

Beiträge zur Kenntnis der Entwicklungsgeschichte des Skorpions.

II.

Von

Dr. August Brauer.

(Aus dem Zoologischen Institut in Marburg.)

Mit Tafel XXI—XXV und 20 Figuren im Text.

Es ist mir leider nicht möglich gewesen, in diesem vorliegenden zweiten Beitrag die Darstellung der Entwicklungsgeschichte des Skorpions, welche im ersten Beitrag (94) begonnen und bis zum Stadium des Anfangs der Segmentirung durchgeführt wurde, zu beendigen. Einmal ergab sich bei der Untersuchung, dass einige Organe, besonders die Geschlechtsorgane bei der Geburt des jungen Skorpions noch nicht ihre definitive Ausbildung erlangt hatten, von mir aber versäumt worden war, spätere Stadien zu sammeln, und dann lehrte das Studium des Nervensystems, vor Allem des Gehirns, bald, dass die Verhältnisse hier so complicirt liegen, dass zu ihrer Aufklärung eine eigene nur auf sie gerichtete Untersuchung nöthig ist, und weiter, dass nur eine Durcharbeitung und eine Vergleichung des Nervensystems bei verwandten Formen ein Verständnis herbeiführen kann. Da mir augenblicklich Zeit und Material fehlt, so muss ich die genaue Untersuchung dieses Theiles auf später verschieben.

Was diese Arbeit bringt, sind deshalb nur folgende Theile: 1) die Entwicklung der äußeren Form, 2) die Ausbildung des Darmes und seiner Anhangsdrüsen, 3) die Anlage und Differenzirung derjenigen Organe, welche aus der zwischen dem Ektoderm und Entoderm liegenden Zellmasse, die der Bequemlichkeit halber mit dem alten Namen »Mesoderm« bezeichnet werden möge, hervorgehen, also der Cölomsäcke, der Segmentalorgane (der Coxaldrüse und der Genitalausführungsgänge), des Blutgefäßsystems, des Füllgewebes, der Peritonealhüllen und der Muskulatur, 4) die Anlage der Lungen, 5) die Differenzirung

der Genitalanlage bis zur Geburt des Skorpions, 6) die Anlage der Mittelaugen und 7) die Anlage des Nervensystems.

Wenn somit auch fast alle Organe berücksichtigt werden, so ist die Behandlung doch durchaus keine gleiche, über einige ist die Untersuchung zum Abschluss gekommen, in Bezug auf andere sind aber noch viele Lücken geblieben. Wegen dieser Unvollständigkeit, und weil die verwandten bei einer Erörterung der systematischen Stellung des Skorpions nothwendig zu berücksichtigenden Formen in Bezug auf ihre Entwicklung und zum Theil auch noch auf ihren Bau zu wenig untersucht sind, um eine Vergleichung mit befriedigendem Resultat durchführen zu können, habe ich darauf verzichtet, die Ergebnisse der Arbeit zusammenzufassen und die Frage der Beziehungen des Skorpions zu den übrigen Arthropoden zu erörtern. Eine solche Zusammenfassung würde doch zu ähnlichen Schlüssen kommen, wie man sie in den bereits vorliegenden Arbeiten von LANKESTER (84—85), KINGSLEY (93, 94), WAGNER (94b) und Anderen und in dem Lehrbuche der Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Thiere von KORSCHULT und HEIDER (92) findet. Nur das möge hervorgehoben werden, dass diese Untersuchung meiner Überzeugung nach keine einzige Beobachtung enthält, welche geeignet wäre, die alte und noch jetzt von verschiedenen Forschern vertretene Ansicht, dass der Skorpion den Myriopoden und Insekten am nächsten steht, zu stützen.

Ich beschränke mich in diesem Beitrage auf die Wiedergabe der Resultate der Untersuchung und berücksichtige hier nur diejenigen Arbeiten anderer Forscher, welche die anderen Arachnoiden und *Limulus* behandeln.

1.

Die Entwicklung der äußeren Form.

Taf. XXI.

Das letzte Stadium, welches im ersten Beitrag (94, Fig. *F* im Text p. 416) behandelt war, zeigte eine kreisrunde, zuweilen auch ovale Keimscheibe, welche an demjenigen Pole des Eies lag, an welchem die Reifung und die Befruchtung sich vollzogen hatten, und welcher der Öffnung des Follikels in die Ovarialröhre zugekehrt lag. Durch äußere Betrachtung war eine Orientirung derselben nicht möglich, dagegen ließ sich auf Schnitten dadurch der künftige vordere und hintere, linke und rechte Abschnitt sicher bestimmen, dass die leicht erkennbare Gruppe der Genitalzellen excentrisch in der Keimscheibe lag, und zwar am hinteren Ende. Nachdem der Embryo dann in die Ovarialröhre übergetreten ist und sich der Länge nach in derselben gelagert hat,

beginnt die Keimscheibe durch ungleiches Wachstum in einer Richtung mehr als in der anderen sich auszudehnen, und ihre Form in eine ovale überzugehen (Fig. 4). Hierdurch ist aber äußerlich auch jetzt noch nicht eine völlige Orientirung ermöglicht, weil der vordere und hintere Abschnitt sich äußerlich nicht von einander unterscheiden, aber doch schon so weit, als der größte Durchmesser des Ovals mit der Längsachse des fertigen Skorpions zusammenfällt.

Zu dieser Zeit wird, wie im ersten Beitrage bereits mitgetheilt worden ist, auch das Amnion gebildet, während die Serosa früher, vor oder während der Verlagerung des Embryos aus dem Follikel in die Eiröhre, die Keimscheibe überwachsen hatte. In dem Raume, welcher durch Abheben der Embryonalhüllen von der Keimscheibe zwischen beiden entsteht, sammelt sich eiweißartige Flüssigkeit an, welche beim Konserviren gerinnt und leider einen genauen Überblick über den Verlauf der ersten Stadien des Segmentirungsprocesses allein durch die Betrachtung der Oberfläche unmöglich macht. Nur zu oft lehrt die Prüfung der auf die letztere Weise gewonnenen Bilder durch Zerlegung des Embryos in Schnitte, dass entweder jene Flüssigkeit die als Vertiefungen sich darstellenden Segmentgrenzen ausgefüllt und so das Bild eines unsegmentirten Keimes vorgetäuscht hat, oder dass in der geronnenen Masse Risse oder Einfaltungen sich gebildet haben, welche Segmentgrenzen ähnlich sehen. Für die folgende Darstellung sind nur solche Embryonen gewählt, bei welchen die durch Betrachtung der Oberfläche gewonnenen Bilder durch Zerlegung der Embryonen in Schnitte und durch Kombinirung derselben als richtig nachgewiesen worden sind.

Das früheste Stadium der Segmentirung, welches ich mit Sicherheit (Fig. 2) als solches bezeichnen kann, zeigt zwei Querlinien auf der gegen früher (Fig. 4) etwas in die Länge gewachsenen Keimscheibe. Hierdurch werden drei Abschnitte gebildet: ein vorderer, mittlerer und hinterer. Ob dieses Stadium wirklich das erste ist, kann ich deshalb nicht mit Bestimmtheit angeben, weil ich mehrere Male nur eine einzige Querlinie angetroffen habe, allerdings nur bei der Betrachtung der Oberfläche, während Schnitte sie mir nicht deutlich genug zeigten, um eine bestimmte Angabe machen zu können. METSCHNIKOFF (71) hat vor dem Auftreten von Querlinien eine longitudinale Furche beobachtet, welche »in der Mitte des Keimstreifens verläuft, ohne dessen beide Enden zu erreichen«. Dieselbe soll sich dann bald wieder zurückbilden. Ich habe eben so wenig wie LAURIE (90) etwas von dieser Furche sehen können und möchte glauben, dass sich jener Forscher durch eine zufällig vorhandene Faltung hat täuschen lassen. Jedenfalls

kann ihr weder die Bedeutung als »Primitivfurche, welche den Keimstreifen in die sogenannten Keimwülste trennt«, wie METSCHNIKOFF annimmt, zugeschrieben werden, noch hat sie etwas mit der Bildung des Entoderms zu thun, wie KORSCHULT und HEIDER (92) vermuthen.

Jenes Stadium (Fig. 2) mit drei Abschnitten ist auch von METSCHNIKOFF beobachtet worden, während LAURIE als das früheste von ihm gesehene ein solches mit vier Abschnitten beschreibt, welches diesem folgt (Fig. 3). Die Deutung dieser Abschnitte seitens der beiden Forscher fällt verschieden aus. Nach METSCHNIKOFF soll die Gliederung einer solchen in Kopf, Thorax-Präabdomen, und Postabdomen entsprechen, der zweite Abschnitt soll also das gesammte Material für den Thorax und das Präabdomen enthalten, nach LAURIE dagegen soll aus dem ersten Abschnitt der Kopf, aus dem zweiten das erste, aus dem dritten das zweite Segment des Thorax hervorgehen, dagegen soll der letzte Abschnitt die übrigen Thoraxtheile und das Abdomen in sich bergen.

Von beiden Forschern muss ich in der Deutung abweichen. Wie sich nämlich aus der weiteren Entwicklung zeigen wird, enthält der erste Abschnitt, welcher der größte ist, auf diesen beiden (Fig. 2, 3) und auch noch dem folgenden Stadium (Fig. 4) außer dem Kopf die Anlage des Cheliceren-Segmentes, der zweite stellt die Anlage des Pedipalpen-Segmentes (*II*) vor, und der dritte (Fig. 2) enthält das Material für die übrigen Theile des Körpers. Auf dem Stadium mit vier Segmenten (Fig. 3) hat sich von diesem ein neues abgegliedert (*III*), das dritte Thoraxsegment oder dasjenige des ersten Gangbeinpaares. In rascher Aufeinanderfolge lösen sich in ganz gleicher Weise, wie das dritte, vom letzten Abschnitt das vierte (Fig. 4 *IV*), das fünfte und sechste Thoraxsegment (Fig. 5 *V* und *VI*) ab, indem eine Anfangs schwache, dann schärfer sich ausprägende Querfurche auf demselben das vorderste Stück absondert. Vom vordersten Abschnitt (Fig. 5 *I*) trennen sich jetzt auch die Cheliceren. Zu gleicher Zeit beginnen andere Veränderungen einzutreten, durch welche das Oberflächenbild ein gegen früher wesentlich anderes Aussehen erhält. Außer einem stärkeren Wachstum des Keimstreifens in die Länge und Breite erhalten die einzelnen Theile eine schärfere Formung, so dass man jetzt auch ohne Zuhilfenahme von Schnitten über die Deutung derselben nicht mehr in Zweifel sein kann. Einmal zeichnet sich in Folge stärkeren Breitenwachsthums der Kopf (*k*) vor dem letzten Abschnitt aus, und dann macht sich jetzt eine Längsfurche bemerkbar, welche den Keimstreifen von vorn nach hinten, bis zum vorletzten Segment, in zwei Hälften theilt. Ob dieselbe zuerst am Kopf oder zuerst auf dem Thorax

oder gleichzeitig sich bildet, kann ich nicht angeben; auf allen Stadien, die ich beobachtet habe, war sie auf beiden Abschnitten vorhanden. Jetzt zeigt mithin der Embryo vorn zwei Lappen, die, da das Chelicerensegment sich abgetrennt hat, als Kopflappen (*k*) bezeichnet werden können, dann folgen zwei durch ihre fast dreieckige Form und ihre geringe Größe von den nächsten Segmenten abweichend gestaltete Stücke, die Hälften des Chelicerensegmentes (*I*), welche auf den Seiten von den Kopflappen etwas überdeckt werden; weiter sehen wir vier ziemlich gleichmäßig gestaltete paarige Stücke (*II—V*), welche nur durch die von vorn nach hinten abnehmende Größe sich von einander unterscheiden. Ihre Form ist die fast rechteckiger Wülste. Dann folgt ein ähnlicher Abschnitt, der, wie die schwache Querfurche zeigt, noch in der Ablösung begriffen, und welcher noch nicht durch eine Längsfurche in zwei Hälften gesondert ist (*VI*). Mit der vollständigen Ablösung dieses Segmentes ist die Gliederung des Keimstreifens in Kopf, Thorax und Abdomen vollzogen, und der letzte Abschnitt, der unpaare Wulst (*w*), enthält nur noch das Material für das Prä- und Postabdomen.

Das späte Erscheinen des Chelicerensegmentes und seine Abgliederung vom vordersten Abschnitt und nicht von dem hintersten kann deshalb nicht so auffällig erscheinen, weil wir der gleichen Thatsache auch bei den Spinnen [BALBIANI (73), BALFOUR (80), LOCY (86), SCHIMKEWITSCH (87), MORIN (87, 88)], bei den Pedipalpen (STRUBELL, 92), bei welchen die Abschnürung auf einem fast gleich alten Stadium, nämlich einem solchen mit sieben Segmenten, erfolgt, und weiter auch bei *Limulus* [KISHINOUE (94a) und KINGSLEY (92)] antreffen, dessen Segmentirung überhaupt nach den Abbildungen und Beschreibungen der beiden Forscher eine ganz auffallende Ähnlichkeit mit der des Skorpions aufweist.

Bei der Darstellung der weiteren Entwicklung der äußeren Form des Skorpions werde ich die Kopflappen hier nicht berücksichtigen. Weil die auf diesem Abschnitt sich abspielenden Veränderungen, besonders diejenigen, welche mit der Anlage der Mittelaugen in einem Zusammenhang stehen, so complicirt sind, dass man sie nur durch ein genaues Studium der Schnitte sicher enträthseln und auch nur durch eine Hinweisung auf die Schnitte verständlich machen kann, so werde ich die Darstellung der Ausbildung des Kopfes erst in einem späteren Kapitel, in welchem die Bildungsweise der Mittelaugen und des Gehirns besprochen wird, bringen.

Ein Vergleich der Fig. 6 mit der Fig. 5¹ lässt sofort das enorme

¹ Alle Figuren der Taf. XXI sind bei derselben Vergrößerung gezeichnet.

Wachsthum des Keimstreifens erkennen, mit welchem ein solches des ganzen Eies verbunden ist, und eben so die Fig. 7—9 und 12 zeigen, dass diese Vergrößerung während der ganzen Entwicklung bis zur Geburt des Embryos fort dauert. Hiermit erfolgt gleichzeitig auch eine Lageveränderung desselben. Dieselbe betrifft, wie METSCHNIKOFF und LAURIE schon angegeben haben, weniger den Kopftheil, sondern fast ausschließlich die anderen Abschnitte, am stärksten den abdominalen. Während der erstere auch später noch den Pol des Eies einnimmt, an welchem die Keimscheibe sich anlegte, nur ein wenig nach der späteren dorsalen Seite übergreift, welche geringe Ausbreitung sich aber durch die alle Theile gleichmäßig betreffende Vergrößerung erklären lässt, beginnt der hintere Abschnitt sich immer weiter auf der späteren ventralen Seite vorzuschieben und erreicht schließlich den anderen Pol, so dass jetzt vorderster und hinterster Abschnitt des Keimstreifens, welche zuerst nahe einander an einem Pol lagen, sich auf dem Ei fast einander gegenüber liegen.

Gleichzeitig mit dem Wachsthum ändert sich das Oberflächenbild. Wenn die Veränderungen sich auch nicht nach einander, sondern mehr oder weniger gleichzeitig abspielen, so scheint es mir doch vortheilhafter, damit die Darstellung übersichtlicher wird und nicht zu viele Wiederholungen bringt, die Ausbildung des Thorax, des Prä- und Postabdomens bis zur Geburt des Embryos gesondert zu behandeln und nicht jedes Stadium für sich mit allen Veränderungen durchzunehmen.

Thorax: Kurze Zeit nachdem auch das letzte Thoraxsegment sich von dem hinteren unpaaren Wulst (*w*, Fig. 5) losgelöst hatte und wie die übrigen durch eine Längsfurche in zwei Hälften getheilt war, bemerkt man (Fig. 6), dass die äußeren Theile der Segmentanlagen Unterschiede von den inneren zu zeigen beginnen, indem sie zu knopförmigen Gebilden anschwellen und sich von dem übrigen Theile allmählich schärfer absondern. Diese Erscheinung beobachtet man zuerst an dem zweiten Segment (*II*, Fig. 6), dann folgen fast gleichzeitig das dritte bis sechste Segment und zuletzt bemerkt man dieselbe Trennung jeder Hälfte in zwei Abschnitte am Chelicerensegment, das durch stärkeres Wachsthum jetzt in Bezug auf die Form den übrigen ähnlich geworden ist. Diese Verspätung findet in der verspäteten Anlage ihre Erklärung. Diese verschiedene Ausbildung der äußeren und inneren Theile jeder Segmenthälfte bedeutet nichts Anderes als die Trennung derselben in die Anlage der Gliedmaße und des Ganglions. Diese Sonderung erreicht sehr bald ihr Ende (Fig. 7). Jedes Segment zeigt dann vier Theile, zwei innere und zwei äußere; die äußeren, die Anfangs mehr halbkugelförmig waren, wachsen jetzt stärker in die Länge

als in die Breite, und zwar in schräger Richtung gegen die Querschnitte abwärts, die inneren Stücke sind etwas flacher und eckiger. Die ersteren sind die Anlagen der Cheliceren (*ch*), der Pedipalpen (*pp*) und der vier Gangbeinpaare (p^1 — p^4), die letzteren (*g*) die jedem Segment zugehörigen Ganglienpaare. Die Anlagen im zweiten Segment sind am größten, die des ersten am kleinsten, die übrigen vier sind fast gleich groß.

An dem äußersten oberen Ende der Anlagen der Pedipalpen und der Gangbeine fallen eigenthümliche kleine knopfartige Verdickungen (*so*) auf. Dieselben sind von den früheren Forschern, außer von PATTEN (90), übersehen worden. Er zeichnet diese Bildungen auch an den Cheliceren, doch habe ich sie hier nicht auffinden können. Sie sind auf den Stadien der Fig. 7 und 8 am stärksten entwickelt und fallen sofort in die Augen, das Paar der Pedipalpen ist am größten von allen. Später entziehen sie sich ganz der Beobachtung, zuerst an den Gangbeinen und zuletzt an den Pedipalpen (Fig. 9), indem sie einmal selbst an Größe verlieren oder doch nicht mehr die anliegenden Theile der Gliedmaßen so stark wie im Anfange überragen, und dann die letzteren in Folge ihrer stärkeren Entwicklung sie verdecken; auf den Schnitten lassen sie sich noch bis in späte Stadien verfolgen. Diese knopfförmigen Gebilde, die bei bloßer Betrachtung der Oberfläche ganz räthselhaft erscheinen und auf verschiedene Vermuthungen führen können, stellen sich auf Schnitten als reine Ektodermverdickungen dar. Die Fig. 40 und 46 zeigen zwei, auf der einen ist es in der Mitte durchschnitten, auf der anderen ist dasselbe etwas seitlich der Mitte getroffen. Es sind knospenartig vorspringende Verdickungen, in welchen die Zellen eine charakteristische Anordnung zeigen, die ihre Bildungsweise leicht erschließen lässt. In der Mitte finden wir größere Zellen mit großem, rundem Kern die Wand einer Grube bilden, deren Lumen allerdings in Folge der engen Zusammenlagerung der Zellen verschwunden ist. Diese centralen Zellen werden wallartig von anderen, lang ausgezogenen, spindelförmigen Zellen mit länglichen kleinen Kernen ringsum umgeben. Was auf den Figuren nicht genügend hervortritt, das ist die Differenz, welche die centralen und die Wallzellen in Bezug auf die Färbung zeigen; erstere färben sich wenig, letztere dagegen stark, und hierdurch fällt die Anordnung der Zellen noch mehr auf. In Bezug auf die Deutung möchte ich mich PATTEN anschließen und sie für die Anlage von Sinnesorganen halten. Wie schon erwähnt wurde, verlieren dieselben später an Größe und auch die Anordnung und Differenzirung der Zellen ist nicht mehr so charakteristisch, so dass es mir nicht möglich gewesen ist, sie bis in

den jungen Skorpion kontinuierlich zu verfolgen und über ihr späteres Schicksal sicheren Aufschluss zu erlangen.

Die Anlagen der Thoraxgliedmaßen verharren nur kurze Zeit auf dem zuletzt geschilderten Stadium, sie lassen alsbald eine Gliederung in zwei Abschnitte unterscheiden, einen proximalen und distalen (Fig. 8, 9), von denen der letztere gegen den ersteren wie eine Klinge eines fast geschlossenen Taschenmessers eingeschlagen ist und denselben zum großen Theil bedeckt. Der proximale entspricht dem späteren coxalen Abschnitt der Gliedmaße, aus dem distalen gehen die übrigen Glieder hervor. Während die coxalen flacher sind, schwellen die distalen besonders nach dem Ende zu stärker an und beginnen gegen die longitudinale Furche des Keimstreifens auszuwachsen. Diese Veränderungen erfolgen zuerst wieder an den Pedipalpen, dann folgen ziemlich gleichzeitig die Gangbeine und erst spät die Cheliceren. Die Pedipalpen gehen auch in der weiteren Gliederung den übrigen Gliedmaßen voraus. Auf der Innenseite des distalen Abschnittes, welcher nicht so schräg wie diejenigen der anderen gelagert ist, sondern fast parallel der Längsfurche, wird bald eine Einkerbung (Fig. 8) bemerkbar, welche die erste Anlage der Schere bedeutet. Indem auf der Außenseite eine ähnliche folgt (Fig. 9), setzt sich die Schere bereits deutlich von dem übrigen Theile der Gliedmaße ab; zugleich beginnt eine Knickung und ein Längenwachsthum nach der Mitte zu einzutreten wie bei den übrigen Gliedmaßen. Dieselben erreichen allmählich (Fig. 10—14) eine solche Länge, dass die letzten Enden derselben nicht nur die Längsfurche des Keimstreifens erreichen, sondern noch über dieselbe hinaus an einander vorbeiwachsen; ist durch abnormale Lagerung keine Störung oder Verschiebung eingetreten, so liegen sie derart, dass man auf einem medianen Längsschnitt die acht Gangbeine durchschneidet, von denen je zwei auf einander folgende Querschnitte je einem Paare angehören, wie es die Textfigur 3 p^1 — p^4 , p. 378 zeigt. Wann die Gliederung des distalen Abschnittes eintritt, und ob sie an einem Ende beginnt und allmählich nach dem anderen fortschreitet, oder ob gleichzeitig alle Glieder erscheinen, kann ich nicht sicher angeben, weil die Ringfurchen im Anfang sehr seicht sind, und deshalb ihr erstes Auftreten nicht scharf genug erkennbar ist. Nur das ist kaum zweifelhaft, dass, wenn sie nach einander sich bilden, sie einander sehr rasch folgen müssen. Zugleich mit dem Wachsthum ist auch die Form allmählich der definitiven ähnlich geworden; doch brauche ich hierauf nicht näher einzugehen. Es möge hier nur noch des eigenthümlichen schmalen Stückes, welches sich zwischen das erste und zweite Glied der Pedipalpen außen einschiebt (Fig. 12 *i*), gedacht wer-

den, weil es zu Missdeutungen führen könnte. Dieses ist nur ein Auswuchs am ersten Gliede, welcher auch an den Pedipalpen des erwachsenen Skorpions als eine schmale Leiste vorhanden ist. Weiter müssen dann noch wichtigere Fortsätze erwähnt werden, die auf den Figuren nicht erkennbar sind, weil sie von den Gliedmaßen selbst verdeckt werden, das sind die Sternocoxalfortsätze. LAURIE hat bereits nachgewiesen, dass sie sich am Embryo wie beim *Limulus* an allen Beinpaaren außer an den Cheliceren finden, während das ausgewachsene Thier an den letzten beiden Beinpaaren sie nicht besitzt. Die Fig. 40—42 zeigen den Sternocoxalfortsatz (*stco*) des fünften, Fig. 43 den des dritten, Fig. 44 den des vierten. Am sechsten Beinpaar ist er in ganz gleicher Weise entwickelt; er ist aber in den Fig. 45—47 nur eben angeschnitten. Auch die anderen Figuren, die zur Darstellung der Bildung anderer Organe bestimmt sind, durchschneiden die Fortsätze nicht immer an der Stelle ihrer stärksten Entwicklung. Es sind stark vorwuchernde Ektodermausbuchtungen, in welche auch Mesoderm einwächst.

In Folge des großen Wachsthums und der starken Ausbreitung der Gliedmaßen über den Keimstreifen werden die in der Mitte liegenden Theile allmählich fast ganz verdeckt, also besonders die Ganglienanlagen. Es ist allerdings von diesen nicht viel zu sagen, da sie, so lange sie oberflächlich liegen, äußerlich keine anderen Veränderungen erkennen lassen als eine geringe Verschiebung oralwärts; auf diese werde ich später bei der Besprechung der Ausbildung des Nervensystems näher eingehen. Hier möge nur erwähnt werden, dass die scharfen Grenzen der Ganglienanlagen unter einander und von den benachbarten Theilen des Keimstreifens sich allmählich verwischen, so dass bald eine Abgrenzung unmöglich wird und zuletzt die Anlagen ganz sich der Beobachtung entziehen. Es hängen diese Veränderungen, die von vorn nach hinten allmählich fortschreiten, natürlich mit der Verlagerung der Ganglien von der Oberfläche in das Innere des Embryos zusammen.

Entsprechend der verschiedenen Gestalt der Cheliceren sind die Veränderungen, die ihre Anlagen durchmachen, von denen der anderen Gliedmaßen etwas verschieden, sie sind einfacher. Zunächst beobachtet man, dass die knopfförmige Anlage (Fig. 7 *ch*) sich mehr in die Länge als in die Breite streckt (Fig. 8 und 9), dann erfolgt wie bei den anderen eine Gliederung in zwei Abschnitte, von denen der distale bald eine Einkerbung zeigt und zur Schere sich allmählich umwandelt (Fig. 12 und Fig. 60—67).

Viel wichtiger aber als diese Veränderungen sind diejenigen der

Lage. Bereits auf dem Stadium der Fig. 7 bemerkt man jederseits der Längsfurche, welche die Kopflappen trennt, zwei Längswülste auftreten, das ist die paarige Anlage der Oberlippe (*obl*). Dieselben erscheinen im unteren Theile stärker angeschwollen; sie liegen entweder so (Fig. 7), dass sie sich dicht berühren, oder so, dass sie etwas aus einander weichen und die viereckige Mundöffnung (*o*), die als einfache Ektodermeinsenkung kurz vorher sich gebildet hat, etwas umgreifen (Fig. 60), doch dürften diese Unterschiede unwesentlich sein. Bei dem weiteren Auswachsen der Oberlippenwülste beginnen sie sich eng an einander zu lagern und allmählich (Fig. 63, 66, 67, 12) zu verschmelzen. Da zugleich eine starke Verdickung der dem Mund anlagernden, später ihn überdeckenden Partien stattfindet, so stellt die Oberlippe am Schluss der Entwicklung sich als ein fast kugelig, unpaarer Wulst dar (vgl. auch Textfigur 3, p. 378). Wie nun aus der Fig. 7 klar hervorgeht, liegen die Cheliceren Anfangs postoral, allmählich aber (Fig. 8, 9, 12, 60—67) tritt eine Verlagerung nach der präoralen Seite hin ein. Man beobachtet, wie sie bald auf derselben Höhe mit der Mundöffnung liegen, dann noch etwas weiter nach vorn rücken, und nun eine andere Richtung in der Bewegung eintritt, nämlich nach der Mitte wieder zu. Schon bevor der Embryo geboren wird, ist die definitive Lage erreicht, das heißt also, sie haben sich bis zur Berührung über der Oberlippe einander genähert. Die Fig. 4 von PATTEN (90) und die Fig. 14 und 15 von METSCHNIKOFF geben diese letzten Stadien schon gut wieder, weshalb ich auf diese verweisen kann.

Die Frage, ob diese Lageveränderung ihre Ursache hauptsächlich in einer caudalwärts gerichteten Bewegung des Mundes oder in einer solchen oralwärts gerichteten der Cheliceren hat, lässt sich kaum mit Sicherheit entscheiden, weil genaue Messungen wegen des fortdauernden Wachstums des ganzen Embryos und wegen der verschiedenen Größe der Embryonen nicht möglich sind. Indessen scheint es keinem Zweifel zu unterliegen, dass in erster Linie eine Konzentrirung des ganzen Keimstreifens und damit auch der Cheliceren oralwärts vorliegt, dass eine entgegengesetzte Verlagerung der Oberlippe, bezw. des Mundes, wenn sie überhaupt vorhanden ist, nur von geringer Ausdehnung sein kann. Wir werden später sehen, dass das Nervensystem, speciell die Chelicerenganglien, in der gleichen Richtung sich zusammenschiebt.

Präabdomen und Postabdomen. Weit interessanter als die Veränderungen am Thorax sind diejenigen, welche sich bei der Ausbildung des Abdomens, besonders des Präabdomens, abspielen. In der gleichen Weise wie sich die Anlagen der Thoraxsegmente von dem

am weitesten nach hinten liegenden unpaaren Abschnitt des Keimstreifens (Fig. 2—5) abgliederten, beginnen sich auch die Segmentanlagen des Präabdomens abzulösen, ohne dass der Beginn dieses Vorganges durch eine Pause in der Entwicklung oder durch ein anderes Merkmal besonders bezeichnet wäre. Die Fig. 6 zeigt bereits die Anlage des ersten abdominalen Segmentes, welches durch eine Längsfurche bereits in zwei Hälften getrennt ist wie die Thoraxsegmente (*VII*), und das zweite (*VIII*), welches noch in der Abschnürung begriffen ist; bald folgt das dritte und vierte nach. Zu dieser Zeit wird eine abweichende Bildung bemerkbar. Außer den Querfurchen nämlich, welche die Segmentgrenzen bezeichnen, macht sich hinter denselben auf dem letzten unpaaren Abschnitt (Fig. 7) eine gegen vorn konvex gewölbte Furche bemerkbar, welche sich auch dadurch von den Segmentgrenzen unterscheidet, dass sie nicht über die ganze Breite des Keimstreifens sich ausdehnt. Diese zeigt die Anlage des Postabdomens an (*pab*). Wie man nämlich bald erkennt, beginnt die durch dieselbe abgetrennte Partie oralwärts zu einem breiten Wulst, der auf seiner sichtbaren Seite eine Einwölbung zeigt, auszuwachsen (Fig. 8 *pab*).

Zugleich setzt sich aber die Abschnürung von Segmenten des Präabdomens in gleicher Weise wie früher fort. Auf dem Stadium der Fig. 8 treffen wir bereits sechs, auf dem der Fig. 9 acht Segmente, von denen das letzte durch das Postabdomen verdeckt wird, die definitive Zahl an, und damit ist im Wesentlichen die Gliederung in die Abschnitte des erwachsenen Thieres, Kopf, sechs Thoraxsegmente, acht Segmente des Präabdomens und Postabdomen, dessen Gliederung erst allmählich folgt, vollzogen.

Die Segmentanlagen des Präabdomens gleichen vollkommen denjenigen des Thorax; man erkennt, dass ebenfalls vom ersten zum letzten fortschreitend eine Sonderung derselben in zwei Hälften durch eine Längsfurche, die Fortsetzung der thorakalen, erfolgt, und weiter eine Theilung jeder Hälfte, außer derjenigen des letzten Segmentes, in zwei Abschnitte, einen äußeren und einen inneren (Fig. 8). Die äußeren sind die Anlagen von Gliedmaßen, die inneren diejenigen der präabdominalen Ganglien. Wie die Fig. 7 und 8 erkennen lassen, stellen sich die Gliedmaßenanlagen zuerst als Anschwellungen, dann nach der Trennung von den Ganglienanlagen als Knöpfe dar, welche ganz dieselbe Gestalt wie die des Thorax haben, nur kleiner und flacher sind. Unter sich zeigen sie größere Verschiedenheiten, welche mit der späteren Bedeutung in einem Zusammenhang stehen. Die erste Extremitätenanlage, diejenige des siebenten Segmentes also, welche im Anfange nicht sehr viel in Bezug auf die Größe dem nächstfolgenden nachsteht

(Fig. 8 *abp*¹), bildet sich sehr früh wieder zurück. Anfangs deutlich erkennbar wird sie bald so klein, dass sie sich oberflächlich nur als ein schwacher weißer Fleck von der Umgebung abhebt (Fig. 9 *abp*¹); dieser verstreicht dann bald ganz.

Anders die folgenden sechs Extremitätenanlagen. Von diesen beginnen die ersten beiden, also diejenigen des achten und neunten Segmentes durch ihr rasches Wachstum und starke Vergrößerung bald am meisten die Aufmerksamkeit auf sich zu ziehen. Die neunte wächst wieder stärker als die achte. Zugleich ändern sie ihre Form, indem sie sich parallel den Segmentgrenzen verlängern und so die Form von länglichen Wülsten annehmen (Fig. 9—11).

Der Unterschied in der Größe nimmt auf dem nächsten Stadium immer mehr zu, bald (Fig. 11) ist das Paar des unteren Segmentes mehr als doppelt so lang und dick wie das des achten. Während dieses Wachstums erfolgt zugleich eine sehr starke Verschiebung gegen den Kopf hin; es betrifft dieselbe alle Segmente des Präabdomens. Zum Theil wird allerdings eine solche nur vorgetäuscht, indem die Extremitäten des Thorax bei ihrer Ausbildung auch caudalwärts sich ausbreiten, doch ist, wie ein Vergleich der Fig. 8—11 lehrt, eine solche Verlagerung der Segmente nicht zweifelhaft. So sehen wir z. B., wie das siebente mit seiner Extremitätenanlage erst hinter dem letzten Beinpaar des Thorax liegt, dann mehr und mehr auf die gleiche Höhe derselben rückt und noch deutlicher ist diese Lageveränderung bei dem achten und neunten Segment zu verfolgen, zumal hier die letzte Thoraxextremität nicht mehr caudalwärts wächst, sondern wesentlich nur gegen die Mitte des Keimstreifens sich ausdehnt. Die Extremitätenanlage des achten Segmentes ist Anfangs von den Gliedmaßen des sechsten um ein volles Segment entfernt, bald liegt sie derselben dicht an und zuletzt schiebt sie sich vollständig unter und wird dadurch der Beobachtung entzogen (Fig. 8—11). Die neunte folgt bald nach. Dieselbe erfährt zugleich noch andere Veränderungen. Die länglichen Wülste beginnen an ihren äußeren Enden etwas anzuschwellen (Fig. 11, 12, 13 *km*) und sich nach dem Kopf zu zu krümmen; auf späteren Stadien zeigen sich an der hinteren Wand Einkerbungen, zuerst an den äußersten Partien, dann allmählich auch an den inneren; zugleich rücken die Wülste oralwärts, und zwar so weit, dass der innere Theil unter die letzten Thoraxgliedmaßen sich schiebt (Fig. 11) und nur der äußerste ein wenig sichtbar bleibt. Da der Abstand zwischen dem achten und neunten und zwischen den folgenden sich nicht verringert, so ist daraus zu schließen, dass die Lageveränderung nicht nur die ersten drei Segmente, sondern alle gleichmäßig betrifft.

Die vier letzten Extremitätenanlagen des Präabdomens (Fig. 9 *abp*⁴⁻⁷) stimmen in ihren weiteren Veränderungen ganz überein. Die Anfangs vorhandene Ungleichheit der Größe wird bald ausgeglichen (Fig. 10—12). Alle vier Paare beginnen auszuwachsen und sich stark abzuflachen, dann, wie METSCHNIKOFF (p. 19) schon richtig beschreibt, »krümmen sie sich halbmondförmig (Fig. 11), wobei sie sich mit ihrer Konvexität nach oben zu kehren«. An der hinteren Wand lässt sich eine ziemlich breite Einsenkung feststellen; dann verflachen sich die Anlagen bis zur Unkenntlichkeit (Fig. 12—14), und nur die Einstülpungen, die von einem schmalen verdickten Wall überdeckt sind, bleiben sichtbar.

Aus der Beschreibung der Veränderungen am Präabdomen geht schon hervor, wie die einzelnen Segmente und ihre Extremitätenanlagen zu deuten sind. Die Extremitätenanlagen des siebenten Segmentes werden rückgebildet, die des achten werden zu den Genitalopercula (*go*), die des neunten zu den Kämmen, und an denen des 10.—13. Segmentes bilden sich die Lungen, das achte Segment des Präabdomens endlich oder das 14. Körpersegment zeigt keine Extremitätenanlage. Auf den Figuren ist dasselbe, da es vom Postabdomen verdeckt wird, nicht sichtbar. Auf den Unterschied, welcher sich in Bezug auf die Segmentierung des Skorpions aus dieser Darstellung gegen die früheren ergibt, werde ich am Ende des Kapitels näher eingehen.

Eine kurze Erörterung muss noch der Ausbildung des Postabdomens gewidmet werden. Kurze Zeit nach der Abgliederung desselben und nach dem Beginn der Ausbreitung gegen den Kopf zu, tritt auch schon die Gliederung ein oder, richtiger gesagt, setzt sich die Abschnürung von Segmenten auch am Postabdomen fort (Fig. 9). Wie die Fig. 10 und 11 zeigen, kann dieselbe etwas ungleich verlaufen, indem das Stadium der Fig. 11, obwohl es älter ist, doch ein Segment weniger zeigt als das der Fig. 10. Als letztes Glied schnürt sich der den Giftstachel tragende Abschnitt ab (Fig. 13 u. 14). Zugleich mit der Segmentierung wächst das Postabdomen stark in die Länge und verliert bedeutend an Breite; es überdeckt zuletzt die meisten Ganglien des Präabdomens und stößt an das letzte Paar der Thoraxgliedmaßen.

