Die Entwicklung der Mauerbiene (*Chalicodoma muraria* Fabr.) im Ei.

Von

Justus Carrière, Strassburg i. E.

Hierzu Tafel VIII.

Die Form des wasserhellen, durchsichtigen Eies von *Chalicodoma* ist cylindrisch, sehr schwach nach einer Seite gekrümmt (wurstförmig); die verschiedenen Seiten stehen derart in bestimmter Beziehung zu dem Embryo, dass auf der convexen Seite die Anlage desselben erfolgt, die concave Seite die Rückenseite, die beiden anderen folglich die rechte und linke Seite des Embryo bilden. Mit der concaven Seite liegt das Ei auf dem Honig, so dass bis zu dem Verlassen des Eies die Bauchseite des Embryo seine Oberseite darstellt; nach dem Ausschlüpfen nimmt er die normale Lage ein. In dünneren Flüssigkeiten legen sich die Eier natürlicher Weise auf die convexe Seite, auf Wasser schwimmen sie, da es die Eihaut nicht benetzt, und sinken, erst wenn sie gewaltsam untergetaucht worden sind, auf den Grund.

Für die Untersuchung der Entwicklung ist das Ei von *Chalicodoma* ganz besonders — abgesehen von seiner Durchsichtigkeit — dadurch geeignet, dass der ganze Entwicklungsvorgang sich regelmässig auf der künftigen Ventralseite vollzieht, und der Embryo sich nie am Hinter- und nur ausnahmsweise einmal am Vorderende nach der Rückenseite biegt.

In der Embryonalentwicklung lassen sich, soweit sie im Ei vor sich geht, leicht mehrere grosse Perioden unterscheiden, deren erste mit der Bildung der Keimhaut abschliesst, deren zweite die Veränderungen vom ersten Beginn der Keimblätterbildung bis zum völligen Verschluss des Embryo und dessen regelmässiger Segmentirung umfasst, während die dritte mit dem Hervortreten

der Kieferanlagen beginnt und mit der Ausbildung des Afters endigt, die vierte den Rest der Entwicklung innerhalb des Eies, die Reifung der vorher angelegten Organe umschliesst.

Die dritte Periode gliedert sich in eine ganze Anzahl von Unterabtheilungen, die jedoch keine schärfere Abgrenzung zulassen, da je nach der Zeit der Eiablage und der Witterung die Entwicklung des ganzen Embryo und einzelner Organgruppen vorseilt oder zurückbleibt. So verzögert sich z. B. manchmal der Verschluss der Bauchseite am Hinterende, während der Embryo im Uebrigen nicht nur regelmässig segmentirt ist, sondern sich schon die Segmente der Mundwerkzeuge von den übrigen deutlich unterscheiden, oder es treten ausnahmsweise die Stigmen auf noch ehe sich die Anlage der Hinterkiefer erkennen lässt u. s. w.

Die erste grössere Bewegung nach der Bildung des Blastodermes besteht darin, dass dieses anfängt auf der künftigen Bauchseite zu wuchern und sich zu einem kleinkernigen mehrschichtigen Epithel umzubilden, während die Rückenseite von grosskernigen, dickplattenförmigen Zellen gebildet wird. Die Umwandlung der grossen Blastodermzellen in die kleinen geht so vor sich, dass jede Zelle selbstständig einen sich immer weiter ausdehnenden Kreis von kleinen Zellen erzeugt, bis die äussersten Kreise der Abkömmlinge jeder Blastodermzelle sich berühren, so dass lauter zusammenstossende Rosetten mit dickeren Centren entstehen. Im weiteren Verlaufe wird der mittlere Theil der Bauchseite namentlich gegen das Hinterende zu immer dicker, mehrschichtig, stellenweise manchmal bis zu ca. 6 Lagen kugelliger Zellen, woran sich beiderseits ein einschichtiges Epithel aus dicken und hohen Cylinderzellen anschliesst, welches nach der Rückenseite zu in kleiner werdende kugelige Zellen übergeht, während der mittlere Theil derselben von weit auseinanderstehenden, grossen, flachen Zellen bedeckt ist. An der Grenze des Cylinderepithels und der dicken Mittelplatte treten die zwei nach dem Hinterende des Eies zu divergirenden Furchen auf, deren äusserer Rand zu einer Falte erhoben und gegen wie über den Rand der Mittelplatte geneigt ist (sogenannte Gastrulation). Die Mittelplatte verdünnt sich wie erwähnt von hinten nach vorne zu, und zeigt ausserdem eine Segmentirung durch abwechselnd dünnere und dickere Querstreifen. Die Falten, welche sich in der Richtung von vorne nach hinten erheben und verlängern, bieten zusammen mit der Mittelplatte un-

gefähr das Bild eines sehr langgestreckten Trapezes, dessen Basis nahe dem Hinterende des Eies liegt.

Im Laufe der weiteren Entwicklung überwachsen die Seitentheile die Mittelplatte bis zu ihrer Berührung und Verschmelzung in der Medianlinie, ohne dabei den Zusammenhang mit derselben zu verlieren. Es ist also die Ueberwachsung mit einer Einstülpung verbunden, und die medianen Theile der Seitenplatten gelangen dabei unter die Oberfläche, wo sie sich sofort in kugelige Zellen, denen der Mittelplatte gleich, umwandeln. Die Rückenseite des Eies wird während dieses Vorganges ganz von Blastoderm entblöst. Bei dieser Ueberwachsung wird die Mittelplatte nicht wie bei *Hydrophilus* zu einem Rohre eingerollt, sondern bleibt eben bez. leicht nach aussen gewölbt wie zuvor. An dem seitlichen Umbiegungsrand verschmelzen die beiden hiebei vorübergehend entstehenden Blätter nicht, sondern es bleibt hier ein Spalt (sog. Urhöhle), der anfangs auch eine deutliche, schlitzförmige Verbindung nach aussen besitzt; sehr bald aber lagern sich die oberen Zellen so dicht an die der ursprünglichen Mittelplatte, dass mit Ausnahme des bleibenden Seitenspaltes (Urhöhle) keine Grenze und auch keine Verschiedenheit in der ganzen Dicke der Mittelplatte besteht.

An dem vorderen, schmalsten Theile der Mittelplatte nähern sich die Seitenplatten einander zuerst auf eine längere Strecke, gegen das Hinterende zu geht die Ueberwachsung viel langsamer; da nun im vorderen wie im hinteren Theile die beiden Faltenränder fast parallel zu einander liegen, bieten beide zusammen ein Bild, welches am besten dem Längsschnitt durch eine kleine, langhalsige Flasche zu vergleichen ist. Was die Bedeutung der Seitenplatten und der Mittelplatte für den Aufbau des Embryo anbelangt, so liefern die Seitenplatten das Ectoderm bez. Epithel der Bauchseite des Embryo, sowie die Stigmen, Tracheen und Speicheldrüsen, die Ganglienkeite einschliesslich des Unterschlundganglions und von den inneren Skelettheilen des Kopfes die Ansatzspangen der Kiefermuskeln und das Tentorium. Von ihrem Seiten- und Vorderrande, später auch von ihrem Hinterrande aus setzt sich die Umwandlung des Blastoderms im Ectoderm bez. Cylinderepithel zunächst auf der convexen, allmählich auf den übrigen Seiten des Eies fort. Aus der Mittelplatte gehen das Rückengefäss, die Blutzellen, die Geschlechtsorgane, alle Muskeln

und die Muskelwand des Mitteldarmes, der Fettkörper sowie die sonstigen mesodermalen Bildungen hervor, sie ist also rein als Mesoderm zu bezeichnen.

Sowie die Falten sich in ihrer ganzen Länge erhoben haben, verlaufen sie weder am Vorder- noch am Hinterende allmählich in das Blastoderm, so dass zwar nicht der Embryo, wohl aber die Anlage des Mesoderms genau begrenzt ist.

