

Über den Zusammenhang von Mitteldarm und Enddarm bei den Larven der aculeaten Hymenopteren.

Von

C. Rengel.

(Aus dem zoologischen Institut der Universität Berlin.)

Mit Tafel XX und XXI.

Die interessanten Veränderungen, welche der ganze Organismus der holometabolen Insekten während der Metamorphose erleidet, sind zur Zeit durchaus noch nicht für sämtliche Organe durch alle Entwicklungsphasen verfolgt und in ihrem Verlauf hinreichend sicher gestellt. Die Zahl der Forscher, welche sich mit der Verwandlung der inneren Organe eingehender beschäftigten, ist leider recht klein geblieben; die Ergebnisse ihrer Studien, die sich oft nur auf einzelne Organe beziehen, sind zumeist nicht lückenlos, so daß gegenwärtig das Gesamtbild der Insektenmetamorphose zwar in großen Zügen skizziert, aber nur an wenigen Punkten bis ins einzelne ausgeführt erscheint.

Über die Metamorphose der aculeaten Hymenopteren liegt nur eine einzige größere Abhandlung vor: die ausgezeichnete Bearbeitung der metembryonalen Entwicklung einer Ameise (*Lasius flavus*) von KARAWAIEW¹ (1898). Einige Bemerkungen über *Lasius* verdanken wir auch den älteren Autoren GANIN² (1876) und NASSONOW³ (1886).

KARAWAIEW bestätigt die Angabe GANINS, daß ebenso wie bei

¹ KARAWAIEW, Die nachembryonale Entwicklung von *Lasius flavus*. Diese Zeitschr. 1898. Bd. LXIV.

² GANIN, Materialien zur Kenntnis der postembryonalen Entwicklung der Insekten. Warschau 1876.

³ NASSONOW, Zur postembryonalen Entwicklung der Ameise *Lasius flavus*. Vorläufige Mitteilung. Sitzungsberichte der zoologischen Abteilung der Gesellschaft von Freunden der Naturwissenschaften. Moskau 1886.

den Musciden, Coleopteren und Lepidopteren, auch bei den Hymenopteren die Metamorphose mit der vollständigen Beseitigung aller Speisereste aus dem gesamten Darmtraktus durch den After anhebt. Es ist auffällig, daß weder GANIN, noch KARAWAIEW die Frage aufgeworfen hat, wie das zu Anfang der Verwandlung überhaupt möglich ist, denn das Lumen des Mitteldarmes steht ja bei den Larven der aculeaten Hymenopteren in keiner Verbindung mit dem Lumen des Enddarmes. Ich unternahm es daher, mir durch einige Präparate Klarheit über die Beziehung des Mitteldarmes zum Enddarm bei den Larven mehrerer Hymenopteren zu verschaffen, und berichte in den folgenden Zeilen über die Ergebnisse dieser Untersuchung, die an *Vespa germanica*, *Apis mellifica* und *Lasius niger* vorgenommen wurde.

Historisches.

Nach DUTROCHET¹ sind die Larven der Bienen und Wespen vollkommen afterlos; ihr Mitteldarm endet blind. Ebenso wenig hat CARUS² bei den Bienenlarven einen Übergang vom Mitteldarm zum Enddarm vorgefunden.

Dagegen berichtet GRUBE³: »Der Magen (i. e. Mitteldarm) geht bei *Vespa* vorn in einen ganz kurzen, ziemlich starken Ösophagus, hinten durch eine Einschnürung in einen ebenfalls kurzen, mit einer gelblichen Flüssigkeit gefüllten, blasenartig aufgeblähten Darm über.« Die Wandung des Darmtraktus besteht nach GRUBE aus einer Muskelhaut, einer strukturlosen, durchsichtigen Membran und einer Zellschicht (Membrana cellulosa), auf welche letztere im Mitteldarm dann die eigentümlichen Epithellagen folgen, von denen SUCKOW⁴ bereits drei, RAMDOHR⁵ vier unterschieden hatte. GRUBE selbst fand meist fünf, zuweilen sechs oder sieben. (Diese sogenannten Epithellagen sind nichts weiter als die chitinösen, von den Mitteldarmzellen abgetrennten zarten Häute, welche die Darmkontenta bei den Insekten

¹ DUTROCHET, Mémoire sur les métamorphoses du canal alimentaire dans les insectes. MECKELS Archiv. 1818. Bd. IV.

² CARUS, Lehrbuch der vergleichenden Zootomie. 2. Aufl. Leipzig 1834. Bd. II. p. 450.

³ E. GRUBE, Fehlt den Wespen- und Hornissenlarven ein After oder nicht? MÜLLERS Archiv. 1849.

⁴ SUCKOW, Verdauungsorgane der Insekten. HEUSINGERS Zeitschr. für organische Physik. 1828. Bd. III.

⁵ RAMDOHR, Abhandlungen über die Verdauungswerkzeuge der Insekten. 1811.

umhüllen.) Während nun die Muskelhaut, die strukturlose Membran und die Zellschicht sich vom Mitteldarm auf den Enddarm fortsetzen, sind die »Epithelsäcke« des Mitteldarmes hinten, ist der eine Epithelsack des Enddarmes vorn blind geschlossen, so daß keine direkte Kommunikation stattfindet.

