

## Die Entwicklung der Geschlechtsorgane und des Darmes bei Chironomus.

Von

Richard Ritter.

---

Mit Tafel XVI.

---

Es ist als eine höchst auffällige und interessante Erscheinung längst bekannt, dass, während sich die ersten Entwicklungsvorgänge im Ei der Dipteren abspielen, eine Anzahl Zellen an dem einen Pole des Eies austreten und erst, nachdem die Blastodermbildung ihren Abschluss erreicht hat, wieder in das Innere zurückwandern. Die ersten Beobachtungen darüber machte ROBIN 1862 (2) und kurz darauf gab WEISMANN in seiner klassischen und für die Insektenembryologie grundlegenden Arbeit über die Entwicklung der Dipteren (1) eine genaue Darstellung ihrer Entstehung. Beide Forscher bezeichneten diese Zellen ihrer Lage nach als Polzellen, ohne aber über ihre Bedeutung schon Aufschluss geben zu können. WEISMANN verdanken wir die Beobachtung, dass diese Zellen nach ihrer Vermehrung und nach Bildung der Keimhaut wieder in die Tiefe des Dotters zurückwandern und dort dem Blick sich entziehen, wenigstens bei den von ihm untersuchten Arten von Chironomus und Musca.

Wiederum ein Jahr später glaubte dann METSCHNIKOFF (3) an den durchsichtigeren Eiern einer Cecidomyia-Art beobachtet zu haben, dass aus diesen Polzellen die Geschlechtsorgane des Thieres hervorgehen.

Weitere genauere und vollständigere Angaben über das, was man am lebenden Ei über die Bildung und den Austritt der Polzellen beobachten kann, brachte WEISMANN in J. HENLE'S Festschrift 1882 (4), ohne aber das Schicksal dieser merkwürdigen Zellen weiter verfolgen und die Frage zum Abschluss bringen zu wollen, ob in der That dieselben als Anlage der Geschlechtsorgane zu betrachten sind.

Erst BALBIANI (5) nahm diese Frage wieder auf, indem er vor

vier Jahren die Eier von Chironomus von Neuem auf diesen Punkt untersuchte und durch Beobachtungen am lebenden Ei ebenfalls zu der Überzeugung gelangte, dass wirklich die Polzellen nach ihrer Rückwanderung in den Dotter sich zu den Geschlechtsorganen des Thieres ausbilden. Immerhin konnte man auch jetzt noch zweifeln, ob nicht doch irgend eine Täuschung mit untergelaufen sei, denn auch die Beobachtungen BALBIANI'S waren nicht an Schnitten gemacht worden, und es ist ja bekannt, wie schwierig es ist, kleine Zellgruppen mit Sicherheit zu verfolgen, wenn sie von mehreren Zellschichten überdeckt sind. In jedem Falle war es wünschenswerth, über diesen Punkt vollkommene Sicherheit zu haben. Eine Wiederaufnahme der Untersuchungen über die Entwicklung der Generationsorgane bei Dipteren schien um so mehr Erfolg zu verheißen, als über die Art und Weise der Entstehung der Polzellen noch nichts bekannt war, als was man am lebenden Ei sehen kann, d. h. was sich an der Oberfläche des Eies abspielt, die Vorgänge im Inneren des Dotters aber noch gänzlich in Dunkel verborgen waren; nur Schnitte konnten da Aufklärung schaffen.

Mit Freuden ergriff ich daher im vorigen Herbste den Vorschlag Herrn Prof. WEISMANN'S, mich den erwähnten Untersuchungen am Ei von Chironomus zuzuwenden, und ich gebe nun im Folgenden die Ergebnisse meiner Beobachtungen wieder.

Schon WEISMANN macht in seinen erwähnten Arbeiten darauf aufmerksam, dass Chironomus die Eier in der Nacht ablegt, und es daher immer mit einigen Schwierigkeiten verknüpft ist frisch abgelegte Eier zu bekommen oder gar die Thiere bei der Eiablage selbst zu überraschen. So habe auch ich mich von Mitte September an eine ganze Zeit hindurch vergeblich bemüht, in den Besitz meines Untersuchungsmaterials zu gelangen, und erst Anfangs Oktober fand ich in einem der vier Aquarien des zoologischen Instituts einige Eiersehnüre mit Eiern auf schon vorgerückter Entwicklungsstufe. Da die Thiere während der nächsten Tage das Eierablegen einstellten, versuchte ich, eine Anzahl gefangener Mücken im Zwinger zur Eiablage zu bringen, aber ohne Erfolg. Zum Glück reichten im vorigen Herbst die warmen Tage bis in den December hinein, und endlich, nach vielen vergeblichen Bemühungen, gelang es mir doch, den Thieren an verschiedenen Tagen bei der Eiablage zuzusehen. Der Vorgang ist nicht ohne biologisches Interesse und verläuft in folgender Weise. Schon lange vor beginnender Dämmerung erschienen die Mücken über dem Wasser unserer Aquarien, flogen über dasselbe hin, ihren Hinterleib von Zeit zu Zeit in dasselbe eintauchend, um dann wieder zu verschwinden und anderen Platz zu machen, welche nun in derselben Weise über dem Wasser hin-

und herschwebten. Ungefähr um 8 $\frac{1}{2}$  Uhr, als es vollständig dunkel geworden war, setzte sich die erste, direkt aus der Luft kommend, an den Rand des Aquariums nahe über die Oberfläche des Wassers, so dass ein Raum von ungefähr 3 mm zwischen diesem und ihrem Hinterleibsende frei blieb. Als ich die Stelle durch ein Licht deutlicher sichtbar machte, sah ich sofort nach dem Niederlassen des Thieres an seinem Hinterende einen dunkelbraunen Klumpen, die Eier, welche dicht an einander gedrängt, in scheinbar sehr wenig Gallerte eingebettet waren. Dieser Klumpen näherte sich durch das Nachdrängen neuer Eier aus dem Körper des Thieres immer mehr dem Wasser, bis endlich die ersten Eier dasselbe berührten. Sofort schwoll die Gallerte an durch Aufnahme von Wasser, und der hintere Theil der Schnur schwamm nun bereits auf dem Wasser. Das Wasser ergriff hierauf immer mehr Besitz von der Schnur, zog sie immer weiter herein und leistete so dem Thiere eine wichtige Hilfe, indem der Theil der Schnur, welcher sich im Wasser befand und immer stärker anschwell, die Eier aus dem Thier gleichsam herauszog. Zum Schluss klebte das Thier das Ende der Schnur am Rande des Aquariums fest und flog davon, während die Eier, frei im Wasser schwimmend, zurückblieben. Der ganze Akt der Eiablage war in ungefähr fünf Minuten beendet. Die Thiere erschienen an einzelnen Abenden in ganzen Scharen, so dass ich z. B. am 18. Oktober, einem besonders günstigen Tage, nahezu 400 Eierschnüre, eine dicht neben der anderen frei ins Wasser ragend, vorfand und dieselben sammeln konnte. Im warmen Zimmer entwickelten sich dieselben gut weiter, so dass ich die ganze Reihe der einzelnen Entwicklungsstadien mit Leichtigkeit konserviren konnte.

