodisch, vielleicht auch zu jeder Zeit im Dotter zu entstehen und an die Peripherie zu treten; sie messen 0,04 Mm. Zwischen Dotter und dieser Zellschicht war absolut keine Grenze zu sehen, und es liess sich beobachten, dass letztere noch zunahm, sei es durch neues Ausscheiden von Zellenplasma aus dem Dotter, oder dass der Dotter näher zurückwich und die ganze Schicht frei legte. 6 bis 8 Stunden nach dieser Bildung beginnt ein ähnlicher Vorgang an dem übrigen Theil des Rückens bis an die Kopfwülste hin. Es treten auch hier neue Zellen auf (Taf. XV. Fig. 29. a.), aber in spärlicherer Zahl. Nach etwa 12 Stunden sieht man an der Stelle der zuerst erwähnten Zellmasse den Herzschauch vollkommen bewegungslos, als helle, das Licht stark brechende Haut. Einmal gelang es mir sogar, den Vorgang dieser Schlauchbildung direct unter dem Mikroskope zu beobachten: eine halbe Stunde reichte hin, um die obere Wand des Herzens zu bilden und in voller Schärfe sichtbar zu machen, während vor diesem kurzen Zeitraum noch sämtliche Zellen sichtbar waren. In und um den Schlauch liegen Kerne und bei scharfer Einstellung und genauer Beobachtung erkennt man um einzelne Kerne herum mattere Contouren (Taf. XV. Fig. 29. c. d.), die nach oben und unten, oder auch nach den Seiten in schmalen Ausläufern sich verlieren. Dies sind die ersten Andeutungen der Herzmuskelfasern. An mehreren Stellen sieht man ferner zwei Kerne dicht bei einander. Sie deuten die Anlage der Klappenbildung an, die zwischen ihnen entsteht. Nach wenigen Stunden sieht man weitere Fortschritte. Die Andeutungen der Muskelbildung (Taf. XV. Fig. 30.) haben sich vermehrt, man erkennt deutliche und ziemlich ausgedehnte Längsstreifen, deren Breite ungefähr 0,004 Mm. beträgt. Einzelne Kerne liegen in allen Muskelfasern. Quermuskelfasern sieht man ebenfalls, dieselben sind breiter als die Längsmuskeln und messen 0,008 Mm. Die Bildung der Aorta schreitet nach einem gewissen Zeitraum ebenfalls vor, und in 16—18 Stunden ist die ganze Bildung vollendet. Ich greife der Darstellung etwas vor, wenn ich hier sofort anführe, dass sich späterhin bei noch weiterer Ausbildung der Muskelfasern, die äussere Schicht des Herzschauchs als homogenes Häutchen darstellt, das wohl als aus den verschmolzenen Membranen der Bildungszellen hervorgegangen zu betrachten ist, da es bereits besteht, ehe an

eine Muskelbildung zu denken ist. Es scheint, als wenn nicht alle Kerne und Zellen zur Herzbildung verwandt werden, denn mehrere bleiben aussen vom Herzen liegen, ebenso findet man auch um die Aorta herum freie Kerne. Es ist mir mehr als wahrscheinlich, dass sie die Function der Blutkörperchen übernehmen; - wir werden hernach noch davon zu sprechen haben, dass ähnliche freie Kerne an vielen Stellen des Körpers sich finden und wahrscheinlich alle dieselbe Function haben. Erwähnen will ich sofort, dass durch mehrere Stränge — ob Muskeln oder nicht, wage ich nicht zu entscheiden, vermuthet es aber — das Herz an die Rückenwand befestigt wird. Ferner muss ich ausdrücklich bemerken, dass in dem Hohlraum, der zwischen oberer Herzwand und der Rückenwand entsteht, sich eine bedeutende Anzahl von Muskelsträngen bilden, dass also keinesfalls aus denen hierzu bestimmten Vorräthen von Embryonalzellen der Aufbau der Blutgefässe vor sich geht, wie es nach WEISMANN'S Angaben bei *Musca vomitoria* geschieht (l. c. pag. 86). Dies sind Gründe, welche dafür sprechen, die Stoffe für Herz und Blutgefässe nicht in der Rückenwandung zu suchen.

Weder ZADDACH, noch WEISMANN, noch CLAPARÈDE konnten die Entstehung der Blutgefässe beobachten. Ersterer (l. c. pag. 53 u. 404) glaubt aber, da an der Stelle, wo später das Rückengefäss bei den Phryganeen zum Vorschein kommt, eine Furche im Dotter sei, die Bildung des Herzens sei doch wesentlich von der Bildung des Dottersackes abhängig und käme daher überall nicht zu Stande, wo der Dottersack vergeht und keinen Theil des Darmcanals bildet. Diese Vermuthung wird dann noch durch Gründe gestützt, denen ich aber trotz aller Hochachtung vor den sicheren Beobachtungen und geschickten Schlussfolgerungen dieser Schrift, die sie uns gerade besonders werthvoll macht, eine Geltung nicht beizumessen vermag. RATEKE besteht allerdings (Entwicklungsgeschichte des Flusskrebses pag. 34) auf der Meinung, das Herz des *Astacus fluviatilis* entwickle sich aus dem »serösen« Blatte, d. h. nach unsern reformirten Anschauungen aus der inneren Schicht des Hautblattes, mit einem Wort aus der Rückenwandung. Er beschreibt aber ausführlich einen Zustand der Rückenwand vor der Bildung des Herzens, welcher dem von mir beschriebenen Befund vor der Entwicklung des Herzschauches sehr ähnlich klingt. Die innere Schicht der Rückenwand soll nämlich bestehen aus: »einer lockern (pulpösen) und dickern Schicht, die aus einem weichen und formlosen Schleimstoffe besteht, in welchen lauter kleine, sehr durchsichtige und weiche Gallertkügelchen eingesprengt sind. Diese Kügelchen übrigens liegen in der Mitte der Rückenwand oder dem Scheitel des Embryo, wo auch jene Wand am dünnsten ist, in ziemlich grossen Entfernungen von einander, rücken aber unter

allmählicher Verdickung der Rückenwand um so näher zusammen, je mehr man sich dem Bauchstücke des Embryo nähert, und liegen in der Nähe dieses Theiles fast bis zur gegenseitigen Berührung bei einander.« Weiterhin wird beschrieben, wie in dieser Schicht das Herz entsteht und nach diesem die Blutgefässe. Da RATHKE um diese Zeit aber den Dottersack völlig gebildet sein lässt, ist es natürlich — vorausgesetzt, dass hierin kein Irrthum liegt — unthunlich, die Entstehung der innern Schichte des »serösen« Blattes aus dem Dotter um diese Zeit herzuleiten. Ganz anders aber stellt sich die Sache, wenn man annähme, dass die Ausscheidung der innern Schichte dicht vor der Schliessung des Dotters durch den Dottersack vor sich gegangen sei, dann wäre allerdings die Analogie mit dem von mir beobachteten Vorgang nicht zu leugnen. Wie dem nun auch sei, ich glaube kaum, dass ZADDACH'S Vermuthung über den Zusammenhang des in den Mitteldarm umgewandelten Dottersackes mit dem Rückengefäss in RATHKE'S Beobachtungen Unterstützung finden kann, denn ich bezweifle, dass der grosse Unterschied zwischen dem Herz der Decapoden, Daphnien und anderer Crustaceen und dem Rückengefäss der Insecten existirt, und dass jenes eigentlich nur der Aorta der Insecten entspräche. Welche Relationen zwischen diesen Organen in embryologischer und morphologischer Beziehung bestehen, wissen wir wohl heute, bei den verhältnissmässig sehr spärlichen Beobachtungen der Entwicklungsgeschichte kaum zu erkennen; wie wunderbare Verschiedenheiten dieselben selbst schon in einzelnen Ordnungen erfahren, lehrt uns aber wiederum der vorzügliche Aufsatz FRITZ MÜLLER'S: »Für Darwin« auf Seite 27 ff., wo die Constanz der Organe bei den Amphipoden, ihre ausserordentliche Variabilität aber bei den Isopoden auseinandergesetzt werden. Vielleicht wäre es aber möglich, dass die Furche, welche ZADDACH als Entstehungsort des Rückengefässes bei den Phryganeen beschreibt, noch in offenem Zusammenhange mit dem Dotter steht, oder dass schon vor der Bildung des Dottersacks die Bildungsschicht für das Rückengefäss in diese Furche abgeschieden ist. Weitere Untersuchungen müssen zwischen allen diesen Vermuthungen Aufklärung schaffen.

Meine Beobachtungen ergeben fernerhin aber auch eine Stütze für WEISMANN'S Anschauungen über die Natur des Rückengefässes im Allgemeinen. WEISMANN erklärt (l. c. pag. 424): »Nach meinen Beobachtungen verhält sich das Herz der Insecten histologisch ganz anders als es bisher beschrieben wurde; es ist kein zusammengesetztes Gebilde in dem gewöhnlichen Sinne, sondern eine histologische Einheit, es besteht nicht aus »Bindegewebe«, Muskelprimitivcylindern, Zellen etc., sondern es ist ein einzelner Muskel mit Hülle, contractilem Inhalt und Kernen,

es entspricht in seiner Totalität einem einzigen Arthropodenprimitivbündel. Offenbar entsteht es so wenig aus einer einzigen Zelle, als jenes, welches sich auf recht complicirte und eigenthümliche Weise aus einer grossen Anzahl von Zellen aufbaut, allein im fertigen Zustand ist es ein einheitliches Organ auch im histologischen Sinn, so gut als ein Muskelprimitivbündel. Es ist auch ein Irrthum, anzunehmen, es könnten »zu den circulären Fasern manchmal noch Längsfasern« hinzukommen. Keines von beiden ist der Fall, sondern die Lage contractiler Substanz ist eine einzige, ungetrennte, ein dünner Schlauch, an welchem die Querstreifung in der Querrichtung des Gefässes liegt, also Ringfasern vor allen Dingen nicht entspricht.« Diese Anschauung möchte ich in jeder Beziehung für richtig halten, selbst da, wo sich WEISMANN gegen die Ring- und Längsmuskelfasern erklärt, obwohl ich oben von Längs- und Quermuskelfasern selbst gesprochen habe. Es handelt sich aber in der Abwehr der althergebrachten Ring- und Längsmuskelfasern nur um die Vernichtung einer fehlerhaften Analogie, welche mit Zugrundelegung des Wirbelthiertypus alle übrigen Bildungen nach diesem Schema einzutheilen und sie in Zusammenhang damit zu bringen sucht. Diese Bemühungen haben vielfach die wahre Erkenntniss der Anatomie und Histologie der andern Thierkreise gehemmt und verwirrt, und es ist gewiss kein kleines Verdienst WEISMANN'S, auch hier ein für alle Mal diesen Analogieen den Boden entzogen zu haben. Auch sind die Längs- und Quermuskelfasern, die ich am embryonalen Herzen beschrieben habe, durchaus nicht mit den später zu beschreibenden Längs- und Quermuskeln des Darmröhres auf gleiche Linie zu stellen. Letztere werden nämlich auf verschiedene Weise und von verschiedenen Zellschichten gebildet, wogegen hier am Herzen nur die eine einzige Zellenmasse existirt und aus sich heraus auf ein und dieselbe Weise die Herzmuskelfasern bildet; dabei ist die Richtung der Fasern, ihre Dicke und ihre Schichtung natürlich ein Vorgang, der nichts mit der ganz verschiedenartigen Bildungsweise der Darmmuskulatur Verwandtes bietet, und auch nicht dauernden Bestand hat, denn wir werden zu constatiren haben, dass der Faserverlauf am ausgebildeten Herzen ein anderer ist.

Diese ganze Reihe von Entwicklungszuständen des Herzens habe ich somit auf einen Zustand zurückgeleitet, der in besonderer Beziehung zur Existenz oder Nichtexistenz der Wandungen des Dottersackes auf der Rückenseite des Dotters steht. Ich glaube darin den Beweis gefunden zu haben, dass der Dottersack sich auf dem Rücken nicht eher schliesst, als bis das Bildungsmaterial der Blutgefässe daraus hervorgegangen ist. Dann aber erfolgt die Schliessung, und wir haben nun

den jetzt folgenden Entwicklungen, welche mit dem Dottersack in Beziehung treten, unsere Aufmerksamkeit zu schenken.