Während der Umwachsung beginnt auch die Segmentirung der Seitenplatten, zunächst noch in ziemlich unregelmässiger Weise. Wie schon bekannt, tritt die Anlage des Mitteldarmepithels, (Ento- bez. Enteroderms) bei den Insecten vom vorderen und hinteren Ende des Embryo her auf, doch konnte in keinem Falle bisher der genaue Verlauf dieser Bildung unzweifelhaft deutlich gesehen und beschrieben werden; durch die räumlichen Beziehungen der Entodermanlage zu anderen Organanlagen wurde das Bild mehr oder weniger verdunkelt und Täuschungen geradezu bedingt. Bei *Chalicodoma* dagegen gestattet einerseits die Durchsichtigkeit des Embryo bez. des Dotters, andererseits die Anlage und das Wachsthum der Entodermkeime ausserhalb der anderen Blätter einen ganz freien Einblick in diese Vorgänge und Schnitte bieten lediglich eine Bestätigung dessen, was man der Hauptsache nach an dem unversehrten, gefärbten Embryo sehen kann.

Bei dem Uebergang aus der Trapez- in die Flaschenform findet sich zuerst am Vorderende des Embryo in der Mittellinie, vor der von den Seitenfalten begrenzten Mittelplatte eine scharf umschriebene, länglich elliptische Verdickung und kurz darauf bemerkt man eine ähnliche, grössere, querelliptische Verdickung am Hinterende, welche zum grössten Theile ausserhalb (hinter) der Mittelplatte und den Furchen gelegen sich noch etwas zwischen letztere nach vorne erstreckt.

Die beiden Verdickungen, deren vordere sich bald vorne und an den Seiten scharf begrenzt etwas über die Oberfläche erhebt, sind der vordere und hintere Enterodermkeim, die selbstständig aus dem ausserhalb des Bereiches der Mesodermanlage (Mittelplatte) gelegenen Blastoderm entstehen. Die Oberfläche der Verdickungen hängt als Blastoderm natürlich anfangs mit dem noch unveränderten Blastoderm der offenen Mittelplatte zusammen; sie wird aber bei der weiteren Entwicklung nicht wie diese in

die Tiefe versenkt, sondern bleibt oberflächlich und wandelt sich direct in Ectoderm um, welches sich an das Ectoderm der Seitenplatten anschliesst. Soweit der hintere Entodermkeim im Bereiche der Falten liegt, löst sich bei der hier erst ziemlich spät erfolgenden Ueberwachsung der Mittelplatte das mesodermgebende Blastoderm von dem zu dem hinteren Entodermkeim gehörigen Blastoderm beiderseits in der Richtung von aussen nach innen (medianwärts) ab; so lange am Hinterende noch ein Spalt offen, besteht also eine Blastodermbrücke zwischen dem Mesoderm und dem hinteren Entodermkeim, mit dem völligen Verschluss des Hinterendes ist auch diese letzte mediane Verbindung gelöst. Der vordere Entodermkeim, anfangs vor den Falten gelegen, schiebt sich bald mit seinem Hinterrande etwas zwischen diese und unter die Mittelplatte. Von Anfang an unterscheiden sich die Entodermkeime durch die bedeutendere Grösse ihrer Zellen und ihr Aussehen von dem Mesodermkeim (Mittelplatte), ein Unterschied, welcher bis in die spätesten Zeiten der Entwicklung bestehen bleibt.

An beiden Entodermkeimstellen gelangen von einer relativ kleinen Stelle aus grosse Mengen von Blastodermzellen unter die Oberfläche, hinten jedoch in viel bedeutenderer Anzahl als vorne. Dabei findet, wie schon Grassi erkannte, keine Einsenkung oder Ueberwachsung statt, sondern eine Einwanderung einzelner von der Oberfläche abgestossener Zellen in die Tiefe unter gleichzeitigem Zurückweichen des Dotters, und zwar anfangs von der ganzen Fläche, später nur noch längs des mittelsten Abschnittes. So bilden sich zwei grosse, fast halbkugelige Haufen loser, kugelliger Zellen, zunächst noch mit der Oberfläche eine zusammenhängende Masse; gegen Ende des Prozesses trennt sich der Zellhaufen von der obersten Schicht, welche sich gleichmässig von beiden Seiten her in Cylinderepithel (Ectoderm) umwandelt; mit dem Zusammentreffen der Ectodermbildung in der Mitte wird auch hier die Zellwucherung beendet.

Die jetzt der Hauptsache nach zwischen dem Dotter und dem Ectoderm bez. Blastoderm eingeschlossenen Keimhaufen verbreitern sich dann in bestimmter Weise und unter Bewahrung bestimmter Umrisse. Zunächst ziehen sie sich in geringem Maasse über den betreffenden Dotterpol, dehnen sich etwas nach hinten bez. vorne aus und am stärksten beiderseits des Embryo in einer dicken, nach dem entgegengesetzten Pole gerichteten und zum

Theile ausserhalb des hohen Ectoderms gelegenen Platte. Der vordere Entodermkeim, an Masse geringer, kann seine Zellen nach hinten nur bis zum Ende des Brustabschnittes entsenden; der hintere, welcher schliesslich als gleichartige Masse grosser Zellen das Hinterende zum grossen Theile erfüllt, treibt seine Zellen ebenfalls sozusagen ausserhalb des Embryo d. h. beiderseits ausserhalb des hochzelligen Ectoderms und des Mesoderms zwischen dem Dotter und dem plattenförmigen Ectoderm (siehe p. 161) als zwei dicke Platten vor. So entsteht zu einer gewissen Zeit die neuerdings auch von Heider beobachtete aber ihrem Ursprunge nach missverständene Hufeisenform des vorderen und hinteren Entodermkeimes.

Bei dem weiteren Wachsthum treffen die immer dünner, schliesslich mit Ausnahme der ventralen Kante einschichtig gewordenen Entoderm-Platten beiderseits in der Gegend des 3. Brustsegmentes zusammen, und bedecken nun die beiden Pole und die Seiten des Dotters, während sie die Bauch- und Rückenseite desselben noch frei lassen.

Die Bewegung des hinteren Entodermkeimes nach vorne geht sehr langsam vor sich, denn seine Platten erreichen das 3. Brustsegment erst wenn der Embryo weit entwickelt ist, wenn die Stigmen eng geworden, die Kiefer als kleine Zäpfchen hervortreten und der After gebildet ist. Wie erwähnt ist jede Verbindung oder Beziehung zwischen den Entodermkeimen und dem Mesoderm ausgeschlossen; noch zur Zeit der Stigmenanlage ist z. B. der mediale Hinterrand des vorderen Entodermkeimes von dem Vorder- rand des Mesoderms auch räumlich durch eine kurze, zellenlose Strecke getrennt.

Es muss noch erwähnt werden, dass nicht alle sog. Dotterzellen bei der Bildung des Blastoderms an die Oberfläche treten; ein grosser Theil bleibt im Dotter zurück; die klaren Verhältnisse bei *Chalicodoma* gestatten mit Bestimmtheit auszusprechen, dass später weder eine Einwanderung von Dotterzellen in das einmal gebildete Blastoderm, oder in das Meso- oder Entoderm, noch umgekehrt eine Rückwanderung von Zellen dieser Blätter in den Dotter stattfindet.

Die beiden Längsfurchen der Mesoderm-(„Gastrula“-)Einstülpung erstrecken sich nach vorne bis an die Gegend des späteren Vorderkiefersegmentes, hinten bis in das 10. Hinterleibssegment. Da die „Urhöhlen“ oder „Ursegmenthöhlen“ nun nichts anderes

sind als die erst spaltförmigen, später erweiterten überwachsenen Furchen, so ist mit der Ausdehnung derselben auch die ursprüngliche der Urhöhlen gegeben. Wenn das Mesoderm sich in Segmente gliedert, werden auch die Urhöhlenschläuche in einzelne Kammern zerlegt. Sehr frühzeitig tritt eine Verschiedenheit der dorsalen und ventralen Wand dieser Schläuche dadurch auf, dass die Zellen der inneren (dorsalen) Wand grösser und epithelial werden.

Von den nach Schluss der Ventralseite und vollständiger Segmentirung des Embryo auftretenden äusserlichen Neubildungen und Veränderungen müssen der Zeitfolge nach zunächst diejenigen betrachtet werden, welche zur Bildung des Schlundes, der Oberlippe und des Mundes führen, sowie diejenigen, welche mit der Bildung der Malpighischen Gefässe und des Afters verknüpft sind.

