

Melolontha vulgaris.

Ein Beitrag zur Entwicklung im Ei bei Insecten.

Von

DR. PHIL. ALFRED VOELTZKOW

in Würzburg.

Mit Tafel V.

Bei meinen Untersuchungen über die Entwicklung von *Musca vomitoria*¹⁾ wurde ich naturgemäss dazu geführt, auch die Embryonalentwicklung anderer Insecten zu studiren, und zwar hauptsächlich zu dem Zwecke, um zu sehen, ob ich für die eigenthümliche Bildung des Mitteldarmes bei *Musca* in einer anderen Insectenklasse ein Analogon finden könne. Da mir gerade Eier von *Melolontha vulgaris*, die mein Freund Herr Dr. Franz Stuhlmann früher conservirt und mir zur Verfügung gestellt hatte, zur Hand waren, und es bei der vorgerückten Jahreszeit für mich mit grossen Schwierigkeiten verknüpft war, mir passendes Material sonstwie zu verschaffen, so habe ich mich mit der Bearbeitung derselben beschäftigt, trotzdem ich nach den eingehenden Untersuchungen Kowalewsky's²⁾ und Heider's³⁾ über *Hydrophilus* eigentlich nicht erwarten konnte, eine ähnliche Anlage des Mitteldarmes bei Käfern anzutreffen.

¹⁾ A. Voeltzkow: Entwicklung von *Musca vomitoria* im Ei. Arbeit. a. d. zool.-zoot. Institut d. Universität Würzburg, von C. Semper, Bd. IX.

²⁾ Kowalewsky: Embryologische Studien an Würmern und Arthropoden. In: Memoires de l'Academie imperiale des sciences de St. Petersburg, VII. ser., Bd. 16.

³⁾ K. Heider: Ueber die Anlage der Keimblätter bei *Hydrophilus*. In: Abhandl. d. kgl. Acad. d. Wissenschaften zu Berlin, 1885.

Zu meiner grossen Freude fand ich in den Eiern von *Melolontha* ein vorzügliches Object, welches gerade in Bezug auf die Anlage des Mitteldarmes sich in vollster Uebereinstimmung mit derjenigen bei *Musca vomitoria* erwies. Für freundliche Ueberlassung des Materials sage ich Herrn Dr. Franz Stuhlmann, für Ueberlassung eines Arbeitsplatzes im zool.-zoot. Institut der Universität Würzburg meinem verehrten Lehrer Herrn Professor Dr. C. Semper meinen herzlichsten Dank.

Die Eier waren in Ermangelung von Erde an auf dem Boden liegende Blätter abgelegt, und klebten an denselben fest. Sie haben eine Länge von 2,25 und eine Breite von 0,9 mm. Sie sind länglich oval, ohne dass man eine Vorder- und Hinterseite unterscheiden kann. Die Eier wurden in heissem Wasser abgetödtet, in Alkohol gehärtet, und in toto, nach Abpräpariren der Embryonalhäute, in Boraxcarmin gefärbt.

Ueber die ersten Entwicklungsvorgänge im Ei von *Melolontha* habe ich keine Beobachtungen, da mir kein Material darüber zur Verfügung stand. Bei den jüngsten Stadien, die zur Untersuchung kamen, war das Blastoderm bereits fertig angelegt als eine einfache Lage cylindrischer Zellen, die den Dotter rings umgaben. Dadurch, dass die Zellen der Ventralseite an Höhe gewinnen und eine dickere Schicht darstellen, wird der Keimstreifen angelegt.

Die Bildung der Keimblätter geht in der Weise vor sich, wie sie Kowalewsky¹⁾ für Insecten zuerst beschrieben hat, nämlich durch Einstülpung in der Mittellinie des Keimstreifens, dadurch entstehende Bildung einer Rinne, die sich zu einem Rohr umwandelt, wie ich es ja auch ausführlich für *Musca* beschrieben habe, Abplattung des Rohres in dorso-ventraler Richtung und Verschmelzung der Zellen desselben, verbunden mit gleichzeitiger Abschnürung des Rohres vom Blastoderm und dadurch erfolgende Sonderung in ein äusseres und inneres Blatt.

Während dieser Vorgänge wächst der Keimstreifen nach dem vorderen und hinteren Ende des Eies zu, und tritt am hinteren Pol auf den Rücken über, indem er sich hier gleichzeitig in den Dotter einsenkt und also an dieser Stelle gleichsam eine Art inneren Keimstreifen darstellt.

¹⁾ l. c.

Ist die Entwicklung des Keimstreifens soweit vorgeschritten, so erfolgt die Anlage des Bauchmarks, indem längs der Medianlinie des Keimstreifens eine Einsenkung auftritt, während sich zu beiden Seiten der Rinne eine Verdickung des Ectoderms und Erhebung zu je einem Wulst erkennen lässt. Dieser mittlere Theil stülpt sich später tiefer ein, und zu gleicher Zeit differenziren sich die seitlichen Wülste schärfer und schnüren sich vom Ectoderm ab, um zu den Seitensträngen Hatschek's¹⁾ zu werden. Diesen Vorgang werden wir im Lauf der Untersuchung noch genauer besprechen.