Welch' wichtige Rolle die Wärme bei der Entwicklung spielt, ist wohlbekannt, dass aber auch der Instinkt der eierlegenden Weibchen darauf gerichtet ist, ihren Eiern die günstigsten Temperaturverhältnisse zu sichern, dürfte vielleicht bei diesen Thieren noch unbekannt sein. Zu Beginn meiner Beobachtungen, als noch recht warme Tage herrschten, fanden sich unsere Thiere an sämtlichen vier Aquarien des Gartens ein, um ihre Eier in dieselben abzulegen; als jedoch die Temperatur zurückging, bevorzugten sie das eine derselben. Dieses, vollständig in die Erde eingegraben, während die übrigen von zwei Seiten frei sind, blieb bis Ende November vollständig eisfrei, während sich auf den anderen Eis zeigte. Aber noch mehr; die Thiere wählten sich stets den Nordostrand desselben zur Eiablage aus als denjenigen, welchen die Sonne am längsten beschien, und welcher am wärmsten war; wie denn auch das Wasser in seiner Nähe wärmer war als an den übrigen Stellen, da ja der Ausgleich der Temperatur allmählich stattfindet. In

dem Maße, als die Nächte kälter wurden, verlegten die Thiere die Eiablage auf immer frühere Zeit, so dass dieselbe Ende November bereits 4 Uhr Nachmittags stattfand, was die Beobachtung ungemein erleichterte. Hervorgehoben sei noch, dass sich die Thiere bei dem Geschäft der Eiablage nicht leicht stören lassen; es bedurfte schon eines energischen Anstoßes von meiner Seite, um sie zu veranlassen, das Geschäft zu unterbrechen. Sie flogen dann auf, den Eierklumpen mit sich nehmend, setzten sich aber in der Entfernung weniger Centimeter wieder nieder, um das Geschäft zu beenden. Nach BALBIANI'S Darstellung (l. c. Holzsehn. 1 und 2 auf p. 542) soll Chironomus die Eierschnur zuerst ankleben. Ich konnte das Gegentheil schon durch direkte Beobachtung erkennen und dann dadurch bestätigen, dass ich die Thiere veranlasste, mit den zur Hälfte abgelegten Eiern davonzufiegen, was nach BALBIANI'S Darstellung nicht möglich wäre. Dass die Einrichtung, wie ich sie beobachtete, dem Thiere aber mehr Vortheil gewährt, liegt auf der Hand.

---

Wir gehen nun zu den eigentlichen Untersuchungen über und betrachten zunächst die ersten Entwicklungsvorgänge im Ei bis zum Austritt der Polzellen. Vorausgeschickt aber seien einige Bemerkungen über die Behandlung des Untersuchungsmaterials. Die Eierschnüre wurden mit heißem 30%igen Alkohol, dem etwas Sublimat zugesetzt worden, getödtet. Die Entwicklung der Eier bis zum Ausschlüpfen der Embryonen dauerte im warmen Zimmer fünf bis sechs Tage und da dieselbe in den einzelnen Schnüren gleichmäßig vor sich ging, so war es leicht, sämmtliche Entwicklungsstadien in kontinuierlicher Reihe zu erhalten. Die Schnüre wurden dann weiter mit 70, 90%igem und absolutem Alkohol behandelt, allmählich in Chloroform und Paraffin gebracht und in Schnittserien zerlegt, worauf die Färbung mit Pikrokarmine und Hämatoxylin erfolgte. Bei dem Schneiden der Eierschnur wurden natürlich die Eier in den verschiedensten Richtungen getroffen und man konnte auf jedem Objektträger Serien von Quer-, Sagittal- und Frontalschnitten herausfinden. Eine große Schwierigkeit bildete längere Zeit der Widerstand, welchen die Eier der frühesten Stadien der Färbung entgegensetzten; dieselben wollten keine Kernfärbung annehmen; fast alle Färbungsmittel, die mir im Institut zur Verfügung standen, wurden angewandt, jedoch ohne Erfolg. Nach wochenlangen vergeblichen Versuchen gelang endlich die Kernfärbung dennoch und zwar dadurch, dass ich die ganzen Eierschnüre mindestens vier Tage lang in Pikrokarmine legte und vorfärbte. Dabei musste die Übertragung aus absolutem Alkohol in Pikrokarmine allmählich erfolgen, weil sonst

der Eiinhalt aus einander floss. Die Schnitte wurden dann später mit Hämatoxylin nachgefärbt. Leider ging mir bei diesen vielen Versuchen eine Menge kostbaren Materials verloren und diesem Umstande ist es zuzuschreiben, wenn gerade die ersten Entwicklungsstadien mehrfach Lücken aufweisen.

Verfolgen wir jetzt die ersten Vorgänge der Entwicklung, so weit ich sie beobachten konnte, an der Hand der beigegebenen Längsschnitte. Fig. 4 zeigt uns einen solchen durch die Mitte des Eies gelegt. An der Peripherie finden wir die plasmatische Rindenschicht, welche feine Fortsätze in das Innere sendet und so die einzelnen Dotterelemente umgiebt. Der Dotter, in den Figuren gelb gehalten, besteht aus kleineren und größeren Kugeln, welche das Innere des Eies erfüllen. In der Längsachse liegend finden sich zwei von Plasmahöfen umgebene Kerne, von denen der eine die Mitte einnimmt, der andere aber dem einen Pole genähert ist. Das Chromatin der Kerne findet sich im Inneren vertheilt in ähnlicher Weise, wie von WEISMANN und ISHIKAWA für Crustaceen dargestellt worden ist (6). Ich sehe die beiden Kerne als den weiblichen und männlichen Vorkern an, welche, wie Fig. 2 zeigt, sich einander nähern und vermuthlich auch verschmelzen werden. In Fig. 4 finden wir auch noch die beiden Richtungskörper; sie liegen in der Rindenschicht dicht neben einander, sich zum Theil bedeckend, und lassen deutlich ihren Zellcharakter erkennen. Beide lagern sich zwischen dem ersten Drittel und der Mitte des Eies in etwas schiefer Richtung zu einander und treten nicht aus, sondern zerfallen später. Ähnliches ist schon von anderen Beobachtern, z. B. von HENKING (7), bei anderen Insekten beobachtet worden.

In dem nächsten Stadium sind in dem Dotter keine Zellen mehr zu sehen; dagegen tritt an demjenigen Pol, an welchem später die Polzellen erscheinen, also an dem hinteren, ein eigenthümlicher wulstartiger Körper auf, welcher durch das Hämatoxylin sehr dunkel gefärbt wird. Er erscheint auf mehreren Schnitten und stellt eine etwas nach oben vorgewölbte Platte dar, welche vielfach runde Fortsätze zeigt und aus feinkörnigem Protoplasma besteht. Er bleibt bis zum Austritt der Polzellen an derselben Stelle. Da auf diesem Stadium im Inneren des Dotters keine Zelle mehr zu sehen ist, so kann man nicht umhin anzunehmen, dass dieser Körper den ersten Furchungskern enthält; die dunkle Färbung verhindert aber, dass man denselben mit Sicherheit erkenne.