Vorderende. Schon vor dem vollständigen Verschlusse des Embryo auf der Ventralseite tritt über dem vorderen Entodermkeime eine schmale, zunächst sehr langgezogene Einsenkung auf, deren Hinterende in die mediane Keimstelle fällt und hier noch ziemlich lange mit diesem Entodermkeim in Verbindung ist. Sie kommt dadurch zu Stande, dass gleichzeitig von beiden Seiten her das Blastoderm über dem V. E. K. durch Uebergang in ein sehr hohes Cylinderepithel sich verdickt; diese Verdickungen schreiten gleichmässig aber in der Mitte langsamer medianwärts fort und erzeugen so mit ihrem inneren Rande auf dem Oberflächenbild den Eindruck zweier bogenförmiger Längsfalten. In der Mitte kommen sie nicht zur Vereinigung und ihr nach dieser zu abfallender gewulsteter Rand bildet die Grenze einer Furche, deren noch aus Blastoderm bestehender Boden sich gleichzeitig an der Keimstelle etwas einsenkt, und welche auf diese Weise noch stärker vertieft wird.

Vor dem Vorderkiefersegment, welches die vordere Grenze des Rumpfes gegen das Kopfsegment bezeichnet, erheben sich, sowie der Verschluss der Bauchseite beginnt, mehrere verdickte Quer-Falten, ähnlich den Rumpfsegmenten, aber schmaler¹⁾. Die dem Vorderkiefersegment nächstliegende, diesem an Breite aber nicht an Tiefe²⁾ gleichkommende ist das schon mehrfach beobach-

1) vergl. hierzu auch pg. 162.

2) in der Richtung der Längsachse des Embryo.

tete Vorkiefersegment (transitor. Segment), vor welchem sich eine kürzere Falte als Antennenanlage zeigt.

Fast gleichzeitig erhebt sich vor dem medianen Spalte (Delle) über dem V. E. K. eine bogenförmig nach vorne gekrümmte Querspalte, deren beide Enden nach hinten wachsend die jetzt sich verkürzende und vorne verbreiternde mediane Einsenkung seitlich begrenzen. Der Vorderrand der Falte, welcher über den der Einsenkung rückt, liegt frei und hoch über der Oberfläche, die Seitenränder verstreichen nach hinten. Diese unpaare Falte erscheint als erste Anlage des Schlundrohres, welches sich später an der Stelle der medianen Delle in die Tiefe senkt.

Zu beiden Seiten und vor der medianen Querspalte (Schlundspalte) treten je eine isolirte Querspalte auf, die paarige Anlage der Oberlippe; jede dieser Oberlippenfalten erhebt sich, eine rechteckige Form annehmend, über die Oberfläche und nähert sich allmählich der Mittellinie. Zur Zeit, zu welcher die Stigmen aus der Form unregelmässiger dreiseitiger Oeffnungen in die kleiner Spalten übergehen, verschmelzen die Oberlippenhälften an der Basis und bilden von da an eine breite und hohe, in der Mitte tief ausgeschnittene Falte; sehr allmählich nur verwächst der Ausschnitt, seine letzte Spur verschwindet erst gegen Ende des Aufenthaltes im Ei, wenn die Oberlippe sich fast im rechten Winkel nach der Bauchseite biegt und über die Mundöffnung legt.

Während der Wall um die mediane Delle auch nach hinten zu sich schliesst tritt eine neue Veränderung in der Form der jetzt als Vorderarmeinsenkung zu bezeichnenden Oeffnung auf: dieselbe wird in ihrem tieferen Abschnitte jetzt hinten abgerundet und nach vorne spitz ausgezogen. Diese mediane Ausstülpung der vorderen Schlundwand ist die Anlage des dorsalen Schlundnervensystemes. Die Umbildung in den Kiefersegmenten beginnt damit, dass das 1. und 2. Kiefersegment (Vorder- und Mittelkiefer) sich durch Verschmälerung und Verkürzung von dem sonst gleichmässig segmentirten Körper deutlich abheben (nur darin zeigt die Segmentirung eine Ungleichmässigkeit, dass das 3. Kiefersegment (Hinterkiefer) immer mit dem 1. Brustsegment zu einem breiten Doppelsegment verschmolzen ist). Das Vorderkiefersegment ist breiter und tiefer als das Mittelkiefersegment und zu dieser Zeit wird dicht hinter seinem Vorderrande ungefähr in der Mitte eine kleine quer elliptische Einsenkung deutlich, sowie

schon etwas früher eine grössere umwulstete derartige Einsenkung in dem Hinterkiefer-Brustsegment. Während sich die Segmente verschmälern und dementsprechend die Zwischenräume sich verbreitern, tritt an ihrem medianen Ende eine Verdickung hervor (Primitivwulst od. Ganglienanlage) und erst an dem Hinterrande des Vorder- und Mittelkiefer-, gleich darauf auch an dem des Hinterkiefersegmentes ein länglicher, etwas nach hinten geneigter Wulst (Kieferanlage). Damit ist auch die Trennung des Hinterkiefer- und 1. Brustsegmentes erfolgt.

Unmittelbar nach diesen Vorgängen, manchmal gleichzeitig mit ihnen treten die Anlagen der bleibenden Stigmen und Tracheen auf, grenzen sich die Kieferanlagen deutlicher ab und erheben sich die Anlagen der Brustbeine. In der grossen Mehrzahl der Fälle folgen sich die Organe zeitlich in der hier eingehaltenen Reihenfolge, selten erscheinen die Beinanlagen vor den Stigmen oder diese vor den Mundwerkzeugen.

Stigmen. Jedem der drei Kiefersegmente, jedem Brustsegment und den ersten acht Hinterleibsegmenten gehört eine Stigmenanlage an, von denen aber nur die des 2. und 3. Brustabschnittes und die des Hinterleibes zu den endgültigen Stigmen sich entwickeln, die übrigen andere Leistungen übernehmen. Bezeichnend für alle Stigmenanlagen ist ihr Verhältniss zu dem Segment und dessen Bauchanhang; immer liegen sie soweit nach vorne, das der Vorderrand des Stigma und des Segmentes zusammenfallen und zugleich seitwärts aussen von dem Bauchanhang des Segmentes; letztere Regel erleidet nur eine scheinbare Ausnahme, welche aber durch die veränderte Lage der betreffenden Extremität (Vorderkiefer) bedingt wird.

Diese 14 Stigmenanlagen treten nicht gleichzeitig auf, sondern zuerst wird die des 1. Brustsegmentes, etwas hinter der Mitte des Doppelsegmentes gelegen, sichtbar. Sie ist von der Zeit an, zu welcher die Segmentirung des Embryo gleichmässig wird, zu erkennen, zuerst als eine Einsenkung mit unregelmässiger Oeffnung, deren Vorderrand anscheinend die Grenze der sonst nicht getrennten Segmente bildet und welche sich bis nahe an den Aussenrand des Segmentes erstreckt. Sehr bald wird sie enger begrenzt und regelmässig gestaltet und behält längere Zeit die Form einer quer elliptischen, gleichmässig weiten Oeffnung mit verdicktem Rande, von beiden Seiten des Segmentes ungefähr gleich weit entfernt.

Die kleinere elliptische Einsenkung hinter dem Vorderrande des Vorderkiefers., welche, ohne verdickten Rand, ungefähr gleichzeitig mit der des 1. Brustsegmentes sichtbar wird, erscheint als die vorderste, 1. Stigmenanlage. Erst etwas später werden die Stigmenanlagen des Mittel- und Hinterkiefersegmentes (2 u. 3) deutlich.

Sowie bei dem Auftreten der Hinterkieferanlage dieses sehr schlanke Kiefersegment sich von dem Brustsegment trennt, wird deutlich, dass (wie oben vorweggenommen) die 4. Stigmenanlage zu dem 1. Brustsegment gehört. Das wird auch nach dem Auftreten der übrigen Stigmenanlagen und der Brustbeine durch die übereinstimmende Beziehung seiner Lage zu der Beinanlage des 1. Brustsegmentes und zu den übrigen Stigmen noch zweifellos bestätigt.

Zunächst liegt es unverändert am Vorderrande des 1. Brustsegmentes, nur wird sein Vorderrand etwas von dem sich erhebenden Hinterkieferwulst überdeckt. Dann rückt es — in derselben Weise wie das später die übrigen Stigmen des Thorax durchmachen — in den Intersegmentalraum und an den Hinterrand des Hinterkiefersegmentes. In dem Maasse, wie dann der Hinterkiefer aus seinem Segmente sich erhebt, wird der mediane (innere) Theil des ersten Bruststigma nach vorwärts an die innere Basis des Hinterkiefers gezogen, so dass es eine schräg nach aussen gerichtete Lage einnimmt.