Erkennbar wird jetzt die vollständige Trennung des Dotters von den Keimwülsten, die zu beträchtlicher Dicke herangewachsen sind. Ein deutlicher heller Raum liegt jetzt dazwischen. Zugleich erkennt man die Segmentirung der Keimwülste, die in 18 ungleich grosse Abschnitte sich theilen, welche von vorn nach hinten im Ganzen an Grösse und auch an Dicke abnehmen. Die Segmentbildung ist natürlich keine so durchgreifende, dass irgendwo Trennungen der ganzen Wülste eintreten, sondern es finden sich nur Einschnürungen in der äusseren Peripherie, die vier ersten sind übrigens schwer zu erkennen, da sie innerhalb der Mundwerkzeuge liegen und durch diese und die Antennen verdeckt werden. Die ersten 6 Abschnitte des Mittelleibes sind ziemlich von gleicher Grösse, sie entsprechen je einem beiträglichen Segmente; die darauf folgenden 2, welche noch zu diesem Abschnitt gehören, sind wesentlich kleiner und unterscheiden sich in der Grösse gar nicht von den nachfolgenden 6 Segmenten des Postabdomen, deren beiden Endsegmente aber zu einem grösseren Abschnitt verschmelzen sind.

Mit der Segmentirung der Keimwülste zusammen geschieht die Segmentirung der Seiten- und Rückenwand des Körpers, doch lässt sich dabei genau feststellen, dass dieselbe nicht plötzlich geschieht, sondern allmählich. Ich konnte ganz sicher beobachten, dass das letzte Segment vor dem Postabdomen noch nicht gebildet war, als die übrigen schon auf der Rückenwand deutlich wahrgenommen werden konnten.

Diese beiden Bildungen geschehen zu derselben Zeit, wenn sich das Herz zu formen beginnt. Nachher zeigt sich am unteren Rand der Keimwülste eine Einbuchtung jedes Segmentes, womit ihr späterer Zerfall eingeleitet wird, und zugleich trennt sich die untere Zellschicht von ihnen ab, um zur definitiven Leibeswandung zu werden. Man bemerkt anfänglich noch, wie dieselbe sämtliche Einbuchtungen der Keimwülste nachzuahmen sucht, später aber bei weiterem Wachstum sich mehr streckt und nur seichte Segmentirung verräth.

Durch diese Abtrennung der Keimwülste vom Dotter ist die deutliche Scheidung des letzteren von allen übrigen Körpertheilen ausgeführt, und seine zellbildenden Elemente werden nur noch zum Aufbau des Darms, zur Füllung der Leberschläuche und zur Anlage gewisser Drüsen benutzt, welche letztere ich, ihrem ersten Beschreiber zu Ehren die ZENKER'schen Drüsen nennen will. Von der vorderen Wandung des Dottersacks ist in der Folge nichts mehr zu bemerken; wahrschein-

lich wird er durch die Bildung des Magens, der Aorta cephalica und verschiedener Muskelstränge zurückgedrängt und geht irgend eine Verbindung mit den Wandungen des Magens ein, die aber nicht zur Anschauung zu bringen ist. Beim Zerdrücken eines Embryo's wird aber jetzt klar, dass die vordere Hälfte des Dottersacks mit der Wandung des Hinterdarms sich verbindet; dagegen ist es wahrscheinlich — die Schwierigkeit der zu beobachtenden Verhältnisse erlaubt mir keinen festeren Ausdruck — dass die hintere Hälfte des Dottersacks, welche vorher beschrieben wurde, frei bestehen bleibt und die Grundlage abgibt, auf der die ZENKER'schen Drüsen sich ablagern. Ich werde bei der ausführlichen Beschreibung dieser letzteren nochmals auf den Dottersack zurückzukommen haben, verlasse aber jetzt diesen Theil, um die Bildung des Darms in seinen verschiedenen Abschnitten ins Auge zu fassen.

Durch das Zurückweichen des Dotters am hinteren Körperende ward ein grösseres Stück des Hinterdarms frei, und man konnte hieraus erkennen, dass seine Bildung im Dotter sich weiter fortsetzte, ohne dass es von dem Beobachter wahrgenommen wurde. Dasselbe Fortwachsen des Hinterdarms geht auch in der Folge weiter, bis es zu jenem Stadium gelangt, wo die vordere Hälfte des Dottersackes selbst die Grundlage der Wandung abgibt und durch ihre Verengung die geradlinige Canal-Gestalt des Darms herstellen hilft. Aus der Entstehungsgeschichte des Hinterdarms geht schon von selbst hervor, dass seine histologischen Elemente dieselben sind, wie die der Körperwand und der Keimwülste, indess wird die Gestalt der Zellen durch die röhrenartige Wandung des Darms insoweit verändert, als sie zu schmalen Cylindern zusammengepresst werden, welche auf der Oberfläche 0,003 Mm. im Durchschnitt messen, in der Tiefe dagegen 0,042 Mm. Um die Zeit, da das Herz fertig gebildet ist, aber noch keine Contractionen wahrnehmen lässt, erkennt man deutlich, wie die Wandung nach innen eine homogene helle Schichte abscheidet, welche in der Folge das Lumen des Hinterdarms vollständig auskleidet. Diese Schicht entspricht wohl der Chitinschicht der äusseren Haut und beweist noch mehr die Gleichartigkeit der histologischen Composition der Darmwand und der Körperwand. Zugleich mit der Abscheidung dieser Cuticula geht ein anderer wichtiger Vorgang auf der äusseren Peripherie der Darmwandung vor sich: die Anlagerung einer Zellschicht, welche als Anfang der späteren Ringmusculatur zu deuten ist. Diese Zellschicht gleicht in allen Beziehungen der Zellmasse, aus welcher die muskulösen Wandungen der Bluträume ihren Anfang nehmen, entsteht auch ziemlich gleichzeitig mit jenen und lagert sich nur auf dem vorderen

Theil des Hinterdarmes ab, der innerhalb des freien Theils des Dottersackes gelegen ist. Man erkennt sie am besten in der Profilansicht auf der Rückenwand des Darms, und kann die einzelnen hervorragenderen Zellkerne deutlich von der gleichmässigeren Fläche der Zellen unterscheiden. Die Schicht ist durchaus nicht regelmässig abgelagert, sondern vielfach — wie es scheint — unterbrochen. Die hintere Hälfte des Darms ist frei von dieser muskelbildenden Schicht, sie erhält ihre Musculatur später von den sie umgebenden Körperwandungen — besonders von der Rückenwand, welche an ihrem hintersten Ende Innen etwas verdickt ist. Die Afteröffnung hat die dünnsten Wandungen, die bis dahin in gleicher Stärke gehenden Darmwände spitzen sich etwas zu und sind an dem Endstücke, wo sie in die Körperwandungen übergehen, so dünn, dass bei dem Zerdrücken eines Embryo der Hinterdarm sich hier von der Körperwand trennte und in continuo mit dem Dotter aus einer vorn entstandenen Spalte ausfloss.

Die Einzelheiten der Bildung des Oesophagus und des Magens zu beobachten gelang mir nur in geringerem Maasse, weil die Dicke der darüberliegenden Theile einen Durchblick auf die Vorgänge in den tieferliegenden Schichten fast unmöglich macht. So kann ich nur angeben, dass die Wandung des Oesophagus gleichfalls bereits besteht, wenn das Herz gebildet ist. Sie misst um diese Zeit 0,02 Mm., ist also von nicht unbeträchtlicher Dicke. Natürlich geht die Oesophagusröhre ununterbrochen in den Magen über, welcher indess seiner Anlage nach durchaus nicht etwa nur ein verdickter Theil des ersteren ist, sondern aus selbständigen und ziemlich dicken Zelllagen sich aufbaut. Für die Frage nach dem Ursprung der Zellen beider gibt es keine andere Antwort, als die Vermuthung, dass sie aus den Keimwülsten abstammen, und dass es die erste Andeutung des allgemeinen Zerfalls dieser Wülste in einzelne Zelleninseln oder zusammenhängendere Lappen ist, der später vollständig auftritt. Die Verdickung für den Magen fängt da an, wo die obere Oesophaguswand eine horizontale Richtung einzuschlagen im Begriff ist. Es zeigt sich hier im Profil ein dicker, oben abgerundeter Wulst, welcher wie die Hälfte eines Ringes die obere Wand dieser vorderen Magentheile zu umgeben scheint. Wahrscheinlich ist mir indess, dass dieser Wulst ebenso wie die äussere Schicht der Oesophagus-Wandung bestimmte Beziehungen zur späteren Musculatur haben, dass sie also analoge Gebilde seien, wie die vorher beschriebene Schicht auf dem Hinterdarm, wengleich ihre Genese sie von diesen streng sondert. Der hintere Theil des Magens besteht aus noch dickeren Zellmassen, die in unregelmässiger Weise über einander geschichtet sind. In den späteren Bildungsstufen des Magens erkennt man hernach deut-

lich, dass diese Theilung schon die Anlage der beiden gesonderten Magenkammern vorstellt, deren vordere wesentlich als Kau- und Reibmagen fungirt, während die hintere Kammer keine prononcirte Function verräth. Die hintere Grenze der Magenzellmassen ist fast ganz gerade und wird durch den Dotter und die beiden Leberschläuche gebildet.

Bevor ich nun die Entwicklungen der inneren Organe weiter verfolge, habe ich die Veränderungen zu verzeichnen, welche bis zu dieser Periode an den Kopfwülsten, in der Körperwand und an den Gliedmaassen vor sich gegangen sind.

Die Kopfwülste verliessen wir, als ihre Trennung vom Dotter vollendet war. Sie hatten sich innen so verdickt, dass sie sich berührten, und hatten aussen halbkuglige Erhöhungen getrieben. Während dieser Vorgänge und nach ihnen beugt sich das obere Ende des Kopfes immer mehr nach innen, der halbkuglige Vorsprung jederseits rückt etwas tiefer in Folge der starken Stoffzunahme der dazwischen liegenden Particen und schliesslich trennt sich die ganze Zellmasse von der Kopfwand ab und bildet zwischen sich und dieser einen freien Raum, welcher später durch die Blutcirculation völlig in Anspruch genommen wird. Dies geschieht gleichzeitig mit der Segmentirung der Keimwülste. Etwas später bemerken wir das weitere Vordringen der mittleren Partie der Zellmasse, während die seitlichen Halbkugeln in ihrer Lage bleiben und mit ihrem hinteren Rande jetzt an den Vorder- rand der Leberschläuche anstossen. Zu gleicher Zeit aber mit der Ausbildung des Herzens geht ein Zerfall der inneren Zellmasse des Kopfes vor sich. Es bilden sich einzelne Inseln und Lappen in jeder Kopfhälfte, wie es scheint, streng symmetrisch. Zwischen ihnen entstehen nun Hohlräume, welche zum Theil später ebenfalls für die Blutcirculation in Anspruch genommen, zum Theil auch für die Anlage grösserer Muskelstränge verbraucht werden, die in grosser Zahl von den Kopfwandungen an die Antennen, Fresswerkzeuge, Oesophagus und Magen sich bilden.