BÜTSCHLI¹ kommt auf Grund seiner entwicklungsgeschichtlichen Studien bei *Apis* zu dem Ergebnis: »Das anfänglich blind geschlossene Ende des Afterdarmes (im Embryo) öffnet sich, sobald derselbe seine spätere Länge erreicht hat und sich an die Wandung des Mitteldarmes anlegt; letztere, eine einfache Zellschicht, verschließt jedoch während des Larvenlebens die Öffnung des Afterdarmes, so daß eine Kommunikation zwischen dem Innenraume des Mitteldarmes und des Afterdarmes nicht möglich ist.« BÜTSCHLI hebt besonders hervor, er könne GRUBES Angabe, daß eine feine Öffnung zwischen dem Magen und dem Afterdarm vorhanden sei, nicht bestätigen.

GANIN: »Bei den Larven der Ameise, wie der Biene endet der Mitteldarm blind.« »Es unterliegt die Tatsache keinem Zweifel, daß vor der Verpuppung eine Verbindung des Mittel- und des Enddarmes besteht, und daß der Darminhalt hinausgeworfen wird.«

Die Vereinigung der Lumina des Mittel- und des Enddarmes entsteht nach NASSONOW in der Weise, daß gegen Schluß des Larvenlebens das Vorderende des Afterdarmes sich allmählich dem Hinterende des Mitteldarmes nähert, daß dieselben an der Berührungsstelle verwachsen, und daß an der Verwachsungsstelle ein Durchbruch stattfindet.

»Wenn die Bienenlarve ihre Freßperiode beendet hat,« berichtet JOH. FRENZEL², »so entleert sie den Darm von allen Speiseresten. Dies geschieht, indem sie zunächst ihre Lage verändert und das Afterende nach der Öffnung der Wabenzelle hin verlegt. Es treten dann an dieser Körperstelle, wie ich deutlich beobachtet habe, kleine, ziemlich harte Kotballen von dunkelgelber bis bräunlicher Färbung heraus. Dieselben bestehen gewöhnlich aus einer derart gefärbten schmierigen Materie, welche zahlreiche mehr oder minder durch die Verdauung zerstörte Pollenkörner enthält. Man sieht diese stecknadelknopfgroßen Kotballen zu mehreren längere Zeit am Körperende haften, von wo sie wahrscheinlich wohl durch die Arbeitsbienen

¹ BÜTSCHLI, Zur Entwicklungsgeschichte der Biene. Diese Zeitschr. 1870. Bd. XX.

² FRENZEL, Einiges über den Mitteldarm der Insekten. Archiv für mikr. Anat. 1885. Bd. XXVI.

entfernt werden. Bei einer ausgewachsenen Larve, die ich 8 Tage lang hungern ließ, ohne daß eine Eindeckelung erfolgte, sah ich etwa 30 bis 40 Kotklümpchen ausscheiden, welche zum Teil an der äußeren Wand der Zelle abgesetzt wurden. Da dieselben nur aus dem After entleert werden, so muß jetzt ein vollständiger Enddarm vorhanden sein, welcher die Verbindung der Afteröffnung mit dem Mitteldarm bewerkstelligt. «

In LEUNIS Synopsis¹ findet sich die Angabe: »Eine merkwürdige Eigentümlichkeit der fußlosen Maden ist der Umstand, daß ihr Magen blind geschlossen endigt und ohne Verbindung mit dem die MALPIGHI-schen Gefäße aufnehmenden Enddarm ist; erst in der Puppe wird der Zusammenhang des Magens mit dem Enddarm hergestellt.«

In ähnlicher Weise stellen CLAUS², KOLBE³ und LANG⁴ eine Kommunikation zwischen Mittel- und Enddarm in Abrede. In der Figur, die ARNOLD LANG in seinem Lehrbuche darbietet, ist deutlich ein Abstand zwischen dem Mittel- und dem Enddarm erkennbar.

KARAWAIEW berichtet von der *Lasius*-Larve, der Enddarm sei an dem Mitteldarm angewachsen, aber so, daß beide Teile ihre eigne Wandung behalten. Bei Besprechung eines Verwandlungsstadiums, in welchem das imaginale Mitteldarmepithel schon fertig ist, sagt er: »Auf diesem Stadium kommuniziert die Mitteldarmhöhle bereits mit der Hinterdarmhöhle mittels eines dünnen Kanals, welcher durch die Mitteldarmwand hindurchgeht.«

Eigne Untersuchungen.

Wer die Veränderungen studieren will, die ein Objekt unter gewissen Umständen erleidet, wird sich zunächst mit der Beschaffenheit des Objekts vor Eintritt der Veränderungen vertraut machen. Es ist deshalb nicht recht verständlich, warum KARAWAIEW der Frage, wie die Kommunikation zwischen dem Mittel- und dem Enddarm der Ameisenlarve hergestellt wird, nicht näher getreten ist, zumal eine — allerdings irrige — Behauptung FRENZELS vorliegt, daß bei der Biene das Mitteldarmepithel der Larve von einem zweiten Mitteldarmepithel der Puppe und dieses von einem dritten Mitteldarmepithel der Imago abgelöst würde, und somit doch immerhin die Möglichkeit

¹ LEUNIS-LUDWIG, Synopsis der Tierkunde. 1886. Bd. II.

² CLAUS, Lehrbuch der Zoologie. 1885.

³ H. J. KOLBE, Einführung in die Kenntnis der Insekten. 1893.