Von den übrigen Stigmen, welche fast gleichzeitig mit den Kiefer- und Beinlagen auftreten, erscheint zuerst das 5., das der Mittelbrust, das I. der bleibenden Stigmen, dann auf einmal die des 1.—3. Hinterleibsegmentes (III—VI), während das der Hinterbrust (II.) häufig erst nach diesen zur Anlage gelangt; kurz darauf findet man I—VIII und sehr bald durch Auftreten der beiden letzten die bleibende Zahl von X Stigmen.

Der Rand der Stigmen einsenkung hat zunächst eine unregelmässige Form, die bald ungefähr dreiseitig wird, derart orientirt, dass eine Seite ungefähr parallel dem Vorderrande des Segmentes liegt, die beiden anderen nach hinten convergiren; dann vergrössert sich die Oeffnung und verbreitert sich die eingestülpte Stigmentasche etwas, so dass der Vorderrand der Stigmentasche und des Segmentes zusammenfallen, während die Spitze des Dreiecks in den Hinterrand derselben zu liegen kommt. Die

Stigmentasche nimmt also bald nach ihrer Anlage fast die ganze Mitte eines Segmentes ein. Nun beginnt eine Formänderung; die Oeffnung des Stigma wird auffallend weit, der Hinterrand der Stigmentasche rückt weiter nach vorne und diese streckt ihren inneren Rand nach der Medianlinie des Embryo zu, so dass sie für kurze Zeit die Gestalt eines langen gleichschenkligen Dreiecks annimmt, dessen Basis nach aussen, dessen Spitze nach der Medianlinie gerichtet ist. Nur die drei ersten und das letzte Stigmenpaar (2. u. 3. Brust-, 1. u. 8. Abdominalsegment) erscheinen zwar erweitert, aber mit mehr kreisförmiger Form der Oeffnung, welche bei dem I. Stigma in einen schräg nach vorne-aussen gerichteten Spalt übergeht, während die Hinterleibstigmentaschen sich zusammenziehen, gedrungener werden und ihre Oeffnungen einen Querspalt bilden, der sich verkürzend in eine kleine elliptische Oeffnung übergeht. Im weiteren Verlaufe der Entwicklung rücken die Stigmen von der Bauchfläche weg hoch hinauf an die Seite des Körpers.

Die Bildung des Tracheenlängsstammes ist nicht der nächste Vorgang nach Einstülpung der Stigmentaschen, sondern zuerst treten — wohl im Anschlusse an die eben geschilderte Gestaltsänderung derselben — median gerichtete dünne Röhren auf, welche je von einem Stigma ausgehend etwas gekrümmt oder geknickt nach vorne verlaufen und am Vorderrande des Segmentes, ungefähr in halber Entfernung zwischen Stigma und Medianlinie, blind endigen¹⁾. Ich konnte diese Röhren an sämtlichen Hinterleibs- und einmal auch an denen der Brustsegmenten beobachten, doch hier und an den ersten Hinterleibsegmenten nur als sehr kurze gekrümmte Schläuche; sie haben eine sehr kurze Dauer, ihr innerer Abschnitt verschwindet bald, während der äussere bestehen bleibt. Diese Reste der Medialschläuche nun sind es welche gegen Ende der Entwicklung im Ei sich durch sagittale Sprossen untereinander verbinden; aus diesen geht der Längsstamm hervor, der nicht dicht unter der Oberfläche gelegen mit jedem Stigma durch ein Querstämmchen — den äusseren Abschnitt des medialen Schlauches — verbunden ist. Darauf entwickeln sich die ventralen und dorsalen, ungefähr senkrecht zur Mittellinie verlaufenden Seitenäste des Tracheenstammes.

1) Bei der Seltenheit dieser Stadien bisher nur an den ganzen Embryonen gesehen, noch nicht auf Schnittserien controlirt.

Wenn irgend welche Organe, dann sind die Stigmenanlagen, natürlich auch die mit anderweitig geänderter Funktion, auf segmentale Excretionsorgane (selbstverständlich nur auf deren Ausführungsgänge, soweit diese ectodermalen Ursprunges sind) zu beziehen, und die Aehnlichkeit mit Nephridien ist allerdings zur Zeit der medialen vorwärts gekrümmten Schläuche eine ganz auffallende. (Man sieht letztere gleichzeitig selten in mehr als 4—5 Segmenten gut entwickelt.)

Inzwischen hat das Stigma des 1. Brustsegmentes, früher angelegt als die Folgenden, zur Zeit wo diese auftreten schon die Form einer breiten und schmalen, mit dem Boden nach rückwärts gewandten Tasche gewonnen. Während der geschilderten Veränderungen an den Stigmen nimmt es, wie erwähnt, eine mehr und mehr schräge Lage an, legt sich mit der früheren Vorderseite an die Innenseite des Hinterkiefers, während von der äusseren Ecke aus ein geradliniger Schlauch zwischen den Beinanlagen und Stigmen der Brustsegmente nach hinten auszuwachsen beginnt. Sich mächtig entwickelnd erreicht derselbe bald ungefähr das 8. Hinterleibssegment und legt sich, immer weiter wachsend kurz vor dem Ausschlüpfen das Embryo in korkzieherförmige Windungen. Es entwickeln sich also aus der Stigmenanlage des 1. Brustsegmentes die Speichel- oder Spinndrüsen der Insecten und dies ist der Grund, wesshalb die ausgebildeten Thiere am ersten Brustsegment kein Stigma besitzen, sondern diese segmentalen Organe erst an dem zweiten beginnen. Die Stigmenanlage dieses Segmentes sind eben mit dem Hinterrand des vorhergehenden Segmentes in Verbindung getreten. Wenn später die Hinterkiefer sich einander mehr und mehr nähern, nehmen sie die an ihrer Medialseite gelegenen Speicheldrüsenöffnungen mit, und noch ehe die Hinterkiefer selbst sich vereinigen, verschmelzen die beiden Oeffnungen zu einer einzigen ¹⁾).

Die länglichen Wülste am Hinterrande der Kiefersegmente formen sich zu kleinen Warzen oder Höckerchen um, welche sich mehr und mehr über die Oberfläche erheben und schliesslich nach der Mittellinie zu umlegen und abplatten. Die Ursprungstellen des längsten Kieferpaares, des ersten, sind von Anfang an

1) Alle hier geschilderten Vorgänge sind ohne Schnitte, Schritt für Schritt von aussen zu sehen und zu verfolgen.

weiter auseinander gertückt als die der folgenden kleinen Paare. Zu einer ziemlich späten Zeit erst, wenn der bisher flach auf der Ventralseite gelegene Kopf sich abrundet und von dem Dotter abhebt, der Tracheenlängsstamm sich bildet und die Oberlippe sich über die Mundöffnung legt, verschiebt sich die Basis der Hinterkiefer nach der Mittellinie zu, wobei zugleich eine Drehung um ihre Axe stattfindet, so dass die bisherige Aussen- seite des Kiefers zur Hinterseite wird. Wie durch diese Bewegung die Mündung der Speicheldrüse mit ergriffen wird und die beiden Hinterkiefer schliesslich verschmelzen, wurde schon vorher erwähnt. Auch die beiden vorderen Kieferpaare erleiden eine ähnliche Drehung bei ihrer späteren Entwicklung.

Während die Mittel- und Hinterkiefer sich erheben, werden auch die zu ihnen gehörigen Stigmenanlagen (2. und 3.) deutlich. Die Stigmenanlage des Vorderkiefersegmentes, welche fast so früh- zeitig sichtbar ist als die des Speicheldrüsenstigma, rückt während der Ausbildung des Kiefers ganz an den Vorderrand des Segmen- tes und kommt schliesslich bei der Lageveränderung des Kiefers vor dessen Aussenrand zu liegen, während sie anfangs vor dem Innenrande der Kieferanlage lag. Kurze Zeit vor dem Ausschlüpfen (zur Zeit der Vereinigung der Spinndrüsenmündungen) sind sie noch deutlich sichtbar. Die Säcke, welche von ihnen aus in die Tiefe wachsen, führen zur Bildung des vorderen Theiles des Ten- toriums (vordere Tentoriumanlage).