Nachdem die Gliederung des Keimstreifens in Kopf, Thorax, Prä- und Postabdomen vollzogen, beginnt derselbe sich auch nach der dorsalen Seite des Eies hin auszudehnen (Fig. 8). An den mit Chromsäure konservierten Embryonen lässt sich dieser Vorgang deshalb leicht verfolgen, weil der Keimstreif weißlich erscheint, der noch nicht von demselben bedeckte Dotter aber dunkelbraun, fast schwarz, so dass die Grenze zwischen beiden sich scharf markiert. Man beobachtet nun, wie diese Grenze sich allmählich nach der Rückenseite verschiebt und

schließlich ganz bedeckt, so dass der Dotter nirgends mehr bei der Betrachtung der Oberfläche sichtbar ist (Fig. 8—12); zugleich beginnen auch die Quersfurchen sich dorsalwärts zu verlängern und in der dorsalen Mittellinie sich zu vereinigen, so dass jetzt der Embryo durch hinter einander liegende Reifen umfasst erscheint.

Die weiteren bis zur Geburt noch erfolgenden Veränderungen betreffen nur eine stärkere Ausbildung der vorhandenen Anlagen und ihre Überführung in die definitive Form und brauchen nicht näher geschildert zu werden.

Wie durch die früheren Untersuchungen schon bekannt ist, wird der Skorpion noch von den Embryonalhüllen umschlossen geboren, dieselben werden aber bald abgestreift; ob vom Embryo allein oder ob auch mit Hilfe der Mutter habe ich nicht feststellen können. Das junge Thier kriecht dann auf den Rücken oder unter den Bauch oder an die Seiten der Mutter und bleibt hier ruhig sitzen. Die Jungen gleichen äußerlich ganz dem erwachsenen Skorpion, nur die Färbung ist eine andere. Die Jungen von *Euscorpius carpathicus* sind fast ganz weiß, die von *E. italicus* sind bereits besonders auf der dorsalen Seite rothbräunlich pigmentirt. Sie sitzen, so lange sie nicht gestört werden, ruhig auf der Mutter, die, da die vielen Embryonen eng an einander sich drängen müssen, um Platz zu finden, ein so abenteuerliches Aussehen erhält, dass man beim Umdrehen des Steines, unter welchem sie sitzt, unter dem weißen Flaum der Jungen die Mutter zuerst ganz übersieht. Wenn sie gestört wurden, so begannen die Jungen auf der Mutter umherzukriechen, und einige Male habe ich beobachtet, wie einige, welche auf die Pedipalpen oder vor den Mund der Mutter krochen, von dieser ergriffen und aufgefressen wurden; wie man häufig beobachten kann, wenn die Beute aus kleineren Thieren besteht, wurden sie vorher nicht durch einen Stich getödtet.

Bevor ich auf die Besprechung der früheren Arbeiten eingehe, mögen noch einige Angaben gemacht werden über die Zeitpunkte, in welchen ich die wichtigsten Stadien gefunden habe. Während die Furchung, wie schon im ersten Beitrage erwähnt wurde, sehr langsam verläuft, ungefähr einen Monat (Mai) in Anspruch nimmt, spielen sich die nächstfolgenden Vorgänge verhältnismäßig rasch ab. So wurde gegen Mitte Juni das Stadium der Fig. 7 beobachtet, und Fig. 8 und 9 zeigen Stadien, welche Ende Juni gefunden wurden. In den ersten Tagen des Juli hatte der Embryo bereits die Form der Fig. 12 erreicht, und auch die Stadien, von denen Fig. 13 und 14 einen Theil zeigen, auf welchen die wichtigsten Veränderungen bereits beendet sind, fallen noch in dieselbe Zeit. Dann verläuft scheinbar die Entwicklung wieder

langsamer, indem bis zur Geburt, die gegen Mitte August erfolgte, äußerlich große Veränderungen nicht bemerkbar sind; doch erfolgt während dieser Zeit die Ausbildung der inneren Organe.

Aus diesen Angaben, welche natürlich nur für die Mehrzahl der in den betreffenden Zeiträumen untersuchten Embryonen gilt, geht hervor, dass die Furchung und dann wieder die Differenzirung der Organe langsam, die Entwicklung der äußeren Form dagegen verhältnismäßig rasch verläuft. Im Allgemeinen schreitet die Entwicklung für die Embryonen eines und desselben Thieres gleichmäßig rasch fort, nur selten trifft man größere Unterschiede. Die Größe der einzelnen Embryonen aber kann wechseln, was von der Ernährung abhängen dürfte; häufiger findet man auch, dass einzelne Embryonen in der Entwicklung stehen geblieben und abgestorben sind. Da man in späteren Zeiten auffallend frühe Stadien und in frühen schon auffallend weit in der Entwicklung vorgerückte sehr selten findet, so darf als Regel angegeben werden, dass Anfang Mai die Entwicklung beginnt und dass gegen die Mitte des August die Jungen geboren werden; es sind von mir in Torbole am 7. August die ersten Jungen von *E. carpathicus* und am 8. August die ersten von *E. italicus* auf der Mutter sitzend gefunden worden.

Zum Schluss mögen in diesem Kapitel noch die bisherigen Kenntnisse von der Entwicklung der äußeren Form kurz angegeben und mit den Resultaten meiner Untersuchung verglichen werden. Es kommen hier, da die älteren Arbeiten von J. MÜLLER, DUVERNOY und RATHKE außer Acht gelassen werden können, KOWALEWSKY und SCHULGIN (86) auf die Ausbildung der äußeren Form nicht eingehen, und die Arbeit GANIN'S mir nicht zur Verfügung stand, nur die Arbeiten von METSCHNIKOFF (71), LAURIE (90) und PATTEN (90) in Betracht. Schon im ersten Beitrage wurde hervorgehoben, dass LAURIE die Angaben METSCHNIKOFF'S in wichtigen Punkten berichtigt und ergänzt habe, was in Anbetracht des Unterschiedes in den Zeiten, in welchen beide Untersuchungen ausgeführt sind, nicht auffällig ist. Was aber die Oberflächenbilder betrifft, so bleiben hier diejenigen LAURIE'S ohne Zweifel sehr weit hinter denen des älteren Forschers zurück. Nicht allein, dass Details so gut wie ganz fehlen, sind selbst die groben Verhältnisse, wie z. B. die Anlage und Form der Gliedmaßen, so unrichtig und verzerrt wiedergegeben — man betrachte nur die Fig. 20, 24 und 28 in LAURIE'S Abhandlung! —, dass man nur eine äußerst schlechte Erhaltung der Oberflächenformen des Keimstreifens annehmen kann; ein flüchtiger Vergleich mit meinen Figuren wird zur richtigen Beurtheilung genügen und ich glaube dess-

halb darauf verzichten zu können, die Verschiedenheiten im Einzelnen darzulegen.

Die Ansicht METSCHNIKOFF's, dass die Segmente des Thorax und des Präabdomens sich aus dem mittleren Stücke des dreigliedrigen Embryos entwickeln, wurde, wie ich schon erwähnte, bereits von LAURIE berichtet. Im Übrigen sind aber die meisten wichtigen Punkte der Entwicklung, abgesehen von Einzelheiten, richtig dargestellt. Die Gliederung der Segmentanlagen in diejenigen der Gliedmaßen und Ganglien wurde von ihm erst auf späten Stadien gesehen, die paarige Anlage der Oberlippe und ihre Ausbildung aus den der Längsfurche des Kopfes anliegenden Längswülsten wurde von ihm und auch von LAURIE nicht erkannt; ferner hat er nur sechs, nicht sieben Extremitätenanlagen am Präabdomen gesehen, doch ist das Segment, welches die fehlende Anlage besitzt, auf seinen Zeichnungen vorhanden, in der Beschreibung aber auch nicht berücksichtigt worden, wie ich noch näher ausführen werde.

Als vorzüglich und äußerst sorgfältig ausgeführt muss man die Zeichnungen, welche PATTEN (90) von vier Embryonen gegeben hat, bezeichnen, und man muss nur bedauern, dass sie nicht näher beschrieben sind. Wichtige richtige Beobachtungen sind in den Figuren enthalten, im Text aber nicht erwähnt und deshalb offenbar auch von anderen Autoren nicht oder wenig beachtet worden. Abgesehen von der Darstellung der Ausbildung des Kopfes und abgesehen von dem Punkte, dass ich die von ihm an der Außenseite der Cheliceren gezeichneten knopfförmigen Verdickungen, die er als Sinnesorgane gedeutet hat, nicht gefunden habe, kann ich irgend etwas Wesentliches nicht nennen, in welchem ich nicht mit ihm übereinstimme, so weit die vier dargestellten Stadien in Betracht kommen.

Das wichtigste und auffallendste Resultat, welches das Studium der Ausbildung der äußeren Form gelehrt hat, betrifft die Segmentirung des Abdomens. In allen Untersuchungen, welche sich mit der Gliederung des Skorpions genauer beschäftigen oder sie beim Vergleich mit derjenigen anderer Formen berücksichtigen, und weiter in allen Lehrbüchern ohne Ausnahme findet sich die Angabe, dass das erste Segment des Präabdomens oder das siebente Körpersegment, wenn man das die Cheliceren tragende als erstes rechnet, die Genitalopercula und die Geschlechtsöffnung trägt, das zweite dagegen oder achte Körpersegment die sogenannten kammförmigen Organe, das dritte bis sechste, bzw. neunte bis zwölfte Körpersegment die vier Lungenpaare, und dann weiter wird die Anzahl der Glieder des Abdomens auf 13 angegeben, von denen sieben dem Präabdomen, sechs dem Postabdomen zugehören.

Diese Gliederung erweist sich nun als falsch; denn es ist ein Segment, das zwischen Thorax und dem Präabdomen liegt, also das wirklich siebente oder erste Segment des Präabdomens, übersehen oder richtiger nicht gezählt worden. METSCHNIKOFF's Fig. 44, Taf. XVII nämlich zeigt völlig klar, dass die Genitalopercula und die Kämme, welche bereits ihre charakteristische, sie von den übrigen Extremitäten leicht unterscheidende Form besitzen, am achten und neunten Körpersegment liegen, nicht am siebenten und achten, und dass zwischen dem Ganglienpaar des letzten oder sechsten Thoraxsegmentes und dem des achten noch ein Paar, eben das des siebenten, vorhanden ist; es ist dieses ein Beweis, wie genau dieser Autor gezeichnet hat.

Von LAURIE's Figuren können zwei hier in Betracht kommen. Die eine Figur 32 lässt die Anlagen der Extremitäten des Abdomens und die Ganglienanlagen deutlich erkennen, und es ergibt sich aus einer Zählung, dass er das siebente Ganglienpaar — die Chelicerenganglien liegen auf diesem Stadium bereits dem Gehirn an und sind von demselben nicht getrennt gezeichnet — vollständig übersehen hat, obwohl es in Bezug auf die Größe den übrigen nicht nachsteht. Seine Figur 28 zeigt zwar noch nicht die Extremitätenanlagen des Präabdomens und lässt deshalb nicht sicher entscheiden, ob er das siebente auch nicht gesehen hat, sie ist aber in so fern interessant, als er bei der Numerirung der Segmente das dem sechsten folgende überspringt, so dass das achte die Zahl VII erhält.

Ausgezeichnet und richtig sind die Verhältnisse dagegen wieder von PATTEN in seinen Fig. 2 u. 3 wiedergegeben, und der Forscher hat auch das dritte Segment des Präabdomens als das der Kämme bezeichnet. Doch geht er auffallenderweise in seiner Abhandlung auf dieses von denen der früheren Arbeiten abweichende Resultat nicht näher ein.

Es ergibt sich also die Thatsache, dass das Abdomen des Skorpions sich aus 14, nicht aus 13 Segmenten zusammensetzt, und dass das Präabdomen 8, das Postabdomen 6 hat.

Diese Thatsache ist deshalb noch weiter nicht ohne Bedeutung, weil die Übereinstimmung in der Gliederung des Skorpions und des Limulus in den Erörterungen über die Beziehungen der beiden Formen zu einander eine große Rolle gespielt hat. Auch beim Limulus soll die Genitalöffnung nach allen Autoren, sowohl Freunden wie Gegnern der Hypothese der Verwandtschaft desselben zu den Arachnoiden, mit einer Ausnahme, auch am siebenten Körpersegment liegen, das achte bis zwölfte, welche die fünf Paare Kiemen tragen, dem achten bis zwölften des Skorpions, welche die kammförmigen Organe und die vier Paare von Lungen tragen, gleichwerthig sein, wobei man die Kämme als um-

gewandelte Extremitäten auffasst. Die vorliegende Untersuchung ergibt nun, dass die Vergleichung in bisheriger Weise nicht mehr möglich ist, indem beim Skorpion die Geschlechtsöffnung am achten, beim *Limulus* am siebenten sich findet, und so fort. Indessen scheint es mir, bevor man derart entscheidet, richtiger, die Verhältnisse beim *Limulus* noch einmal zu untersuchen. Wenn man nämlich die bisher vorliegenden Arbeiten über *Limulus* durchsieht, so scheint es, als ob die Angabe, die Genitalöffnung liege am siebenten Segment, sich nicht auf embryologische Untersuchungen stützt, sondern auf Zählungen der Segmente des fertigen Thieres, und als ob die ebenfalls hauptsächlich durch die Untersuchung des fertigen Thieres ermittelte Lage der Genitalöffnung beim Skorpion nicht unwesentlich die Betrachtungen über die Segmentirung beider Formen beeinflusst habe.

Eine Nachuntersuchung erscheint um so nothwendiger, als bereits eine Angabe, welche aber merkwürdigerweise wenig beachtet ist, vorliegt, welche ein ganz anderes Resultat enthält. KISHINOUE (91a) zeigt in seiner Untersuchung über die Entwicklung des *Limulus*, dass zwischen dem sechsten und dem bisher als siebentes gezählten Segment noch eins vorhanden ist, welches ebenfalls einen Anhang besitzt. »The seventh appendage gradually degenerates from the external side leaving a small proximal portion only, which becomes the metastomum of the adult.« »The eight pair of appendages becomes the operculum.« »The 9th—13th appendages bear the gill-lamellae. Among them the ninth pair is the earliest developed.« Diese Schilderung passt, abgesehen von dem späteren Schicksal des Anhangs des siebenten Segments, genau zu der meinigen vom Skorpion, und es würde auf Grund dieser Darstellung die Segmentirung, die Lage der Genitalöffnungen und der Extremitäten des Präabdomens eine völlige Übereinstimmung bei beiden Formen zeigen. KINGSLEY (93) aber, welcher die Entwicklung des *Limulus* fast gleichzeitig untersucht hat, kann der Darstellung von KISHINOUE nicht beistimmen und glaubt, dass ein Irrthum seitens des Letzteren vorliege; das siebente Segment trage die Opercula. Indessen scheint mir die bestimmte und durch Zeichnungen erläuterte Angabe des japanischen Forschers hierdurch noch nicht widerlegt zu sein; denn derselbe macht auch in Bezug auf den inneren Bau dieses Segmentes bestimmte Angaben, die wieder für das siebente Segment passen, nicht aber für das die Genitalöffnung tragende, und die wieder in völligem Einklange mit den meinigen beim Skorpion stehen, wie unten gezeigt werden wird. Eine genaue Nachuntersuchung kann aber hier nur entscheiden.

Auch bei den Spinnen begegnen wir derselben Thatsache, dass

hier ein Segment, und zwar wieder das siebente, lange Zeit übersehen worden ist. KORSCHULT (92) hat an demselben auch einen Anhang nachweisen können. KISHINOUE (94), welcher das Vorhandensein des siebenten Segmentes bestätigt, glaubt allerdings den sich auf demselben findenden Ektodermverdickungen nicht den Werth von Extremitätenanlagen zuweisen zu dürfen, indessen kann ich, da Herr Professor Dr. KORSCHULT damals, als er die Beobachtung machte, die Spinnenembryonen mir zeigte, ihm nur beistimmen, dass es dieselben Bildungen sind, wie man sie auf den folgenden Segmenten findet, dass sie auch in der Lage völlig mit ihnen übereinstimmen und nur durch die geringere Entwicklung sich unterscheiden, dass man also sie als Extremitätenanlagen betrachten muss. Interessant ist, dass auch bei den Spinnen das siebente Segment sich nicht nur durch die schwächere Entwicklung der Anhänge von den übrigen unterscheidet, sondern auch durch deren frühzeitige Rückbildung und durch die Cölomverhältnisse, auf welche unten eingegangen wird, mit dem des Skorpions übereinstimmt.

Von den übrigen Arachnoiden sind mir in Bezug auf diesen Punkt bestimmtere Angaben nicht bekannt. Weil Extremitätenanlagen des Abdomens sich hier nicht als charakteristische Bildungen am ausgebildeten Thiere erhalten, ist ein genauerer Vergleich der Segmente sehr erschwert.

In der Neuzeit sind von JAWOROWSKI (94) und WAGNER (94) Angaben über Anhänge, welche am Kopf der Spinnen oder zwischen dem ersten und zweiten Körpersegment der Milben vorhanden sein und Gliedmaßen gleichwerthig sein sollen, gemacht worden. In Bezug auf den Skorpion muss hervorgehoben werden, dass derartige Reste, welche als Antennenrudimente oder dergleichen gedeutet werden könnten, auf keinem Stadium beobachtet werden konnten.

Ehe ich zu der Darstellung der Anlage und Differenzirung der Organe, welche Vorgänge nur durch Zerlegung der Embryonen in Schnittserien verfolgt werden können, übergehe, möge der Orientirung wegen kurz dasjenige Stadium beschrieben werden, bis zu welchem die Beschreibung der Entwicklung des Skorpions im ersten Beitrage geführt worden ist. Es schloss derselbe mit dem Stadium ab, auf welchem der Embryo aus dem Eifollikel in die Eiröhre übergetreten war. Von späteren Stadien war nur über die Bildung des Amnions schon berichtet worden.

Nachdem der Embryo in die Eiröhre übergetreten war, zeigt die runde, seltener ovale Keimscheibe folgendes Bild. Äußerlich, wie schon berichtet ist, erschien sie wie ein weißer Fleck, an welchem irgend

welche Differenzirungen nicht erkennbar waren. Sie war bedeckt von der Serosa, welche auch bereits über den Rand der Keimscheibe hinaus zu wachsen begann. Untersuchte man dieselbe auf Schnitten, so ergab sich, dass auf diesem Stadium bereits die drei Schichten, Ekto-, Meso- und Entoderm gebildet waren, dass weiter Dotterzellen der Keimscheibe unterlagerten und die Genitalzellen bereits vorhanden waren, und dass eine sichere Orientirung ermöglicht war. Das Ektoderm bestand in den mittleren Theilen im Allgemeinen aus hohen cylindrischen, eng an einander gelagerten Zellen, die, je weiter man sich dem Rande der Keimscheibe näherte, an Höhe verloren und dann in das Amnion, das in der Bildung begriffen war, übergingen. Das Entoderm setzte sich aus niedrigen Zellen zusammen, es bildete eine kontinuierliche Platte und grenzte die Keimscheibe gegen den Dotter, bezw. gegen die dem Entoderm entweder in einer zusammenhängenden Schicht oder zerstreut anliegenden, großen, durch Dotteraufnahme stark aufgetriebenen Dotterzellen ab, und am Rande begann das Entoderm ebenfalls schon den Dotter zu umwachsen, und zwar rascher als das Ektoderm, so dass in den Randpartien unter der Serosa nur Entoderm lag. Zugleich änderte sich in diesen vorwachsenden Entodermzellen der histologische Bau, indem sie Dotter aufnahmen, Vacuolen in ihnen auftraten, sie größer wurden und pseudopodienartige Fortsätze in den Dotter aussendeten. Zwischen dem Ekto- und Entoderm lagen kubische Zellen, welche eine Anordnung in einer geschlossenen Schicht noch nicht zeigten. Während sie vom Entoderm an allen Stellen vollständig getrennt waren, ließen sie sich vom Ektoderm nur in den seitlicher liegenden Partien scharf abgrenzen, nach hinten zu, wo die Einwucherung des Entoderms und der Genitalzellen stattgefunden hatte, war ein kontinuierlicher Übergang beider Zellarten zu beobachten. Eine gleichmäßige Ausbreitung der Mesodermzellen war auch schon durch die Genitalzellen unmöglich gemacht, indem diese, in einer geschlossenen, scharf abgegrenzten, kugeligen Gruppe angeordnet, im hinteren Theile der Keimscheibe den Raum zwischen Ekto- und Entoderm ganz ausfüllten. Durch diese excentrische Lage der Genitalzellen war die Keimscheibe, auch wenn sie eine kreisrunde Gestalt hatte, auf Schnitten sehr leicht zu orientiren, indem sie den hinteren Abschnitt bezeichneten.

An dieses soeben beschriebene Stadium schließt das hier auf Fig. 45 abgebildete ziemlich eng an. Die Unterschiede liegen nur darin, dass einmal die Keimscheibe nach einer Richtung stärker gewachsen ist, und dadurch die Form jetzt in allen Fällen eine ovale geworden ist, wodurch die excentrische Lage der Genitalzellen noch auffallender

hervortritt, und dass auch das Amnion die Keimscheibe vollständig überdeckt.

Um Wiederholungen zu vermeiden und die Darstellung übersichtlicher zu machen, werde ich auch ferner, wie im ersten Kapitel, nicht Stadium für Stadium beschreiben und den Fortschritt, den alle Organe auf diesem Stadium gegen das vorhergehende zeigen, kennzeichnen, sondern, so weit es irgendwie möglich ist, ein jedes Organ für sich bis zur Geburt des Embryos verfolgen.

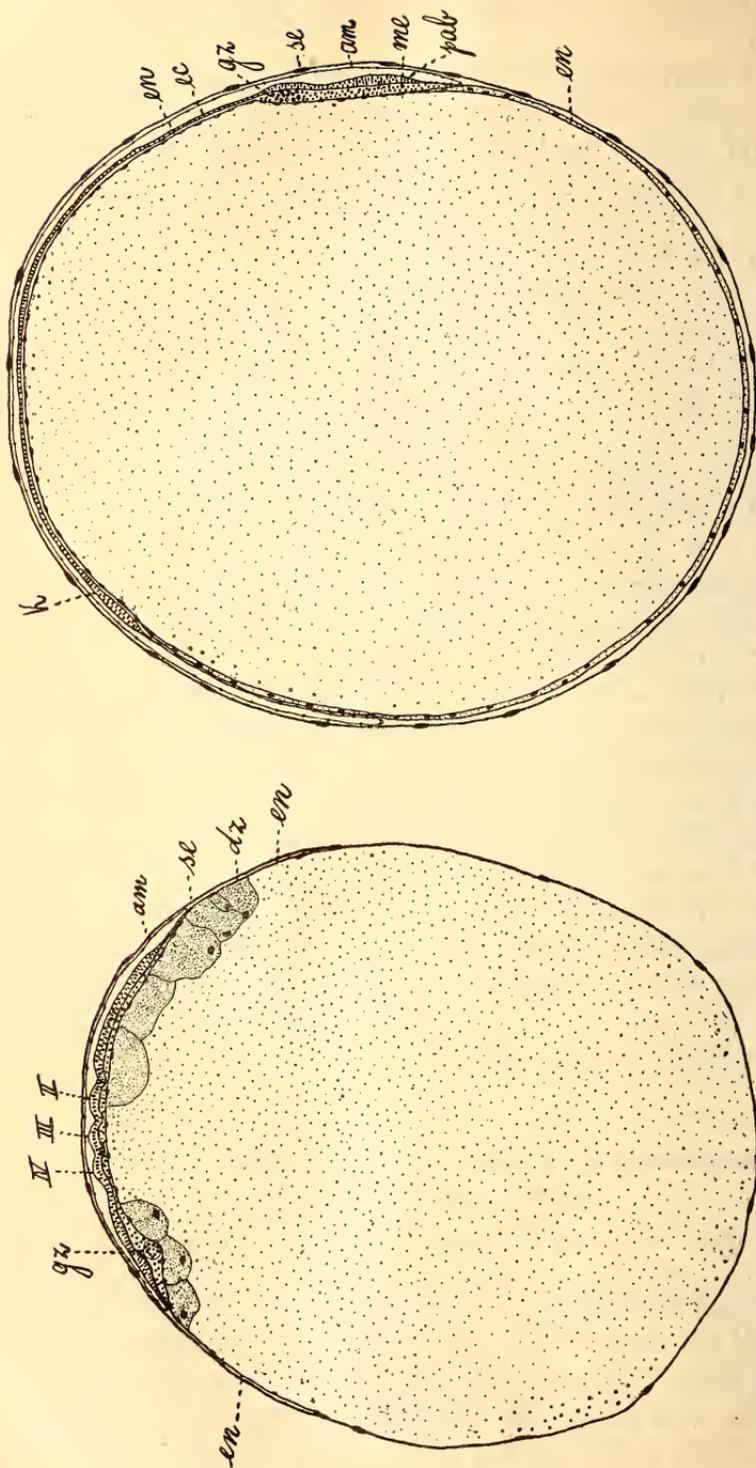
Die scharfe histologische Differenzirung der verschiedenen Zellschichten, welche, wie ich im Gegensatz zu den früheren Autoren nachweisen konnte, nicht erst auf späten Stadien, nach LAURIE z. B. nach dem Beginn der Bildung des Postabdomens, sondern bereits schon vor der Segmentirung erfolgt, erleichtert das Studium der Entwicklung des Skorpions ungemein. Irgend welche Zweifel, welche Zellschichten man auf den Schnitten vor sich hat, können im Falle geeigneter Konservirung z. B. im Falle der Anwendung von heißem Wasser und Chromosmiumessigsäure, nicht aufkommen. Die Ursachen dieser frühzeitigen Differenzirung liegen offenbar in dem Umstande, dass die Entwicklung im mütterlichen Körper verläuft.

In den Figuren der Taf. XXII—XXIII habe ich die Embryonalhüllen, um Raum zu sparen, nicht eingezeichnet; auf den Figuren, welche den Rand der Keimscheibe mit darstellen, ist die Stelle, an welcher das Ektoderm in das Amnion sich umschlägt, zu sehen (*am*). Die Lage der Embryonalhüllen ist aus verschiedenen Textfiguren zu ersehen. In Bezug auf diese muss bemerkt werden, dass alle mit Hilfe des Zeichenapparates entworfen sind, dass aber die Methode und die geringe Vergrößerung in den meisten Fällen eine so genaue Einzeichnung der Einzelheiten, wie die Tafelfiguren sie zeigen, unmöglich machten, und dass, um die Grenzen der Schichten etc. hervorzuheben, etwas schematisch verfahren werden musste.

2.

Die Umwachsung des Dotters durch die Serosa, das Entoderm, Ektoderm und das Amnion.

Wie schon im ersten Beitrage berichtet ist, bildet sich die Serosa unabhängig vom Amnion, und zwar beträchtlich früher; es lösen sich die Randzellen des Ektoderms von diesem los und beginnen sich nach zwei Seiten hin auszubreiten, einmal über die Keimscheibe, und dann über den Dotter. Indem die allseitig vorwachsenden Zellen über der ersteren zu einer Decke sich zusammenschließen, ist das Wachstum der Serosa nach dieser Richtung früh beendet. Ebenfalls rasch erfolgt



Textfig. 1. Längsschnitte durch zwei Embryonen verschiedenen Alters von *Euscorpis carpathicus*. Stadium *a* entspricht dem der Fig. 4, Stadium *b* ungefähr dem der Fig. 7. *am*, Amnion; *dz*, Dotterzellen; *en*, Entoderm; *gn*, Genitalzellen; *k*, Kopfabschnitt; *pab*, Postabdomen; *se*, Serosa; *II-IV*, zweites bis viertes Segment. Vergr. 48.

die Ausdehnung nach der entgegengesetzten Seite, wie LAURIE es bereits berichtet hat; dadurch, dass die Theile des Dotters, welche von der Serosa bedeckt sind, eine etwas weißliche Färbung zeigen, lässt sich an konservirten Embryonen schon äußerlich die allmähliche Ausbreitung der Serosa leicht verfolgen. Schon kurz nach dem Beginn der Segmentirung (Textfigur 1 *a*, *se*) hat diese Hülle den Dotter völlig umwachsen. Sie liegt, so lange der Process der Umwachsung dauert, dem Dotter eng an, dann aber — über der Keimscheibe schon früher — löst sie sich von ihm ab, so dass der Embryo zu dieser Zeit allseitig von einer mehr oder weniger weit abstehenden Hülle umgeben ist (Textfigur 1 *b*, *se*). Auf die Struktur der durch ihre Größe und durch diejenige ihrer Kerne ausgezeichneten Serosazellen sowie auf ihren Theilungsmodus gehe ich nicht weiter ein, da hierüber die in den wichtigsten Punkten übereinstimmenden Arbeiten von BLOCHMANN und JOHNSON vorliegen; auch LAURIE hat kurz das Vorkommen der amitotischen Theilung der Serosazellen bestätigt.

Als die zweite Zellschicht, welche den Dotter umwächst, folgt das Entoderm. Bei der Beschreibung des kurz vor dem Beginn der Segmentirung stehenden Stadiums war schon hervorgehoben worden, dass das Entoderm über den Rand des Ektoderms hinaus sich über den Dotter unter der Serosa auszubreiten begann.

Anfangs ist das schnellere Wachsthum des Entoderms im Vergleich zum Ektoderm nicht so auffallend, dann aber tritt ein großer Unterschied ein. Auf dem Stadium der Textfigur 1 *a*, *en*, welches drei Segmente besitzt, hat das Entoderm etwa ein Drittel umwachsen, das Ektoderm erst $\frac{1}{4}$ (*ec*); auf dem der Textfigur 1 *b* (*en*) umgiebt das erstere bereits allseitig den Dotter, während das Ektoderm (*ec*) erst denselben etwas über die Hälfte überdeckt.

Mit dem Ektoderm umwächst gleich rasch das Amnion (*am*) den Keim. Im Gegensatz zur Serosa ist das Amnion eben so wie das Entoderm durch kleine Zellen mit kleinen Kernen ausgezeichnet. Ist der Process beendet, und hat sich die von allen Seiten nach dem Rücken des Embryos vorwachsende Falte geschlossen, so löst sich die Verbindung des Amnions mit dem Ektoderm, und das erstere legt sich der Serosa an, so dass jetzt also eine doppelte, eine groß- und kleinzellige, Hülle den Embryo allseitig umgiebt (vgl. Textfigur 3, p. 378, 9, p. 396, 11, p. 398, 14, p. 408).

Da abgesehen von einer Dehnung in Folge des fortdauernden Wachstums des Embryos die Embryonalhüllen keine Veränderungen bis zu ihrer Abstreifung bei der Geburt des Embryos erleiden, so werde ich auf dieselben nicht wieder zurückkommen.

Die frühzeitige Umwachsung des Dotters durch die Serosa ist bereits von LAURIE gesehen worden. Auch berichtet er, dass im Anfang das Entoderm in der Umwachsung dem Ektoderm vorausseilt; über die späteren Stadien macht er keine Angaben in Bezug auf diesen Punkt. Nach KOWALEWSKY und SCHULGIN soll das Ektoderm als erste Schicht den Dotter umwachsen, das Entoderm, das sich erst spät von der »entomesodermalen Schicht« loslösen soll, als letzte folgen, eine Darstellung, welche für die von mir untersuchten Arten nicht zutreffend ist. Eben so kann ich in Bezug auf die Angaben METSCHNIKOFF's, »dass die Zellen der beiden Embryonalhüllen durch Fasern mit einander verbunden sind«, und »dass von jeder Zelle (des Amnions) ein faserförmiger Ausläufer zur äußeren Hüllenschicht abgeht, an welchem ein centraler Faden und eine denselben umgebende sehr feine Spiralfaser zu beobachten sind«, und eben so in Bezug auf die Angabe KOWALEWSKY's und SCHULGIN's, dass »in die Duplikatur (der Hüllen) hier und da Zellen des unteren Blattes hineinreichen«, nur angeben, dass ich hiervon nichts gesehen habe.

3.

Die Ausbildung des Darmes, der sogenannten Leber und der Mitteldarmdrüsen.

In Folge der frühzeitigen Differenzirung des Entoderms, des raschen Umwachsens des Dotters und der geringen Zahl von leicht erkennbaren Dotterzellen, lässt sich die Bildung des Darmes und seiner Anhangsorgane äußerst klar verfolgen.

Es wurde schon bemerkt, dass die Zellen, welche über den Rand der Keimscheibe hinauszuwachsen und über den Dotter sich ausbreiten beginnen, Veränderungen zeigen, indem sie einmal Dotter aufnehmen, hierdurch sowohl nach der Breite wie nach der Höhe wachsen und dann Fortsätze in den Dotter aussenden. Während unter dem Keimstreifen das Entoderm nach wie vor eine aus niedrigen Zellen bestehende Schicht bildet, nimmt sie, je weiter sie sich nach dem Rande zu nähert, an Höhe, und zwar ganz auffallend stark, zu (vgl. die Figuren der Taf. XXII, Textfigur 1b, 9, 11, 14). Die Zellen hier zeigen große mit Dotter erfüllte Vacuolen, die Kerne liegen auf verschiedener Höhe und die Grenzen der Zellen sind nur äußerst schwer zu verfolgen, in den meisten Fällen auf diesen Stadien ist es sogar unmöglich. Man sieht wohl hin und wieder Linien, welche zum Theil sicher Zellgrenzen sind, zum Theil aber auch nur Wände von Vacuolen sein können (vgl. z. B. die Figuren auf Taf. XXIII). Weiter nach der dorsalen Seite hin zeigt das Entoderm dasselbe Aussehen, nur die Höhe der

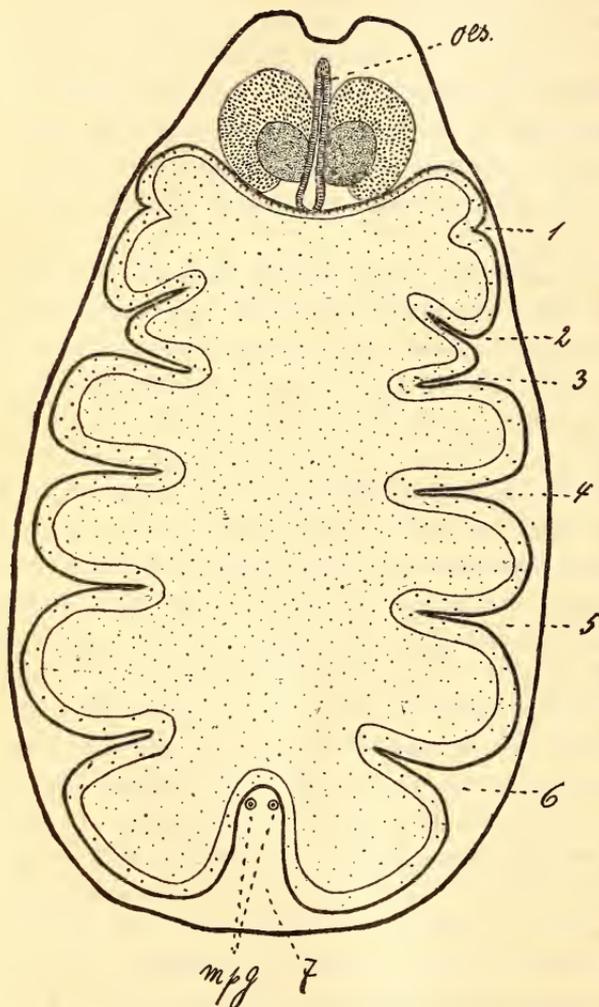
Zellen nimmt noch etwas zu. Erst allmählich beginnen auch die der ventralen Seite des Embryos anliegenden Entodermzellen ebenfalls zu wachsen und den anderen gleich zu werden. Dieses starke Wachstum der Entodermzellen hat in einer starken Dotteraufnahme seinen Grund. Daraus, dass die dem Entoderm zunächst liegende Schicht des Dotters, wie KOWALEWSKY und SCHULGIN schon angegeben haben, sich verändert, krümelig wird, so dass eine rindenartige Schicht von der centralen Masse zu unterscheiden ist, kann man schließen, dass eine Verflüssigung des Dotters durch die Entodermzellen stattfindet. Diese Umwandlung macht sich in sehr angenehmer Weise beim Schneiden der Embryonen bemerkbar, indem man jetzt nicht mehr jeden einzelnen Schnitt mit Mastixkollodium zu überstreichen braucht, um den Dotter zusammenzuhalten.

