

Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an *Lepisma saccharina* L.

Von

Dr. Richard Heymons,

Assistent am Zoologischen Institut in Berlin.

Mit Tafel XXIX—XXX und 3 Figuren im Text.

Die an Zahl der Arten und Gattungen verhältnismäßig wenig umfangreiche Abtheilung der Thysanuren darf unter den recenten Insektengruppen wohl unstreitig als eine der wichtigsten und interessantesten betrachtet werden.

Die hohe Bedeutung dieser Thiere im Vergleich zu allen anderen Insekten beruht vor Allem darin, dass die Thysanuren nicht nur in ihrem äußeren Habitus, sondern besonders auch ihrem inneren Körperbau nach noch sehr einfache und ursprüngliche Organisationsverhältnisse zu erkennen geben. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass die Thysanuren die tiefste Stufe unter den jetzigen Insekten einnehmen, dass sie in mancher Hinsicht sich sogar ziemlich eng an die Myriopoden anschließen.

Unter diesen Umständen muss es geradezu auffallend genannt werden, wie lange das Studium dieser wichtigen Thierabtheilung vernachlässigt worden ist.

Sieht man von den Systematikern der älteren Schule ab, welche sich mit den Thysanuren im Ganzen nur wenig beschäftigt haben und sie bald von den übrigen Insekten vollständig abtrennten, bald sie mit dieser oder jener Gruppe vereinigten, so ist die Stellung der Thysanuren und ihr Verwandtschaftsverhältnis zu den Orthopteren durch BURMEISTER (39) und besonders erst durch BRAUER (85) in bestimmter Weise präcisirt worden. Der letztgenannte Autor stellte die Thysanuren gemeinsam mit den Collembola (Poduriden) als Insecta

apterygota (Apterygogenea) allen höheren oder pterygoten Insekten (Pterygogenea) gegenüber.

Wenn dann weiterhin auch in neuerer Zeit in den grundlegenden Arbeiten von GRASSI (88) und OUDEMANS (88) noch die wesentlichen Grundzüge der inneren Organisation von Thysanuren behandelt wurden, so ist doch die Embryonalentwicklung der in Rede stehenden Thiere, von der selbstverständlich auch mancherlei wichtige Aufschlüsse noch zu erwarten sind, bis in die neueste Zeit hinein nahezu vollkommen unbekannt geblieben. Eine kurze Mittheilung von GRASSI (85) über die Embryonalentwicklung von *Japyx*, sowie einige von mir kürzlich (96a) veröffentlichte Beobachtungen über die Entwicklungsgeschichte apterygoter Insekten, sind Alles, was in dieser Hinsicht einstweilen vorliegt.

Es dürften daher die folgenden eingehenderen Mittheilungen über *Lepisma saccharina* L., wenn dieselben auch noch nicht auf alle Fragen sich beziehen und in jeder Hinsicht erschöpfend sind, doch als ein Beitrag zur Kenntnis der Thysanuren dienen können.

1. Über die Fortpflanzung und über die Eier von *Lepisma*.

Die Fortpflanzung von *Lepisma* findet während der warmen Jahreszeit statt. Während der Sommermonate, hauptsächlich im Juni und Juli, zum Theil auch schon im Mai oder noch im August legt das Weibchen seine Eier.

Die letzteren werden mit Hilfe des langen Legebohrers in der Regel in Spalten und Vertiefungen eingeschoben, zum Theil aber auch einfach frei abgelegt. Die in Gefangenschaft gehaltenen Weibchen pflegten zur Ablage ihrer Eier mit Vorliebe faserige Gewebe, z. B. Wollenstoffe, sich auszuwählen. Zwischen die Fasern wurde das Ei dann hineingeschoben.

Da der langgestreckte Legebohrer von *Lepisma* nur eine sehr schmale Durchgangsröhre enthält, so ist es klar, dass das Ei, ähnlich wie bei anderen mit Legeröhren versehenen Insekten, z. B. Schlupfvespen, zur Zeit seiner Ablage sehr weich und nachgiebig sein muss. Während des Passirens durch die Legeröhre wird das *Lepismaei* offenbar stark komprimirt, und wenn es dann in enge Ritzen oder Spalten gelangt, oder wenn das Ei unter die Fasern eines Gewebstoffes eingedrückt wird, so erleidet es oft dauernd eine Gestaltsveränderung. Hierdurch erklärt sich die vielfach zu beobachtende unregelmäßige Form der *Lepismaeier*, die gelegentlich in der

Mitte von Zeugfasern umspinnen und an der betreffenden Stelle dann eingeschnürt sein können. Sandkörnchen und dergl. pflegen ebenfalls nicht selten dem Ei äußerlich angebacken zu sein.

Die normale Gestalt des Eies ist länglich oval, an beiden Polen gleichmäßig abgerundet. Der vordere Pol ist bisweilen etwas stärker zugespitzt. In späteren Stadien, wenn der Keimstreifen in den Dotter sich eingesenkt hat, nimmt das Ei vorübergehend eine mehr rundliche Gestalt an. Der Längsdurchmesser des Eies beträgt 1 mm.

Die Farbe des Eies unmittelbar nach der Ablage ist weißlich, einige Stunden nach der Ablage gewinnt es eine gelblich braune Färbung.

Die Eischale ist nicht homogen, sondern aus zwei differenten Schichten zusammengesetzt. Man unterscheidet ein sehr zartes, häutiges Exochorion und ein dickeres, chitinöses Endochorion. Das erstere ist farblos und an seiner Außenfläche mit zahlreichen sehr kleinen Höckerchen dicht besetzt. Das derbe resistente Endochorion verleiht dem Ei die bräunliche Färbung. Das Vorderende des Eies ist durch den Besitz der Micropyle ausgezeichnet. In der Umgebung der letzteren kann man in der Regel einige unregelmäßig gestaltete schwarzbraun gefärbte Verdickungen des Endochorion unterscheiden.

Der Inhalt des Eies besteht in ähnlicher Weise wie bei den Blattideneiern aus ziemlich großen Dotterballen und Dotterschollen, zwischen denen in bekannter Weise Fetttropfen sich vorfinden. Die bei den Blattiden vorkommenden bakterienähnlichen Stäbchen werden in dem *Lepismaei* vermisst.

An der Peripherie des Eies ist in frühen Stadien ein zartes Dotterhäutchen erkennbar. Unter demselben kommt nur eine außerordentlich dünne Plasmaschicht zur Entwicklung. Ein eigentliches sog. WEISMANN'sches Keimhautblastem ist dagegen bei *Lepisma* eben so wenig wie bei den bisher untersuchten Orthoptereneiern vorhanden.

2. Die Entwicklung des Keimstreifens und der Embryonalhäute.

Hinsichtlich der Furchung des *Lepismaeies*, welche ich hier nicht genauer behandeln will, habe ich schon an anderer Stelle die Mittheilung gemacht, dass sie eine superficielle ist. Die Furchungszellen vertheilen sich im Nahrungsdotter. Im letzteren scheinen einige Zellen zurückzubleiben und zu den Dotterzellen zu werden. Der Furchungstypus schließt sich demnach bei *Lepisma* an denjenigen höherer Insekten bereits vollkommen an.

Der Keimstreifen entwickelt sich an der Ventralfläche, er ist verhältnismäßig sehr klein, etwa scheibenförmig gestaltet, vorn etwas breiter, hinten mehr zugespitzt. Nach seiner Anlage kann man an der Eioberfläche einen embryonalen und einen außerembryonalen Bezirk (Fig. I s) unterscheiden. Da der Keimstreifen Anfangs nur eine sehr geringe Größe besitzt, so ist der außerembryonale Bezirk natürlich entsprechend umfangreich. Dieser letztere wird von sehr großen, flachen Blastodermzellen bedeckt. Im weiteren Entwicklungsverlauf beteiligen sich diese Zellen nicht direkt an dem Aufbau des Körpers, man kann sie daher entsprechend wie bei anderen Insekten als Serosazellen bezeichnen.

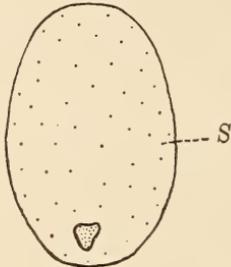


Fig. I.

Ei von *Lepisma saccharina*, von der Ventralseite betrachtet. Am Hinterende ist die Embryonalanlage entstanden.

Ungefähr in der Mitte der Keimscheibe, welche dem Hinterende des Eies genähert ist, sieht man nach einiger Zeit einen dunklen Fleck auftreten. An dieser Stelle dringen die Mesodermzellen in das Innere ein. Die Einwanderung des Mesoderms findet also nicht wie bei vielen höheren Insekten innerhalb eines lang gestreckten medianen Streifens statt, sondern ist wegen der Kürze des Embryonalkörpers auf einen relativ kleinen Bezirk (mittlerer und hinterer Abschnitt der Keimscheibe) beschränkt. Eine eigentliche Einstülpung oder Invagination habe ich an den von mir untersuchten Eiern daselbst nicht auffinden können, will aber auch nicht in Abrede stellen, dass sie sich vielleicht vorübergehend dort ausprägen könnte.

Die Embryonalanlage besteht aus zahlreichen dichtgedrängten kleinen Zellen. Im Inneren des Eies trifft man außerdem noch Dotterzellen an.

Wenn der Keimstreifen nach Abtrennung des Mesoderms von der oberflächlichen, das Ektoderm darstellenden, Zellenlage zweischichtig geworden ist, so beginnt er, wie ich schon früher (96a) beschrieben habe, sich einzukrümmen und in die Dottersubstanz einzusinken.

Eine derartige in der Einkrümmung begriffene Embryonalanlage giebt Fig. 2 wieder. Man erkennt, dass das Vorderende des Körpers bereits durch die beiden großen Kopf- oder Scheitellappen ausgezeichnet ist. Eine tiefe Einschnürung zeigt sich zwischen dieser Körperpartie (*Prot*) und dem darauf folgenden annähernd ovalen Rumpfabschnitt (*Deut*). Dieser letztere liefert übrigens nicht nur

Thorax und Abdomen, sondern auch noch die später mit zur Bildung des Kopfes verwendeten drei Kiefersegmente. Mit der beginnenden Einsenkung in den Eidotter hängt es zusammen, dass der Körper bereits in diesen Stadien an seiner dem Chorion zugewendeten Ventralfläche eine tiefe Aushöhlung erkennen lässt. Seine Randpartien wölben sich hoch empor, der ganze mittlere, in der Zeichnung dunkler gehaltene Körpertheil ist dagegen schon beträchtlich vertieft.

Der bei *Lepisma* sich in diesen Stadien vollziehende, sehr charakteristische Einstülpungsprocess geht verhältnismäßig schnell von statten. Die eigentliche Veranlassung zu der Einkrümmung des Körpers ist wohl hauptsächlich darin zu suchen, dass durch den im Wachstum begriffenen Keimstreifen der Dotter allmählich aufgelöst und verflüssigt wird.

Naturgemäß muss hierbei die unmittelbar unterhalb des Körpers befindliche resp. an denselben anstoßende Dottersubstanz zuerst aufgebraucht werden. Damit wird dann Platz für die ausdehnungsbedürftige Embryonalanlage geschaffen, welche sogleich den freigewordenen Raum ausfüllt.

Abgesehen hiervon kann man aber auch beobachten, dass das stärker auswachsende Hinterende sich gewissermaßen aktiv in den Dotter einschiebt. Dieser Abschnitt sinkt also nicht einfach ein, sondern wächst selbständig durch stärkere Ausdehnung in der Längsrichtung in das Innere, so dass zwischen Eioberfläche und den hinteren Körperabschnitt alsdann Dotter gelangt.

Hand in Hand mit diesem Einwachsen des Körpers geht die Bildung der Embryonalhäute vor sich. Die den außerembryonalen Bezirk des Eies bedeckende Serosa steht von Anfang an mit dem Embryonalkörper in Zusammenhang, und wenn nun der letztere von der Eioberfläche sich allmählich ablöst, so folgt die Serosa, indem sie sich von allen Seiten über den eingesunkenen Körper hinweg schiebt.

Bei diesem Vorgange wird jedoch der Zusammenhang zwischen Serosa und Embryo nicht zerstört. Die Randpartien des Embryonalkörpers haben vielmehr das Bestreben mit der oberflächlich bleibenden serösen Hülle in kontinuierlicher Verbindung zu bleiben und dehnen sich in Folge dessen zu einer zarten zelligen Haut aus, in welcher man das Amnion zu erblicken hat.

In dem durch Fig. 2 repräsentirten Stadium war der Körper von den erst nachträglich bei der Präparation entfernten Embryonalhäuten nahezu schon überwachsen. Die Serosa hatte sich bis auf

eine schmale schlitzförmige Stelle zusammengezogen, die ziemlich genau über der Mitte des Rumpfteiles (*Deut*) sich befand. Das Amnion, welches von den (nach innen gerichteten) aufgeworfenen Körperändern (Fig. 5 *am*) ausging, stand an der besprochenen schlitzförmigen Öffnung mit der Serosa in Zusammenhang.

In späteren Stadien ist die geschilderte Einkrümmung des Körpers und seine Beziehung zu den Embryonalhüllen noch eine weit deutlichere geworden. Ich verweise auf Fig. 12 und 16. Der Körper ist ausgesprochen hakenförmig gekrümmt, seine Ventralseite ist konkav, seine Rückenfläche konvex geworden. Er befindet sich jetzt vollständig innerhalb der Dottersubstanz, und zwar liegt er etwa in der Mitte des Eies. Es mag an dieser Stelle bemerkt werden, dass die Lage der Keimstreifen im Ei bei *Lepisma* nicht selten geringfügigen Schwankungen unterworfen ist. Die Embryonen zeigen sich bald genau in der Mitte, bald sind sie mehr dem Hinterende genähert. Derartige Variationen dürften vielleicht mit den oben hervorgehobenen Verschiedenheiten der äußeren Eiform in einem gewissen Zusammenhange stehen.

An den genannten beiden Figuren erkennt man ferner, dass die Außenfläche des Eies mit großen Kernen bedeckt ist. Dieselben gehören den plattenförmigen Serosazellen an. Die Serosa hat sich bis auf eine kleine kreisförmige Stelle zusammengezogen, die ich als Amnionporus (Fig. 12 und 16 *amp*) bezeichne, weil sie den direkten Zugang zur Amnionhöhle darstellt.

In der unmittelbaren Umgebung des Amnionporus drängen sich die Serosazellen eng an einander, so dass ihre Kerne in Form eines Kreises die Öffnung umgeben. Von den Rändern des Amnionporus geht das Amnion aus, welches die Verbindung zwischen dem in der Tiefe befindlichen Körper und der Serosa vermittelt.

Klarer und anschaulicher werden diese Verhältnisse noch bei Betrachtung eines Sagittalschnittes durch ein *Lepismaei* (Fig. 1). Der Embryonalkörper stellt gewissermaßen den Boden eines in den Dotter eingestülpten Sackes dar, während das von den Körperändern ringsum ausgehende Amnion eine Art Aufhängeapparat darzustellen scheint, der an dem Amnionporus befestigt ist und den Körper zu suspendiren hat.

Der freie Raum zwischen Keimstreifen, Amnion und Amnionporus stellt die Amnionhöhle (*amhl*) dar. Dieselbe ist mit einer farblosen Flüssigkeit vollkommen angefüllt. Betrachtet man ein lebendes, in diesen Stadien befindliches Ei, so wird man stets ungefähr in der

Mitte desselben eine eigenthümliche helle Stelle bemerken, welche deutlich durch die dunklere Dottersubstanz hindurchschimmert. Die helle Partie markirt die Amnionhöhle, welche bei *Lepisma* im Vergleich zu allen anderen, bisher untersuchten, Insekten auffallend geräumig ist.

Bei Anfertigung von Schnitten lässt sich ferner in diesen Stadien eine feine strukturlose Membran nachweisen, die innerhalb des Endochorion aufgetreten ist. Diese Membran, welche vollkommen farblos ist, wird von der Außenfläche der Serosa abgeschieden.

Das Vorhandensein einer derartigen von der serösen Hülle producirten Chitinhaut darf nicht als besondere Eigenthümlichkeit von *Lepisma* betrachtet werden, sie zeigt sich vielmehr gelegentlich auch bei anderen Insekteneiern. Deutlich ist ein solches Gebilde beispielsweise nach den Mittheilungen von WHEELER (93) bei *Xiphidium ensiferum* vorhanden. Auch bei Libelleneiern (96b) konnte ich eine ziemlich resistente, von der Serosa ausgeschiedene, chitinöse Hülle nachweisen. Anscheinend dürfte derselben eine ähnliche physiologische Bedeutung zukommen, wie das bei zahlreichen Insekteneiern in frühen Stadien beobachtete Dotterhäutchen (*Membrana vitellina*), welches in so fern noch einen besonderen Schutz gewährt, als es den direkten Kontakt des annähernd flüssigen Eiinhaltes mit der äußeren porösen Eischale verhindert.

Offenbar muss nun bei *Lepisma* eine hierauf zielende Einrichtung von um so größerer Wichtigkeit sein, als, wie wir oben gesehen haben, die Serosa sich bei diesem Insekten nicht vollkommen geschlossen hat. Die Amnionhöhle besitzt vielmehr bei *Lepisma* dauernd eine äußere Öffnung, den Amnionporus, und es ist klar, dass durch den letzteren die Amnionflüssigkeit unfehlbar austreten müsste, wenn nicht sekundär durch die von der Serosa producirte Membran ein Abschluss herbeigeführt würde. Von den verdickten Rändern des Amnionporus wird die betreffende Chitinhaut nämlich in größerer Stärke abgesondert, so dass auf diese Weise ein den Porus vollkommen verschließender Chitinpfropfen zu Stande kommt.

Einen in der Flächenansicht betrachteten Amnionporus habe ich bei stärkerer Vergrößerung in Fig. 7 abgebildet. Es wird dadurch veranschaulicht, wie die als Matrix des Chitinpfropfens fungirenden Serosazellen sich in der Umgebung des Amnionporus zusammendrängen.

Die Körpersegmentirung.

Noch während der Lepismakeimstreif eingekrümmt inmitten der Dottersubstanz sich befindet, vollzieht sich an ihm die Segmentirung. Dieselbe folgt im Großen und Ganzen dem auch für andere Insekten gültigen Schema.

Bemerkenswerth ist, dass bei *Lepisma* die Abgrenzung der einzelnen Körpersegmente mit großer Langsamkeit vor sich geht. An dem vorderen Körpertheil trifft man schon wohl abgegrenzte Segmente, ja selbst schon Gliedmaßen an, während hinten die Körpermasse noch undifferenziert ist.

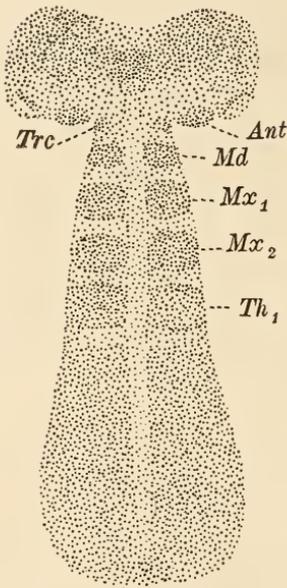


Fig. II.