Es ist offenbar, dass nach der Theilung des Furchungskernes die Theilprodukte theils in dem dunklen wulstförmigen Körper verbleiben, theils aus demselben herausrücken; denn in dem nächsten Stadium,

wie es Fig. 3 zeigt, bemerkt man den wulstförmigen Körper und oberhalb desselben einen deutlichen Kern. Etwas später trifft man mehrere Kerne im Dotter. In Fig. 4 sehen wir außerhalb des wulstförmigen Körpers vier Kerne, von welchen der am vorderen Pole liegende in Theilung begriffen zu sein scheint; in der Rinde liegen die zerfallenden Richtungskörper, welche, wie schon erwähnt, bei Chironomus, wie bei manchen anderen Insekten, nicht austreten. Man beachte auch an Fig. 4 die Protoplasmastraße zwischen dem untersten und dem zweituntersten der im Dotter liegenden Kerne; dieselbe lässt erkennen, dass diese beiden Kerne sich so eben durch Theilung getrennt haben. Die Reihenfolge der ersten Kerntheilungen konnte ich nicht genau feststellen, weil das Material für diese Stadien größtentheils durch die Färbungsexperimente verloren ging und nicht zum zweiten Mal zu beschaffen war. Die Vermehrung der Kerne im Inneren geht nun sehr rasch von statten, so dass beim Austritt der Polzellen, welcher auf Fig. 5 dargestellt ist, schon eine ziemliche Anzahl im Dotter zerstreut liegt. Die Polzellen treten ungefähr zwei Stunden nach der Eiablage immer in der Zweizahl ganz kurz hinter einander am hinteren Pole aus dem Ei aus. Wir sehen in jeder derselben deutlich den großen Kern und um denselben herum kranzförmig einen Theil des obengenannten dunklen wulstförmigen Körpers. Die plasmatische Dotterhaut schließt sich wieder unter den beiden Zellen, und diese selbst liegen jetzt frei zwischen jener und dem Chorion, welches auf den Zeichnungen wegblieb, da es auf Schnitten meist nicht deutlich zu sehen ist. In dem nächsten Stadium (Fig. 6) sehen wir außen die Polzellen liegen, die sich durch Theilung bereits auf vier vermehrt haben, von denen drei getroffen sind. Eine davon enthält bereits drei Kerne, worüber später Näheres. Die Zellen im Inneren des Dotters haben sich bedeutend vermehrt.

Da die Polzellen, wie wir sehen werden, direkt zu den Geschlechtsorganen werden, während die im Ei zurückbleibenden Zellen das Material zum Aufbau des Thieres liefern, so können wir bereits schon jetzt diese als Keimzellen, jene als somatische Zellen bezeichnen. Freilich genügen leider meine Beobachtungen nicht um festzustellen, ob schon bei der ersten Theilung des Furchungskerns das Kernmaterial für das Soma und für die Genitalzellen des jungen Organismus getrennt wird. Wenn der in dem dunklen wulstförmigen Körper enthaltene Furchungskern sich getheilt hat und der eine Theilkern in den Dotter rückt, so wäre es möglich, dass der in dem dunklen Körper verbleibende Kern noch ein- oder zweimal durch eben solche Theilung somatische Zellen abgebe und dann erst durch Theilung die Kerne der

beiden austretenden Polzellen erzeugte. In theoretischer Hinsicht dürfte dies nicht von großer Bedeutung sein, in so fern auf jeden Fall fest steht, dass das Keimplasma und das somatische Plasma schon bei den ersten Theilungen zur Sonderung gelangen.

Kurze Zeit nach dem Austritt der Polzellen aus dem Ei beginnen sich dieselben durch Theilung zunächst auf vier und durch abermalige Theilung auf acht zu vermehren. Zu einer weiteren Vermehrung kommt es nicht, dagegen erfolgt noch eine zweimalige Theilung der Kerne, so dass die sämtlichen Polzellen bei ihrem Wiedereintritt ins Ei bereits vierkernig sind (Fig. 7, 10, 11).

Im Inneren des Eies sind während dieser Zeit weitere Veränderungen vor sich gegangen, indem sich die Kerne der somatischen Zellen durch fortgesetzte Theilung stark vermehrt haben. Jeder Kern liegt im Inneren eines Protoplasmahofes, und diese Höfe stehen unter einander durch zahlreiche zarte Fortsätze in Verbindung (Fig. 6).

Nachdem die Vermehrung der Zellen im Inneren so weit vorge-schritten ist, finden wir im nächsten Stadium die Kerne in die Peripherie gerückt, wie Fig. 7 zeigt. Ob dieselben einen Theil protoplasmatischer Substanz mit in die Rindenschicht einführen, konnte ich nach meinen Schnitten nicht direkt feststellen. Nach KOWALEVSKY (9) ist dies bei *Musca* der Fall, und da bei *Chironomus* mit den Kernen auch die Protoplasmahöfe aus dem Eiinneren verschwunden sind, so dürfte derselbe Vorgang auch hier stattfinden.

Die kugeligen Kerne liegen Anfangs in der plasmatischen Rindenschicht ziemlich weit von einander entfernt und sind gekennzeichnet durch ihre bedeutende Größe. Um jeden derselben wölbt sich das Plasma nach außen, so dass die Oberfläche des Eies ein höckeriges, maulbeerartiges Aussehen erhält, wie bereits von WEISMANN in seiner Dipterenarbeit dargestellt worden ist. Überhaupt ist der ganze Vorgang der Blastodermbildung schon so genau von ihm am lebenden Ei beobachtet worden, dass selbst durch Schnitte nichts wesentlich Neues erbracht wird, wesshalb auf seine Arbeit hingewiesen sein möge (l. c. p. 4—8 und Fig. 1—4).

Auf dem oben besprochenen Stadium schon werden die Polzellen von dem blasig sich vorwölbenden Blastoderm zum Theil umschlossen, was aber noch mehr auf dem folgenden Stadium geschieht, wie Fig. 8 darstellen soll.

In dieser Figur sehen wir, dass die Kerne in der Rindenschicht sich durch Theilung vermehrt haben, und dass sie durch diese Theilung zugleich bedeutend an Größe verringert worden sind. In Fig. 9 ist dieser Process noch weiter fortgeschritten, die Kerne sind noch zahl-

reicher und kleiner geworden. Wenden wir unsere Aufmerksamkeit den Polzellen zu, so finden wir, dass dieselben sich in das Blastoderm eingedrängt haben, denn anders als durch aktive Bewegung können sie wohl kaum in die Lage kommen, in welcher wir sie in Fig. 10 finden. In dieser Figur sind zwischen den einzelnen Blastodermzellen bereits deutliche geradlinige Zellgrenzen sichtbar geworden, während die Kerne längliche Gestalt angenommen haben; die Blastodermbildung kann als beendet gelten. Die Polzellen ragen in Fig. 10 nur ein klein wenig noch über die sie dicht einschließenden Blastodermzellen hervor; in Fig. 11 sind sie durch letztere bereits weiter ins Innere gedrängt worden, bis sie in Fig. 12 vollständig im Inneren der vom Blastoderm gebildeten Zellblase liegen. Da die Polzellen vorher die ganze Kuppe des Eies ausfüllten, so musste jetzt eine Lücke entstehen, die sich aber bald wieder schließt, indem die Blastodermzellen sich entgegenwachsen, was wir in Fig. 11 dargestellt finden. Der hiermit abgeschlossene Vorgang der Wiederaufnahme der anfänglich ausgestoßenen Polzellen regt zu der Frage nach seiner Bedeutung an. Ich möchte die anfängliche Ausstoßung der Polzellen als das Mittel auffassen, dessen sich die Natur hier bedient, um den Vorgang der Keimhautbildung möglichst rasch und ungestört durchführen zu können. Der ganze Akt der Blastodermbildung bis zum Wiedereintritt der Polzellen hat im warmen Zimmer nach ungefähr 20 Stunden seinen Abschluss erreicht. Damit er sich aber so rasch abspielen konnte, war es nöthig die voluminösen Polzellen gewissermaßen aus dem Wege zu räumen, welche sich ja an der Blastodermbildung nicht zu betheiligen hatten und nur störend gewirkt haben würden. Erst dann, wenn die somatischen Zellen das Innere des Eies verlassen und an die Oberfläche steigen, werden auch die Polzellen wieder aufgenommen und ins Innere gedrängt, soll ja jetzt nach der Blastodermbildung die Anlage und Ausbildung der einzelnen Organsysteme erfolgen, wobei auch die Polzellen ihre definitive Lage erhalten und zu den Genitalanlagen des Thieres umgebildet werden.