Die Stigmenanlage des Mittelkiefersegmentes ist klein und erscheint in Form einer kleinen Ellipse am hinteren Rande der Vorderkiefer, dicht vor und etwas nach aussen von dem Mittel- kieferzapfen und deutlich diesem Segmente angehörig; aus ihr entwickelt sich, zunächst röhrenförmig, die Spange, an welche sich der Beugemuskel des Vorderkiefers ansetzt (Einstülpung für die Sehne des *flexor mandibulae*).

Der Grössenunterschied dieser Anlage im Gegensatz zu Hy- dróphilus erklärt sich zur Genüge aus der viel geringeren Kraft- entwicklung welche der Bienenlarvenkiefer bei der Nahrungsauf- nahme zu machen hat. Wie die folgende ist sie von der Zeit der Oberlippenknickung an nicht mehr von aussen sichtbar.

Gleichzeitig oder etwas früher wird die zu dem Hinterkiefer- segment gehörige Stigmenanlage sichtbar; sie tritt in Form einer langgezogenen, quergestellten, an der Spitze (median) abgerundeten

dreieckigen Vertiefung auf, deren schmale Basis nach aussen gerichtet in der Reihe der Bruststigmen liegt, während die abgerundete Spitze sich vor dem Hinterkieferzäpfchen bis an dessen medianen Rand erstreckt. Durch Aufsteigen des Bodens dieser Grube wird ein äusserer Theil in Form eines kurzen, engen, längsgestellten Schlitzes und ein innerer mit querelliptischem Rande gesondert, der median an die hintere Basis des Mittelkiefers rückend später spaltförmig wird. Aus dieser Stigmenanlage entwickelt sich die hintere Anlage des Tentorium.

Die Antennen wachsen sehr langsam und erreichen bei der Larve nur eine sehr geringe Grösse; erst ungefähr zu der Zeit, zu welcher die Stigmen enge werden, verlängern sie sich deutlich, ihr freier Rand (Spitze) ist häufig eingezogen, zuweilen tiefer gekerbt.

So lange die Antennen klein sind ist zwischen ihnen und dem Vorderkiefersegment sehr deutlich ein namentlich Anfangs ziemlich breites Segment wahrzunehmen, das schon erwähnte Vorkiefersegment.

Wenn die Antenne wächst, wird dieses Segment schmäler und sein Platz scheinbar von dem nachdrückenden Antennensegment eingenommen; die zu diesem Segmente aber ebenso wie zu den Kiefersegmenten gehörigen, dicken medianen Wülste (Primitivwülste) sind noch lange als selbstständige Wülste zwischen Antenne, Vorderkiefer und unterem Mundrande sichtbar. Als Ganglienanlagen bilden sie später die Commissur, welche das Gehirn mit dem Vorderkieferganglion verbindet. Die Anlagen der Brustfüsse treten als nach hinten gerichtete Wülste am Hinterrande der Brustsegmente auf, in der Regel erst dann, wenn die Stigmenbildung begonnen hat, aber ehe diese noch vollzählig sind; sehr selten erscheinen sie früher als die Stigmen, welche nach aussen vor ihnen liegen und durch eine schmale seichte Furche von ihnen getrennt sind. Die Primitivwülste der Brustsegmente springen nicht so stark vor, wie jene der Kiefersegmente.

Aus den breiten und flachen Beinanlagen entwickeln sich kleine, gleichfalls nach hinten gerichtete Zäpfchen; dieses Maximum erreichen sie zur Zeit, wenn die Stigmen enge geworden sind, bleiben einige Zeit unverändert und bilden sich dann langsam wieder zurück.

Anlagen von Hinterleibsbeinen sind selten zu beobachten,

niemals frühzeitig sondern gewöhnlich erst wenn die Brustbeine die Höhe ihrer Entwicklung erreicht haben; nie habe ich mehr als zwei Paare von Abdominalbein-Anlagen deutlich erkennen können, und nur einmal als kleine freie Zäpfchen; doch zeigten sich in manchen Fällen auch noch auf dem 3. und 4. Hinterleibsegment an entsprechender Stelle kleine, kreisförmige Verdickungen vielleicht ganz rudimentäre Anlagen.

Nach der Bildung der kreisförmigen Mundöffnung und der Tracheen-Längsstämme ist die Rückbildung der Brustbeinanlagen deutlich wahrzunehmen und zwar schwinden die zuletzt aufgetretenen des 3. Brustsegmentes zuerst. Nur einmal waren bei einem ganz alten Embryo mit schon geknickter Oberlippe die Brustbeine noch in voller Grösse und — wesshalb ich den Fall hier erwähne — das erste und zweite Paar deutlich gespalten, zweizipfelig. Wenn der Kopf des Embryo sich vom Dotter abgehoben hat, also einige Zeit vor dem Ausschlüpfen, sind die Brustbeine (und lange vor ihnen die Hinterleibsbeinanlagen) verschwunden.

Wenn die Entwicklung des Vorderdarmes auch mit dem Auftreten besonderer Falten verknüpft ist, so ist doch seine Entwicklung bis zu dem Zeitpunkt, wo er als gerader, in der Mitte ausgebauchter Schlauch von der Länge des Kopfes (mit Kiefer) an dem Mitteldarm anstösst, eine sehr einfache. Viel zusammengesetzter sind die Vorgänge, welche zur Bildung des längeren, nach hinten geknickten Hinterdarms und der Malpighi'schen Gefässe führen.

Zunächst erfolgt der Verschluss der Bauchseite am Hinterrande viel später als am Vorderrande, dann verzögert er sich häufig über die Regel hinaus, wodurch die Anlage von Organen hier erst zurückgehalten, dann wieder sehr beeilt werden kann. Im Allgemeinen erscheint die Kreisfalte am Hinterrande (das After) gleichzeitig mit dem kreisförmigen Munde am Vorderrande, also nach Verschmelzung der Oberlippenhälften. Mit dem Auftreten des Afters sind die äusserlichen Entwicklungserscheinungen am Hinterrande beendet.

Schon vor dem völligen Verschluss der Spalte wandelt sich beiderseits auf dem hinteren Entodermkeim das Blastoderm im Anschlusse an die Ectodermplatten der Bauchseite in Ectoderm

um ¹⁾. Hat sich das Hinterende geschlossen, dann dringt das Ectoderm des H. E. K. von beiden Seiten nach der Mittellinie vor, wobei zuweilen beiderseits eine kleine Blastodermstelle noch unverändert ins Ectoderm zu liegen kommt, falls dieses sich vorne etwas später vereinigt als hinten.

So bildet sich hinter dem 11. Segmente als Verlängerung desselben eine Ectodermplatte, auf welcher kurz vor der Anlage der Stigmen zwei Paare nach vorne convergirender Wülste auftreten, während sich hinter ihnen median eine breite hohe Falte erhebt. An der Innenseite des vorderen Wulstpaares, etwas später an der des hinteren senken sich beiderseits das erste und zweite (innere und äussere) Paar von Malpighi'schen Gefässen mit schlitzförmiger Mündung ein. Darauf vereinigen sich die vier Wülste und die mediane Querfalte zur Bildung einer dicken Scheibe, in deren Mitte sich eine querelliptische Einsenkung bildet, in deren zipfelförmig ausgezogene Seiten die Ursprungsstellen der Malpighi'schen Gefässe zu liegen kommen ²⁾. Während die Einsenkung — die Anlage des Enddarmes — sich vertieft, und die Oeffnung der Scheibe sich verengt wachsen zunächst die Zipfel des inneren Paares der Malpighi'schen Gefässe in Form kleiner Hörner oder Zapfen auf der Bauchseite des Dotters nach vorne und etwas seitwärts über die Grenze des Walles hinaus; wenn

1) Bis zum völligen Verschluss des Hinterendes liegt die Verbindungslinie des H. E. K. mit dem Blastoderm an dem Hinterrande des 11. Hinterleibsegmentes.