Embryonalanlage von *Lepisma saccharina*. *Ant*, Antennen; *Trc*, Vorkiefersegment; *Md*, Mandibeln; *Mx₁*, *Mx₂*, vordere, bezw. hintere Maxillen; *Th₁*, Thoraxextremität.

Einen in der Segmentirung begriffenen Lepismakeimstreifen zeigt die beistehende Figur II. Der Embryonalkörper wurde künstlich ausgebreitet, im natürlichen Zustande war er stark zusammengekrümmt, so dass Vorder- und Hinterende einander genähert waren. Der dargestellte Keimstreifen befindet sich in einem Entwicklungsstadium, welches etwa dem auf Taf. XXX, Fig. 16 dargestellten Ei entsprechen würde.

Der Oralabschnitt fällt durch seine bedeutende Breite auf. Man erkennt die Mundöffnung als eine schwache am Vorderende der Neuralrinne gelegene Vertiefung. Die vor derselben gelegene Anhäufung von Zellen liefert hauptsächlich das Material für die später die Mundöffnung überdeckende Oberlippe.

Aus den Seitentheilen der Kopflappen entwickeln sich in weiter fortgeschrittenen Stadien die Ganglia optica. Zwischen ihnen und den weiter vorn und medial gelegenen Partien, aus welchen das Protencephalum oder Vorderhirn hervorgeht, bemerkt man jederseits eine kleine Einstülpung, die mit der Ablösung der Ganglienzellen von der oberflächlichen Schicht in Zusammenhang steht.

Unter den Kopfgliedmaßen treten bereits die Anlagen für die Antennen hervor. Letztere gelangen, wie Fig. II (*Ant*) zeigt, deutlich

postoral am hinteren Rande der Kopfklappen zur Entwicklung. Genau auf der Grenze zwischen dem verbreiterten vorderen Kopfabschnitt und dem darauf folgenden verjüngten Körpertheil zeigen sich ferner zwei, allerdings nur schwach markirte, laterale Verdickungen (*Trc*). Dieselben kennzeichnen die Region des rudimentären Vorkiefer- (Intercalar-) Segmentes. An diesem Segmente kommen während der Entwicklung von *Lepisma* Extremitäten nicht zur Ausbildung.

Die Anlagen der Mandibeln, der beiden Maxillenpaare, sowie des ersten Thoraxbeinpaares folgen der Reihenfolge nach auf einander, sie sind sämmtlich bereits deutlich abgesetzt. Die darauf folgende Körperregion lässt indessen noch keine Spur von Segmentirung erkennen. Eine ganz flache Delle am Hinterende des Körpers entspricht der Stelle, an welcher in späteren Stadien das Proktodäum sich einsenkt.

Im weiteren Entwicklungsverlauf treten die oben genannten Theile, die zunächst eigentlich nur durch Zellenanhäufungen markirt sind, sehr viel klarer und besser hervor. Die einzelnen Körpersegmente gewinnen besonders dadurch an Deutlichkeit, dass die zu den Seiten der Medianlinie entstehenden Ganglienanlagen stärker sich ausprägen.

Bei einer Betrachtung der Fig. 20 erkennt man zu den Seiten der bei *Lepisma* nicht besonders großen Anlagen des Protencephalum (*Prce*) die verhältnismäßig umfangreichen Ganglia optica. Der nach hinten gewendete Rand der letzteren geht in eine Schicht dicht an einander gefügter kleinerer Hypodermiszellen über, welche die sog. Augenplatte darstellen, indem sie das Material für die Facettenaugen liefern.

Die Mundöffnung wird bereits von der Oberlippe überwölbt, welche Anfangs bei *Lepisma* eine kleine, vollkommen ungetheilte, einfache Platte darstellt. Die Antennen sind lateralwärts und nach hinten gerichtet. Die Ganglien des Antennensegmentes (*De*) treten sehr deutlich hervor, sie besitzen annähernd die gleiche Größe wie die Ganglienanlagen des Protencephalum. Es folgen die etwas kleineren Ganglien des Tritencephalum (*Trc*) und darauf die drei Kiefersegmente. Letztere sind sämmtlich bereits im Besitze von deutlich ausgebildeten Extremitäten.

Bei einem Vergleiche der beiden Maxillenpaare mit den Thoraxbeinen (Fig. 20), fällt sogleich eine unverkennbare Ähnlichkeit in dem äußeren Habitus der genannten Anhänge auf. Gerade wie die Thoraxbeine nach hinten und ventralwärts gerichtet sind, so ist dies

auch bei den Tasterpaaren der vorderen und hinteren Maxillen der Fall. Es kann wohl kein Zweifel sein, dass die Palpi maxillares dem Stamm, d. h. dem gesammten distalen Abschnitte einer Thoraxextremität, entsprechen. Die Lobi oder späteren Ladentheile der Maxillen sind in diesen Stadien erst als sehr kleine unscheinbare Vorsprünge erkennbar, welche medialwärts an der Basis der Taster hervorzuwuchern.

Im Abdomen kommen in Gestalt flacher rundlicher Höckerchen gleichfalls Extremitäten zur Anlage. Zunächst hat dies allerdings nur für die ersten sechs Hinterleibssegmente Gültigkeit, denn der darauf folgende Abdominalabschnitt bleibt, wie Fig. 4 erkennen lässt, einstweilen völlig ungegliedert.

Betrachtet man nun das Hinterende des Abdomens, so zeigt sich, dass daselbst drei Fortsätze entstanden sind. Die beiden ventralwärts gelegenen lateralen entsprechen den bei vielen Insektenkeimstreifen, z. B. bei den von *Phyllodromia* vorkommenden »Schwanzlappen«. Zwischen ihnen (Fig. 4 *SlI*) und dem weiter dorsal befindlichen, medialen Schwanzlappen (*SlD*) ist die Afteröffnung sichtbar. Das Vorderende des dorsalen Schwanzlappens geht kontinuierlich in das Amnion über.

Erst wenn die Entwicklung des Embryo weitere Fortschritte gemacht hat, wenn die Antennen und Maxillartaster zu Anhängen von beträchtlicher Länge geworden sind und die Thoraxbeine des mangelnden Raumes wegen gezwungen sind, sich nach innen (medialwärts) einzukrümmen (Fig. 17), wird auch am Hinterende des Körpers die Segmentirung zum Abschluss geführt.

Zehn deutliche Abdominalsegmente mit wohl ausgeprägten Gliedmaßenanlagen sind alsdann ohne Schwierigkeit nachzuweisen. Zwei weitere Abschnitte, die eine besondere Besprechung noch verdienen, haben fernerhin, und zwar größtentheils aus dem in den drei hinteren Schwanzlappen enthaltenen Bildungsmaterial sich differenzirt.

Der vordere dieser am Körperende entstandenen Abschnitte ist das elfte Abdominalsegment. Dasselbe besitzt eine kleine vor dem After gelegene Sternitanlage (Fig. 8 *Stern₁₁*), innerhalb welcher das letzte Ganglion des Bauchmarkes zur Entwicklung gelangt. Als das zugehörige Tergit des betreffenden Segmentes hat man den mittleren dorsalen der drei Fortsätze anzusehen, in welche das Abdomen ausgeht. Dieser Fortsatz (Fig. 8 *cd*), der aus dem bereits vorhin erwähnten dorsal von der Afteröffnung gelegenen Schwanzlappen entstanden ist, gestaltet sich später zum mittleren Schwanzfaden um

(Fig. 14 *cd*). Selbstverständlich ist hierbei, dass man sich nicht den Schwanzfaden in toto als Rückenplatte des elften Abdominalsegmentes vorzustellen hat, sondern dass der Schwanzfaden nur eine fadenförmige hintere Verlängerung der kleinen elften Rückenplatte darstellt.

Außer dem schmalen Sternit und dem Tergit besitzt nun das elfte Abdominalsegment auch noch zwei auf Gliedmaßen zurückzuführende Anhänge. Diese letzteren sind in den beiden lateralen Hinterleibsfortsätzen zu erblicken, welche in jeder Hinsicht den Cerci der Orthopteren entsprechen. Als solche mögen sie auch bezeichnet werden. Bei *Lepisma* sind die Cerci, welche später zu den seitlichen Schwanzfäden werden (Fig. 8 und Fig. 17 *cerc*) von Anfang an nach hinten gewendet, sie entstehen aus den beiden lateralen Schwanzlappen.

Entfernt man die soeben genannten drei, dem elften Abdominalsegmente zuzurechnenden Anhänge, so trifft man an ihrer Basis drei weitere kleine Höcker an, welche die Afteröffnung unmittelbar umrahmen und als die Bestandtheile des Analabschnittes (Endsegmentes) aufzufassen sind.

Der dorsale Höcker, die *Lamina supraanalis*, liegt unterhalb resp. ventralwärts von dem mittleren Schwanzfaden. Die beiden *Laminae subanales* sind etwas größer, sie befinden sich vor und zu den Seiten der Afteröffnung (Fig. 8 *lam.sub.*).

In entsprechender Weise treten jetzt auch die an der Mundöffnung gelegenen Wucherungen des Oralsegmentes viel stärker hervor. Die Oberlippe wird bedeutend größer und bekommt an ihrem hinteren Rande eine mediane Einkerbung (Fig. 17).

Die weiteren Entwicklungsvorgänge bis zum Ausschlüpfen.

Bei der Besprechung der Segmentirung habe ich die Form des Keimstreifens im Ganzen unberücksichtigt gelassen. Der letztere ist nicht mehr wie in früheren Stadien einfach halbkreisförmig oder hakenförmig gekrümmt, sondern die vordere Körperpartie, Kopf, Thorax und die ersten Abdominalsegmente sind nahezu vollständig gerade gestreckt.

Statt dessen hat sich aber jetzt im Bereiche des Abdomens eine Einknickung geltend gemacht, welche bewirkt, dass die, wieder in einer Ebene liegenden, hinteren Abdominalsegmente taschenmesserförmig nach vorn umgeklappt sind.

Der Ort, an welchem sich die Einknickung des Abdomens vorfindet, ist nicht bei allen Embryonen übereinstimmend. Sehr häufig

folgt die Umbiegung auf eines der vorderen, etwa auf das zweite oder dritte Abdominalsegment, und das distale Ende der mittleren Schwanzborste reicht dann bis zur Oberlippe. In anderen Fällen dagegen befindet sich, wie Fig. 17 zeigt, die Einknickung weiter hinten, so dass das umgebogene Abdominalende sich natürlich auch dann nicht so weit nach vorn erstreckt. Fig. 17 lässt ferner eine bei zahlreichen Embryonen vorhandene, etwas asymmetrische Stellung des Abdominalendes zur Längsachse des Körpers erkennen. Überhaupt ist es bemerkenswerth, dass gerade während der Entwicklung von *Lepisma* sehr häufig kleine individuelle Variationen und Abweichungen zu Tage treten, die indessen sämmtlich von einer mehr untergeordneten Bedeutung sind.

Wenn die Körpersegmentirung in der im vorigen Abschnitt geschilderten Weise sich vollzogen hat, so öffnet sich der Amnionporus. Man wird annehmen dürfen, dass die Öffnung, welche plötzlich erfolgt und daher eine etwas gewaltsame zu sein scheint, wohl durch den Druck der in der Amnionhöhle befindlichen Amnionflüssigkeit verursacht oder wenigstens unterstützt wird.

Die in dieser Höhlung sich ansammelnde Flüssigkeit muss jedenfalls einen Druck auf die umgebenden Wandungen ausüben, und da der *Locus minoris resistentiae* in den letzteren sich an dem Amnionporus befindet, findet gerade hier der Durchbruch statt, wobei die *Serosa* zur Seite gedrängt wird.

Die *Serosa* zieht sich hierauf nach der Dorsalseite und dem Vorderende des Eies zusammen. Die Amnionflüssigkeit kann ungehindert abfließen und vertheilt sich in dem Raum zwischen Eioberfläche und der von der *Serosa* producirten Chitinmembran. Das Amnion stülpt sich hervor, indem es der *Serosa* folgt und an Stelle dieser die Bekleidung des Nahrungsdotters übernimmt.

Bei diesen Vorgängen ist auch der vordere Theil des Embryonalkörpers an die Eioberfläche gelangt. Der hintere Körpertheil bleibt dagegen in dem Dotter zurück. Fig. 15 stellt ein *Lepismaei* in diesem Stadium dar. Man erkennt, wie der Embryo von den Rändern des weit geöffneten Amnionporus (*ser*) gleichsam wie von einem Rahmen umgeben wird.

Die aus den charakteristischen großen Zellen mit umfangreichen Kernen bestehende *Serosa* zieht sich jetzt stark zusammen. In Fig. 13 ist sie bereits auf den vorderen Theil der dorsalen Eifläche beschränkt. In Fig. 19 hat sie sich schon zu einem kleinen zelligen Säckchen umgestaltet, welches in den Dotter einsinkt, um dort alsdann resor-

birt zu werden. Ein Vergleich zwischen den beiden genannten Figuren zeigt ferner recht deutlich wie verschieden in diesen Stadien die Lage der Embryonen im Ei sein kann. Fig. 13, welche einem etwas jüngeren Stadium entspricht, wie aus der noch nicht so weit fortgeschrittenen Zusammenziehung der serösen Hülle hervorgeht, lässt einen Embryo erkennen, dessen Körper schon einen beträchtlichen Theil der Eioberfläche bedeckt, während in Fig. 19 der Embryo sich in der Mitte des Eies, zum großen Theil noch innerhalb der Dottersubstanz befindet.

Die weitere Entwicklung spielt sich ziemlich einfach in der Weise ab, dass das Vorderende des Embryo zum Vorderende des Eies hinwächst, und dass die dorsalen Körperländer den Dotter allmählich umgeben und einschließen. Die ventrale Krümmung des Embryo erleidet hierbei keine Änderung, sie bleibt bei *Lepisma* bis zum Ausschlüpfen erhalten. Diese Krümmung tritt, sobald die Umwachsung des Dotters beendet ist, noch sehr viel charakteristischer hervor (Fig. 18) und entspricht dann völlig der ventralen Krümmung, welche zahlreiche andere Insektenembryonen, z. B. diejenigen der Forficuliden, Libelluliden u. A., in diesen Stadien erkennen lassen.

Während des allmählichen Verschlusses der Körperländer, welcher in der dorsalen Mittellinie, in der Richtung von hinten nach vorn sich vollzieht, prägt sich die Körperform des Thieres immer deutlicher aus. Ich will hier nicht auf die Details der Entwicklung eingehen, sondern bemerke nur, dass sich die Bildung der einzelnen Körpertheile, z. B. des Hypopharynx, der Mundwerkzeuge durchaus an den bei Orthopteren bekannten Typus anschließt.

Eine Erwähnung verdient vielleicht noch das Verhalten der im Abdomen zur Entwicklung gelangten Extremitätenanlagen. Unter diesen zeichnet sich das erste Paar allen anderen gegenüber durch bedeutendere Größe aus, die folgenden Paare sind annähernd gleich groß bis zu demjenigen des zehnten Abdominalsegmentes, welches das kleinste ist.

Am ersten Abdominalsegment weisen die Gliedmaßenanlagen zur Zeit, wenn der Körper aus der Amnionhöhle tritt, eine ringförmige Einschnürung auf, durch welche eine kleine distale Kuppe von einem Basalabschnitt abgetrennt wird. Die erstere besteht aus großen blassen Zellen mit etwas schwächer sich tingirenden Kernen (Fig. 3 *abcd*), während der Basalabschnitt die gewöhnlichen Ektodermzellen enthält (*abx₁*).

Es zeigt sich hiermit, dass die bei anderen Insektenembryonen,

insbesondere bei Orthopteren, am ersten Abdominalsegment vorkommenden eigenthümlich modificirten Anhänge, die sog. »Pleuropodia«, bei *Lepisma* gleichfalls vorhanden sind. Verglichen mit den entsprechenden Gebilden bei anderen Insekten sind aber die fraglichen Anhänge bei *Lepisma* nur recht wenig ausgebildet. An den hinteren Abdominalsegmenten werden sie vermisst.

Das weitere Verhalten der Abdominalanhänge erinnert bei *Lepisma* ebenfalls an dasjenige der Orthopteren. Die Extremitätenanlagen werden, wenn die Körperränder nach der Dorsalseite emporrücken, in der Querachse des Körpers allmählich ausgedehnt, dabei werden sie natürlich immer flacher und liefern schließlich die Seitentheile der Abdominalsternite. Noch längere Zeit hindurch zeigen sich die hinteren Ränder der letzteren stärker verdickt, ein Zeichen, dass dort die Extremitätenhöcker eingeschmolzen sind.

Die Abflachung der Abdominalextrimitäten geht am stärksten in den vorderen Partien des Abdomens vor sich, weil dort das größte Dotterquantum überwachsen werden muss. Am Hinterende dagegen, wo sich weniger Dottersubstanz vorfindet, werden dem entsprechend auch die Extremitätenhöcker weniger stark ausgedehnt.

Es erklärt sich hiermit, dass man die genannten Verdickungen stets ganz besonders deutlich am neunten Abdominalsegmente ausgebildet findet, und dass sie, wenngleich etwas schwächer, auch an dem achten Segmente hervortreten. An diesen beiden Hinterleibsegmenten erhalten sich die Verdickungen bis zum Ausschlüpfen.

Das zehnte Sternit sowie das kleine, nur durch die das Mittelfeld ausfüllende Ganglienanlage dargestellte elfte Sternit gehen zu Grunde. Das elfte Tergit bleibt erhalten. Ich habe schon oben hervorgehoben, dass es sich in den mittleren Schwanzfaden fortsetzt. Untersucht man denselben genauer, so wird man regelmäßig vorn an der Basis desselben eine kleine plattenförmige Verbreiterung antreffen. Diese letztere stellt die eigentliche Rückenplatte oder das elfte Tergit dar, welches bedeutend schmaler als die vorhergehenden Tergite ist. Im Übrigen ist aber das elfte Tergit den anderen Rückenplatten vollkommen gleichwerthig und gerade wie diese durch eine deutliche intersegmentale Verbindungshaut von dem vorhergehenden abgesetzt.

Am Schlusse der Embryonalentwicklung entsteht noch am Kopfe ein cuticularer Eizahn. Derselbe erhebt sich in der Medianlinie des Clypeus, etwas vor und zwischen den Antennen (Fig. 14 *Ez*). Die Seitentheile des Clypeus, welche nach vorn konvergiren, sind

mit einer festeren Chitinschicht versehen und bilden an dem vorderen Ende, an welchem sie zusammenstoßen, eine zahnartige, nach vorn gewendete Chitinspitze, die zum Öffnen der Eischale dient. Der Zahnfortsatz geht ventralwärts in eine Chitinleiste aus, die in der Medianlinie über den Clypeus sich hinzieht.

Trotz seiner Kleinheit ist der Eizahn von *Lepisma* seiner bräunlichen Färbung wegen leicht zu erkennen.

Der Bau der jungen Larve.

Wenn die Embryonalentwicklung, die bei *Lepisma* mehrere Wochen in Anspruch nimmt, beendet ist, so kriecht die junge Larve aus. Das Chorion wird beim Ausschlüpfen am Vorderende des Eies aufgebrochen, so dass dort eine kleine, annähernd kreisrunde Öffnung entsteht, die gerade weit genug ist, um der Larve den Austritt zu gestatten.