Wenden wir daher jetzt unsere Beobachtungen der ferneren Entwicklung im Ei zu und verfolgen wir das Schicksal der Polzellen weiter.

Gleich nach der Wiederaufnahme der Polzellen ins Ei beginnt die Bildung des Keimstreifens, indem die Zellen auf der Ventralseite bedeutend an Größe zunehmen, während die Zellen auf der Dorsalseite dem entsprechend ausgezogen und verflacht erscheinen, so dass der Keimstreif eine bandförmige Verdickung darstellt, welche vom vorderen bis zum hinteren Pole reicht. Sodann tritt auf der ganzen Länge



des Keimstreifs die Keimrinne auf, mit welcher eine Einstülpung von Zellen Hand in Hand geht, welche das Ento-Mesoderm (Hypoblast nach GRABER [10]) liefern, und die dem Keimstreifen, oder vielmehr dem Ektoderm desselben, dicht anliegen. Das Anfangs vorhandene Lumen zwischen den Elementen des Ento-Mesoderms verschwindet sehr bald, und die Zellen liegen dann dem Ektoderm unregelmäßig an. Fig. 13 zeigt die Rinnenbildung; das Ektoderm ist ventral verdickt, während es dorsal verdünnt erscheint. Die eingestülpten Ento-Mesodermzellen sind hier wie auf den folgenden Figuren etwas heller gezeichnet.

Der Vorgang der Keimstreifen- und Keimrinnenbildung, sowie der Einstülpung und Bildung des Ento-Mesoderms ist schon von vielen Autoren für verschiedene Insekten eingehend beschrieben worden, so von KOWALEVSKY (9a u. 9), BÜTSCHLI (16 u. 17), SCHMIDT (11), VÖLTZKOW (12) für *Musca*, von HEIDER (13) für *Hydrophilus*. Nach VÖLTZKOW und SCHMIDT beginnt die Bildung der Keimrinne am vorderen und hinteren Pole und schreitet nach der Mitte zu fort; ob dieselbe Erscheinung auch am Ei von *Chironomus* auftritt, konnte ich nach meinen Präparaten nicht entscheiden.

Sehr bald wächst der Keimstreif über den hinteren Pol hinaus auf den Rücken hinüber. Die Polzellen liegen dem hinteren Ende des Keimstreifens dicht an und rücken mit demselben immer weiter nach vorn, und zwar wird der Transport derselben offenbar bewerkstelligt durch das Vorwachsen des Ento-Mesoderms. Die Ausstülpung desselben erstreckt sich nämlich nicht über den ganzen Keimstreifen, sondern reicht nur bis zum hinteren Ende des Eies, an welchem die Polzellen liegen, tritt aber bis dicht an die letzteren heran, so dass die hinteren Zellen des Ento-Mesoderms dieselben berühren und nun bei dem Weiterwachsen des Keimstreifens vor sich herschieben. Dabei sei noch hervorgehoben, dass der Keimstreif, so weit ihm die Polzellen anliegen, am dicksten ist und sich allmählich wieder verflacht; dergleichen hat das Ento-Mesoderm dicht hinter den Polzellen die größte Mächtigkeit.

Diese Verhältnisse werden wiedergegeben auf den Fig. 14, 15, 16 und 17; dabei stellen die Fig. 14 und 15 ein etwas jüngeres Stadium dar, als die Fig. 16 und 17; das Ende des Keimstreifens hat das erste Drittel des Rückens erreicht. Die beiden Schnitte folgen in der Richtung von vorn nach hinten dicht auf einander. In Fig. 15 sehen wir das Ento-Mesoderm dorsal in großer Mächtigkeit; das Ektoderm ist hier bedeutend dicker als ventralwärts. In Fig. 14 ist dorsal die Einstülpung nicht mehr vorhanden, dagegen erscheinen die Ektodermzellen über den Polzellen etwas gelockert. Fig. 18 ist ein Längsschnitt durch die betreffende Stelle eines etwas älteren Stadiums, bei dem

eben die Einstülpung des Hinterendes des Keimstreifens und die Amnionbildung beginnt. Auch hier finden wir die besprochenen Verhältnisse wieder. Die Erscheinung, dass das Hinterende des Keimstreifens sich an der Rinnenbildung nicht beteiligt, also kein Ento-Mesoderm liefert, verdient besondere Berücksichtigung, da dieses Stück, wie wir später sehen werden, den Enddarm bildet. Doch verfolgen wir die Vorgänge an der betreffenden Stelle weiter. Auf Fig. 19 sehen wir, wie das Hinterende des Keimstreifens sich in das Innere des Eies hineinschiebt, die Polzellen ebenfalls mit ins Innere drängend. Gleichzeitig lässt sich das Amnion (die Schwanzfalte nach WEISMANN) beobachten, das in Gestalt einer Doppelfalte auftritt. Aus der Figur geht deutlich hervor, dass die erwähnte Einstülpung des Keimstreifens die direkte Veranlassung zur Bildung der Schwanzfalte wird. Die Bildung der Keimhüllen der Insekten ist in der letzten Zeit von GRABER (14) genauer studirt worden, und führt dieser Autor anstatt der bis jetzt gebräuchlichen Bezeichnungen Serosa und Amnion die einfache und zweckmäßige Bezeichnung, »äußere und innere Hülle«, »Ekto- und Entoptygma« ein, welche Ausdrücke auch in dieser Arbeit angewandt werden sollen. Die beiden Blätter wachsen nun weiter nach hinten und unten und hüllen so das Hinterende des Embryo ein; dabei werden sie ganz dünn ausgezogen und stellen von oben gesehen ein ganz dünnes Plattenepithel dar (GRABER l. c. Fig. 54).

Kurze Zeit nach dem Auftreten der Schwanzfalte bildet sich die Kopffalte, welche ebenfalls von WEISMANN zuerst gesehen wurde. Ihre beiden Blätter wachsen nach hinten, treffen auf die Blätter der Schwanzfalte und verwachsen mit denselben, so dass sie den Embryo schließlich ganz einhüllen (GRABER l. c. Fig. 48 und folgende).

Diese Verhältnisse sind auch zu sehen auf unserer Fig. 19. Die Schwanzfalte stellt zwei ganz dünne Blätter dar, die schon um das Hinterende des Embryo herumgreifen. Am vorderen Theile beginnt die Bildung der Kopffalte, welche ebenfalls aus zwei Blättern besteht. Auf Fig. 20 sehen wir die Kopffalte im Wachstum weiter vorge-schritten. Während nun endlich die äußere Hülle sich vollständig schließt, bleibt die innere Hülle vom Hinterende des Embryo bis zum Kopftheil offen und gelangt erst nach der Rückenbildung zum Verschluss (GRABER, l. c. Fig. 51). Kehren wir jetzt wieder zu Fig. 19 zurück, so finden wir, dass das sich ins Innere des Eies einstülpende Hinterende des Keimstreifens die innere Hülle, mit welcher es ja zusammenhängt, mit sich hineinzieht. Das Hinterende schiebt sich immer weiter ins Innere vor, zunächst in wagerechter Richtung vordringend, um schließlich nach hinten umzubiegen. Die Polzellen sind durch ihre

Lage gezwungen diesen Bewegungen zu folgen, und wir finden sie daher immer an der alten Stelle, bis sie endlich zwischen das eingestülpte Hinterende und das Ento-Mesoderm des Keimstreifens zu liegen kommen, wie wir in den Fig. 21 und 22 sehen.