Das Entoderm stellt bisher noch einen großen Sack dar, welcher mit Dotter ausgefüllt ist. Wenn das Postabdomen sich bildet und gegen den Mund hin vorzuwachsen beginnt, dringt auch das Entoderm in dieses ein (Textfig. 14, p. 408), und in diesem letzten, postabdominalen Abschnitt beginnt zuerst die Bildung des definitiven Darmepithels. Während in den übrigen Theilen die Abgrenzung der einzelnen, stark aufgetriebenen Zellen schwierig, meist sogar unmöglich ist, beginnen hier die Zellen niedriger zu werden und zu einem deutlichen Cyliinderepithel sich anzuordnen; zugleich wird hier der Dotter allmählich aufgezehrt, und bald wird hier zuerst ein Lumen im Darm sichtbar. Allmählich treten dieselben Veränderungen auch in den übrigen Theilen ein; eine andere Stelle, wo das Darmepithel ebenfalls frühe deutlich wird, liegt am entgegengesetzten Ende, nämlich in der an den Vorderdarm anstoßenden Partie. Wenn in den übrigen Theilen der Beginn der Ausbildung eintritt, indem die Zellgrenzen schärfer hervortreten, lenken neue Veränderungen, nämlich die Bildung der sogenannten »Leber« oder, wie man sie besser bezeichnen dürfte, der Darmdivertikel, die Aufmerksamkeit auf sich. Ob die Verflüssigung und Aufzehrung des Dotters als die Ursache dafür anzusehen sind, dass von der Oberfläche des Entodermsackes Falten von außen nach innen vordringen, und das Mesoderm nur in diese Faltung mit einbezogen wird, oder ob ein Vorwachsen von Mesodermsepten zu der Faltung des Darmes in Beziehung zu bringen ist, möge dahingestellt bleiben. Beide Vorgänge, die Faltenbildung des Entoderms und die Septenbildung des Mesoderms, verlaufen gleichzeitig, und zwar beginnen sie auf einem etwas späteren Stadium als dem der Fig. 14. Im Anfange lassen sich, so lange das Bild übersichtlich genug ist, um die einzelnen Falten sicher verfolgen zu können, folgende Falten unterscheiden:

1) Eine dorsale Längsfalte, welche die Dottermasse der ganzen Länge nach von vorn nach hinten und von oben her in zwei Partien theilt, und welche unter dem Herzen gelegen ist, wie die Textfig. 13, p. 400, welche den Anfang ihrer Bildung zeigt, erkennen lässt; je weiter man den Embryo nach hinten verfolgt, um so schärfer prägt sie sich aus.

2) Eine ventrale Längsfalte (Fig. 35, 36), welche nahe der Ganglienkette gelegen ist, zuerst ebenfalls in den hinteren Partien sichtbar wird, dann allmählich auch in die vorderen sich fortsetzt.

3) Jederseits sechs Seitenfalten (Textfig. 2, 1—6), welche senkrecht zu den Längsfalten in die Dottermasse einschneiden und symmetrisch zu einander gelagert sind. Die hinteren fünf Paare sind ziemlich gleichmäßig von Anfang an ausgebildet, das erste ist dagegen bedeutend schwächer. Es kann, wie aus der Textfigur ersichtlich ist, die zweite Falte (2) auch als ein Theil einer sich an der Basis sofort theilenden Falte aufgefasst werden.



Textfig. 2. Horizontaler Schnitt durch einen Embryo von *E. carpathicus*. 1—7 bezeichnen die Darneinfaltungen; *oes*, Ösophagus; *mpg*, Mitteldarmdrüsen. Vergr. 48.

Weiter ergibt sich dadurch, dass sie nicht den anderen parallel liegt, sondern schief einschneidet, eine Scheidung der Dottermasse in zwei Hälften, für welche die dritte Falte die Grenze sein würde. Die vordere gehört dem Thorax an, die hintere dem Abdomen. Verfolgt

man die zweite Falte ventralwärts, so stößt man auf die Coxaldrüse, hier liegt also die Region des fünften Segmentes.

4) Dann kommt noch eine hintere Falte (7) hinzu, welche die Dottermasse von hinten her einstülpt. Da sie in die dorsale Längsfalte übergeht, so kann man sie auch als einfache Fortsetzung dieser auffassen und nicht als eine besondere Falte zählen.

Durch diese primäre Faltung ist die wichtigste Gestaltung des Darmes bereits herbeigeführt. Da die dorsale und ventrale Längsfalte einander gegenüber liegen, sehr tief in den Dotter eindringen und sich so bis auf eine kleine Strecke einander nähern, so erhält man auf sehr genauen Längsschnitten durch Embryonen, welche sich auf dem Stadium befinden, auf welchem die dargestellte Faltung erfolgt ist, vom Darm das Bild, als ob ein enges gerades Rohr vom Ösophagus bis zum Enddarm den Körper durchsetzte, wie es die Textfig. 3 darstellt. Ein horizontaler Schnitt, wie ihn Textfig. 2 zeigt, lehrt aber, dass seitlich das Rohr nicht durch eine glatte Wand geschlossen ist, sondern hier mit weiten Öffnungen in die Darmdivertikel übergeht.

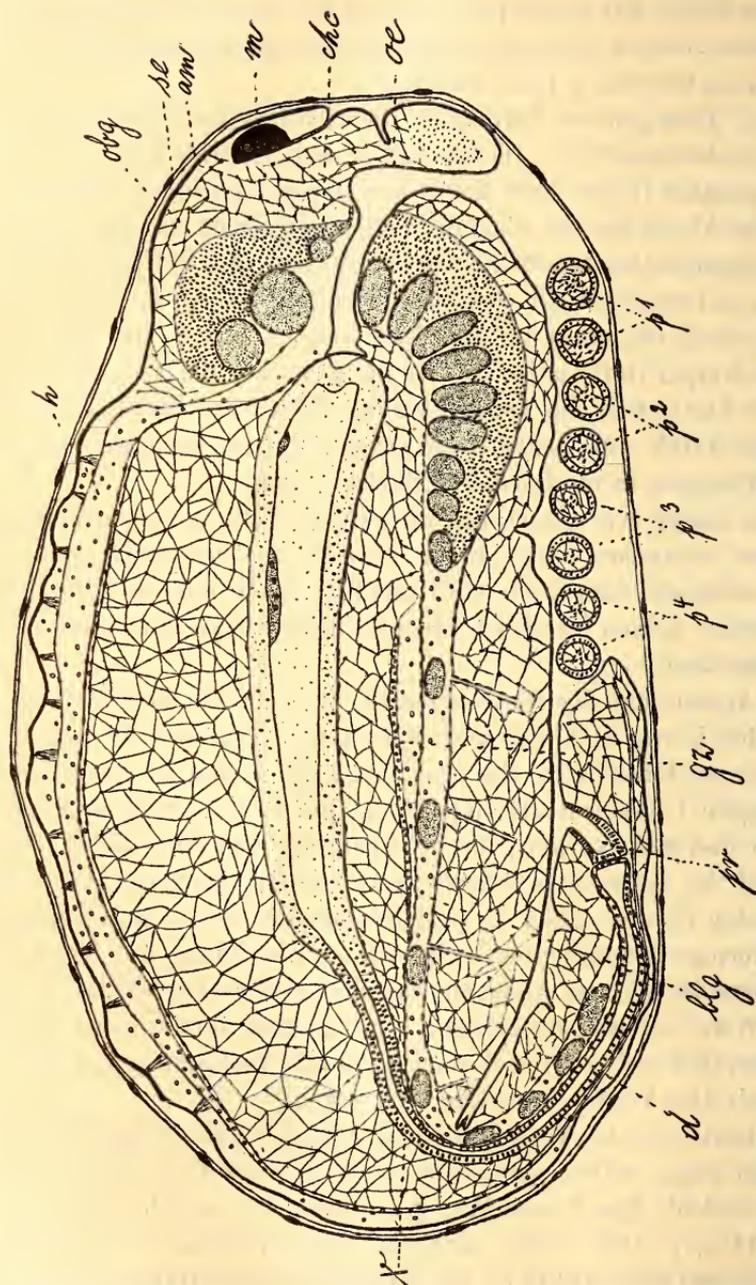
Es ist dieses, wie gesagt, nur die primäre Faltung, später kommen viele neue sekundäre Falten hinzu, welche die Divertikel in immer kleinere zerlegen; hierdurch wird das Bild schon früh so complicirt, dass man sich keinen Überblick über die Reihenfolge der Falten mehr verschaffen kann.

Die Ausbildung des Darmes macht, je mehr die Entwicklung im mütterlichen Körper sich dem Ende nähert, um so raschere Fortschritte; von vorn nach hinten wird die Anordnung der Zellen zu einem hohen Cylinderepithel immer deutlicher, indem die Vacuolisirung der Zellen sich mehr und mehr verliert, die hohe aufgetriebene Form sich zurückbildet und die Zellgrenzen schärfer hervortreten. Im Darm liegt zwar noch in allen Theilen, außer im postabdominalen, Dotter, indessen zeigt die feinkörnige Beschaffenheit seine völlige Umbildung und Verflüssigung an und im hinteren Abschnitt sammeln sich bereits verdaute Massen an. Wenn der Embryo geboren wird, ist noch immer etwas Dotter vorhanden, und weiter ist auch noch nicht die Verbindung des Mitteldarmes mit dem Vorder- und Enddarm erfolgt.

Die letzten beiden Theile entstehen, wie durch die früheren Untersuchungen schon bekannt geworden ist, als einfache Einstülpungen der äußeren Schicht. Der Vorderdarm wird sehr früh gebildet (Fig. 7 und Textfig. 14 o, p. 408). Sein hinteres Ende (Textfig. 3 α) erweitert sich etwas und stößt direkt an den Mitteldarm, seine Öffnung wird von der Oberlippe überdeckt.

Viel später bildet sich am vorletzten Segment des Postabdomens

der Enddarm, nämlich erst auf einem Stadium, das etwas älter als das der Fig. 14 ist, wo die Divertikelbildung des Mitteldarmes schon begonnen hat. Er ist, wie die Textfig. 3 *pr* zeigt, sehr kurz.

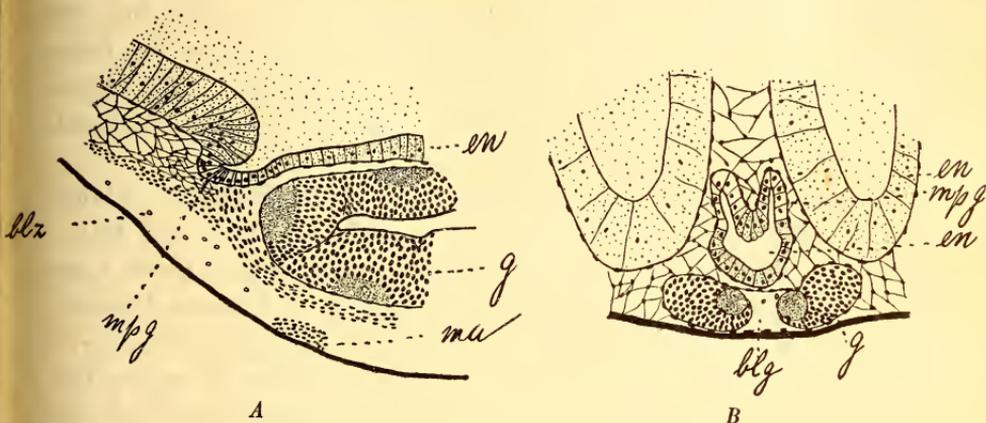


Textfig. 3. Medianer Längsschnitt durch einen Embryo von *E. carpathicus*. *am*, Amnion; *obg*, Blutgefäß, das das Nervensystem einschließt; *chc*, Querkommissur der Choleicerenganglien; *d*, Mitteldarm; *gz*, Genitalzellen; *h*, Herz; *m*, Mitteldarm; *obg*, Gehirn; *oe*, Ösophagus; *p1-p4*, Querschnitte durch die vier Gangbeinpaare; *pr*, Proctodaeum; *x*, Stelle, an welcher die Mitteldarmdrüsen in den Darm münden.

Vergr. 48.

Als letzter Theil ist noch die Bildung der Mitteldarmdrüsen oder der sogenannten MALPIGHI'schen Gefäße zu beschreiben. Auch die An-

lage dieser Organe, welchen ein großer Werth für die Beurtheilung der verwandtschaftlichen Beziehungen der Arachnoiden zu den Myriopoden und Insekten beigelegt worden ist, lässt sich mit voller Sicherheit und Klarheit verfolgen. Wegen der ihnen zugeschriebenen Bedeutung möge dieselbe, obwohl ich in Bezug auf den wichtigsten Punkt, an welchem Orte sie entstehen, mit LAURIE ganz übereinstimme, doch noch einmal dargestellt werden. Etwas vor der Stelle, wo der Mitteldarm sich in das Postabdomen umschlägt, ein wenig seitlich der Mittellinie, so dass sie



Textfig. 4. A, Längsschnitt durch den hinteren Theil eines Embryos von *E. carpathicus*. B, Querschnitt durch ein etwas älteres Stadium als A. *blz*, Blutzellen; *en*, Mitteldarm; *g*, Ganglien; *mpg*, Mitteldarmdrüsen; *mu*, Muskeln. Vergr. 104.

auf einem genauen medianen Längsschnitt (Textfig. 3) nicht getroffen werden können¹, findet man zwei kleine dorsalwärts gerichtete Ausstülpungen des Darmes als die ersten Anlagen der Drüsen (Textfig. 4 A und B, *mpg*). Sie sind deshalb leicht kenntlich, weil das Epithel derselben nicht wie das anliegende Darmepithel (*en*) Dotterkörnchen und Vacuolen enthält. Sie wuchern dann rasch aufwärts und dringen in der dorsalen Längsfalte (Textfig. 2 p. 376 und 43 *mpg*, p. 400) liegend nach vorn vor und überlagern den Mitteldarm von der Mündungsstelle bis in den Thorax hinein. Es sind zwei Schläuche mit engem Lumen, deren Wand aus großen Zellen gebildet wird, so dass man auf Querschnitten nur drei bis vier Kerne antrifft. Von dem in die Längsfalte des Darmes mit eindringenden Mesoderm legen sich Zellen um die Drüsen und bilden die peritoneale Hülle.

Auffallenderweise findet man, trotzdem dass LAURIE bereits unzweifelhaft den Ursprung der Drüsen des Skorpions vom Mitteldarm

¹ Der Buchstabe *x* zeigt die Stelle an, wo die Mitteldarmdrüsen in den Darm einmünden.

nachgewiesen hat, noch immer eine Gleichstellung derselben mit den MALPIGHI'schen Gefäßen der Myriopoden und Insekten und auch eine gleiche Bezeichnung. Es mag die Ursache vielleicht darin liegen, dass jener Forscher nur wenig eingehend und klar auf diesen Punkt eingeht und weiter, dass bei den übrigen Arachnoiden, besonders bei den Spinnen, der Ursprung zweifelhaft erscheint. Zwar hat LOMAN (87) für die Spinnen angegeben, dass sie auch hier vom Mitteldarm, nicht vom Enddarm entstehen, indessen kann desshalb diese Angabe nicht ganz unbestritten sein, als es sich hier nur um eine Deutung handelt, eben so gut die entgegengesetzte vertreten werden kann. Weil nämlich bei den Spinnen diese Drüsen, wie ich aus eigenen Untersuchungen von Spinnenembryonen weiß, gerade auf der Grenze entstehen, wo der Mitteldarm in den Enddarm übergeht, so kann man zu einem die Frage entscheidenden Resultat nicht kommen.

Anders dagegen liegen die Verhältnisse beim Skorpion. Einmal entstehen die Drüsen hier nicht auf der Grenze vom End- und Mitteldarm, sondern an einem Orte, welcher vom Enddarm noch durch einen sehr großen Abschnitt des Darmes getrennt ist, und dieser Abschnitt gehört sicher dem Mitteldarm zu, weil er bereits vorhanden ist, ehe vom Enddarm überhaupt nur etwas zu sehen ist. Weiter ist zu der Zeit, wann die Drüsen sich bilden, eine Verbindung zwischen dem End- und Mitteldarm noch nicht erfolgt, ja der erstere entsteht erst gleichzeitig. Eine Homologisirung der MALPIGHI'schen Gefäße der Insekten und Myriopoden und der Drüsen des Skorpions auf Grund der Entstehungsweise ist also auf alle Fälle ausgeschlossen; die Drüsen des Skorpions bilden sich mit eben so großer Sicherheit vom Mitteldarm, sind Mitteldarmdrüsen, wie die MALPIGHI'schen Gefäße vom Enddarm sich bilden, also Enddarmdrüsen sind.

Neuerdings hat WAGNER (94 b) für diese Drüsen von *Ixodes* ebenfalls einen entodermalen Ursprung angeben.

Als Anhang zu diesem Kapitel möge noch das Schicksal der Dotterzellen kurz besprochen werden. Unter der unsegmentirten Keimscheibe bildeten dieselben eine je nach der vorhandenen Anzahl mehr oder weniger zusammenhängende Schicht von großen, durch Dotteraufnahme stark aufgetriebenen Zellen unregelmäßiger Gestalt. Auch auf etwas späteren Stadien bieten sie dasselbe Aussehen (Fig. 15, 16—19, 21, Textfigur 1 a, dz, p. 372). Schon frühe, bald nach dem Beginn der Segmentirung, vielleicht sogar schon mit der fertigen Bildung der Entodermis unter der Keimscheibe scheint ihre Rolle ausgespielt zu sein. Es scheint, dass die Aufgabe der Verflüssigung des Dotters, welche während der Anlage der Keimscheibe von den Dotterzellen erfüllt wurde, jetzt den Ento-

dermzellen zufällt. Wenigstens findet man, dass von dieser Zeit an die wenigen Dotterzellen durch bestimmte Veränderungen weder der Lage noch der Gestalt irgend eine aktive Theilnahme an der Entwicklung des Embryos bekunden. Vielmehr deuten alle Veränderungen auf eine Passivität, ja auf eine Degeneration hin. Nach dem Beginn der Segmentirung und der Ausbreitung des Keimstreifens über den Dotter, beginnen sich die wenigen Dotterzellen — eine Vermehrung durch Theilung konnte in keinem Falle beobachtet werden — über die Oberfläche des Dotters zu zerstreuen; sie dringen, wie auch KOWALEWSKY und SCHULGIN angeben, niemals in die Tiefe des Dotters ein. Sie werden zum größten Theil bei der Umwachsung des Dotters durch das Entoderm nach der dorsalen Seite geführt, doch gehen sie hierbei nicht den Entodermzellen voraus, sondern folgen ihnen in ganz unregelmäßiger Anordnung nach; einige bleiben auch seitlich liegen. Bald sind mehrere zu einer Gruppe zusammengedrängt, bald liegen sie ganz vereinzelt. Sie verlieren allmählich an Größe, ihr Protoplasma beginnt wie auch der Kern stärker Farbstoffe aufzunehmen, die Gestalt bleibt unregelmäßig (vgl. Textfigur 11, 12 c, dz, p. 399). Durch ihr Aussehen lassen sie sich, auch wenn sie den Entodermzellen nicht nur anliegen, sondern sogar in diese wie eingepresst erscheinen, immer von diesen leicht unterscheiden. Sie machen schon auf diesen Stadien ganz den Eindruck zerfallender Zellen. Bei der Divertikelbildung des Darmes gerathen sie durch die Faltung vorwiegend in das Mittelrohr (Textfig. 3 dz, p. 378 und 13, p. 400) und liegen hier der dorsalen Wand dicht an. Hier werden sie allmählich völlig zerstört. Man findet auf den letzten Stadien des Embryos vor der Geburt im Darm kernhaltige, sich färbende Massen, welche, sehr wahrscheinlich, die Reste der Dotterzellen sind.

Zum Schlusse möge kurz über die bisher vorliegenden Beobachtungen, so weit sie noch nicht berücksichtigt sind, berichtet, und die Darmbildung des Skorpions mit derjenigen anderer Arachnoiden und des *Limulus* verglichen werden.

Dass die erste Anlage des Entoderms von den früheren Autoren nicht richtig erkannt ist, und dass die Angabe, dass dasselbe vom Mesoderm im hinteren Abschnitte des Keimstreifens erst sehr spät sich trennen soll, irrig ist, wurde bereits erwähnt. Hinsichtlich der weiteren Ausbildung des Darmes ist von allen Autoren übereinstimmend mit meinen Beobachtungen berichtet worden, dass das Entoderm als eine geschlossene Schicht den Dotter umschließt und dass der letztere keine Zellen enthält. Die Ausbildung der Divertikel ist zwar ebenfalls gesehen, aber nicht näher geschildert worden. METSCHNIKOFF spricht von einer Bildung der Divertikel durch Ausstülpung des Mitteldarmes,

eine Angabe, der man auch häufiger in Lehrbüchern begegnet, welche aber nicht korrekt ist, da sie durch Einstülpungen von außen nach innen sich bilden.

Wenn man die Darmbildung der anderen Arachnoiden und des *Limulus* vergleicht mit derjenigen des Skorpions, so fällt als wichtigster Unterschied auf, dass die Wandung des Darmes durch die Umwachsung des Entoderms sehr frühe gebildet wird, während bei den übrigen die Entodermzellen durch den Dotter sich zerstreuen und erst sehr spät zu einem Epithel sich anordnen¹. Diese verschiedene Bildungsweise dürfte sehr wahrscheinlich mit der verschiedenen Ernährungsweise der Embryonen ihren Grund haben, indem die einen Eier abgelegt werden und ihre Nahrungsmasse mit erhalten, der Skorpion dagegen im mütterlichen Körper sich entwickelt und ihm hier während der ganzen Entwicklung von der Mutter die Nahrung zugeführt wird. Das Endresultat ist in beiden Fällen trotz der verschiedenen Anlage dasselbe, und auch die Divertikelbildung verläuft nach demselben Modus, indem auch hier zugleich mit derselben Mesodermsepten von den Seiten in die Divertikel eindringen. Mit *Limulus* zeigt der Skorpion in Bezug auf die Darmbildung in so fern noch eine größere Ähnlichkeit, als hier nach KINGSLEY (93) die Zahl der primären seitlichen Falten dieselbe ist wie beim Skorpion, nämlich sechs und sich die Divertikel Anfangs auch mit breiter Öffnung in das Mittelrohr öffnen.

4.

Die Segmentirung.

Da bei den ersten Vorgängen der Segmentirung das Ektoderm und Mesoderm derart betheilt sind, dass man sie nicht gesondert besprechen kann, so werden in diesem Kapitel ihre ersten Veränderungen gemeinsam dargestellt werden.

Auf dem letzten Stadium, welches im ersten Beitrage behandelt wurde und welchem das in der Fig. 45 abgebildete, abgesehen von der Größe, noch im Allgemeinen gleicht, war die mittlere Zellschicht noch nicht völlig vom Ektoderm gesondert, indem an einer in der Umgebung der Gruppe der Genitalzellen gelegenen Stelle beide kontinuierlich in ein-

¹ Herr Professor KINGSLEY hatte die große Liebenswürdigkeit mir eine größere Anzahl von *Limulusembyonen* zu senden; es war mir dadurch möglich gemacht, nicht nur die Darmbildung beim *Limulus* kennen zu lernen, und zwar in voller Übereinstimmung mit den Angaben dieses Forschers, sondern dieselben waren mir auch für das Studium anderer Verhältnisse und für einen Vergleich derselben mit denen des Skorpions äußerst werthvoll. Ich erlaube mir auch hier Herrn Professor KINGSLEY meinen besten Dank zu sagen.

ander übergangen. Es ist schwierig, genau den Zeitpunkt anzugeben, wann die völlige Sonderung der beiden Schichten eintritt, doch dürfte es am meisten zutreffen, den Beginn der Segmentirung als solchen zu bezeichnen, da ich von dieser Zeit an stets zwischen den beiden Schichten in Folge der Anordnung und der Gestalt der Zellen eine so scharfe Grenze gefunden habe, dass eine Verwechslung nicht mehr möglich war. Die Ektodermzellen (*ec*) sind cylindrisch und zu einem geschlossenen Epithel angeordnet, die Mesodermzellen (*me*) kubisch und liegen ohne bestimmte Ordnung zwischen Ekto- und Entoderm (*en*).

Die ersten Anzeichen für den Beginn der Segmentirung sind im Ektoderm zu erkennen. Hier treten in bestimmten Querzonen in Folge von starker Zellvermehrung (Fig. 16) Verdickungen auf, während in den zwischen ihnen liegenden viel schmäleren diese ausbleiben und die Folge ist, dass die ersteren sich über die letzteren hervorwölben und auch bei äußerer Betrachtung bemerkbar sind.

Das Mesoderm ist Anfangs ganz unbetheiligt an der Segmentirung, es bildet noch zu der Zeit, wann im Ektoderm die Segmente schon sehr deutlich hervortreten, noch eine meist einfache Schicht ziemlich ungeordnet liegender Zellen, nur im hinteren Abschnitt liegen sie, aber auch ohne Ordnung, in mehreren Schichten über einander (Fig. 16 *me*). Erst wenn die Segmentirung etwas fortgeschritten ist, ein Vorgang, welcher, wie schon angegeben worden ist, sehr rasch verläuft und von einem sehr starken Längenwachsthum des Keimstreifens begleitet ist, lässt sich feststellen, dass zuerst im zweiten Segment, welches am frühesten gebildet ist und am schnellsten sich entwickelt, und dann allmählich auch in den folgenden in den Verdickungszonen des Ektoderms das Mesoderm sich ansammelt, dagegen in den zwischen ihnen liegenden verschwindet (vgl. Textfig. 1a, p. 372). Zu gleicher Zeit tritt auch eine neue Anordnung ein, welche aber wieder einer gleichen des Ektoderms folgt, nicht vorangeht, das ist nämlich die Theilung des Keimstreifens in zwei Hälften durch eine Längsfurche. Auch diese entsteht in Folge eines ungleich starken Wachsthums in verschiedenen Ektodermportionen. Die seitlichen Theile in jeder Querzone verdicken sich sehr stark, die mittlere Partie bleibt unverändert (Fig. 18). Das Mesoderm folgt in ganz ähnlicher Weise nach, es zieht sich unter der Längsfurche zurück und so entstehen zwei Längsbänder des Mesoderms, welche in hinter einander liegende Querzonen getheilt sind. Dieselben sind, je weiter nach vorn sie liegen, um so schärfer von einander getrennt, nach den hinteren Partien gehen sie allmählich in einander über und im hinteren Abschnitt vereinigen sie sich zu einer völlig ungeordneten unpaaren Masse (Fig. 18, Textfig. 1 p. 372). Wenn man

durch einen Embryo auf diesen Stadien einen medianen Längsschnitt macht, so trifft man kein Mesoderm, sondern nur Ektoderm und Entoderm, außer im hintersten Abschnitt (Textfig. 1 b, *me*, p. 372).

Schon ehe die Segmentirung des ganzen Keimstreifens vollendet ist, treten an den vordersten Segmenten neue Veränderungen ein, welche zu der Theilung jeder Hälfte der Segmentanlagen in die Anlagen der Gliedmaßen und der Ganglien führen. Auch sie haben in einem verschieden starken Wachsthum ihren Grund. Die äußeren Theile wachsen am stärksten und überragen bald auch die Anlagen der Ganglien. Es sind nicht solide Verdickungen wie die letzteren, sondern hohle Falten, welche nach außen und gegen die Mitte des Keimstreifens vorwachsen. In ihr nicht vom Ektoderm ausgefülltes Inneres dringt bald Mesoderm ein. Die Mesodermzellen nämlich ordnen sich (Fig. 19, 24, 27, 39, 40 *me*, *c*) nach dem Beginn der Extremitätenbildung in zwei über einander liegenden Schichten an, zwischen welchen bald auch ein Spalt, das Cölom, eintritt. Die dem Ektoderm anliegende Schicht oder die somatische Wand des Cölomsackes erhebt sich stärker und dringt etwas in die Ektodermfalte ein, doch niemals so weit wie bei den meisten anderen Arthropoden. In Folge starker Vermehrung verdickt sich die Wand, und es lösen sich bald Zellen ab (Fig. 40 *mu*), welche in die vorwachsene Gliedmaßenknospe eindringen. Aus diesen Zellen gehen später die Muskeln der Gliedmaßen hervor. So verlaufen diese Vorgänge im Thorax, im Präabdomen ist in so fern eine Verschiedenheit vorhanden, als die Gliedmaßenanlagen solide Ektodermverdickungen darstellen, welche sich nicht so weit über die Oberfläche erheben und in welche auch die Cölomsäcke nicht eindringen (Textfigur 5 VII—XIII, p. 385).

Die geschilderten Vorgänge sind im Wesentlichen von den früheren Autoren richtig erkannt worden; die Angabe METSCHNIKOFF's über den Verlauf der Segmentirung und diejenigen KOWALEWSKY's und SCHULGIN's und LAURIE's über die späte Trennung des Mesoderms vom Entoderm sind schon berichtet worden. So weit ich aus der Darstellung LAURIE's entnehmen kann, scheint er anzunehmen, dass die Anordnung des Mesoderms in Querstreifen und Längsbänder derjenigen des Ektoderms vorausgeht. Dieses ist nicht zutreffend, wie gezeigt worden ist. Auch bei den Spinnen und bei *Limulus* verlaufen die Vorgänge, welche die Gliederung des Keimstreifens herbeiführen, nach den übereinstimmenden Angaben von BALFOUR, SCHIMKEWITSCH, LOCY, MORIN und von KISHINOUE und KINGSLEY so wie beim Skorpio. Zuerst tritt die Segmentirung in der äußeren Schicht ein, und dann allmählich auch im Mesoderm.

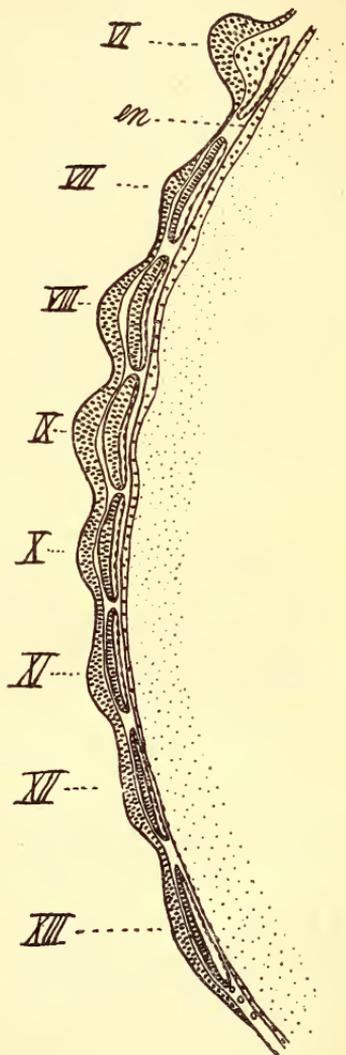
5.

Die Bildung der Cölomsäcke.

Im vorigen Kapitel wurde bereits erwähnt, dass, ehe die Segmentirung des ganzen Keimstreifens abgeschlossen ist, das Mesoderm in zwei Längsstreifen sich anzuordnen beginnt, welche in den vorderen Segmenten ganz von einander getrennt sind, dagegen je weiter hinten um so mehr sich einander nähern und zuletzt ganz zu einer unpaaren Masse sich vereinigen, und weiter, dass zuerst im zweiten Segmente, dann allmählich folgend auch in den übrigen eine zweischichtige Anordnung der Mesodermzellen stattfindet; die eine Schicht liegt dem Ektoderm an, die andere dem Entoderm (Fig. 39). Damit ist der Anfang der Bildung der Cölomsäcke gegeben; die erstere Schicht ist die somatische, die letztere die splanchnische. Indem die beiden in der Mitte aus einander weichen, wobei die somatische in den Thoraxsegmenten mit in die Ektodermfalte, die Anlage der Gliedmaßen ein wenig einbezogen wird, bildet sich das Cölom jedes Sackes. Diese Veränderungen treten, wie gesagt, allmählich fortschreitend in fast allen Segmenten des Keimstreifens ein, auch das Chelicerensegment, dessen Ablösung vom Kopftheil ja erst verhältnismäßig spät erfolgte, erhält ein Paar Cölomsäcke.

Es entstehen sechs Paare im Thorax, acht Paare im Präabdomen und fünf Paare im Postabdomen, im letzten Segment fehlen sie. Es werden also im Ganzen 49 Paare gebildet. Diese Zahl stimmt zwar mit der von KOWALEWSKY und SCHULGIN und von LAURIE angegebenen überein,

indessen entsprechen sich nicht alle Paare, indem das siebente Paar von ihnen ganz übersehen ist, dagegen der Kopf ein eigenes Paar von

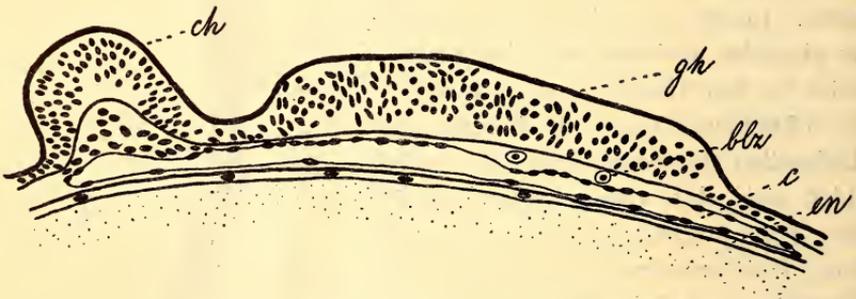


Textfig. 5. Längsschnitt durch einen Embryo von *E. carpathicus*. *en*, Entoderm; VII—XIII, sechstes bis dreizehntes Segment. Vergr. 104.

Cölomsäcken nach ihren Angaben besitzen soll, was nach meinen Beobachtungen nicht richtig ist.

Die vorstehende Textfig. 5 zeigt einen Längsschnitt, welcher das Paar des sechsten Thoraxsegmentes und die ersten sieben des Präabdomens getroffen hat (VI—XIII). Das achte ist, weil es seitwärts sich nicht so weit ausdehnt, mehr der Mitte genähert liegt, nicht angeschnitten. Weiter sieht man die Anlagen der sieben Abdominalextrimitäten. Aus dieser Figur ist klar zu sehen, dass das siebente Segment, welches bisher nicht gezählt worden ist, ein Paar Cölomsäcke besitzt, welches sich in Bezug auf den Bau in keiner Weise von den übrigen unterscheidet, nur schwächer entwickelt ist. Dass das bezeichnete Segment wirklich das siebente ist, geht daraus hervor, dass das achte und neunte durch ihre in Folge ihrer Größe auffallenden Extremitätenanlagen, die künftigen Genitalopercula und Kämme, deutlich schon gekennzeichnet sind. In der schwächeren Entwicklung des siebenten Paares stimmt der Skorpion ganz überein mit den Spinnen (KISHINOUE, 94).

Und eben so muss ich den Angaben der Autoren in Bezug auf das Vorhandensein eines Paares von Cölomsäcken im Kopfabschnitt widersprechen. Das Mesoderm bildet im Chelicerensegment, so lange dieses



Textfig. 6. Längsschnitt durch Gehirn und Chelicere eines Embryos von *E. carpathicus*. *blz*, Blutzellen; *c*, Cölom; *ch*, Cheliceren; *en*, Entoderm; *gh*, Gehirn. Vergr. 184.

sich noch nicht vom Kopf gesondert hat, eine einfache, locker gefügte Schicht von Zellen, welche auch unter die Kopflappen über den Bereich des ersten Segmentes hinaus sich ausbreitet. Nach der Ablösung des Segmentes und nach der Anlage der Cheliceren ordnen sich die Mesodermzellen wie in den übrigen Segmenten zu einer doppelten Schicht an, und bald tritt zwischen ihnen auch ein Lumen auf, das Cölom des ersten Segmentes. Allmählich setzen sich diese Vorgänge auch auf die weiter nach vorn liegenden Mesodermzellen fort, das heißt, die Zellen ordnen sich hier in gleicher Weise und die Höhle des ersten Segmentes breitet sich weiter nach vorn aus und erreicht bald eine solche Größe,

dass sie bis zur vordersten Grenze der Kopflappen reicht, ja noch etwas über sie hinaus sich erstreckt (Textfig. 6 c und Fig. 52—55 c). Das Cölom im ersten Segment und im Kopfabschnitt ist also eine und dieselbe Bildung, nicht zwei von einander unabhängig entstandene Cölome, die erst nachträglich mit einander verschmolzen sind, das Cölom des Kopfes nur ein Stück desjenigen des ersten Segmentes. Ein präorales Segment ist mithin beim Skorpion auf Grund der Cölomverhältnisse nicht zu begründen.

Für die übrigen Arachnoiden lauten die Angaben in Bezug auf das Fehlen oder Vorhandensein von präoralen Cölomsäcken verschieden. Während z. B. nach SCHIMKEWITSCH (87) der Kopftheil kein eigenes Cölom haben soll, giebt KISHINOUE (94) wieder an, dass ein solches vorhanden ist, und zwar getrennt vom Cölom des Chelicerensegmentes. In Bezug auf *Limulus* geben KISHINOUE (94a) und KINGSLEY (93) übereinstimmend an, dass ein eigenes präorales Cölom fehlt. »An especially interesting fact is that there is no preoral coelomic pouch, but the cavities of the first postoral somite send prolongations into the region in front of the mouth« (KINGSLEY, p. 498), und eben so sagt KISHINOUE (p. 81): »The first pair of coelomic cavities is common to the cephalic lobe and the segment of the first appendage.«

6.

Die Bildung der Blutzellen.

Bei den Spinnen, bei welchen man außer beim Skorpion noch die Frage der Herkunft der Blutzellen untersucht hat, ist dieselbe noch nicht entschieden, indem die Einen, wie BALFOUR, SCHIMKEWITSCH, LOCY und KISHINOUE, die Blutzellen aus Dotterzellen hervorgehen lassen, nach Anderen dagegen, wie nach MORIN, von den Mesodermsomiten Zellen sich ablösen und zu Blutzellen sich umbilden sollen. Die Entscheidung ist scheinbar hauptsächlich deshalb schwierig, weil die Entodermzellen den ganzen Dotter durchsetzen, der Dotter also nicht durch ein Epithel nach außen hin scharf begrenzt ist, und weil die Blutzellen sehr früh histologisch sich verändern und ein von dem aller übrigen Zellarten sehr abweichendes Aussehen annehmen.