Die Bildung einer homogenen Körperwandung ist insofern bereits von Statten gegangen, als Cuticularabscheidungen stattgefunden haben, welche aber immerhin noch so wenig Festigkeit zeigen, dass in etwas späterem Stadium die Contractionen einzelner Muskeln noch eine Einstülpung der Stelle der Körperwand zur Folge haben, an welcher der Muskel befestigt ist. Ja man sieht die Beweglichkeit der Wandungen noch viel später besonders deutlich an den Stellen, wo Pigment in der Hypodermis abgelagert wird, das sich dann ganz bedeutend hin und her bewegt. Besonders bemerkenswerth ist das Verhalten der Rücken-

wand über den Bluträumen. Durch die innere Eihaut werden natürlich die beiden Körperenden, Kopf und Postabdomen noch immer in gewisser Nähe bei einander festgehalten. Dadurch wird verhindert, dass die Rückenwand sich so strecken kann, wie sie es eigentlich soll, vermöge der reichlichen Zellmasse, aus der sie besteht. Dies trifft besonders den Theil, welcher über dem Herzen befindlich ist, denn sowohl der vor ihm liegende Rückentheil, als der hintere Postabdominaltheil können sich noch freier entfalten. Ueber dem Herzen sehen wir aber, so lange die innere Eihaut noch hält, die Rückenwand stark verdickt und in kleine Bögen gedrängt, deren jeder einem Segment entspricht. Reisst nachher die innere Eihaut, so dehnt sich dieser Theil der Rückenwand ebenfalls aus, seine Dicke nimmt ab, denn die Zellen, welche so lange von den Seiten nach unten und oben zu comprimirt wurden, verlieren nun diesen Druck und dehnen sich statt dessen nach den Seiten zu aus. Dadurch wird die Wand dünner. Bald aber beginnt auch noch ein anderer Vorgang mitzuwirken, nämlich die Bildung von Muskelsträngen aus der inneren Zellschicht der Körperwandung. Ich führte bereits bei der Darstellung der Herzbildung an, dass derartige Muskeln zwischen Herz und äusserer Schicht der Rückenwand sich bilden. Der Vorgang ist aber viel allgemeiner und findet fast an allen Stellen des Embryo's statt, besonders stark an den Seiten neben dem Hinterdarm, woselbst die Muskeln entstehen, welche sich an die Kiemen ansetzen und deren spätere schnelle Bewegungen zu vermitteln haben, dem entsprechend auch besonders stark sind. Ich habe auch schon erwähnt, dass ähnliche Stränge von der Rückenwand an den Herzschauch sich ansetzen; gleicherweise wird auch der Hinterdarm befestigt, und ganz besonders viel solcher kurzen Muskelstränge sehen wir an dem hintersten Theil desselben von oben und von den Seiten herantreten. Durch sie wird die Ausgleichung der heftigen Bewegungen herbeigeführt, welche bei der Entleerung der Auswurfstoffe entstehen. Neben dem Hinterdarm bemerkt man aber noch ganz deutlich eine andere Bildung. Es scheint dort ein Gegeneinanderwachsen der Zellen der Bauch- und Rückenwand Statt zu finden, denn im Profil erkennt man eine Art von Strängen, welche beide Wände mit einander verbinden. Welche Function ihnen zukommt, vermochte ich nicht sicher zu erkennen; wahrscheinlich sind sie aber für den Blutumlauf wesentlich und üben in derselben Weise, wie die nachher zu beschreibenden Kiemen eine Verlängerung des Durchlaufs der Blutkörperchen aus, um ihnen mehr Zeit zum Austausch der Gase zu gewähren. Wenigstens bemerkt man später viele Blutkörperchen, welche sich zwischen diesen Strängen hindurch winden. Ob zwischen ihnen selbst ein solcher

Austausch bewirkt wird, bleibt zweifelhaft, aber nicht unmöglich, denn die äussere Haut dient wohl bei vielen Crustaceen mit zur Athmung.

Hinter dem Herzen, gleich nach dem letzten Segment des Mittel-leibes, wölbt sich die Rückenwand des Postabdomen über dem Hinterdarm in die Höhe und bildet so einen Hohlraum, welcher anfänglich wohl keine besondere Function oder Verwendung hat, später aber mit Material zur Bildung der ZENKER'schen Drüsen angefüllt wird. Auch hier sieht man von den Rändern einzelne Muskelstränge an den Darm gehen. Bemerkenswerth ist indess für die Bildung der Längsmuskeln, welche die einzelnen Segmente mit einander verbinden, dass sie Verstärkungsbündel während ihres Laufes von einem Insertionspunct zum andern bekommen, die wahrscheinlich — wegen ihrer grossen Dünne — nur Auswüchse einzelner Zellen sind.

Da ich gerade die Muskelbildung der Körperwand erwähne, so will ich hier gleich einen Vorgang anfügen, welcher die Bildung von grossen Längsmuskeltämmen zum Ziel hat, die seitlich von den Bauchzellwülsten vom Kopfsegment bis an das Postabdomen sich ziehen. Dieselben entstehen auf der halben Höhe der Bauchzellwülste als strangförmige Absetzung derselben. Anfänglich hielt ich sie für die erste Anlage des Nervensystems, sah aber bald meinen Irrthum ein, weil sie aussen vor den Zellwülsten liegen, während die Ganglienkette innen und auf ihnen befindlich ist, ausserdem aber auch eine dicke, breite und vielfach gespaltene Muskelmasse an den Seiten des Körpers der jungen Asseln zu bemerken ist, die keine andere Ursprungsstelle haben kann, als die Zellwülste. Diese wird nun bereits angelegt in dem erwähnten Strange, ehe noch das Herz gebildet ist, derselbe sendet später aber noch aus seinem oberen Rande Zweige nach hinten zu ab, welche wahrscheinlich zu den Beinen gehen. Die Stränge sind nicht ganz leicht wahrzunehmen und noch weniger erkennbar ist die Art ihrer histologischen Structur, doch bemerkte ich an der Unterseite mehrfache kernartige Wölbungen, und ebenso auch an der Oberseite, wo die Seitenstränge abgehen.

Zu den Bildungen der Körperwandungen in dieser Periode haben wir dann noch zwei besondere Vorgänge zu zählen, deren einer die Anlage des Auges, der andere die Anlage einer besondern Drüse im Kopf zum Gegenstand hat, über deren Bedeutung ich noch völlig im Unklaren geblieben bin.

Bei beendigter Herzbildung gelang es mir einmal, etwas oberhalb der oberen Magenwand einen 0,026 Mm. im Durchmesser haltenden Kreis in der Seitenwand des Kopfes wahrzunehmen, in dessen Nach-

barschaft sich einige Körnchen Pigment gebildet hatten. In späteren Stadien war der Kreis nicht mehr vollständig zu bemerken, weil die unregelmässige Ansammlung des Pigmentes die Durchsichtigkeit aufhob. An einer Stelle bemerkte ich aber inmitten der dunklen Pigmentmasse zwei oder drei hellere mattglänzende Kegel, deren Spitze nach innen, die breite halbkugelig gerundete Basis aber nach aussen gerichtet war. Leider verhinderte das Pigment eine genauere Untersuchung; ich konnte nur noch später bemerken, dass sechs solcher Linsenkegel kreisförmig in der Pigmentmasse lagen. Zugleich verlängert sich der Augenkreis nach innen und statt einer anfänglichen mehr oder weniger dicken Scheibe wird ein Kegel mit abgestumpfter Spitze aus dem Organ. Welche Theile dieser Kegel im Innern enthält, bleibt noch zweifelhaft. Eine nervöse Verbindung mit dem Gehirn konnte noch nicht wahrgenommen werden, da Letzteres sich, wie es scheint, noch gar nicht gebildet hatte.

Die andere Bildung an der Kopfwandung betrifft ein Organ, das ich für drüsenartig halte, obwohl mir kein Einblick in seine definitive Lagerung noch Structur gelungen ist. Seine Anlage beginnt bereits vor der Herzbildung und die erste Spur erkennt man zwischen Lebertrand und Oberlippe als eine ovale abgegrenzte Scheibe, in der viele helle Körnchen dicht neben einander liegen. Späterhin rückt diese Scheibe, welche im grössten Durchmesser 0,064 Mm., im kleinsten 0,039 Mm. misst, an die Seite und nach vorn, bis sie an die Basis der grossen Antennen gelangt. Sie erscheint dort beweglich, und manchmal glaubte ich zu bemerken, dass von ihr aus feine Stränge sich in das Basalglied der Antennen hineinzögen. Es ist wohl nicht zweifelhaft, dass dies Organ die sogenannte Schalendrüse darstellt, die bereits bei vielen Crustaceen verschiedener Familien nachgewiesen ist (vergl. CLAUS, Die frei lebenden Copepoden pag. 60.).

Was dann die Veränderungen an den Gliedmassen betrifft, so habe ich Folgendes mitzuthellen:

Die oberen Antennen, deren Basis jetzt ganz oberhalb der Oberlippe liegt, haben sich etwas verlängert und ihre Lage gewechselt, denn man sieht sie nach vollendeter Herzbildung am Unterrande der Larvenhaut liegen, woselbst sie mit der Spitze bis auf die Mandibeln reichen. Ihre walzenförmige Gestalt ist im Wesentlichen dieselbe geblieben. Die grossen Antennen dagegen liegen mit ihrem unteren Ende ebenfalls an der Larvenhaut, bis sie das zweite Maxillenpaar erreichen. Da wenden sie sich im rechten Winkel aber nach oben und berühren mit dem äussersten Ende die innere Eihaut. Mitunter sieht man sie aber auch ohne diese Biegung die erste Richtung beibehalten. Beide

Antennenpaare sind stark gewunden, in unregelmässigen Korkzieherwindungen; die grossen Fühler zeigen deutlich schon eine Theilung in Schaft und Geissel, denn der längere obere Theil ist schmaler als der untere. Die Höhlungen beider Antennenpaare sind mit Muskelsträngen, freien Embryonalzellen und Kernen gefüllt.

Die Mandibeln und Maxillen zeigen als wesentlichste Neuerung eine Verlängerung ihrer Basen, der Art, dass die zwischen ihnen liegenden Spalten bis auf die Hälfte der Seitenwandungshöhe des Kopfes hinauf reichen. In den zwischen diesen Furchen gelegenen, gewölbten Basalstücken, welche ich »Körper« der Fresswerkzeuge nennen will, bemerkt man noch Stücke der inneren Zellwülste, so besonders in den Mandibeln, welche sich auch in der Form wesentlich von den basalen Verlängerungen der Maxillen unterscheiden. Während die Maxillen sämmtlich nach oben hin schmaler werden und ihre Begrenzungsfurchen convergiren, sind die Mandibeln oval angelegt, an beiden Enden schmaler als in der Mitte, und ragen bedeutend mehr vor, als die Maxillen. Anfänglich ist die Richtung des Körpers der Mandibeln senkrecht, später aber bei dem weiteren Wachsthum, dem Flacherwerden des ganzen Embryo, und dem Höherrücken der Insertionspunkte der Mandibeln wird ihre Richtung schräge und allmählich sogar wagerecht. Der Taster der Mandibeln hat sich nun ganz frei losgelöst und liegt oberhalb der wagerechten Strecke der grossen Antennen; er ist nicht ganz so lang als der Körper der Mandibeln, zeigt aber unter der sackförmigen Cuticula eine Theilung in drei Glieder. Seine Insertion befindet sich vor dem äusseren oberen Winkel der Mandibeln, welche in zwei abgerundete Stümpfe endigen, aus denen später der zahntragende Kauapparat wird. Führen wir die jetzige Gestalt der Mandibeln auf das zuletzt geschilderte Stadium zurück, so bemerken wir, dass das Wachsthum und die Entwicklung eigentlich wie aus dem Mittelpunkt der Gestalt ihres damaligen Stadiums vorgeschritten ist. Setzen wir uns nämlich einen solchen ideellen Mittelpunkt, so geht das Wachsthum von ihm aus nach oben und entwickelt den späteren Körper der Mandibeln, nach unten werden die beiden Winkel ausgezogen und es entstehen die Stümpfe, welche nachher den Kauapparat tragen, nach aussen wird der Tastertheil stärker entwickelt und zugleich die Dicke des ganzen Gliedes geschaffen.