Während dieses Vorganges der Einstülpung des Hinterendes hat aber ein anderer wichtiger Process begonnen, nämlich die Bildung des Enddarmes, der sich auf meinen Schnitten sehr schön verfolgen ließ (siehe die Fig. 19—28). Das Hinterende, welches in Fig. 18 begann sich in den Dotter vorzuschieben, hat sich in Fig. 21 und 22 bereits nach unten gekrümmt. Die beiden Figuren stellen zwei neben einander liegende Längsschnitte dar, von denen Fig. 21 in der Medianebene liegt, Fig. 22 dagegen etwas seitlich verläuft. Es fällt uns sofort auf, dass in Fig. 21 der Spalt zwischen dem Hinterende des Keimstreifens und der inneren Hülle bedeutend breiter ist als in Fig. 22, in welcher die Hülle dem Keimstreifen fast anliegt. Wir haben es in Fig. 21 offenbar mit einer medianen Rinne zu thun, die sich auf der äußeren Seite des eingestülpten Hinterendes gebildet hat. Mustern wir die Querschnitte durch dasselbe Stadium, so finden wir unsere Annahme bestätigt. Aus der vollständigen Querschnittserie sind hier zwei wiedergegeben, welche in der im Längsschnitt Fig. 21 angedeuteten Richtung verlaufen. Wir sehen auf dem ersten Schnitt (Fig. 23) das eingestülpte Hinterende sich direkt an das Ento-Mesoderm des Keimstreifens anlegen und bemerken die Rinne, welche nach unten offen ist, da ja das Hinterende eine Drehung von  $180^{\circ}$  gemacht hat (vgl. das Schema Fig. 28); die Zellen mit ihren großen Kernen ordnen sich radiär zu der Rinne an. Die mit ins Ei hereingezogene innere Hülle liegt dem Hinterende dicht an. Es sei darauf hingewiesen, dass auf diesem Stadium die Grenze zwischen dem Hinterende des Keimstreifens und der inneren Hülle nicht anzugeben ist, da beide allmählich in einander übergehen. Betrachten wir jetzt den etwas weiter hinten gelegenen Querschnitt Fig. 24, so sehen wir, dass sich zwischen dem eingestülpten Hinterende und dem Ento-Mesoderm des Keimstreifens eine Lücke findet, in welcher die Polzellen eingelagert worden sind; einzelne Kerne des Ento-Mesoderms schieben sich zwischen sie ein; die sich bildende Rinne ist nur gerade noch angedeutet. Aus der Durchsicht aller Querschnitte dieses Stadiums und noch früherer Stadien ergibt sich, dass die Rinne sich von vorn nach hinten bildet und dem nach hinten weiter vordringenden Hinterende folgt. Es schließen sich jetzt die Fig. 25, 26, 27 an. Fig. 25 stellt einen Frontalschnitt dar, die Fig. 26 und 27 sind Querschnitte, die das Ei an den Stellen treffen, welche im Frontalschnitt durch die Linien bezeichnet sind. Der wei-

tere Fortschritt in diesem Stadium gegen das vorher besprochene giebt sich darin kund, dass sich die Rinne bedeutend vertieft, sich hinten bereits geschlossen hat, indem sich die Ränder derselben an einander legten und nun ein Rohr darstellen. Der Schluss der Rinne schreitet in den nächsten Stadien weiter nach vorn zu fort, so dass sich die letztere an der Stelle, welche zum After wird, zuletzt schließt. Die innere Hülle ist durch das Vordringen des Enddarmes, denn so können wir jetzt das eingestülpte Hinterende des Keimstreifens nennen, wie wir erwarten mussten, sehr dünn ausgezogen worden und liegt als ganz dünnes Häutchen dem Enddarm noch an.

Aus allen den Beobachtungen über die Bildung des Enddarmes sehen wir, dass er entsteht aus dem letzten Theile des Keimstreifens, der sich an der Keimrinnenbildung nicht betheiligte, also kein Ento-Mesoderm lieferte, durch einfache rinnenförmige Einstülpung von außen und durch Schluss der Rinne von hinten nach vorn. Die mit hereingezogene innere Hülle nimmt an der Enddarmbildung keinen Antheil, sondern wird ganz dünn ausgezogen und verschwindet endlich.

Was die Polzellen betrifft, so werden sie durch den Enddarm, der sich dem Ento-Mesoderm des Keimstreifens nähert, aus einander gedrückt, so dass sie sich jetzt in zwei Gruppen seitlich vom Enddarm, etwas nach oben lagern. Zur besseren Orientirung über den ganzen Vorgang der Enddarmbildung, der dadurch complicirt wird, dass wir den Keimstreifen sich an zwei Stellen je um  $180^{\circ}$  drehen sehen, so dass an der Stelle, wo sich der Enddarm zeigt, ein Querschnitt den Keimstreifen dreimal trifft, beachte man den schematischen Querschnitt Fig. 28.

Wir sehen hier den Keimstreifen auf der Ventral- und Dorsalseite getroffen, nach außen von dem Entoptygma umgeben. Er setzt sich zusammen aus dem Ektoderm und dem Ento-Mesoderm; die Rinne, welche zur Bildung des Ento-Mesoderms führte, ist noch zu erkennen. Unter dem dorsalen Theile des Keimstreifens finden wir dessen Hinterende, welches durch Vordringen in das Eiinnere und durch Umbiegung nach hinten diese Lage erhalten hat. Wir bemerken an ihm die Rinne, welche zur Bildung des Enddarmes führt; unterhalb derselben findet sich die innere Hülle, während die äußere Hülle das ganze Ei umschließt.

Der Vorgang der Einstülpung des Hinterendes des Keimstreifens und die Anlage des Enddarmes, so weit sie am lebenden Ei überhaupt beobachtet werden konnte, ist schon von WEISMANN dargestellt worden, und es sei hervorgehoben, dass seine Beobachtungen durch meine Schnitte ihre volle Bestätigung erhalten (vgl. die Fig. 19—33 seiner

Dipterenarbeit). Die Einstülpung des Hinterendes, um welche es sich hier handelt, entspricht ganz meinen Figuren. Das vom hinteren Ende des Keimstreifens nach vorn aufsteigende Blatt ist die mit hereingezogene innere Hülle, die WEISMANN aber ihrer außerordentlichen Zartheit wegen nicht weiter verfolgen konnte. Eben so war es ihm natürlich nicht möglich die Rinnenbildung und Entstehung des Enddarmes am lebenden Thiere direkt zu sehen.