Beim Skorpion kann dagegen über die Herkunft nicht der geringste Zweifel aufkommen, weil Dotterzellen zwar vorhanden sind, aber in so geringer Zahl und so histologisch verändert, dass ein Übergang der einen Zellart in die andere von vorn herein ausgeschlossen ist, und weil der Dotter durch die ihm aufliegende, allseitig geschlossene Entoderm-schicht scharf gegen die außenliegenden Theile abgegrenzt ist, und zwar, bevor die Blutzellenbildung begonnen hat.

Die Schicht, welcher die Blutzellen entstammen, ist hier mit Sicherheit das Mesoderm, wie auch die früheren Forscher übereinstimmend angegeben haben. Schwieriger ist dagegen der Ort der Entstehung genauer zu bestimmen. Während nach METSCHNIKOFF die Blutzellen aus den Mesodermzellen, welche sich vom somatischen Blatt der Cölomsäcke abgelöst haben und in die Falten der Gliedmaßenanlagen eingedrungen sind, wo er die Blutkörperchen zuerst gesehen hat, hervorgehen sollen, geben KOWALEWSKY und SCHULGIN an, dass von dem soliden, noch nicht in zwei Blätter gespaltenen Zipfel, in welchen die Cölomsäcke dorsalwärts auslaufen, und welcher allmählich nach dem Rücken zu vorzuwachsen beginnt, »die Randzellen sich von der übrigen Schicht abtrennen«. Es werden »die näher am Rücken liegenden mehr rund, saftig, endlich kugelförmig und durchsichtig, mit einem Kern versehen, kurz, sie erinnern an junge Eier. Wir meinen behaupten zu dürfen, dass die genannten Zellen dadurch aus mesodermalen Zellen entstanden sind, dass die letzteren mit dem Vorrücken zwischen zwei Schichten Eiweiß verschlucken, welches inzwischen von entodermalen Zellen verflüssigt ist. Diese Zellen streben sich gegen die Rückenseite zu bewegen und werden als primäre Blutkörperchen betrachtet. Die genannten Zellen, die eigentlich weder zum oberen (Hautmuskel) noch zum unteren (Darmfaser-) Blatte gehören, verbreiten sich auf der Rückenseite des Embryos, wo die Blätter noch nicht mit einander in Berührung gekommen sind«.

Um den Ort der Blutzellenbildung zu ermitteln, muss man auf weit frühere Stadien zurückkehren als die früheren Forscher es gethan haben. Bereits kurze Zeit, nachdem die Mesodermzellen sich in zwei Schichten anzuordnen beginnen, kann man schon die ersten unzweifelhaften Blutzellen beobachten. Es sind isolirt liegende, zerstreute, kugelige, große Zellen, welche zwischen Ektoderm und Entoderm gelagert sind und weiter zwischen der splanchnischen Wand und dem Entoderm. Untersucht man die frühesten Stadien, auf welchen man Blutzellen mit Sicherheit feststellen kann, so findet man, dass in der letztgenannten Mesodermischiebt die Zellen nicht so regelmäßig und eng an einander geschlossen angeordnet sind wie in der somatischen (Fig. 27). Einige scheinen den übrigen auf der Außenseite nur aufzuliegen, andere keilen sich mehr zwischen die übrigen ein, und daneben findet man freie, vom Epithel ganz abgelöste Zellen. Und zwischen diesen letzteren, welche bereits ganz oder fast ganz die Größe, Form und das von den russischen Forschern richtig beschriebene Aussehen von Blutzellen haben, und solchen, welche sicher noch im Epithelverbande sich befinden, lassen sich alle Übergänge ohne Schwierigkeit auffinden, so

dass man zu dem Schluss kommen muss, dass aus dieser Mesoderm-schicht die Blutzellen ihre Herkunft nehmen. Ob die somatische Schicht überhaupt sich nicht an der Blutzellenbildung theilnimmt, und ob nur auf diesen frühen Stadien dieselbe vor sich geht, das lässt sich kaum mit Sicherheit entscheiden; denn man findet später (vgl. die Figuren der Taf. XXIII—XXV, *blz*), nachdem die Cölomsäcke fertig gebildet sind und sich nach dem Rücken zu auszubreiten beginnen, und nachdem die Gliedmaßen sich angelegt haben, auf allen Seiten der Cölomsäcke und auch in den letzteren Blutzellen; es ist aber eben so gut möglich, dass dieselben dorthin gewandert sind, als dass sie dort entstanden sind. Mir ist indessen wahrscheinlicher, dass sie nur in frühen Stadien aus der splanchnischen Schicht entstehen. Unter den abgelösten Blutzellen habe ich häufig sich theilende getroffen, und zwar erfolgte die Theilung nach dem mitotischen Modus (z. B. Fig. 39 *blz*).

Die Blutzellen wandern sehr rasch nach der dorsalen Seite des Embryos zwischen dem Ektoderm und Entoderm aufwärts, so dass man lange Zeit, bevor die Cölomsäcke dorsalwärts sich auszubreiten beginnen, Blutzellen am Rücken des Embryos findet. Sie bilden zu dieser Zeit gleichsam eine dritte, allerdings nicht zusammenhängende Schicht um den Dotter (Textfig. 9 *blz*, p. 396).

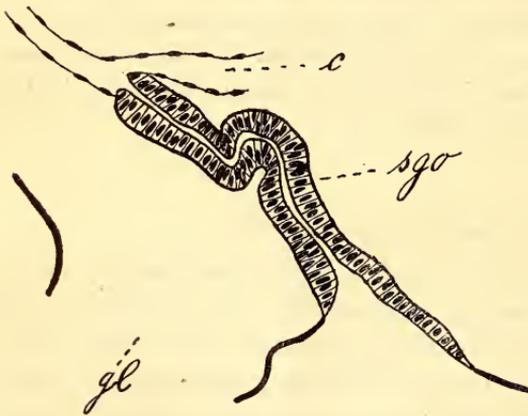
7.

Die Anlage der Segmentalorgane.

Je weiter das Cölom selbst durch Auseinanderweichen der beiden Schichten zur Ausbildung kommt, um so auffallender und schärfer wird die histologische Differenzirung der beiden Wände eines jeden Cölomsackes. Die splanchnische wird von so flachen, plattenförmigen Zellen gebildet, dass man auf Schnitten oft nur ein sehr dünnes Band bemerkt, welches hin und wieder durch die Kerne etwas verbreitert wird, die somatische setzt sich dagegen besonders im Anfange (Fig. 39) aus hohen Zellen zusammen. Es wurde schon erwähnt, dass dieselben bald sich stark vermehren und Zellen sich von der Wand ablösen, welche die Anlagen der Muskulatur der Gliedmaßen und des Rumpfes bilden.

Kurz nachher treten neue Veränderungen auf, allerdings nur in bestimmten Segmenten. Es mögen zunächst diejenigen im fünften Körpersegment, welches also das dritte Paar der Gangbeine trägt, betrachtet werden (Fig. 40—42). Die Gliedmaßenanlage ist bereits als eine starke Vorwölbung kenntlich, die schräg nach außen gegen die Mitte des Keimstreifens vorwächst. An der Außenseite derselben findet sich der, in der Fig. 40 nur angeschnittene Höcker (*so*), welchen PATTEN als Sinnesorgan gedeutet hat, auf der Innenseite macht sich eine andere Verdickung

im Ektoderm (*stco*) bemerkbar, die Anlage des Sternocoxalfortsatzes. An der Innenseite des Cöloms (*c*) beginnt die somatische Wand (*som*) eine Ausstülpung (*sgo*) zu treiben, die in ihren frühesten Stadien durch das hohe Cylinderpithel auffallend hervortritt. Anfangs sehr kurz, beginnt dieser blindsackförmige Schlauch gegen die Stelle, wo der Sternocoxalfortsatz sich vom anliegenden Ektoderm absetzt, vorzuwachsen (Fig. 41) und zwar so weit, dass derselbe das Ektoderm erreicht. Dann bricht er nach außen durch (Fig. 42). Hierdurch entsteht, da die innere Öffnung erhalten geblieben ist, eine direkte kontinuierliche Verbindung zwischen dem Cölom und der Außenwelt. Dieser Schlauch ist die Anlage der Coxaldrüse. Da sich bis fast zum Durchbruche nach außen genau bestimmen lässt, dass derselbe sich nur durch Auswachsen der blindsackförmigen Ausstülpung der somatischen Schicht bildet, so ist wohl mit großer Wahrscheinlichkeit eine Betheiligung des Ektoderms an der Anlage dieses Organs nicht anzunehmen. Wie aus den Figuren



Textfig. 7. Querschnitt durch einen Theil des fünften Segmentes eines Embryos von *E. carpathicus*. *c*, Cölom; *gl*, Gliedmaßenanlage; *sgo*, Coxaldrüse. Vergr. 154.

hervorgeht, legen sich bald Mesodermzellen dem Schlauch an; sie bilden später die mesodermale Hülle der Coxaldrüse. Der bisher einfache Schlauch erhält bald eine Knickung (Textfig. 7 *sgo*), deren konvexe Seite gegen das Entoderm gerichtet ist. Dadurch ist die Scheidung in zwei Hälften bewirkt: der nach außen mündende Schenkel wird zum Ausführungsgang der Coxaldrüse, außer einer Ver-

längerung erfährt er keine Veränderungen mehr aus dem anderen dagegen geht die eigentliche Drüse hervor. Die Veränderungen dieses Theiles bestehen in einer Vergrößerung durch immer neue Faltungen und Windungen. Anfangs lassen sich dieselben durch Aufzeichnen der Schnitte und durch Kombinieren noch verfolgen, bald aber ist das unmöglich, weil die Windungen zu kurz und zu zahlreich werden und weil die Drüsenanlage nach allen Seiten sich vergrößert und hierdurch auf zu viele Schnitte vertheilt wird. Es ist nicht einmal mit Sicherheit anzugeben, ob es nur ein einziger Schlauch ist, oder ob die Windungen an verschiedenen Stellen durch Durchbruch der Wände in einander über-

gehen. Doch ist es wahrscheinlich, dass es nur ein sehr gewundener Schlauch ist; wenigstens ist es im Anfang, so lange das Bild übersichtlich ist, der Fall. Auch habe ich darüber nicht völlige Klarheit erlangt, ob außer dem Blindsack noch ein anderer Theil des Cölomsackes in die Drüse übergeht oder nicht. Es lässt sich noch lange, nachdem die Aufknäuelung des Schlauches begonnen hat, die Öffnung in das Cölom nachweisen, auch wenn letzteres in der Umbildung begriffen und seine Ausdehnung nicht mehr scharf begrenzbar ist, dann scheint aber ein Abschluss der Öffnung einzutreten, und zwar ohne dass noch Theile des Cöloms mit in die Drüse einbezogen werden. Es lässt sich deshalb als wahrscheinlich hinstellen, weil das dem Cölom anliegende Ende durch die hohen Cylinderzellen sehr von den viel niedrigeren Zellen der somatischen Schicht scharf sich abhebt und dadurch leicht verfolgt lässt.

In dem letzten Monate der Entwicklung des Embryos im mütterlichen Körper gewinnt die Drüse schon fast ihre volle Entwicklung; doch brauche ich auf diese späten Stadien nicht näher einzugehen, da diese bereits durch die Arbeiten besonders von STURANY (91, vgl. besonders dessen Fig. 2 Taf. I) und GULLAND (85) dargestellt sind. Auch ist bereits bekannt, dass die äußere Mündung bei der Geburt des Skorpions noch vorhanden ist und erst später sich schließt.

Gehen wir jetzt zum Cölom des sechsten Segmentes über, welches das vierte Paar der Gangbeine trägt. Auch hier begegnen wir ganz ähnlichen Bildungen wie im fünften, nur dass dieselben nicht einen gleichen hohen Grad der Entwicklung zeigen. Wenn man die Fig. 45, welche den Theil eines Querschnittes durch das sechste Segment darstellt, welcher das Cölom (*c*), die Gliedmaßenanlage und der Sternocoxalfortsatz (*stco*) getroffen hat, welche letzteren beiden Bildungen allerdings nur angeschnitten sind, in Wirklichkeit eben so groß wie diejenigen des fünften Segmentes sind, vergleicht mit der Fig. 40, also mit einem Querschnitt durch das fünfte, so muss man sofort zur Überzeugung kommen, dass man es in der Ausstülpung (*sgo*) der somatischen Schicht mit derselben Bildung zu thun hat wie im fünften Segment. Der Ort der Entstehung, die histologische Struktur und die Richtung des Wachsthums gegen den Sternocoxalfortsatz sind ganz dieselben. Nur eins fällt schon auf den frühen Stadien auf, das ist, dass der Blindsack nicht so stark entwickelt ist wie der im fünften Segment. Bald treten andere Unterschiede ein. Auf dem Stadium der Fig. 46 hat der Blindsack fast seine größte Entwicklung erlangt, von jetzt ab unterliegt er der Rückbildung. Er erreicht das Ektoderm nicht, geschweige denn bricht er nach außen durch, sondern allmählich verschwindet die feste Anordnung der Zellen. Ein Lumen

ist bald nicht mehr zu erkennen, ein solider Zellstrang (Fig. 47) zeigt noch den Rest des Schlauches, dann wird der Verband der Zellen ganz gelöst und es lässt sich ein sicherer Rest dieser Bildung in dem an der Stelle liegenden Haufen von Mesodermzellen nicht mehr nachweisen.

Untersucht man bei den Embryonen desselben Alters auch die Cölome der vordersten Segmente, so findet man, dass im dritten (Fig. 43) und im vierten (Fig. 44) ganz ähnliche Ausstülpungen vorhanden (*sgo*) sind. Dieselben gleichen ebenfalls in Bezug auf die Form, Lage, Struktur und Wachstumsrichtung vollständig denen des fünften und sechsten Segmentes. Verfolgt man sie weiter in den nächst älteren Embryonen, so erkennt man, dass sie bald in der Entwicklung Halt machen, noch geringere Größe erlangen als diejenigen des sechsten Segmentes. Die in den Fig. 43 und 44 dargestellten Stadien zeigen ihre größte Entwicklung. Späterhin ist eben so wenig wie im sechsten Segment von ihnen etwas zu erkennen. Es lag nahe, auch die Cölome der Pedipalpen und Cheliceren in Bezug auf das Vorhandensein gleicher Bildungen zu untersuchen; aber ich habe hier keine Spur auffinden können. Es wäre aber trotzdem noch möglich, dass solche wenigstens im zweiten Segment vorhanden wären, da eine derartige kleine Ausstülpung nur dann auffällt, wenn sie genau der Länge nach durchschnitten ist, dieses aber trotz verschiedener Versuche nicht gelungen wäre, was in Anbetracht der Lage der Pedipalpen an der Stelle der stärksten Krümmung des Keimstreifens nicht auffallend wäre.

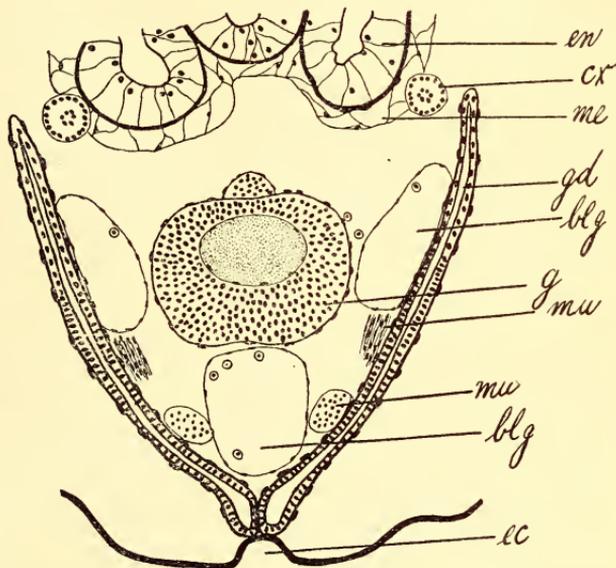
Dagegen stößt man, wenn man weiter nach hinten die Segmente verfolgt, in einem anderen wieder auf die gleichen Bildungen, nämlich im achten Segment oder dem zweiten des Präabdomens. Wie die Fig. 48 und die Textfig. 9 p. 396 zeigen, ist die Trennung des Ektoderms in die Anlage der Ganglien (*g*) und der Gliedmaßen erfolgt. Letztere sind nur einfache Ektodermverdickungen, keine Falten. In Bezug auf das Cölom (*c*) liegen die Verhältnisse ganz gleich wie in den übrigen Segmenten. Die gleich zu besprechenden Bildungen legen sich zwar auf etwas späteren Stadien an als diejenigen in den Thoraxsegmenten; doch ist dieses nicht auffallend, da das Abdomen sich auch später ausbildet. An der Innenseite des Cöloms, und zwar an der somatischen Wand (*gd*), fällt eine starke Verdickung, welche von hohen Zellen gebildet wird, auf. Dieselbe beginnt dann (Fig. 49 *gd*) sich in der Richtung gegen die Grenze der Anlagen der Ganglien und der Extremitäten auszubuchten zu einem blindsackartigen Gebilde, welches, wie ein Vergleich der Fig. 50 mit den Fig. 44, 46, 43, 44 lehrt, eine ganz auffallende Ähnlichkeit mit demjenigen des dritten bis sechsten Segmentes besitzt. Von diesem Stadium an treten Unterschiede gegen die genannten ein, einmal dadurch,

dass dieser Schlauch zwar auch bis gegen das Ektoderm vorwächst, aber noch nicht nach außen durchbricht (Fig. 54 *gd*) und weiter dadurch, dass der Blindsack sich nicht in Windungen legt, sondern gerade gestreckt bleibt. Im Laufe der weiteren Entwicklung des Embryos bedingt die weitere Ausbildung und Verlagerung der benachbarten Organe, besonders des Cölomsackes, des Darmes und Nervensystems auch eine andere Verlagerung der Schläuche. Während sie Anfangs parallel der ventralen Fläche des Embryos lagen, werden sie später aufgerichtet und kommen in eine fast senkrechte Lage zu ihr. Weiter nähern sich, nachdem die Ganglien von der Oberfläche losgelöst und in die Tiefe gelagert sind, die blinden Enden einander und kommen in den letzten Stadien zur Berührung (Textfig. 8 *gd*) in der Mittellinie. Gegen dieselbe wird vom Ektoderm eine kleine unpaare Grube durch Einsenkung gebildet (*ec*).

Vorher treten aber noch andere Veränderungen ein. Auf frühen Stadien der Anlage bemerkt man, dass in ganz

ähnlicher Weise wie bei der Bildung der Coxaldrüsen Mesodermzellen sich dem Schlauche anlegen, um auch hier eine Hülle zu bilden. Auch hier ist es schwer zu entscheiden, ob noch weitere Theile des Cöloms in diese Bildungen eingehen; es ist eben so nur als wahrscheinlich hinzustellen, dass es nicht der Fall ist, dass der Schluss der inneren Öffnung an der Ursprungsstelle des Blindsackes erfolgt.

Die Textfigur 8 zeigt das letzte Stadium, welches ich von diesen Bildungen angetroffen habe. Wenn auch eine äußere Öffnung noch nicht gebildet ist und wenn auch noch nicht diese hohlen Schläuche sich mit den Genitaldrüsen verbunden haben, welche Vorgänge sich erst nach der Geburt des Embryos abspielen, so kann es doch wohl



Textfig. 8. Querschnitt durch das achte Segment eines Embryos von *E. carpathicus*. *blg*, Blutgefäß; *cx*, Coxaldrüse; *ec*, EktodermEinstülpung; *en*, Darm; *g*, Ganglion; *gd*, Ausführungsgänge der Geschlechtsorgane; *me*, Mesoderm; *mu*, Muskeln. Vergr. 104.

kaum einem Zweifel unterliegen, dass diese Schläuche nichts Anderes sind, als die Anlagen der Ausführungsgänge der Genitalorgane.

In den weiter nach hinten folgenden Segmenten und eben so im siebenten, konnte keine Spur von ähnlichen Bildungen wie im dritten bis sechsten und im achten aufgefunden werden.

Zum Schluss dieses Kapitels mögen kurz die bereits vorliegenden Angaben berücksichtigt werden.

Die Coxaldrüse wurde im ausgewachsenen Skorpion zuerst von LANKESTER nachgewiesen, und bald nachher auch bei den übrigen Arachnoiden und *Limulus* von BERTKAU (85), LANKESTER (82), PACKARD (73), STURANY (91), GULLAND (85), McLEOD (84 a, b), FAUSSEK (91), LEBEDINSKY (92), PELSENER (85), LOMAN (88), BERNARD (93b). Diese Drüsen sind von fast allen Forschern als Segmentalorgane aufgefasst worden. Diese Deutung wurde wesentlich unterstützt durch die Untersuchungen der Entwicklung, so dürftig die Angaben in dieser Beziehung auch waren.

KOWALEWSKY und SCHULGIN haben die Drüse erst auf späten Stadien gefunden. »Die erste Stufe,« schreiben sie, »in welcher die Coxaldrüse von uns gefunden wurde, fällt in die Zeit, in welcher die Bauchkette des Nervensystems schon vom Ektoderm abgeschieden war. Da erschien sie als paariges Rohr, dessen Ausmündung an der Basis des zweiten Paares (?) der Füße sich befindet, und dessen inneres Ende schon bis an die vorderen Leberlappen heranreichte. Bei späteren Stadien werden die Windungen sehr zahlreich und bilden eine Masse Schleifen« (p. 532). Auch LAURIE hat sie erst auf dem Stadium gefunden, auf welchem der Durchbruch nach außen bereits erfolgt war. Dann bezeichnet PATTEN (90) auf seiner Fig. 2 Zellgruppen in den ersten sechs Segmenten als Nephridien, ohne sie näher zu beschreiben. Ob man durch Betrachtung der Oberfläche ihre Anlagen sehen kann, kann ich nicht entscheiden. Doch muss ich hervorheben, dass ich, wie schon oben erwähnt ist, in den ersten beiden Segmenten, wo PATTEN ebenfalls sie zeichnet, keine Spur von Anlagen habe nachweisen können.

Weit ausführlicher lauten die Angaben über die Entwicklung der Coxaldrüsen bei anderen Arachnoiden. Besonders zeigt die Schilderung derselben bei den Phalangiden seitens LEBEDINSKY'S (92) eine fast völlige Übereinstimmung mit der meinigen. Auch hier besteht die erste Anlage der Drüse in einer Verdickung der somatischen Wand des Cölomsackes; dieselbe stülpt sich dann aus, und der Schlauch wächst gegen die Coxa des (hier dritten) Fußpaares aus. Sie wächst auch hier bis an das Ektoderm heran und dann erfolgt der Durchbruch nach außen, ohne dass eine ektodermale Einstülpung dem Schlauche entgegenwüchse. Darauf erfolgt die Windung des Schlauches. Der Forscher hat die Anlage nicht

bis zum Ende der Ausbildung verfolgt und giebt auch keine Angabe, wie sich die innere Öffnung schließt.

Auch bei *Limulus* entwickelt sich nach KINGSLEY (93) die Coxaldrüse, welche hier ebenfalls wie beim Skorpion dem fünften Segment angehört, in den wichtigsten Punkten in ganz gleicher Weise. Sie entsteht als eine Ausstülpung der somatischen Wand des Cöloms, welche gegen das Ektoderm auswächst. Es soll dann allerdings das Ektoderm sich einstülpen und dem mesodermalen Schlauch entgegenwachsen und sich mit ihm vereinigen.

Bisher hat man bei allen untersuchten Formen immer nur die Anlage einer Coxaldrüse gefunden, nur bei den Spinnen *Atypus* und *Dysdera* ist von BERTKAU (85) und STURANY (94) angegeben, dass hier in zwei Segmenten, nämlich im dritten und fünften, Drüsen vorhanden gewesen sind, aber es scheint mir doch sehr zweifelhaft, ob man aus einer Grube, welche man an einem Beinpaar findet, auch wenn sie an derselben Stelle wie die Öffnung der Coxaldrüse liegt, berechtigt ist, auf das frühere Vorhandensein einer Drüse zu schließen. Bei fast allen anderen Formen ist die äußere Öffnung zurückgebildet, die Drüse selbst aber erhalten geblieben. Wenn somit meiner Ansicht nach ein sicherer Beweis für das Vorhandensein von mehreren Segmentalorganen in Form von Resten oder in völliger Ausbildung noch nicht bisher gebracht war, so musste doch die verschiedene Lage der Drüsen bei den verschiedenen Arachnoiden, bei den Phalangiden im fünften, bei den Solpugiden im dritten, bei den Spinnen im fünften und vielleicht auch im dritten, beim Skorpion im fünften, zu dem Schluss führen, dass die Arachnoiden der-einst mehrere Nephridienpaare besessen hatten. Dieser Schluss findet durch die vorliegende Untersuchung seine volle Bestätigung, indem in allen vier Segmenten, welche die Gangbeine tragen, unzweifelhafte Anlagen von Segmentalorganen nachgewiesen wurden; und eben so unzweifelhaft dürfte es wohl sein, dass auch die Ausführungsgänge der Genitalorgane nur als umgewandelte Segmentalorgane aufzufassen sind, da ihre Anlage dieselbe ist wie diejenige der letzteren.

Schon LAURIE hat die Vermuthung geäußert, dass die Ausführungsgänge als Segmentalorgane zu betrachten seien. Er hat ihre Anlage erst auf späterem Stadium als ich gesehen; seine Darstellung aber bedarf in zwei wichtigen Punkten einer Berichtigung. Einmal verlegt er sie in ein falsches Segment, nämlich das siebente, während sie im achten liegen, und dann sollen aus ihren Anlagen auch die Genitaldrüsen hervorgehen; dieselben bilden sich aber vollständig unabhängig von den Ausführungsgängen.

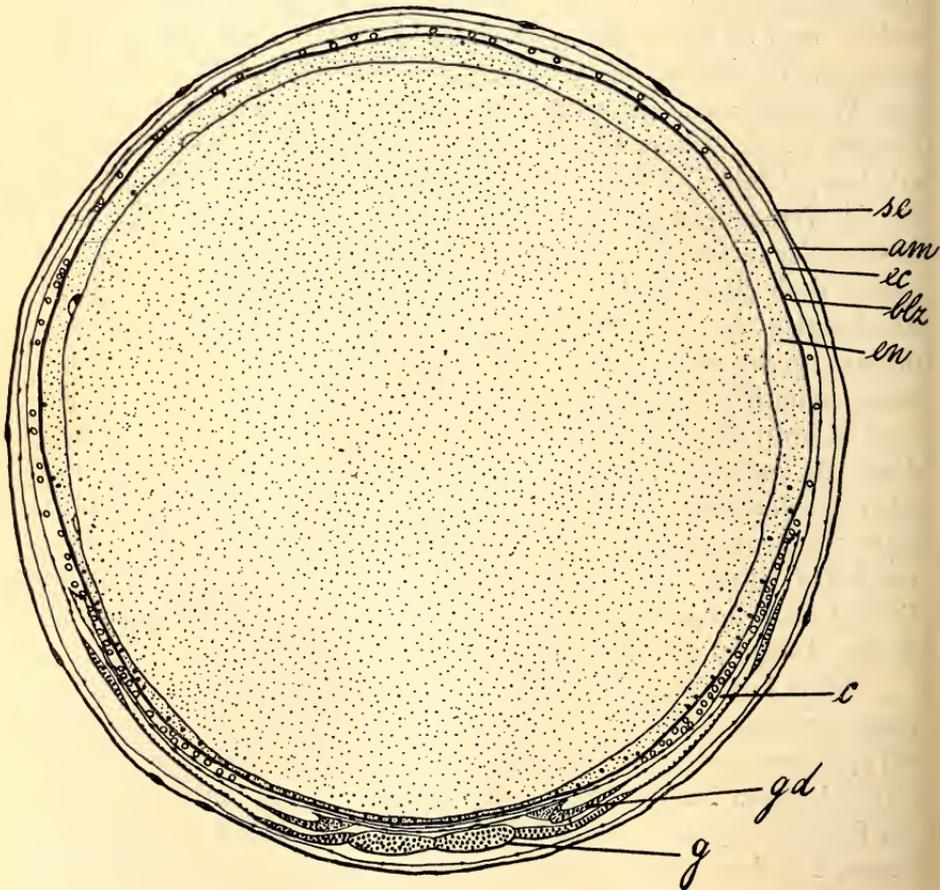
Auch die Darstellung KOWALEWSKY'S und SCHULGIN'S ist sehr unzurei-

chend und zum Theil sicher falsch und mit der meinigen nicht zu vereinigen. Sie schreiben: »Die Ausführungsgänge werden von zwei Ausgangsstellen aus gebildet. Ein Theil, das innere Rohr, scheint vom Splanchnoblast seinen Ursprung zu nehmen in Form eines Trichters, der mit seiner breiten Öffnung in die Körperhöhle sich öffnet und mit dem engen Ende gegen die Peripherie gerichtet ist. Hier nähert sich die früher schon erscheinende Einstülpung der äußeren Haut, welche den äußeren Theil der Genitalgänge bildet.

8.

Die Umwachsung der Cölomsäcke und die Herzbildung.

Erst nachdem die Bildung von Blutzellen, der Anlagen der Segmen-



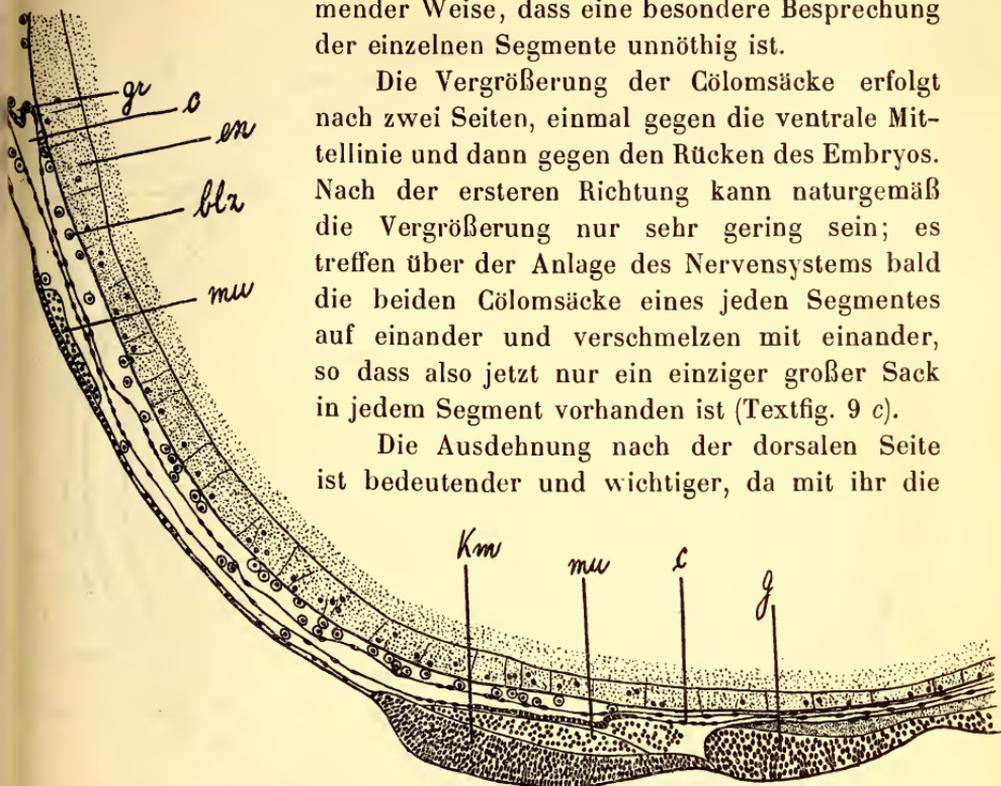
Textfig. 9. Querschnitt durch das achte Segment eines Embryos von *E. carpathicus*. *am*, Amnion; *blz*, Blutzellen; *c*, Cölom; *ec*, Ektoderm; *en*, Entoderm; *g*, Ganglion; *gd*, Ausführungsgänge der Genitalorgane; *se*, Serosa. Vergr. 60.

talorgane und der Muskulatur von den Cölomsäcken aus erfolgt ist, beginnen die letzteren sich wesentlich zu vergrößern.

Die zu schildernden Veränderungen spielen sich in fast allen Segmenten außer den postabdominalen und den zwei oder drei vordersten¹ ab. In diesen verlaufen dieselben aber in so übereinstimmender Weise, dass eine besondere Besprechung der einzelnen Segmente unnöthig ist.

Die Vergrößerung der Cölomsäcke erfolgt nach zwei Seiten, einmal gegen die ventrale Mittellinie und dann gegen den Rücken des Embryos. Nach der ersteren Richtung kann naturgemäß die Vergrößerung nur sehr gering sein; es treffen über der Anlage des Nervensystems bald die beiden Cölomsäcke eines jeden Segmentes auf einander und verschmelzen mit einander, so dass also jetzt nur ein einziger großer Sack in jedem Segment vorhanden ist (Textfig. 9 c).

Die Ausdehnung nach der dorsalen Seite ist bedeutender und wichtiger, da mit ihr die



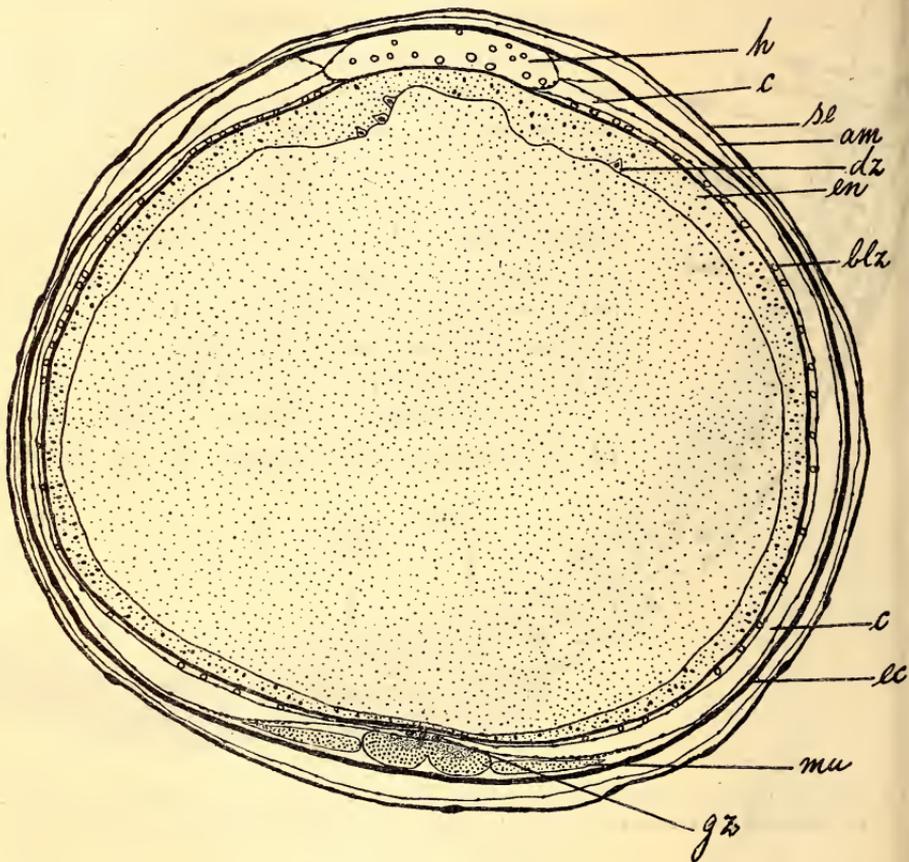
Textfig. 10. Theil eines Querschnittes durch das neunte Segment eines Embryos von *E. carpathicus*.
blz, Blutzellen; *c*, Cölom; *en*, Entoderm; *g*, Ganglion; *gr*, Grube; *km*, kammförmiges Organ;
mu, Muskeln. Vergr. 104.

Herzbildung in engem Zusammenhange steht, wie es METSCHNIKOFF schon vermuthet hat.

KOWALEWSKY und SCHULGIN geben an, dass die dorsalen Enden eines jeden Cölomsackes in einen soliden, noch nicht in zwei Schichten gespaltenen Zellenstrang auslaufen und dass dieser dorsalwärts vorwächst. Diese Angabe kann ich nicht bestätigen. Wie die Textfig. 9 c

¹ Das erste Cölom geht keine wesentlichen Veränderungen bis zur Auflösung ein. Ob das zweite und dritte dorsalwärts auswachsen, kann ich nicht sicher angeben, weil wegen der starken Krümmung des Embryos an dieser Stelle die Verhältnisse sich nicht klar übersehen lassen.