⁴ A. LANG, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Tiere. 1888—1894.

der Neubildung eines Verbindungskanals nicht ohne weiteres von der Hand zu weisen war.

Wir betrachten zunächst den hinteren Teil des Mitteldarmes der fressenden, d. h. noch nicht in die Metamorphose eingetretenen Larve von *Vespa germanica*. Junge, höchstens halb erwachsene Larven wurden durch kurzes Eintauchen in heißes Wasser von ca. 80° C. getötet, quer durchgeschnitten und in einem Gemisch von 2 Teilen konz. Alkohol und 1 Teil konz. Sublimatlösung fixiert. Nach der Beseitigung des in den Geweben zurückgebliebenen Quecksilberchlorids durch Jod-Alkohol und der Härtung durch absoluten Alkohol wurden die Tiere in Paraffin eingebettet und in Längsschnitte zerlegt.

Die Wespen füttern ihre Brut vornehmlich mit Insekten, die zwar stückweis, aber doch mit Haut und Haaren verspeist werden. Da nun eine Defäkation bei der Larve von *Vespa* nur einmal während des Larvenlebens und zwar zu Beginn der Verwandlung statthat, so speichern sich die unverdaulichen Nahrungsbestandteile, insbesondere die mitaufgenommenen Chitinbrocken in recht beträchtlichen Mengen im Mitteldarm der Larve auf. Diese Chitinmassen setzen aber dem Mikrotommesser ein fast unüberwindliches Hindernis in den Weg. Tadellose Serien waren so nicht zu erzielen. Nur hin und wieder geriet ein Schnitt. Die wenigen brauchbaren Schnitte zeigten jedoch, daß die Nahrungsüberbleibsel von zahlreichen hyalinen, chitinösen Membranen eingehüllt sind. Derartige Membranen finden sich im Mitteldarm aller Insekten. Bei solchen mit durchgehendem Darne werden sie regelmäßig mit den unverdaulichen Nahrungsbestandteilen ausgestoßen. Die Fäces z. B. von *Hydrophilus piceus* behalten nach der Ausstoßung nur durch sie ihre wurstförmige Gestalt bei, und selbst nach mehreren Tagen noch kann man die einhüllende Membran leicht abpräparieren.

Die Existenz solcher Membranen im Insektendarm ist schon sehr lange bekannt. Bei der Beantwortung der Frage nach ihrer Herkunft und ihrem Zweck gehen die Meinungen der Autoren aber vielfach auseinander. ANT. SCHNEIDER¹ hat 1890 einen nicht sehr glücklichen Versuch gemacht, ihre Entstehung festzustellen. Er kam zu der Ansicht, daß sie am hinteren Ende des Vorderdarmes entstehen, von hier aus ununterbrochen weiter wachsend, in den Mittel- und Enddarm trichterförmig hineinreichen (SCHNEIDERScher Trichter) und am After mit den abzusetzenden Fäces abreißen.

¹ A. SCHNEIDER. Über den Darmkanal der Arthropoden. Zoologische Beiträge. 1890. Bd. II.

Der Zweck dieser Gebilde ist nach einer weit verbreiteten Meinung der Schutz der zarten secernierenden und resorbierenden Epithelzellen gegen die unmittelbare Berührung mit den nicht selten harten und scharfkantigen Bestandteilen des Darminhaltes.

Da die Insekten nicht ununterbrochen Nahrung aufzunehmen im stande sind, so wechseln, in Abhängigkeit von den zeitlich begrenzten Nahrungsaufnahmen, auch bei den Epithelzellen des Mitteldarmes Zeiten sekretorischer Tätigkeit mit Zeiten, in denen die Sekretion nachläßt und ganz aufhörte. Während solcher Ruhepausen überkleiden sich nun die Mitteldarmzellen an ihrer dem Lumen zugewandten Seite mit einer zarten Membran, einer wahren Intima, die bei wieder beginnender Sekretion durch das Sekret abgehoben wird, dann frei in der Darmhöhle liegt und schließlich mit den Exkrementen durch den After ausgestoßen wird. Bei vielen Species bleiben diese Membranen so dünn, daß sie bald nach ihrer Loslösung durch die Bewegungen des Darmes zerrissen werden, wohingegen sie sich bei vielen andern, z. B. der Imago von *Hydrophilus* und der Larve von *Vespa* von großer Dauerhaftigkeit erweisen. Fig. 6 zeigt einige Epithelzellen aus dem Mitteldarm einer Wespenlarve, bei denen die Loslösung der Membran *i** nahe bevorsteht.

Bei der erwachsenen Wespenlarve ist die Zahl der Membranen, die eine Schar ineinander liegender, immer größer werdender Säckchen bilden, die alle mit dem Rande ihrer Öffnung in eigentümlicher Weise an der Grenze von Vorder- und Mitteldarm an der Darmwand hängen bleiben, eine ganz beträchtliche. Meiner Schätzung nach werden bei Wespen täglich 5—6, bei Bienenlarven sicher noch mehr produziert. Die inneren, während der ersten Tage ihres Lebens von der Larve gebildeten Säckchen werden natürlich durch die fortgesetzte Nahrungsaufnahme zersprengt; nur die äußeren zuletzt gebildeten bleiben unversehrt.