Nun erschien vor Kurzem die schon erwähnte Arbeit von VÖLTZKOW (12), welche sich auch mit der Bildung des Enddarmes eingehend beschäftigt. Da seine Darstellung mit der meinigen nicht stimmt, so sei es mir gestattet, seine Funde mit meinen Beobachtungen zu vergleichen und dieselben zu beurtheilen. Wir beginnen am besten mit seiner Fig. 14, einem Längsschnitt durch das Ei von *Musca vomitoria* in dem Stadium der Enddarmbildung und stellen derselben zum Vergleich meine Fig. 18—28 gegenüber. Wir können in seiner Figur den Verlauf des ganzen Keimstreifens verfolgen, sowohl ventral als auch dorsal, und unterscheiden an demselben deutlich das Ektoderm und das durch Rinnenbildung entstandene Ento-Mesoderm, welches letzteres in doppelter Lage erscheint. Auch auf meinen Figuren finden sich diese Verhältnisse wieder, nur dass bei *Chironomus*, wie schon erwähnt, das Ento-Mesoderm nicht als Rohr erscheint. Wir sehen ferner, wie sich bei *Musca*, in gleicher Weise wie bei *Chironomus*, das Hinterende des Keimstreifens ins Innere des Eies einstülpt, und dass an der Umbiegungsstelle, worauf ich ausdrücklich aufmerksam mache, die Ento-Mesodermbildung ihr Ende erreicht, das Hinterende sich also ebenfalls nicht an ihr betheiliget. Endlich sehen wir, wie die beiden Hüllen ganz in der Weise entstehen wie bei *Chironomus*, siehe meine Fig. 18, nämlich veranlasst durch das Eindringen des Hinterendes in den Dotter. Die innere Hülle, denn als solche müssen wir das zu unterst der Einstülpung liegende Blatt ansehen, ist vom Keimstreifende mit hereingezogen worden und bleibt im Zusammenhange mit demselben. Der einzige Unterschied in den Keimhüllen der beiden Dipteren besteht darin, dass dieselben bei *Musca* nicht durch ausge dehntes Wachstum nach hinten und unten so dünn ausgezogen werden wie bei *Chironomus*, vielmehr nur einen kleinen Theil des Embryo bedecken, wie bereits von WEISMANN, METSCHNIKOFF, KOWALEVSKY, GRABER und Anderen hervorgehoben worden ist. Auf alle Fälle sind aber nach VÖLTZKOW'S Zeichnung beide Hüllen, Ekto- wie Entoptygma vorhanden, gelangen nur nicht zur weiteren Entfaltung. In seiner Zeichnung 15 finden wir sie noch schöner ausgeprägt, da sie etwas nach hinten gewachsen sind. Diese Figur enthält aber im Übrigen sehr

viele fragwürdige Punkte. Zunächst ist der eingestülpte Theil aus verschiedenen Stücken höchst seltsam zusammengesetzt, so dass er kaum den thatsächlichen Verhältnissen entsprechen dürfte. Verfasser hat sich auch auf keine weitere Erklärung dieser Figur eingelassen, sondern will nur zweierlei an derselben zeigen, einmal die Afteröffnung, die nach ihm an der Übergangsstelle der beiden Hüllen liegen soll und dann, dass im Inneren des Darmes die Polzellen zu sehen seien. Nach unserer Auffassung liegt nun aber die Afteröffnung nicht an dieser Stelle, sondern da, wo das Keimstreifende sich nach innen umbiegt, eben so wenig wie sich die Polzellen im Darm befinden können. Mustern wir nun VÖLTZKOW's diesbezüglichen Querschnitte, so zeigen mehrere von ihnen dieselben Verhältnisse wie bei Chironomus und lassen sich direkt auf die meinigen zurückführen. Wir finden so in seiner Fig. 43 ganz wie bei Chironomus zu unterst der Einstülpung die hereingezogene Hülle, über derselben liegt, durch einen Spalt getrennt, das eingestülpte Ende des Keimstreifens, in welchem wir die nach oben gerichtete Rinne bemerken, die zum Lumen des Enddarmes wird; über derselben folgt das Ento-Mesoderm und darüber das Ektoderm des Keimstreifens. Eben so können auch die übrigen Querschnitte auf dieselbe Weise gedeutet werden. Hätte der Verfasser die nächsten Stadien verfolgt, so würde er jedenfalls gefunden haben, dass auch bei Musca die innere Hülle sich nicht an der Enddarmbildung betheiligt, und dass die Öffnung über derselben gar nicht das Darmlumen ist. So würden nach seinen Zeichnungen die Polzellen in Wirklichkeit also nicht in den Enddarm zu liegen kommen, sondern sich zwischen der inneren Hülle und dem Enddarm befinden. Denken wir uns diese Hülle nun auf späteren Stadien sehr dünn ausgezogen, bis sie zuletzt vom Enddarm abreißt und zerfällt, so kämen die Polzellen dann auch neben den Enddarm zu liegen wie bei Chironomus. Es ist aber sehr wahrscheinlich, dass die theoretisch so schwer verständliche Angabe von VÖLTZKOW, nach welcher die Genitalzellen zuerst im Darne liegen, bei erneuter sorgfältiger Untersuchung sich als irrig erweisen wird.

Was die Anlage des Vorderdarmes betrifft, so tritt derselbe als ektodermale Einstülpung auf, doch wurde seine Entwicklung in ihren einzelnen Theilen von mir nicht verfolgt; dagegen wurde die Entstehung des Mitteldarmes in den Bereich der Untersuchung gezogen. Über dieselbe herrschen die verschiedensten Ansichten, die sich oft geradezu widersprechen. So lassen einige Beobachter den Mitteldarm der Insekten aus dem inneren Blatt sich anlegen, während er nach anderen aus den Dotterzellen hervorgehen soll. Einzelne wiederum fassen den ganzen Darm als eine Ektodermeinstülpung auf,

und nach VÖLTZKOW's Untersuchungen endlich erscheint er als zwei seitliche Wucherungen, die vom Vorder- und Enddarm ausgehen. Eine Zusammenstellung und Beurtheilung der drei ersten Ansichten findet man in WITLACZIL's Arbeit über Aphiden (45).

Wir haben gesehen, dass das Hinterende des Keimstreifens sich nach innen und hinten umbiegt und sich dem Ento-Mesoderm des Keimstreifens dicht anlagert (Fig. 22). Während sich dasselbe nun auf die oben beschriebene Weise zum Enddarm umbildet, treten vereinzelt Zellen vom Ento-Mesoderm des Keimstreifens an ihn heran und zwar schon, wenn der Enddarm nach hinten zu noch geschlossen ist. Man sieht diese Zellen dem Enddarm seitlich und vorn anliegen und findet sie auch zwischen den Polzellen (Fig. 20). Kurze Zeit nach Einstülpung des Keimstreifens, während der fortschreitenden Bildung des Enddarmes, ist eine auffällige Veränderung am Keimstreifen zu bemerken; an seinen Seitenrändern bilden sich segmentweise Wülste, welche aus zwei Zellreihen bestehen und sich in den Dotter vorwölben. Fig. 29 zeigt diese Bildung auf einem Querschnitt, der allerdings etwas schief gefallen ist und daher die Mitte eines Segmentes nur rechts unten getroffen hat, doch zeigen die übrigen Schnitte der Serie, dass dieser Wulst jedem Segment zukommt. Auch auf Median- und Frontalschnitten kann man sich von dem Auftreten dieser Segmentwülste überzeugen. Die Zellen dieser Wülste berühren sich gegenseitig und ist zwischen denselben kein Hohlraum vorhanden, wie dies für andere Insekten angegeben wird, so von KOWALEVSKY und HEIDER für *Hydrophilus*, von GRABER für *Stenobothrus*, von VÖLTZKOW für *Melolontha*. Eben so wenig lässt sich eine Kommunikation zwischen den einzelnen Wülsten wahrnehmen, wie GRABER für *Gasteropacha quercifolia* angiebt; die Wülste berühren sich zwar gegenseitig, doch besteht intersegmental keine Verbindung zwischen denselben. Während sich so die Segmentwülste anlegen, ist an dem nach hinten gerichteten Ende des Enddarmes eine stärkere Vermehrung der oben genannten Zellen eingetreten; sie sind bereits deutlich in zwei Reihen angeordnet, allerdings noch von geringer Mächtigkeit. Sie legen sich eng an die Polzellen an, biegen um dieselben herum und stellen so die Verbindung her zwischen dem Enddarm und den Segmentwülsten. Auch am Enddarm ist eine Veränderung wahrzunehmen, indem sich sein nach hinten gerichtetes Ende geöffnet und nach zwei Seiten hin aus einander gebogen hat, um jenen beiden Zellsträngen den Anschluss an den Enddarm gleichsam zu erleichtern. Eine Anzahl hinter einander liegender Querschnitte einer Serie möge die so geschilderten Verhältnisse etwas näher beleuchten (Fig. 36 a—c).