Das junge *Lepisma* ist von weißlicher Färbung. Die zarte Körpercuticula ist nackt, d. h. nur mit einigen wenigen Chitinhaaren und Borsten besetzt, trägt aber noch nicht das bekannte Schuppenkleid. Die Augen sind Anfangs noch wenig gefärbt, werden aber nach einiger Zeit dunkel.

Ziemlich behende läuft das junge Thierchen umher und sucht sich, da es bereits eben so lightscheu wie im erwachsenen Zustande ist, sogleich einen entsprechenden Schlupfwinkel. Dort halten sich die Larven mehrere Tage hindurch verborgen. Eine Nahrungsaufnahme findet während dieser Zeit nicht statt. Der Mitteldarm ist noch prall mit Dottermaterial angefüllt, welches für die Ernährung vollständig ausreichend ist. Ich habe in diesem Zustande eine Larve sechs Tage hindurch gehalten und beobachtet. Nur wenn das Thier aufgestört wurde, suchte es rasch zu entfliehen, hielt sich sonst aber fast gänzlich unbeweglich.

Am siebenten Tage trat die erste Häutung ein. Erst bei dieser Gelegenheit wurde bei dem Abstreifen der embryonalen Cuticula, die das Thier bisher getragen hatte, auch der Eizahn abgeworfen. Schuppen waren nach der Häutung auch noch nicht vorhanden, und der Mitteldarm enthielt noch ziemlich reichlichen Dotter.

Die Organisation der aus dem Ei geschlüpften jungen Larve unterscheidet sich noch in verschiedener Hinsicht von derjenigen des erwachsenen Thieres. Schon in der äußeren Körperform kommt dies zum Ausdruck (Fig. 14).

Die Seitentheile der thorakalen Rückenschilder sind noch nicht

verbreitert und ventralwärts umgeschlagen. Das zehnte Abdominalgit entspricht in seiner Gestalt den vorhergehenden, während es später in eine nach hinten gewendete Platte sich verlängert. Die Lamina supraanalis ist noch ein kleiner, hinten einfach abgerundeter Fortsatz. Das neunte Abdominalsternit ist noch ungetheilt.

Die Zahl der Antennenglieder beträgt in diesen Stadien 22, die Cerci (seitlichen Schwanzfäden) setzen sich aus 10, der mittlere Schwanzfaden aus 14 Gliedern zusammen.

An den Beinen sind bereits Coxa, Trochanter, Femur, Tibia und ein zweigliedriger Tarsus zu unterscheiden. Die Tibia trägt am distalen Ende einen kleinen Fortsatz, der Tarsus geht in drei Endkrallen aus, von denen die mittlere die kürzeste ist. An den Maxillartastern sind fünf, an den Labialtastern drei Glieder zu unterscheiden.

Die Styli.

Auch in anderer Hinsicht steht die Organisation der Larve in diesen Stadien noch auf einer unvollkommenen Entwicklungsstufe. So fehlen beispielsweise die bei den Imagines und älteren Larven von *Lepisma* am achten und neunten Abdominalsegment vorhandenen Styli.

Betrachtet man nun bei einer jungen Larve den Hinterrand der Bauchplatten in den beiden hinteren Segmenten unter Anwendung einer stärkeren Vergrößerung, so wird man in den lateralen Theilen, ungefähr an den Stellen, an welchen später die Styli sich erheben, kleine zellige Verdickungen bemerken. Die dicht an einander gedrängten Hypodermiszellen bilden an diesem Orte einen kleinen nach hinten gerichteten Vorsprung. Am neunten Segmente sind diese Vorsprünge noch etwas deutlicher ausgebildet, als am achten, sie tragen je eine kräftige Borste (Fig. 9 *hyp*₈ u. *hyp*₉). Die vorhergehenden Segmente sind in entsprechender Weise mit einer Chitinborste an der betreffenden Stelle versehen, die daselbst befindliche Hypodermisverdickung ist indessen nur äußerst schwach.

Die an der erwähnten Stelle befindlichen Hypodermisverdickungen hat man als letzte Überreste der in die Bauchplatten eingeschmolzenen Abdominalgliedmaßen aufzufassen. Ich habe schon oben hervorgehoben, dass letztere die Seitentheile der Sternite bilden, und dass gerade der verdickte Hinterrand der Bauchplatten noch längere Zeit hindurch an diese Entstehungsweise erinnert.

Am achten, besonders aber am neunten Abdominalsegment waren diese Verdickungen, wie bereits erwähnt, von vorn herein am deut-

lichsten, und sie haben sich hier sogar bis nach dem Ausschlüpfen erhalten.

Nach der ersten Häutung trifft man am Körperende noch ein sehr ähnliches Verhalten an. Die mediane Partie des neunten Sternites ist schmaler geworden, die Seitentheile reichen weiter nach hinten und gehen in eine kleine Spitze aus, welche von dem vorhin erwähnten Vorsprung eingenommen wird.

In noch etwas späteren Stadien entsteht unmittelbar an der lateralen Seite dieses Vorsprunges der Stylus. Letzterer entspringt in einer kleinen Vertiefung und ist ungegliedert. An seine Basis tritt ein Bündel der ventralen Längsmuskeltzüge heran, so dass er bewegt werden kann, wie dies schon durch frühere Untersuchungen für verschiedene Thysanuren festgestellt wurde.

Am achten Segmente sind zu dieser Zeit die Styli noch nicht vorhanden. Die betreffende Stelle ist aber noch deutlich durch einige Chitinborsten markirt. Erst später kommt es daselbst zur Bildung der Styli, welche gerade wie im neunten Segmente ebenfalls aus Hypodermisverdickungen hervorgehen.

Die Styli von *Lepisma saccharina* entstehen also erst längere Zeit nach dem Ausschlüpfen aus dem Ei. Sie entwickeln sich aus einer Körperpartie, welche unmittelbar aus den embryonalen Gliedmaßenanlagen hervorgegangen ist.

Die Entwicklung des Mesoderms.

Die Mesodermentwicklung bietet bei *Lepisma* im Vergleich zu derjenigen höherer Insekten kaum irgend welche nennenswerthen Unterschiede dar, so dass sie hier nur in Kürze behandelt werden soll.

Bei einer Betrachtung des in Fig. 2 dargestellten Keimstreifens zeigt sich bereits die Mesodermischiebt in Form einer einfachen Zellenlage, die zwischen das theilweise schon mehrschichtige Ektoderm und den Dotter sich einschiebt. Da der Embryonalkörper in diesen Stadien eine stark ausgeprägte ventrale Krümmung besitzt, so erklärt es sich, dass das Mesoderm bei einer Betrachtung von der Ventralseite am Rande der eingekrümmten Seitentheile des Keimstreifens erscheint.

Fertigt man Schnitte an (Fig. 5), so ergibt sich weiter, dass das Mesoderm (*mes*) mit Ausnahme der vordersten Körperpartie nur in den Seitentheilen des Körpers sich noch vorfindet. Ein ähnliches Verhalten lässt sich auch bei anderen Insekten beobachten und

pfllegt stets der Zertheilung des Mesoderms in Ursegmente voranzugehen.

Die Bildung der letzteren findet bei *Lepisma* statt, sobald es zur Ausbildung der Segmente und vor Allem der Gliedmaßen kommt. Wenn bei Anlage der Gliedmaßenhöcker das Ektoderm sich vorwölbt, so folgt die Mesodermschicht und kleidet in Form eines Säckchens die Extremitätenhöhle aus. Durch Überwachsung von den dorsalen Rändern her schließt sich hierauf allmählich die zellige Wand des Mesodermsäckchens, womit das Ursegment dann fertig gestellt ist. Die Anlage der Cölomsäckchen schreitet gerade wie die der Extremitäten in der Richtung von vorn nach hinten vor.

Vergleicht man die Bildung der Cölomsäckchen von *Lepisma* mit derjenigen von Blattiden, z. B. von *Phyllodromia*, so ist die Übereinstimmung in beiden Fällen eine recht augenfällige. Wie ich schon früher ausführlich geschildert habe, werden auch bei *Phyllodromia* zunächst nur weite, sackförmige Mesodermdivertikel angelegt, die erst später einen dorsalen Abschluss gewinnen. Die Gestalt der Ursegmente stimmt bei den beiden genannten Insekten derartig überein, dass namentlich in frühen Stadien die Ähnlichkeit eine geradezu frappante ist. Unter diesen Umständen glaube ich darauf verzichten zu können, von der Mesodermentwicklung von *Lepisma*, abgesehen von der Fig. 1, noch Abbildungen zu geben und verweise auf die früher von mir für *Phyllodromia* (diese Zeitschr. Bd. LIII, Taf. XVIII, Fig. 3—7) gegebene Darstellung, wobei ich nur zu bemerken brauche, dass die Cölomsäckchen von *Lepisma* ein wenig stärker abgeplattet sind.

Da die Körpersegmentirung von *Lepisma* sich erst spät auf den hintersten Abdominaltheil erstreckt, so bleibt dort zunächst immer noch eine größere Mesodermanhäufung ungetheilt zurück. Dieselbe ist in der linken Hälfte des in Fig. 1 dargestellten Sagittalschnittes zu erkennen.

Regelmäßig beobachtet man, dass gerade an dieser Stelle einige Mesodermzellen zerfallen, in den Dotter einsinken und zu Grunde gehen. Die sich auflösenden Körperzellen, die gelegentlich übrigens auch an anderen Punkten des Keimstreifens nachzuweisen sind, entsprechen den von mir (95 a) bei Orthopteren beschriebenen Paracyten. Die Degenerationserscheinungen sind in beiden Fällen ganz ähnliche.

Die am Hinterende gelegene Ansammlung von Mesodermzellen liefert später die in die Schwanzborsten und Afterklappen eintreten-

den mesodermalen Bestandtheile, und es betheiligen sich diese Zellen ferner noch an der Bildung der Muskelschichten des Enddarmes.

Im Kopf findet sich außer den Cölomsäckchenpaaren des Antennensegmentes und der drei Kiefersegmente noch eine deutlich abgesetzte paarige Mesodermanhäufung im Vorkiefersegmente. Drei thorakale und zehn abdominale Mesodermisäckchen sind ohne Schwierigkeit nachzuweisen. Ob im elften Abdominalsegment Ursegmente noch zur Entwicklung gelangen, habe ich leider nicht feststellen können. Da aber auch bei *Phyllodromia* die rudimentären Cölomsäckchen im elften Segmente nur ganz kurze Zeit hindurch sich erhalten, so ist es immerhin nicht unwahrscheinlich, dass ein ähnliches Verhalten auch für *Lepisma* zutrifft.

Die weitere Differenzirung der Ursegmente, die Entstehung der Muskeln, des Fettkörpergewebes, des Herzens, der Blutzellen etc. behandle ich hier nicht im Einzelnen. Mit den schon bekannten Entwicklungserscheinungen von Orthopteren zeigt *Lepisma* in dieser Hinsicht eine sehr große Übereinstimmung.

Die mesodermalen Gewebe sind bei dem Ausschlüpfen der jungen Larve sämtlich bereits fertig gestellt. Die Fettkörper, resp. das diesem entsprechende Bindegewebe, zeigt sich besonders stark im Thorax entwickelt, wo es den noch engen Vorderdarm umhüllt. Die bei Orthopteren im Fettkörper vorkommenden Oenocyten fehlen bei *Lepisma*.

Das Herz reicht vorn bis in den Mesothorax, seine hintere Verlängerung lässt sich bis in den mittleren Schwanzfaden hinein verfolgen. die Aorta erstreckt sich, vorn dem Ösophagus aufgelagert, bis in den vorderen Kopfabschnitt.

Das Nervensystem.

Unter den ektodermalen Organsystemen verdient besonders das Nervensystem eine Besprechung. Seine Anlage vollzieht sich bei *Lepisma* bereits frühzeitig.

Schon bei dem in Fig. II dargestellten Keimstreifen ist eine schwach ausgeprägte, zwischen den Extremitätenanlagen gelegene mediane Vertiefung sichtbar, die durch eine etwas hellere Färbung auffällt und den Ort kennzeichnet, an welchem später die Ganglien entstehen.

Die Ganglienzellen werden bei *Lepisma* gerade wie bei den Orthopteren von großen Neuroblasten gebildet, die in den Neural-

wülsten zur Seite der tiefen und schmalen Neuralrinne auftreten. Ein in der Entwicklung begriffenes Abdominalganglion, an welchem die Neuroblasten zu erkennen sind, zeigt Fig. 3 (*nbl*), die Zahl der auf einem Querschnitt getroffenen Neuroblasten beträgt durchschnittlich etwa vier bis fünf.

In der Entwicklung der Punktsubstanz, der Kommissuren, des Mittelstranges etc. treten bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten nicht hervor. Erwähnenswerth ist indessen bei *Lepisma* eine unvollkommene Umwachsung der Punktsubstanz von Seiten der Ganglienzellen in den einzelnen Bauchmarkganglien.

Während bei den höheren Insekten die bekanntlich stets dorsalwärts entstehende Punktsubstanz ringsum von Ganglienzellen später umwachsen wird, so verhält sich *Lepisma* — gerade wie auch andere Thysanuren — in dieser Hinsicht etwas abweichend. Die Punktsubstanz tritt auch hier dorsalwärts auf, die Ganglienzellen schieben sich aber nicht über sie hinweg, sondern bleiben größtentheils an der Ventralseite des Ganglions zurück. Ein dünnes Neurilemm, welches das ganze Ganglion einschließt, dient fast allein als Grenze für die dorsal gelegene weiße Substanz (Fig. 6).

Eine Ausnahme machen in dieser Hinsicht nur diejenigen Ganglienzellen, welche dem Mittelstrang angehören und von dem Boden der medianen Neuralrinne herkommen. Letztere gelangen bis zur Dorsalseite und bilden in ihrer Gesamtheit einen median gelegenen dunkeln Streifen, der durch die ganze Länge des Bauchmarkes sich hinzieht und bei Betrachtung eines solchen in toto sogleich ins Auge fällt (Fig. 14).

Erwähnenswerth ist ferner die geringe Entwicklung der Längskommissuren. Wenn das junge *Lepisma* das Ei verlässt, so bildet das ganze Bauchmark einen kontinuierlichen Strang. Von eigentlichen Kommissuren kann man noch nicht reden. Die Ganglien stehen in Verbindung, indem sie sich beinahe unmittelbar an einander schließen. Erst in späteren Stadien wird namentlich in den vorderen Körperpartien die Trennung eine deutlichere.

Unter den Ganglienanlagen des Kopfes fallen während der Embryonalentwicklung besonders die Antennenganglien durch ihre Größe und Selbständigkeit auf. Im Abdomen treffen wir elf Ganglien an, sie sind in Fig. 10 dargestellt. Die Anlage eines elften Abdominalganglions, dessen Existenz ich bereits bei Orthopteren nachgewiesen hatte, ist bei *Lepisma* besonders deutlich, obwohl es nicht ganz die Größe des vorhergehenden Bauchganglions erreicht.

Die hinteren Abdominalganglien (achtes bis elftes) verschmelzen später bei der Konzentration der Bauchkette zu einem größeren Ganglion, das bei den eben ausgeschlüpften Larven im achten Hinterleibssegment liegt (Fig. 9 und 11). Später rückt es weiter nach vorn. Das abdominale Bauchmark besteht demgemäß bei *Lepisma* aus acht Ganglien.

Auf die Entwicklung des Gehirns und der Sinnesorgane gehe ich nicht im Speciellen ein. Zu bemerken sind vier große lappenförmige Anhänge, die am Protencephalum entstehen und nach hinten gerichtet sind. Sie bestehen nur aus Ganglienzellen, enthalten also im Innern keine Punktsubstanz. Derartige Anhänge pflegen bei den Orthopteren nicht entwickelt zu sein.

Als Bestandtheile des Eingeweidenervensystems werden das Ganglion frontale, sowie einige Schlundganglien vom Vorderdarm aus angelegt. Dieselben sind bei dem in Fig. 10 dargestellten Schnitt getroffen worden.

Die Tracheen.

Das Tracheensystem gelangt bei *Lepisma* spät zur Entwicklung. Erst zur Zeit, wenn der Körper aus dem Dotter hervortritt, konnte ich Tracheeneinstülpungen nachweisen.

Außer dem Meso- und Metathorax sind die ersten neun Hinterleibssegmente im Besitz von Stigmen. Auch am zehnten Abdominalsegment habe ich an der betreffenden Stelle eine kleine Anhäufung von Hypodermiszellen gefunden, welche höchst wahrscheinlich einem rudimentären Stigma entsprechen dürfte.

Da *Lepisma* im erwachsenen Zustande nur zehn Stigmenpaare besitzt, ich stütze mich auf die Angaben von GRASSI (88), so muss später eine Rückbildung der Stigmenanlagen im neunten Abdominalsegmente stattfinden.

Bei den jungen Larven kurz nach dem Ausschlüpfen kann man die Tracheeneinsenkung im neunten Abdominalsegment noch deutlich erkennen, sie ist bei der in Fig. 11 (*St₁₁*) gegebenen Abbildung dargestellt worden. Das betreffende Stigma tritt ferner an dem in Fig. 18 abgebildeten Embryo hervor. An Schnitten zeigt sich das neunte Abdominalstigma als kleine grubenförmige Hypodermiseinsenkung.

Offenbar kommt bei *Lepisma* in dem Auftreten von Stigmenanlagen hinter dem achten Abdominalsegment noch ein primitives

Verhalten zum Ausdruck, welches bei den höher stehenden Insekten bereits vermisst wird.

Bei den Orthopteren habe ich wenigstens immer nur zehn Paar von Tracheeneinstülpungen nachweisen können, doch ist zu bemerken, dass von CHOLODKOVSKY (91) auch für Phyllodromia das Vorhandensein eines embryonalen neunten Bauchstigmenpaares angegeben worden ist.

Die Genitalorgane.

Die ersten Spuren der späteren Fortpflanzungsdrüsen lassen sich bereits bei ganz jungen Lepismakeimstreifen erkennen. Ungefähr in der Zeit, in welcher die Embryonalanlage in den Dotter sich einzusenken beginnt, bemerkt man am Hinterende derselben einen höckerartigen Vorsprung (Fig. 2 *gz*).

Untersucht man diesen Vorsprung an Schnitten, so zeigt sich, dass er aus Zellen zusammengesetzt ist, welche von der oberflächlichen (Ektoderm-) Schicht sich bereits vollkommen abgelöst haben.

Diese Zellen hat man als Genitalzellen aufzufassen, sie unterscheiden sich von den gleichfalls schon zur Absonderung gelangten Mesodermzellen, mit denen sie in direktem Zusammenhang stehen, durch ihre ein wenig größeren Kerne, die sich besonders noch durch einen etwas geringeren Gehalt an Chromatin auszeichnen. Die Kerne der Geschlechtszellen erscheinen aus diesem Grunde etwas heller, diejenigen der Mesodermzellen dagegen dunkler.

Dieselbe Eigenthümlichkeit tritt uns bei den Geschlechtszellen zahlreicher Orthopteren (Periplaneta, Gryllus), häufig sogar noch in weit stärkerem Maße, entgegen. Auch dort finden sich in frühen Stadien die Genitalzellen an der gleichen Stelle wie bei Lepisma, d. h. am hintersten Körperende, und sie unterscheiden sich ebenfalls hauptsächlich durch hellere Färbung von den angrenzenden Körperzellen.