Auf die Tatsache, daß die Nahrungsüberreste im Mitteldarm der Wespenlarve von einer größeren Zahl freiliegender, ineinandergeschachtelter, sackförmiger Membranen eingehüllt sind, baute ich nun meinen Plan für eine geeignetere Konservierung der Larven von *Vespa*. Ich tötete die Larven wie früher mit heißem Wasser, schnitt sie quer durch und versuchte nun vor der Fixierung der Darmwand vorsichtig mit der Pincette an der Schnittfläche einige von den Chitinhäuten zu fassen in der Erwartung, daß sie sich und mit ihnen die im Darmlumen liegenden Nahrungsreste würden herausziehen lassen. Der Versuch gelang in den meisten Fällen vortrefflich; und die

Weiterbehandlung mit Sublimat-Alkohol usw. führte zu ausgezeichneten Schnittserien.

Die genaue Durchsicht dieser Serien ergab nun, daß der Mitteldarm der Wespenlarve in eigenartiger Verbindung mit dem Enddarm steht. Beide sind nämlich durch einen kurzen Stiel verbunden und zwar so, daß nicht nur die Muscularis vom Mitteldarm auf den Enddarm übergeht, sondern auch Membrana propria und Epithel beider in Kontinuität stehen. Fig. 1 zeigt die Grenze von Mittel- und Enddarm einer jungen, 4 mm langen Larve. Der Stiel ist verhältnismäßig lang und vor allem krumm, so daß er nicht axial getroffen, sondern nur angeschnitten wurde. Die Figg. 2A und 2B stellen Schnitte durch das Ende des Mitteldarmes einer nahezu ausgewachsenen Larve bei gleicher Vergrößerung wie Fig. 1 dar. Auch hier liegt nicht die ganze Achse des Verbindungsstückes in einem Schnitte. Entweder stand die Achse schief zur Schnittfläche oder besaß senkrecht zu dieser eine schwache Krümmung. Zwischen den beiden gezeichneten Schnitten 2A und 2B dieser zweiten Serie finden sich noch vier Schnitte zu je 5 μ . Bemerkenswert ist, daß das Verbindungsstück bei der ausgewachsenen Larve verhältnismäßig kurz ist. Es ist eben nicht länger geworden, nicht mitgewachsen, während Mittel- und Enddarm sich bedeutend vergrößert haben. Schließlich ist auch noch als wichtig hervorzuheben, daß sowohl das Epithel des Mitteldarmes, wie auch das Epithel des Enddarmes sich trichterförmig gegen das Verbindungsstück vertieft.

In histologischer Beziehung ist der Darm der Wespenlarve durchgehend, nicht unterbrochen. Die Grenze zwischen dem Mitteldarmepithel und dem Enddarmepithel war bei der von mir angewandten Färbung mit Hämatoxylin nicht immer scharf erkennbar; doch spricht die Anwesenheit von Regenerationsherden in dem Verbindungsstück dafür, daß das Epithel desselben Mitteldarmepithel ist. Der Nahrungskanal ist also am Ende des Mitteldarmes wie durch einen Sphinkter eingeschnürt, so daß, obwohl die Darmwand kontinuierlich vom Munde bis zum After hindurchgeht, die Darmhöhle an dieser Stelle eine Unterbrechung erleidet. Der Vorder- und der Mitteldarm einerseits, der Enddarm andererseits bilden demnach nur in physiologischer Beziehung während des Larvenlebens Blindsäcke.

Erwähnen möchte ich noch, daß es mir nicht gelungen ist, den Zeitpunkt festzustellen, wann diese eigentümliche Brücke zwischen dem Mittel- und dem Enddarm sich bildet. In fast fertigen Embryonen,

bei denen das Lumen des Vorderdarmes bereits mit dem Lumen des Mitteldarmes kommuniziert, zeigt die Grenze von Mittel- und Enddarm dasselbe Bild, welches man einige Zeit früher am vorderen Ende des Mitteldarmes, bevor hier der Durchbruch eingetreten ist, antrifft. Ganz junge Larven dagegen besitzen ein solches Verbindungsstück.

Die Figg. 1, 2A und 2B stellen also den Befund an fressenden Larven von *Vespa germanica* dar und zwar Fig. 1 bei einer jugendlichen, Figg. 2A und 2B bei einer nahezu ausgewachsenen.

Die vollkommen erwachsene Wespenlarve deckelt ihre Zelle und beginnt dann sich ihres Darminhaltes zu entledigen. Mittels heftiger Muskelkontraktionen drängt sie den Sack mit Chitintrümmern nach hinten. Durch den Druck, den die Inhaltsmasse im letzten Teil des Mitteldarmes auf die Wandung desselben ausübt, wird diese stark gedehnt. Mit der Dehnung der Membrana propria, die den hohen cylindrischen Epithelzellen als Basis dient, werden auch diese genötigt, ihre Gestalt zu ändern; sie werden breiter und niedriger (vergl. Fig. 7).

Die fortgesetzten Anstrengungen der Larve bewirken, daß auch das Verbindungsstück nicht zurückbleiben kann. Die Epithelzellen in demselben bilden ja, wie schon geschildert, — sit venia verbo — ein Rohr ohne Lumen. Nun erhält der Verbindungsstrang vom Mitteldarm her allmählich ein Lumen. Der vordringende Fäkalsack schiebt sich hinein und erweitert auch diesen Engpass nach und nach.