Wir kommen nun zu der Veränderung, die das untere Blatt des Keimstreifens erleidet. Wie schon oben bemerkt, verschmelzen bei der Sonderung in ein oberes und ein unteres Blatt die Zellen des unteren Blattes vollständig miteinander, sodass keine Spur des vorher vorhandenen Rohres oder Spaltes mehr zu entdecken ist. Ich befinde mich hier durchaus im Gegensatz zu Heider²⁾, der für *Hydrophilus* eine Sonderung der Zellen des Mesoderms in eine äussere und innere Lage beschreibt, und als Beweis dafür eine Verschiedenheit der beiden Zelllagen in Bezug auf Gestalt und Färbbarkeit anführt. Heider fasst diese innere Lage des unteren Blattes als Ectoderm auf und lässt daraus das Epithel des Mitteldarmes entstehen. Ich muss nun bemerken, dass ich von einer derartigen Sonderung des unteren Blattes in zwei voneinander verschiedenen Zelllagen nichts bemerken konnte, und die Beobachtung Heiders für irrthümlich halte, zumal die Zellen des unteren Blattes mit der Bildung des Mitteldarmes gar nichts zu thun haben, das Epithel des Mitteldarmes vielmehr, wie wir sehen werden, einen ganz anderen Ursprung hat und in seiner Bildungsweise durchaus den von mir für *Musca* beschriebenen Befund darbietet.

Wie Heider³⁾ richtig beschreibt, ziehen sich, nachdem die Sonderung der beiden Keimblätter erfolgt ist, die Zellen des Mesoderms längs der Medianlinie des Keimstreifens zurück, und der Dotter tritt bis an das Ectoderm oder besser an das Bauchmark heran. Ist die Entwicklung soweit vorgeschritten, so tritt die Bildung der Segmentalhöhlen auf, und zwar durch Spaltung der

¹⁾ Hatschek: Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Lepidopteren. Inaugural-Dissertation, Leipzig 1877.

²⁾ l. c.

³⁾ Heider: l. c.

lateralen Parthie des Mesoderms, wobei sich eine Lage von Zellen vom Mesoderm abhebt. Die Segmentalhöhlen haben dann ungefähr die Form eines spitzen Dreiecks und haben in diesem Stadium auf der dem Dotter zugewendeten Seite nur eine einzige Reihe von Zellen, wie es Heider bei *Hydrophilus*, Tafel II, Fig. 26, auch zeichnet. Sie entstehen nicht durch einmalige Abspaltung in der ganzen Länge des Eies, sondern legen sich segmentweise an und sind auf der Grenze je zweier Segmente durch eine solide Masse von Zellen voneinander geschieden. In Bezug auf die Anlage der Segmentalhöhlen vertrete ich also, wie eben bemerkt, denselben Standpunkt wie Heider, der bei *Hydrophilus* dieselbe gleichfalls durch Spaltung des Mesoderms entstehen lässt, und nicht wie Kowalewsky¹⁾ will, durch Umbiegen der lateralen Ränder des Mesoderms. Die Begrenzungszellen der Segmentalhöhlen nehmen dabei etwas an Höhe zu und stellen eine Art Cylinderepithel dar.

Später tritt eine Vermehrung der Zellenlage der Segmentalhöhlen, die dem Dotter zugewendet ist, ein, sodass wir an dieser Stelle eine halbkugelige Masse von Zellen erblicken, die in den Dotter hineinragt, wie Fig. 9 zeigt, aus der, wie ich jetzt schon erwähnen will, und wie Heider richtig vermuthet, die Muscularis des Mitteldarmes sich bildet.

Wir kommen nun zu dem wichtigsten Punkt vorliegender Abhandlung, nämlich zur Frage nach der Bildung des Mitteldarmes. Die Anlage desselben erfolgt nach Ausbildung der Segmentalhöhlen, geschieht vom Euddarm und Vorderdarm aus und ist, wie ich schon jetzt vorausschicken will, ectodermalen Ursprunges. Betrachten wir zum Beweis die Querschnitte durch das betreffende Stadium, welches uns diese Verhältnisse zuerst vor Augen führt.

Fig. 1 ist ein Querschnitt, gelegt durch das hintere Ende des Vorderdarmes, kurz vor seinem blinden Ende. Wir erkennen nach aussen das Ectoderm *ec*, bestehend aus einer breiten Lage von Zellen, darauf folgt eine Lage etwas locker aneinander gefügter Zellen, das ist das Mesoderm. In der Mitte endlich erblicken wir den Vorderdarm als starkwandiges Rohr mit weitem Lumen. Wir sehen, dass der Vorderdarm scharf gegen das Mesoderm abgesetzt ist und eine bedeutend dunklere Färbung als das Mesoderm zeigt.

¹⁾ l. c.

Nach oben, an der dem Dotter zugewendeten Seite ist eine starke Vermehrung der Zellen des Vorderdarmes eingetreten, welche ein dickes Zellpolster bilden. Die Zellen der Vorderdarmwandung gehen direct in die des Polsters über, ohne irgend welchen Unterschied in Bezug auf Gestalt und Färbung darzubieten. Die Zellen des Polsters sind gegen das Mesoderm gleichfalls scharf abgesetzt.

Es muss jeder ohne weiteres zugeben, dass die Zellen des Polsters durch Vermehrung oder Wucherung der Zellen der Vorderdarmwandung entstanden und also ectodermalen Ursprunges sind. Diese soeben besprochene Zellmasse ist die erste Anlage der Zellen, von denen aus, wie wir sehen werden, das Epithel des Mitteldarmes seinen Ursprung nimmt. Die Zellen des Polsters, welche dem Mesoderm zugewendet sind, zeichnen sich stets dadurch aus, dass sie in einer Lage nebeneinander liegen, ungefähr quadratisch geformt sind und einen grossen Kern enthalten, welcher der dem Mesoderm zugewendeten Zellgrenze aufsitzt, einen Befund, dem wir später noch öfter begegnen werden.