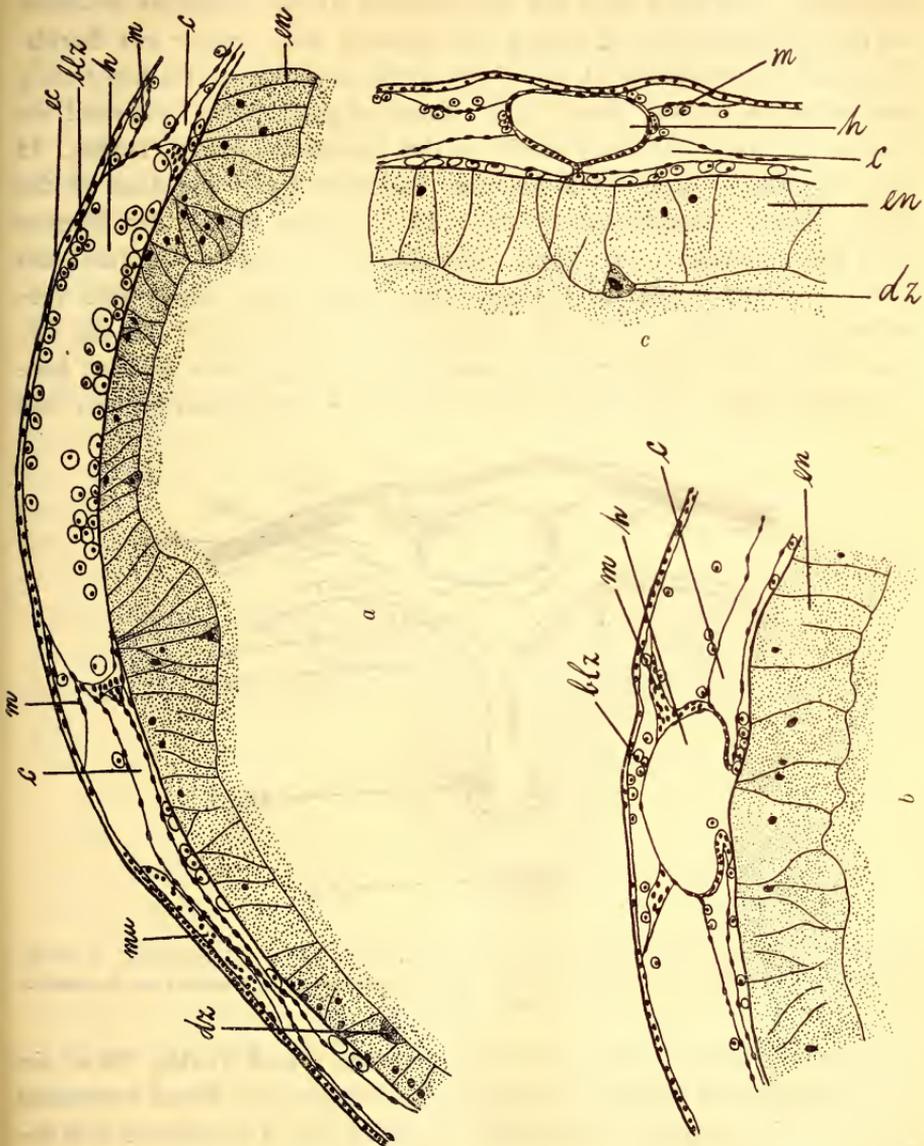
und besonders die bei stärkerer Vergrößerung gezeichnete Textfig. 10 c zeigt, ist der Cölomsack in allen Theilen in die zwei Schichten, die somatische und splanchnische, gespalten. Es läuft derselbe in zwei Zipfel aus, von denen derjenige der somatischen Schicht etwas länger als derjenige der splanchnischen ist; es beruht der Unterschied aber



Textfig. 11. Querschnitt durch das Segment eines Embryos von *E. carpathicus*. *am*, Amnion; *blz*, Blutzellen; *c*, Cölom; *dz*, Dotterzellen; *ec*, Ektoderm; *en*, Entoderm; *gz*, Genitalzellen; *h*, Herz; *mu*, Muskeln; *se*, Serosa. Vergr. 60.

nur in einem ungleich schnellen Wachstum der Wände, die bis an ihr Ende getrennt sind. In Folge dieses ungleich starken Wachstums bildet sich an der dorsalen Wand des Cölomsackes, an welcher die somatische und splanchnische Schicht in einander übergehen, eine kleine gegen den Rücken des Embryos konkave Grube aus (*gr*). In den vorwachsenden Theilen sind die Zellen in beiden Schichten des Cölomsackes nicht verschieden, wie es im Anfang der Fall war, sondern beide setzen sich aus stark abgeplatteten kleinkernigen Zellen zusammen;

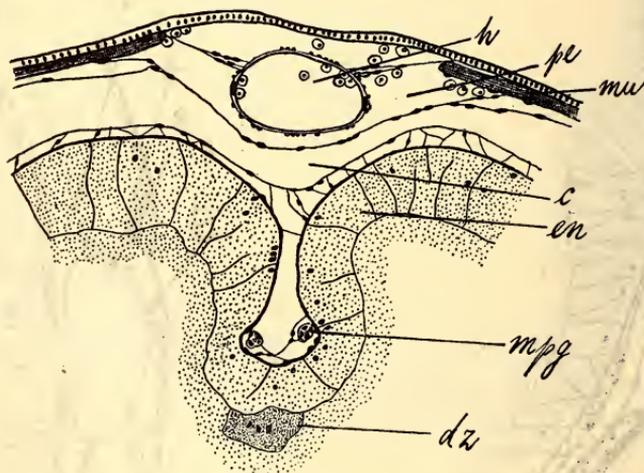
nur in der Wand der eben genannten Grube sind die Zellen zahlreicher (Textfig. 40 *gr*). Die Umwachsung setzt sich nun in gleicher Weise nach dem Rücken zu fort (Textfig. 41 *c*), so dass die beiden dorsalen Zipfel



Textfig. 12 *a-c*. Drei Querschnitte durch den dorsalen Theil eines Embryos von *E. carpathicus*. *blz*, Blutzellen; *c*, Cölo; *dz*, Dotterzellen; *ec*, Ektoderm; *en*, Entoderm; *h*, Herz; *m*, Flügelmuskeln; *mu*, Muskeln. Vergr. 104.

eines jeden Cölomsackes sich mehr und mehr nähern. Es entsteht hierdurch am Rücken ein immer schärfer sich abgrenzender Raum (Textfig. 44, 42 *h*), je weiter die Wände des Cölomsackes vorwachsen.

Derselbe erscheint dadurch noch um so deutlicher, dass sich in ihm jetzt vorwiegend die Blutkörperchen (*blz*) ansammeln und weiter, dass die Seitenwände konkav eingebuchtet sind. Dieser Raum wird zur Herzhöhle. Dadurch dass die somatischen Wände schneller wachsen als die splanchnischen, kommen die ersteren auch früher zur Berührung und die Herzhöhle ist, wie KOWALEWSKY und SCHULGIN schon richtig beobachteten, dorsal durch eine Wand abgeschlossen, während sie ventral noch offen ist und direkt an das Entoderm grenzt (Textfig. 12 *a, b, h*). Bald erreichen sich auch die ventralen Zipfel und dann ist das Herz allseitig abgeschlossen (Textfig. 12 *c, h*). Die Wände des Herzens sind also diejenigen des Cöloms, aber das Herz ist nicht ein Theil des Cöloms. Seine Wand ist Anfangs einschichtig, doch lassen sich verschiedentlich kleine Zellen ihr anliegend beobachten (z. B. Textfig. 12), aus welchen die zweite Schicht, welche das fertige Herz besitzt, hervorgehen dürfte. Schon früh bilden sich die Flügelmuskeln aus und



Textfig. 13. Querschnitt durch den dorsalen Theil eines Embryos von *E. carpathicus*. *c*, Cölom; *dz*, Dotterzellen; *en*, Entoderm; *h*, Herz; *mpg*, Mitteldarmdrüsen; *mu*, Muskeln; *pe*, Perikardialraum. Vergr. 104.

zwar in der Weise, dass von der somatischen Wand (Textfig. 12 *m*) ein Zellenstrang sich abzweigt und gegen die entodermale Wand vorwächst und sich hier ansetzt. In ähnlicher Weise, durch Auswachsen von somatischen Zellen, entsteht auch der dorsale Befestigungsapparat des Herzens (Textfig. 3, p. 378).

Interessanter sind die Veränderungen des Cölomsackes, welche ventral vom Herzen verlaufen. Nachdem das Herzrohr allseitig geschlossen ist, wachsen die beiden Enden des Cölomsackes noch weiter gegen einander vor und kommen zur Vereinigung, so dass also jetzt ein ein-

ziger Sack mit kontinuierlicher Höhle in jedem Segment den Embryo umschließt (Textfig. 43 c). Die somatische Wand löst sich vom Herzen ab und hierdurch entsteht um das Herz ein neuer Raum, der Perikardialraum, der seitlich durch Wände, die durch Auswachsen somatischer Zellen entstehen, geschlossen wird (Textfig. 43 pe). Es ergibt sich also, dass sowohl die Wände des Herzens wie diejenigen des Perikardialraumes aus einem Material sich bilden, welches den Cölomsäcken entstammt, dass aber weder der eine noch der andere Raum Theile des Cöloms selbst sind. — Das Stadium, auf welchem ein einziges kontinuierliches Cölom vorhanden ist, geht bald vorüber. Denn kurz nach seiner Bildung beginnen die Wände des Cöloms eine Umbildung zu erleiden, die zum Verschwinden der weiten Höhle führt. Man bemerkt, zunächst an der splanchnischen Schicht (Textfig. 43, auch 45 d, p. 443), dass die bisher plattenförmigen Zellen Ausläufer gegen das Entoderm hin aussenden und dass die Zellen breiter werden, die Kerne sich verlagern. Es entsteht so ein locker gefügtes, parenchymatisches Gewebe. Man kann diesen Umbildungsprocess an allen Theilen der Cölomsäcke beobachten, auch derjenigen, welche an der Umwachsung nicht betheiligt waren. Dieses Füllgewebe ist besonders deutlich zwischen den sich zu dieser Zeit ausbildenden Darmdivertikeln entwickelt, aber auch sonst breitet es sich zwischen allen Organen aus (vgl. auch die Textfig. 3 p. 378 und Fig. 35—37). Dieses eigenartige Gewebe ist ebenfalls bei den übrigen Arachnoiden und auch beim *Limulus* vorhanden. Ein Theil der Zellen legt sich auch den Organen eng an, doch lassen sich diese selten als eine vom Füllgewebe gänzlich getrennte Hülle nachweisen.

Die somatische Wand, aus welcher schon ein Theil der Muskelanlagen hervorgegangen sind, zeigt eine gleiche Umwandlung wie die splanchnische, in geringerem Grade. Das Material wird zum Theil zu weiteren Muskelanlagen verwandt, zum Theil gehen aus ihm die Wände der Blutlakunen hervor (*mu* und *blg* in den Figuren). Es lassen sich leider diese Vorgänge wegen der vielen ähnlichen, complicirten Bildungen nicht überall und im Einzelnen verfolgen. Nur in Bezug auf die Entstehung der ventral verlaufenden, sogenannten Spinalarterie, kann ich bestimmtere Angaben geben. Meist findet man angegeben, dass das Herz vorn in die vordere Arterie übergeht — welcher Übergang übrigens durch eine, so weit ich weiß, bisher nicht beobachtete Klappe (vgl. Textfig. 3 p. 378) gekennzeichnet ist — und dann sich in zwei den Ösophagus umgreifende Äste theilt, welche sich dann in ein dem Nervensystem aufgelagertes Gefäß fortsetzen, die Spinalarterie. Auch KINGSLEY stellt es so dar und hebt als Unterschied gegenüber *Limulus* hervor, dass bei letzterer Form das letztgenannte Gefäß das

Nervensystem einschlieÙe, beim Skorpion dagegen nur auf der dorsalen Seite entwickelt sei. Es scheint, dass eine Mittheilung HOUSSAY'S (86, 87) in Bezug auf diesen Punkt wenig beachtet ist. Dieser Forscher berichtet nämlich, wenn ich seine Darstellung, welche von keiner Abbildung begleitet ist, recht verstehe, dass die spinale Arterie nicht nur dorsal dem Nervensystem aufliegt, sondern dass sie dasselbe umschlieÙt. Auch meine Untersuchungen der Embryonen lehren, dass in der That das Nervensystem in einem Blutgefäß liegt; es tritt dieses Verhältnis besonders auf den Schnitten hervor, welche nur oder fast nur die Längskommissuren zeigen (Fig. 36, 37 *blg*, auch Textfig. 3 p. 378), während auf den Schnitten durch die Ganglien der ganze innere Raum von den Ganglien und der Querkommissur eingenommen ist, der Blutraum in seiner Größe sehr reducirt ist. Diese das Nervensystem einschließende Blutlakuue bildet sich in folgender Weise (Fig. 35 *blg*). Kurz vor der Umbildung und Auflösung der Cölomwände trennt sich vom somatischen Blatt eine Schicht oder Falte ab und umwächst ventral das Nervensystem. Auf der Fig. 35 ist die Bildung bereits fast beendet. Auf dem Längsschnitt (Textfig. 3 *blg* p. 378) sind auch noch die von dieser Lakune ausgehenden und nach der ventralen Körperwand, wahrscheinlich zu den Lungen, ziehenden GefäÙe dargestellt.

Die hier gegebene Darstellung der Entstehung des Herzens stimmt in den wichtigsten Punkten mit derjenigen, welche MORIN (87, 88) für die Spinnen und KISHINOUE (91 a) und KINGSLEY (93) für *Limulus* gegeben haben, überein. In beiden Fällen steht die Herzbildung mit der Umwachsung der Cölomsäcke in engstem Zusammenhang, in beiden Fällen ist die Herzhöhle aber nicht ein Theil des Cöloms, sondern ein Spalt zwischen den zusammenwachsenden Cölomsäcken. Dieser Spalt ist Anfangs im Beginn der Umwachsung sehr weit, verengt sich aber mehr und mehr, je weiter dieselbe fortschreitet, je mehr sich also die dorsalen Wände des Cöloms einander nähern. Aus den letzteren bilden sich dann die Herzwände. Auch in Bezug auf die Bildung der Blutzellen auf frühen Stadien und die allmähliche Ansammlung der meisten an der Rückenseite in dem zum Herzrohr werdenden Raume stimmen die Angaben ganz mit den meinigen überein.

9.

Die Entwicklung der Genitaldrüsen.

Auffallenderweise sind die Genitalorgane von den früheren Beobachtern außer von PATTEN (90) nicht einmal im jungen Thier nach der Geburt, geschweige denn ihre Anlage erkannt worden. LAURIE vermuthet zwar, dass der obere Theil der von ihm gesehenen Ausführungs-

gänge der Genitalorgane in die Genitaldrüsen sich umwandelt, indessen ist diese Vermuthung falsch, indem die Bildung der letzteren von derjenigen der Ausführungsgänge ganz unabhängig vor sich geht. Ob KOWALEWSKY und SCHULGIN dieselben gesehen haben, ist aus dem kurzen Satz: »Dem inneren Rohr (der Ausführungsgänge) legen sich die Zellpolster auf, die wahrscheinlich die ersten Spuren der Genitaldrüsen vorstellen« nicht zu ersehen; es ist mir aber wahrscheinlich, dass jene Zellpolster nichts mit den Genitalorganen zu thun haben.

Dagegen dürfte PATTEN sie gesehen haben, er geht aber sehr wenig auf dieselben ein, da seine Abhandlung sich hauptsächlich mit anderen Bildungen beschäftigt. Am hinteren Ende des Körpers soll eine »primitive-streak-like« Gruppe von Zellen liegen, und zwar zuerst, wenn das Postabdomen sich bildet, auf der Stelle, wo das Prä- in das Postabdomen übergeht. »At first«, schreibt er (p. 353), »it is short and massive, but it finally extends forwards the whole length of the abdomen as a rather large cylindrical cord; the latter, about the time of hatching, splits into two parts, an outer one composed of a thin layer of small dark nuclei, representing the ‚Anlage‘ of the botryoidal cord, and an inner one composed of large polygonal cells, representing the Anlage of the sexual organs.«

Aus dieser kurzen, nur durch eine ungenügende Textfigur (2 C) erläuterten Beschreibung glaube ich durch einen Vergleich mit meinen Beobachtungen entnehmen zu dürfen, dass PATTEN die Genitalzellen gesehen hat; doch sind die Angaben über die Entstehung nicht richtig, wie das Folgende zeigen wird.

Die Ursache, wesshalb die Genitalzellen von den früheren Beobachtern nicht erkannt worden sind, dürfte vor allen Dingen in der Art der Konservirung der Embryonen zu suchen sein. Wie ich schon im ersten Beitrage hervorgehoben habe, treten die histologischen Unterschiede zwischen den Genitalzellen und den übrigen Zellen nur bei gewisser Konservirung hervor. Während z. B. Chromsäure oder Chromessigsäure wenig oder gar nicht ihre histologischen Charaktere hervorheben, sind sie, wenn man mit heißem Wasser die Embryonen tötet und dann mit Chromosmiumessigsäure behandelt, so auffallend, dass auch bei einem sehr flüchtigen Durchsehen der Schnittserien die Aufmerksamkeit des Beobachters sofort auf diese Zellen gelenkt werden muss, und, dass die Verfolgung der Genitalzellen von dem ersten Auftreten bis zum Ende der Entwicklung im mütterlichen Körper verhältnismäßig sehr einfach und leicht ist.

Im ersten Beitrage war schon gezeigt worden, dass eine der ersten Bildungen, welche nach der Blastodermbildung auftraten, die Absonde-

zung der Genitalzellen sind und zwar noch vor der Anlage des Entoderms und besonders des Mesoderms, so dass diese Schichten nicht als Ort der Entstehung der Genitalzellen bezeichnet werden können, oder höchstens mit Hilfe der »Cänogenie«. Die Genitalzellen waren von den übrigen Zellen sofort zu unterscheiden einmal durch die Abgrenzung gegen die Umgebung und dann durch histologische Unterschiede, besonders die geringere Färbbarkeit ihres Protoplasmas und ihrer Kerne. Sie waren zu einer mehr oder weniger kugelförmigen Zellgruppe angeordnet, welche Anfangs die Oberfläche der Keimscheibe erreichte, dann aber, nach der Verlagerung des Embryos aus dem Follikel in die Eiröhre in die Tiefe versenkt und vom Ektoderm überdeckt wurde. Sie lag jetzt zwischen dem Ektoderm und Entoderm, vom Mesoderm dagegen wurde sie nur seitlich, nicht dorsal und ventral begrenzt. Die Abgrenzung gegen die übrigen Zellen war eine so scharfe, dass man niemals im Zweifel war, ob man eine Genitalzelle oder eine Zelle einer anderen Schicht vor sich hatte.

Auch späterhin lassen sich die Genitalzellen leicht auffinden. Wenn auch die Zusammenlagerung zu einer kugeligen Gruppe nicht mehr vorhanden ist, die scharfe Abgrenzung derselben gegen die benachbarten Partien als Merkmal zu ihrer Erkennung verschwindet, so treten andere Eigenschaften um so mehr hervor, nämlich die Größe und histologische Unterschiede. Was die Größe betrifft, so ist dieses Merkmal nicht erst auf späten Stadien durch ein allmähliches Wachstum der Genitalzellen neu hinzugekommen, sondern dadurch entstanden, dass die Zellen der anderen Schichten durch fortdauernde Theilung an Größe verloren haben, die Genitalzellen dagegen so gut wie nicht sich getheilt und ihre alte Größe bewahrt haben (vgl. die Figuren der Taf. XXII, XXIII *gz*). Mit der Verkleinerung der Zellen erfolgt auch eine solche der Kerne, und vielleicht hat man hierauf auch die Verschiedenheit der Färbbarkeit der Kerne der Genitalzellen und der übrigen Zellen zurückzuführen, indem in kleinerem Raum das Chromatinnetz enger und daher auffallender werden muss, in größerem dagegen sich ausbreiten kann und deshalb weniger auffallend hervortritt. Mag dieses richtig sein oder nicht, jedenfalls ist der Unterschied in der Färbung der Kerne sehr deutlich. In den großen Kernen der Genitalzellen färben sich nur der eine oder die zwei Nucleolen stark, das Übrige dagegen sehr schwach; dadurch scheinen die ersteren in einem hellen Raume zu liegen und heben sich sehr auffallend von demselben ab. Als weiterer Unterschied ist zu erwähnen die Form der Zellen und der Kerne. Da die Zellen der übrigen Schichten außer den Blutzellen in Folge der Anordnung in festen Verbänden und ihrer engen Zusammenlagerung alle

gleichmäßige, der Art des Verbandes entsprechende, bestimmte Form annehmen müssen, so werden auch die Kerne in Bezug auf ihre Form mit beeinflusst und nach dieser oder jener Richtung hin gestreckt. Dagegen liegen die Genitalzellen nicht im festen Verbands, sondern locker neben einander, die Form der Zellen und Kerne ist daher eine mehr oder weniger abgerundete (vgl. besonders die Figuren der Taf. XXIII).

Während man auf den Anfangsstadien mehr den Gesamthabitus aller Zellen als Unterschied gegen die anderen Zellen hervorheben musste, ist jetzt die einzelne Genitalzelle so scharf charakterisirt, dass sie selbst dann, wenn sie etwas entfernt von den übrigen liegt, durch ihre Größe und Form, durch den großen, wenig färbbaren Kern und durch die geringe Färbbarkeit ihres Protoplasmas sofort als solche zu erkennen ist.

Das Bild, welches die Genitalzellen des Skorpionembryos auf den späteren Stadien bietet, ähnelt ganz auffallend demjenigen, wie es nach FAUSSEK die Genitalzellen der Phalangiden zeigen. »Die Kerne«, schreibt er, »sind weit größer als die der Ektoderm- und Mesodermzellen, und sie enthalten je 1—2 Nucleoli und Chromatinkörnchen. Da die Chromatinkörnchen ziemlich vereinzelt vorkommen und das Kernplasma sowie das der Zelle selbst nicht tingirt wird, so erhält die ganze Gruppe ein lichter Aussehen, als die kleinen, dichtliegenden Zellen der Bauchplatte.« Auch die Genitalzellen bei den verschiedenen Insektenformen, bei welchen HEYMONS (91, 93b) ihr frühzeitiges Auftreten in der Entwicklung nachgewiesen hat, zeigen einen ähnlichen Bau wie diejenigen der Phalangiden und des Skorpions, doch hebt HEYMONS als einen der auffallendsten Unterschiede der Genitalzellen die besondere Anordnung des Chromatins hervor. So beschreibt er z. B. die Kerne der Genitalzellen von *Phylldromia germanica* L. folgendermaßen (91, p. 444): »Der Kern ist $9\ \mu$ groß, hat stets eine kugelige Gestalt und ist von einem starken, außerordentlich deutlich hervortretenden Chromatingerüst durchsetzt. Im Centrum liegt ein großer und sehr stark sich färbender glänzender Nucleolus, in dessen nächster Nähe sich kein Chromatin vorfindet. Das Kernkörperchen erscheint deshalb von einem farblosen Hof umgeben, der an seiner Peripherie sich mit zackigen Fortsätzen in die Chromatinschicht des Kernes hineinerstreckt. Gerade diese Anordnung des Chromatins innerhalb des Kernes ist für die Genitalzellen außerordentlich charakteristisch und bildet ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal der Genitalzellen von den übrigen Körperzellen.« Wie aus meiner Beschreibung der Genitalzellen des Skorpions hervorgeht, habe ich dieses Merkmal nicht gefunden und auch FAUSSEK berichtet darüber nichts.

Wie schon erwähnt wurde, bleiben die Genitalzellen unverändert

bis zur Geburt des Embryos. Leider war es mir, da mir ältere Stadien fehlten, nicht möglich, sie weiter kontinuierlich bis in das geschlechtsreife Thier zu verfolgen, doch dürfte es wohl kaum zweifelhaft sein, dass dieselben nichts Anderes als Keimzellen werden.

Eine Vermehrung findet auf späteren Stadien nur in sehr geringem Maße statt. Ich habe außer auf sehr frühen Stadien (Fig. 20) nur auf wenigen sehr späten Stadien vereinzelt Theilungen (Fig. 34 *gz*) gefunden. Hiermit stimmt auch überein, dass die Zahl der Genitalzellen, so weit man schätzen kann, nicht zuzunehmen scheint. Zwar findet man in einigen Embryonen verhältnismäßig wenige, in anderen viele Zellen (z. B. Fig. 28 und 29), indessen wäre es falsch, hieraus zu folgern, dass die größere Zahl durch stärkere Vermehrung auf späteren Stadien entstanden sei. Denn man begegnet diesem Unterschiede sowohl auf frühen wie auf späten Stadien und es ist daraus zu schließen, dass die Zahl der Zellen in verschiedenen Embryonen von Anfang an verschieden ist. Es liegt nahe, diese Verschiedenheit der Zahl mit der Annahme zu erklären, dass die einen zu männlichen, die anderen zu weiblichen Thieren sich entwickeln, indessen habe ich ältere Stadien, auf welchen ich mit Sicherheit die Anlage von männlichen und weiblichen Organen unterscheiden kann, nicht beobachten können und kann deshalb über diesen Punkt nichts angeben.

Nach diesen Vorbemerkungen über das Bild, welches die Genitalzellen für sich während der ganzen Entwicklung bis zur Geburt des Embryos bieten, möge zu der Darstellung derjenigen Veränderungen übergegangen werden, welche die ganze Gruppe erfährt und welche zur Ausbildung der Genitaldrüsen hinführen.

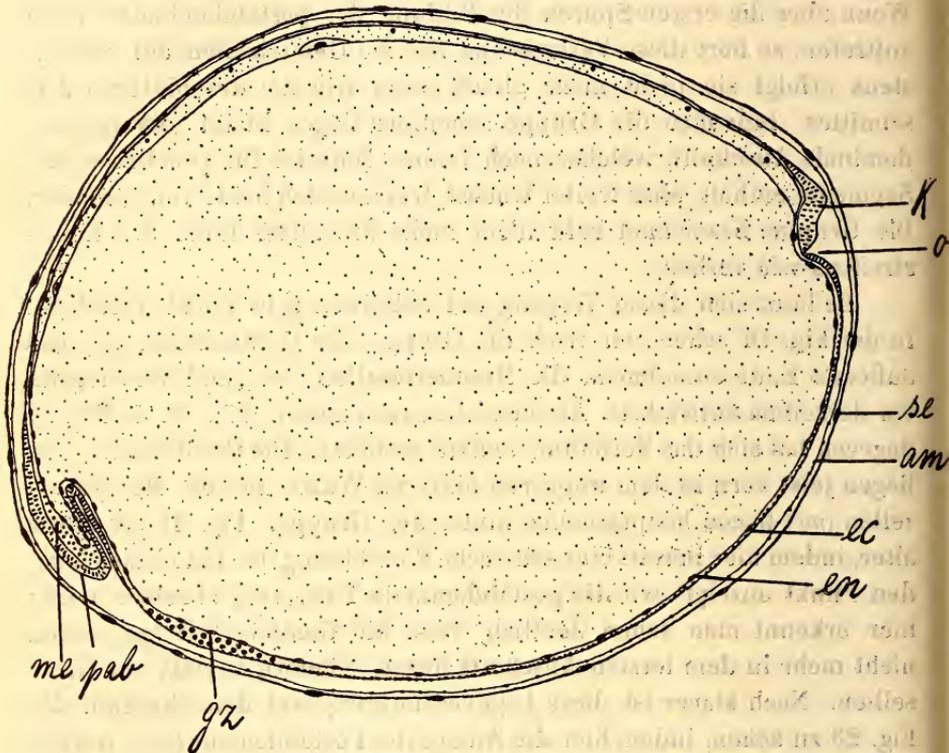
Am Ende des ersten Beitrages war das Stadium beschrieben, auf welchem die Gruppe der Genitalzellen zwischen Ektoderm und Entoderm lag und zwar excentrisch in der Keimscheibe, am künftigen hinteren Ende. In derselben Lage zeigt sie auch die Fig. 15 *gz*, welche einen Embryo kurz vor dem Beginn der Segmentirung darstellt. In Folge ihrer kugeligen Form verdickt sie die Keimscheibe bedeutend und zwar gegen den Dotter, so dass auch das Entoderm in den Dotter an dieser Stelle tiefer eingesenkt wird als in den übrigen Theilen der Keimscheibe. Auf etwas älteren Stadien, wie sie die Fig. 16 und 18 und die Textfig. 4 *a*, p. 372 zeigen, tritt dieses noch klarer hervor, auf Längsschnitten zwar weniger als auf Querschnitten. Auf ersteren (Fig. 16, 22, auch Textfig. 4 *a*, p. 372) setzt sich die Stelle, wo die Genitalzellen liegen, zwar deutlich ab, aber es tritt nicht hervor, dass diese Verdickung nur an dieser Stelle vorhanden ist und durch jene Zellen verursacht wird. Dieses zeigen besser Querschnitte (Fig. 18).

Betrachten wir zunächst die Lageveränderungen, welche die Gruppe in der ersten Zeit erfährt. Die Segmentirung des Keimstreifens verläuft ja so, dass vom hinteren Abschnitte immer neue Segmente nach vorn abgeschnürt werden, und dass zu gleicher Zeit derselbe sich nach der dem Kopfabschnitt gegenüberliegenden Seite verlagerte. Diese Bewegung macht auch die Gruppe der Genitalzellen Anfangs mit, d. h. sie wird von den Punkten, wo ihre Anlage erfolgt ist, entfernt und zwar sehr bedeutend (vgl. besonders die Textfig. 1b, *gz*, p. 372). Wenn aber die ersten Spuren der Bildung der postabdominalen Falte auftreten, so hört diese Verlagerung für die Genitalzellen auf, wenigstens erfolgt sie nicht mehr gleich rasch wie die des hinteren Abschnittes. Indem so die Gruppe scheinbar liegen bleibt, der postabdominale Abschnitt, welcher noch immer Material für präabdominale Segmente enthält, aber weiter wächst, trennen sich beide von einander. Die Gruppe bezeichnet bald nicht mehr das letzte Ende des Keimstreifens wie vorher.

Es lässt sich dieser Vorgang auf Schnitten sehr leicht verfolgen. In der Fig. 16 sehen wir noch die Gruppe der Genitalzellen (*gz*) das äußerste Ende einnehmen, die Mesodermzellen (*me*) sind vorwiegend vor derselben entwickelt. Ähnlich ist es auch noch in Fig. 22. In Fig. 20 dagegen hat sich das Verhältnis anders gestaltet. Die Genitalzellen (*gz*) liegen jetzt vorn in dem unpaaren hinteren Wulst, und die Mesodermzellen (*me*) liegen hauptsächlich hinter der Gruppe. Fig. 21 ist etwas älter, indem hier bereits eine schwache Vorwölbung des Ektoderms (*pab*) den Punkt anzeigt, wo die postabdominale Falte sich absetzen wird; hier erkennt man schon deutlich, dass die Genitalzellen (*gz*) schon nicht mehr in dem letzten Abschnitt liegen, sondern bereits vor demselben. Noch klarer ist diese Lageveränderung auf dem Stadium der Fig. 23 zu sehen, indem hier die Anlage des Postabdomens (*pab*) bereits deutlich entwickelt ist und durch eine Knickung gegen den präabdominalen Theil des Embryos abgesetzt ist (vgl. auch Textfig. 1b p. 372), und vor der Knickungsstelle die Genitalzellen liegen. Dieser Stillstand oder Verzögerung in der Bewegung tritt ein, wenn das achte oder neunte Segment abgeschnürt wird, so dass also, da im achten Segmente die Ausführungsgänge der Genitalorgane sich entwickeln, die Genitalzellen ihre richtige Lagerung im Embryo schon erhalten.

Gleichzeitig mit dieser Verlagerung der Gruppe erfolgt auch eine Veränderung der Form. Schon auf dem Stadium der Fig. 20 und 21, wo die Verlagerung erst begonnen hat, wird die auf früheren Stadien so auffallende Zusammenordnung zu einer kugeligen Gruppe aufgegeben, der Verband wird lockerer und die Gruppe verliert an Höhe,

gewinnt aber besonders an Länge. Während man früher auf dem Durchmesser der Gruppe sechs bis sieben Zellen antreffen konnte, sind sie bald nur zu zweien oder dreien über einander gelagert, dagegen liegen sie in größerer Zahl hinter einander. Je weiter die Entwicklung oder die Abschnürung der Segmente und die Ausdehnung des Keimstreifens über den Dotter fortschreitet, um so mehr tritt diese reihenförmige oder besser dünnplattenförmige oder auch strangförmige



Textfig. 14. Längsschnitt durch einen Embryo von *E. carpathicus* auf dem Stadium der Fig. 8. *am*, Amnion; *ec*, Ektoderm; *en*, Entoderm; *gz*, Genitalzellen; *k*, Kopfabschnitt; *me*, Mesoderm; *o*, Mund; *pab*, Postabdomen; *se*, Serosa. Vergr. 60.

Anordnung in einer oder zwei Schichten hervor. Manchmal, wo die Zahl der Zellen gering ist, ist es nur eine einschichtige Platte (Fig. 28), manchmal, wo viele Zellen vorhanden sind, ist die Platte mehrschichtig, also dicker (Fig. 29). Auch wechselt die Breite der Platte, wie die Querschnitte Fig. 26 und 30 erkennen lassen. Gewöhnlich trifft man auf einem Schnitt nur zwei bis drei Zellen, in einigen Fällen trifft man auch an einer Stelle mehr als an der anderen, so dass also die Breite der Platte oder des Stranges eine unregelmäßige ist. Wenn auch der Verband ein lockerer geworden ist, so liegen doch

die Genitalzellen in den meisten Fällen neben einander, nur sehr selten habe ich einige in einiger Entfernung abseits von den übrigen Zellen gefunden.

Außer diesen Veränderungen, welche die Form und Lage der Gruppe der Genitalzellen betreffen, fällt schon auf frühen Stadien eine andere wichtige Erscheinung auf. Während bis zum Stadium des Beginns der Segmentirung, und auch noch etwas später, die Gruppe der Genitalzellen dorsal und ventral nur vom Entoderm und Ektoderm begrenzt wurde, bemerkt man, etwas nach dem Beginn der Segmentirung, aber bevor das Mesoderm zu den beiden Schichten der Cölomsäcke sich anordnet, dass einzelne Mesodermzellen die Gruppe zu umwachsen beginnen. Meist sieht man nur vereinzelt liegende Zellen (Fig. 24, 23 *epz*), in seltenen Fällen bilden sie einen geschlossenen Mantel (Fig. 25 *epz*). Diese Zellen sind die Anlage des Epithels der Genitaldrüsen. Sie bilden sich also aus einem anderen Materiale als die Keimzellen. Beide entstehen völlig unabhängig von einander, und die einen gesellen sich erst später den anderen bei. Dadurch, dass diese Zellen den Charakter gewöhnlicher Mesodermzellen bewahren, lassen sie sich durch ihre stärkere Färbbarkeit und die geringere Größe von den Genitalzellen leicht unterscheiden.

Sie sind gewöhnlich dorsal und ventral dem Ektoderm bezw. Entoderm als abgeplattete Zellen dicht angefügt, zuweilen findet man sie scheinbar zwischen zwei Genitalzellen eingelagert (vgl. Fig. 25, 28 *epz*), doch dürfte diese Lagerung daher rühren, dass eine Lücke zwischen denselben der Epithelzelle gestattet, sich in diese hinein auszudehnen. Seitwärts stoßen die Zellen an das übrige Mesoderm, welches sich jetzt zu Cölomsäcken anzuordnen beginnt, an. Wenn man etwa durch dieses Stadium einen medianen Längsschnitt macht (Textfig. 44, p. 408), so trifft man in allen Theilen nur Entoderm (*en*) und Ektoderm (*ec*) über einander liegend, nur im Präabdomen findet man zwischen den Schichten noch die Genitalzellenplatte (*gz*) mit den anliegenden Mesodermzellen, welche in der Textfig. 44 nicht erkennbar sind, und im Postabdomen, wo das Mesoderm (*me*) noch eine unpaare Masse bildet, sind alle drei Schichten getroffen.

Dieses Bild erfährt dadurch aber bald eine Änderung, dass die Cölomsäcke sich seitwärts auszubreiten beginnen und dann bald über der ventralen Längsfurche des Keimstreifens zusammenstoßen und sich vereinigen. Da dieser Vorgang auch in den Segmenten erfolgt, durch welche der Streifen der Genitalzellen sich erstreckt, so kommen diese im Cölom selbst zu liegen. Wie Fig. 30, 34 erkennen lassen, gehen die splanchnische (*spl*) wie die somatische (*som*) Schicht kon-

tinuirlich über bzw. unter den Genitalzellen von einer Seite zur anderen hinüber. Von den Zellen des Cölomsackes sind deutlich die Epithelzellen, welche den Genitalzellen direkt anliegen, zu unterscheiden. Es macht oft den Eindruck, als ob die Epithelzellen nicht so vereinzelt und ohne Zusammenhang den letzteren anliegen, wie es auf den meisten Schnitten und auch auf den Figuren den Anschein hat, sondern als ob dieselben bereits einen geschlossenen Mantel um dieselben bildeten, in Folge der geringen Anzahl aber stark gestreckt sind, und nur die Theile der Zellen, in welchen der Kern liegt, hervortreten, dagegen nicht die schmalen verbindenden Theile.