2) Wenn der Enddarm eben begonnen hat sich einzusenken ist ein Längsschnitt durch seinen äusseren Theil mit den beiden Zipfeln der Malpighi'schen Gefässe dem Längsschnitt durch die Mündung einer Stigmentasche desselben Embryo äussert ähnlich und äusserlich einer solchen vergleichbar. Es gehörten dann beiderseits das vordere und hintere Malpighi'sche Gefäss, dem vorderen und hinteren Zipfel der Stigmentasche entsprechend, zusammen. Dabei ist aber daran zu erinnern, dass zwar dieses vorgerücktere Stadium, nicht aber die Art der Entstehung mit der Stigmentasche Aehnlichkeit besitzt, dass ein Querschnitt durch die Stigmentasche das gleiche Bild gibt, wie ein Längsschnitt, nicht aber ein Querschnitt durch eine Hälfte der Aftereinsenkung, dass also die Aehnlichkeit vermuthlich eine rein zufällige ist. Ausserdem entstehen eben nicht das vordere und hintere Malpighi'sche Gefäss einer Seite, sondern das vordere und das hintere Paar zusammen, das vordere früher als das hintere.

sie ungefähr das 9. Hinterleibsegment erreicht haben, sprosst hinter und etwas ausserhalb von ihnen das zweite Paar der Malpighi'schen Gefässe hervor. Beide Paare nehmen nun die Form von gleichmässig dünnen Schläuchen an und wachsen ungefähr vom 8. Segment an ziemlich gerade nach vorne, so dass sich das innere Paar kurz vor dem Ausschlüpfen des Embryo schon als gerader dünner Schlauch, an der Innenseite des dicken, gewundenen Speicheldrüsen Schlauches gelegen, bis in das 3. Brustsegment erstreckt. Das äussere Paar, von Anfang an weiter nach der Seite gewachsen, hat sich von der Bauchfläche des Embryo weg nach der Seite, dorsal des Tracheenstammes, gezogen.

Inzwischen hat sich auch die Anlage des Mitteldarmes weiter entwickelt; von dem Zeitpunkt an, wo sie aus zwei schmalen, auf den Seitenwänden des Dotters fast gänzlich ausserhalb des Ectoderms gelegenen Bändern bestand, die nur am vorderen und hinteren Pol des Dotters durch die demselben aufgelagerten Entodermzellen verbunden waren, haben sich beide Bänder unter Auflösung ihrer verdickten ventralen Kante hier medianwärts verbreitert und lassen auf der Bauchseite nur noch einen schmalen Streifen des Dotters frei, während sie ihn auf der Rückenseite durch Verbreiterung der Zellen vom Hinterende an bis über die Brustsegmente vollkommen umhüllt haben.

Gleichzeitig sind bedeutende Veränderungen an dem Urhöhlenkanal vorgegangen; seine dicke, epitheliale dorsale Wand hat sich in eine dicke Leiste kleiner Zellen umgewandelt, welche den Zusammenhang mit der äusseren seitlichen Urhöhlenwand noch bewahrt, den mit der medianen verloren hat. Mit ihrer dorsalen Fläche liegt diese Leiste der dicken Kante der Entodermbänder an und entwickelt sich ausserdem noch etwas weiter medianwärts auf dem Dotter als diese. Nun verbreitert sich während der oben beschriebenen Ausdehnung der Entodermbänder diese Leiste zu einer ganz dünnen Lamelle, welche nach der Mitte zu meist etwas weiter, zuweilen eben so weit reicht wie das Entodermband der betreffenden Seite, nach dem Rücken zu nur ebensoweit als der Seitenrand des Mesoderms, mit welchem sie noch in Verbindung steht. Die Mesodermleiste wie die aus ihr hervorgegangene Lamelle halten die frühere Ausdehnung der Urhöhlenröhre ungefähr ein, von den Mittelkiefern (die Lamelle vom Anfang der Brust) bis zu dem Ende des 10. Hinterleibsegmentes. Nun dringen

von vorne das Schlundrohr, von hinten der Enddarm gegen das Darmrohr vor, während der Dotter nach jeder Dimension abgenommen hat und nach Vereinigung der Entodermrinne in der ventralen Mittellinie ganz von einer allseitig geschlossenen Röhre von Entodermzellen umgeben wird. Der ventrale Theil des Entodermrohres ist noch dickwandiger als der obere, seine Zellen nähern sich der prismatischen Form, während die der dorsalen Hälfte noch breit und flach sind. Auch die beiden Mesoderm lamellen stossen ventral in der Mitte zusammen und bilden vom Ende des Schlundes an bis in das 10. Hinterleibsegment eine dem Entodermrohr aufgelagerte Rinne, welche seitlich mit dem Mesodermrande ungefähr bis zur halben Höhe des Darmrohres reicht.

Mit dem Darmfaserblatt ist auch die Anlage des Rückengefäßes nach der Rückenseite zu gewandert, welche beiderseits zur Zeit der Verschmelzung der Hinterkiefer als eine Leiste in einer Reihe aufeinander folgender grosser Zellen, welche den dorsalen Rand des beiderseitigen Mesoderms (die äussere dorsale Kante des früheren Urhöhlenkanales) bildet, deutlich geworden ist.

Während der Vorderdarm mit dem Entodermrohr in Verbindung tritt, wandelt sich die Mesodermrinne in einen Mantel von kurzen Faserzellen um, welcher jenes vorne fast bis zur dorsalen Mittellinie einhüllt, vom Beginn des Rückengefäßes an, dessen beide Hälften auf der Rückenseite des Darmes angekommen sind, aber sich noch nicht vereinigt haben, an diesen seine Grenze findet. Das Faserblatt, welches wie in den früheren Stadien ausserordentlich dünn ist, reicht vom Vorder- bis zum Hinterende des Darmrohres; die Zellen des letzteren unterscheiden sich in der ventralen und dorsalen Hälfte noch wie früher. In dem Schlundrohr, welches schon früher einen dicken Mantel von Mesodermzellen erhalten hat, treten Längsfalten auf, wobei es — bisher ein weites Rohr — sein Lumen verliert; der vordere Abschnitt des Mitteldarmes, in welchen es eintritt, zeichnet sich nur durch geringere Weite vor dem Hauptabschnitt aus, in den er unmerklich übergeht. Die Zellen des Entodermrohres nehmen an Dicke zu, bilden aber mit Ausnahme des Hinterendes noch kein regelmässiges Epithel, sondern ragen convex in den Dotter hinein, der an Dichtigkeit bedeutend abnimmt. Das Darmfaserrohr dringt in dem Maasse als sich das Rückengefäß bildet (seine Hälften sich

vereinigen) nach der dorsalen Medianlinie vor und kommt dementsprechend auch zuerst auf dem Hinterende zur Vereinigung. Diese schreitet nach vorne zu vor und kurz vor dem Ausschlüpfen ist das Entodermrohr von einem allseitig geschlossenen dünnen Mantel kurzer Faserzellen umgeben, über welchem das Rückengefäß liegt. Das Epithel des Vorderdarmes ist schon früher kleinzellig geworden, so dass der Gegensatz zu dem Darmepithel des vorderen Mitteldarmabschnittes, in welchen er in der Gegend des 1. Brustsegmentes eintritt, ein sehr bedeutender ist; denn dieses hat sich allseitig in sehr dicke, grosse Zellen umgewandelt. In der Wandung des vorderen Darmabschnittes treten Quer- und Längsfalten auf und er geht allmählich aber doch ziemlich rasch in den faltenlosen Hauptabschnitt des Mitteldarmes über; in diesem besteht das Epithel aus niedrigeren und breiteren Zellen. Der Dotter verschwindet vollkommen aus dem Darmlumen, und es ist sehr wahrscheinlich, dass er verflüssigt wurde und dem Darmepithel die Mittel zur Vergrößerung seiner Zellen lieferte, während die Dotterzellen allmählich zu Grunde gingen.

Das Darmmuskelrohr bleibt so dünn wie vorher, nur der Schlund und der Enddarm weisen eine dicke Muskelbekleidung auf, welche von den Mesodermzellen, die nach Zerfall der ursprünglich massiven ventralen Mesodermmasse frühzeitig in das Vorder- und Hinterende des Körpers eindringen, herrührt.

Die Anlagen der Geschlechtsorgane sind ungefähr von der Zeit an, zu welcher das erste Paar von Malpighi'schen Gefässen auftritt, deutlich erkennbar und liegen median von der dorsalen Wand der Urhöhle im 5. und 6. Hinterleibsegment.