Betrachten wir nun die darauf nach hinten folgenden Schnitte, so bemerken wir beinahe dasselbe Bild, bloss mit dem Unterschied, dass das Lumen des Vorderdarms von oben nach unten sich verringert und die Mitteldarmanlage in Folge dessen auch etwas nach unten hin rückt, bis wir ungefähr im 4. Schnitt, nach dem zuerst besprochenen, das blinde Ende des Vorderdarmes antreffen (siehe Fig. 2). Wir finden wieder das Ectoderm, welches seitlich je eine Ausstülpung, die Anlage des ersten Extremitätenpaares, darbietet. Die Mitteldarmanlage erkennen wir als mediane Zellenmasse, die nach unten gerückt und gegen das Mesoderm scharf abgesetzt ist. Im nächsten Schnitt verschwindet diese Zellenmasse. Im Dotter liegen einige Dotterzellen. Wir haben also gesehen, dass in diesem Stadium die Anlage des Mitteldarmes auf das blinde Ende des Vorderdarmes beschränkt ist, sich bis jetzt noch nicht seitlich und nach hinten ausgedehnt hat und durch Vermehrung der Zellen der Vorderdarmwandung entstanden ist.

Von diesem Stadium der ersten Anlage bis zur fertigen Bildung des Mitteldarmes besitze ich sämmtliche Uebergänge, die wir sogleich studiren wollen.

Betrachten wir zunächst nun die Verhältnisse am hinteren Theil des Eies in diesem Stadium. Wie schon oben erwähnt

schlägt sich der Keimstreifen auf den Rücken über, indem er sich gleichzeitig in den Dotter einsenkt. Wir treffen desshalb im hinteren Theil des Eies den Keimstreifen doppelt auf Schnitten. Die Mitteldarmanlage erfolgt nun am hinteren Theil des Keimstreifens, also an dem im Dotter gelegenen Ende desselben. Sie erfolgt zur selben Zeit wie am Vorderdarm, ist aber nicht so deutlich erkennbar wie dort, da das Bild durch die gleichzeitige Anlage der Malphigischen Gefässe etwas complicirt wird. Da ich zur Veranschaulichung dieser Verhältnisse eine ganze Serie von Zeichnungen durch die betreffende Stelle geben müsste, so habe ich, um Figuren zu sparen, darauf verzichtet. Die Darmanlage erfolgt in derselben Weise wie am Vorderdarm durch Vermehrung der Zellen der Enddarmwandung, und ist in diesem Stadium auch erst in den ersten Anfängen vorhanden als Zellhaufen, der vom Enddarm aus etwas in den Dotter hineinragt, ohne sich seitlich oder nach vorn ausgedehnt zu haben. Das Bauchmark stellt eine röhrenförmige Einstülpung dar, während sich jederseits desselben durch Wucherung der ectodermalen Wülste die Seitenstränge anlegen.

Betrachten wir nun die fernere Ausbildung der Mitteldarmanlage. Fig. 3 ist wieder ein Schnitt durch das hintere Ende des Vorderdarmes, von einem Stadium, welches ein wenig älter als das vorhergehende ist. Wir erblicken wieder das Ectoderm, welches seitlich je eine Ausstülpung, die Anlage des ersten Gliedmassenpaares, aufweist. In der Mittellinie des Bauches sehen wir die Einstülpung des Nervensystems ohne bis jetzt erfolgte Differenzirung der Seitenstränge, die am vorderen Eiende am spätesten auftritt. Die Zellen des Mesoderms liegen locker nebeneinander und haben sich durch gegenseitigen Druck nicht abgeplattet, wie es im ganzen Ei, mit Ausnahme des Kopfes der Fall ist. In der Mitte erblicken wir das hinterste Ende des Vorderdarmes, dessen Zellen sich in die der Darmwülste fortsetzen. Die Zellen des Mitteldarmes sind scharf gegen das Mesoderm abgesetzt. Die Mitteldarmanlage zeigt deutlich eine gleichmässige Ausdehnung in lateraler Richtung. Ein paar Schnitte weiter, Fig. 4, haben sich die Darmwülste noch mehr seitlich ausgedehnt, ein Verhalten, welches sich in den folgenden Schnitten immer mehr ausprägt, bis sie schliesslich in der Mitte ihre Verbindung lösen und seitlich sich dem Mesoderm anlegen, während der Dotter in die Lücke zwischen sie tritt. In den folgenden

Schnitten verlieren die Darmwülste an Grösse und verschwinden dann vollständig.

Im hinteren Ende des Eies ist gleichfalls eine weitere Ausbildung der Mitteldarmanlage eingetreten, indem dieselbe nach vorn gewachsen ist, sich seitlich ausgedehnt und dem Mesoderm angelegt hat. Wir treffen hier denselben Befund wie bei *Musca vomitoria*, indem nämlich die Darmwülste durch den Dotter hindurch nach dem auf der Bauchseite gelegenen Theil des Keimstreifens zu wachsen, bis sie schliesslich das Mesoderm der Ventralseite erreichen und sich den Segmentalhöhlen anlegen.

Die nächste nun sichtbar werdende Veränderung ist die, dass durch die stärkere Ausprägung der Segmentirung der Keimstreifen wieder ganz auf die Bauchseite zurückgezogen wird, und der After dadurch an das hinterste Ende des Eies rückt. In Gemeinschaft damit beginnen die Darmwülste nach der Eimitte hin zu wachsen und stellen je zwei den Segmentalhöhlen anliegende Zellstränge dar, die sich aber noch nicht bis zur Berührung genähert haben, sondern noch ungefähr $\frac{1}{4}$ der Eilänge Raum zwischen sich lassen.