In der Fig. 3 sehen wir die Verbindungsstrecke bereits mit einem Lumen versehen. Die Figur ist das getreue Bild eines Präparates; und dennoch gibt sie die tatsächlichen Verhältnisse nicht ganz wieder. Die Larve wurde zur Abtötung etwa 1 Sekunde in heißes Wasser getaucht. Diese Zeit reichte gerade aus, den Hautmuskelschlauch zu fixieren. Bis zum Darm gelangte die Temperatur, welche Protoplasma zum Gerinnen bringt, keineswegs. Der Darm war also noch nicht fixiert. Nun wurde die Larve quer durchgeschnitten und der Darminhalt herausgezogen. Darauf mußte notwendig bei der stark gedehnten, noch weichen Darmwand eine starke Kontraktion eintreten. Nur einige von den zahlreichen Chitinmembranen, und zwar die äußeren, blieben zurück und zeigen an, wie weit die auszustoßenden, unverdaulichen Reste der aufgenommenen Nahrung bereits vorgezogen waren.

Ein Weiteres bewies dieses Präparat, daß nämlich die so bequeme Methode der Chitinentfernung weiterhin nicht mehr anwendbar blieb.

In der Fig. 4 finden wir bei *mg* die Mündung eines larvalen MALPIGHISCHEN Gefäßes, also dicht darüber die Grenze von Mittel- und Enddarm. Die Regenerationsherde sind der geringen Vergrößerung (42:1) wegen nicht in der Zeichnung ausgeführt worden. Die 5 weißen, mit *lx* bezeichneten Areale am Grunde der Epithelzellen des Mitteldarmes zeigen ihre Lage an.

Der vordere Teil des Fäkalsackes hat den Enddarm bereits erreicht. Die Einschnürung zwischen dem Mittel- und dem Enddarm der Larve ist völlig ausgeglichen. Der Pfeil in der Figur gibt die Bewegungsrichtung des Mikrotommessers an. Durch die Chitinbrocken, welche das Messer auf seinem Wege mitnahm, wurde der in der Zeichnung links gelegene, durch punktierte Linien angedeutete Teil der Darmwandung fortgerissen.

Das wesentlichste Hindernis für die Ausstoßung der unverdaulichen chitinösen Bestandteile des aufgenommenen Futters ist damit bei der Wespenlarve beseitigt. Die Fäkalmasse gleitet nun langsam den Darm hinab und gelangt nach außen.

Fig. 5 stellt den Längsschnitt durch den Darm einer Larve dar, die unmittelbar nach der vollendeten Ausstoßung des Darminhaltes konserviert worden ist.

Larven, die sich innerhalb der Zelle ihres Darminhaltes entledigen, drücken die zähe, knetbare Masse durch die Bewegungen ihres Abdomens zu einem schüsselförmigen Gebilde breit, das am Grunde der Zelle ruht. Im Herbst findet man in den einzelnen Zellen des Wespennestes so viele solcher Schüsseln ineinanderstehend, wie Larven in der betreffenden Zelle großgezogen worden sind, nur voneinander getrennt durch die bei den verschiedenen Häutungen der Bewohner abgelegten Hüllen.

Da das chitinöse Exoskelett der meisten Insekten dunkle Färbung besitzt, so sind auch die Überbleibsel, die sich im Mitteldarm der Wespenlarve anhäufen, schwarzbraun. Dieser dunkle Inhalt schimmert durch die zarte Wandung des ganzen Larvenleibes etwas durch. Larven dagegen, die sich dieses Ballastes bereits entledigt haben, die also schon in die Verwandlung eingetreten sind, zeigen einen rein gelben Farbenton.

Präpariert man aus den erst vor kurzem gedeckelten Zellen einer Wespenwabe die Insassen heraus, so ist es daher nicht schwierig, die Individuen, welche die Defäkation bereits überstanden haben, von denen zu unterscheiden, bei welchen sie noch bevorsteht. Ist die Anzahl der letzteren nicht zu klein, so wird man sicher einige

Larven antreffen, die soeben mit dem Spinnen fertig geworden waren und sich nun vor den Augen des Beobachters zur Entleerung anschicken. Der Prozeß der Entleerung nimmt geraume Zeit, oft mehrere Stunden in Anspruch.

Fig. 5 zeigt uns den Darm der Wespenlarve nach der Entleerung; er gleicht in diesem Stadium durchaus dem Darne eines Insekts, das zeitlichs ein durchgehendes Lumen besitzt. Der Durchmesser des durch die umfangreichen Inhaltmassen vorher stark gedehnten Mitteldarmes vermindert sich nach der Ausstoßung um ein Beträchtliches. Die Epithelzellen werden dann wieder hochcylindrisch.

Wir wenden uns nun der Honigbiene zu. Die Fig. 8 stellt ein Stück eines Längsschnittes durch den Darm der fressenden Larve dar. Die Verhältnisse liegen bei *Apis mellifica* einfacher als bei *Vespa*. Das Verbindungsstück ist breiter, aber relativ kurz. Die chitinösen Membranen im Innern des Mitteldarmes sind bei der Biene-Larve sehr zart, so daß ein Herausziehen der unverdaulichen Nahrungsreste wie bei *Vespa* nicht gelingt. Eine solche Operation ist aber auch gar nicht nötig, denn der Mitteldarm enthält nur eine zähe Flüssigkeit, die mit den Hüllen von Pollenkörnern durchsetzt ist, so daß das Schneiden der eingebetteten Stücke nicht die geringsten Schwierigkeiten macht. In Fig. 9 ist die Schranke zwischen dem Mittel- und dem Enddarm vollständig beseitigt.