Lange Zeit hindurch bleibt das Bild ziemlich dasselbe. Es lässt sich nur eine engere Zusammenlagerung konstatiren (Fig. 32) und weiter, dass mit der Entwicklung des Nervensystems und seiner Ablösung vom Ektoderm auch der Genitalzellenstrang weiter in das Innere des Körpers verlegt wird. Da das Entoderm noch abgesehen von Veränderungen des Epithels (Fig. 29—31) wie vorher einen großen Sack darstellt, so ist die Lage der Zellen nach dieser Seite dieselbe, d. h. sie liegen demselben eng an, getrennt nur durch die splanchnische Schicht (*spl*); dann tritt aber bald eine andere Verlagerung ein und zwar mit der Ausbildung der Darmdivertikel (Fig. 35, 36 *gz*). Es war früher schon gezeigt worden, dass ventral der Darm eine Längsfalte bildet. In diese Längsfalte wird nun der Genitalzellenstrang allmählich eingelagert. Da zu dieser Zeit die Cölomsäcke sich auflösen, bzw. umbilden zum Füllgewebe (*me*) und zur Begrenzung von Lakunen (Fig. 35), so ist es leider mir nicht möglich gewesen, das Schicksal des Cöloms sicher zu verfolgen. Vor Allem konnte ich nicht entscheiden, ob der Raum (*c*), welchen man auf Fig. 33, 36 den Genitalzellenstrang umgeben sieht, ein Theil des Cöloms ist. Es scheint, dass von diesem Theil aus auch die peritoneale Hülle (*ph* Fig. 33) sich bildet.

Mit der Verlagerung in die Längsfalte zwischen die Darmdivertikel löst sich der Strang auch vom Nervensystem ab, dem er bisher eben so wie dem Darm eng anlag, nur durch die Cölomwand getrennt, und zwar erfolgt diese Ablösung zuerst in den vordersten Partien, wie der Längsschnitt, welchen die Textfig. 3 *gz*, p. 378, darstellt, erkennen lässt. Es ist jetzt ein ziemlich langer Strang, der nur durch die Genitalzellen auffällig auf den Schnitten hervortritt. Die Zellen liegen in demselben ziemlich gleichmäßig vertheilt, mitunter aber lässt sich feststellen, dass sie an einzelnen Stellen zahlreicher liegen. Es ist möglich, dass diese Anordnung mit der bald erfolgenden Theilung des einen Stranges in Beziehung steht, in so fern an diesen Stellen die Querbrücken, durch welche die Längsröhren der fertigen Genitalorgane mit einander ver-

bunden sind, entstehen. In einigen Embryonen, z. B. Fig. 38, die ich für jünger halte, findet man zwei nahe an einander liegende Längsstränge (*gz*), in anderen, die ich für älter ansehe (Fig. 37 *gz*), sind dieselben weiter von einander entfernt. Leider habe ich, wie ich schon erwähnte, versäumt, mir ältere Embryonen zu sammeln, und deshalb bin ich nicht im Stande, über diese letzten Stadien bis zur fertigen Ausbildung der Genitalorgane mich bestimmt zu äußern. Durch das von mir untersuchte Material, welches bis zur Geburt der Embryonen reicht, habe ich kein klares Bild mir verschaffen können. In den ältesten Embryonen nämlich, die ich untersuchte, waren immer nur zwei Stränge entwickelt. In einigen Fällen waren sie an mehreren Stellen in Verbindung, in anderen nicht. Es ist möglich, dass dieser Unterschied das erste Merkmal dafür ist, ob sich männliche oder weibliche Drüsen aus der Anlage entwickeln; aber Bestimmtes lässt sich nicht angeben. Ich hoffe diese Lücke später noch ausfüllen zu können.

Wenn aber auch diese letzten Stadien nicht von mir untersucht sind und somit nicht nachgewiesen ist, dass die Zellgruppe, welche schon ganz im Anfang der Entwicklung als eine der ersten Bildungen aufgefunden und durch die ganze Entwicklung hindurch bis zur Geburt, also bis zu dem Stadium, auf welchem der junge Skorpion in den übrigen Theilen fast ganz dem erwachsenen gleich ist, verfolgt werden konnte, auch in die definitiven Geschlechtsorgane übergeht, so halte ich meine Deutung, dass jene Zellen die Genitalzellen sind, für völlig gerechtfertigt und eben so kann es nicht zweifelhaft sein, dass die Epithelzellen getrennt von den Genitalzellen aus einer anderen Quelle sich entwickeln.

Es stimmen diese Resultate vollständig überein mit den Angaben FAUSSEK'S (91, 92) über die Anlage der Genitaldrüsen bei den Phalangiden. Auch hier findet sich Anfangs eine unpaare, kuglige Gruppe von Zellen, welche bald sich in einer Platte anordnet, dann aber bis in späte Stadien hinein unverändert bleibt. Und ähnlich lauten auch die neuen Angaben über die Entwicklung der Geschlechtszellen bei den Insekten seitens HEYMON'S. Während bei *Phyllodromia* nach den Untersuchungen dieses Forschers (94) dieselben noch nähere Beziehungen zu den Mesodermzellen aufzuweisen scheinen, zeigen die neuesten Mittheilungen (93), dass bei *Forficula auricularia* L., *Gryllus campestris* L. und *Gr. domesticus* L., *Periplaneta orientalis* L. und *Gryllotalpa vulgaris* Latr. die Geschlechtszellen völlig unabhängig vom Mesoderm entstehen und zwar auch zuerst in einer unpaaren Gruppe sich anordnen. Und weiter haben die Untersuchungen dieses Autors über *Phyllodromia* gelehrt, dass die

Epithelzellen eine andere Herkunft haben als die Geschlechtszellen, dass sie vom übrigen Mesoderm sich ablösen und den letzteren anlegen.

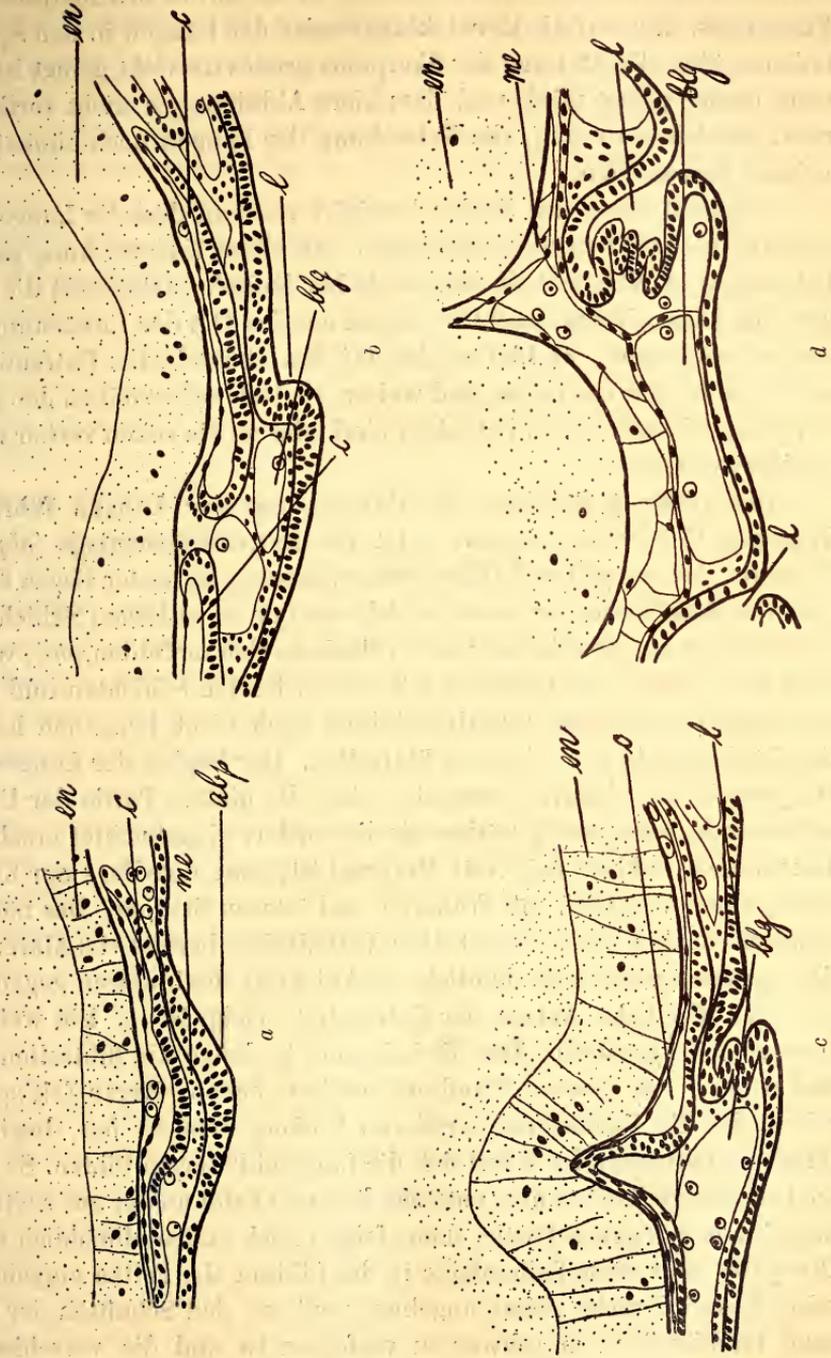
Man wird vielleicht dieses frühzeitige, gesonderte Auftreten der Genitalzellen beim Skorpion eben so wie die früher bekannt gewordenen Fälle von Moina, von den Dipteren u. a. als einen neuen Beweis für die Lehre von der Kontinuität des Keimplasmas auffassen, und ich möchte desshalb hervorheben, dass man meiner Ansicht nach hierzu nicht berechtigt ist, indem dadurch eine ungleiche Vertheilung des Keimplasmas auf Geschlechtszellen und somatische Zellen nicht bewiesen ist. Wie in allen Fällen, in welchen auf frühen Stadien die Geschlechtszellen nachgewiesen sind, so handelt es sich auch hier nur um eine frühzeitige histologische Differenzirung dieser Zellen, welche in einer Verschiedenheit des Keimplasmas in diesen Zellen nicht ihre Ursache zu haben braucht.

Auch wäre es nicht gerechtfertigt, auf Grund der übereinstimmenden frühzeitigen Entwicklung der Genitalzellen bei Arachnoiden und Insekten verwandtschaftliche Beziehungen zwischen beiden Gruppen anzunehmen. Wenn es erst gelungen ist, die richtigen Konservierungsmethoden, welche die histologischen Differenzen zwischen den Geschlechtszellen und den übrigen Zellen hervortreten lassen, wie es bis jetzt erst bei wenigen Thieren möglich gewesen ist, ausfindig zu machen, so wird sich sehr wahrscheinlich zeigen, dass die Angaben über eine Entwicklung der Genitalzellen aus gewöhnlichen Epithelzellen der Genitaldrüsen des erwachsenen Thieres bei den meisten Formen nicht zutreffend sind, dass vielmehr die Geschlechtszellen sich völlig gesondert von anderen Zellen, welcher Schicht dieselben auch angehören mögen, entwickeln, und dass nur der Umstand, dass sie bei einigen sich früh, bei anderen später histologisch differenziren, es gewesen ist, welcher die verschiedenen Angaben über den Zeitpunkt ihrer Entwicklung veranlasst hat. Es werden dann die Fälle, in welchen jetzt eine sehr frühzeitige gesonderte Anlage der Genitalzellen nachgewiesen ist, nicht mehr so vereinzelt sein und es wird dieser Punkt bei der Erörterung der verwandtschaftlichen Beziehungen mehrerer Gruppen zu einander keine Rolle mehr spielen können.

10.

Die Entwicklung der Lungen.

Wenn auch schon durch METSCHNIKOFF, KOWALEWSKY und SCHULGIN und LAURIE übereinstimmend angegeben ist, dass die Lungen des Skorpions durch Einstülpungen des Ektoderms und zwar »hinter« oder »dicht unter« den Anhängen der abdominalen Segmente und dass weiter durch



Textfig. 15a—d. Längsschnitte durch die Anlagen der Lungen eines Embryos von *E. carpathicus*.
abp, Extremitätenanlage; *bly*, Blutgefäße; *c*, Cölon; *en*, Entoderm; *l*, Lungeneinstülpung;
me, Mesoderm. Vergr. 184.

Faltungen die Lungenblätter entstehen, so scheint es in Anbetracht des Umstandes, dass auf die Entwicklungsweise der Lungen in den Spekulationen über die Stellung des Skorpions großes Gewicht gelegt ist und noch immer gelegt wird, und dass klare Abbildungen nicht vorliegen, nicht unwichtig zu sein, die Entstehung der Lungen noch einmal eingehend darzustellen.

Zunächst möge der Fehler korrigirt werden, dass die Lungen am neunten bis zwölften Segment liegen. Wie diese Untersuchung gezeigt hat, tragen in Wirklichkeit das zehnte bis dreizehnte Segment die Lungen. Es kam mir hauptsächlich darauf an, den Ort der Entstehung genau zu bestimmen, ob hinter oder auf den abdominalen Extremitäten oder unabhängig von ihnen, und weiter, ob diese selbst mit an den ektodermalen Einstülpungen betheiligt sind oder ob sie schon vorher rückgebildet werden.

Das früheste Stadium der Entwicklung der Lungen führt die Textfigur 15 *a* vor. Dieselbe zeigt die Extremitätenanlage (*abp*) als stärkere, sich vorwölbende Ektodermverdickung, darunter liegen Gruppen von Mesodermzellen, welche sich von der somatischen Schicht des Cölomsackes abgelöst haben und zu Muskeln sich umbilden (*me*), weiter folgt nach innen das Cölom (*c*) mit seinen beiden Schichten und dann der Darm (*en*), dessen Divertikelbildung noch nicht begonnen hat; in den Lücken sieht man einzelne Blutzellen. Der Beginn der Lungeneinstülpung ist nur dadurch angezeigt, dass die hintere Partie der Extremitätenanlage ein wenig stärker als die vordere eingebuchtet erscheint. Dass dieses wirklich das erste Merkmal ist, geht allerdings nur hervor durch einen Vergleich mit früheren und älteren Stadien. Das nächste Stadium (Textfig. 15 *b*, *l*) zeigt diese Verhältnisse bereits viel klarer, indem an jener Stelle eine deutliche Einknickung des hinteren gegen den vorderen Theil der Anlage der Extremität erfolgt ist (*l*). Ein weiterer Unterschied liegt darin, dass die Lakunen, in denen die Blutzellen sich finden (*blg*), eine festere Wandung erhalten haben. Kurze Zeit später, schon ehe die Einstülpung größeren Umfang erreicht hat, beginnen durch Einfaltungen der Wand sich die Lungenblätter zu bilden. So weit ich habe feststellen können, entsteht die erste Falte an der am weitesten nach innen gelegenen Partie, dann folgen nach außen allmählich neue. Ob später aber diese Reihenfolge in der Bildung der Falten eingehalten wird, kann ich nicht sicher angeben, weil auf den Schnitten der Vorgang im Einzelnen zu schwer zu verfolgen ist und die verschiedene Größe der Falten auf den Schnitten keine bestimmte Auskunft über das Alter giebt.

Allmählich wird die ganze Lungenanlage mehr und mehr in die

Tiefe versenkt (Textfig. 15 *c, d, l*) und bald ist die im Anfang frei nach außen liegende Hinterwand der Extremitätenanlage von der Außenwelt fast abgeschlossen und nur durch einen schmalen Spalt mit ihr in Verbindung. Zugleich haben auch die anliegenden Theile beträchtliche Veränderungen erlitten. Die Divertikelbildung des Darmes (Textfig. 15 *c*) hat begonnen und es werden in diesen Process auch die splanchnischen Schichten der beiden an der Stelle der Einfaltung gerade zusammenstoßenden Cölomsäcke (*c*) einbezogen. Es folgt die Umbildung derselben zum Füllgewebe und eben so löst die somatische Schicht sich auf. Vielleicht ist die durch die größere Zahl der Zellen und ihre regelmäßigere Anordnung auffallende Schicht (Textfig. 15 *d*) noch die alte Wand des Cöloms. Es scheint, dass die somatischen Zellen hauptsächlich die Wände der Blutlakunen bilden.

Da die Frage der Auffassung der Lungen, ob als Kiemen oder ob als umgewandelte Tracheen, gerade in der letzten Zeit sehr oft erörtert worden ist, so brauche ich hierauf nicht einzugehen und kann mich auf den einen Punkt beschränken, ob die Untersuchung über den Ort der Entstehung genauere Angaben möglich macht. Wenn man die Textfiguren 15 *a—d* vergleicht, besonders in Bezug auf die Lage der Extremitätenanlage, der Lungeneinstülpung und der anliegenden Theile, so kann meiner Ansicht nach kaum ein Zweifel darüber aufkommen, dass die Lungen nicht hinter oder gar ganz getrennt von den Extremitätenanlagen entstehen, sondern dass die hintere Hälfte derselben es ist, welche eingestülpt wird und an welcher sich die Falten bilden. Das Material der Extremitätenanlagen geht offenbar in die Anlagen der Lungen über.

Diese Darstellung stimmt ganz überein mit der Anlage der Lungen bei den Spinnen, besonders nach den neuen Untersuchungen von SIMMONS (94), nicht aber nach denjenigen von JAWOROWSKY (94). Der Erstere zeigt, dass bei den Spinnen ebenfalls die Extremitätenanlage selbst es ist, welche zum Theil in die Tiefe verlagert wird und an welcher sich die Lungenblätter bilden. Auch KINGSLEY'S Angaben über die Entstehung der Kiemen des *Limulus* lauten ähnlich; nur darin weichen sie ab, dass die Bildung der einzelnen Lamellen in anderer Reihenfolge vor sich gehen soll als beim Skorpion. Diese große Übereinstimmung der Kiemen und Lungen bei *Limulus* und den Arachnoiden in Bezug auf den Ort ihrer Entstehung und in Bezug auf die Art der Entwicklung lassen die Ansicht KINGSLEY'S, welche derjenigen LANKESTER'S nahe steht, als die wahrscheinlichste erscheinen, dass die Lungen des Skorpions nur in die Tiefe versenkte Kiemen sind, ohne dass eine Umkeh-

rung der Lamellen oder andere complicirtere Vorgänge dabei anzunehmen sind.

11.

Die Anlage des Nervensystems und der Mittelaugen.

Dieser letzte Abschnitt der Untersuchung soll die Darstellung der Anlage des Nervensystems und der Mittelaugen bringen. Wenn auch, wie dieselbe zeigen wird, die Anlage der letzteren in keiner Verbindung mit derjenigen des Gehirns steht, so ist es doch nicht möglich, die letztere, besonders die äußeren Veränderungen des Kopfes, zu beschreiben, wenn man nicht gleichzeitig die Anlage der Mittelaugen mit in die Darstellung einbezieht.

Es wurde in der Einleitung bereits erwähnt, dass meine Untersuchungen über das Nervensystem keineswegs abgeschlossen sind, dass mir viele Details, besonders am Gehirn, nicht verständlich geworden sind und dass ich daher nicht auf dieselben eingehen werde. Um über dieselben klar zu werden, bedarf es einer eigenen, nur auf diesen Punkt gerichteten Arbeit und weiter müssen andere Formen zum Vergleich mit untersucht werden. Immerhin hoffe ich, dass die folgenden Mittheilungen nicht unwichtig erscheinen werden.

Wegen der Unvollständigkeit meiner Beobachtungen werde ich es auch unterlassen, die über das Gehirn der Arachnoiden, geschweige denn der übrigen Arthropoden bereits vorliegenden Angaben mit meinen Resultaten ausführlicher zu vergleichen. Dann treiben mich aber auch noch andere Gründe hierzu. Die bisherigen Untersuchungen, welche zu einem großen Theil nur auf das Gehirn des erwachsenen Thieres sich beziehen, sind meist noch so dürftig und stimmen in den Resultaten so wenig überein, dass es noch nicht möglich ist, sich ein klares Urtheil zu bilden und eine sichere Basis für einen Vergleich und für die Auffassung der Theile des Arthropodengehirns zu gewinnen. Weiter sind die Darstellungen durch Spekulationen über Beziehungen zu den Wirbelthieren und anderen Gruppen so durchsetzt, dass sie mir zum großen Theile nicht verständlich gewesen sind.

Die Untersuchung der Anlage der Mittelaugen habe ich bis zu dem Stadium ausgedehnt, mit welchem die ausgezeichnete Arbeit PARKER'S (87) über den gleichen Gegenstand beginnt.

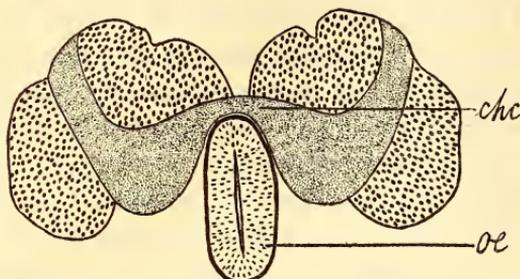
Wie schon durch die früheren Arbeiten über die Entwicklung des Skorpions bekannt ist, legt sich das ventrale Nervensystem in Form von zwei Längsverdickungen des Ektoderms an, welche jederseits der ventralen Mittellinie liegen, nach außen sich vorwölben und hierdurch zwischen sich eine Rinne bilden, die Längsrinne. Ich kann derselben

keine tiefere Bedeutung beimessen, wie es besonders seitens HATSCHER'S geschehen ist, da dieselbe einen wesentlichen Antheil an der Bildung des Nervensystems mir nicht zu haben scheint.

Mit der Ausbildung der Segmente erfolgt die Anlage der Ganglien. Es bilden sich nach einander sechs Paare von Ganglien im Thorax aus, von welchen die der Cheliceren später als die übrigen sich anlegen, entsprechend der verspäteten Bildung des ganzen Segmentes, weiter acht Paare von Ganglien im Präabdomen, da auch das bisher übersehene siebente Segment ein Paar hat, und endlich vier Ganglienpaare im Postabdomen. Auf allen Ganglienanlagen fallen in großer Zahl eigenthümliche kleine Grübchen auf, welche schon KOWALEWSKY und SCHULGIN gesehen haben, aber PATTEN erst genauer untersucht und gezeichnet hat. Die Gruben sind von großen Zellen mit großen rundlichen Kernen gebildet, sie sind wallartig umschlossen von kleinen, spindelförmigen Zellen mit kleinen langgestreckten Kernen. Da erstere sich wenig, letztere dagegen stark färben, so fallen diese Bildungen sehr auf. Auch bei der Anlage des Gehirns trifft man diese Grübchen. In den Fig. 52, 53, 56, 68 z. B. habe ich einige dargestellt, doch ist die verschiedene Färbung der inneren und äußeren Zellen nicht wiedergegeben. Der Bau dieser Grübchen kann leicht zu der Ansicht PATTEN'S führen, dass es Sinnesorgane sind, indessen möchte ich die Anschauung der russischen Forscher, dass sie nur eine Vergrößerung des Nervensystems bewirken, für die richtigere halten.

Noch bevor die Ablösung des Nervensystems von der Oberfläche erfolgt, beginnt schon die Bildung der Fasersubstanz auf der inneren Seite, und zwar zuerst die der Längskommissuren, und dann die der Querkommissuren. Die Bildung beginnt in den vorderen Segmenten und setzt sich dann allmählich nach hinten fort. Was die Längskommissuren betrifft, so ist hervorzuheben, dass dieselben für das ganze Nervensystem kontinuierlich sich bilden, dass nicht die dorsale und die ventrale Partie gesondert entstehen und erst später durch die Schlundkommissuren in Verbindung treten. Da die Querkommissuren sich auch schon auf einem so frühen Stadium anlegen, auf welchem das Nervensystem noch oberflächlich und die beiden Ganglien sehr nahe an einander liegen, so ist es nicht möglich, mit Sicherheit zu entscheiden, ob die Ektodermzellen, welche die Längsrinne bilden, an der Bildung der Querkommissuren theilhaftig sind, oder ob dieselben allein durch Auswachsen von den Ganglien aus entstehen. Doch scheint die Bildung der Querkommissur der Chelicerenganglien nicht für die erstere Möglichkeit zu sprechen. Wie in dem Kapitel, welches die Ausbildung der äußeren Form behandelte, schon berichtet wurde, liegen die Cheliceren-

ganglien eben so wie die Cheliceren zuerst völlig postoral in der Reihe der übrigen Ganglien des ventralen Nervensystems, dann aber rücken sie aus einander und verlagern sich nach vorn, schieben sich am Munde



Textfig. 16. Querschnitt durch die Chelicerenganglien eines Embryos von *E. carpathicus*. *chc*, Querkommissur; *oe*, Ösophagus. Vergr. 104.

vorbei und gelangen schließlich in eine fast präorale Lage. Die Querkommissur dieser Ganglien bildet sich nun nicht gleichzeitig wie diejenigen der übrigen, sondern erst nachdem die Verschiebung stattgefunden hat, und sie kommt präoral zu liegen (Textfig. 16 *chc*). Natürlich ist es auch hier schwierig

zu entscheiden, ob nicht die zwischen beiden Ganglien liegenden Ektodermzellen an der Bildung der Querkommissur sich beteiligen, aber die ganze Bildungsweise scheint mir verständlicher durch die Annahme, dass sie allein durch Auswachsen von den Ganglien aus sich bilden. Würde dieses der Fall sein, so dürfte ein ähnlicher Schluss auch für die Entstehung der Querkommissuren der übrigen Ganglien berechtigt sein.

Bei anderen Arthropoden, z. B. bei den Insekten, bei welchen die folgenden Verhältnisse genauer untersucht sind, scheint die Ablösung des Nervensystems von der Oberfläche durch eine Delamination zu erfolgen, d. h. die äußerste Zellschicht spaltet sich von den übrigen ab und wird zum Körperepithel, die tieferliegenden dagegen zu den Ganglien. In einer derartigen Weise verläuft beim Skorpion dieser Vorgang nicht. Hier senkt sich die ganze Partie, welche zwischen den Seitenrändern der Längsverdickungen gelegen ist, also diese selbst und die schmale verbindende Mittelpartie, als Ganzes in die Tiefe, und das seitlich liegende Ektoderm wächst nach der Mitte zu über derselben zusammen. Der Vorgang lässt sich vollkommen sicher Schritt für Schritt verfolgen. Auch der Mittelstrang (Fig. 30, 34 *mstr*), welcher die beiden Ganglienanlagen mit einander verbindet und die Längsfurche bildete, löst sich mit von der Oberfläche ab, und dieser Umstand ließe auf engere Beziehungen zum Nervensystem schließen und ihm eine größere Bedeutung beimessen, doch scheint mir eine solche Auffassung, welche auch PATTEN vertritt, nicht berechtigt. Meiner Ansicht nach hat er weder an der Bildung der Ganglien noch der Kommissuren irgend einen Antheil. Man kann denselben unverändert bis in den jungen Skorpion

verfolgen, da die ihn zusammensetzenden Zellen sehr charakteristisch sind, indem sie besonders durch ihre geringere Größe sich von den Ganglienzellen unterscheiden. Wie ein besonderer dünner Strang erscheinen sie auf späten Stadien zwischen die Ganglien eines Paares wie eingekleilt.

Wie durch die früheren Untersuchungen bereits bekannt ist, erfolgt nach der Verlagerung des Nervensystems in die Tiefe eine sehr starke Zusammenschiebung der Ganglien. Wie PATTEN richtig angiebt, enthält die untere Schlundmasse neun Ganglienpaare, das sind das zweite bis sechste Paar des Thorax und das erste bis vierte Paar des Präabdomens (Textfig. 3 p. 378), weiter verschmelzen die beiden letzten Paare, also das 17. und 18. des ganzen Thieres, während die übrigen getrennt bleiben.

Wenden wir uns jetzt zum Kopf, dessen Ausbildung sehr kompliziert ist und nur durch fortwährendes Vergleichen der Oberflächenbilder mit den Schnittserien aufgeklärt und verständlich gemacht werden kann. Ohne die Zuhilfenahme der Schnittserien kann man zu ganz falschen Vorstellungen kommen, weil die einzelnen Vertiefungen und Erhebungen sich oft sehr stark, oft sehr wenig auf der Oberfläche ausprägen. Auf diesen Theil haben METSCHNIKOFF und LAURIE nur geringe Aufmerksamkeit verwandt, und zwar ist nicht viel mehr als die Bildung der sogenannten Scheitelgruben und die Überwachsung des Kopfes durch eine Falte beschrieben worden. Etwas genauere Angaben geben KOWALEWSKY und SCHULGIN, auf welche ich unten näher eingehen werde, und besonders PATTEN. Die Darstellung des letzteren Forschers ist mir leider zum großen Theile nicht ganz klar geworden, es ist mir nicht möglich gewesen, alle seine Beobachtungen mit den meinigen in Übereinstimmung zu bringen.

Wir müssen hierbei bis zu dem Stadium zurückgehen, auf welchem der Kopf sich von den übrigen Abschnitten des Körpers abgegrenzt hat, also auch das Chelicerensegment sich losgelöst hat (also etwa Fig. 5 oder 6). Die bis hierher einfache Kopfplatte war wie die übrigen Theile des Keimstreifens durch eine Längsfurche in zwei gleiche Hälften gesondert, und zwar ist, wie die Untersuchung der Schnitte zeigt, diese Theilung nicht nur eine oberflächliche, sondern betrifft auch die inneren Partien. Es möge schon hier bemerkt werden, dass die wichtigsten Anlagen am Kopf ebenfalls gesondert in jeder Hälfte verlaufen. Diese beiden Kopfklappen sind einfache Ektodermverdickungen, die auch äußerlich glatt erscheinen. Dann erscheinen auf ihnen dieselben Grübchen in großer Zahl, welche schon für den ventralen Theil des Nervensystems erwähnt wurden. Als die erste auch äußerlich stark hervortretende

Veränderung ist die Bildung von zwei mondsichelförmigen Gruben und die paarige Anlage der Oberlippe zu erwähnen. Die Ausbildung der letzteren ist schon im ersten Kapitel geschildert worden. Weit interessanter und komplicirter ist die Verfolgung der Gruben, der sogenannten Scheitelgruben der anderen Autoren. Es möge diese Bezeichnung beibehalten werden, wenn ihre Bedeutung auch zum Theil eine andere ist als man bisher angenommen hatte. Eine jede geht etwa von der Längsfurche, welche die beiden Kopflappen trennt, aus und dehnt sich dann über den Kopflappen, in ziemlich gleicher Entfernung vom hinteren Rande des letzteren, nach der Seite hin aus. Dadurch, dass die den Cheliceren naheliegende äußere Partie jedes Kopflappens (Fig. 7, 60 *sgr*) etwas anschwillt und hierdurch von den benachbarten Theilen sich ein wenig abhebt, kann der Eindruck erweckt werden, als ob die Scheitelgruben über den ganzen Lappen sich ausdehnen. Dieses ist aber nicht der Fall, wie die Zeichnungen 60 und 7 zeigen. Aus der Bezeichnung geht schon hervor, dass diese Scheitelgruben Einstülpungen darstellen, und Schnitte bestätigen es und zeigen weiter, dass dieselben nahe der Längsfurche am tiefsten sind und dann seitwärts sich allmählich abflachen.

Die weiteren Veränderungen dürften klarer werden, wenn man sie getrennt behandelt und zunächst nur zeigt, wie das Bild ist, welches die Schnitte zeigen. Vornehmlich hat man zwei Bildungen streng von einander zu scheiden, die aber so in einander greifen und gleichzeitig ablaufen, dass nur eine möglichst lückenlose Reihe von dicht einander folgenden Stadien davor schützen kann, beide zusammenzuwerfen und zur Ansicht zu kommen, es handle sich immer um eine und dieselbe, wie es den meisten Forschern passirt ist. Diese beiden Bildungen sind 1) die Einsenkung oder Einstülpung des hintersten Abschnittes jeder Kopfplatte und 2) die Anlage der Mittelaugen.

Die erwähnten Scheitelgruben (*sgr*) haben nur etwas mit der Ausbildung des Gehirns zu thun, nichts mit den Mittelaugen, wie man bisher angenommen hat. Die Anfangs seichten Gruben prägen sich bald schärfer aus (Fig. 52 *sgr*), indem die Vertiefung größer wird und durch engeren Zusammenschluss der Ränder der Grube (*a*, *b*) die Anfangs breite Öffnung mehr spaltartig wird (Fig. 53, 54 *sgr*). Diese Bewegung des hinteren Theiles der beiden Kopflappen von der Oberfläche nach der Tiefe setzt sich dann weiter fort, und je tiefer diese Gehirnpartie sich lagert, um so enger wird der Spalt und schließt sich zuletzt ganz, so dass oberflächlich von den Scheitelgruben und von den sie bildenden Theilen nichts mehr zu sehen ist (Fig. 53, 56 *sgr*). Anstatt also dass die Kopflappen sich über die Oberfläche des Dotters weiter nach hinten

ausdehnen, senkt sich der letzte Abschnitt in die Tiefe, wobei derselbe zu einer Grube sich einstülpt. Wie aus den Fig. 52—56 *sgr* klar hervorgeht, werden beide Wände (*a*, *b*) der Scheitelgruben in die Tiefe versenkt, es bleibt auf keinen Fall die hinterste (*a*) an der Oberfläche.

Oberflächlich stellen sich diese Prozesse folgendermaßen dar. Die Fig. 60 zeigt den Beginn der Anlage der Scheitelgrube (*sgr*) als eine sehr seichte Vertiefung. Auf Fig. 61 markirt sie sich schärfer, weil die Vertiefung zugenommen hat und die Randpartien, welche in die Tiefe verlagert werden, grenzen sich deutlich ab (*a*, *b*). Das nächste Stadium (Fig. 62) lässt eine Verschmälerung der hinteren Wand (*a*) erkennen, wodurch angezeigt wird, dass dieselbe bereits fast in die Tiefe versenkt ist. Da die Theile, welche der Längsfurche am nächsten liegen, zuerst mit dieser Verlagerung begonnen haben, so ist hier der Rand auch am schmalsten. Fig. 63 zeigt diesen Vorgang fortgeschritten und weiter auch eine große Verengerung des in die Grube führenden Spaltes. Auf den nächsten Stadien (Fig. 64, 65) ist von den Scheitelgruben nichts mehr zu sehen, nur der scharfe Grat (*f*), welcher der auf Fig. 56—58 mit *f* bezeichneten Wand entspricht, zeigt oberflächlich den Ort an, wo die Versenkung des hintersten Gehirnabschnittes in die Tiefe stattgefunden hat.

Fast gleichzeitig verläuft der zweite, schon genannte Process, die Anlage der Mittelaugen. Zunächst möge derselbe auch wieder nur mit Hilfe der Abbildungen der Schnitte verfolgt werden, welche viel rascher und sicherer denselben verstehen lassen als die Oberflächenbilder. Schon auf dem Stadium der Fig. 52, welche einen Schnitt zeigt, welcher die Scheitelgruben etwa in der Mitte quer getroffen hat, bemerkt man, dass hinter der Grube noch eine Ektodermverdickung (*m*) liegt, welche gegen die hintere Wand der Grube (*a*), also gegen den Kopftheil, welcher noch zum Gehirn gehört, scharf sich abgrenzt. Die Dicke ist ungleichmäßig, indem die dem Gehirn zunächst liegenden Theile schmaler sind als die anderen. Nach der entgegengesetzten Seite geht die Verdickung kontinuierlich in das Ektoderm der Körperwand (*ec*) über, wird aber auch gegen dieses durch eine Einknickung (Fig. 53, 54 *ec*) schärfer abgegrenzt. Die weiteren Veränderungen bestehen zunächst in einer Zellvermehrung und somit in einer Größenzunahme dieser Verdickung (Fig. 53—55 *m*). Dann aber folgt eine eigenthümliche Bewegung derselben. Der hintere Theil (*h*) nämlich beginnt sich zu erheben, während der vorderste seine Lage beibehält und dadurch erhält die oberflächliche vorher ganz glatte Verdickung eine konkave Einstülpung, wird rinnenartig (Fig. 55, 56 *m*), doch ist diese Form nur eine vorübergehende. Die Erhebung setzt sich nämlich noch weiter fort (Fig. 57, 58), so dass bald die Verdickung zu der Oberfläche der

Kopflappen nicht mehr wie früher parallel liegt, sondern auf diesen senkrecht steht, mit ihnen einen rechten Winkel bildet. Indem die Bewegung noch sich fortsetzt, beginnt der oberste Theil (*h*) nach vorn, gegen den Mund zu umzukippen und in kurzer Zeit liegt sie den Kopflappen jetzt auf, und dann ist die Bewegung dieser Verdickung nach dieser Richtung hin beendet (Fig. 59, vgl. Textfig. 47 *a* u. 47 *b*, p. 426). Es ergibt sich also, dass durch die Bewegung die Schichten der Verdickung völlig entgegengesetzt gelagert werden, was zuerst außen lag, liegt innen. Wir müssen nun noch kurz die vor und hinter derselben liegenden Ektodermtheile betrachten.

Wie die Fig. 54—59 *cc* leicht verfolgen lassen, gleicht sich die Knickung des Ektoderms, durch welche die Verdickung gegen das übrige Ektoderm des Rückens abgesetzt war, allmählich vollkommen aus, je mehr die erstere sich dreht, und weiter wird diese Ektodermpartie allmählich mit in die gleiche Bewegung einbezogen und bildet zuletzt eine Decke über der Verdickung, während sie im Anfang zum Theil hinter, zum Theil fast unter derselben lag. Bei der ganzen Bewegung wird der vordere, den Scheitelgruben anliegende Theil, wie schon erwähnt, nicht wesentlich von seiner Stelle verlagert, er dreht sich gleichsam nur um 180° auf seinem Platz und die vor ihm liegende, die hintere Wand der Scheitelgrube mit ihm verbindende schmale Ektodermpartie (*f*) wird hierbei eingeknickt. Hier erfolgt also gerade der umgekehrte Process wie auf der anderen Seite: hier die Bildung einer Einknickung, dort die Ausgleichung einer solchen. Es bildet sich an dieser Stelle, auf der Grenze zwischen dem Gehirn und der Verdickung eine schmale Falte (*f*), deren eine Wand noch in Beziehungen zu der hinteren Wand der Scheitelgruben steht, die bereits in die Tiefe versenkt ist und deren andere der Verdickung zu gelagert ist (Fig. 57—59 *f*).