Ein derartig weit entwickeltes Stadium wird Heider bei *Hydrophilus* gesehen haben, denn er beschreibt bei der Schilderung der Mitteldarmbildung, dass der Mitteldarm aus je zwei seitlichen Parthieen von vorn und hinten aus angelegt werde, die später erst durch Wachstum nach der Eimitte zu miteinander in Verbindung treten.

Gehen wir nun zur Betrachtung der Querschnitte aus diesem Stadium über.

Fig. 6 ist ein Schnitt, gelegt durch den Kopftheil des Embryo. Nach aussen erblicken wir das Ectoderm, welches auf der Bauchseite jederseits der Medianlinie eine Ausstülpung, die Anlage der Mundwerkzeuge, erkennen lässt, ausserdem je eine Einstülpung, die Anlage der Speicheldrüsen. Oberhalb dieser Einstülpung liegt je ein ovales Rohr, die quergeschnittenen Speicheldrüsen, deren Verbindung mit der Einstülpung in den vorhergehenden Schnitten deutlich sichtbar ist. In der Mittellinie des Bauches der tiefe Einschnitt ist die Mundeinstülpung, die ein paar Schnitte vorher sich in den Vorderdarm fortsetzt. Die Zellen des Mesoderms liegen locker aneinander, ein Verhalten, welches für den Kopftheil characteristisch ist. In der Mitte bemerken wir den Vorderdarm als dickwandiges Rohr von ovaler Gestalt, welches nach innen die Anlage des

Saugmagens sichtbar werden lässt, der als Ausstülpung vom Vorderdarm aus angelegt wird. Um den Vorderdarm herum haben sich die Zellen des Mesoderms gesetzmässig angeordnet zur Bildung der Muskulatur des Vorderdarmes. Nach dem Rücken zu setzt sich das Ectoderm fort in das Amnion, welches aus lang ausgezogenen spindelförmigen Zellen gebildet wird.

Ein paar Schnitte weiter nach hinten treffen wir das Ende des Vorderdarmes, der in diesem Stadium, ebenso wie der Enddarm, schon nach dem Dotter zu durchgebrochen ist. Dieser Vorgang tritt hier sehr früh ein, im Gegensatz zu *Musca*, bei der Vorder- und Enddarm erst nach fertiger Ausbildung des Mitteldarmes nach demselben durchbrechen.

An seinem hinteren Ende zeigt der Vorderdarm, ebenso wie der Enddarm in diesem Stadium, die Eigenthümlichkeit, dass die Wandung desselben nach der dem Dotter zugewendeten Seite immer dünner wird und sich in eine ganz feine Lage spindelförmiger Zellen auszieht, sodass es bei oberflächlicher Untersuchung den Anschein haben könnte, derselbe sei nach dem Dotter, also nach dem Rücken zu, geöffnet.

Die Darmwülste legen sich dem unteren Theil der Vorderdarmwandung an, haben sich aber seitlich beträchtlich ausgebreitet.

Fig. 7 ist ein Schnitt kurz hinter der Endigung des Vorderdarmes. Wir sehen, dass die Darmwülste sich seitlich ausgebreitet und in der Mitte getrennt haben. Sie zeigen das schon öfter besprochene charakteristische Aussehen und sind gegen das Mesoderm scharf abgesetzt, auch ist ihre Färbung dunkler, als die des Mesoderms. Das Nervensystem hat sich schärfer ausgebildet und lässt deutlich den mittleren eingestülpten Theil und die beiden Seitenstränge erkennen. Das Bild ist dasselbe, wie es auch Heider für *Hydrophilus* zeichnet.

In den folgenden Schnitten weichen die Darmwülste immer mehr von der Mittellinie zurück, indem sie dabei gleichzeitig sich verkürzen und an die Segmentalhöhlen anlegen. Fig. 8 zeigt einen Schnitt durch die Mitte der vorderen Hälfte, der uns diese Verhältnisse vor Augen führt. Wir bemerken aussen das Ectoderm, dessen Zellen, wie auch in den früheren Schnitten, nach dem Bauchmark zu an Grösse und Höhe abnehmen. Auf der Ventralseite ist ein Extremitätenpaar quer getroffen. Am Nervensystem sehen wir das erste Auftreten einer Quercommissur zwischen den Seitensträngen. Der Dotter reicht bis an das Bauchmark heran. Unterhalb des Ectoderms

liegt das Mesoderm, zusammengesetzt aus dicht aneinander liegenden Zellen. Seitlich am Rande des Mesoderms sind die Segmentalhöhlen sichtbar, deren nach dem Dotter zugewendete Seite in ein dickes Zellpolster, welches in den Dotter hineinragt, sich verlängert hat. Diesem Zellpolster aufsitzend finden wir die Darmwülste, die sich gegen das unterliegende Polster scharf absetzen. Die Zellen sind länglich geformt und enthalten einen ovalen Kern. Im Dotter einige Dotterzellen.

Einige Schnitte weiter nach hinten verschwinden die Darmwülste, und wir erhalten das in Fig. 9 gezeichnete Bild. Dasselbe bietet uns ausser dem Verschwinden der Darmwülste nichts Neues. Durch ungefähr 30 Schnitte erhalten wir mit geringen Abänderungen immer dasselbe Bild; dann treten die Darmwülste wieder auf, und die Schnitte zeigen dasselbe Aussehen wie Fig. 8.