Eine ähnliche Art des Wachsthums bemerken wir auch bei den Maxillen, welche gleichfalls nach oben hinauf sich etwas mehr los-trennen und zugleich doch unten die Gliederung weiter ausbilden. Bei ihnen aber ist die letztere Richtung die überwiegende und sie bleiben mit ihren Insertionspunkten auch wesentlich tiefer als die Man-

dibeln. Daher sind sie auch sämmtlich später, wenn der Körper des Embryo sich mehr abflacht, auf der unteren Fläche des Kopfes zu bemerken, während die Mandibeln an der Seite liegen und von oben sehr gut wahrgenommen werden können. Das erste Maxillenpaar hat, ebenso wie das zweite, keine wesentliche Neugestaltung im Laufe der Entwicklung erlitten. Jenes hat zwei Stümpfe, dieses drei an seinem freien Ende; ihre Lage ist eine gerade nach unten gerichtete: sie berühren mit ihren Stümpfen die Larvenhaut an ihrer tiefsten Stelle. Sehr wesentlich ist aber eine Veränderung, welche das dritte Maxillenpaar aufweist. Schon am Schlusse des vorigen Abschnittes hätte ich anführen müssen, dass noch vor dem Sprengen des Chorions von mir eine flache Ausstülpung der Aussenwand dicht vor der Einlenkung des beinförmigen Tasters an dem dritten Maxillenpaare beobachtet ist. Es zeigte sich diese Ausstülpung anfänglich in ganz kleinem, knopfartigem Hervorragenden einer Stelle, neben der Basis des Tasters; später flachte sie sich mehr ab, und liess deutlich ihre zellige Zusammensetzung aus zwei Lagen derselben Zellen erkennen, aus denen sämmtliche Gebilde der Körperwandungen bestehen. Allmählich rundete sich der Aussenrand dieses platten Anhangsgebildes ab, es verlängerte sich, die Basis ward schmaler und rückte näher an die Leibeswand, bis schliesslich — ich greife hier in der Zeit vor — wenn schon die Larvenhaut gesprengt ist, die Basis der ursprünglichen Theile der Maxille aussen von einem flachen blattartigen Anhang überdeckt ist, der einer Kieme bis aufs Kleinste gleicht. Der Gedanke, dass der flache Anhang des dritten Maxillenpaares, welcher von den Autoren als »äussere Lade der Unterlippe« beschrieben wird, vielleicht eine ausser Function gesetzte Kieme sein könnte, wurde in mir durch sein Aussehen und durch die Art seiner Entstehung und Insertion erregt. Wie nachher beschrieben werden soll, entsteht der Zwischenraum innerhalb einer Kieme durch Auseinanderweichen der beiden Wandungen; ausserdem wachsen aber die einzelnen Zellen der Wandungen aus und verbinden sich mit gleichen Auswüchsen der gegenüberliegenden Zellen. Dadurch wird der ganze Hohlraum der Kieme gegittert und die darin eursirenden Blutkörperchen in ihrem Laufe verlangsamt und zu reichlicherem Gasaustausch befähigt. Am Rande der Kieme ist aber ein freier, canalartiger Raum, in dem keine solche gitterartige Verknüpfung der Wände stattfindet. In diesen Raum treten die Blutkörperchen ein und aus, und die Zweckmässigkeit desselben wird sehr schnell erkennbar, wenn man beobachtet, wie häufig durch mehrere Körperchen ganze Bezirke des gitterförmigen Raums abgesperrt werden, sobald erst eins sich festgefahren hat. Um nun durch solches Festfahren nicht die ganze Kieme unbrauchbar werden

zu lassen, hat sich dieser canalartige Hohlraum gebildet. Und dieser Hohlraum findet sich am Rande der »äusseren Lade« des dritten Maxillenpaares ebenso deutlich wie die Verwachsung der oberen und unteren Wandung durch gitterförmiges Auswachsen der Zellen. Späterhin allerdings wird diese Structur gänzlich unkenntlich und die Identificirung mit einer Kieme würde Niemand beim Anblick der ausgebildeten »äusseren Lade« so leicht einfallen; aber in diesem embryonalen Stadium ist die Gleichartigkeit in jeder Beziehung so schlagend, dass ich nicht anstehe, in diesem Anhang allerdings eine embryonale Kieme zu erblicken, die aber niemals in Thätigkeit tritt — ich sah nie Blutkörperchen in ihr sich bewegen — und später in Folge dessen ihren Charakter einbüsst und rudimentär wird. Allgemeinere Folgerungen will ich jetzt nicht aus diesem Funde ziehen; ich wende mich zur Beschreibung der Gliedmaassen zurück und füge noch die der übrigen Theile des dritten Maxillenpaares hinzu. Der Stammtheil wächst gleichfalls etwas in die Länge, verlegt aber auch seinen Ursprung mehr in die Höhe; der Taster dagegen ahmt noch die Beingestalt nach, zeigt aber bald viergliedrige Abtheilung durch seichte Einschnürungen.

Die sämtlichen sechs Beinpaare sind ebenso wie die Fresswerkzeuge durch Abplattung des ganzen Embryo und Hinaufrücken ihrer Insertionen weiter von einander entfernt worden. Sie sind in ihrem Basaltheil am breitesten, haben ausser diesem noch fünf Glieder, die aber immer schmaler werden und durch kleine Einschnürungen von einander getrennt werden.

Alle Gliedmaassen sind jetzt hohl und mit Muskelsträngen und den bekannten Kernen erfüllt, und zwar bemerkt man eine grössere Mannigfaltigkeit in der Muskelbildung als bisher. Die früheren dicken Stränge sind mehrfach getheilt und gespalten, zwischen ihnen liegen Kerne, und, wenn ich nicht mit vorgefasster Meinung gesehen habe, so glaube ich, zwischen diesen Kernen auch welche gesehen zu haben, die von hellerer Masse umgeben gewesen und nach beiden Seiten in dünne, fadenförmige Fortsätze ausgezogen gewesen seien. Doch mag ich nicht hierauf bestehen, obwohl es durchaus nicht unwahrscheinlich ist, dass das Auswachsen von einzelnen Zellen und die Verbindung ihrer Ausläufer zur Bildung des peripherischen Nervensystems die Grundlage abgegeben habe.

Die accessorischen Mundtheile und die Oberlippe haben in ihrer äusseren Gestalt keine Aenderungen erlitten, nur wäre zu bemerken, dass letztere sich stärker vom Kopf absetzt und allseitig gerundet erscheint. Im Innern sind sie aber ebenso wie die übrigen Gliedmaassen hohl und mit Muskelsträngen etc. erfüllt, woraus allein

schon hervorgeht, dass sie beweglich sind und bei Ergreifung der Nahrung active Hülfe leisten sollen.

Die Umwandlungen der Kiemen in ihrer innern Structur habe ich vorher bereits beschrieben, ich will hier noch hinzusetzen, dass sich in den Hohlräumen hin und wieder jene schon oft erwähnten Kerne finden, die ich für Blutkörperchen halte. Wie sie hier entstehen, weiss ich nicht anzugeben. Ihre äussere Gestalt hat sich in soweit geändert, als der Einschnitt ihres hinteren Randes so tief geworden ist, um zwei Platten aus der einen hervorgehen zu lassen, die anfänglich neben einander liegen, später aber über einander. Zu bemerken ist aber, dass das letzte Paar der Körperanhänge sich deutlich zu den späteren gabelförmigen Anhängen umformt. Sie sind wesentlich länger als die Kiemen, haben einen gekrümmten Verlauf und besonders charakteristisch ist, dass die obere Scheibe, welche bei den Kiemen dicht neben der unteren sich an die Leibeswand inserirt, bei dem letzten Paare der Gliedmaassen nur als Zweig der unteren erscheint, dass sie also schon frühzeitig die spätere Bildung erkennen lassen, nämlich: gemeinschaftliches Stammglied und zwei fast gleich grosse Anhänge daran. Auch die innere Organisation dieses letzten Gliedmaassenpaares unterscheidet sich vollständig von der Bildung der Kiemen. Man bemerkt keine Spur von Verwachsung der Wandungszellen, statt dessen nur eine Anfüllung mit zelliger Masse, ähnlich wie bei den Beinen, aber noch nicht zu Muskelsträngen geformt.

Sämmtliche Gliedmaassen haben bereits sich von der alten noch ungegliederten Cuticula losgetrennt und eine neue um sich gebildet, die mit Ausnahme der Kiemen und gabelförmigen Anhänge überall Einschnürungen zeigt, zur Andeutung der späteren Gliederung. Ebenso ist auch die alte Cuticula der Körperwand abgelöst und hat einer neuen Platz gemacht, die alte liegt aber noch unversehrt zwischen der neuen und der Larvenhaut mitten inne. Ich habe diese Bildung schon am Ende des ersten Abschnittes erwähnt, wesentlich verändert ist hierin Nichts.

Am Ende des ersten Abschnittes gab ich an, dass das Chorion abgestreift wird. In dem Zeitpunkt dieses Vorganges liegt aber nichts Festes oder Bestimmtes; es ist wohl von äusseren Umständen mit abhängig. Ebenso wenig ist das Platzen der inneren Eihaut an einen bestimmten Entwicklungstermin des Embryo gebunden, scheint aber immer erst nach der Herzbildung Statt zu finden. Die Eihaut reiss zwischen Kopftheil und dem aufwärts gekrümmten Postabdomen ein; hierdurch wird das Band gelöst, welches diese beiden Körperenden

einander näherte, das Postabdomen weicht zurück und die Rückenwandung dehnt sich jetzt zu normaler Länge aus.

Die einzige Umhüllung des Embryo ist nun nur noch die Larvenhaut, welche überall zwischen sich und dem Embryo einen bedeutenden Zwischenraum zeigt, und überall gerundet und gewölbt erscheint. Nur an der Bauchseite sieht man einige Ausbuchtungen, welche durch die Spitzen der Beine hervorgebracht werden.

Am Schlusse dieses Abschnittes will ich noch einen bedeutungsvollen Vorgang erwähnen: das Auftreten der ersten Bewegungserscheinungen. Sonderbarerweise erscheinen diese zuerst an den Leberschläuchen. Während der Herzbildung sind die Leberschläuche immer weiter nach hinten ausgewachsen und haben ihre anfänglich aus mehrfachen Zellenlagen bestehende Wandung stark verdünnt; zugleich sind eine Menge kleiner Fetttröpfchen eines neben dem andern an der Oberfläche der Wandung erschienen, und machen dieselbe so sehr kenntlich und unterschieden von dem übrigen Theil des Dotters. Als die Herzbildung aber vollendet war, bemerkte ich eine Contractionswelle, welche von hinten nach vorn den einen Leberschlauch entlang lief und seinen Inhalt, der aus Dotterzellen bestand, in den andern Leberschlauch hinübertrieb. War dieser dann gefüllt, so contrahirte er sich seinerseits und trieb den Inhalt wieder zurück in den ersten. Dies dauert so fort, die Contractionen folgen sich aber nicht rhythmisch, sondern häufig vergeht eine längere Zeit, ebe sie sich wiederholen. Diese Bewegungserscheinung tritt sogar noch eher auf als die Herzcontractionen, von irgend nervösen Einflüssen kann aber noch keine Rede sein, da noch keine Centralapparate des Nervensystems gebildet sind. Ob aber der Grund und die treibende Kraft zu den Contractionen in der Wandung der Leberschläuche oder aber im Dotter selbst zu suchen sei, das weiss ich nicht anzugeben. Auffallenderweise entdeckt man später am ausgebildeten Thier keine Spur von Muskelfasern an den Leberschläuchen, was doch zu erwarten wäre, da die Contractionen genau so vor sich gehen, wie die peristaltischen Bewegungen am Dünndarm der Wirbelthiere.

Mit diesem ersten Auftreten activer Bewegungserscheinungen schliesse ich den zweiten Abschnitt, um zum dritten überzugehen, welcher bis zum Auskriechen aus dem Brutsack die Darstellung der Entwicklungsgeschichte fortsetzen wird.

Dritter Abschnitt.

Mit Ausnahme des Central-Nervensystems, von dessen Entstehung ich leider bis jetzt nichts wahrgenommen, obwohl es beim ausgewachsenen Thiere und auch bei dem etwas entwickelteren Jungen sehr schön und deutlich zu erkennen ist, haben wir bis jetzt alle Organe und Organsysteme in ihrer ersten Anlage und Entwicklung kennen gelernt und es bleibt uns jetzt übrig, ihre Fortbildung bis zu dem Moment ins Auge zu fassen, wo ihr Zustand so weit vollendet ist, um die Existenz der jungen Assel ausserhalb des mütterlichen Brutsackes zu ermöglichen. Ich werde darum in diesem Abschnitt nur mit wenigen Worten noch den Gang und die Richtung der weiteren Entwicklung anzudeuten haben, und im letzten Abschnitt noch einige allgemeine Fragen erörtern.

Wesentlich ist, dass nach den geschilderten Fortbildungen im vorigen Abschnitt die Herzbeugung eintritt; anfangs zwar noch in langsamen Rhythmen und ohne Blutkörperchen in Bewegung zu setzen, später schneller und mit dieser normalen Wirksamkeit. Die Musculatur des Herzens gewinnt an Deutlichkeit, die Kerne treten immer prägnanter hervor, und zwar sämmtlich in das Lumen des Herzens hinein, die Faserrichtung verändert sich insofern, als die Quermuskeln ebenso wie die Längsmuskeln eine mehr gleiche Richtung annehmen und so den Zustand des ausgebildeten Herzens andeuten, welcher die Fasern in schräger Richtung mit deutlicher Querstreifung wahrnehmen lässt. Die Klappen sind ungleich, aber durchaus deutlich wahrzunehmen. Wenn nachher die Blutkörperchen in Bewegung gerathen, so lässt sich häufig die Wahrnehmung machen, dass sie für die Klappenöffnungen noch zu gross sind, und oft sieht man, wie ein solches Körperchen trotz aller Contractionen und Veränderungen, denen ihre Contouren unterliegen, nicht im Stande ist, in die Spalte einzudringen, sondern mit einem dicken, kugelförmigen Abschnitt davor liegen bleibt, während der vordere Theil in dem Spalt festgehalten wird. Was für ein Grund für die eintretende Contraction des Herzens besteht, ist natürlich unerfindlich; ebenso auffallend und unerklärlich ist es aber, dass nicht sofort bei der ersten Contraction die Blutkörperchen in Bewegung gesetzt werden, sondern erst mehrere Stunden lang das Herz in Thätigkeit ist, ohne auch nur ein Blutkörperchen zu bewegen.