Einen ähnlichen Befund ergab die Untersuchung der Larven von *Lasius niger*. Fig. 10 stellt die Grenze von Mittel- und Enddarm einer fressenden, und zwar noch nicht ausgewachsenen Larve dar. Der Umstand, daß nicht alle Larven eines Ameisennestes für die Verwandlung einen Cocon spinnen, sondern daß zahlreiche Individuen sich frei, ohne Cocon verpuppen, mahnt sehr zur Vorsicht bei der Schätzung des Alters. Der Grund für dieses ungleiche Verhalten der Insassen ein und desselben Nestes scheint mir in der großen Geschäftigkeit der Arbeiter zu liegen, mit welcher diese bei jeder Änderung in der Temperatur und Feuchtigkeit der Luft die Larven und Puppen im Neste von einem Ort zum andern tragen.

Gerade an Spätsommertagen mit halb bedecktem Himmel, an welchen die Sonnenstrahlen zeitweilig den Erdboden treffen, zeitweilig durch Wolken abgeblendet sind, nehmen die Ameisen häufiger eine Ortsveränderung mit ihrer Brut vor.

Larven, die an solchen Tagen sich einspinnen wollen, werden mit den übrigen noch fressenden Larven und den Puppen bald nach oben, bald nach unten getragen. Sie dürften nach einer Reihe von

Unterbrechungen im Spinnen eher den Inhalt ihrer Spinndrüsen erschöpfen, als sie einen hinreichend festen Cocon zu stande bringen, und schließlich in die Metamorphose ohne schützende Hülle eintreten.

Man tut gut, bei einer Untersuchung der Vorgänge, die sich im Verdauungstraktus kurz vor Beginn der Verwandlung abspielen, nur solche Individuen auszuwählen, die sich eingesponnen haben. Da die Metamorphose des Darmkanals unmittelbar nach der Entleerung anhebt, ist es für uns von großer Bedeutung an einem äußeren Zeichen feststellen zu können, ob für eine vorliegende Larve dieser Augenblick erst bevorsteht, oder ob er bereits überschritten ist. Bei einem eingesponnenen Individuum ist die Entscheidung leicht zu treffen: sind beide Pole des Cocons weiß, so ist die Larve entweder noch beim Spinnen, oder sie ist bei der Ausstoßung des Darminhaltes; hat dagegen der Cocon einen weißen und einen dunklen Pol, so rührt die dunkle Färbung des einen Endes nur von den durchscheinenden, schon ausgestoßenen Inhaltmassen des Mitteldarmes her, — ein untrügliches Zeichen, daß die Metamorphose bereits im Gange ist.

In der Fig. 11 sehen wir die beginnende Erweiterung des kurzen Verbindungskanals von Mittel- und Enddarm. In der Fig. 12 ist keine Spur einer Einschnürung mehr zu finden.

Das Ergebnis der Untersuchungen an den genannten drei Insektenlarven ist also folgendes:

1) An der Grenze von Mitteldarm und Enddarm erhält sich der embryonale Zustand während des ganzen Larvenlebens unverändert (*Apis*, *Lasius*) oder nahezu unverändert (*Vespa*).

2) Der Mitteldarm steht von Anfang an in organischem Zusammenhang mit dem Enddarm. Muscularis, Membrana propria und Epithel gehen von dem einen Darmabschnitt ohne Unterbrechung auf den andern über. Die Ausstoßung von aufgespeicherten Inhaltmassen des Mitteldarmes wird nicht erst durch eine Neubildung ermöglicht, sondern erfolgt lediglich durch Dehnung des verengten Darmabschnittes.

Potsdam, im August 1902.

Erklärung der Abbildungen.

Bedeutung der Buchstaben: *e*, Epithel des Mitteldarmes der Larve; *e**, Epithel des Enddarmes der Larve; *mp*, Membrana propria; *i*, Intima; *mg*, MALPIGHISCHES Gefäß der Larve; *Mg*, MALPIGHISCHES Gefäß der Imago; *kx*, Regenerationsherd.

Tafel XX.

Fig. 1—7 von *Vespa germanica*.

Fig. 1. Grenze von Mittel- und Enddarm einer etwa 4 mm langen Wespenlarve. Der Mitteldarm ist mit dem Enddarm durch einen soliden Strang verbunden.

Fig. 2 *A* und *2 B* sind Schnitte durch das hintere Ende des Mitteldarmes einer nahezu erwachsenen Larve. Der Verbindungsstrang ist während des Larvenlebens nicht wesentlich länger, dagegen beträchtlich dicker geworden. Sowohl das Epithel des Mitteldarmes, wie das Epithel des Enddarmes vertieft sich trichterförmig gegen das Verbindungsstück. *a* ist eine Sekretschicht, die dem Mitteldarmepithel aufliegt.

Fig. 3. Das Verbindungsstück besitzt bereits ein Lumen. Vgl. Text p. 228.

Fig. 4. Der vordringende Chitinsack hat den Enddarm bereits erreicht. Die Zusammenschnürung des Verdauungskanals an der Grenze von Mittel- und Enddarm ist beseitigt. Der von zahlreichen Membranen (*i*) gebildete Sack ist mit Chitintrümmern, den unverdaulichen Resten der verzehrten Insekten angefüllt. Der Pfeil gibt die Richtung an, in der sich das Mikrotommesser bewegte.