Schreiten wir noch weiter nach dem hinteren Pol zu, so bemerken wir, dass die Darmwülste an Grösse zunehmen, sich dabei aber nur wenig seitlich, sondern mehr nach innen, also nach dem Dotter zu ausdehnen. Fig. 10 zeigt uns einen Schnitt, in welchem diese Wülste schon sehr weit nach innen reichen. Gleichzeitig damit sondert sich vom Mesoderm aus eine Zellenmasse, die den Theil des Dotters, der durch das Längenwachsthum der Darmwülste von der oberen Parthie des Dotters abgeschnürt wird, mit einer einfachen Lage von Zellen umgiebt. Dieser abgeschuürte Theil wird später vom Mesoderm vollständig verdrängt, ganz so wie bei *Musca*.

Oben zwischen den Darmwülsten bemerken wir ein paar einzelne Zellen, dies sind Zellen der Enddarmwandung. In den nächsten Schnitten sehen wir, dass die Zellen der Darmwülste sich direct an die Enddarmwandung anlegen und in deren Zellen fortsetzen. Gleich darauf verschwinden die Darmwülste. Fig. 12 zeigt uns die Anlage der Malphigischen Gefässe, die in Fig. 11 eben erst angedeutet ist, ganz klar. Dieselben entstehen, wie bei anderen Insecten auch, als Ausstülpungen des Enddarmes, und zwar hier bei *Melolontha* in der Zahl von je 3, also zusammen 6. Von den Darmwülsten sind bloss noch Reste bei *wd* vorhanden, die im nächsten Schnitt aber auch verschwinden. Etwas weiter nach dem hinteren Pol zu treffen wir, wie Fig. 13 zeigt, den Enddarm als starkes sechsseitiges Rohr, jede Ecke entsprechend der Anlage eines Malphigischen Gefässes. Die Malphigischen Gefässe selbst in

der Sechszahl ventralwärts vom Enddarm. Die abgeschnürte Dotterparthie zwischen Enddarm und Bauchmark ist viel kleiner geworden und verschwindet ein paar Schnitte weiter vollständig.

Die weitere Entwicklung besteht nun darin, dass die Darmwülste nach der Mitte des Eies hin noch weiter wachsen, bis sie sich schliesslich berühren und miteinander verschmelzen. Die Mitteldarmanlage stellt sich also in diesem Stadium dar, als ein jederseits der Segmentalhöhlen verlaufender Zellstrang, der vom Ende des Vorderdarmes bis zum Hinterdarm reicht, sich aber seitlich noch nicht ausgedehnt hat. Nun beginnen sich die Darmwülste nach der Ventralseite hin auszudehnen, während gleichzeitig das Ectoderm weiter nach dem Rücken hin wächst.

Fig. 14 ist ein Theil eines Schnittes durch dieses Stadium bei starker Vergrösserung. Wir sehen deutlich die Streckung der Darmwülste nach der Bauchseite, ohne dass eine Zellvermehrung nach dem Dotter zu eintritt. Die Zellen der Darmwülste zeigen deutlich das schon öfter besprochene charakteristische Aussehen. Hand in Hand mit der Streckung der Darmwülste geht die Streckung der unterliegenden Zelllage, aus der, wie deutlich zu ersehen ist, die Muscularis des Mitteldarmes sich bildet. Dieselbe lässt in diesem Stadium noch keine Sonderung in Ring- und Längsmuskulatur erkennen. Die Muscularis bildet sich, wie wir durch Vergleichung mit den Schnitten aus früheren Stadien ersehen, durch Streckung des den Segmentalhöhlen anliegenden Zellpolsters. Die Zellen des Mesoderms liegen nicht mehr so fest wie früher aneinander, sondern haben ihren Zusammenhang etwas gelockert.

Bei fortschreitender Entwicklung wächst das Ectoderm immer weiter nach dem Rücken zu, während sich in Gemeinschaft damit die Darmwülste nach der Ventralseite hin ausdehnen. Betrachten wir einen Schnitt durch die Mitte des Embryo aus diesem Stadium, wie ihn Fig. 15 darstellt. Was uns zuerst in die Augen fällt, ist das starke Wachsthum des Ectoderms nach dem Rücken zu, welches schon seitlich über die Mitte des Eies hinaus reicht. Auf der Mitte der Bauchseite liegt das Nervensystem, wohl differenzirt in eine mediane Einstülpung und die Seitenstränge, in denen man je einen Längsfasernervenstamm als hellen Fleck erkennen kann. Die Darmwülste mit ihrer Muscularis haben sich bedeutend in die Länge gestreckt, sich jedoch auf der Bauchseite noch nicht bis zur

Berührung genähert. Ein grosser Unterschied gegen früher ist das Auftreten der definitiven Leibeshöhle.

In Bezug auf die Bildung der Leibeshöhle bin ich anderer Ansicht als Heider¹⁾. Nach Heider soll die Bildung derselben zuerst auftreten durch Abhebung des Keimstreifens vom Dotter in einem Stadium, welches ungefähr dem von Fig. 8 bei mir entspricht; dann sollen die Segmentalhöhlen, oder wie Heider sie nennt, die Ursegmenthöhlen, nach diesem Hohlraum hin durchbrechen, um sich dann in einem späteren Stadium wieder zu schliessen, um in noch älteren Stadien sich abermals nach diesem Hohlraum zu öffnen. Ich muss nun bemerken, dass ich dieses Abheben des Keimstreifens vom Dotter für ein Kunstprodukt halte, hervorgerufen durch das Conserviren oder Schneiden. Während ein Theil meiner Präparate, bei gleicher Entwicklungsstufe, dieses Abheben des Keimstreifens deutlich zeigte, konnte man bei anderen Eiern davon keine Spur bemerken. Auch habe ich von dem Durchbrechen der Segmentalhöhlen nach dem Hohlraum und darauf erfolgendes Schliessen u. s. w. durchaus nichts bemerken können. Vielmehr ist der Vorgang nach meinen Untersuchungen folgender.