Es ist hier der Ort, vom Blut und den Blutkörperchen überhaupt zu sprechen. An verschiedenen Stellen meiner bisherigen Darstellung habe ich ihrer in kurzen Bemerkungen bereits gedacht: hier

will ich zusammenfassen, was ich darüber zu bemerken habe. Nach meinen Beobachtungen halte ich sie nicht für specifische zellige Elemente, sondern ich glaube, es sind freie Kerne derselben Art, wie diejenigen Zellen sie besitzen, aus denen z. B. die grossen Muskelstränge im Kopf gebildet werden, und wie sie in den Zellen vorkommen, aus welchen die Blutgefässe entstehen. Da diese Kerne aber an allen Stellen des embryonalen Körpers vorkommen, in den Antennen, in den Kiemen, neben dem Hinterdarm, mitten im Kopfe etc. etc., so fragt es sich, ob sie in endgültiger Gestalt aus dem Dotter hervorgehen, oder ob sie auch auf anderem Wege in den Gliedmaassen hergestellt werden können. Ich möchte mich der ersten Alternative zuneigen, weil um die Zeit, wenn die Gliedmaassen anfangen, hohl zu werden, der Dotter noch in freier Communication mit ihnen steht, dann also diese Kerne dort abgelagert werden können, vielleicht als Zellkerne mit einer Zelle, die nachher vergeht, oder zu irgend einer Bildung verwandt wird und den Kern frei lässt, oder gleich als freier Kern. Zweitens glaube ich wahrgenommen zu haben, dass, wenn ein Dottersack existirt, die nachher noch sichtbar werdenden Blutkörperchen alle innerhalb des Dottersacks liegen, oder aber in den Bluträumen gebildet werden, welche ich, nach der obigen Auseinandersetzung vor dem Schluss des Dotters auf der Rückenseite durch den Dottersack sich bilden lasse. Ich bin sonach leider nicht im Stande, sichere Beobachtungen beizubringen, glaube aber, die Aufmerksamkeit um so mehr auf die Frage nach der Abstammung der Blutkörperchen hinlenken zu dürfen, als, so viel mir bekannt, bis jetzt keine Angaben hierüber in den Entwicklungsgeschichten zu finden sind. Ob die Blutflüssigkeit identisch mit der Dotterflüssigkeit ist, wird sich wohl schwerlich durch directe Beobachtung entscheiden lassen, scheint mir aber im höchsten Maasse wahrscheinlich.

Bereits im zweiten Abschnitt habe ich Drüsenanlagen erwähnt, die ich ihrem ersten Beschreiber nach: ZENKER'sche Drüsen nannte. Im zwanzigsten Jahrgang des Archiv's für Naturgeschichte und in einer Zusammenfassung mehrerer Aufsätze unter dem Titel: Anatomisch-systematische Studien über die Krebsthiere, Berlin 1854, beschreibt DR. WILH. ZENKER (pag. 403 — 407 d. letzt. Buchs) die Hoden und Zoospermien des *Asellus aquaticus*, und fügt die kurze Erwähnung eines Absonderungsorganes hinzu, welches sich in beiden Geschlechtern findet und sich jederseits von etwa dem vierten Bruststränge bis in das äusserste Ende des Schwanzes erstreckt. Bei jungen Thieren sieht man in dieser Gegend zu beiden Seiten des Darms sechs Flecke, die bei auffallendem Licht weissglänzend sind. Mit vorrückendem Alter nimmt die Masse derselben mehr und mehr zu, die Flecke verbinden

sich mit einander zu einer fortlaufenden Röhre, diese schwillt zu beträchtlicher Stärke an und auf ihrer Wandung malen sich dunkle Streifen, ähnlich den Blutgefässverästelungen bei Thieren von vollkommenerem Kreislauf. Endlich wird auch noch eine kurze Röhre mit dieser weissen Masse gefüllt, gleichsam injicirt, die aus der Mitte des Schlauchs in die Gegend der Geschlechtsöffnung führt. Ob dort eine Oeffnung wirklich vorhanden ist und ob wirklich hier diese Masse ausgestossen wird, blieb mir zweifelhaft.« Diese drüsigen Organe, über deren Bedeutung ich ebenso wenig etwas zu sagen weiss, werden zuerst angelegt, wenn das Herz bereits in Thätigkeit ist. Man bemerkt dann an dem freien Theil des Dottersacks, welcher neben dem Herzen und Darm liegt, zwei bis drei hellere zellenartige Scheiben, welche in grösseren Abständen von einander liegen und eine Masse dunkler Körnchen regellos um sich versammelt haben. Von speciellen Wandungen ist keine Spur wahrzunehmen, woher die hellen Kerne kommen, und was sie bedeuten, ist mir auch nicht klar, möglicherweise sind es nur Fettkugeln, die aus dem Dotter stammen. Die dunklen Körnchen gleichen vollkommen dem Inhalt der embryonalen Körnchenkugeln des Dotters und werden wahrscheinlich durch Platzen solcher Kugeln hier entleert. Anfanglich sind es nur verhältnissmässig wenige, die sich um das helle Körperchen gruppieren, später werden sie so dicht, dass man nicht mehr durchsehen kann, und ballen sich zu festen Häufchen zusammen. Das Verhältniss, in welchem die Dotterhaut zu ihnen steht, ob sie sich später vollkommen als Röhre um die Drüsen herumschlägt, oder nur auf der einen Seite eine Wandungsgrundlage abgibt, das kann ich wieder nicht angeben, weil die Beobachtungen dieser schwierigen Verhältnisse fast unmöglich werden. Die vielen Contouren, welche hier jetzt durcheinander laufen, ferner die Menge von Fetttropfchen, das beginnende Pigment, die vielen hin und herfahrenden Blutkörperchen, die raschen Herzbewegungen und endlich noch die Muskelcontractionen der jungen Assel, machen eine genaue Beobachtung unmöglich. Und tödtet man das Thierchen, so erkennt man wiederum keine einzige Contour mit Sicherheit, weil sie so zart sind, dass sie nur durch ihre Bewegungen wahrgenommen werden konnten.

Später, wenn schon die Ausbildung der drei Drüsenhäufchen neben dem Herzen deutlicher geworden ist, erfolgt auch eine Ablagerung der dunklen Körnchen in dem hohlen Theile des Postabdomens über dem Hinterdarm. Sie nimmt ebenfalls an Dichtigkeit mit der Zeit zu und es gesellen sich kleine Fetttropfchen dazu. Da aber um diese Zeit keine Communication des Dotters mit diesem Hohlraum

mehr Statt findet, so bleibt es offene Frage, woher diese Körnchen stammen.

Aus dem Angeführten erkennen wir, dass die hinteren Theile des Dottersackes noch eine bedeutende Function im ausgebildeten Thiere erfüllen und ich möchte ihr noch eine zweite mit Bezug auf den Blutumlauf zusprechen, allerdings mit derselben Reservation, die ich vorhin schon wegen der Schwierigkeit der Beobachtung machte. Aus dem Laufe der Blutkörperchen glaube ich nämlich schliessen zu können, die seitlichen Wandungen der Drüsen dienen als eine Art Pericardialsinus, indem die Blutkörperchen, welche von den Kiemen kommen, alle erst in diesen Zwischenraum eintreten und von ihm aus in das Herz gelangen, während die zu den Kiemen gehenden aussen von den Dottersackwandungen dahin laufen. Meine bisherigen Untersuchungen haben mich nun noch nicht darüber aufgeklärt, wie das Verhältniss dieses persistirenden Theils des Dottersackes zu dem Darm und dem Herzen sich gestaltet, ob die Theile, welche auf jeder Seite des Herzens und des Darms die Grundlage für die sich bildenden ZENKER'schen Drüsen abgeben, mit einander zusammenhängen und etwa zwischen Darm und Herz ihre Verbindung haben, oder ob sie durchaus getrennt sind und nur oberhalb des Herzens, neben oder unter der Aorta an das Darmrohr befestigt sind als Fortsetzungen des Theils des Dottersackes, welches mit zur Bildung der Darmwand gebraucht worden ist. Andererseits ist mir ebenso wenig bis jetzt möglich gewesen, über die Befestigung dieser persistirenden Dotterwandung am hinteren Ende etwas zu eruiren, trotzdem ich der Untersuchung dieser Verhältnisse ebenfalls ganze Tage geweiht hatte. Ich kann nur angeben, dass es mir wahrscheinlich ist, dass nach dem Postabdomen zu die Dottersackwandung ein Loch hat, durch welches die Blutkörperchen in den freien Raum, zwischen Herz und ZENKER'schen Drüsen gelangen, um von da sofort ins Herz zu schlüpfen; dies Loch befände sich dann gerade in dem engsten Theil an der Oeffnung des Postabdomens.

Beziehentlich des weiteren Blutumlaufs habe ich dann Folgendes zu bemerken. Es hat sich neben der Aorta jederseits eine kurze Arterie gebildet, welche in kurzem Bogen nach der Seite und unten geht und das Blut dorthin leitet. Ihr Ursprung ist an dem vorderen Ende des Herzens, von der Aorta nur durch eine schmale Wand getrennt. Die Aorta selbst giebt bei ihrem Einlaufen in den Kopf zwei kurze Aeste nach den Seiten ab, geht dann über dem Magen in die Tiefe, schiebt von da einen Ast nach oben, der vor dem Vorderrande des Kopfes nochmals zwei Aeste nach den Seiten absendet und verliert dann die Wandung. Der Blutstrom geht inmitten der bereits erwähnten Lappen

und Inseln der Kopfwülste in vielen Biegungen hindurch, tritt aber überall an die Wandung, um von da, verstärkt durch die zurückkehrenden Ströme aus den Antennen und Mundwerkzeugen auf zwei Wegen nach den Kiemen zu gelangen. Der eine derselben führt an den Seiten des Körpers entlang, der andere unten durch die gleichfalls in eine Menge Lappen und Inseln zerfallenen Zellwülste, durch deren Spalten die Blutkörperchen hindurchgleiten, in ihrem Lauf aber natürlich sehr verlangsamt werden. Die Seitenarterien des Herzens geben die Blutmenge zur Versorgung der Beine her, welche nachher in den Seitenstrom wieder einmündet. Vor der Einschnürung des Postabdomen tritt der ganze Strom dann auf der Unterseite in die Kiemenmündungen ein, die einzelnen Blutkörperchen werden mehr oder weniger durch das Gitterwerk der Kiemen zurückgehalten, gelangen endlich aber in den Randcanal und werden von da in schneller Bewegung ausgestossen. Aus dem Herzen geht nach hinten keine Arterie ab, die gabelförmigen Anhänge erhalten ihr Blut aus den Seitenströmen.

Ausführlichere Mittheilungen über die Verhältnisse des Blutlaufes behalte ich mir vor für eine spätere Arbeit, welche die Entwicklung des *Asellus aquaticus* von dem Auskriechen aus dem Brutsack bis zur Geschlechtsreife darstellen soll. Ich gehe nun über zur Besprechung der weiteren Entwicklung des Magens, Darms und der Leberschläuche.

Die Entwicklung der Lebern ist im Ganzen sehr einfach. Sie wachsen ziemlich schnell nach hinten aus und verdünnen dadurch zugleich die Wandung, welche, wie wir anfänglich sahen, aus mehreren Zellschichten bestand. Nach innen scheiden diese Zellen eine Cuticula ab, welche die spätere Wandung der Leberschläuche bildet. Aus der oberen Wandung der Schläuche stülpt sich schon ziemlich früh ein Blindsack aus, der auch in die Länge wächst und so die oberen Schläuche bildet. Ihr Inhalt wird, wie schon oben mitgetheilt, durch Contractionen von einem Schlauch in den andern bewegt; später, wenn die oberen Schläuche auch weiter gediehen sind, findet diese Bewegung zwischen den beiden Schläuchen derselben Seite statt. In ganz späten Stadien wandelt sich dann die Dottermasse der Leberschläuche zu grossen Leberzellen um, welche auffallend in Grösse und Form den ursprünglichen Keimhautzellen gleichen, worüber aber hier nur diese Andeutung erfolgt, weil es in die Entwicklungsstadien der zweiten Periode gehört.