Bei Lepisma ist der hervorgehobene Unterschied nicht schwer festzustellen, so lange die Genitalzellen noch in größerer Menge am Hinterende zusammengedrängt sind. In späteren Stadien dagegen, wenn die Genitalzellen sich zerstreuen und einzeln, zwischen und neben den Mesodermzellen nach vorn wandern, wird die Unterscheidung eine bedeutend schwierigere.

Da die Genitalzellen abgesehen von dem geringfügigen Unterschied in der Färbung der Kerne im Gegensatz zu den Mesodermzellen leider nicht merklich durch Größe oder sonstige Eigenschaften

ausgezeichnet sind, so erklärt es sich, dass die Wanderung der Geschlechtszellen, die sich bei Orthopteren vielfach mit aller Klarheit verfolgen lässt, bei *Lepisma* nur mit großer Schwierigkeit nachzuweisen ist.

Obwohl also *Lepisma* in dieser Hinsicht für das Studium der Genitalorgane kein günstiges Objekt darstellt, so habe ich mich doch an mehreren Präparaten davon überzeugt, dass die Wanderung der Geschlechtszellen sich ganz ähnlich wie bei den Orthopteren vollzieht. Stets gelangen die Geschlechtszellen an die dorsalen Ursegmentwandungen, dringen in dieselben ein und bilden zusammen mit den Mesodermzellen der letzteren die Genitalfollikel. Ein Eindringen der Genitalzellen in das Cölom, wie dies bei *Phyllodromia* der Fall zu sein pflegt, habe ich nicht bemerkt. Anscheinend besitzt *Lepisma* in dieser Beziehung eine größere Übereinstimmung mit *Periplaneta*.

Die Genitalfollikel, welche sich aus der ursprünglich in jeder Körperhälfte einen zusammenhängenden Strang darstellenden Geschlechtsanlage differenzieren, sind, während der Embryo den Dotter umwächst, bereits deutlich als solche erkennbar.

Es kommen beim Weibchen fünf Paar Geschlechtsfollikel zur Entwicklung, die in weiten Abständen von einander liegen und in segmentaler Anordnung auf das zweite bis sechste Abdominalsegment vertheilt sind. Sie sind dem Hinterrand der betreffenden Segmente genähert, nur das letzte Paar liegt in der Mitte seines Segmentes.

Beim Männchen bilden sich die Hodenfollikel im vierten bis sechsten Abdominalsegment aus. Die Follikel sind hier zu Doppelpaaren vereinigt, d. h. an jeder Körperseite trifft man in den betreffenden Segmenten zwei Hodenfollikel an, die durch selbständige Ausführungsgänge mit dem langgestreckten Vas deferens zusammenhängen.

Die Gesamtzahl der Hodenfollikel beträgt somit beim Männchen zwölf, die der Eiröhren beim Weibchen zehn. Noch beim Ausschlüpfen ist die Vertheilung der Genitalfollikel in der angegebenen Weise eine deutlich erkennbare. Später gewinnen die Geschlechtsdrüsen beträchtlich an Umfang und rücken wohl auch durch relative Verkürzung des sie verbindenden Ausführungsganges näher zusammen, so dass ihre regelmäßige paarweise Vertheilung auf je ein Körpersegment verwischt wird.

Der Inhalt der Genitalfollikel besteht aus Epithelzellen, die zu meist der Wand anliegen und aus den eigentlichen, mehr im Inne-

ren befindlichen Geschlechtszellen. Diese letzteren sind bei jungen Larven sämtlich noch von fast gleicher Größe, eine Differenzierung hat noch nicht stattgefunden. Die Ausbildung der Eizellen, welche bei den Blattiden schon während der Embryonalzeit beginnt, findet also bei *Lepisma* erst während der postembryonalen Entwicklung statt. Am dorsalen Ende gehen die Epithelzellen der Eiröhre in Endfäden über. Dieselben fehlen, wie auch OUDEMANS (88) richtig hervorhebt, bei *Machilis* und sind meines Wissens überhaupt noch nicht bei Thysanuren bisher festgestellt worden. An den Hodenfollikeln, bei denen Endfäden fehlen, wird frühzeitig eine Tunica propria ausgebildet.

Die Ausführungsgänge der Genitaldrüsen.

Die mesodermalen Geschlechtsgänge (Vas deferens resp. Oviduct) entstehen wie bei den Orthopteren aus den medial gelegenen Abschnitten der dorsalen Ursegmentwände.

Die Genitalgänge reichen beim Männchen ursprünglich bis in das zehnte, beim Weibchen bis in das siebente Abdominalsegment. In diesen Segmenten gestalten sich die Cölomsäckchen zu den bekanntlich auch bei Orthopteren entwickelten Terminalampullen der Ausführungsgänge um. Die Ampullen sind bei *Lepisma* sackförmig und weit, dauernd mit einem deutlichen Lumen versehen.

Im männlichen Geschlechte gelangen die Endampullen bei der Reduktion des zehnten Abdominalsternites während der Embryonalzeit in das neunte Segment hinein, an dessen Hinterrande sie der Hypodermis anliegen.

Die Endstücke der Vasa deferentia resp. Oviducte mit den Endampullen zeigen die Fig. 9 und 11.

Man erkennt, dass im männlichen Geschlechte die Genitalgänge (Fig. 11 *vd*) in annähernd geradem Verlaufe bis zum Hinterende des achten Abdominalsegmentes sich erstrecken. Dann wenden sie sich medialwärts, konvergieren und gehen in die großen Endampullen über. Letztere sind übrigens an Totopräparaten nicht sehr deutlich, weil sie zum Theil von Hypodermiswucherungen überdeckt werden. Erst Schnittserien geben hierüber genauere Auskunft.

Beim Weibchen (Fig. 9) kann man sich leichter davon überzeugen, dass die Oviducte unmittelbar in die keulenförmig gestalteten Endampullen übergehen.

Ein Lumen ist in diesen Stadien lediglich in den Ampullen

sichtbar. Die Geschlechtsgänge bestehen in beiden Geschlechtern noch aus dicht an einander gereihten Zellen.

Die Frage, ob rudimentäre Geschlechtsgänge auch bei *Lepisma* zur Entwicklung kommen, habe ich leider nicht entscheiden können. Man bemerkt beim Weibchen im achten und neunten Segmente kurze zellige Stränge, die in ähnlicher Weise wie die Oviducte an den Hinterrand der Bauchplatten sich anheften. Mit den Oviducten stehen diese Stränge, welche auch in Fig. 9 angegeben wurden, nicht im Zusammenhang. Ob sie als rudimentäre Genitalgänge aufzufassen sind, lasse ich dahingestellt.

Sobald die Terminalampullen des Männchens an das Hinterende des neunten Abdominalsegmentes gelangt sind, senkt sich zwischen sie eine mediane Hautwucherung ein. Die einwuchernden Ektodermzellen umfassen die beiden Ampullen von der ventralen und medialen Seite. Sie sind es, die, wie oben erwähnt, während der Larvenstadien die Endstücke der Vasa deferentia theilweise überdecken und damit bei einer Betrachtung von der Ventralseite her undeutlich machen.

Durch die Einwanderung von Hypodermiszellen entsteht schließlich zwischen und hinter den beiden Ampullen eine kleine ektodermale Einstülpung. Diese letztere entspricht dem Ductus ejaculatorius. Es verdient besonders hervorgehoben zu werden, dass bei *Lepisma* die Anlage des ektodermalen Endabschnittes der Leitungswege von Anfang an eine unpaare mediane ist.

Bei der bereits oben erwähnten, in späteren Stadien sich vollziehenden Zweitheilung des neunten Abdominalsternites werden die männlichen Terminalampullen noch weiter nach vorn verlagert und gelangen in das achte Segment.

Die Ektodermverdickungen in der Umgebung der männlichen Genitalöffnung prägen sich nunmehr immer stärker aus. Man kann bei den älteren Larven im Wesentlichen vier derartig verdickte Hautpartien unterscheiden.

Zwei derselben befinden sich zu den Seiten des Ductus ejaculatorius und liegen somit noch im Bereiche des achten Abdominalsegmentes. Zwei weitere Verdickungen erheben sich im neunten Segmente, und zwar treten sie dort an der Innenseite der Sternithälften auf.

Die erstgenannten Hypodermisabschnitte ergeben bei der Imago zwei zu den Seiten der männlichen Geschlechtsöffnung befindliche Höcker. Sie sind am Hinterrande mit starken Chitinhaaren besetzt

(Fig. III *Dr*) und werden aus großen Drüsenzellen zusammengesetzt, welche die Fortsetzung des den Ductus ejaculatorius umhüllenden Drüsenmantels sind.

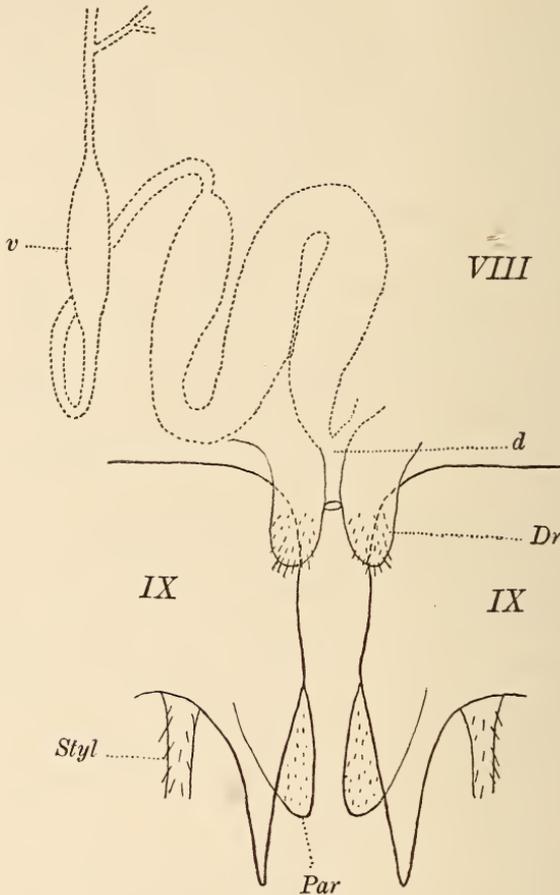


Fig. III.

Die Endabschnitte des männlichen Geschlechtsapparates von *Lepisma saccharina*. Die mesodermalen Kanäle sind punktiert. Oben links erkennt man das Vas deferens, in welches die Ausführungsgänge des hintersten Hodenpaares einmünden. Das Vas deferens erweitert sich hierauf zur Samenblase (*v*) und geht nach einer Windung in den dickwandigen, schlingenförmig gewundenen Endabschnitt über. Letzterer wurde künstlich aus einander gezogen. Das Vas deferens der linken Körperseite ist fortgelassen. *VIII* achttes, *IX* neuntes Bauchsternit, die Hälften desselben aus einander gebogen. *Dr*,

Drüsenanhänge zur Seite der Genitalöffnung, im natürlichen Zustande größtentheils bedeckt vom neunten Sternit. *Par* Parameren, *Styl* Stylus.

Die an der (dorsalen) Innenseite der gespaltenen neunten Bauchplatte entstandenen beiden Wucherungen entsprechen den als Parameren bekannten männlichen Genitalanhängen anderer Insekten. Die Parameren, welche dem hinteren Gonapophysenpaar des Weib-

chens entsprechen dürften, sind bei *Lepisma*, gerade wie bei *Lepismina*, *Nicoletia* a. a. ungegliedert, während bei *Machilis* pol. die vier Gonapophysen eine Gliederung gewinnen.

Merkwürdig ist, dass GRASSI (88) die Parameren der *Lepisma* gar nicht gesehen zu haben scheint. Er hebt wenigstens ausdrücklich hervor, dass bei *Lepisma* äußere männliche Genitalanhänge fehlen, beschreibt solche aber bei *Nicoletia*. Nach meinen Beobachtungen sind die Parameren von *Nicoletia phytophila* und *Lepisma saccharina* einander sehr ähnlich gestaltet. Bei ersterem Insekt sind sie etwas schlanker, distal verdickt, bei *Lepisma* mehr plump kolbenförmig, irgend ein durchgreifender Unterschied ist jedoch nicht vorhanden¹. Auch HAASE (89) hat die männlichen Gonapophysen von *Lepisma* nicht erwähnt.

Der Ductus ejaculatorius (Fig. III *d*) ist entsprechend seiner ektodermalen Herkunft mit Chitin ausgekleidet und unterscheidet sich dadurch in histologischer Hinsicht auf den ersten Blick von den mesodermalen Theilen des Genitalapparates.

Unter den letzteren erfahren die Endampullen des Männchens im postembryonalen Entwicklungsverlauf eine sehr beträchtliche Vergrößerung. Sie werden zu den schlingenförmig gekrümmten Endabschnitten der *Vasa deferentia*, welche neben einander in den Ductus ejaculatorius einmünden.

Nach GRASSI (87) sollen die schlingenförmigen Endtheile der *Vasa deferentia* als Samenblasen fungiren. Nach meinen Beobachtungen sind diese Abschnitte indessen mit sehr hohen Drüsenzellen ausgekleidet, deren Kerne wandständig sind und deren Plasma zahlreiche kleine Körnchen enthält. Es scheint in diesen drüsigen Abschnitten wohl das zur Umhüllung der Samenfäden erforderliche schleimige Sekret producirt zu werden.

Durch ein engeres Verbindungsstück getrennt, finde ich an jedem Vas deferens eine weiter vorn gelegene sackförmige Erweiterung vor (Fig. III *v*). Bei den jungen Männchen sind ausschließlich diese Erweiterungen mit reifen Spermatozoen gefüllt und mit Rücksicht hierauf wohl als die eigentlichen Vesiculae seminales zu betrachten.

¹ Ich kann GRASSI nur völlig zustimmen, wenn er die nahe Verwandtschaft zwischen *Nicoletia* und *Lepisma* (resp. *Lepismina*) betont. In dem von DALLA TORRE herausgegebenen Katalog (die Gattungen und Arten der Apterygogenea. Innsbruck 1895) ist bedauerlicherweise *Nicoletia* neuerdings wieder in der Familie der Campodeidae untergebracht worden.

Beim Weibchen findet während der Larvenentwicklung ähnlich wie beim Männchen eine Verschiebung der Terminalampullen statt. Diese letzteren, d. h. also die erweiterten Endstücke der Oviducte, reichen alsdann nur noch bis zum Hinterende des sechsten Abdominalsegmentes. Die Vagina geht aus einer medianen Einstülpung im achten Segmente hervor. Die Ektodermeinwucherung bildet daselbst eine nach dem Vorderende des Körpers gewendete und dort erweiterte, zwischen den Endtheilen der Oviducte gelegene Tasche. Diese letztere habe ich bei geschlechtsreifen Weibchen von *Lepisma* mit Samenfäden gefüllt gefunden, womit also ihre Bedeutung als *Receptaculum seminis* sichergestellt ist. Nach GRASSI soll die Tasche außerdem noch als *Bursa copulatrix* fungiren. Ebenfalls ektodermalen Ursprungs sind die beiden in die Vagina hinten einmündenden *Glandulae sebaceae*.

Die weiblichen Gonapophysen entwickeln sich aus Hautwucherungen, die paarweise unmittelbar neben der Medianlinie im achten und neunten Abdominalsegmente angelegt werden.

Aus diesen vier (Ovipositoren), die bei *Lepisma* einfache ungliederte Scheiden darstellen, setzt sich später die Legeröhre zusammen¹.

Der Verdauungsapparat.

Der Darmtractus von *Lepisma* besteht wie bei anderen Insekten aus den bekannten drei Hauptabschnitten, Vorder-, Mittel- und Enddarm.

An dem ersteren ist ein schmaler Ösophagus, ein erweiterter Kropf, sowie ein mit sechs kräftigen Chitinzähnen versehener Muskelmagen zu unterscheiden. Der Mitteldarm besitzt keine Anhänge, sein vorderer Abschnitt ist beträchtlich erweitert. In den vorderen Theil des Enddarmes münden die *Vasa Malpighi* ein, der hintere Abschnitt ist mit auffallend großen, plattenförmigen oder kubischen Zellen versehen, welche die erweiterten, in den Enddarm einmündenden Divertikel auskleiden.

Die Entwicklung von Vorder- und Enddarm bietet bei *Lepisma*

¹ Bei einem weiblichen Individuum von *Nicoletia phytophila* Gervais, welches ich auf der Insel Lesina fing, bemerkte ich eine, freilich nicht sehr scharf ausgeprägte Gliederung der vier Ovipositoren. Die Zahl der Glieder betrug mehr als zwanzig. Es ist dies ein bei Thysanuren bisher noch nicht beobachtetes Verhalten, welches ich hier nur erwähne, weil es zeigt, wie leicht selbst bei nahe verwandten Insekten ein und dasselbe Organ bald gegliedert, bald ungegliedert sein kann.

kaum etwas Bemerkenswerthes dar. Stomodäum und Proctodäum senken sich frühzeitig (Fig. II) vom Ektoderm in das Innere ein. Während sie Anfangs einfache sackförmige Einstülpungen darstellen, wird später ihr Boden immer dünner und dünner, und schließlich auf eine zarte und feine zellige Grenzlamelle reducirt, welche gegen den Dotter hin den Abschluss bildet (Fig. 10 *gg*). Diese Grenzlamellen des Stomodäums und des Proctodäums werden noch vor dem Ausschlüpfen aufgelöst.

Wenn die junge Larve das Ei verlässt, so ist der Ösophagus erst ein ganz enges Rohr, der Kropf bildet eine unbedeutende Anschwellung desselben. Am Muskelmagen sind bereits sechs hohe Epithelfalten entwickelt, von denen aus später die chitinösen Kauzähne abgesondert werden. Letztere sind aber erst in Gestalt einer zarten farblosen Chitinlamelle vorhanden.

Am proximalen Ende des Enddarmes entstehen zur Embryonalzeit, während der Körper den Dotter umwächst, vier Vasa Malpighi. Dieselben treten paarweise als kleine Ausstülpungen der Enddarmwandung auf.

Die primäre Zahl der Vasa Malpighi ist demnach bei *Lepisma* die gleiche wie bei den Blattiden.

Das oben erwähnte hohe (Drüsen-) Epithel des Enddarmes entwickelt sich ebenfalls schon in embryonaler Zeit.

Die Entwicklung des Mitteldarmes habe ich leider nicht bis zum definitiven Abschluss verfolgen können, doch hat sich so viel mit Bestimmtheit ergeben, dass *Lepisma* in dieser Hinsicht sich wesentlich anders verhält als die sonst in vielen Beziehungen so nahe stehenden Orthopteren (Blattiden).

Zum besseren Verständnis ist es nöthig, zunächst auf die Beschaffenheit des Eidotters einzugehen. Im Inneren desselben treffen wir bei *Lepisma* die Dotterzellen an. Von den letzteren treten anfänglich nur die Kerne hervor, welche zwischen den Dotterballen sichtbar sind.

Eine Dotterzelle (*dk*) ist auf dem in Fig. 5 abgebildeten Schnitt dargestellt worden. Wie die Figur zeigt, sind bei *Lepisma* in frühen Stadien die im Dotter enthaltenen Elemente nicht wesentlich von den Keimstreifzellen unterschieden. Die Kerne der Dotterzellen fallen weder durch ihre Größe auf, noch sind sie durch distinkte Färbung in merklicher Weise ausgezeichnet. Derartige Unterschiede pflegen bei höheren Insekten bekanntlich fast stets sehr frühzeitig hervorzutreten.