Ueber die Anlage des Nervensystems hat die Untersuchung von *Chalicodoma* die neueren Darstellungen im wesentlichen bestätigt, zu erwähnen wäre vielleicht nur, dass meine Beobachtungen über die in den Kopf einbezogenen Ganglien in Bezug auf deren Anzahl besser mit denen von Patten als von Heider stimmen, während anderseits nicht ein kleiner, sondern ein sehr grosser Theil des oberen Schlundganglions durch Einstülpung und Ueberwachsung des verdickten Kopflappen-Abschnittes (des Gehirnssegmentes) zur Entstehung kommt.

Wie bei anderen Hymenopteren wird auch bei *Chalicodoma* nur eine Eihülle gebildet, und zwar geht diese ganz und gar aus dem nicht für den Embryo verbrauchten Blastodermrest hervor.

Bei Schilderung der Versenkung der Mittelplatte habe ich erwähnt, dass auf der künftigen Bauchseite des Embryo beiderseits neben der Mittelplatte eine Seitenplatte aus Cylinderzellen liege (das spätere Rumpf ectoderm) und von diesen sich das Ectoderm noch vor und hinter der Mittelplatte nach beiden Polen zu erstrecke; am Aussenrande der Seitenplatten wie an den Polen geht das Ectoderm in unverändertes Blastoderm über, welches die beiden Eipole kappenartig bedeckt und von da aus sich an den Seiten des Eies — nicht auf dem Rücken — hinzieht. Dieses Verhältniss zwischen Ectoderm und Blastoderm bleibt auch bei der Vereinigung der beiden Seitenplatten (dem Schluss der Bauchfurchen) bestehen, der äusserlich von ihnen und dem Kopf ectoderm gebildete Keimstreif ist rings von Blastoderm umgeben, der Uebergang zwischen diesem und dem Ectoderm wird durch kugelige, unzusammenhängende Zellen vermittelt.

Während des Verschlusses der Bauchspalte nun erhebt sich eine schon zur Zeit der Flaschenform am vorderen Eipole gebildete Falte am Rande des Kopfsegmentes und legt sich etwas über denselben, ohne aber die Vorderdarmfalte zu erreichen.

Fast gleichzeitig mit dieser Erhebung löst sich am Vorderende des Embryo das Blastoderm von dem Ectoderm und wächst von den Seiten her über das Kopfsegment, während auch das innere Blatt der Falte die Verbindung mit dem Kopfende verliert und die Falte sich ausstreckt, ein glattes, mit dem sich loslösenden Blastoderm zusammenhängendes Blatt bildet. So entsteht hier eine Kapuze aus einer Zellschicht, welche sich vergrößernd den Kopf bis ungefähr zum Mittelkiefersegment bedeckt, während auch an den Seiten das Blastoderm sich von vorne nach hinten von dem Ectoderm trennt und über dasselbe schiebt, und am Hinterende, nachdem etwas später hier das Ectoderm vollständig gebildet ist, sich derselbe Vorgang wie am Vorderende wiederholt.

So wächst das vom Keimstreif losgelöste Blastoderm von allen Seiten über diesem und auch dorsal über dem Dotter zusammen, wobei seine kugeligen Zellen zu Platten von äusserster Feinheit ausgedehnt werden; wenn Stigmen und After gebildet sind und Speicheldrüsen sowie das erste Paar der Malpighischen Gefässe auszuwachsen anfangen, ist der Embryo sammt

Dotter von einem geschlossenen, dünnwandigen Blastodermsacke umgeben.

Inzwischen hat auch das Ectoderm begonnen sich auszudehnen; die cylinderzelligen Ectodermplatten allerdings scheinen sich zunächst nicht zu verändern, aber die Zellen des schmalen Ectodermstreifens vor der Vorderdarmfalte sowie am Rande des Hinterendes haben sich noch nicht differenziert und ebenso sind an den Seiten der Ectodermplatten einige Reihen grösserer kugeligere Zellen, welche den Uebergang in das Blastoderm vermittelten, bei der Ablösung des letzteren zurückgeblieben. Diese noch indifferenten Ectodermzellen in der Peripherie des Keimstreifs dehnen sich aus, platten sich fast bis zur äussersten Dünne ab und breiten sich schollenartig über den Dotter nach dem Rücken zu aus, den Zusammenhang unter sich kaum, wohl aber den mit dem cylinderzelligen Ectoderm bewahrend. Dabei eilen sie den unter ihnen gleichfalls nach dem Rücken strebenden Platten des Entodermkeimes um ein geringes voraus, und wenn der Kopf des Embryo sich von dem Dotter abhebt, ist dieser von dem Plattenzellenectoderm umgeben, zwischen diesem und dem Dotter liegt aber auch schon das dorsal vereinigte künftige Darmepithel.

Die Embryonalhülle hat nur kurze Dauer; schon bald, wenn der Kopf ganz abgehoben ist und die Hinterkiefer einander genähert sind, reisst sie, zuerst auf der Ventralseite, dann auch an anderen Stellen ein; die Ränder der Bruchstücke verdicken sich und diese selbst ziehen sich zusammen, wobei die vorher äusserst dünnen und breiten Zellen zunächst wieder kugelig werden und schliesslich dicke, schmale, gewundene Bänder aus unregelmässig prismatischen Zellen bilden, welche ohne bestimmten Platz bald auf der Rücken- oder der Bauchseite, rechts oder links bez. an mehreren Stellen zugleich liegen können. Je älter der Embryo wird, desto weniger Spuren dieser Hüllenreste sind aufzufinden und vor dem Ausschlüpfen ist fast nichts mehr von ihnen wahrzunehmen, sie scheinen der Auflösung anheimzufallen, ohne vom Embryo aufgenommen zu werden.

Erwähnen will ich noch, dass auch bei *Polistes gallica* — wenigstens an älteren Embryonen — nur eine Embryonalhülle vorhanden ist und in ähnlicher Weise vor dem Ausschlüpfen verschwindet.

In Bezug auf die Zahl und die Zugehörigkeit der Segmente

des späteren Kopfes möchte ich in Ergänzung zu Seite 147 noch bemerken: die drei Kiefersegmente gehören dem ursprünglichen Rumpfe an. Aus der vor demselben (bez. der Mittelplatte) sich bildenden Kopfplatte gliedern sich eine Reihe von Segmenten ab, deren hinterstes (4.) das Vorkiefersegment ist; auf dieses folgen nach vorne zu das (3.) Antennensegment, das (2.) Gehirnsegment (letzteres als erstes seitliches Segment) und das (1.) Oberlippensegment, welches das Vorderende des Embryo bildet.

Jedes dieser Segmente besitzt eine Ganglien- und ein Extremitätenanlage.

Die Extremität des Oberlippensegmentes ist die lappige, hohle, paarige Oberlippe, als sein Ganglion beanspruche ich die z. Th. paarige, später median vor dem Gehirn liegende Ganglienmasse (G. frontale);

die Extremität des Gehirnsegments ist knopfförmig, massiv aus Ectodermzellen zusammengesetzt, verschwindet ziemlich spät während der Entwicklung im Ei; der Ganglienwulst und ein Theil des Segmentes wird zu einem Theil des Oberschlundganglion (Gehirn).

Die Extremität des 3. Segmentes (Antennenanlage) ist wie alle folgenden lappig, vom Hinterrande des Segmentes nach rückwärts gerichtet, massiv, aussen Ectoderm, innen Mesoderm; der Ganglienwulst bildet mit dem des Gehirnsegmentes das Oberschlundganglion.

Die Extremität des 4. Segmentes ist sehr schwach entwickelt, massiv, eine kleine Ectodermfalte mit wenig Mesoderm darin; der sehr lange Ganglienwulst wird zur Commissur. Das Vorkiefersegment verschmilzt sehr frühzeitig bis auf geringe Spuren der Trennung mit dem 1. Rumpf-(Vorderkiefer-)segment; mit dem Auftreten der vorderen Tentoriumanlage im Vorderrande des letzteren und der Ganglienwülste wird seine Selbstständigkeit wieder sehr deutlich, um dann bei der folgenden Umwandlung des Kopfes ganz zu verschwinden.