Am Magen haben wir einen vorderen und hinteren Abschnitt kennen gelernt, welche beide aus den gleichen histologischen Elementen zusammengesetzt sind. Diese beiden Abschnitte sondern sich in der weitem Entwicklung immer deutlicher von einander ab, indem sie

beide inwendig Hohlräume ausbilden, welche das Lumen der Speiseröhre fortsetzen. Die Wandungen scheiden nach innen in diese Hohlräume eine dicke Cuticularschicht ab, welche nach mehreren Tagen sich zu falten beginnt und sich in der vorderen Magenkammer in vollständige Reibplatten verwandelt, in der hinteren dagegen nur einzelne longitudinale Falten hervorbringt, welche nur leicht gezackt erscheinen. Zwischen beiden Kammern bildet sich ein besonders dicker und später beweglicher Wulst aus, auf dem wachsen sogar aus der oberen Zellschicht kurze gekrümmte Zähne hervor, welche dazu bestimmt sind, mit denen des gegenüberliegenden Wulstes die Stücke der durch den Oesophagus hincingeförderten Nahrung zu ergreifen und an den Reibplatten der vorderen Magenkammer zu zerkleinern. Weitere Umwandlungen der histologischen Elemente des Magens habe ich bis jetzt noch nicht beobachtet.

Vom Darne habe ich wesentliche Veränderungen zu verzeichnen. Wir sahen, dass sich auf den Hinterdarm eine Schicht grösserer Zellen mit besonders grossen und deutlichen Kernen abgelagerte. Eben solche Schicht finden wir auch bald auf dem Mitteldarme sich ablagernd und damit Erneuerung des Problems, woher diese Kerne und Schicht stammen, und wie ihr Verhältniss zum Dottersack ist. Directe Beobachtung hat mir nichts erklärt, und es bleibt der richtigen Zusammenfügung verschiedener Thatsachen der Beobachtung überlassen, hier die richtige Anschauung zu gewinnen. Dass der Hinterdarm nach freiem Wachsthum innerhalb des Dotters schliesslich mit dem Dottersack sich vereinigt, bewies mir mehrfaches Zerdrücken von Embryonen, bei denen dann nach dem Ausfliessen des Dotters der Dottersack sich streckte und eine genaue Fortsetzung des Hinterdarms, an dessen äusserem Rande bildete. Ob dabei nur an ein enges Aneinanderliegen, oder an ein organisches Verschmelzen gedacht werden muss, bleibt dahin gestellt, ebenso, ob für letzteren Fall der vordere Theil des Dottersackes obliterirt und gänzlich verschwindet. Jedenfalls lagert sich die eben erwähnte Schicht von Zellen in etwas unregelmässiger Weise auf dem Mitteldarm ab als auf dem Hinterdarm; sie ist dort dichter, während sie auf dem Mitteldarme wie aus kleinen Inselchen zusammengesetzt erscheint. Demgemäss erkennen wir auch später eine viel dichtere Aneinanderfügung der Quermuskeln auf dem Hinterdarm, wogegen die Anlage der Quermuskeln auf dem Mitteldarm in regelmässigen Intervallen unterbrochen ist durch grössere Stellen, wo sich keine finden. Auch liegt keine Ringmuskulatur hier vor, wie man etwa aus unrichtigen Analogien schliessen möchte, sondern in der That nur mehr oder weniger grosse Muskelinseln, deren einzelne Fasern sich so

mit dem übrigen Gewebe der Darmwandungen verfilzen, dass sie dennoch eine ähnliche Wirkung auszuüben im Stande sind, als die Ringmuskulatur bei andern Organismen. Am Hinterdarme zeigt sich aber noch ein anderer eigenthümlicherer Vorgang. Die darauf gelagerte, muskelbildende Schicht lagert sich so, dass man die Kerne reihenweise erkennt; sie messen nach dieser Umlagerung, welcher wohl jedenfalls eine chemische Umwandlung, vielleicht eine innige Verschmelzung ihrer Stoffe zu Grunde liegt, 0,002 Mm., sind also viel kleiner als anfänglich, was auf Kern- und Zelltheilung schliessen lässt. Aus dieser reihenweisen Gruppierung erklärt sich auch die regelmässiger Lagerung der Quermuskulatur dieses Theils des Darinrohrs, welche hierin der Längsmuskulatur gleicht. Das Wachsthum des ganzen Darmrohrs geht ziemlich langsam von Statten, und ist beendet ungefähr um die gleiche Zeit, wenn der Embryo die Larvenhaut durchbricht. Die Stoffe zu seiner Bildung müssen jedenfalls aus dem Dotter gewonnen werden, da keine andere Quelle aufzufinden ist; der Dotter selbst nimmt natürlich Schritt für Schritt ab, bis er zuletzt gänzlich verschwindet, und seine Fettzellen und andern Elemente sich nur noch in den Leberschläuchen auffinden. Wenn der Darm seine Verbindung mit der Magenwandung bewerkstelligt hat, und die Anlage der Quermuskelschicht vollendet ist — und das ist erst der Fall einige Zeit vor dem Auskriechen aus dem Brutsack, bemerkt man auch, dass eine histologische Differenzirung der ganzen Darmwand stattfindet. Dieselbe zerfällt sich in zwei Schichten: die äussere wandelt sich in die Längsmuskeln um, indem die Zellen verschmelzen, die Kerne aber in parallele Längsreihen treten und so Muskelfasern von grosser Länge aber geringer — 0,002 Mm. — Breite ausbilden. Die ganze Dicke der Längsmuskelschicht ist 0,006 Mm. Die innere Darmschicht dagegen wandelt sich zu grossen Drüsenzellen um, welche in unregelmässigen Gestalten neben einander liegen. Sie messen ungefähr 0,012 Mm. im Durchmesser. In späteren Stadien liegen diese Zellen in grösserer Entfernung von einander und bilden unregelmässige Bezirke um je einen Kern; ob man diese Bezirke noch Zellen nennen kann, möchte ich bezweifeln. Jede von diesen Schichten umgiebt sich innen und aussen mit einer durchsichtigen dünnen Cuticula, die man aber deutlich erkennt auf dem optischen Querschnitt des Darms.

Die Umbildungen der ehemaligen Kopf- und Keimwülste sind am schwierigsten zu verfolgen und es ist mir bis jetzt sogar nicht gelungen, die Entstehung des Nervensystems zu entdecken. Dass es sich dabei natürlich nur um eine histologische Umwandlung gewisser Abschnitte der Zellwülste handeln kann, ist klar, aber es wäre doch

wichtig gewesen, über den Zeitpunkt, und die ersten Umwandlungen der Zellen etwas zu eruiren. Ich hoffe diesem Mangel bald abhelfen zu können. Wie ich schon bei der Beschreibung des Blutlaufs angegeben habe, zerfallen die Zellwülste in eine grosse Anzahl von Lappen und Inseln. Jedenfalls muss diesem Vorgange eine allgemeinere innere Contraction zuvorgehen, und in der That habe ich auch deutliche Bewegung der Zellwülste beobachtet, nachdem sich dieselben vom Dotter und auch von der Bauchwand losgetrennt hatten. Es erfolgten Contractionen von vorn nach hinten, wodurch die ganze Zellmasse in Bewegung gesetzt wurde. Später finden wir auch, dass die letzten Spitzen der Zellwülste aus dem Postabdomen zurückgewichen sind, dass sie sehr an Umfang abgenommen haben und dass die anfänglichen segmentalen Abtheilungen einer Reihe von unregelmässigen Einschnitten und Trennungen Platz machen, die aber immerhin noch eine gewisse Aehnlichkeit mit dem früheren Zustande erkennen lassen, da die Einschnitte in ziemlich gleichen Intervallen erfolgen und so diese Intervalle den Einbuchtungen entsprechen, welche in jedem ursprünglichen Segmente zuerst an der Unterseite auftraten. Sehr möglich ist, dass die Contractionen durch die grossen Muskelstämme verursacht worden, welche jederseits aus den Zellwülsten gebildet werden.

Die Larvenhaut wird schliesslich gesprengt um dieselbe Zeit, wenn sich schon deutliche Bewegungen der nachher näher zu beschreibenden Gliedmaassen zeigen, und die Herzbewegungen eine längere Zeit hindurch, etwa 24—36 Stunden im Gange sind. Dann liegt der Embryo vor uns, nur noch umhüllt von einer theilweise bereits abgestossenen Cuticula, welche um die Gliedmaassen einfache Säcke bildet, während die neu ausgeschiedene Cuticula, dieselbe die bereits zweimal erwähnt wurde, deutliche Gliederungen zeigt. Die Larvenhaut wird gewöhnlich am Kopfe gesprengt; es kriecht dann das Thierchen mittelst langsamer Bewegungen der Antennen und vorderen Gliedmaassen hervor, bleibt aber häufig noch mehrere Stunden in dem hinteren Theile der Larvenhaut stecken. Die Zellenlage der Hypodermis (ein passender Ausdruck, den WEISMANN für die Zellenlage der Arthropodenhaut vorgeschlagen hat) ist unverändert deutlich zu erkennen, die Antennen, die fast so lang sind als der Körper, haben ihre neue äussere Bedeckung etwas gerunzelt, ebenso wie die übrigen Gliedmaassen, so dass sie offenbar eine grössere Ausdehnung erreichen, sobald sie sich strecken können. Kleine Körnchen liegen allenthalben unter der Hypodermis zerstreut; sie scheinen sich erst jetzt aus irgendwie zerfallenen Zellen hergestellt zu haben und bilden die Grundlage

der späteren Pigmentbildung, welche bis jetzt erst am Auge und auf dem Kopfe begonnen hat.

Die Bildung und Entwicklung der Fresswerkzeuge hat bedeutende Fortschritte gemacht, und wir finden bereits an ihnen, wie an den Beinen und Antennen, zum Theil erst angelegte, zum Theil schon halb ausgewachsene Chitinborsten und Zähne. Die Entwicklung dieser letzteren Anhangsgebilde habe ich bis jetzt nur oberflächlich beobachtet, doch entstehen sie in derselben Weise, wie es WEISMANN von den Haaren der Dipteren, SEMPER von den Schuppen und Haaren der Lepidopteren beschreibt; es wachsen einige Zellen der Hypodermis aus und scheiden aussen eine dicke Chitinschicht ab. In den Körpern der Fresswerkzeuge, welche, wie wir früher sahen, nicht mehr blosse Ausstülpungen der Körperwand waren, sondern Abschnürungen, die, anfangs seicht, dann aber tiefer werdend, zugleich einen Theil der Zellwülste mit abschnürten, — in diesen Körpern wandelt sich die Masse der Zellwulstabschnitte in Muskeln um, eine Umwandlung, die besonders merkwürdig in den Mandibeln vor sich geht. In ihnen bemerkt man den Beginn dieser Umwandlung am Grunde (Taf. XV. Fig. 34.). Es bilden sich nämlich aus der Zellmasse einzelne Klümpchen neben einander in Reihen aus, die sich mit breiter Basis an die äussere Wandung ansetzen und nach innen hinein sich fortsetzen. Man kann nach einiger Zeit die verschiedensten Stadien dieser Muskelbildung erkennen; einzelne Klümpchen, welche mit fast viereckiger Grundfläche pyramidenartig nach unten wachsen, andere, die noch nicht zu regelmässiger Zusammenstellung gelangt sind, am Aussenrande eine längere Reihe, welche so dicht stehen, dass sie den Eindruck eines Längsmuskelstranges machen, endlich im unteren Theile noch gänzlich unversehrte Zellmasse, in der nur grössere Spalten andeuten, dass auch in ihr umgestaltende Einflüsse sich geltend machen.

Die Gestalt der Mandibeln hat insofern eine Aenderung erlitten, als Taster und zahntragende Fortsätze jetzt in gleicher Richtung mit dem Körper liegen. Die Fortsätze liegen unter einander, etwas divergirend in der Richtung, was später sogar so bedeutend wird, dass der äussere Stumpf nach vorn, der innere in rechtem Winkel dazu nach innen sich stellt. Die Gesamttrichtung der Mandibeln wird immer wagerechter und schliesslich nehmen sie die Seiten des Kopfes unter den Augen mit ihrer Basis ein, während die Spitze neben der Oberlippe liegt.