Zur Zeit, wenn die Darmwülste mit ihrer Muscularis sich zu strecken beginnen, vergrössert sich das Lumen der Segmentalhöhlen, indem die Begrenzungszellen derselben nach der Ventralseite zu auseinanderweichen, und sich die Muscularis etwas vom Mesoderm abzuheben beginnt. Die Anlage der definitiven Leibeshöhle geschieht also von der in Fig. 14 mit einem Kreuz bezeichneten Stelle aus, und hat zuerst die Gestalt eines spitzen Dreiecks, dessen Basis von der Segmentalhöhle eingenommen wird. Durch fortschreitende Abhebung der Muscularis vom Mesoderm vergrössert sich dann schliesslich der Hohlraum, bis wir das in Fig. 15 gezeichnete Bild erhalten.

Wie wir sehen, ist diese Art der Anlage der Leibeshöhle von der von Heider beschriebenen wesentlich verschieden. Die definitive Leibeshöhle nimmt also von den Segmentalhöhlen aus ihren Ursprung und entsteht einfach durch Spaltung des Mesoderms, denn wie oben beschrieben, legen sich ja die Segmentalhöhlen an durch Spaltung des Mesoderms, und da die Muscularis mesodermalen Ursprunges ist, ist auch die definitive Leibeshöhle entstanden durch eine

¹⁾ l. c.

Spaltung der Zelllagen des Mesoderms. Dieselben Vorgänge sind von mir ja auch für *Musca* beschrieben worden, bloss mit dem Unterschied, dass dort sich die Darmwülste nebst ihrer Muscularis vom Mesoderm abheben und der dadurch entstehende Hohlraum die Leibeshöhle darstellt, ohne dass ein vorbergehendes Auftreten von Segmentalhöhlen zur Beobachtung kam.

In Bezug auf die weitere Entwicklung des Mitteldarmes ist wenig mehr zu bemerken. Die Darmwülste wachsen nach der Ventralseite immer weiter, bis sie sich schliesslich berühren, während gleichzeitig das Ectoderm dorsalwärts sich ausdehnt. Endlich schliesst sich das Ectoderm auf dem Rücken und ebenso der Mitteldarm, der dann aus einer einfachen Lage cylindrischer Zellen besteht.

Die Anlage der Tracheen erfolgt in der von Kowalewsky ¹⁾ und Heider ²⁾ richtig beschriebenen Art und Weise durch taschenförmige Einstülpungen des Ectoderms in den einzelnen Segmenten, und zwar je 8 Einstülpungen in den Abdominalsegmenten und einer im Thorax, die auch als Stigmata persistiren.

Die Dotterzellen haben, und darin kann ich Heider's Angabe vollkommen bestätigen, am Aufbau des Embryos gar keinen Antheil. Einen Zerfall des Dotters in einzelne Ballen habe ich nur einmal an einem jungen Stadium aufgefunden, für gewöhnlich ist davon bei *Melolontha* nichts zu bemerken.

In Bezug auf das Nervensystem kann ich Hatschek's und Heider's Angaben bestätigen. Es entsteht aus den Seitensträngeu und dem vom Ectoderm aus eingestülpten Mitteltheil, aus dem sich die Quercommissuren bilden. Die Anlage des Gehirns habe ich nicht verfolgt.

Die Imaginalseiben für die Flügel werden in der Weise, wie es Weissmann beschreibt, angelegt und zwar sehr früh, sofort nachdem sich der Mitteldarm fertig ausgebildet hat.

In Bezug auf die Geschlechtsorgane kann ich bemerken, dass dieselben sehr früh angelegt werden und zwar zu der Zeit, wo die Darmwülste sich am Bauch zu schliessen beginnen und die Leibeshöhle sich fertig gebildet hat. Sie werden vom Mesoderm aus

¹⁾ l. c.

²⁾ l. c.

gebildet und liegen am hinteren Ende des Eies als ein Paar birnförmiger Gebilde, umgeben von einer starken, ringförmigen Zellennasse mit grossen Kernen. Aufzufinden sind sie sehr leicht, da sie stets am Schlusse der letzten Segmentalhöhle, derselben angelagert, sichtbar sind. Aus Mangel an Zeit kann ich leider darauf nicht näher eingehen, vielleicht komme ich später einmal darauf zurück. Später rücken sie etwas nach dem Rücken hinauf und liegen rechts und links vom Rückengefäss.

Wir haben nun aus vorliegender Arbeit ersehen, dass in der Bildung des Mitteldarmes bei *Melolontha* und *Musca* vollständige Uebereinstimmung herrscht. Es liegt mir fern, daraus irgend welche Verallgemeinerungen ableiten zu wollen, jedoch möchte ich zu bedenken geben, ob nicht auch bei anderen Insectenklassen die Bildung des Mitteldarmes einen ähnlichen Verlauf nehmen könnte.

Bei *Lepidopteren* beschreibt Hatschek das Entoderm als Zellmasse von ganz geringer Ausdehnung, die auf den vordersten Theil des Keimstreifens beschränkt ist. Seine Entodermzellen, seine Anlage des Mitteldarmes, legen sich dem Oesophagus dicht an. Er hat diese Verhältnisse nicht näher untersucht; es wäre ja möglich, dass ihm die Anlage im hinteren Theil des Eies entgangen ist, und die Ectodermzellen einen ähnlichen Ursprung wie bei *Melolontha* und *Musca* nehmen.