Die über die Insektenentwicklung vorliegenden Untersuchungen konnte ich an dieser Stelle nicht besprechen, sie werden bei der ausführlichen Darstellung der Entwicklung der *Chalicodoma muraria* eingehend gewürdigt werden, wo auch die theoretischen Betrachtungen und die aus ihnen und den hier kurz mitgetheilten thatsächlichen Ergebnissen gezogenen Schlüsse ihre Stelle finden.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel VIII.

- Fig. 1. Junger Embryo von *Chalicodoma muraria* Fabr. Beginnende Versenkung und Ueberwachsung der Mittelplatte („Flaschenform“). Vor den beiden Längsfalten ist der vordere Entodermkeim als scharf begrenzte, längselliptische, hinter denselben der eben erst sich bildende hintere Entodermkeim als undeutlich begrenzte querelliptische Verdickung sichtbar. Soweit die Seitenplatten (Ectoderm) die Mittelplatte (Mesoderm) schon überdecken, erscheinen sie dunkler als letztere. Die Mittelplatte ist im hinteren Abschnitt, das Ektoderm durchweg aber unregelmässiger segmentirt. Zeiss 1/aa.
- Fig. 2. Ein älterer Embryo bei etwas stärkerer Vergrösserung, mit der Eihaut, von welcher sich der Dotter am Vorder- und Hinterende seit Anfang der Entwicklung zurückgezogen hat. Aus den Kiefersegmenten heben sich die Anlagen der Kiefer heraus, im Vorderkiefersegment ist die Anlage des 1. Stigma (vordere Tentorium-Einsenkung) deutlich, im Vorderrande des 1. Brustsegmentes das 4. Stigma (Speicheldrüsenanlage), in den 3 Brustsegmenten die erste Anlage der Füße, vom 2. Brust- bis 7. Hinterleibsegment das Auftreten der bleibenden Stigmen I—IX sichtbar; das X. Stigma fehlt noch, das 10. Hinterleibsegment ist von dem 11. ausnahmsweise noch nicht deutlich getrennt. Am Hinterende und zu beiden Seiten desselben die Platten des hinteren Entodermkeimes, schon bis zum 4. Hinterleibsegment nach vorne geschoben; beiderseits am Vorderende der vordere Entodermkeim, bis zum 3. Kiefersegment nach hinten reichend. An jeder Seite des Embryo, ungefähr vom Hinterkiefersegment bis zum 9. Hinterleibsegment ist der Verlauf der Mesodermröhre (Urhöhle) zu erkennen. Seibert 1/I.
- Fig. 2 a und b. Das Kopfbende mit dem Mittelkiefersegment von links und rechts gesehen.
- Fig. 3—9. 7 Querschnitte durch den hinteren Entodermkeim (H. E. K.) und das Vorderende eines Embryo gleich Figur 1 (beginnende Versenkung der Mittelplatte u. s. w.); die Schnitte beginnen am Hinterende.
- Fig. 3. Zweiter Schnitt durch den H. E. K.
- Fig. 4. 32. Schnitt; grösste Breite des H. E. K.
- Fig. 5. 41. Schnitt (grösste Dicke des hint. E. K.)
- Fig. 6. 48. Schnitt, durch das vordere Ende des H. E. K.; der Embryo lag etwas schräg zur Eiachse, so dass auf diesem zur Eiachse senkrechten Querschnitt der H. E. K. auf der einen Seite noch erhalten,

auf der anderen schon verschwunden ist. Hier erst beginnt das Hinterende der sog. Gastrulafurchen. Auf der rechten Seite ein kleiner Riss.

Fig. 7. Der 54. Schnitt, dicht vor dem H. E. K.

Fig. 8. Der 115. Schnitt, Anfangs des letzten Drittels des Embryo; die Versenkung der Mittelplatte beginnt.

Fig. 9. Schnitt aus dem ersten Drittel des Embryo, durch die Stelle grösster Annäherung der beiden Ektodermplatten (sie sind einander noch nicht ganz so nahe als bei dem abgebildeten Embryo Fig. 1).

Fig. 10—12. Drei Querschnitte aus dem Hinterende eines Embryo, etwas älter als der in Fig. 2 abgebildete. (Die Kieferanlagen zu kleinen Warzen entwickelt, alle Stigmentaschen vorhanden, die Malpighi'schen Gefässe in Bildung begriffen, der hintere Entodermkeim bis in das 3. Hinterleibsegment, der vordere bis in das Hinterkiefersegment reichend, die Spinndrüsen sowie das erste Paar der Malpighi'schen Gefässe ganz kurze Schläuche (c. 0,1 mm).)

Fig. 10. 11. Schnitt vom Hinterende her; von dem hinteren Entodermkeim, der in seinem hintersten Abschnitte die Gestalt eines dicken massiven Cylindersegmentes hat, lösen sich, während er in der Mitte dünner wird, die beiden Entodermplatten ab; er ruht unmittelbar auf dem Dotter. Ueber dem Mittelstück liegt die dicke Afterplatte mit den Malpighi'schen Wülsten und der spaltförmigen Einsenkung (erste Anlage) des zweiten Paares der Malpighi'schen Gefässe. Ueber den Seitentheilen des H. E. K. setzt sich das Ectoderm in Form sehr dünner, platten- oder schollenförmiger Zellen fort, die leicht ihren Zusammenhang verlieren.

Fig. 11. Schnitt etwas weiter nach vorne (17.) durch die Mündung bzw. Einstülpung des ersten (vorderen, mittleren und ventralen) Paares der Malpighi'schen Gefässe; zwischen dem cylinderzelligen Ectoderm und dem Dotter vom 10. Hinterleibsegment her eingedrungene Mesodermzellen; zu beiden Seiten des Eies, zwischen dem schollenzelligen Ektoderm und dem Dotter, die seitlichen Platten des hinteren Entodermkeimes.

Fig. 12. Schnitt durch das Ende des 9. Hinterleibsegmentes. Unter dem cylinderzelligen Ectoderm der Bauchseite (Abkömmling der Ectoderm-Seitenplatten des Flaschenstadiums) und dem Dotter das unmittelbar aus der Mittelplatte hervorgegangene Mesoderm; die seitlichen Röhren (Urhöhlen) sehr weit, dem Zerfalle nahe; die verdickte innere (dorsale) Wand ist der Keim des Darmfaserblattes. Ausserhalb der Röhren, zwischen dem — nur auf dieser Zeichnung rechts angedeuteten — Dotter und dem schollenzelligen Ectoderm die Seitenplatten des hinteren Entodermkeimes.

Fig. 13. Vorderende eines Embryo, etwas älter als der von Fig. 2, von der Seite. Am Vorderrande die schon vereinigte Oberlippe, dahinter

die Anlage des Vorderdarmes; seitlich die vier folgenden Segmente mit ihren Extremitätenanlagen und Ganglienwülsten. G 2, E 2 u. s. w. Ganglien- bez. Extremitätenanlage des 2. oder Gehirnsegmentes, des 3. oder Antennensegmentes, des 4. oder Vorkiefersegmentes, des 5. oder Vorderkiefer- bez. ersten Rumpfsegmentes. T = vordere Tentoriumanlage (1. Stigmenanlage). Seibert 1/III.

V. E. K. = vorderer Entodermkeim.

H. E. K. = hinterer Entodermkeim.

Alle Querschnitte sind mit Seibert 1/III und Abbe's Zeichenapparat angefertigt.

Einiges über das Gehirn der Edentata.

Von

H. Rabl-Rückhard.

I.

Die vordere Commissur des Grosshirns.

Hierzu Tafel IX.

Bei meinen Untersuchungen über die Hirncommissuren der niederen Wirbelthiere drängte sich mir die Nothwendigkeit auf, zunächst eine Anknüpfung an diejenigen Verhältnisse zu suchen, wie sie uns die niedriger stehenden Ordnungen der Säugethiere darbieten. Es war zu erwarten, dass hier eine Einfachheit der Beziehungen bestand, die einen Vergleich mit dem noch einfacheren Verhalten der niederen Wirbelthiere, in Sonderheit der Reptilien und Amphibien, erleichterte.

Die Schwierigkeit einer richtigen Deutung des Befundes bei letzteren liegt ja oft gerade darin, dass wir, nur mit dem feineren Bau des Gehirns der höchst stehenden Säugethiere und des Menschen genauer bekannt, vorwiegend diesen in den Vergleich zu ziehen genöthigt sind. Es fehlen unserer Beobachtung eben die Zwischenstufen.