Die Maxillen treten im Gegensatz hierzu immer näher zusammen und nach der Unterseite des Kopfes hin. Diese Stellungsveränderungen der Gliedmaassen werden hervorgebracht durch die allgemeine Ab-

plattung des Körpers der jungen Asseln, welche langsam alle die geschilderten Vorgänge des dritten Entwicklungsabschnittes begleitet. Das dritte Maxillenpaar hat sich am wesentlichsten verändert. Die embryonale Kieme hat sich jetzt deutlich als »äussere Lade« entwickelt; sie sowohl wie die »innere Lade«, d. h. das ursprüngliche Hauptstück, stehen auf einem gemeinschaftlichen Basalstück, das sich von ihnen beiden abgeschnürt hat. Einschnürungen und Hervorwölbungen zeigt die Abbildung (Taf. XV. Fig. 37.); an der Aussenseite, nicht weit von der Spitze der innern Lade ist der Taster eingelenkt, welcher jetzt vollkommen die Beinform verloren hat, ein kleines Basal- und drei grössere Terminalglieder zählt.

Ueber dem dritten Maxillenpaar, in seiner Basis durch dasselbe von unten her bedeckt, befindet sich das zweite, das nach wie vor seine drei nebeneinanderliegenden Stumpfe zeigt, die sich alle drei, ebenso wie die Spitze der innern Lade des dritten Paares, mit Zähnen bewaffnet haben. Ueber dem zweiten Paare liegt das erste, das gleichfalls seine zwei mit Zähnen bewaffneten Stumpfe zeigt, deren oberer bedeutend grösser geblieben ist, als der untere. Alle diese Stümpfe sind noch bedeckt von der alten Cuticula, so dass die Zähne noch nicht frei sind.

Zwischen dem ersten Maxillenpaar ragen die accessorischen Mundtheile hervor, die sich ebenso wie die Oberlippe an der Spitze mit kleinen Zahnchen versehen zeigen. Sie liegen auch wie die übrigen Fresswerkzeuge der Unterseite des Kopfes flach an und sind gegen einander beweglich.

Die Oberlippe ist gegen das Wachsthum der übrigen Körperteile bedeutend zurückgeblieben und hat nur noch den fünften Theil von der Breite des Kopfes. Sie ist gleichfalls beweglich und in ihrem Innern erkennt man deutlich die Muskelstränge.

Antennen, Beine und Kiemen erleiden keine wesentlichen Umwandlungen; was sich darüber berichten lässt, werde ich in meiner späteren Arbeit über die nachembryonale Entwicklung des *Asellus aquaticus* anführen.

Ebenso gehört die Entwicklung des Auges und der Schalendrüse in jenen Abschnitt der Entwicklungsgeschichte und es bleibt mir hier nur noch eine embryonale Bildung zu schildern, nämlich die Anlage der Körpersegmente.

Das erste und grösste Segment ist noch immer das Kopfsegment, aber wir sehen es in steter Verringerung seiner Grösse begriffen und bei völlig ausgewachsenen Asseln ist es das kleinste. Nächst ihm ist das Postabdominalsegment zu nennen, und dies bleibt später das grösste.

Dazwischen finden sich neun verschiedenartige Segmente, deren sechs beintragende sind. Dicht auf das Kopfsegment folgt ein schmales, welches die blattförmigen Anhänge trägt, die bereits in Obliteration begriffen sind. Dies Segment scheint später mit dem Kopfsegment zu verschmelzen. Dann folgen die sechs beintragenden und darauf zwei kleinere, deren Quer- wie Längsdurchmesser wesentlich geringer sind, als die der vorhergehenden. Aus dem ersten dieser beiden wird später das siebente beintragende Segment.

Endlich habe ich noch über das erste Organ, das bei der Eientwicklung zum Vorschein kommt, zu sprechen. Die blattförmigen Anhänge treten in keinerlei Function während der ganzen Zeit ihres Bestehens; sie sind eigentlich nur da, um zu vergehen. Niemals habe ich bemerken können, dass sie eine Cuticula abscheiden, und sie werden auch nicht abgestreift, wenn die Larvenhaut gesprengt wird, obwohl sie in derselben Periode entstehen, wie diese. Allmählich aber, wenn durch die Bildung einer festen Körperwandung die Verbindung des Hohlraums der Anhänge mit dem Innern des Körpers abgeschnitten wird, und die Mündung dieses Hohlraums immer enger wird, beginnt die Gestalt der Anhänge sich zu verändern, sie schrumpfen zusammen und fallen endlich ab.

Schliesslich will ich einige Angaben über histologische Bildungsweise der Muskeln geben. Sie stimmt durchaus mit dem Modus überein, welchen WEISMANN von *Musca vomitoria* (l. c. pag. 200 ff.) angiebt. Anfänglich treten eine Anzahl Zellen im Innern der Gliedmaassen zusammen und verschmelzen an ihren Enden mit der inneren Schicht der Körperwandungszellen. So bildet sich ein Schlauch, der sich aussen mit einem zarten Sarkolemm umgiebt, während innen der Zellinhalt verschmilzt und die Kerne frei unter das Sarkolemm zu liegen kommen. Ebenso geschieht auch die Bildung der Muskeln, welche sich völlig nur aus Zellsträngen der innern Zellschicht der Körperwandung bilden. Anfänglich erkennt man bei Wasserzusatz noch deutlich die zu einem Bündel oder Klümpchen zusammengeschauften Zellen, später nach mehreren Tagen treten dann nur noch die Kerne deutlich hervor, und noch später macht sich ein Zerfallen des Muskelinhalts in sehr grosse rechteckförmige Stücke bemerklich. Bei Zusatz von verdünntem Alkohol erkennt man auch an mehreren Muskeln Längsstreifung, andere wiederum haben feinere Querstreifung. Jedenfalls aber entstehen die Muskeln alle aus der Verschmelzung einer bedeutenden Zahl von embryonalen Zellen, nicht durch Auswachsen einer einzelnen.

Schlussbemerkungen.

Die Entwicklungsgeschichte eines einzigen Crustaceen kann nicht ausreichen, um allgemeine Folgerungen daraus in vergleichend embryologischer Beziehung zu gewinnen, besonders da die Unterschiede der einzelnen Crustaceenfamilien gewiss auch in embryologischer Beziehung höchst bedeutend sind und mindestens ein Repräsentant von jeder genauer in seiner Entwicklung erkannt sein müsste, um die gemeinsamen Kennzeichen und Unterscheidungsmerkmale zu gewinnen, in denen sich die Entwicklung der Kruster von der der andern Arthropoden unterscheidet. Ich will mich daher hier darauf beschränken, zwei Punkte der Entwicklung des *Asellus aquaticus* besonders ins Auge zu fassen, deren einer im Hinblick auf die andern Ordnungen der Arthropoden, der andere in Bezug auf die verwandten Crustaceen von Wichtigkeit ist.

So bemerke ich also erstlich, dass ich keine Spur eines Faltenblattes bei *Asellus aquaticus* wahrgenommen habe, und dass ich mich ebenso wenig dazu entschliessen kann von einem Hautblatt zu reden, wie WEISMANN. ZADDACH zwar und mit ihm LEUCKART und CLAPARÈDE sehen die Scheidung der äusseren Körperwandung in zwei Schichten so an, als gliche diese Trennung der Bildung von Blättern im Sinne der Wirbelthierembryologie, allein WEISMANN hat (l. c. pag. 98) bereits völlig diese Anschauung widerlegt und ich muss für *Asellus aquaticus* ihm durchaus beistimmen. Die Bildung der Körpermuskeln erfolgt auch nicht blos von der innern Zellschicht der Körperwandung aus, sondern, wie wir gesehen haben, auch von den Randzellwülsten und den Kopfwülsten, ferner tritt eine Trennung in zwei Schichten in der Körperwandung auch nicht überall gleichzeitig auf, es hat mithin dieser Vorgang nach meiner Meinung keine so fundamentale Bedeutung, wie jene Forscher glauben. In wie weit und ob das Fehlen des Faltenblattes eine durchgreifende Verschiedenheit des Entwicklungsmodus der Crustaceen von dem der andern Arthropoden bedingt, können wir erst nach umfassenderen Untersuchungen erkennen: ich glaube aber, mich nicht getäuscht zu haben, wenn ich behaupte, bei *Asellus* findet seine Bildung nicht statt.

Ein zweiter Punkt, über den ich mir einige Bemerkungen erlauben möchte, sind die blattförmigen Anhänge. RATHKE, der sie zuerst beschreibt, bemerkt nichts über ihre Bedeutung. In der Schrift FRITZ MÜLLER'S »Für Darwin« pag. 47 finde ich aber folgende Notizen: »Den blattförmigen Anhang am Rücken kennt man seit lange an den Jungen

der gemeinen Wasserassel.« Und dazu folgende Anmerkung: »LEYDIG hat diesen blattförmigen Anhang der Wasserasseln der »grünen Drüse« oder »Schalendrüse« anderer Kruster verglichen: er nimmt dabei an, dass die grüne Drüse ohne Ausführungsgang sei und beruft sich darauf, dass beiderlei Organe »an derselben Stelle« sich finden. Die Deutung ist keine glückliche. Einmal überzeugt man sich, wie auch CLAUS fand, bei *Leucifer* sehr leicht, dass die »grüne Drüse« wirklich am Ende des von MILNE-EDWARDS als »tubercle auditif« von SPENCE BATE als »olfactory denticle« bezeichneten Vorsprunges ausmündet. Und zweitens ist die Stelle eine so verschiedene, als sie nur irgend sein kann. Dort eine paarige Drüse, am Grunde der hinteren Fühler, also an der Unterseite des zweiten Ringes ausmündend: hier ein unpaares Gebilde in der Mittellinie des Rückens hinter dem siebenten Ringe (hinter der Grenzlinie des ersten Brustsegmentes« LEYDIG) sich erhebend.« Dass diese ganze Betrachtung unhaltbar ist, geht allein schon aus dem frühen Entstehen der Anhänge hervor, abgesehen davon, dass sie mit einer »Drüse« absolut gar keine Aehnlichkeit haben und noch weniger Beziehung zu irgend einem Sinnesorgane. Aber FRITZ MÜLLER hat auch das Organ des *Asellus aquaticus* nicht gekannt, da er von einem »unpaaren Gebilde in der Mittellinie des Rückens« spricht. Meiner Meinung nach werden wir Verzicht darauf zu leisten haben, die »Bedeutung« des Gebildes zu erkennen, weil es höchst wahrscheinlich ein Residuum einer Entwicklungsstufe der Vorfahren des *Asellus* ist, von der sonst keine Spur mehr zu erkennen ist. FRITZ MÜLLER spricht (l. c. pag. 77) folgenden beherzigenswerthen Satz aus: »Die in der Entwicklungsgeschichte erhaltene geschichtliche Urkunde wird allmählich verwischt, indem die Entwicklung einen immer geraderen Weg vom Ei zum fertigen Thiere einschlägt, und sie wird häufig gefälscht durch den Kampf ums Dasein, den die frei lebenden Larven zu bestehen haben.« Und auf Seite 88 sagt er: »Auch in diesen beiden Ordnungen (Amphipoden und Isepoden) darf man wie bei den Krabben kaum Spuren früherer Jugendzustände zu finden hoffen, es sei denn in der Familie der Scheerenasseln.« Wie wir gesehen haben, treten aber die blattförmigen Anhänge in völlig ausgebildeter Gestalt vor irgend einer andern Bildung des Eies auf und verändern im Laufe der Entwicklung sich nur in rückschreitender Weise, haben niemals irgend eine wahrnehmbare Beziehung zur weiteren Entwicklung des Embryo und werden schliesslich ganz abgeworfen. Ich für mein Theil halte daher diese Gebilde für eine »Spur früherer Jugendzustände«, an die wir um so eher zu glauben das Recht haben, als nach FRITZ MÜLLER's vortrefflichen Auseinandersetzungen auch die von ihm sogenannte Larvenhaut auf

einen Zustand deutet, in dem die Vorfahren der Asseln sich befunden, der ganz bedeutend von dem der jetzigen abweichen musste, und auf eine Metamorphose ausgiebigster Art hindeutet. Der ausgezeichnete Forscher giebt ferner an, dass die Rückenfläche von *Ligia* etwas hinter dem Kopfe mit der Larvenhaut verwachsen sei. Diese Bildung findet bei *Asellus aquaticus* nicht statt, wohl aber habe ich ein Analogon aus einer andern Gruppe der Isopoden zu berichten. Bei *Oniscus murarius* habe ich nämlich einen langen Strang wahrgenommen, welcher dicht hinter dem Kopf auf dem Rücken abgeht und an die Larvenhaut sich befestigt. Und während die Larvenhaut des *Asellus* keinerlei Zellen mehr enthält, wenn sie sich als eigenes Gebilde bemerkbar macht, sind bei *Oniscus murarius* an der Stelle, wo jener Strang, — den der frühere nach Analogien mit der Bildung der Wirbelthiere suchende Standpunct gewiss für ein Analogon des Nabelstrangs erklärt hätte — sich an die Larvenhaut breit inserirt, noch eine bedeutende Anzahl solcher Zellen zu erkennen. Eine weitere und specieller vergleichende Untersuchung wird wahrscheinlich über die Larvenhaut im Ganzen noch belangreiche Aufschlüsse bieten.