Kowalewsky¹⁾ und Grassi²⁾ beschreiben für *Apis* die Anlage des Mitteldarmes auch als vom vorderen und hinteren Pol aus ihren Ursprung nehmend.

Cholodkowsky³⁾ gibt in seiner vorläufigen Mittheilung im Zool. Anzeiger ein Querschnitt durch ein Ei von *Blatta*, welches ungefähr dasselbe Bild wie bei *Melolontha* aus dem entsprechenden Stadium darbietet; sein Entoderm oder die Mitteldarmanlage zeigt denselben Anblick, wie bei dem Maikäfer. Entstehen soll das Entoderm durch seitliche Abspaltung vom Mesoderm aus.

Ich möchte nun vermuthen, dass auch hier die Mitteldarmanlage aus einer vorderen und hinteren Parthie ihren Ursprung

¹⁾ l. c.

²⁾ Grassi, B: Interno allo sviluppo delle Api nell'nove in: Atti. Loc. Acad. Given. Scienz. Nat. Catania, Vol. 18, ser. 3.

³⁾ Cholodkowsky: Ueber die Bildung des Entoderms bei *Blatta germanica*, in: Zool. Anz. 1888, No. 275.

nehmen und sich in Bezug auf die erste Anlage in Uebereinstimmung mit meinen Ergebnissen erweisen könnte.

Wesshalb bei Insecten die Streitfrage über die erste Anlage des Mitteldarmes noch nicht erledigt ist, dürfte vielleicht seine Ursache in den grossen Schwierigkeiten haben, mit denen es verknüpft ist, diese erste Anlage zu Gesicht zu bekommen. Ich habe unter 35 Eiern, die ich von dem Stadium, in welchem die Bildung des Mitteldarmes eben begonnen hatte, geschnitten habe, nur drei gefunden, in welchem die erste Anlage des Mitteldarmes am Vorder- und Enddarm sichtbar war, stets war die Mitteldarmanlage schon weiter entwickelt und reichte eine Strecke weit nach der Mitte, und bloss diese erste Anlage kann Aufschluss über den Ursprung der Mitteldarmzellen geben. Es folgt, wie es scheint, die erste Anlage des Mitteldarmes und die Ausbildung der Darmwülste sehr rasch aufeinander und ist vielleicht aus diesem Grunde bis jetzt den betreffenden Autoren entgangen.

Jedenfalls ist die Frage nach der Anlage des Mitteldarmes einer erneuten Untersuchung werth, und werde ich, sowie mir Material und Zeit zur Verfügung steht, diese Verhältnisse bei *Blatta* untersuchen.

Würzburg, den 2. October 1888.

Figuren-Erklärung.

Tafel V.

Ueberall bedeutet:

<i>ec</i> = Ectoderm.	<i>en</i> = Entoderm.
<i>m</i> = Mesoderm.	<i>vd</i> = Vorderdarm.
<i>md</i> = Mitteldarm.	<i>ed</i> = Enddarm.
<i>dw</i> = Darmwülste.	<i>dz</i> = Dotterzellen.

- Fig. 1. Querschnitt durch das hintere Ende des Vorderdarmes. Oberhalb des Vorderdarmes erkennen wir die Mitteldarmanlage *md* als Wucherung der Vorderdarmwandung.
- „ 2. Schnitt durch das blinde Ende des Vorderdarmes desselben Stadiums wie Fig. 1. Bei *md* die Mitteldarmanlage, die im nächsten Schnitt verschwindet.
- „ 3, 4 u. 5. Ein etwas älteres Stadium.
- „ 3. Schnitt durch das hintere Ende des Vorderdarmes. Das blinde Ende des Vorderdarmes geht in die Darmwülste über, die gegen das Mesoderm scharf abgesetzt sind.
- n* = erste Anlage des Bauchmarkes.
p = Anlage des ersten Extremitätenpaares. Das Ectoderm setzt sich nach oben in das Amnion fort. Im Dotter einige Dotterzellen.
- „ 4. Der darauffolgende Schnitt. Die Darmwülste breiten sich seitlich aus.
- „ 5. Ein paar Schnitte weiter. Die Darmwülste haben sich seitlich noch weiter ausgedehnt und in der Mitte voneinander getrennt. Am Nervensystem lässt sich der Mitteltheil als Einstülpung und die Anlage der Seitenstränge unterscheiden.
- „ 6, 7, 8 u. 9. Schnitte aus einem etwas älteren Stadium.
- „ 6. Querschnitt durch den Kopftheil.
- sp* = Speicheldrüsen. *sm* = Saugmagen.
sp = Ausmündung der Speicheldrüsen. *mc* = Anlage der Muskulatur des Vorderdarmes.
- „ 7. Querschnitt kurz hinter dem blinden Ende des Vorderdarmes. Die Darmwülste sind in der Mitte getrennt und haben sich seitwärts dem Mesoderm angelegt. Das Nervensystem zeigt den Mitteltheil und die beiden Seitenstränge *s*.
- „ 8. Querschnitt durch das Ei kurz vor dem Aufhören der Darmwülste.
- sh* = Segmentalhöhlen.
mc = Die der Segmentalhöhle anliegende Muscularis des Mitteldarmes. Nervensystem lässt eine Quercommissur erkennen.