Fig. 5. Die Ausstoßung der Darmcontenta ist vollendet. Der vorher, und zwar ganz besonders während der Ausstoßung des Chitinsackes, stark gedehnte Mitteldarm hat sich radial um ein Bedeutendes kontrahiert.

Fig. 6. Epithelzellen aus dem Mitteldarm einer jungen Larve. *i** ist eine chitinöse Intima, die im Begriff steht sich loszulösen.

Fig. 7. Epithelzellen aus dem Mitteldarm einer erwachsenen Larve, welche die ersten heftigen Anstrengungen macht, sich des Chitinsackes zu entledigen, also aus einer Zeit, in welcher die Mitteldarmwandung die stärkste Dehnung erleidet.

Tafel XXI.

Fig. 8 und 9 von *Apis mellifica*.

Fig. 8. Grenze von Mittel- und Enddarm der fressenden Bienenlarve; *a*, Sekretschicht.

Fig. 9. Die Lumina von Mittel- und Enddarm kommunizieren. Von den vielen chitinösen Membranen, welche die Darmcontenta umhüllen, ist nur eine, die äußerste, gezeichnet worden.

Fig. 10—12 von *Lasius niger*.

Fig. 10. Grenze von Mittel- und Enddarm der fressenden Ameisenlarve.

Fig. 11. Die analwärts gepreßten Inhaltmassen des Mitteldarmes haben den hinteren Teil des Mitteldarmes so stark gedehnt, daß schon eine kleine Öffnung entstanden ist, durch welche das Lumen des Mitteldarmes mit dem Lumen des Enddarmes in Verbindung steht.

Fig. 12. Die Einschnürung des Darmkanals am Ende des Mitteldarmes ist vollständig beseitigt.

Fig. 1. 27

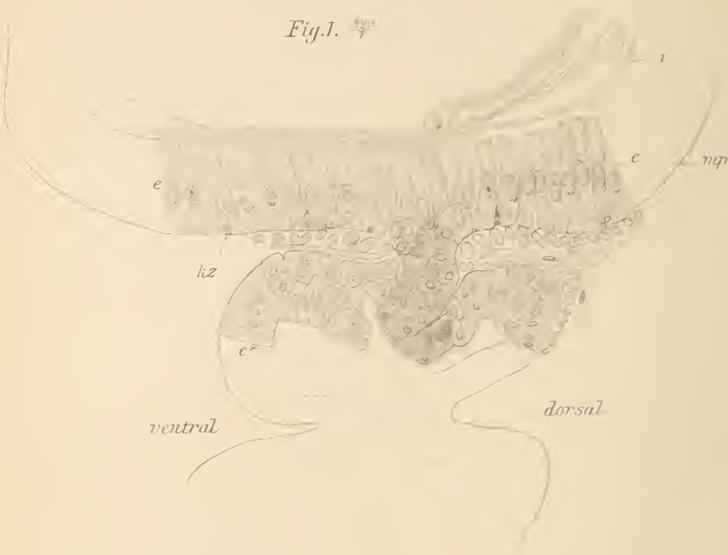


Fig. 2. 28



320



Fig. 2B. 320



Fig. 6. 320



Fig. 3. 320

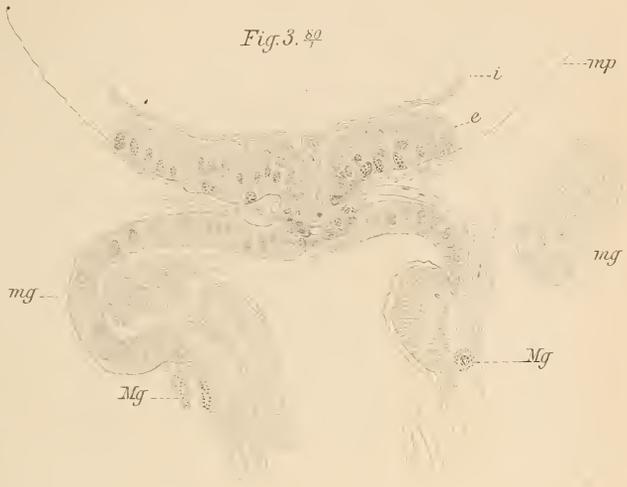


Fig. 4. 320

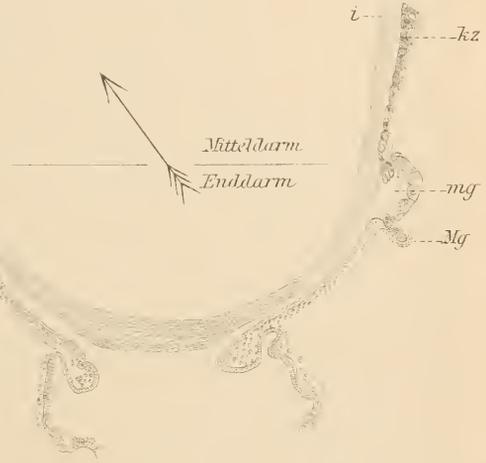


Fig. 7. 320



Fig. 1. 3'