Noch auf einen Punct allgemeinerer Bedeutung will ich aufmerksam machen. WEISMANN hat auf einen fundamentalen Unterschied in der Bildung der innern Organsysteme bei Arthropoden und Vertebraten hingewiesen, indem er das Visceralmuskelnetz beschrieb. In einer Anmerk. auf p. 131 seines Werkes bemerkt er: »Das Vorkommen eines Visceralmuskelnetzes scheint sich auch nicht blos auf die Insecten zu beschränken. So beschrieb LEYDIG schon vor längerer Zeit, wie die Längsmuskeln des Darmes bei *Artemia salina* sich theilen und »in das Muskelnetz übergehen, welches das Endstück des Darmes umgiebt und an die Innenfläche des äusseren Hautskelettes anheftet«, und ich kann diese Angabe für den nahe verwandten *Branchipus stagnalis* bestätigen. Auch ERNST HÄCKEL'S Beobachtung von Muskelbändern, welche sich an die Muskelhaut des Darms gewisser *Corycaeciden* ansetzen und ihn auf- und abziehen, gehört hierher.« Ich habe oben beschrieben, wie der Hinterdarm und der Magen und Oesophagus gleichfalls durch Muskelstränge an die Körperwand befestigt sind, wie ferner auch das Herz durch einzelne Muskeln an der Rückenwand befestigt ist: es scheint somit diese Art der Visceralmusculatur auch bei den Isopoden zu bestehen. Dagegen habe ich keine Spur von Muskeln wahrgenommen, welche die Eingeweide unter einander verbänden: im Gegentheil habe ich bemerkt, dass beim Zerreißen eines *Asellus* die Leberschläuche sich frei aus dem Körper ausziehen lassen und der Darm dicht am Magen abreisst und nachher zusammen mit dem Postabdomen sich

herausziehen lässt. Auch hier müssen wir weitere Beobachtungen abwarten, um das Wesentliche der Bildung zu erkennen.

Mit diesen Bemerkungen schliesse ich meine Arbeit und hoffe, dass ein günstiges Geschick mir erlauben wird, sie in ruhigerer, der Pflege der Wissenschaften geneigter Zeit fortzusetzen und zu ergänzen.

Jena, 11. Juli 1866.

Erklärung der Abbildungen.

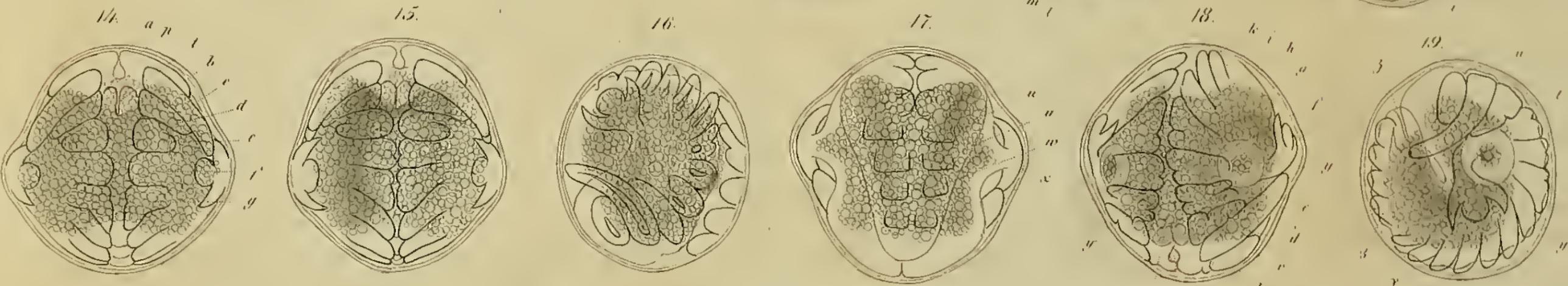
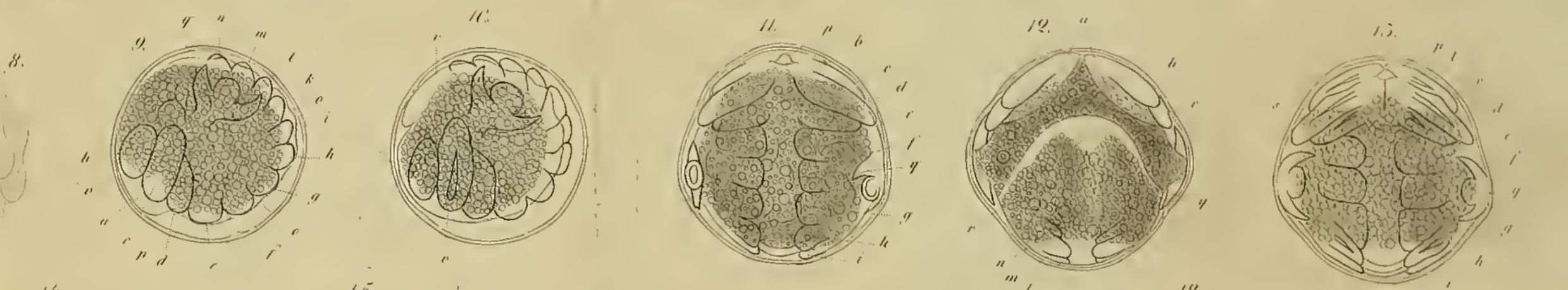
Tafel XIV.

- Fig. 1. Ein Ei, das noch keinerlei Zerklüftung oder Zellenbildung zeigt. Die innere Eihaut umgiebt die Dottermasse so dicht, dass sie nicht wahrzunehmen ist.
- Fig. 2. Die Dottermasse ist zerklüftet.
- Fig. 3. Zwischen Dottermasse und innerer Eihaut sind die Keimhautzellen entstanden.
- Fig. 4. Stark vergrösserte Keimhautzellen. *A* von oben, *B* von der Seite.
- Fig. 5. Ein Ei, an dem die Keimhautzellen halbkugelig hervorragen an der Stelle, welche zuerst eine Vermehrung der Zellen zeigt.
- Fig. 6. Die Keimhautzellen haben sich stark vermehrt und getheilt.
- Fig. 7. Die Bildung des Keimstreifen und die ersten Spuren der Maxillenanlage. *a* Beginn der Kopfwülste. *b* und *c* Anlage des ersten und zweiten Maxillenpaars.
- Fig. 8. Anlage der blattförmigen Anhänge.
- Fig. 9. 12 Stunden später als Fig. 7. Die Anlage der Gliedmaassen mit Ausnahme der Kiemen ist geschehen. *a* Kopf. *b* Kleine Antenne. *c* Grosse Antenne. *d* Mandibel. *e*, *f*, *g* Die drei Maxillen. *h* — *n* Die 6 Beine. *o* Die mittlere Contour des Keimstreifen. *p* Die Einbuchtung der Mundöffnung. *q* Der blattförmige Anhang.
- Fig. 10. 12 Stunden später. Das Postabdomen *r* ist herausgetreten. In den grossen Antennen bemerkt man schon die Höhlung.
- Fig. 11. Dasselbe Stadium von der Bauchfläche. Die Buchstaben gelten wie in der Figur 9.
- Fig. 12. Dasselbe Stadium von der Rückenseite. Dieselben Buchstaben.
- Fig. 13. 40 Stunden später. Bei *s* erkennt man die mediane Furche, welche die Bildung der accessorischen Mundtheile einleitet.
- Fig. 14. 42 Stunden später. Die Gliedmaassen sind näher an einander gerückt, die accessorischen Mundtheile *t* sind ausgebildet.
- Fig. 15. 42 Stunden später.
- Fig. 16. Dasselbe Stadium wie Fig. 14. Man sieht die Rückenfalte im Profil.
- Fig. 17. Dasselbe Stadium vom Rücken gesehen. *u* — *w* Kiemen. *x* Die gabelförmigen Anhänge.
- Fig. 18. 42 Stunden später als Fig. 15. Wesentliche Neubildung sind *y* die Lebern.

- Fig. 19. 10 Stunden später. α Die Afterröhre mit den Hinterdarmswandungen.
 β Die Furche, welche die Absetzung der Oberlippe von dem Kopf andeutet.
 γ Das erste Postabdominalsegment. δ Das Geschlechtsbein.
- Fig. 20. Nach 16 Stunden. δ Die Oberlippe. ϵ Die Larvenhaut, von der sich der Kopf loslöst.
- Fig. 21. Dasselbe Stadium vom Rücken aus gesehen. Der rechte blattförmige Anhang hat das Chorion durchbrochen. Die Kiemen spalten sich.
- Fig. 22. 5 Stunden später. Weitere Ausbildung des Kopftheils.
- Fig. 23. 10 Stunden später. Die Leber wird schlauchförmig.
- Fig. 24. 14 Stunden später. Die Larvenhaut ist vollkommen frei.

Tafel XV.

- Fig. 25. Das hintere Körperende. ζ Obere Wand des Hinterdarms. η Untere Wand desselben. θ Dottersack.
- Fig. 26. Nach 24 Stunden. α Ausbildung der Seitenwülste der Kopfscheiben. Segmentirung des Körpers bis auf dem Rücken. (Statt α steht auf der Tafel k).
- Fig. 27. Nach 24 Stunden. λ Die Schalendrüse, μ Auge, ν Herz, ρ Hohlraum über dem Hinterdarm. Die Bauchwülste sind in 17 Segmente getheilt.
- Fig. 28. Die Zellen des Hinterdarms in dem Stadium von Fig. 26.
- Fig. 29. Das eben gebildete Herz im Stadium von Fig. 27. a Die Zellen, welche sich nachher zur Aortawand umwandeln. b Rückenwand. c Muskelstränge der Herzwand. d Kerne der Herzwand. e Hohlraum über dem Hinterdarm. f Blutkörperchen (?).
- Fig. 30. Das Herz in bedeutend späterem Stadium.
- Fig. 31. Ein Stück der Rückenwandung mit Musculatur. a Hypodermis, b Muskelstränge, c Verstärkungsfasern.
- Fig. 32. Anlage einer ZENKER'schen Drüse.
- Fig. 33. Die äussere Lade des dritten Maxillenpaares als embryonale Kieme. a Die Kieme, b die innere Lade, c der Taster.
- Fig. 34. Eine Mandibel mit noch unfertiger Muskelbildung. a Der Körper mit einzelnen in der Umwandlung begriffenen Zellenklümpehen, b der äussere Endstumpf, c der Taster, d noch nicht zu Muskeln umgewandelte Zellen.
- Fig. 35. Die Zellwulstmasse des Kopfes in Inseln und Lappen zerfallen und von den Blutgefässen und Bluträumen durchzogen. a Aorta, b Raum für die Augen.
- Fig. 36. Der Magen und die Anfügung der Leberschläuche. a der Oesophagus, b die vordere Magenkammer, c die beweglichen Kauhöcker, d die Reibplatten, e die hintere Magenkammer, f das letzte Ueberbleibsel des Dotters, g die Einmündung der Leberschläuche, h die oberen Leberschläuche, i die unteren Leberschläuche.
- Fig. 37. Die Fresswerkzeuge vor dem Verlassen des Brutsacks. a Das dritte Maxillenpaar, b das zweite, c das erste, d die Mandibeln, e die accessori-schen Mundtheile, f die Oberlippe.



;

s
d
e
d
L
s
h
se
an
h
ke
gl
se
de
w
D
in
ge
da

Ge
Gl
an
Sp
de
Er
dic

de
mi
mi

sch
ku
der
mu
Ge

unc
Qua
Luf
Sta
ma
den
der
Aeq
übe