Die Bedeutung dieser Verdickungen auf jeder Kopffalte und ihrer Veränderungen der Lage ist nun folgende. Die Verdickungen sind die Anlagen der Mittelaugen und durch die Umkehrung erfolgt die Inversion. Aus der Verdickung geht, wie PARKER bereits gezeigt hat, die Retina hervor, aus der dünnen Ektodermdecke die Linse.

Nach dieser Darstellung werden die Oberflächenbilder, hoffe ich, leichter zu verstehen sein; es tragen dieselben die gleichen Buchstaben wie die Schnitte. Auf dem Stadium der Fig. 64 markirt sich die Verdickung (*m*) zuerst deutlich als ein selbständiger, hinter den Scheitelgruben liegender Theil. Man sieht, dass die Ausdehnung derselben eine ziemlich beträchtliche ist, dass sie von der Längsfurche bis fast so weit wie die Scheitelgruben reicht. Es möge hier aber schon bemerkt werden, dass nur die mittleren Partien zu den Mittelaugen

werden; sie unterscheiden sich von den seitlichen im Anfange nur dadurch, dass die Verdickungen hier größer sind. Später (Fig. 67) grenzen sie sich deutlicher ab. Die Stelle ist mit *x* bezeichnet (Fig. 42 u. 66). Fig. 62 zeigt nur ein Wachsthum an, in Fig. 63 aber beginnt die Umkehrung und ist an der Ausbildung der rinnenartigen Vertiefung bemerkbar und an der Grenze des sich erhebenden hinteren Theiles (*h*). In Fig. 64 ist der Process etwa so weit wie auf Fig. 58 vorgeschritten. Dann folgt bald ein Stadium, wo durch die Umkippung die dünne Zwischenfalte (*f*) zwischen Gehirn und Augenanlage oberflächlich verdeckt wird (Fig. 65, 66). Fig. 66 zeigt das Ende der Vorgänge an. Es ist jeder Kopflappen jetzt in seinem hinteren Abschnitt von einer Falte überdeckt, welche als Augenfalte bezeichnet werden möge, da auf ihrer inneren Wand sie die Mittelaugen trägt (Fig. 42, 66, 67, 68 *af*).

Kurze Zeit nach der Bildung dehnt sich die Falte weiter über den Kopf aus und zwar wächst sie gegen den Mund vor (Fig. 42); bald treten beide Falten jedes Kopflappens in eine Verbindung mit einander, und die eine große Falte schiebt sich allmählich über den ganzen Kopf vor, noch weiter als es Fig. 67 zeigt, bis zum Wulst der Oberlippe, so dass von dessen Theilen oberflächlich nichts mehr zu sehen ist. Aus dieser Darstellung könnte man vermuthen, dass der Rand der Falte allein immer weiter vorwächst, dagegen die innere Umschlagsstelle der Falte in die Decke des Kopfes sich nicht verlagert, der Spalt zwischen Falte und Kopf also immer größer würde. Dieses ist aber nicht der Fall. Es schieben sich vielmehr alle Theile der Falte, innere und äußere Wand und die Kopfwand gleichmäßig vor, die Grube, welche unter der Falte liegt, behält ihre Größe bei. Die Folge ist, dass auch die Anlagen der Mittelaugen mit nach dem Munde zu verschoben werden. Zugleich nähern sie sich mehr und mehr der Mitte und kommen hier zuletzt zur Berührung. Sie fallen auch bei einer Betrachtung der Oberfläche als zwei Verdickungen auf; kurze Zeit nach der Überwachsung des Kopfes durch die Falte tritt in ihnen schon Pigment auf, etwa einen Monat vor der Geburt.

Es bleibt noch übrig, der Anlage der Seitenaugen zu gedenken, die, wie schon bekannt ist, sich ganz anders bilden. Schon kurze Zeit nach dem Beginn der im Vorigen besprochenen Vorgänge wird jederseits am Kopf ein eigenthümlich geformter schmaler Wulst bemerkbar, es sind, wie LANKESTER, PARKER und KOWALEWSKY und SCHULGIN schon gezeigt haben, die Anlagen der Seitenaugen. Da ihre Ausbildung von den Forschern, besonders von PARKER, schon dargestellt ist, so gehe ich hierauf nicht weiter ein, sondern berücksichtige nur ihre Beziehungen zu den Mittelaugen. Die Anlagen der Seitenaugen sind ebenfalls ein-

fache Ektodermverdickungen, welche unabhängig vom Gehirn wie jene sich ausbilden, aber von ihnen weit entfernt sind (Fig. 60—67 *sa*). In die Umkehrung der Mittelaugenanlagen oder in die Bildung der Augenfalte werden die Anlagen der Seitenaugen nicht mit einbezogen, sondern bleiben außerhalb liegen und erleiden deshalb keine Inversion; die Oberflächenbilder lassen das Verhältnis der Augenfalte und der Anlagen der Seitenaugen besser erkennen als die Schnitte, da die Ektodermplatte zwischen beiden zu dünn ist, um ihre Veränderungen der Lage verfolgen zu können (Fig. 68 *ec*). Mit dem allmählichen Fortschreiten der Überwachsung des Kopfes durch die Augenfalte werden die Seitenaugen ebenfalls ein wenig verlagert (Fig. 67, 42 *sa*), im Übrigen aber erleiden sie keine wesentlichen Veränderungen außer denen, die zur Differenzirung der Theile führen. Auch in ihnen tritt etwa einen Monat vor der Geburt Pigment auf.

Die hier gegebene Darstellung von der Anlage der Mittelaugen stimmt mit keiner der früheren überein. Alle Autoren, mit Ausnahme vielleicht von KOWALEWSKY und SCHULGIN, auf deren Beschreibung ich noch zurückkomme, so PARKER, PATTEN, LAURIE, nehmen an, dass die Scheitelgruben mit den Mittelaugen in Beziehung stehen und zwar derart, dass die hintere Wand dieser Gruben es ist, welche allmählich gegen den Mund vorwächst, also identisch ist mit der Falte, welche den Kopf überwächst, aus welcher auch die Mittelaugen hervorgehen sollen. Die letzteren würden also einmal mit dem Gehirn in engstem Zusammenhang stehen, ja sogar aus einem Theil desselben hervorgehen, und dann weiter würde durch eine Einstülpung die Inversion sich bilden. Nach meiner Untersuchung ist eine derartige Darstellung aber als irrig zu bezeichnen. Es haben die Scheitelgruben nichts mit der Anlage der Mittelaugen zu thun, sie sind nichts Anderes als der hinterste Theil des Gehirns, welcher sich zu zwei Gruben einstülpt und zwar in allen Theilen; sowohl die vordere wie auch die hintere Wand, welche nach den genannten Autoren die Mittelaugen liefern sollte, werden völlig von der Oberfläche in die Tiefe verlagert. Die Falte, aus welcher die Mittelaugen hervorgehen, entsteht völlig unabhängig vom Gehirn und die Inversion erfolgt nicht durch eine Einstülpung, sondern durch eine Umkehrung der Anlagen um 180°.

Es scheint, dass KOWALEWSKY und SCHULGIN diese Verhältnisse richtiger erkannt haben als die übrigen Forscher, in so fern sie die Augenanlagen nicht als einen Theil des Gehirns auffassen, sondern annehmen, dass die scheinbare enge Verbindung beider Bildungen erst sekundär sich ausbildet, die Anlagen getrennt von einander entstehen. Doch ist mir ihre Darstellung, welche von Abbildungen nicht begleitet ist, in

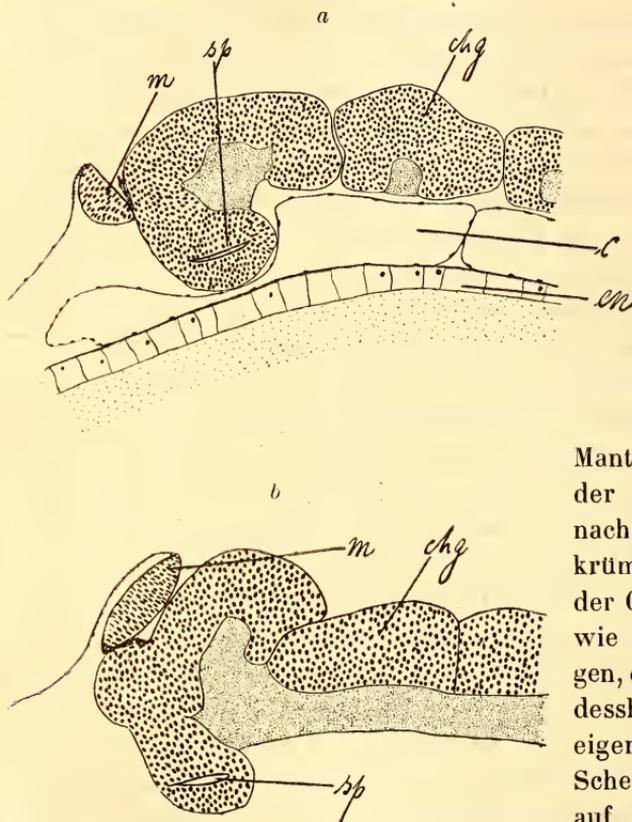
einzelnen Punkten nicht klar geworden. Einzelne Sätze scheinen die Vorgänge richtig zu beschreiben, andere dagegen stehen einer solchen Auffassung entgegen. Ich führe deshalb das Wichtigste ihrer Darstellung an. Sie schreiben: Die Falte, welche an der Entwicklung des Kopfhirns Antheil nehmen soll, »bildet sich dadurch, dass die nervöse Kopfplatte eine paarige, halbkreisförmige Einsenkung bekommt, welche letztere die ganze vordere Peripherie der Kopflappen vertieft« (diese Falten entsprechen also den Scheitelgruben). »Die Einsenkung wird bald von einer Erhebung eingerahmt und zwar so, dass deren vordere Wand eine über die Einsenkung gegen den Mund hin wachsende Falte giebt. Die eingesunkenen Theile der Kopflappen bilden zwei Hirnblasen — eine linke und eine rechte —, die mit der Peripherie durch je eine Spalte in Verbindung stehen. Die Spalten sind von den Falten bedeckt, welche aber bald mit dem Rande der eingesunkenen Theile zusammenwachsen und dann sehen wir die beiden Blasen vollständig bedeckt; ihre oberen Wände sind von den genannten Falten gebildet. Nach der Verwachsung der Falten mit den Rändern der Blasen verschwinden erstere nicht, sondern am Platze der Verwachsung bildet sich eine Erhebung, deren Wachsthum mehr und mehr vorschreitet. Daraus entsteht eine neue Falte über dem schon vollständig ausgebildeten Hirn.« Diese neue Falte soll den Kopf dann überwachsen. »Die Mittelaugen werden von der gleichen Falte gebildet, welche am Bau der Kopflappen Antheil nimmt, nur mit dem Unterschiede, dass für den Bau des Hirns die tiefen Theile der Falte verwendet werden, während die Augen Derivate der peripherischen Theile derselben Falte sind.« Aus dem ersteren Theile könnte man schließen, dass Mittelaugen und Gehirn unabhängig von einander sich anlegen, aus den letzteren dagegen, dass dieselben in enger Beziehung zu einander stehen.

Bei den übrigen Arachniden sind ganz ähnliche Vorgänge wie die Bildung von Scheitelgruben und die Überwachsung des Kopfes durch eine Falte, angegeben worden. Hier sollen, auch nach den neuesten Untersuchungen von PURCELL (92) über die Entstehung der Mittelaugen der Phalangiden, dieselben wieder als Theile des Gehirns aus der einen Wand der Scheitelgruben hervorgehen, so wie es auch die früheren Beobachter für den Skorpion angegeben haben. Ob diese Darstellung zutreffend ist, müssen neue Untersuchungen lehren.

Zum Schluss möge noch die Entwicklung des Gehirns in großen Umrissen dargestellt werden; auf Einzelheiten soll, wie schon im Anfang gesagt ist, hier noch nicht eingegangen werden.

Aus der Darstellung der Anlagen der Mittelaugen und der Bildung der Scheitelgruben ging schon hervor, dass der hinterste Theil der

Anfangs flachen, in allen Theilen ziemlich gleichmäßig dicken Gehirnhälften sich grubenförmig vertieft und in die Tiefe wuchert und dass hierdurch ein jeder Kopfklappen gekrümmt wird. Wie die Fig. 52—56 und besonders die Textfiguren 17a und 17b erkennen lassen, setzt sich diese Bewegung noch weiter fort, d. h. nicht nur die beiden die Scheitelgruben bildenden Theile rücken in die Tiefe, sondern auch noch die



Textfig. 17 a u. b. Längsschnitte durch das Gehirn und das Chelicerenganglion eines Embryos von *E. carpathicus*. *c*, Cölon; *chg*, Chelicerenganglion; *en*, Entoderm; *m*, Anlage der Mittellaugen; *sp*, Spalt. Vergr. 104.

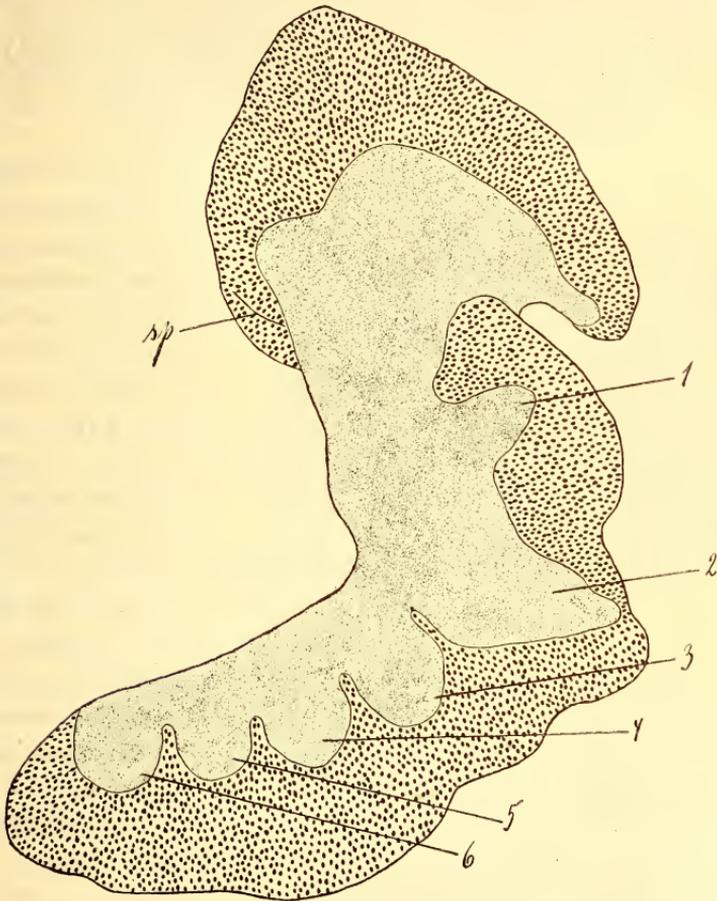
nächstanliegenden Abschnitte der Kopfklappen, welche mit der vorderen Wand der Gruben in einer Verbindung sind, werden in die Tiefe verlagert. Die Grubenwände werden dadurch immer tiefer verlegt. Die Masse der Gehirnhälften wird also von einem

Mantel hinten begrenzt, der zuletzt sich wieder nach dem Munde zu umkrümmt. Der Spalt (*sp*) der Grube bleibt hierbei, wie die Textfiguren zeigen, deutlich erhalten, und deshalb lassen sich die eigentlichen Wände der Scheitelgruben, welche auf früheren Stadien (Fig. 52 a, b) oberflächlich lagen, noch sicher bestimmen. Lange Zeit hindurch bleiben die eingesenkten

Partien jedes Kopfklappens von einander getrennt, dann aber tritt eine Verbindung ein und die Spalten verschmelzen mit einander. Macht man daher dann einen Querschnitt durch die hintere Gehirndecke, so findet man hier einen einzigen langen Spalt, der zwar schmal ist, aber völlig klar hervortritt (Textfigur 19a, *sp*, p. 428).

Die Vergrößerung des Gehirns erfolgt aber nun nicht nur durch die Einkrümmung und Verlagerung der hintersten Theile in die Tiefe,

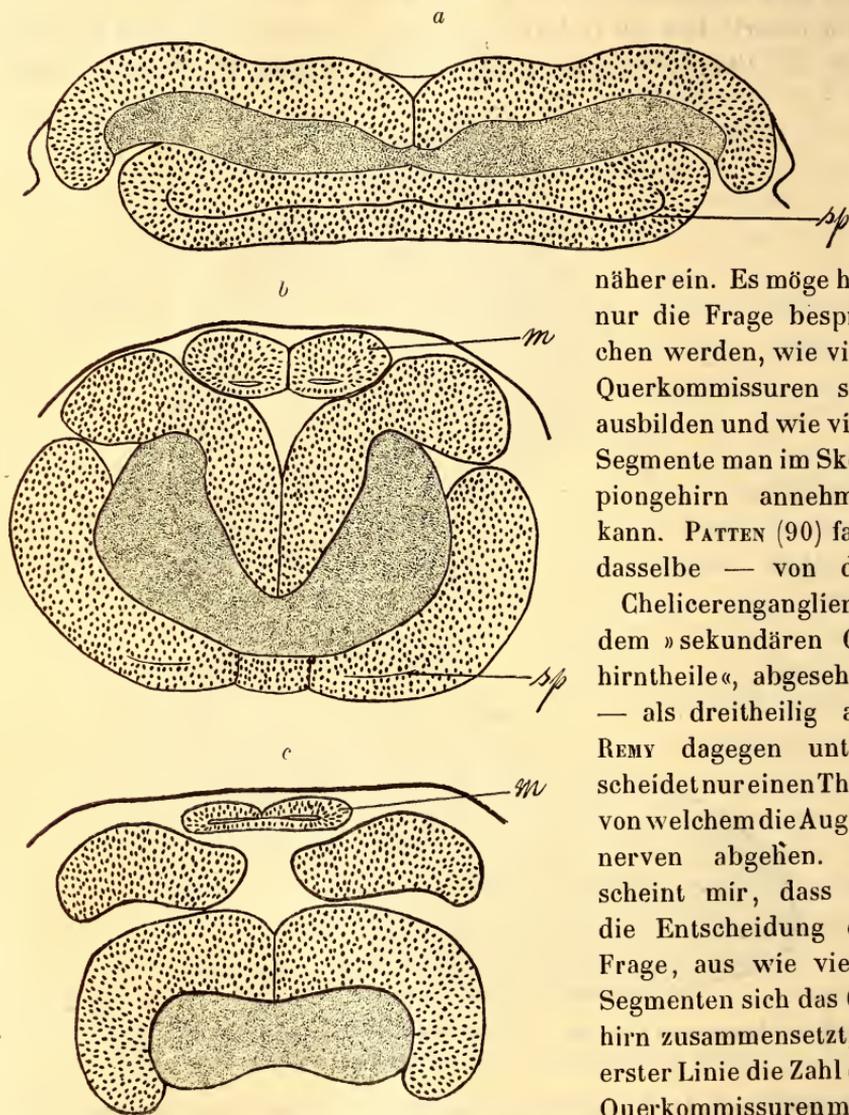
sondern auch nach der entgegengesetzten Richtung. Während auf den Anfangsstadien die Gehirnmasse auf gleicher Höhe mit den folgenden Ganglien des Thorax lag, also kontinuierlich in diese sich fortsetzte, tritt bald eine Verschiebung der beiden Partien gegen einander ein, und zwar derart, dass das Gehirn stark gegen den Mund hin sich ausdehnt und die Chelicerenganglien überwächst (Textfig. 17, 18 *chg*). Wenn,



Textfig. 18. Längsschnitt durch das Gehirn und die sechs Ganglien des Thorax. 1—6, Ursprungsstellen der sechs Nerven zu den Thoraxbeinen; *sp*, Spalt. Vergr. 104.

wie schon erwähnt wurde, die letzteren sich auch fast präoral verlagern und dem Gehirn sich anlagern, die Querkommissuren sogar präoral liegen, so zeigt ein Längsschnitt, welcher die seitlichen Partien durchschnitten und die Ursprungsstellen der Nerven der sechs Thoraxbeinpaare getroffen hat, dass das eigentliche Gehirn von dem übrigen Theile des Nervensystems scharf sich abgrenzt (Textfig. 18, 1—6). Außer der Vergrößerung in den genannten beiden Richtungen erfolgen

nun noch weitere durch viele Faltungen und Knickungen und durch stärkere Ausbildung bestimmter Theile. Hierher gehört auch die Bildung der mächtigen Augenganglien, doch gehe ich auf diese hier nicht



Textfig. 19 a-c. Drei Querschnitte durch das Gehirn eines Embryos von *E. carpathicus*. *m*, Mittelaugen; *sp*, Spalt.
Vergr. 104.

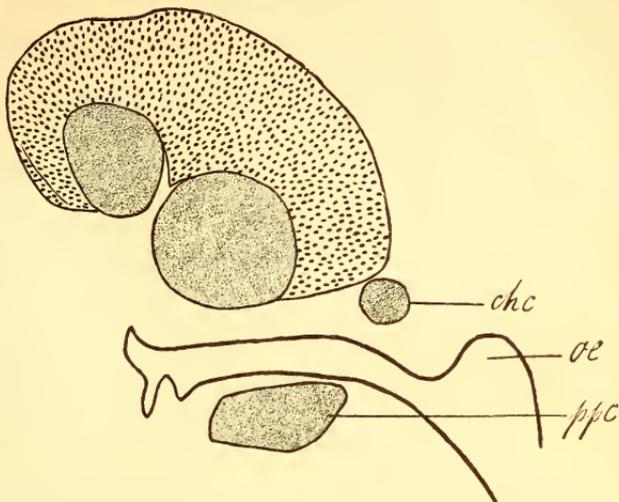
näher ein. Es möge hier nur die Frage besprochen werden, wie viele Querkommissuren sich ausbilden und wie viele Segmente man im Skorpiongehirn annehmen kann. PATTEN (90) fasst dasselbe — von den

Chelicerenganglien, dem »sekundären Gehirnthetheile«, abgesehen, — als dreitheilig auf. REMY dagegen unterscheidet nur einen Theil, von welchem die Augennerven abgehen. Es scheint mir, dass für die Entscheidung der Frage, aus wie vielen Segmenten sich das Gehirn zusammensetzt, in erster Linie die Zahl der Querkommissuren maßgebend sein muss. Wie die Untersuchung zeigte, sind im Gehirn

zwei Querkommissuren vorhanden. Wenn man nämlich auf Querschnitten ein Gehirn eines kurz vor der Geburt stehenden jungen Skorpions untersucht, so lassen sich folgende Theile deutlich unter-

scheiden. Zunächst trifft man — von der dorsalen Partie aus gegen den Mund hin fortschreitend — den Mantel, welcher durch die Einstülpung der letzten Partie entstanden war. Da er nicht allein die Hinterdecke

des Gehirns bildet, sondern es auch noch von unten umgreift, so trifft man auf einem etwas weiter nach vorn zu liegenden Schnitt die Ganglienzellen zweimal und dazwischen Fasersubstanz (Textfig. 19 a). Etwas weiter nach dem Mund hin (*m*) werden die Mittelaugen getroffen, ferner die Augenganglien und auch noch der Mantel mit dem Spalt (*sp*) (Textfig. 19 b), dann ver-



Textfig. 20. Querschnitt durch die Querkommissuren des Gehirns, der Cheliceren und Pedipalpen. *chc*, Querkommissur der Chelicerenganglien; *ppc*, Querkommissur der Pedipalpenganglien; *oe*, Ösophagus. Vergr. 104.

schwindet diese Querkommissur, aber kurz nachher stößt man auf eine neue, eben so mächtig, wenn nicht mächtiger ausgebildete Querkommissur [Textfig. 19 c, die Augen (*m*) und die Augenganglien sind nur angeschnitten]. Von dieser Partie des Gehirns gehen keine Nerven aus. Nähert man sich dann noch etwas dem Munde, so verschwindet diese zweite Querkommissur ebenfalls, es wird der Mund beziehungsweise der Ösophagus getroffen und darüber tritt eine neue Querkommissur auf, das ist die präoral liegende der Chelicerenganglien, von denen die Chelicerennerven ausgehen (Textfig. 16, p. 418). Noch deutlicher treten die Querkommissuren auf einem Längsschnitt hervor (Textfig. 20 und 3, p. 378) und hier erkennt man auch die verschiedene Lage der genannten drei zu einander besser. Die Textfig. 3, p. 378 lässt weiter erkennen, dass von der Kommissur der Cheliceren ein kleiner Nerv abgeht, der, wie REMY und PATEN schon berichten, das Rostrum versorgt.

Aus diesen Untersuchungen scheint mir hervorzugehen, dass das Skorpiongehirn sicher aus zwei Segmenten sich zusammensetzt, da zwei Querkommissuren vorhanden sind, und dass sich ihm als dritter Theil die Chelicerenganglien anlagern.

Marburg, 31. Januar 1895.

L i t t e r a t u r .

- M. BALBIANI (73), Mémoire sur le développement des Aranéides. *Annal. d. sc. nat.* (5). Zoolog. T. XVIII. 1873.
- F. M. BALFOUR (80 a), Investigations on the development of the Spiders. *Quart. Journ. Micr. Sc.* Vol. XX. 1880.
- Derselbe (80 b), *Handbuch der vergl. Embryologie*. Übers. von VETTER. Jena 1880.
- J. BARROIS (77), Recherches sur le développement des Araignées. *Journ. Anat. Phys. norm. et path.* Paris 1877.
- H. M. BERNARD (93 a), Notes on some of the digestive processes in Arachnids. *Journ. r. micr. soc.* London 1893.
- Derselbe (93 b), The coxal glands of scorpio. *Ann. of nat. hist.* (6) Vol. XII. 1893.
- L. BERTEAUX (90), Le poumon des Arachnides. *La Cellule*. T. V. 1890.
- PH. BERTKAU (84), Über den Bau und die Funktion der sog. Leber bei den Spinnen. *Arch. f. mikr. Anat.* Bd. XXIII. 1884.
- Derselbe (85), Über den Verdauungsapparat der Spinnen. *Archiv für mikr. Anat.* Bd. XXIV. 1885.
- A. BIRULA (92), Beiträge zur Kenntnis des anatomischen Baues der Geschlechtsorgane bei den Galeodiden. *Biol. Centralbl.* Bd. XII. 1892.
- A. BRAUER (94), Beiträge zur Kenntnis der Entwicklungsgeschichte des Skorpions. *Diese Zeitschr.* Bd. LVII. 1894.
- W. K. BROOKS u. A. T. BRUCE (85), Abstract of researches on the embryology of *Limulus polyphemus*. *Johns Hopk. Univ. Circ.* Baltimore 1885/1886.
- A. T. BRUCE (87 a), Observations on the embryology of Insects and Arachnids. *Baltimore 1887*.
- Derselbe (87 b), Observations on the nervous system of Insects and Spiders, and some preliminary observations on *Phrynus*. *J. Hopkins Univ. Circ.* Vol. VI. 1887.
- C. CLAUS (86), Prof. E. RAY LANKESTER's Artikel »*Limulus* an Arachnid« und die auf denselben gegründeten Präntensionen und Anschuldigungen. *Arbeit. Zool. Inst. Wien u. Triest.* Bd. VII. 1886.
- A. CRONEBERG (87), Über ein Entwicklungsstadium von *Galeodes*. *Zoolog. Anzeiger.* 40. Jahrg. 1887.
- V. FAUSSEK (91), Studien über die Entwicklungsgeschichte und Anatomie der Afterspinnen (Phalangiden). *Arbeit. Petersb. Naturf. Ges. Abth. Zoologie.* Bd. XXII. 1894. (Russisch.)
- Derselbe (92), Zur Anatomie und Embryologie der Phalangiden. *Biol. Centralblatt.* Bd. XII. 1892.
- H. T. FERNALD (87), The relationships of Arthropods. *Stud. of the biol. laborat. Johns Hopk. Univ.* Vol. IV. 1887—1890.
- C. GROBEN (79), Die Entwicklungsgeschichte der *Moina*. *Arb. Zool. Inst. Wien u. Triest.* Bd. II. 1879.
- G. L. GULLAND (85), Evidence in favour of the view that the coxal gland of *Limulus* and of other Arachnida is a modified nephridium. *Quart. Journ. of micr. sc.* New Ser. Vol. XXV. 1885.

- B. HATSCHKE (88), Lehrbuch der Zoologie. Jena 1888.
- R. HERTWIG (94), Lehrbuch der Zoologie. Jena 1894.
- R. HEYMONS (91), Die Entwicklung der weiblichen Geschlechtsorgane von *Phyllo-dromia* (*Blatta*) *germanica* L. Diese Zeitschr. Bd. LIII. 1894.
- Derselbe (93 a), Über die Entwicklung des Ohrwurms. Sitz.-Ber. der Gesellsch. naturf. Freunde. Jahrg. 1893. Berlin.
- Derselbe (93 b), Über die Entwicklung der Geschlechtszellen bei den Insekten. Sitz.-Ber. der Gesellsch. naturf. Freunde. Jahrg. 1893. Berlin.
- M. F. HOUSSAY (86), Note sur le système artériel des scorpions. Compt. rend. de l'Acad. des sc. T. CIII. 1886. Paris.
- Derselbe (87), Sur la lacune périnerveuse, dite artère spinale, chez les Scorpions et sur l'organe glandulaire annexe. Ebenda. T. CIV. 1887.
- A. JAWOROWSKI (91), Über die Extremitäten bei den Embryonen der Arachniden u. Insekten. Zool. Anz. 14. Jahrg. 1894.
- Derselbe (92), Über die Extremitäten, deren Drüsen und Kopfsegmentirung bei *Trochosa singoriensis*. Zool. Anz. 15. Jahrg. 1892.
- Derselbe (94), Die Entwicklung der sog. Lungen bei den Arachniden und speciell bei *Trochosa singoriensis* Laxm., nebst Anhang über die Crustaceenkiemen. Diese Zeitschr. Bd. LVIII. 1894.
- H. P. JOHNSON (92), Amitosis in the embryonal envelopes of the Scorpion. Bull. Mus. Harv. Coll. Vol. XXII. 1892.
- J. JOYEUX-LAFFUIE (84), Appareil veineux et venin du Scorpion. Étude anatomique et physiologique. Arch. Zool. expér. et gén. (2) Vol. I. 1884.
- J. v. KENNEL (91), Über die Abstammung der Arthropoden und deren Verwandtschaftsbeziehungen. Sitzgsber. Dorpat. Naturf. Ges. 1894.
- J. S. KINGSLEY (85), Notes on the embryology of *Limulus*. Quart. Journ. Micr. Sc. (2) Vol. XXV. 1885.
- Derselbe (92), The embryology of *Limulus*. Journ. of Morphol. Vol. VII. 1892.
- Derselbe (93), The embryology of *Limulus*. Part. II. Ebenda. Vol. VIII. 1893.
- Derselbe (94), The classification of the Arthropoda. Tufts College studies. No. 1 1894.
- K. KISHINOUE (90), On the development of *Araneina*. Journ. College of Science Japan. Vol. IV. 1890.
- Derselbe (94 a), On the development of *Limulus longispina*. Ebenda. Vol. V. 1894.
- Derselbe (94 b), On the lateral eyes of the spider. Ebenda.
- Derselbe (94), Note on the coelomic cavity of the spider. Ebenda. Vol. VI. 1894.
- E. KORSCHELT u. K. HEIDER (92), Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Thiere. 2. Heft. Jena 1892.
- A. KOWALEWSKY u. M. SCHULGIN (86), Zur Entwicklungsgeschichte des Skorpions. Biolog. Centralbl. Bd. VI. Nr. 47. 1886.
- A. LANG (88), Lehrbuch der vergleichenden Anatomie. Jena 1888.
- E. R. LANKESTER (81), *Limulus* an Arachnid. Quart. Journ. Micr. Sc. T. XXI. 1884.
- Derselbe (82), On the coxal glands of *Scorpio* hitherto undescribed and corresponding to the brick-red glands of *Limulus*. Proceed. of the roy. soc. of London. Vol. XXXIV. 1882.
- Derselbe u. A. G. BOURNE (83), The minute structure of the lateral and the central eyes of *Scorpio* and of *Limulus*. Quart. Journ. of micr. sc. Vol. XXIII. New Ser. 1883.

- E. R. LANKESTER (84), On the skeleto-trophic tissues and coxalglands of Scorpio and Limulus. Quart. Journ. of micr. science. New Ser. Vol. XXIV. 1884.
- Derselbe (85), A new hypothesis as to the relationship of the lung-book of Scorpio to the gill-book of Limulus. Quart. Journ. of micr. sc. New Ser. Vol. XXV. 1885.
- M. LAURIE (90), The embryology of a scorpion. Quart. Journ. of micr. sc. Vol. XXXI. 1890.
- Derselbe (94), Some points in the development of Scorpio fulvipes. Quart. Journ. of micr. sc. Vol. XXXII. 1894.
- Derselbe (92), On the development of the lung-books in Scorpio fulvipes. Zool. Anz. 45. Jahrg. 1892.
- Derselbe (93), The anatomy and relations of the Eurypteridae. Transact. of the roy. soc. of Edinburgh. Vol. XXXVII, P. II. 1893.
- J. LEBEDINSKY (92), Die Entwicklung der Coxaldrüsen bei Phalangium. Zool. Anz. 45. Jahrg. 1892.
- W. A. LOCY (86), Observations on the development of Agelena naevia. Bull. Mus. Harvard Coll. Vol. XII. 1886.
- J. C. C. LOMAN (87), Über die morphologische Bedeutung der sogenannten MALPIGHI-schen Gefäße der echten Spinnen. Tijdschr. Nederl. Dierk. Ver. (2) Deel 4. 1887.
- Derselbe (88), Altes und Neues über das Nephridium (die Coxaldrüse) der Arachniden. Bijdr. Dierkunde Amsterdam. 14 Afl. 1888.
- J. MACLEOD (84 a), Sur la présence d'une glande coxale chez les Galéodes. Bull. Acad. Belg. (3) T. VIII. 1884.
- Derselbe (84 b), Sur l'existence d'une glande coxale chez les Phalangides. Ebenda.
- Derselbe (84 c), La structure de l'intestin antérieur des Arachnides. Ebenda.
- Derselbe (84 d), Recherches sur la structure et la signification de l'appareil respiratoire des Arachnides. Archiv de Biologie. T. V. 1884.
- P. MARCHAL (92), The coxal gland of the scorpion and its morphological relations with the excretory organs of the Crustacea. Ann. and Mag. nat. hist. (6) Vol. X. 1892.
- E. METSCHNIKOFF (71), Embryologie des Skorpions. Diese Zeitschr. Bd. XXI. 1874.
- E. L. MARK (87), Simple Eyes in Arthropods. Bull. Mus. Harvard Coll. Vol. XIII. 1887.
- A. MILNE-EDWARDS (72), Recherches sur l'anatomie des Limules. Ann. sc. nat. Zool. (5) T. XVII. 1872—1873.
- J. MORIN (87), Zur Entwicklungsgeschichte der Spinnen. Biolog. Centralbl. Bd. VI. 1887.
- Derselbe (88), Studien über die Entwicklung der Spinnen. Abhandl. der Neuruss. Gesellsch. Naturf. Odessa, Bd. XIII. 1888. (Russisch.)
- M. NARAYANAN (89), Notes on the anatomy of Scorpions. 1. External sexual characters. Quart. Journ. Micr. Sc. (2) Vol. XXX. 1889.
- A. S. PACKARD (73), As an undescribed organ in Limulus. Americ. Natur. Bd. IX. 1873.
- G. H. PARKER (87), The eyes in Scorpions. Bull. Mus. Harvard Coll. Vol. XIII. 1887.
- W. PATTEN (89), Segmental sense-organs of Arthropods. Journ. Morphol. Boston. Vol. II. 1889.