Verfolgen wir die Entwicklung der Wülste weiter, so sehen wir, dass sie sich immer mehr nach dem Dotter zu vorwölben, wie der Querschnitt Fig. 30 bestätigt, um sich endlich ganz loszulösen (Fig. 31). Doch bevor diese Loslösung der Segmentwülste stattfindet, erfolgt vom Vorder- und vom Enddarm her die Vereinigung derselben unter einander; diese Vereinigung veranlasst aber sofort das Abheben der Wülste vom Mesoderm. So finden wir dann die Mitteldarmwülste, denn so können wir sie jetzt nennen, in ununterbrochenem Zusammenhang mit Vorder- und Enddarm.

Mit dieser Auffassung von der Bildung des Mitteldarmes befinden wir uns in Übereinstimmung mit GRABER, der in einer vorläufigen Mittheilung angiebt, dass sich nach seinen ausgedehnten Beobachtungen die Mitteldarmwand bildet aus den zwei Lateralsträngen, welche entstanden sind aus der Vereinigung der Hypoblastsomiten (40, p. 264 und 265).

Dagegen befinden wir uns wieder im Widerspruch mit VÖLTZKOW, welcher nach seinen Untersuchungen an *Musca* und *Melolontha* die Mitteldarmwand als ein Wucherungsprodukt von End- und Vorderdarm ansieht.

Verfolgen wir nun noch kurz die weitere Entwicklung der jetzt in zwei Lateralstränge umgewandelten Segmentalwülste. In Fig. 34 sehen wir die beiden Darmwülste getroffen, wie sie dem Mesoderm noch anliegen. Wir erkennen deutlich zwei Lagen von Zellen, von denen die eine dem Dotter zugekehrte aus größeren und höheren, die dem Mesoderm zugewandte dagegen aus zahlreicheren, aber kleineren Zellen besteht. Es ist außer Zweifel, dass aus der ersteren das Darmdrüsenblatt hervorgeht, während die letztere das Darmmuskelblatt liefert. Auf dem Querschnitt Fig. 32 haben sich die Darmwülste bedeutend weiter entwickelt; die inneren Zellen haben noch an Größe zugenommen, die Zellen des Darmmuskelblattes haben sich dagegen noch bedeutend vermehrt. Auf den nächsten Stadien der Embryonalentwicklung umwachsen die beiden Mitteldarmwülste den Dotter immer weiter nach oben und unten, bis sich ihre Ränder berühren, mit einander verwachsen, und so die Mitteldarmbildung ihren Abschluss erreicht. Der Dotter ist dann vollständig in den Darm aufgenommen. Während dieses Vorgangs hat sich der Keimstreifen wieder zusammengezogen, so dass der After allmählich an das hintere Ende des Embryo gerückt ist. Fig. 33 stellt in einem Querschnitt die Mitteldarmbildung in dem Stadium dar, in welchem die Darmwülste eben im Begriff sind sich zu einem Rohre zusammenzuschließen.

Betrachtet man schließlich die Querschnitte Fig. 37 und 38 und den



Frontalschnitt Fig. 39, so sieht man, dass die Polzellen neben dem Anfangstheil des Enddarmes liegen. An diesem Orte verbleiben dieselben, während der Embryo in die freilebende Larve sich umwandelt (vgl. BALBIANI, l. c. Fig. 19, 20, 22, 23) und gehen in die Geschlechtsorgane über (BALBIANI, l. c. Fig. 25—38).

Da in der vorliegenden Arbeit die Polzellen von ihrem ersten Auftreten bis zu einem späten Entwicklungsstadium auf Schnitten verfolgt wurden, so kann wohl die Frage, ob aus den Polzellen die Genitalzellen entstehen, als definitiv entschieden gelten.

Die vorstehende Arbeit beruht auf einer Reihe von Untersuchungen, welche ich während des Wintersemesters 1888—89 und im Sommer 1889 im zoologischen Institut an der Universität zu Freiburg i. B. vornahm.

Es sei mir gestattet, an dieser Stelle meinen tiefgefühlten Dank Herrn Geheimrath WEISMANN auszusprechen für das freundliche Interesse, welches er mir und meinen Arbeiten während meines zweijährigen Aufenthalts in Freiburg entgegenbrachte, namentlich aber für die vielfachen Anregungen in seinen Vorlesungen und in dem von ihm geleiteten und mir lieb gewordenen Seminar. Möchte ihm mein ernstes Streben, die biologischen Anschauungen, welche ich ihm verdanke, im Dienste des Unterrichts und der Erziehung einer neuen Generation zu überliefern, einige Freude bereiten.

Dessgleichen spreche ich auch Herrn Prof. Dr. GRUBER meinen herzlichsten Dank aus für freundliche Antheilnahme an meinen Arbeiten, sowie Herrn Dr. ZIEGLER, welcher lebhaftes Interesse für dieselben bewies.

Freiburg, den 22. Juli 1889.

### L i t t e r a t u r .

1. WEISMANN, Die Entwicklung der Dipteren. Diese Zeitschr. Bd. XIII und XIV. 1863 und 1864.
2. ROBIN, Mem. sur la production des cellules du blastoderme sans segmentation du vitellus chez quelques articulés. Compt. rend. Tom. LIV. p. 150 und Journal de la physiologie de BROWN-SÉQUARD. Tom. V. 1862.
3. METSCHNIKOFF, Embryologische Studien an Insekten. Diese Zeitschr. Bd. XVI. 1866.
4. WEISMANN, Beiträge zur Kenntniss der ersten Entwicklungsvorgänge im Insektenei. HENLE'S Festgabe. 1882.