Wenn die Keimhüllenbildung beendet ist, macht sich an dem Lepismaei die sog. Dotterfurchung bemerkbar. Ähnlich wie bei den Blattiden kann dieselbe auch bei Lepisma nicht als eine sehr deutliche bezeichnet werden, ein Umstand, der wohl mit der Beschaffenheit des aus relativ großen Ballen zusammengesetzten Dottermaterials zusammenhängen mag.

Immerhin kann man im Inneren der undeutlich markirten Dottersegmente je einen Kern erkennen (Fig. 1 d%). Dieser letztere gehört also einer Dotterzelle an, deren Zelleib die Dotterbestandtheile in sich aufgenommen hat. Ob alle Dotterzellen in dieser Hinsicht sich in übereinstimmender Weise verhalten, vermag ich nicht anzugeben.

Im späteren Entwicklungsverlauf fällt es besonders auf, dass bei Lepisma die Kerne der Dotterzellen niemals die exorbitante Größe erlangen, wie dies bei anderen Insekten der Fall zu sein pflegt. Die Dotterkerne unterscheiden sich in letzterer Beziehung selbst in späten Stadien durchaus nicht von den Kernen anderer Körperzellen. Die bei höheren Insekten fast regelmäßig nachweisbare amitotische Theilung der Dotterzellen habe ich bei Lepisma niemals beobachten können.

Wenn die jungen Lepismen das Ei verlassen haben, so weichen die Dottersegmente aus einander und ziehen sich an die Wand des Mitteldarmes zurück, welche einstweilen allerdings nur aus einer dünnen, später zur Muscularis sich umgestaltenden Mesoderm lamelle besteht.

Durch das Auseinanderweichen der Dottersegmente kommt im Inneren des Mitteldarmes ein freier Raum zur Ausbildung, der zunächst von einer flüssigen, wohl durch theilweise Auflösung der eiweiß- und fetthaltigen Dottersubstanz entstandenen Masse erfüllt ist. Diese nach der Fixirung natürlich geronnene Substanz ist an Schnitten deutlich wahrzunehmen, und man erkennt, dass nach Auflösung der vorderen Grenzlamelle sie auch in den Vorderdarm hineinfließt und zuletzt sogar, wenngleich in geringem Maße, auch bis in den Enddarm gelangt.

Ein ähnliches Überfließen der sich auflösenden Dottersubstanz vom Mitteldarm aus in den hinteren Abschnitt des Vorderdarmes ist von KOROTNEFF (85) bei *Grylotalpa*, und von mir außerdem bei *Periplaneta* (95 a) beobachtet worden.

Ein Theil der Dotterkerne, in deren Umgebung nunmehr etwas Plasma sichtbar wird, und die man daher jetzt als Dotterzellen bezeichnen muss, wandert in diesen Stadien vollkommen aus der Dottersubstanz aus und lagert sich an die Mitteldarmwandung an.

Vielleicht handelt es sich übrigens bei diesen Zellen weniger um eine eigentliche Wanderung, als vielmehr um eine Auflösung und Resorption der im Zellplasma enthaltenen Dotterbestandtheile. Jedenfalls ziehen sich diese Dotterzellen an die Wand des Darmkanals zurück und beginnen dort sich sofort lebhaft mitotisch zu theilen, so dass an der betreffenden Stelle bald eine kleine Gruppe von fünf bis sechs Zellen vorzufinden ist.

Derartige, durch Dotterzellen gelieferte Zellengruppen entstehen in der ganzen Länge des Mitteldarmes. Die einzelnen Gruppen liegen niemals direkt an einander, sondern sind stets noch durch die großen undeutlich begrenzten, mit Dotterkernen versehenen Dottersegmente getrennt.

Einen Querschnitt durch den Mitteldarm einer *Lepismalarve* habe ich zur Veranschaulichung der eben geschilderten Verhältnisse in Fig. 6 wiedergegeben. Es sind mehrere wandständige Zellengruppen (*crypt*) getroffen worden, und es sind außerdem die großen mit Dotterballen noch gefüllten Dotterzellen zu erkennen.

Leider habe ich die Entwicklung nur bis zu diesem Punkte verfolgen können, indem ich in dem Glauben, dass die Mitteldarmbildung ihren Abschluss bereits gefunden hätte, die jungen Larven getödtet habe. Bei den eingefangenen nur wenig größeren Larven fand ich das Mitteldarmepithel schon in seiner definitiven Gestaltung vor. Es ist hieraus vielleicht zu entnehmen, dass zwischen den letzten von mir beobachteten Stadien und dem fertigen Zustande keine sehr große Lücke sich mehr befindet.

Das ausgebildete Mitteldarmepithel besteht bei *Lepisma* aus ziemlich großen cylindrischen Zellen, zwischen welchen von Strecke zu Strecke die in der Tiefe gelegenen und als Regenerationsherde aufzufassenden Krypten eingeschaltet sind, die aus einer Anzahl dicht gedrängter kleinerer Zellen bestehen.

Die gewonnenen Resultate dürften bereits genügend sein, um zu beweisen, dass die Genese des Mitteldarmes von *Lepisma* eine völlig andere ist, wie bei den Orthopteren. Ich wiederhole die Hauptpunkte der *Lepisma*entwicklung: Die Dotterkerne überschreiten während der Embryonalentwicklung nicht die übliche Größe anderer Zellkerne, und eben so wenig wie an diesen waren bei den Dotterkernen amitotische Theilungen nachweisbar.

Einen Zerfall der Dotterzellen vor oder nach dem Ausschlüpfen aus dem Ei habe ich bei *Lepisma* nicht beobachtet. Dass eine Auflösung noch in späteren Stadien vor sich geht, ist außerordent-

lich unwahrscheinlich. Wir werden vielmehr anzunehmen haben, dass die kleinen wandständigen mitotisch sich theilenden Gruppen von Dotterzellen den Krypten des späteren Mitteldarmepithels bereits entsprechen, indem sie schließlich das ganze Epithel zu ergänzen haben.

Die Krypten sind bei den Lepismalarven Anfangs noch durch immer kleiner werdende dotterhaltige Zellen getrennt, welche den in Funktion begriffenen Mitteldarmzellen anderer Insekten gleich zu setzen sind.

Außer den Krypten und den Mitteldarmzellen (Dottersegmenten) war selbst ein Darmlumen bei den von mir untersuchten Lepismalarven schon erkennbar. Dieses enthielt keinen Dötter mehr, sondern war nur mit der oben erwähnten geronnenen Masse gefüllt.

Wenn man berücksichtigt, dass auf diese Weise der Mitteldarm im Wesentlichen eigentlich schon vollkommen angelegt ist, so wird man es als höchst unwahrscheinlich ansehen müssen, dass in nur wenig späteren Stadien noch eine durchgreifende Umgestaltung und Umwälzung vor sich gehen soll. Eine solche könnte nur durch Einwucherungen vom Vorder- und Enddarm aus herbeigeführt werden, da der Mitteldarm an allen anderen Punkten bereits vollkommen abgeschlossen ist.

Das Auswachsen ektodermaler Epithellamellen von Stomodäum und Proktodäum beginnt indessen bei den Orthopteren bereits stets in embryonaler Zeit und geht mit der allmählichen Degeneration der Dotterzellen Hand in Hand. Eben so wenig wie eine solche sich nachweisen ließ, habe ich bei *Lepisma* eine ektodermale Einwucherung beobachten können. Dass das Stomodäum sich etwas in den dotterhaltigen Mitteldarm einstülpt, erklärt sich damit, dass der hintere Abschnitt des Vorderdarmes später rüsselförmig in das Mitteldarlumen vorspringt.

Die hier angeführten Gründe sprechen meiner Ansicht nach dafür, dass der Mitteldarm bei *Lepisma* thatsächlich von den Dotterzellen gebildet wird und somit entodermaler Natur ist.

Allgemeiner Theil.

I.

In den vorstehenden Abschnitten sind die wesentlichen Grundzüge der *Lepisma*entwicklung hervorgehoben worden. Wenn auch gewisse Punkte der Körperbildung vorläufig noch nicht eingehender

behandelt werden konnten, so hoffe ich doch, dass das Gebotene genügen wird, um bereits jetzt einen ausreichenden Gesamtüberblick zu gewähren und gleichzeitig einige Vergleiche mit der Entwicklungsgeschichte höherer Insekten zu ermöglichen.

Sieht man von den kurzen Mittheilungen ab, welche GRASSI (85) über die Entwicklung von *Japyx solifugus* gemacht hat, so liegen über die embryonalen Entwicklungsprocesse der Thysanuren bisher noch keine specielleren Angaben vor. Ich bin daher gezwungen, fast ausschließlich auf das hier für *Lepisma saccharina* Mitgetheilte Bezug zu nehmen, wobei ich wohl kaum hervorzuheben brauche, dass in mancher Beziehung erst nach weiteren Untersuchungen an anderen Formen ein abschließendes Urtheil sich gewinnen lassen wird.

Im Gegensatz zu den Thysanuren, die wie erwähnt embryologisch fast gänzlich unberücksichtigt geblieben sind, hat man doch gelegentlich eingehendere Untersuchungen bereits an anderen apterygoten Insekten angestellt. Besonders gilt dies für die Poduriden, welche von ULJANIN (75), LEMOINE (82) und Anderen untersucht wurden.

Die Ergebnisse sind in den wesentlichen Punkten übereinstimmende gewesen. Es hat sich gezeigt, dass die Entwicklung der Collembola (Poduriden) durchaus nicht in jeder Hinsicht mit derjenigen höherer flügeltragender Insekten sich vergleichen lässt, sondern dass sie zum Theil nach einem eigenen Typus verläuft und vor Allem noch Sonderheiten zu erkennen giebt, welche unverkennbar an diejenigen der Myriopoden erinnern. Ich rechne hierhin in erster Linie das Nichtvorhandensein von eigentlichen Embryonalhüllen, besonders das vollkommene Fehlen eines Amnions, welches nach den bisherigen Erfahrungen weder den Myriopoden noch den niedersten Insektenrepräsentanten zuzukommen scheint.

Die Annahme, dass die gleichfalls noch zu den niederen flügellosen Insekten gehörenden Thysanuren sich nun in ihrer Entwicklung ebenfalls an diejenige der Poduriden oder Myriopoden anschließen würden, hat bisher im Allgemeinen wohl nahe genug gelegen.

Nach den oben mitgetheilten Befunden hat diese Ansicht gleichwohl aber keine Bestätigung erhalten. So weit es möglich ist, auf die Entwicklungsgeschichte von *Lepisma* hin ein Urtheil zu gewinnen, scheint es vielmehr, als ob gerade durch die (ectognathen) Thysanuren die weite zwischen den niederen flügellosen Insekten und den höheren flügeltragenden (pterygoten) Insekten befindliche Kluft theilweise überbrückt wird.

Lepisma, welche aus verschiedenen Gründen als eine der am höchsten stehenden Thysanuren angesehen werden muss, stimmt sogar in sehr wesentlichen Punkten der Entwicklung schon vollständig mit gewissen pterygoten Insekten, und zwar besonders mit den Orthoptera genuina überein.

In dem speciellen Theile habe ich bei Besprechung der einzelnen Organsysteme bereits mehrfache Vergleiche mit den Orthopteren ausgeführt. Ich fasse hier nochmals einige der wichtigsten Übereinstimmungen zwischen Lepisma und den Orthopteren zusammen.

Die Eier von Lepisma sind verhältnismäßig von beträchtlicher Größe und enthalten sehr viel Dotter, wodurch sie an die großen dotterreichen Orthoptereneier erinnern. Wenn der in letzteren entstehende Keimstreifen von Amnion und Serosa überwachsen wird, so gilt dies, wie wir gesehen haben, allerdings mit gewissen Modifikationen auch schon für Lepisma. Die Segmentirung des in Rede stehenden Insekts giebt unverkennbare Anklänge an die Körpergliederung der Blattiden und anderer Geradflügler zu erkennen, die Bildung der Extremitäten, der Gonapophysen etc. stimmt in fast allen Punkten mit derjenigen der letztgenannten Insekten überein.

Vor Allem tritt aber die Ähnlichkeit zwischen Lepisma und den Orthopteren zu Tage, sobald man die Einzelheiten in der Entwicklung der verschiedenen Organe betrachtet. Die Ausbildung des Mesoderms und sämtlicher mesodermaler Gewebe, der Ursprung des Nervensystems, der Tracheen, der Vasa Malpighi, die Bildung der Genitaldrüsen und der Genitalgänge u. A. vollziehen sich bei Lepisma in einer Weise, dass man beinahe zu dem Glauben geführt werden könnte, nicht die Embryonalentwicklung eines Thysanurs, sondern die eines echten Orthopters zu verfolgen.

Aber nicht nur in wesentlichen Punkten der embryonalen Entwicklung kann man eine weitgehende Ähnlichkeit zwischen Lepisma und den Orthopteren feststellen, sondern es kommt eine solche bekanntlich auch noch in dem ganzen Bau des ausgebildeten Insekts zum Ausdruck. Besonders GRASSI (88) hat mehrfach hervorgehoben, dass nach der Gestaltung des Tracheensystems, des Darmes, der Geschlechtsorgane etc. Lepisma unstreitig als die am höchsten organisirte Thysanure anzusehen ist.

Mit den zahlreichen, wenn ich mich so ausdrücken darf, orthopterenartigen Zügen der Lepisma ist natürlich aber auch noch eine gewisse Anzahl primitiver Charaktere verknüpft, welche eben die Stellung zu den niederen (apterygoten) Insekten rechtfertigen.

Hier ist in erster Linie zu erwähnen die fehlende Ausbildung der Flügel, von denen während der postembryonalen Entwicklung der Lepismiden auch nicht die geringsten Spuren hervortreten, die dauernd auf einer einfachen Stufe verharrende Ausbildung der Mundtheile (deutliche Zusammensetzung des Labiums aus zwei Hälften), der Bau des Geschlechtsapparates (segmentale Anordnung der Genitalfollikel), sowie noch verschiedene Eigenthümlichkeiten, welche besonders während der Embryonalentwicklung sich geltend machen.

Während bei den höheren Insekten die Embryonalhüllen den Embryo vollkommen umwachsen, und die Serosa einen allseitig geschlossenen Sack darstellt, sind im Gegensatz hierzu¹ die Hüllen des *Lepisma*embryo noch unvollkommen ausgebildet. Die Serosa schließt sich hier nicht, es bleibt vielmehr in ihr eine Öffnung, der Amnionporus, dauernd erhalten. Das Amnion selbst dient bei *Lepisma* nicht wie bei anderen Insekten zur Umhüllung des Keimstreifens, sondern stellt lediglich eine Verbindung zwischen diesem und der Serosa dar.

In dem Auftreten von rudimentären Stigmen an den hintersten Abdominalsegmenten spricht sich fernerhin noch ein recht ursprüngliches Verhalten bei *Lepisma* aus, und wenn, woran ich nicht zweifle, durch weitere Untersuchungen die Bildung des Mitteldarmes aus den Dotterzellen sich bestätigt, so wird hiermit ein weiteres sehr gewichtiges Argument gewonnen sein, welches für die relativ niedrige Stufe spricht, die das in Rede stehende Insekt im Vergleich zu den Orthoptera genuina immerhin noch einnimmt.

Bei höheren Insekten geht, wie ich früher (95a) nachgewiesen habe, das Entoderm (Dotterzellen) in den meisten Fällen vollständig zu Grunde. Der Mitteldarm wird bei Orthopteren, Dermapteren und voraussichtlich noch bei zahlreichen anderen Insektengruppen durch Neubildungen hergestellt, die von den Ektodermsschichten des Stomodäum und des Proktodäum sich abzweigen.

Lepisma ließ von einer solchen ektodermalen Einwucherung nichts erkennen und schließt sich somit offenbar in dieser wichtigen Beziehung noch an die Myriopoden resp. an andere apterygote Insekten an, bei denen voraussichtlich wenigstens zum großen Theil der Mitteldarm ebenfalls von den Dotterzellen gebildet wird.

¹ Dass bei einigen pterygoten Insekten die Embryonalhäute sekundär wieder einer Rückbildung anheimfallen können, kommt hierbei selbstverständlich nicht in Betracht.

Unter den flügeltragenden Insekten habe ich bisher nur bei Libelluliden die Betheiligung des Entoderms an der Darmbildung feststellen können.

Gerade in den zuletzt erwähnten embryologischen Sonderheiten prägen sich bei *Lepisma* wohl zweifellos Merkmale aus, die noch von den einfacher und primitiver organisirten Insektenvorfahren übernommen worden sind. Es wird sich bei weiteren Untersuchungen höchst wahrscheinlich noch deutlicher zeigen, dass überhaupt die heutigen Apterygota hinsichtlich ihrer Entwicklung noch Verhältnisse darbieten, welche unmittelbar an diejenigen niederer Tracheaten erinnern, zum Theil aber auch schon mit denen höherer Insekten übereinstimmen.

In anatomischer Hinsicht zerfallen die Apterygota mit Rücksicht auf den Bau ihrer Mundtheile in zwei anscheinend wohl getrennte, einander sich gegenüber stehende Gruppen: in die mit frei vorstehenden Mundwerkzeugen versehenen Ectognatha (*Machilidae*, *Lepismidae*), und in die durch in das Kopffinnere zurückgezogene Kiefer ausgezeichneten Entognatha (*Japygidae*, *Campodeidae*, *Collembola*).

Nach den bisherigen Erfahrungen zu urtheilen, scheint es nun, als ob bei den mit ectognathen Mundtheilen versehenen Thysanuren die Entwicklung im Ei bereits eine complicirtere und vollkommener wäre (*Lepismiden*), während bei den Apterygota entognatha die Entwicklungsprocesse sich vielfach noch in einfacherer Weise abspielen (Fehlen des Amnions bei den *Collembola* u. A.).

Fortgesetzte Untersuchungen an den Entognatha dürften allerdings wohl noch zu dem Resultate führen, dass selbst hier die Entwicklungsvorgänge nicht mehr in jeder Hinsicht als ursprüngliche angesehen werden dürfen, sondern ebenfalls schon mehrfache Modifikationen erlitten haben.

Hierfür spricht beispielsweise das Vorhandensein einer superficiellen Furchung, die selbst bei den Eiern der Entognatha vorkommt und von GRASSI (85) bei *Japyx*, von mir bei einer Poduride (96a) konstatiert wurde. Bei den Entognatha pflegt sich ferner nicht mehr das Blastoderm in seinem ganzen Umfange an der Köperbildung zu betheiligen, sondern ein Theil des ersteren wird in Form des bekannten »Dorsalorgans«, welches sich mit der Serosa höherer Insekten bereits vergleichen lässt, in den Dotter eingestülpt, wo es der Rückbildung unterliegt.

II.

Nach diesem allgemeinen Überblick will ich noch auf einige Punkte der *Lepisma*-Entwicklung eingehen, welche für gewisse speciellere Fragen der Embryologie oder Morphologie von Insekten vielleicht von Interesse sind.