- Fig. 10. Querschnitt durch dasselbe Ei, ein paar Schnitte weiter nach hinten die Darmwülste sind verschwunden.
- „ 11. Schnitt durch das hintere Ende desselben Eies. Die Darmwülste reichen bis weit in den Dotter hinein und schnüren ventralwärts eine Dotterparthie ab, die von Mesodermzellen eingeschlossen ist. Oben zwischen den Darmwülsten die letzten Zellen des Enddarmes.
- „ 11. Zwei Schnitte weiter nach hinten. Enddarm mit weitem Lumen erkennbar, zieht sich nach oben in eine Lage spindelförmiger Zellen aus. Darmwülste gehen in die Wandung des Enddarmes über, Enddarm zeigt beginnende Anlage der Malphigischen Gefäße.
- „ 12. Anlage der Malphigischen Gefäße, deutlich erkennbar als Ausstülpungen des Enddarmes; Darmwülste bis auf ein Rudiment verschwunden. Nervensystem lässt quergeschnittene Längsnervenfaserstränge erkennen als helle Flecke in den Seitensträngen.
- „ 13. Dasselbe Ei ein paar Schnitte weiter nach hinten. Enddarm als starkwandiges sechseckiges Rohr sichtbar, seitlich von demselben die sechs Malphigischen Gefäße.
- „ 14. Ein etwas älteres Stadium. Vergr. ²⁰⁰/₁. Darmwülste und Muscularis strecken sich. Muscularis noch nicht differenziert in Ring- und Längsmuskulatur.
- „ 15. Querschnitt durch die Mitte eines etwas älteren Eies. Leibeshöhle fertig gebildet durch Spaltung des Mesoderms bei + in Fig. 14.
mph = Malphigische Gefäße. *Lh* = Leibeshöhle.
-

Fig. 3

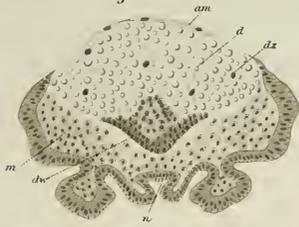


Fig. 2

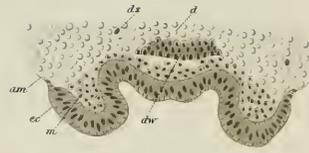


Fig. 10

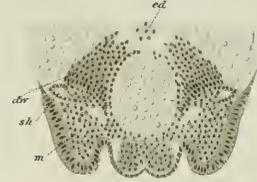


Fig. 13

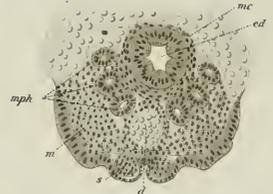


Fig. 4

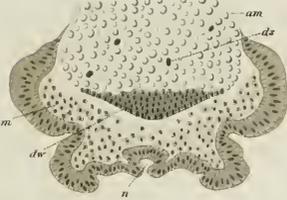


Fig. 7

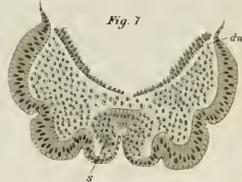


Fig. 11

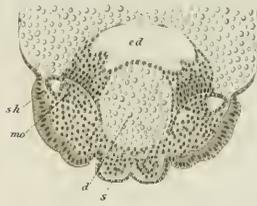


Fig. 14

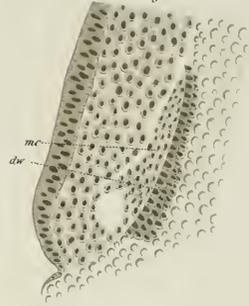


Fig. 5

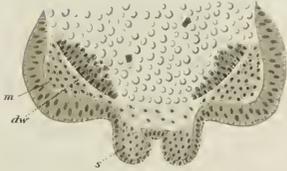


Fig. 8

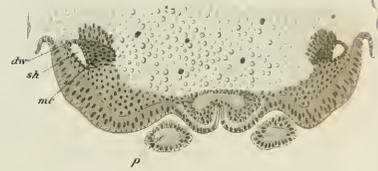


Fig. 12

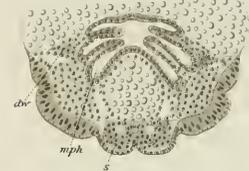


Fig. 9



Fig. 1

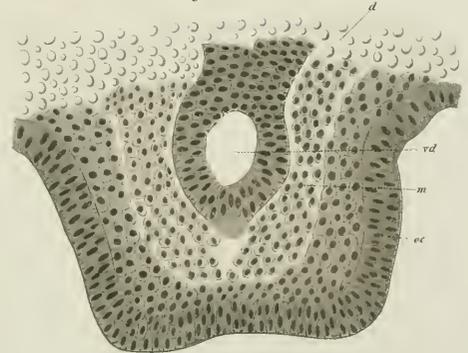


Fig. 15

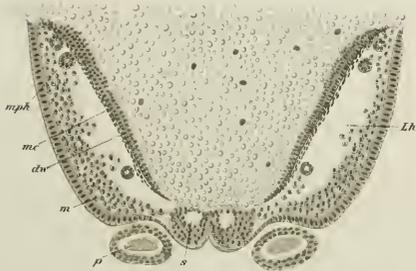
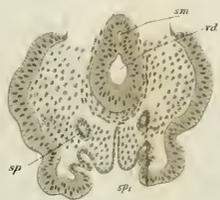


Fig. 6



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Arbeiten aus dem Zoologisch-Zoatomischen Institut in Würzburg](#)

Jahr/Year: 1889

Band/Volume: [9](#)

Autor(en)/Author(s): Voeltzkow Alfred

Artikel/Article: [Melolontha vulgaris. Ein Beitrag zur Entwicklung im Ei bei Insecten. 49-64](#)