5. BALBIANI, Contribution à l'étude de la formation des organes sexuels chez les Insectes. Recueil zoologique suisse. Tom. II. 1885.
6. WEISMANN und ISCHIKAWA, Die Bildung der Richtungskörper bei thierischen Eiern. Berichte der naturf. Gesellschaft zu Freiburg i. B. Bd. III. 1887.
7. HENKING, Die Bildung der Richtungskörper im Ei der Insekten. Nachrichten der königl. Gesellsch. der Wissensch. Göttingen 1888.
8. WEISMANN, Die Kontinuität des Keimplasmas als Grundlage einer Theorie der Vererbung. Jena 1885.
9. KOWALEVSKY, Zur embryonalen Entwicklung der Musciden. Biol. Centralblatt. Bd. VI. 1886.
- 9a. — Embryologische Studien an Würmern und Arthropoden. Mém. Acad. d. sc. St. Pétersbourg. 7 Série. Tom. XVI. 1874.
10. GRABER, Über die primäre Segmentirung des Keimstreifs der Insekten. Morphol. Jahrbuch. Bd. XIV. 1888.
11. SCHMIDT, Die Bildung des Blastoderms und des Keimstreifens der Musciden. Sitzungsbericht der Dorpater Naturforscher Gesellschaft. 1889.
12. VÖLTZKOW, Entwicklung im Ei von Musca vomitoria. Arbeiten aus dem zool.-zoot. Institut zu Würzburg. Bd. IX. 4. Heft.
13. HEIDER, Über die Anlage der Keimblätter von Hydrophilus piceus. Abhandl. der königl. preuß. Akademie der Wissensch. zu Berlin vom Jahre 1885.
14. GRABER, Vergleichende Studien über die Keimhüllen und die Rückenbildung der Insekten. Denkschr. der mathem.-naturw. Klasse der kaiserl. Akademie der Wissenschaften. Wien 1888.
15. WITLACZIL, Entwicklungsgesch. der Aphiden. Diese Zeitschr. Bd. XL. 1884.
16. BÜTSCHLI, Zur Entwicklungsgeschichte der Biene. Diese Zeitschr. Bd. XX. 1870.
17. — Bemerkungen über die Entwicklungsgeschichte von Musca. Morphol. Jahrbuch. Bd. XIV. 1888.

### Erklärung der Abbildungen.

Durchgehende Bezeichnungen:

<p><i>ec</i>, Ektoderm;  <i>en</i>, Entoderm;  <i>ms</i>, Mesoderm;  <i>e-m</i>, Ento-Mesoderm;  <i>d</i>, Dotter;  <i>pz</i>, Polzellen;  <i>sk</i>, Kerne der somatischen Zellen;  <i>w</i>, Wulst;  <i>rk</i>, Richtungskörper;  <i>chr</i>, Chromatin;  <i>rsch</i>, Rindenschicht;  <i>mwk</i>, männlicher Vorkern;  <i>wvk</i>, weiblicher Vorkern;  <i>ph</i>, Protoplasmahöfe;</p>	<p><i>dz</i>, Dotterzellen;  <i>bl</i>, Blastoderm;  <i>vp</i>, vorderer Pol;  <i>hp</i>, hinterer Pol;  <i>ds</i>, Dorsalseite;  <i>vs</i>, Ventralseite;  <i>est</i>, Einstülpung;  <i>kstr</i>, Keimstreif;  <i>kr</i>, Keimstreifrinne;  <i>he</i>, Hinterende;  <i>äh</i>, äußere Hülle;  <i>ih</i>, innere Hülle;  <i>ed</i>, Enddarm;  <i>kf</i>, Kopffalte;</p>
--	---

<i>sw</i> , Seitenwülste;	<i>dm</i> , Darmmuskelblatt;
<i>dw</i> , Wülste des Mitteldarmes;	<i>m</i> , Mitteldarm;
<i>mdt</i> , Mundtheile;	<i>vd</i> , Vorderdarm;
<i>ddr</i> , Darmdrüsenblatt;	<i>n</i> , Nervensystem.

## Tafel XVI.

Fig. 4. Längsschnitt durch das frisch abgelegte Ei. Im Inneren des Dotter liegen der männliche und weibliche Vorkern, in der plasmatischen Rindenschicht die beiden Richtungskörper.

Fig. 2. Längsschnitt durch ein Ei, in welchem der männliche und der weibliche Vorkern sich mehr genähert haben.

Fig. 3 zeigt an dem hinteren Pole den dunkeln wulstartigen Körper; ein Tochterkern ist im Begriff ins Innere des Dotters zu wandern.

Fig. 4. Längsschnitt. Im Dotter vier Kerne, von denen einer in Theilung begriffen ist. In der Rinde die zerfallenden Richtungskörper.

Fig. 5. Längsschnitt. Es findet der Austritt der Polzellen statt.

Fig. 6. Längsschnitt. Die Polzellen haben sich durch Theilung auf vier vermehrt. Im Inneren viele somatische Zellen.

Fig. 7. Längsschnitt. Die Polzellen sind vierkernig; die Kerne der somatischen Zellen sind an die Peripherie gerückt.

Fig. 8. Längsschnitt. Die Polzellen beginnen in das Blastoderm einzuwandern.

Fig. 9. Längsschnitt. Die Kerne der somatischen Zellen haben sich durch fortgesetzte Theilung bedeutend vermehrt.

Fig. 10. Längsschnitt. Zwischen den Kernen der somatischen Zellen treten Zellgrenzen auf; die Blastodermbildung hat hiermit ihr Ende erreicht.

Fig. 11. Längsschnitt. Das Blastoderm schließt sich am hinteren Pole und umwächst die in den Dotter einrückenden Polzellen.

Fig. 12. Längsschnitt. Das Blastoderm hat sich vollständig geschlossen.

Fig. 13. Querschnitt. Zeigt ventral die Keimstreifen- und Keimrinnenbildung.

Fig. 14. Querschnitt am Ende des dorsal umgeschlagenen Theiles des Keimstreifens; dorsal die Polzellen, ventral die Keimrinne.

Fig. 15. Querschnitt etwas weiter hinten gelegen; zeigt ventral und dorsal die Keimrinne.

Fig. 16 und 17 zeigen aus einem älteren Stadium dieselben Verhältnisse wie die Fig. 14 und 15.

Fig. 18. Längsschnitt. Bildung der Schwanzfalte. Äußere und innere Hülle sind deutlich zu sehen. Die Polzellen liegen dem Hinterende des Keimstreifens dicht an und werden vom Ento-Mesoderm berührt.

Fig. 19. Längsschnitt. Bildung der Kopf- und Schwanzfalte schon vorgeschritten. Das Hinterende des Keimstreifens stülpt sich ins Innere des Eies ein.

Fig. 20 zeigt dieselben Verhältnisse wie Fig. 19, nur in vorgerückterem Stadium.

Fig. 21 und 22. Längsschnitte. Das sich nach hinten umbiegende Hinterende des Keimstreifens bringt die Polzellen in die Lage zwischen Hinterende und Ento-Mesoderm.

Fig. 23 und 24. Querschnitte aus einer Serie, die Bildung des Enddarmes zeigend. Die Richtungslinien in Fig. 24 geben ihre Lage an.

Fig. 25. Frontalschnitt. Die Rinne beginnt sich hinten zu schließen und führt

zur Bildung des Enddarmes. Ein etwas weiter vorgeschrittenes Stadium als in Fig. 21—24.

Fig. 26 und 27. Querschnitte aus einer Serie desselben Stadiums, in der Richtung der in Fig. 25 eingezeichneten Linien verlaufend.

Fig. 28. Schematischer Querschnitt, die Enddarmbildung darstellend; der Keimstreifen ist dreimal getroffen.

Fig. 29—33 veranschaulichen auf Querschnitten die Bildung des Mitteldarmes.

Fig. 34 und 35. Längsschnitte. Man sieht die Wülste des Mitteldarmes getroffen, die mit Vorder- und Enddarm in Verbindung treten.

Fig. 36 *a—e*. Aus einer Querschnittserie, den Übergang der Wülste des Mitteldarmes in den Enddarm zeigend.

Fig. 37 und 38. Querschnitte, die Polzellen in ihrer definitiven Lage am Anfang des Enddarmes zeigend.

Fig. 39. Dieselben Verhältnisse auf einem Frontalschnitt.

---



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1890

Band/Volume: [50](#)

Autor(en)/Author(s): Ritter Richard

Artikel/Article: [Die Entwicklung der Geschlechtsorgane und des Darmes bei Chironomus. 408-427](#)