Es ist hier zunächst die sehr frühzeitige Einkrümmung des *Lepisma*-Keimstreifens in den Dotter erwähnenswerth. Der Embryonalkörper sinkt sogleich nach seiner Anlage, und zwar ganz ähnlich wie bei den Diplopoden unter Ausprägung einer ventralen Krümmung in die Dottermasse ein. Es ist wohl zweifellos, dass durch diesen Einstülpungsprocess die Entwicklung der Embryonalhüllen, d. h. des Amnions, herbeigeführt wird. Das Vorhandensein einer Serosa wird man eher verständlich finden, denn sie, resp. eine ihr entsprechende Blastodermpartie (Dorsalorgan) ist schon bei den niedersten Insektenvertretern der Anlage nach vorhanden. Die Serosa ist somit als der primäre und phyletisch ältere Bestandtheil der Embryonalhäute anzusehen, welcher sich zuerst ausgebildet hat, während das Amnion eine jüngere Bildung darstellt.

Wenn man sich die phyletische Entwicklung der Embryonalhüllen vorzustellen suchte, so hat man früher schon mehrfach die Entstehungsursache derselben in einer Einkrümmung des Insektenkeimstreifens in den Dotter gesucht. Diese Ansicht, welche besonders von HEIDER (89) vertreten worden ist, wird durch meine Befunde an *Lepisma* offenbar gestützt. Die Möglichkeit zu derartigen Entwicklungsprocessen und somit überhaupt die nothwendige Vorbedingung ist wohl, wie ich in einer anderen Arbeit (96b) hervorgehoben habe, durch den im Laufe der Zeit zunehmenden Dotterreichthum der Insekteneier gegeben worden.

Der einfachste Typus eines Insektenkeimstreifens giebt sich noch bei kugeligen, relativ dotterarmen Eiern zu erkennen. Der hüllenlose Keimstreifen ist hier ein superficieller, er ist entsprechend der kugeligen Gestalt des Eies dorsalwärts gekrümmt. Ein solches als primitiv anzusehendes Verhalten tritt gegenwärtig noch bei den Chilopoden, bei Poduriden (*Orchesella*) u. Anderen zu Tage.

Wenn das Ei durch zunehmenden Dottergehalt sich vergrößerte, so konnte es, wie ich in der oben citirten Arbeit hervorgehoben habe, bei dem später eintretenden Längenwachsthum des Keimstreifens sehr leicht zu einem Einsinken des letzteren unter das Oberflächenniveau (Serosa) und schließlich zu einer Bedeckung durch Embryonalhäute kommen.

Auf einer derartigen Stufe steht *Lepisma* und ein entsprechendes Verhalten kehrt dann auch bei den Orthopteren wieder, bei denen der Körper bereits, ohne vollkommen in die Dottermasse einzusinken, von den Keimhüllen überwachsen werden kann.

Die Größe und der Dotterreichthum des Eies ist bei *Lepisma* ferner als der eigentliche Grund anzusehen, aus welchem die dorsale Keimstreifkrümmung, die nach dem oben Gesagten als eine primäre anzusehen ist, bereits gänzlich vermisst wird. Der *Lepisma*-embryo ist von Anbeginn ventralwärts gekrümmt und verhartet in diesem Zustande bis zum Ausschlüpfen.

Sucht man bei höheren Insekten nach einem Anklang an die ausgesprochen ventrale Krümmung von *Lepisma*, so ist dieser wohl zweifellos in der von mir Caudalkrümmung genannten Umbiegung des hinteren Körperendes vieler Insektenembryonen gegeben. Dieselbe zeigt sich bei den Orthopteren, den Odonaten, Ephemeriden fast in allen bisher bekannt gewordenen Fällen, und sie gelangt selbst dann zum Ausdruck, wenn der Keimstreifen im Übrigen vollkommen dorsal gekrümmt ist (z. B. *Forficula*).

Die Körpersegmentirung von *Lepisma* hat im Wesentlichen eine Bestätigung der an Orthopteren und Odonaten (95, 96 b) gewonnenen Ergebnisse geliefert.

Gerade wie bei den genannten Insekten geht der Kopf der Thysanuren aus sechs Segmenten hervor. Die Antennen treten deutlich postoral auf und kennzeichnen das zweite, auf das Mundsegment folgende, Kopfsegment.

Das kleine Vorkiefersegment (drittes oder Intercalar-Segment) zeigt sich bei *Lepisma* etwa mit derselben Deutlichkeit wie bei den Blattiden. Eigentliche Extremitäten kommen an ihm nicht zur Ausbildung, dagegen ist eine Ganglionanlage zu erkennen, die zu einer gewissen Zeit sehr gut von dem Antennenganglion abgesetzt ist.

Letzteres Verhalten habe ich in Fig. 20 abgebildet. Die Antennenganglien sind in diesen Stadien etwas erhaben, indem sie zu den Seiten der Mundöffnung ein wenig emporgerückt sind, um sich an die Ganglien des Oralsegmentes anzuschließen. Hierdurch heben sie sich dann von den in einem etwas tieferen Niveau liegenden Ganglien des Vorkiefersegmentes deutlich ab. Auch späterhin sind die aus letzterem Segmente hervorgegangenen Ganglienmassen noch gut zu unterscheiden.

An den Kiefersegmenten interessirt vor Allem die Bildung der Maxillenpaare.

Bei *Lepisma* zeigt es sich mit großer Deutlichkeit, dass der Palpus maxillaris resp. labialis den distalen Gliedern eines Extremitätenstammes, also etwa dem eines Thoraxbeines, homolog ist. Das Basalstück einer Maxille, vom dem der Palpus ausgeht, hat man dagegen dem Coxalabschnitt eines Beines gleich zu setzen. An diesem basalen oder coxalen Theil erheben sich später als Auswüchse die Lobi interni und externi.

In der Entwicklung der Maxillen von *Lepisma* spiegelt sich also noch die allmähliche Umgestaltung eines Gangbeines zu einer Mundgliedmaße wieder.

Gerade wie bei *Limulus* und den Skorpionen an den Coxalstücken der vordersten Rumpfgliedmaßen die Kauladen sich entwickelt haben, so ist dies auch bei den Insekten der Fall. Lobi interni und externi der Insektenkiefer — es gilt dies wenigstens für die Lepismiden, die Orthoptera genuina u. A. — sind als Coxalfortsätze aufzufassen, die an den vordersten Rumpfbeinen entstanden sind und das Geschäft der Aufnahme resp. Zerkleinerung der Nahrung unterstützen sollten.

Hand in Hand mit der kräftigeren und stärkeren Ausbildung der Coxalfortsätze oder Laden ist dann eine allmähliche Reduktion des Extremitätenstammes gegangen, der schließlich zu einem einfachen Taster degradirt wurde unter Aufhebung seiner ursprünglichen lokomotorischen Bedeutung.

An dem vordersten Kieferpaare, den Mandibeln, ist der gesammte distale Abschnitt des Extremitätenstammes überhaupt zu Grunde gegangen, und es hat sich nur ein allerdings um so größeres und kräftigeres Coxalstück erhalten.

Die Segmentirung des Abdomens schließt sich bei *Lepisma* an das von mir für Orthopteren entworfene Schema der Hinterleibsgliederung an (95).

Bezüglich der Deutung der ersten zehn Abdominalsegmente eines *Lepisma*embryo kann ein Zweifel natürlich nicht bestehen. Wie erwähnt kommen sie allerdings erst verhältnismäßig spät zur Entwicklung. Letzteres veranschaulicht Fig. 4, welche ferner erkennen lässt, dass das Hinterende des Abdomens bei *Lepisma* nicht wie bei *Phyllodromia*, *Gryllus* und anderen Orthopteren in zwei Schwanzlappen ausgeht, sondern dass von letzteren drei vorhanden sind. In diesen Schwanzlappen ist im Wesentlichen das Material für die Anhänge des elften Abdominalsegmentes, wie für diejenigen des Analsegmentes enthalten.

Für die Existenz eines zur Embryonalzeit vorkommenden elften Abdominalsegmentes spricht ganz besonders der Umstand, dass sich bei *Lepisma* eine kleine elfte Sternanlage nachweisen ließ, innerhalb welcher ein selbständiges Ganglion sich entwickelt. Bei keinem Orthopter habe ich das elfte Abdominalganglion mit derselben Deutlichkeit angetroffen, wie gerade hier bei *Lepisma*. Noch während der Umwachsung des Dotters durch den Embryonalkörper kann man es ohne Schwierigkeit beobachten, es enthält Punktsubstanz und ist von dem zehnten Abdominalganglion mit dem es später vollkommen verschmilzt, noch wohl abgesetzt (Fig. 10).

Als die dem elften Abdominalsegmente angehörenden Gliedmaßen hat man die aus den beiden seitlichen Schwanzlappen sich entwickelnden lateralen Schwanzfäden anzusehen, die von Anfang an nach hinten gewendet sind.

Eine ganz entsprechende Lage pflegen auch die Cerci der Orthopterenembryonen einzunehmen, die gleichfalls nach hinten auswachsen, wobei natürlich in Folge der caudalen Einkrümmung des Abdominalendes die distalen Spitzen der Cerci nach dem Kopfe des Embryo gewendet erscheinen. Eine solche Stellung der Cerci erhält sich bei den Orthopteren selbst noch in denjenigen Fällen, in welchen, wie z. B. beim *Gryllotalpa*embryo, eine eigentliche Caudalkrümmung fehlt.

An der Homologie der lateralen Schwanzfäden von *Lepisma* mit den Cerci der Orthopteren, die gleichfalls aus dem elften Abdominalsegmente hervorgehen, kann kein Zweifel herrschen, und es kann weiterhin nicht fraglich sein, dass, ganz wie bei den Orthopteren, so auch bei *Lepisma* die Cerci abdominalen Extremitätenanlagen entsprechen. Die nach hinten gewendete Stellung der betreffenden Anhänge kann gerade als Hinweis auf ihre Extremitätennatur angesehen werden, denn die Thorax- und Kopfgliedmaßen (Antennen) schlagen ursprünglich ausnahmslos eine entsprechende Wachstumsrichtung ein, die selbst bei den vorderen abdominalen Gliedmaßenanlagen trotz der Kürze derselben nachweisbar ist.

Wenn bei *Lepisma* sich die Cerci von vorn herein sogleich aus zwei am Hinterende des Körpers vorhandenen Schwanzlappen differenzieren, so ist dieser Entwicklungsmodus wohl zweifellos als ein bereits etwas modificirter zu betrachten. Die starke Ausbildung, vor Allem die relativ sehr bedeutende Länge, welche die Cerci bereits während des Embryonallebens von *Lepisma* erlangen müssen, hat jedenfalls die Veranlassung dazu gegeben, dass das Bildungsmaterial

schon frühzeitig in Form zweier nach hinten gewendeter Schwanzlappen zur Absonderung gelangt.

Aus demselben Grunde wird auch das Auftreten eines mittleren dorsalen Schwanzlappens verständlich. Er enthält hauptsächlich das Bildungsmaterial für die mediane Schwanzborste, welche, wie schon oben gesagt, einem stark nach hinten ausgedehnten elften Abdominaltergit homolog ist.

Da das letztere den Orthopteren vollständig fehlt, und es auch entwicklungsgeschichtlich beim Embryo nicht mehr nachzuweisen ist, so erklärt es sich, dass die Orthopterenkeimstreifen nicht im Besitze eines dorsalen Schwanzlappens sind. Ein solcher kommt dagegen in ganz ähnlicher Weise wie bei *Lepisma* auch bei Ephemeren und Odonaten zur Ausbildung. Dass die aus ihm sich entwickelnde Platte thatsächlich einem elften Tergite des Hinterleibes entspricht, lässt sich besonders bei jungen Libellenlarven mit Deutlichkeit erkennen, wie ich in einer früheren Arbeit (96 b) bereits eingehender dargelegt habe.

Vergleicht man die Entwicklung des elften Tergites mit derjenigen der vorhergehenden abdominalen Rückenplatten, so ist sowohl bei *Lepisma* wie übrigens auch bei den Odonaten ein geringfügiger Unterschied zu bemerken.

Während nämlich die Tergite der einzelnen Körpersegmente in der Regel aus einer medianen Verschmelzung zweier ursprünglich lateral gelegenen Stücke hervorgehen, so wird das elfte Tergum von Anfang an als Ganzes angelegt. Dieser Umstand ist indessen wohl kaum von besonderer morphologischer Bedeutung, hängt vielmehr, ähnlich wie wir dies bei den Cerci sehen, nur mit der frühzeitigen Größenzunahme des betreffenden Segmentstückes zusammen.

Aus den drei Schwanzlappen gehen bei *Lepisma* nun aber nicht allein die drei hinteren Schwanzfäden hervor, sondern es entstehen außerdem noch in der Umgebung der Afteröffnung drei kleine Laminae anales. Die Bildung derselben vollzieht sich in entsprechender Weise wie bei den Orthopteren und Odonaten. Die Afterklappen stellen, wie ich schon in früheren Arbeiten (95, 96 b) aus einander gesetzt habe, die Bestandtheile eines Analsegmentes dar.

Als Analsegment oder Telson ist bei den Insekten wie bei anderen Arthropoden der gliedmaßenlose, aftertragende Endabschnitt des Körpers aufzufassen. Da bei *Lepisma* das elfte Abdominalsegment durch eine selbständige Ganglionanlage, durch zwei Extremitäten (Cerci), sowie Anlagen von einer Rücken- und Bauchplatte noch

als typisches Körpersegment sich dokumentirt, so bleibt nichts Anderes übrig, als in den hinter dem elften Sternit entstehenden Laminae anales die Reste des bei den Insekten in Rückbildung begriffenen Telson zu erblicken.

Die Gründe für die Verkümmerung, welche das gliedmaßenlose Endsegment bei den Insekten im Allgemeinen sehr deutlich erkennen lässt, sind wohl darin zu erblicken, dass bei diesen Arthropoden die Maximalzahl der Körpersegmente präcisirt worden ist. Die vor dem Afterstück gelegenen und bei den Myriopoden meist noch thätige Knospungszone stellte bei den Insekten ihre Thätigkeit ein, und es konnten nach dem Ausschlüpfen aus dem Ei keine neuen Segmente mehr producirt werden. Nachdem aber die Bildungsfähigkeit in der betreffenden Zone einmal erloschen war, wurde auch die Abgliederung eines hinter ihr folgenden selbständigen Analsegmentes bedeutungslos.

Des besseren Verständnisses halber habe ich hier nochmals in Kürze die Körpersegmentirung der *Lepismaembryonen* rekapitulirt. Ich habe noch hinzuzufügen, dass im weiteren Entwicklungsverlauf das zehnte und elfte Sternum zu Grunde gehen, wodurch die Laminae subanales um so mehr an Zuwachs gewinnen, und es wird ohne Weiteres die Segmentirung eines ausgebildeten *Lepisma* verständlich werden.

Der Hauptpunkt, in welchem ich in der Beurtheilung der einzelnen Körperabschnitte von früheren Autoren abweiche, besteht — abgesehen von der Zählung der Segmente — in der Deutung des mittleren Schwanzfadens.

Hinsichtlich des letzteren sind bisher zwei verschiedene Ansichten vertreten worden, von welchen die eine von HAASE (89), die andere von GRASSI (88) vertreten wurde.

Nach HAASE sollte der mittlere Schwanzfaden der *Machiliden* und *Lepismiden* der verlängerten Afterdecke oder Lamina supraanalis homolog sein. Dass Letzteres indessen nicht zutreffend sein kann, ergibt sich ohne Weiteres aus der Thatsache, dass außer dem mittleren Schwanzfaden auch noch eine selbständige Lamina supraanalis sich vorfindet, wie dies beispielsweise bei *Lepisma saccharina*, bei *Machilis* u. a. der Fall ist.

Die Meinung von GRASSI ist eine durchaus abweichende. Sie geht dahin, dass wir in dem mittleren Schwanzfaden die direkte Verlängerung des gesammten Abdomens zu betrachten haben. Das Insektenabdomen solle ursprünglich aus einer größeren Anzahl von

Segmenten als jetzt bestanden haben. Die hinteren derselben würden im Laufe der Zeit rudimentär geworden sein, und ihre Überreste sich nur gelegentlich noch in Gestalt eines mittleren Schwanzfadens erhalten haben.

Gegen diese Auffassung ist vor Allem geltend zu machen, dass der After an der Basis des Schwanzfadens resp. hinter demselben sich vorfindet. Bei allen Arthropoden wird das Endsegment durch die Lage der Afteröffnung gekennzeichnet. Wäre nun die GRASSISCHE Annahme richtig, so müsste der After gerade an der Spitze des Schwanzfadens gelegen sein, was bekanntlich niemals der Fall ist. Ein weiterer Einwand ergibt sich aus der Entwicklungsgeschichte. Letztere zeigt, dass der mittlere Schwanzfaden nur ein langgestrecktes Segmentstück ist, dass aber keine rudimentären Körperabschnitte bei seinem Aufbau in Frage kommen können.

Die Körpersegmentierung, welche auf entwicklungsgeschichtlicher Grundlage hier für *Lepisma saccharina* festgestellt wurde, gelangt in sehr ähnlicher Weise auch bei anderen Thysanuren zur Ausbildung. Da es nicht schwer ist stets die entsprechenden homologen Theile wieder aufzufinden, so will ich im Interesse eines besseren Gesamtüberblickes die Abdominalgliederung einiger Hauptvertreter der verschiedenen Thysanurengruppen in Gestalt von Formeln wiederzugeben versuchen.

In dem Gebrauch der Formeln habe ich mich eng an die sehr übersichtliche, kürzlich von H. DE SAUSSURE (96) angewendete Formulierung der Körpersegmentierung angeschlossen. Die Ziffern geben die Zahl der Tergite resp. Sternite des Abdomens an. *cd* = mittlerer Schwanzfaden, *cl* = laterale Schwanzfäden oder Cerci, *lam sp*, *lam sb* = Lamina supraanalis resp. subanalis.

Lepisma (primäres Verhalten).

$$\frac{1 \ 2 \ 3 \ 4 \ 5 \ 6 \ 7 \ 8 \ 9 \ 10 \ 11 (= cd)}{1 \ 2 \ 3 \ 4 \ 5 \ 6 \ 7 \ 8 \ 8 \ 10 \ 11} \quad cl \quad \frac{lam \ sp}{lam \ sb}$$

Lepisma (Imago).

$$\frac{1 \ 2 \ 3 \ 4 \ 5 \ 6 \ 7 \ 8 \ 9, 10}{1 \ 2 \ 3 \ 4 \ 5 \ 6 \ 7 \ 8 \ 9} \quad \frac{cd \ lam \ sp}{cl \ lam \ sb}$$

Machilis polyпода Latr.

$$\frac{1 \ 2 \ 3 \ 4 \ 5 \ 6 \ 7 \ 8 \ 9, 10}{1 \ 2 \ 3 \ 4 \ 5 \ 6 \ 7 \ 8 \ 9} \quad \frac{cd \ lam \ sp}{cl \ lam \ sb}$$

Die Körpergliederung von *Machilis* bietet keine wesentlichen Unterschiede dar. Zu bemerken ist, dass die Lamina supraanalis im

Gegensätze zu *Lepisma sacch.*, bei welchem Insekt dieselbe eine große, hinten in zwei Spitzen auslaufende Platte darstellt, bei *Machilis* ein etwas kleineres, zipfelförmiges Gebilde ist, das sich unter dem medianen Schwanzfaden vorfindet.