- W. PATTEN (90), On the origin of Vertebrates from Arachnids. Quart. Journ. Micr. Sc. (2) Vol. XXXI. 1890.
- Derselbe (94), On the morphology and physiology of the brain and sense-organs of *Limulus*. Ebenda. Vol. XXXV. 1894.
- P. PELSENER (85), On the coxal glands of *Mygale*. Proceed. zool. soc. London. T. II. 1885.
- F. PURCELL (92), Über den Bau und die Entwicklung der Phalangidenaugen. (Vorl. Mitth.) Zool. Anz. 15. Jahrg. 1892.
- Derselbe (94), Über den Bau der Phalangidenaugen. Diese Zeitschr. Bd. LVIII. 1894.
- G. SAINT-REMY (87), Contribution à l'étude du cerveau chez les Arthropodes trachéates. Arch. zool. expér. et gén. (2) T. V. Suppl. 1887.
- WL. SCHIMKEWITSCH (84), Étude sur l'anatomie de l'Épeire. Ann. sc. nat. (6) T. XVII 1884.
- Derselbe (85), Über die Identität der Herzbildung bei den Wirbel- und wirbellosen Thieren. Zool. Anz. 8. Jahrg. 1885.
- Derselbe (87), Étude sur le développement des Araignées. Arch. de Biologie. T. VI. 1887.
- Derselbe (90), Sur la signification des cellules vitellines chez les Trachéates. Zool. Anz. 13. Jahrg. 1890.
- Derselbe (93), Sur la structure et la signification de l'endosternite des Arachnides. Ebenda. 16. Jahrg. 1893.
- Derselbe (94), Sur la signification de l'endosternite des Arachnides. Ebenda. 17. Jahrg. 1894.
- Derselbe (94), Über Bau und Entwicklung des Endosternits der Arachniden. Zool. Jahrbücher. Bd. VIII. 1894.
- O. L. SIMMONS (94), Development of the lungs of Spiders. Tufts Coll. Studies. No. 2. 1894.
- A. STRUBELL (92), Zur Entwicklungsgeschichte der Pedipalpen. Zool. Anz. 15. Jahrg. 1892.
- R. STURANY (94), Die Coxaldrüsen der Arachnoideen. Arb. Zool. Inst. Wien u. Triest. Bd. IX. 1894.
- J. WAGNER (92), Zur Entwicklungsgeschichte der Milben. Furchung des Eies, Entstehung der Keimblätter und Entwicklung der Extremitäten von *Ixodes*. Zool. Anz. 15. Jahrg. 1892.
- Derselbe (94 a), Die Embryonalentwicklung von *Ixodes calcaratus*. Arb. zoot. Labor. St. Petersburg. 1894.
- Derselbe (94 b), Beiträge zur Phylogenie der Arachniden. Jenaische Zeitschr. für Naturw. Bd. XIX. (N. F. Bd. XXII.) 1894.
- B. WEISSENBORN (87), Beiträge zur Phylogenie der Arachniden. Ebenda. Bd. XX. (N. F. Bd. XIII.) 1887.
- W. WHEELER (94), Neuroblasts in the Arthropod Embryo. Journ. of Morphol. Vol. IV. 1894.
- Derselbe (93), A contribution to the insect embryology. Ebenda. Vol. VIII. 1893.

Erklärung der Abbildungen.

Buchstabenerklärung:

a, hintere Wand der Scheitelgruben; *ab*¹—*ab*⁷, Extremitätenanlagen am Abdomen; *af*, Augenfalte; *am*, Amnion; *b*, vordere Wand der Scheitelgruben; *blg*, Blutgefäß; *blz*, Blutzellen; *c*, Cölom; *ch*, Cheliceren; *chg*, Chelicerenganglien; *dz*, Dotterzellen; *ec*, Ektoderm; *en*, Entoderm; *epz*, Epithelzellen; *f*, Falte am Kopf; *g*, Ganglion; *gd*, Ausführungsgänge der Genitalorgane; *go*, Genitalopercula; *gz*, Genitalzellen; *h*, hinterer Theil der Anlagen der Mittelaugen; *i*, Fortsatz an den Pedipalpen; *k*, Kopf; *km*, Kämme; *m*, Anlagen der Mittelaugen; *me*, Mesoderm; *mstr*, Mittelstrang; *mu*, Muskeln; *o*, Mund; *obl*, Oberlippe; *p*¹—*p*⁴, Gangbeine; *pab*, Postabdomen; *pp*, Pedipalpen; *sa*, Anlagen der Seitenaugen; *sgo*, Segmentalorgane; *sgr*, Scheitelgruben; *so*, Sinnesorgane, *som*, somatische Schicht, *spl*, splanchnische Schicht; *stco*, Sternocoxalfortsatz; *w*, Wulst, *x*, Stelle der Lage der Mittelaugen-Anlagen; I—XIV, Segmente.

Tafel XXI.

Alle Figuren sind gezeichnet bei ZEISS a³, Oc. 2. (Vergr. 27).
Oberflächenbilder von Entwicklungsstadien von *E. carpathicus* L.
Die nähere Erklärung findet sich im ersten Kapitel des Textes.

Tafel XXII.

Alle Figuren sind gezeichnet bei ZEISS D. Oc. 2 (Vergr. 230).
Alle Figuren beziehen sich auf *E. carpathicus* L.
Fig. 45. Längsschnitt durch die Keimscheibe kurz vor dem Beginn der Segmentirung.
Fig. 46. Längsschnitt durch eine Keimscheibe, auf welcher das zweite Segment abgeschnürt ist.
Fig. 47. Querschnitt durch die Mitte einer Keimscheibe nach dem Beginn der Segmentirung.
Fig. 48. Querschnitt durch den hinteren Theil einer Keimscheibe kurz nach dem Beginn der Segmentirung.
Fig. 49. Theil eines Querschnittes. Beginn der Anordnung des Mesoderms in zwei Schichten.
Fig. 20—23 und 25. Längsschnitte durch verschiedene auf einander folgende Stadien, um die Verlagerung der Genitalzellen aus dem hintersten Abschnitt zu zeigen.
Fig. 24 und 26. Querschnitte durch die Gruppe der Genitalzellen.

Tafel XXIII.

Alle Figuren außer Fig. 34 und 38 sind bei ZEISS D, Oc. 2. (Vergr. 230), die Fig. 34 und 38 bei ZEISS homog. Imm. $\frac{1}{12}$, Oc. 2 gezeichnet.
Alle Figuren beziehen sich auf *E. carpathicus* L.
Fig. 27. Theil eines Querschnittes durch einen Cölomsack.
Fig. 28, 29 Längsschnitte durch die Gruppe der Genitalzellen.

Fig. 30—37. Querschnitte durch die Gruppe der Genitalzellen auf verschiedenen Stadien ihrer Ausbildung. Fig. 33 zeigt außer dem Strang der Genitalzellen die Theile von zwei Mesodermsträngen, die zur Befestigung der Genitaldrüsen im Körper dienen.

Fig. 38. Theilung des Stranges der Genitalzellen in zwei.

Tafel XXIV.

Alle Figuren sind bei ZEISS D, Oc. 2 (Vergr. 230) gezeichnet.

Alle beziehen sich auf *E. carpathicus* L.

Fig. 39. Querschnitt durch einen Cölomsack.

Fig. 40—42. Querschnitte durch die Anlage der Segmentalorgane (Coxaldrüsen des fünften Segmentes.

Fig. 43. Querschnitt durch die Anlage der Segmentalorgane im dritten Segment.

Fig. 44. Querschnitt durch die Anlage der Segmentalorgane im vierten Segment.

Fig. 45—47. Querschnitte durch die Anlage der Segmentalorgane im sechsten Segment.

Fig. 48—54. Querschnitte durch die Anlage der Ausführungsgänge der Genitalorgane.

Tafel XXV.

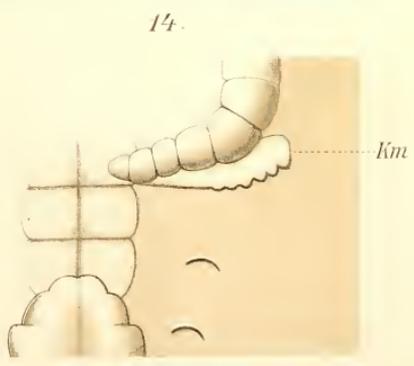
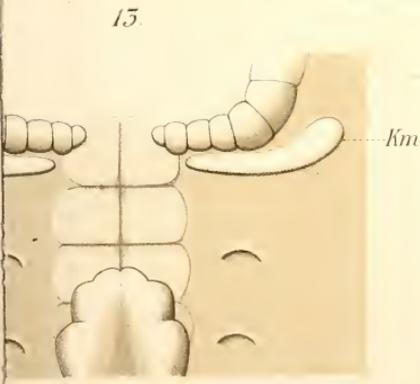
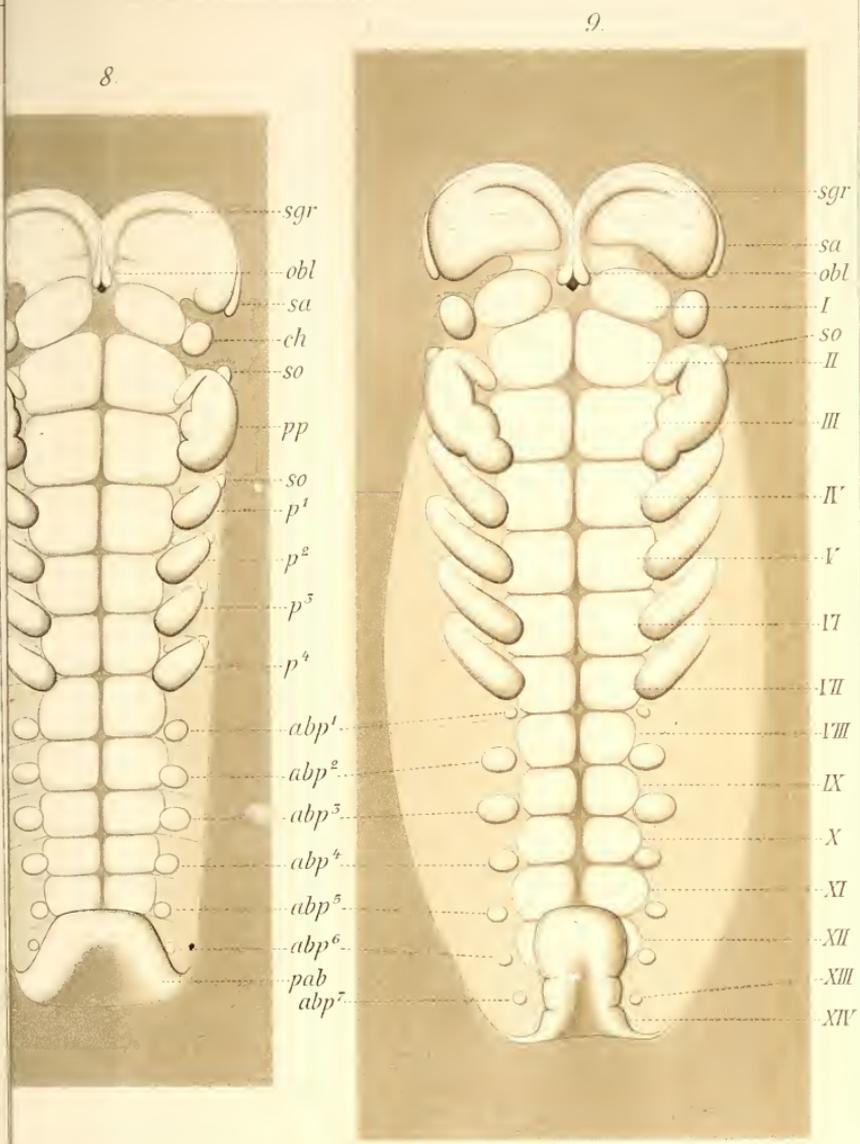
Die Figuren 52—59 und 68 sind bei ZEISS D., Oc. 2 (Vergr. 230), die Fig. 60 bis 67 bei ZEISS A., Oc. 2 (Vergr. 60) gezeichnet und beziehen sich auf *E. carpathicus* L.

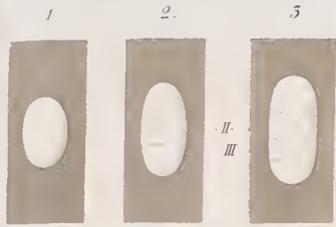
Fig. 52—56. Längsschnitte durch das Gehirn. Anlage der Scheitelgruben und ihre Verlagerung in die Tiefe. Anlage der Mittelaugen.

Fig. 57—59. Umkehrung der Anlagen der Mittelaugen; Längsschnitte.

Fig. 60—67. Oberflächenbilder über die Veränderungen am Kopf.

Fig. 68. Horizontalschnitt durch das Gehirn. Anlage der Seitenaugen und die Augenfalte.





sgp
obl
o
ch
so
pp
g
p¹
p²
p³
p⁴
ab¹
ab²
ab³
ab⁴
ab⁵
ab⁶
pab



II
III
IV
V



K
I
II
III
K'
I'
II'
III'
IV'



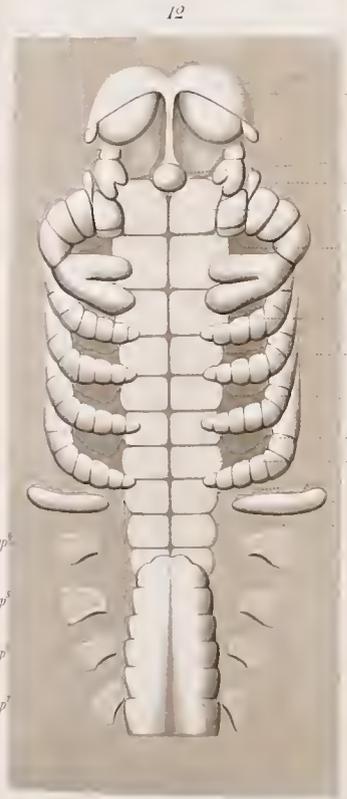
K
I
II
III
K'
I'
II'
III'



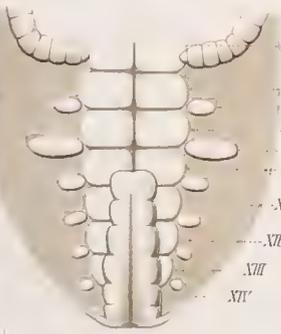
sgp
obl
su
ch
so
pp
so
p¹
p²
p³
p⁴
abp¹
abp²
abp³
abp⁴
abp⁵
abp⁶
pab
abp⁷



sgp
sa
obl
I
so
II
III
II'
I'
I'
VI
VII
VIII
IX
X
XI
XII
XIII
XIV



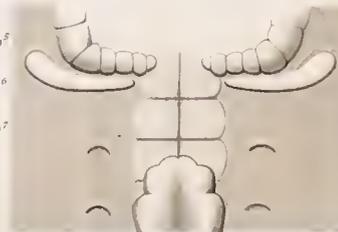
x
af
sa
obl
i
II
III
IV
V
VI
VII
VIII
IX
Km
X



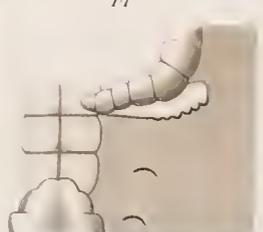
VII
VIII
go
IX
Km
X
XI
XII
XIII
XIV



VII
go
VIII
Km
IX
abp⁴
abp⁵
abp⁶
abp⁷

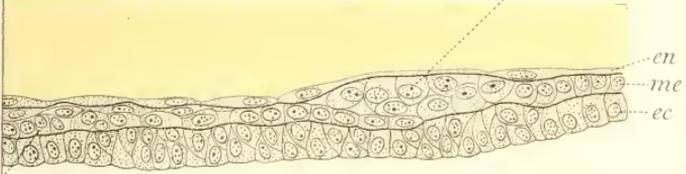
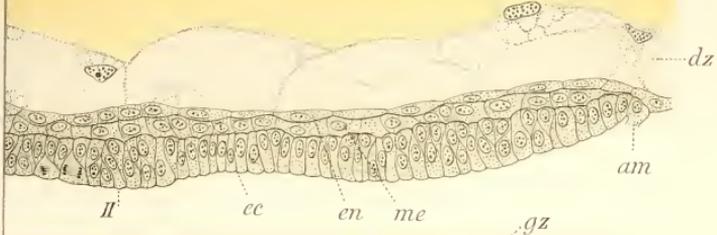


Km

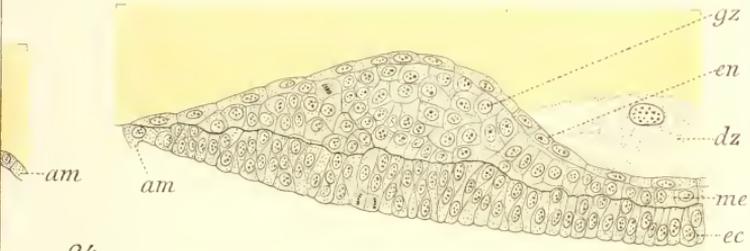


Km

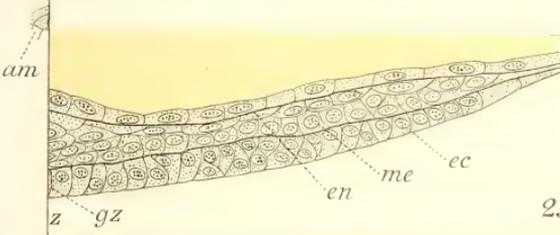
16.



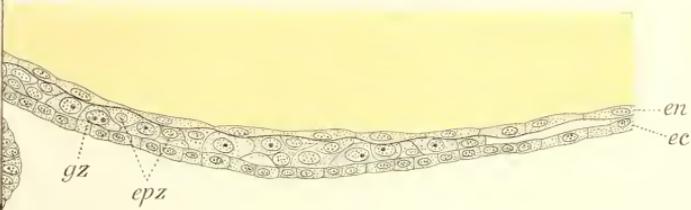
22.



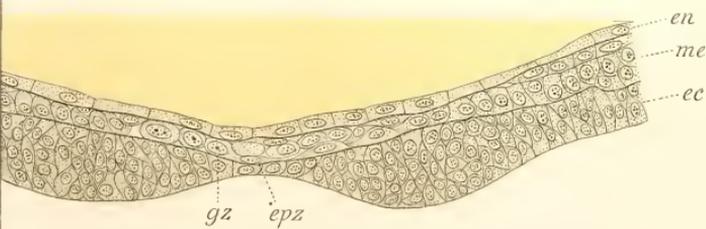
24.



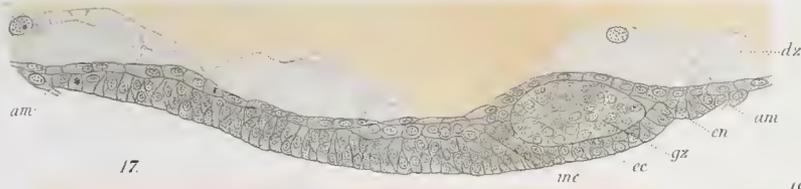
25.



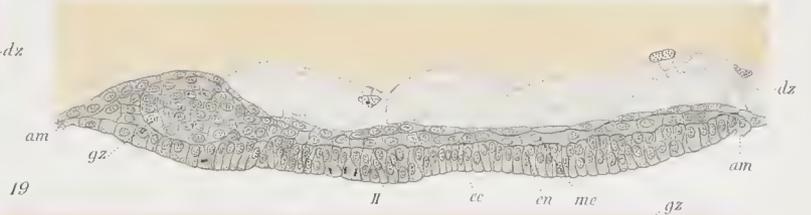
26.



15.

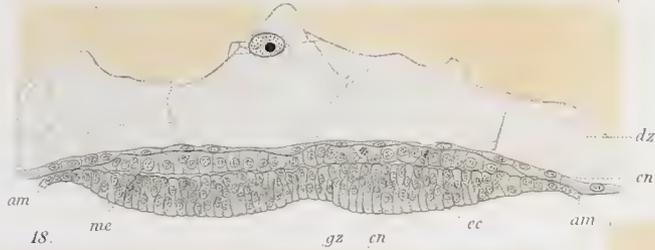


16.



17.

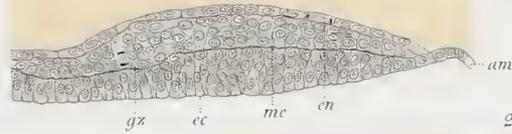
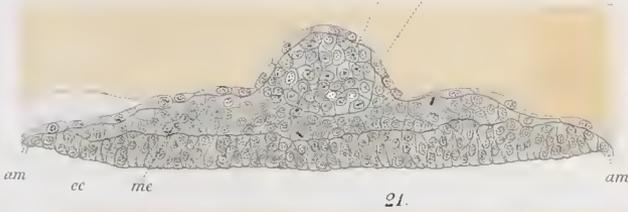
19.



18.

20.

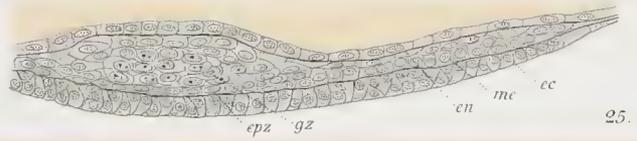
22.



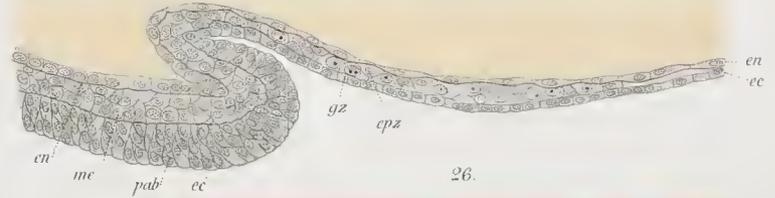
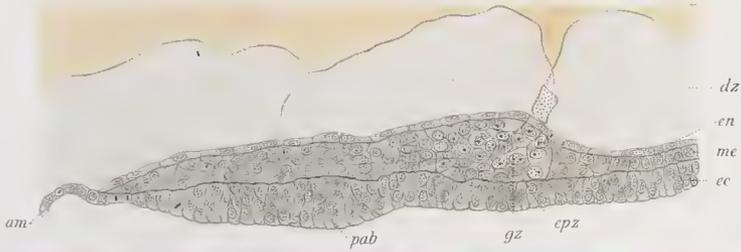
24.



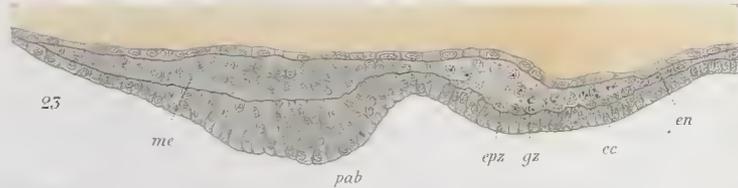
21.



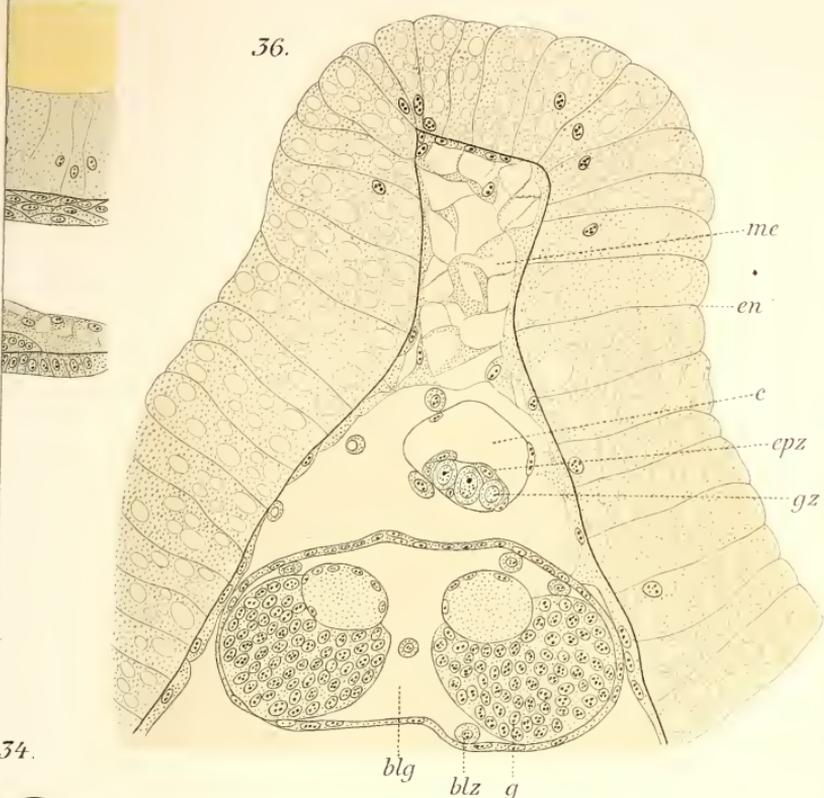
25.



26.



36.



me

en

c

cpz

gz

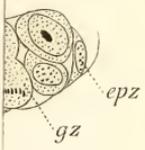
blg

blz

g

37.

34.



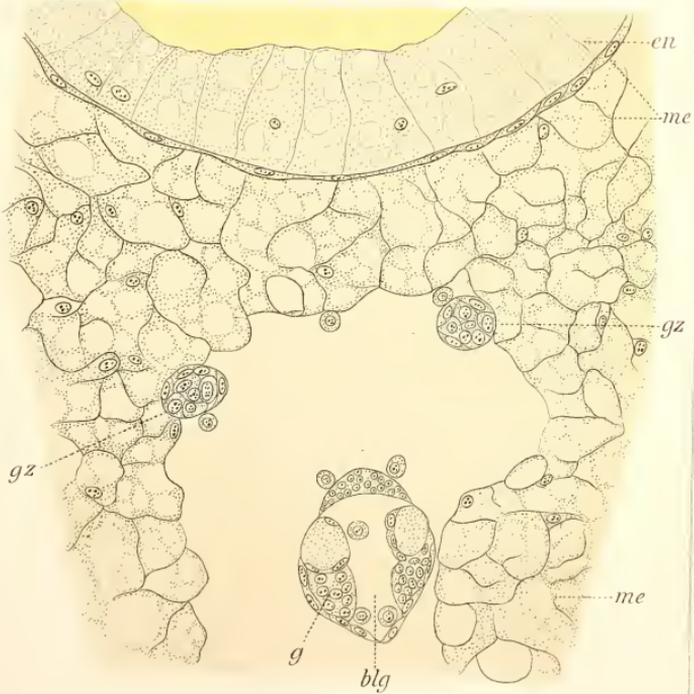
cpz

gz

so/gz



c



en

me

gz

gz

g

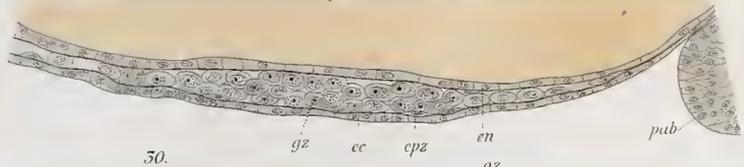
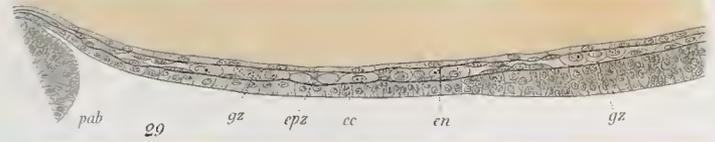
blg

me

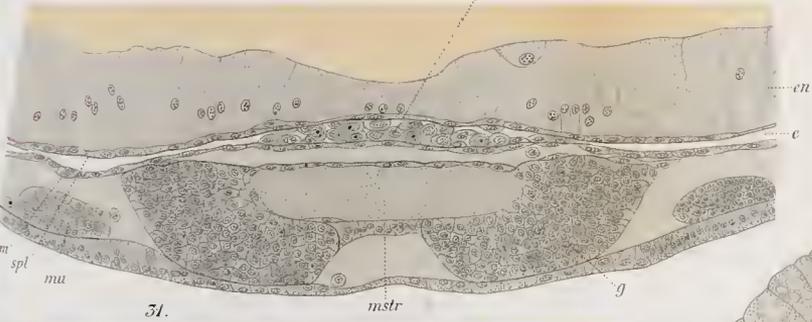
27.



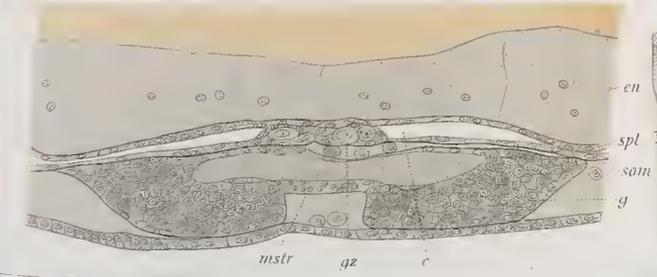
28.



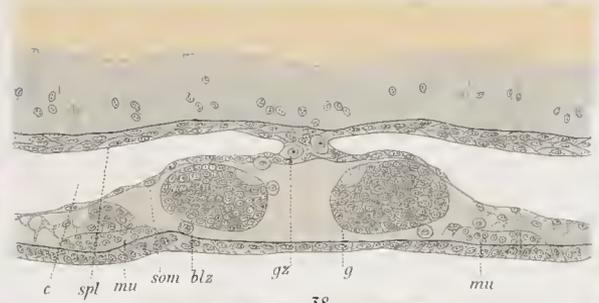
30.



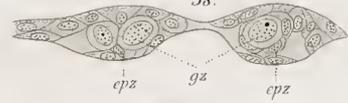
31.



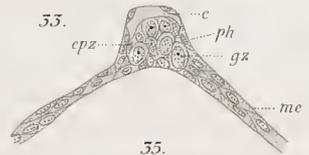
32.



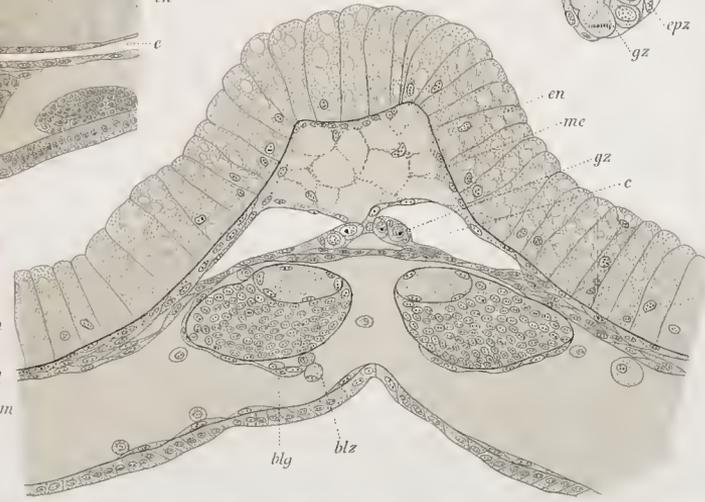
33.



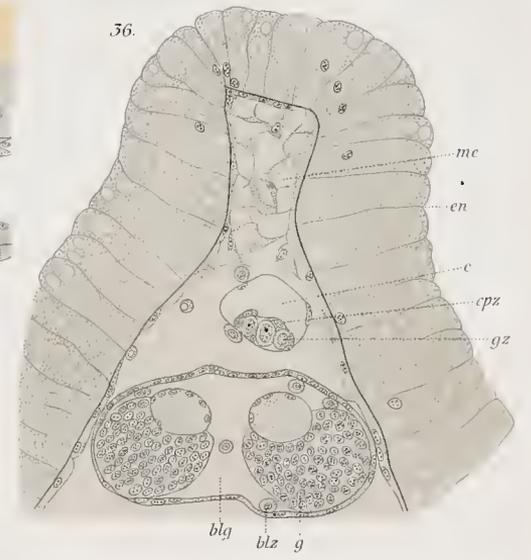
34.



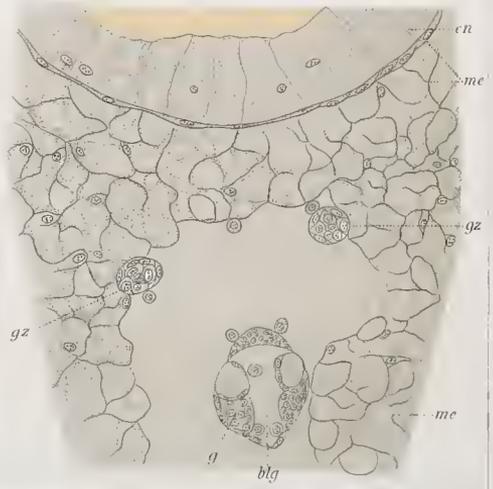
35.



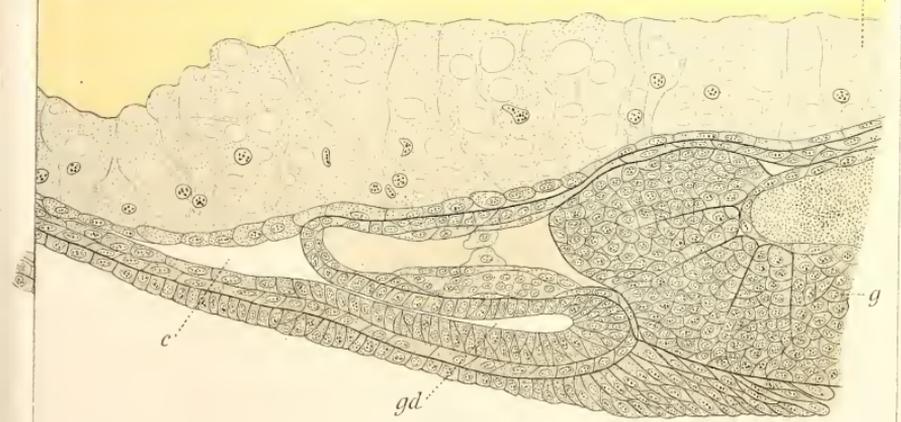
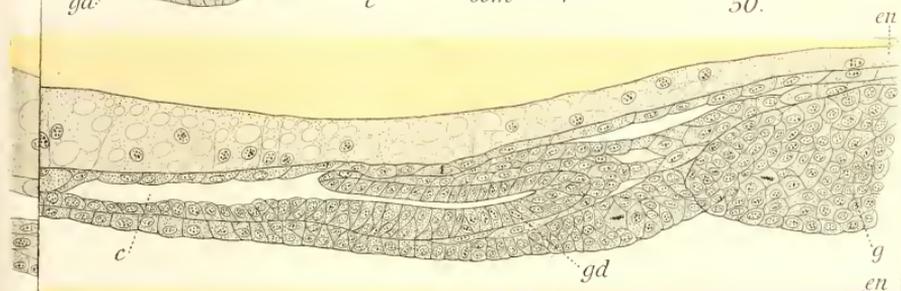
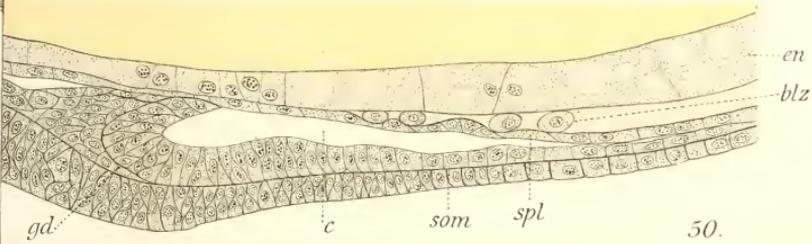
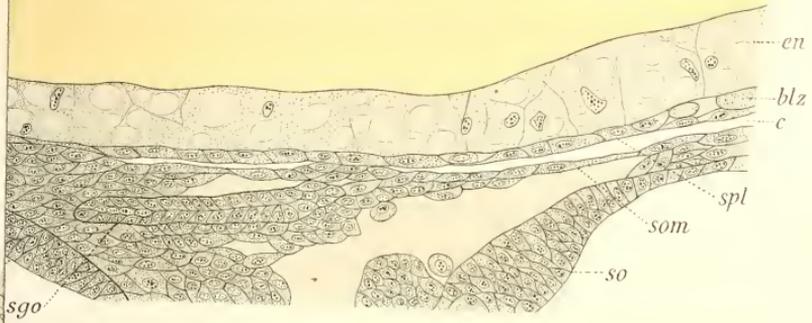
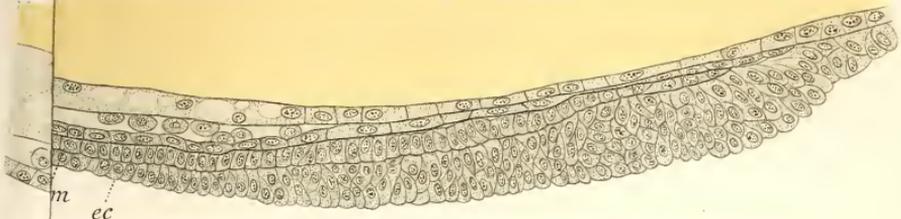
36.



37.



59.



40.



41.



42.



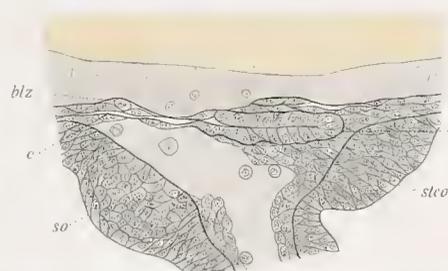
48.



45.



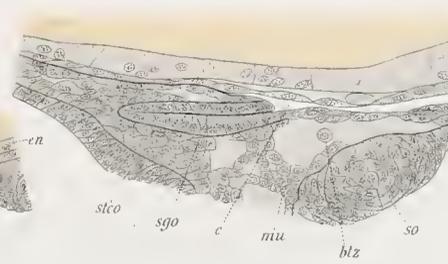
44.



45.



46.



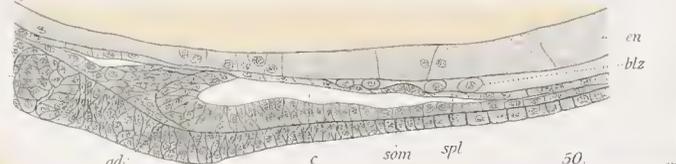
59.



47.



49.



50.



51.