Fig. 2A. 320

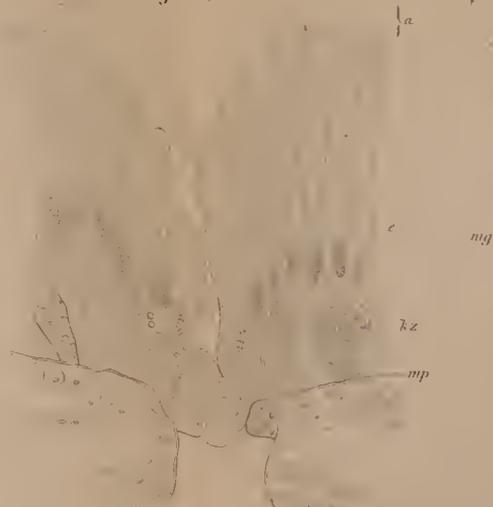


Fig. 3. 8



Fig. 5. 80



Fig. 2B. 320

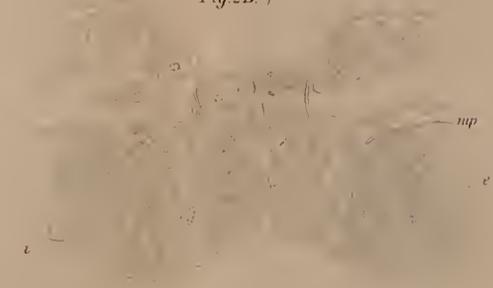


Fig. 4. 5



Fig. 6. 320

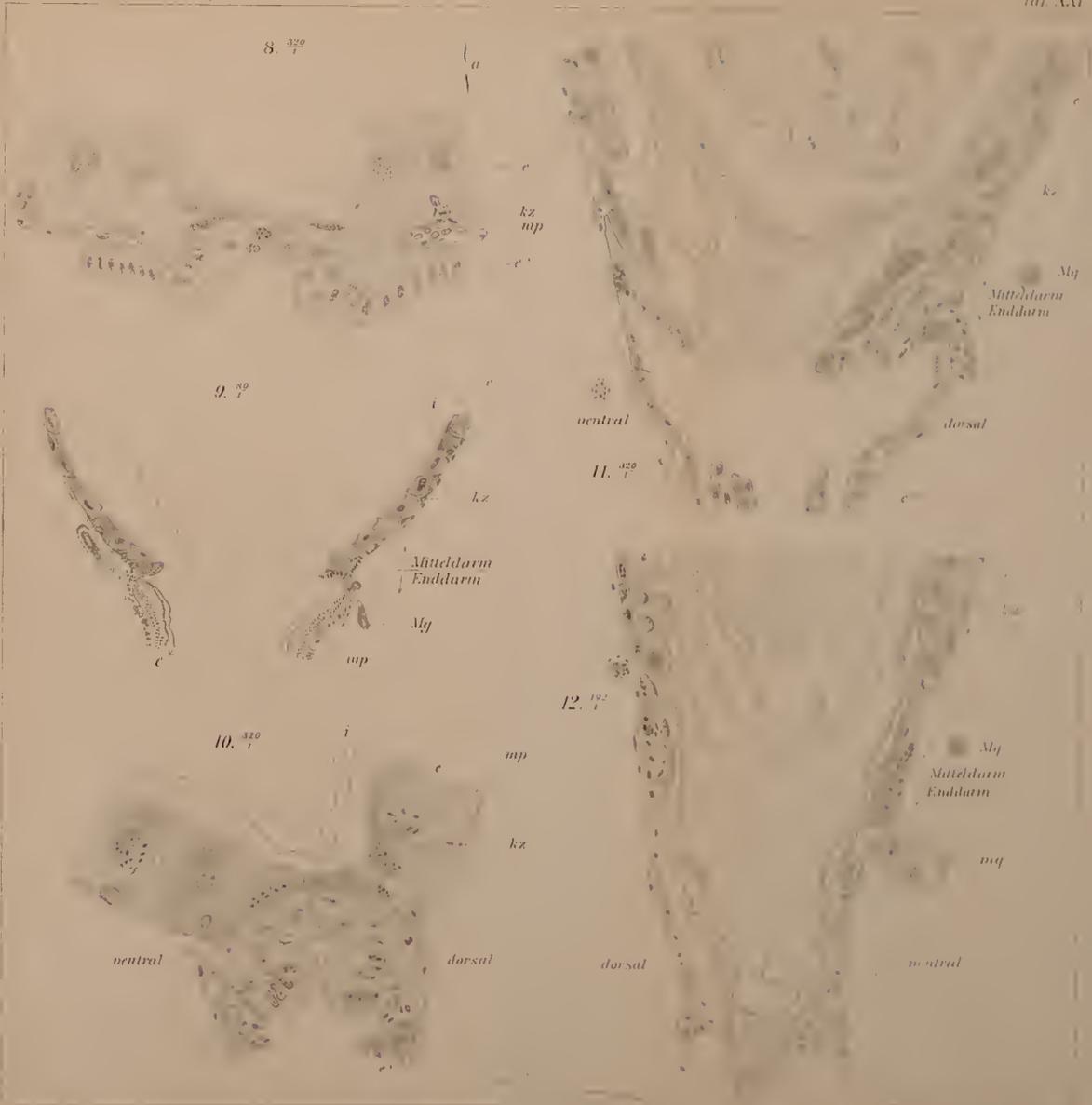


Fig. 7. 270





ventral



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1903

Band/Volume: [75](#)

Autor(en)/Author(s): Rengel C.

Artikel/Article: [Über den Zusammenhang von Mitteldarm und Enddarm bei den Larven der aculeaten Hymenopteren 221-232](#)