Campodea staphyлина Westw.

$$\frac{1}{1} \frac{2}{2} \frac{3}{3} \frac{4}{4} \frac{5}{5} \frac{6}{6} \frac{7}{7} \frac{8}{8} \frac{9}{9} \frac{10}{10} \text{ cl } \frac{\text{lam sp}}{\text{lam sb}}$$

Japyx solifugus Halid.

$$\frac{1}{1} \frac{2}{2} \frac{3}{3} \frac{4}{4} \frac{5}{5} \frac{6}{6} \frac{7}{7} \frac{8}{8} \frac{9}{(9)} \frac{10}{10} \text{ cl } \frac{0}{0}$$

Japyx und *Campodea* weisen in so fern ein primitives Verhalten auf als bei ihnen dauernd das zehnte Abdominalsternit sich erhält. Bei *Japyx sol.* habe ich eigentliche Laminae anales nicht aufgefunden. Ihre Rückbildung ist offenbar durch die starke Entwicklung bedingt worden, welche die zu den Zangen gewordenen Cerci erlangt haben.

In der Rückbildung des zehnten Sternites giebt sich bei *Machilis* und *Lepisma* wohl deutlich eine Annäherung an das Verhalten der genuinen Orthopteren zu erkennen, bei denen, von einigen Ausnahmen z. B. Phasmiden abgesehen, die entsprechende Bauchplatte im imaginalen Zustande gleichfalls in der Regel vermisst wird.

Obwohl andererseits in der Ausbildung eines mittleren Schwanzfadens bei den Lepismiden und Machiliden wieder ein Anschluss an die Odonaten- und Ephemeridenlarven angebahnt wird, so dürften doch die verwandtschaftlichen Beziehungen zu den echten Orthopteren und namentlich zu den Blattiden im Allgemeinen engere sein. Es verdient in dieser Hinsicht noch hervorgehoben zu werden, dass das zehnte abdominale Rückenschild von *Lepisma* in eine nach hinten vorspringende Platte auswächst, gerade wie dies bei vielen Blattiden der Fall ist.

Zum Schluss noch einige Worte über die Entwicklung der Styli und der Gonapophysen.

Die Bildung der ersteren weicht bei *Lepisma* in so fern von derjenigen bei Orthopteren ab, als sie sich nicht bereits während des Embryonallebens vollzieht, sondern erst postembryonal erfolgt. Ein ähnliches Verhalten ist durch Oudemans (89) auch für die Styli der mit *Lepisma* nahe verwandten *Thermophila furnorum* bekannt geworden, und gilt nach den Mittheilungen von Grassi (85) auch für *Japyx*, so dass das postembryonale Auftreten der Styli bei den Thysanuren möglicherweise das typische Verhalten darstellen dürfte.

Es hat sich bei *Lepisma* der Nachweis führen lassen, dass die Styli den (Thorax-) Beinen in so fern homostich sind, als sie an derselben Stelle sich entwickeln, an welcher beim Embryo die Abdominalgliedmaßen vorhanden waren. Es hat sich ferner gezeigt, dass die Styli von *Lepisma* auch aus dem entsprechenden Bildungsmaterial wie die Extremitäten entstehen, und es ergibt sich hiermit, dass bei *Lepisma* der Unterschied in der Bildung der Styli im Vergleich zu den Orthopteren nicht als principieller, sondern nur als ein gradueller anzusehen ist. Während bei den Locustiden, Blattiden, Grylliden u. a. die embryonalen Abdominalextrimitäten direkt in den Stylus auswachsen, liefert bei *Lepisma* erst die zu einem Theil der Bauchplatte umgestaltete Extremität den Stylus.

Es ist vielleicht nicht ausgeschlossen, dass die Styli phylogenetisch ebenfalls erst nach Rückbildung der ursprünglichen lokomotorischen Abdominalbeine an den verkümmerten und sich allmählich abflachenden Rudimenten derselben entstanden sind.

Vergleicht man nun, wie dies übrigens auch schon mehrfach geschehen, den zum lateralen Theil der Bauchplatte sich umgestaltenden Extremitätenstummel mit dem Hüftstück oder der Coxa eines Beines, so hat man also den Stylus als einen (bei den Thysanuren lateralen) Fortsatz gerade dieses Coxalabschnittes zu betrachten. Hiermit dürfte sich denn auch wohl der Zusammenhang und die Beziehung des Stylus zur Extremität ergeben: der Stylus stellt einen Anhang der rudimentär gewordenen Extremität dar und kann als solcher mithin noch als Überrest eines Abdominalbeines betrachtet werden.

Möglicherweise dürften auch die Coxalanhänge der den Diplopoden nahe stehenden Scolopendrella in ähnlicher Weise zu beurtheilen sein. Wenn ich die den Styli der Insekten gegebene Deutung, in Übereinstimmung mit meinen früheren Ergebnissen an Orthopteren (96), vorläufig als die wahrscheinlichste ansehe, so ist hierbei für mich auch die Verbreitung, welche die Styli bei den Insekten zeigen, bestimmend gewesen. Styli treten gerade bei den niedersten Insektenrepräsentanten auf, wie es scheint kommen sie allen Thysanuren zu. Da sie bei letzteren im entwickelten Zustande abgegliedert sind, durch Muskeln bewegt werden können und unverkennbar noch eine höhere Organisationsstufe besitzen, als die Styli pterygoter Insekten, so deutet dies wohl ebenfalls darauf hin, dass den Styli phylogenetisch eine gewisse Wichtigkeit beizumessen ist.

Zu Gunsten dieser Auffassung spricht ferner die Entstehung der

Gonapophysen. Gerade die Bildung der männlichen und weiblichen Geschlechtsanhänge bei der von mir untersuchten *Thysanure* zeigt recht deutlich, dass die bereits früher von mir bekämpfte, gegenwärtig allerdings wohl nur noch von VERHOEFF (95) vertretene, Ansicht, der zufolge nicht die Styli, sondern die Gonapophysen abdominalen Gliedmaßen entsprechen sollten, eine unhaltbare ist.

Weder beim Männchen noch beim Weibchen von *Lepisma* ließ sich während der Entwicklung der Geschlechtsanhänge irgend eine Beziehung derselben zu den embryonalen Gliedmaßenanlagen des Abdomens nachweisen. Die Genitalanhänge entstehen nicht an den Stellen, an welchen die Extremitätenhöcker vorhanden waren, d. h. sie entwickeln sich niemals wie die Styli in den Lateraltheilen der abdominalen Sternite, sondern treten vielmehr unmittelbar zu den Seiten der Medianlinie auf. Dort entwickeln sie sich, sobald die bezügliche achte und neunte Bauchplatte eine mediane Spaltung gewinnt, und zwar entstehen sie aus Wucherungen, welche Anfangs an der (dorsalen) Innenseite der Segmentplatten gelegen sind. Beim Männchen liegen sogar die Gonapophysen (Fig. III *Par*) dauernd an der Innenseite des gespaltenen neunten Sternites.

Die Bildungsweise sowie die spätere Lage der Geschlechtsanhänge dürfte klar erkennen lassen, dass eine Homologie zwischen Gonapophysen und Extremitäten bei *Lepisma* eben so wenig wie bei höheren Insekten vorhanden ist.

Berlin, im Januar 1897.

Litteraturverzeichnis.

- F. BRAUER (85), Systematisch-zoologische Studien. Sitz-Berichte Akad. Wiss. Wien. Bd. XCI. 1885.
- H. BURMEISTER (39), Handbuch der Entomologie. Bd. II. Berlin 1839.
- N. CHOLODKOWSKY (91), Die Embryonalentwicklung von *Phyllodromia Blatta germanica*. Mém. Acad. St. Pétersbourg. Tom XXXVIII. 1891.
- B. GRASSI (85), I progenitori degli Insetti e dei Miriapodi. L'Japyx e la Cam-podea. Atti Accad. Gioenia Scienze Naturali in Catania (3) Vol. XIX. 1885.
- Derselbe (87), Altre ricerche sui Tisanuri. Memoria VI. 1887.
- Derselbe (88), Anatomia comparata dei Tisanuri. Memoria VII. Roma 1888.
- E. HAASE (89), Die Abdominalanhänge der Insekten mit Berücksichtigung der Myriopoden. Morpholog. Jahrbuch. Bd. XV. 1889.

- K. HEIDER (89), Die Embryonalentwicklung von *Hydrophilus piceus* L. Jena 1889.
- R. HEYMONS (91), Die Entwicklung der weiblichen Geschlechtsorgane von *Phyllo-dromia* (*Blatta*) *germanica* L. Diese Zeitschr. Bd. LIII. 1891.
- Derselbe (95), Die Segmentirung des Insektenkörpers. Abhandl. Akad. Wiss. Berlin 1895.
- Derselbe (95 a), Die Embryonalentwicklung von Dermapteren und Orthopteren. Jena 1895.
- Derselbe (96), Zur Morphologie der Abdominalanhänge bei den Insekten. Morph. Jahrbuch. Bd. XXIV. 1896.
- Derselbe (96 a), Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der *Insecta apterygota*. Sitz-Berichte Akad. Wiss. Berlin. 1896.
- Derselbe (96 b), Grundzüge der Entwicklung und des Körperbaues von Odonaten und Ephemeren. Abhandl. Akad. Wiss. Berlin. 1896.
- A. KOROTNEFF (85), Die Embryologie der *Gryllotalpa*. Diese Zeitschr. Bd. XLI. 1885.
- V. LEMOINE (82), Recherches sur le développement des Podurelles. Ass. Franç. pour l'avancement des Sciences. Congrès de la Rochelle. 1882.
- J. T. OUDEMANS (88), Beiträge zur Kenntnis der Thysanura und Collembola. Amsterdam 1888.
- Derselbe (89), Über die Abdominalanhänge einer Lepismide (*Thermophila fur-norum* Rovelli). Zool. Anzeiger Nr. 311. 1889.
- H. DE SAUSSURE (96), Note supplémentaire sur le genre *Hemimerus*. Revue Suisse de Zoologie. Tom IV. Genève 1896.
- W. N. ULJANIN (75), Sur le développement des Podurelles. Archives zool. expér. 1875, 1876.
- C. VERHOEFF (95), Cerci und Styli der Tracheaten. Entomolog. Nachrichten. Jahrg. 21. 1895.
- W. M. WHEELER (93), A contribution to Insect Embryology. Journ. of Morphology. Vol. VIII. 1893.

Erklärung der Abbildungen.

Allgemein gültige Bezeichnungen:

<i>Abd</i> , hinterer, noch unsegmentirter Abdominalabschnitt;	<i>C</i> , Rückengefäß (Herz);
<i>abs</i> ₁₋₁₀ , Abdominalsegment (erstes bis zehntes);	<i>cerc</i> , Cerci (laterale Schwanzfäden);
<i>abx</i> ₁₋₁₀ , Abdominalextremität (erste bis zehnte);	<i>cd</i> , mittlerer Schwanzfaden;
<i>abd</i> , distaler Abschnitt der ersten Abdominalextremität;	<i>cox</i> , Hüftstück (Coxa);
<i>am</i> , Amnion;	<i>crypt</i> , Crypten des Intestinum;
<i>amhl</i> , Amnionhöhle;	<i>D</i> , Eidotter;
<i>amp</i> , Amnionporus;	<i>Dc</i> , Deuterocephalum (Ganglion des Antennensegmentes);
<i>Ant</i> , Antenne;	<i>Deut</i> , Rumpfabschnitt der Embryonalanlage;
<i>blz</i> , Blutzellen;	<i>dk</i> , Dotterkern;
	<i>Ed</i> , Enddarm (Proctodäum);
	<i>ek</i> , Ektoderm;

<i>Ez</i> , Eizahn;	<i>nbl</i> , Neuroblasten;
<i>fk</i> , Fettkörpergewebe;	<i>Neur</i> , Neuralrinne;
<i>ggl.ab</i> , Abdominalganglion (erstes bis elftes);	<i>O</i> , Mund;
<i>ggl.fr</i> , Frontalganglion;	<i>Ob</i> , Oberlippe;
<i>ggl.op</i> , Ganglion opticum;	<i>ovd</i> , Oviduct;
<i>ggl.th₁₋₃</i> , Thoraxganglion (erstes bis drittes);	<i>palp.mx₁₋₂</i> , Taster der ersten, bezw. zweiten Maxille;
<i>ggl.spl</i> , Eingeweideganglion;	<i>Prc</i> , Protencephalum;
<i>Gh</i> , Gehirn;	<i>Prot</i> , vorderer Abschnitt der Embryonalanlage;
<i>ggr</i> , vordere Grenzlamelle;	<i>ser</i> , Serosa;
<i>gz</i> , Genitalzelle;	<i>Sld</i> , medianer Schwanzlappen;
<i>Hyp</i> , Hypopharynx;	<i>Sll</i> , lateraler Schwanzlappen;
<i>hyp₈₋₉</i> , Hypodermisverdickung am Hinterrande des achten bezw. neunten Abdominalsternites;	<i>St₁₋₁₁</i> , Stigmenanlage (erste bis elfte);
<i>Lab</i> , Labium (zweites Maxillenpaar);	<i>Stern₁₋₁₁</i> , abdominales Sternit (erstes bis elftes);
<i>lam.sub</i> , Laminae (Valvulae) subanales;	<i>Term</i> , Endampulle des Genitalganges
<i>lam.sup</i> , Lamina supraanalis;	<i>Trc</i> , Tritencephalum (Ganglion des Vorderkiefersegmentes);
<i>lob.mx</i> , Ladentheile der Maxillen;	<i>Thx</i> , Thoraxgliedmaße;
<i>Md</i> , Mandibel;	<i>us</i> , Cölomsäckchen;
<i>mdl</i> , Mitteldarm (Intestinum);	<i>vd</i> , Vas deferens;
<i>mes</i> , Mesoderm;	<i>vln</i> , ventraler Längsmuskel.
<i>msk</i> , Muskel;	

Tafel XXIX.

Fig. 1. Sagittalschnitt durch die hintere Partie eines Lepismaeies nach Anlage des Keimstreifens. Der letztere ist in den Dotter eingekrümmt. Rechts befindet sich das Vorderende des Körpers mit den beiden Kopflappen (*Prc*); links das Hinterende. Die Ventralseite des Keimstreifens ist gegen die Amnionhöhle (*amhl*) gewendet, welche bis zum Amnionporus (*amp*) reicht. Am Vorderende des Körpers sind schon Cölomsäckchen entstanden, am Hinterende ist das Mesoderm noch ungetheilt und es haben sich dort einige Paracyten abgelöst. Vergr. 116.

Fig. 2. Junge Embryonalanlage. Die Seitentheile derselben sind emporgewölbt, die mittlere (dunkler gehaltene) Partie ist ausgehöhlt. An den Seiten des Embryonalkörpers ist die Mesodermschicht (*mes*) sichtbar. Hinten die Genitalzellen (*gz*). Vergr. 185.

Fig. 3. Transversalschnitt durch einen Embryo nach dem Austritt aus der Amnionhöhle. Es ist das erste Abdominalsegment mit seinen Extremitäten getroffen, sowie (darüber befindlich) das Körperende mit den Schwanzlappen und die dritte Thoraxextremität (*Thx₃*). Vergr. 195.

Fig. 4. Hinteres Abdominalende mit den drei Schwanzlappen. Die Segmentierung ist noch nicht beendet, sondern erst bis zum sechsten Abdominalsegment, welches mit seinen Extremitätenanlagen (*abx₆*) sichtbar ist, fortgeschritten. Vergr. 145.

Fig. 5. Transversalschnitt durch die mittlere Partie einer, ungefähr mit der in Fig. 2 dargestellten, gleichalterigen Embryonalanlage. Vergr. 145.

Fig. 6. Transversalschnitt durch das siebente Abdominalsegment einer jungen Lepismalarve. Im Mitteldarm, an welchem außen eine dünne Muskel-

schicht zu erkennen ist, sind die Krypten (*crypt*) entstanden, zwischen ihnen die noch mit Dotterelementen angefüllten Dotterzellen. Vergr. 145.

Fig. 7. Amnionporus eines *Lepismaeies* von der Außenseite betrachtet. Annähernd dasselbe Stadium wie in Fig. 12. Die Grenzen der Serosazellen waren an dem Präparate nicht deutlich und sind deshalb fortgelassen.

Fig. 8. Hinterende eines Keimstreifens. Ventralansicht. Die Segmentirung ist beendet. Man erkennt die schmale Bauchplatte (*Stern₁₁*) im elften Abdominalsegment. Vergr. 150.

Fig. 9. Hinterende einer jungen, kürzlich ausgeschlüpften weiblichen Larve, von der Ventralseite betrachtet. Am Hinterrande des siebenten Abdominalsegmentes setzen sich die in erweiterte Endampullen übergehenden Oviducte an die Hypodermis an. Vergr. 95.

Fig. 10. Sagittalschnitt durch einen Embryo nach dem Austritt aus der Amnionhöhle. Es sind elf Abdominalganglien an dem in ganzer Länge getroffenen Bauchmark erkennbar. Vergr. 85.

Fig. 11. Hinterende einer jungen, kürzlich ausgeschlüpften männlichen Larve, von der Ventralseite betrachtet. Die Vasa deferentia setzen sich an den Hinterrand des neunten Abdominalsternites an. In demselben Segmente befindet sich eine Stigmenanlage (*St₁₁*). Vergr. 90.

Tafel XXX.

Fig. 12. Ei mit Amnionporus und im Dotter befindlichen Keimstreifen. Vergr. 43.

Fig. 13. Ei, dessen Embryo bereits den Nahrungsdotter zu umwachsen beginnt. Die Serosa hat sich am Vorderende zusammengezogen. Die Kerne, welche zwischen ihr und dem Embryo an der Dotterfläche sichtbar sind, gehören theils den oberflächlich liegenden Amnionzellen, theils Dotterzellen an. Vergr. 65.

Fig. 14. Junge Larve von *Lepisma*, an deren Vorderende noch der Eizahn (*Ez*) sichtbar ist. Ventralansicht. Der Mitteldarm ist mit Dotter gefüllt. In der Medianlinie tritt die Bauchganglienreihe hervor. Vergr. 70.

Fig. 15. *Lepismaeie* unmittelbar nach dem Aufbruch der Amnionhöhle. Die Serosa (*ser*) zieht sich zurück. Der Embryo erscheint an der Oberfläche, sein Hinterende ist in den Dotter eingesenkt, welcher zwischen Körper und dem Rande der Serosa vom (nicht dargestellten) Amnion bedeckt wird. Vergr. 68.

Fig. 16. Ei mit Amnionporus und Keimstreifen. Jüngeres Stadium als in Fig. 12. Vergr. 45.

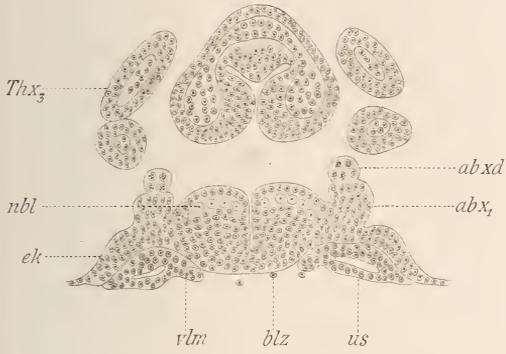
Fig. 17. Keimstreifen nach Beendigung der Körpersegmentirung. Vergrößerung 125.

Fig. 18. Nahezu fertig ausgebildeter Embryo. Die Stigmenanlagen sind vom Mesothorakal- bis zum neunten Abdominalsegment sichtbar. Vergr. 63.

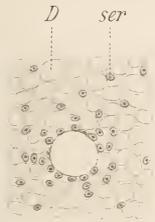
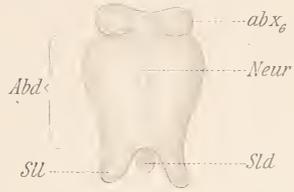
Fig. 19. Etwas älteres Ei als in Fig. 13. Die Serosa hat sich zu einem kleinen Säckchen umgestaltet, welches in den Dotter einsinkt. Vergr. 65.

Fig. 20. Vorderende eines Keimstreifens nach Ausbildung der Kopfsegmente. Vergr. 116.

3.

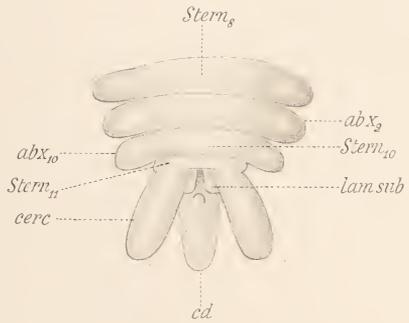


4.

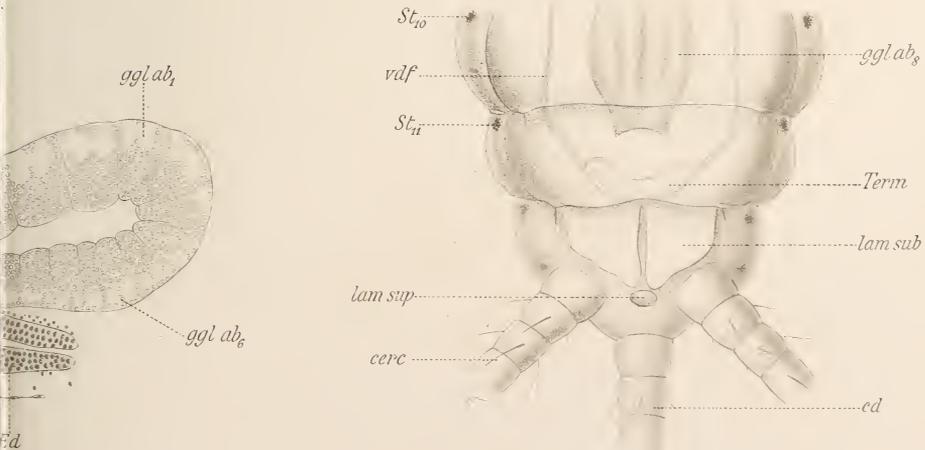


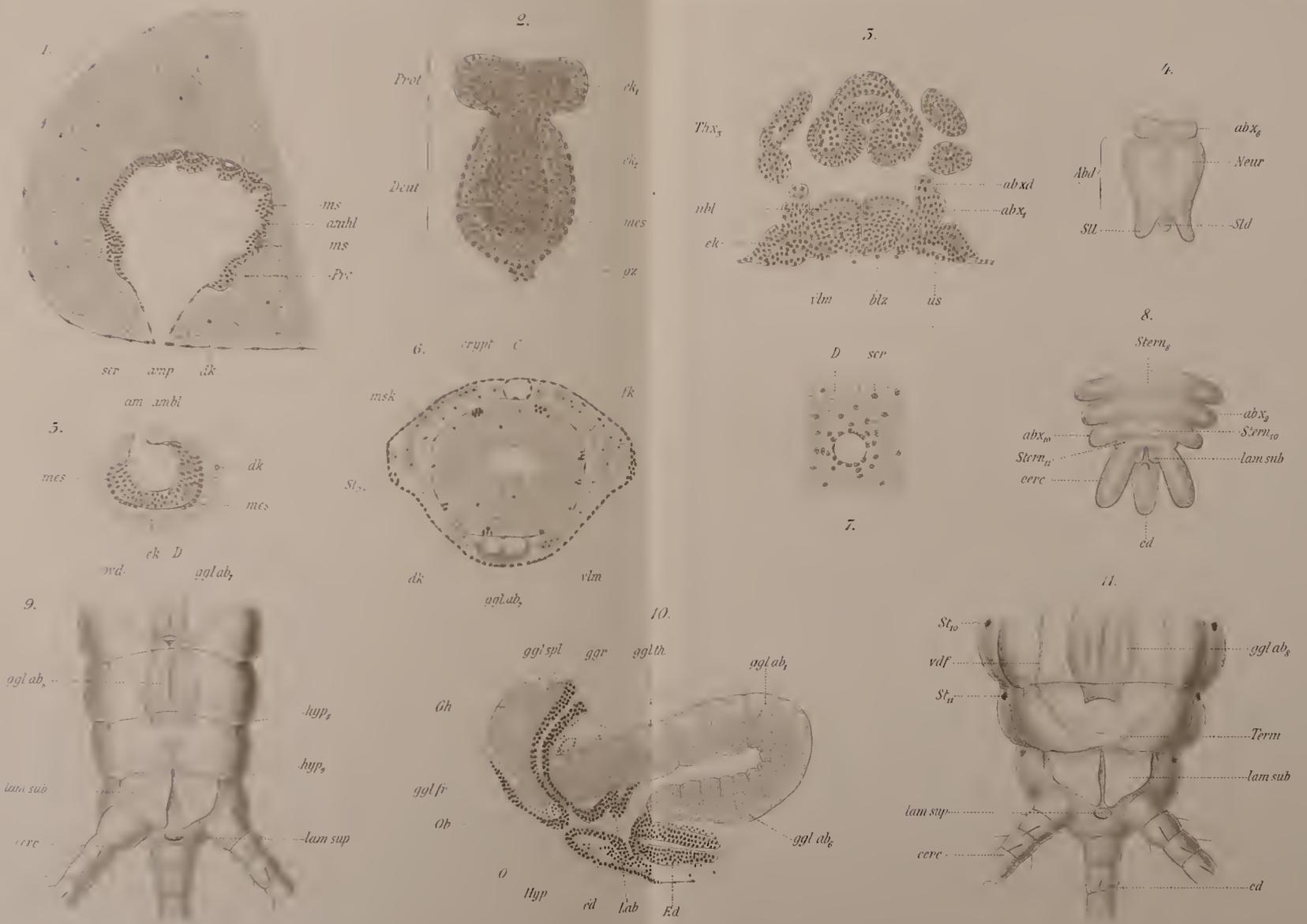
7.

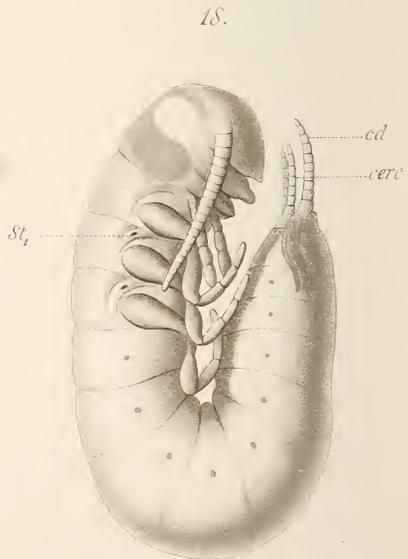
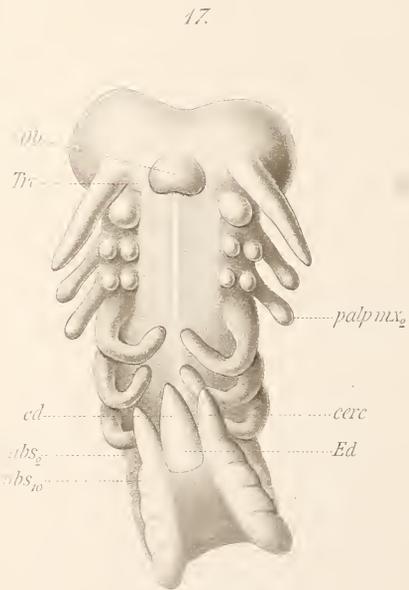
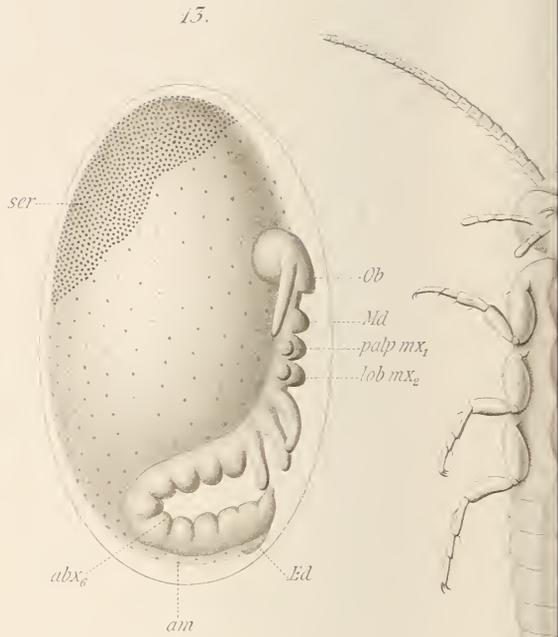
8.



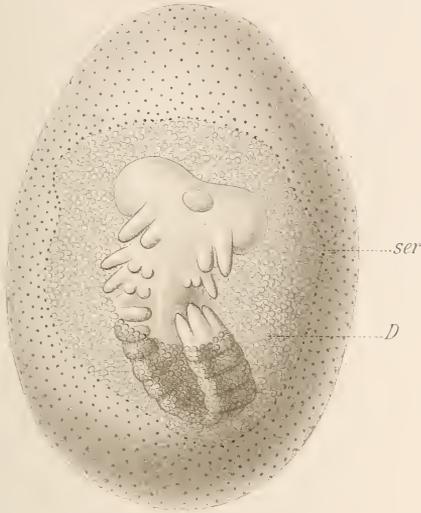
11.



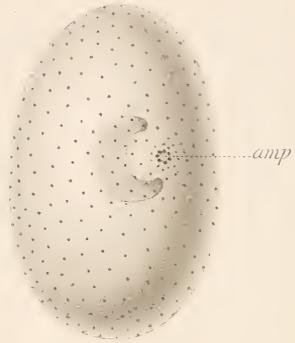




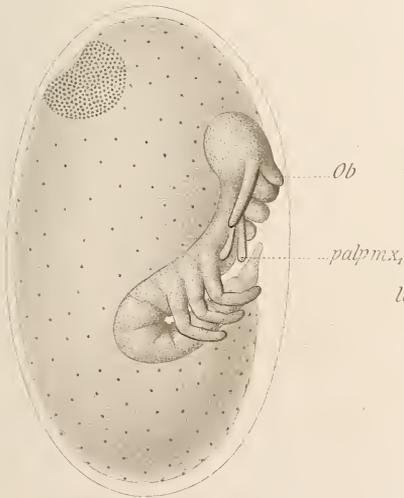
15.



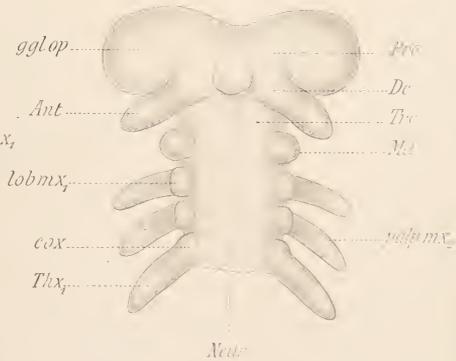
16.

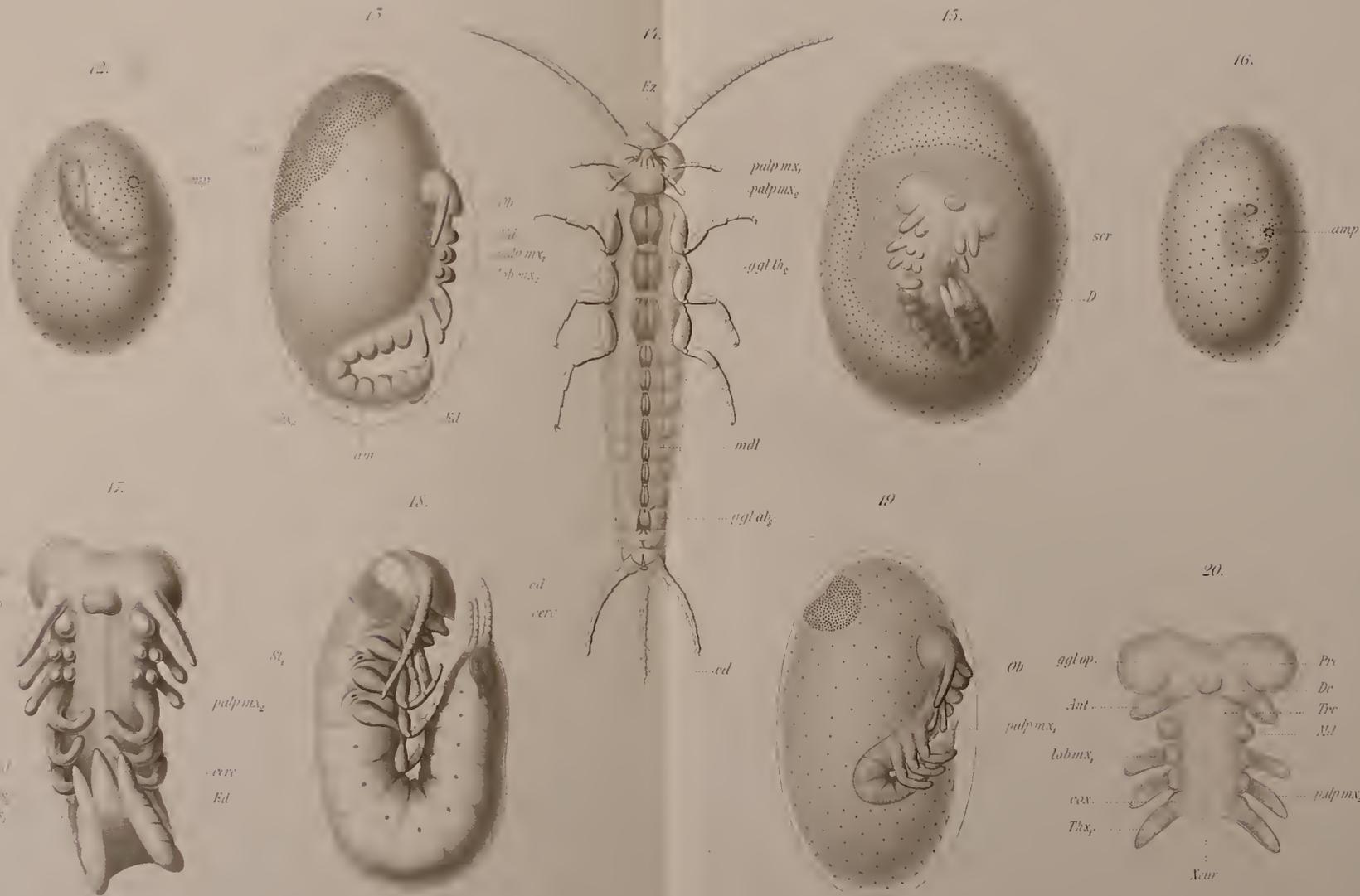


19.



20.





12.

13.

14.

15.

16.

17.

18.

19.

20.

amp
ob
palpmx₁
palpmx₂
ggl th₂
scr
D
amp
cd
cerc
cd
ggl ab₂
cd
ob
ggl op.
Ant.
palpmx₁
lobmx₁
cox.
Thx₁
Pr
Dr
Tr
St
palpmx₂
Xar

Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.

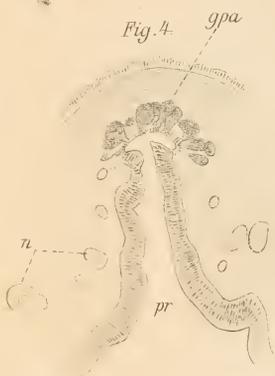


Fig. 5.

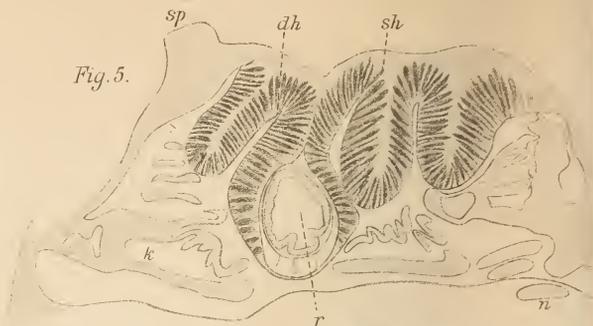


Fig. 6.

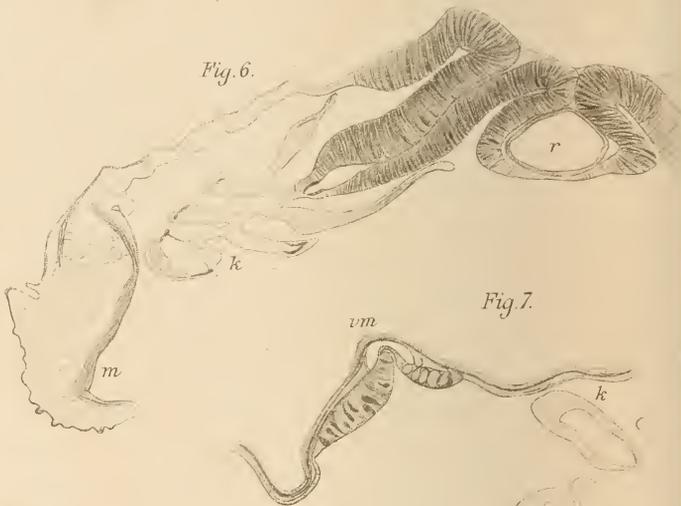


Fig. 7.



Fig. 8.

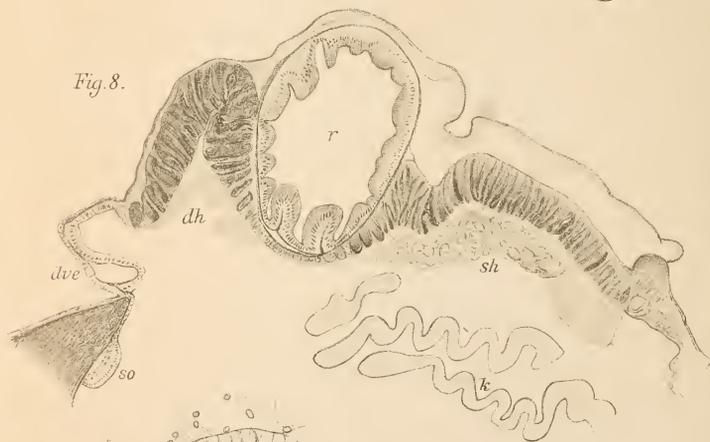
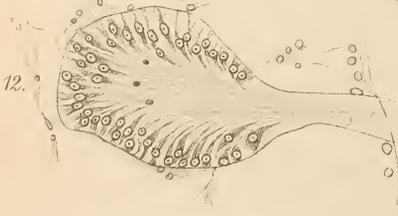


Fig. 10.



Fig. 12.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1896-1897

Band/Volume: [62](#)

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

Artikel/Article: [Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an *Lepisma saccharina* L. 583-631](#)