

(Aus dem Entomologischen Seminar der Universität Rostock.)

STUDIEN AN PANORPA COMMUNIS L.

I. ZUR BIOLOGIE.

II. ZUR MORPHOLOGIE UND POSTEMBRYONALEN ENTWICKLUNG DES KOPFSKELETTS.

Von

PAUL STEINER.

Mit 41 Textabbildungen.

(Eingegangen am 7. August 1929.)

I. ZUR BIOLOGIE VON PANORPA COMMUNIS L.

Inhaltsübersicht.		Seite
Einleitung		1
A. Zuchtmethode		2
B. Zur Biologie der Imago		2
a) Vorkommen		2
b) Nahrung		4
c) Verdauung.		4
d) Lokomotionsvermögen, Verhalten gegen äußere Reize, Schutz- färbung, Feinde		5
e) Kopulation		5
f) Eiablage		8
C. Zur Biologie des Eies		9
D. Zur Biologie der Larve		12
a) Schlüpfen der Larve		12
b) Die Junglarve		12
c) Auffinden der Nahrung.		13
d) Nahrung		13
e) Verdauung.		14
f) Lokomotionsvermögen		14
g) Verhalten gegen äußere Reize		14
h) Häutungsvorgänge		15
i) Das Präpupalstadium		21
k) Morphologische Unterscheidungsmerkmale der verschiedenen Larvenstadien		22
E. Zur Biologie der Puppe		23
Literaturverzeichnis		25

Einleitung.

Für die weiter hinten ausgeführten morphogenetischen Untersuchungen des Kopfskeletts von *Panorpa com.* L. wurden als Untersuchungsmaterial größere Mengen von Larven, Puppen und frisch geschlüpften Imagines benötigt. Da diese Entwicklungsstadien in der Natur nur

höchst selten angetroffen werden, dagegen geschlechtsreife Imagines in den Sommermonaten leicht zu erbeuten sind, war es das einfachste, aus eigenen Zuchten das notwendige Untersuchungsmaterial zu gewinnen. An Hand dieser Zuchten konnten ziemlich erschöpfende Beobachtungen über die Biologie von *Panorpa com.* angestellt werden, welche im folgenden wiedergegeben seien. Wenn auch die Literatur schon manch wertvollen Beitrag zur Lebensgeschichte dieser Insektengruppe aufweist, so scheint eine Wiedergabe der hier gewonnenen Untersuchungsergebnisse doch am Platze, da die früheren Beobachtungen zum Teil stark voneinander abweichen bzw. sich widersprechen. Die Gegenüberstellung der verschiedenen Beobachtungen, sowie Stellungnahme zu ihnen und die Wiedergabe der eigenen Untersuchungsergebnisse mögen dazu beitragen, unsere Kenntnis von der so interessanten Insektengruppe der Panorpaten weiterhin zu ergänzen.

A. Zuchtmethode.

Die Untersuchungen wurden vorgenommen in Münster i. W. vom Sommer 1927 bis 1928 und wurden dann weitergeführt vom Sommer 1928 bis zum Frühjahr 1929 in Rostock i. M. Das erforderliche Zuchtmaterial stammte aus der Umgebung beider Beobachtungsorte. Die Zucht von *Panorpa com.* bereitete — von einigen anfänglichen Mißerfolgen abgesehen — keine großen Schwierigkeiten.

Die in der Natur erbeuteten Imagines wurden zu Zuchtzwecken in verschiedenen Käfigen untergebracht. Kommt es nicht darauf an, einzelne Pärchen gesondert zu beobachten, so erweisen sich die sogenannten Moskitokäfige für Gesellschaftszuchten als sehr geeignet. Zweckmäßig versieht man die Käfige mit einigen Zweigen und krautigen Gewächsen. Um den Imagines die Möglichkeit zur Eiablage zu geben, wird der Käfig mit einem niedrigen (etwa 8 cm hoch) mit Erde gefüllten Kasten versehen, welcher dem Käfig leicht entnommen werden kann, wodurch sich eine schnelle Kontrolle der Zuchten auf Eiablage ermöglicht. Bei Einzelzuchten wurden erfolgreich Standgläser von 15 cm Durchmesser und 20 cm Höhe benutzt, die bis zur halben Höhe mit Erde angefüllt und durch einen Drahtgazeübersturz verschlossen waren. Der Boden im Käfig, sowie aufgestellte Pflanzen sind morgens hinreichend mit Wasser zu bestäuben, da die Imagines einen hohen Feuchtigkeitsgehalt ihrer Umgebung lieben. Um das Eindringen unerwünschter Schmarotzerinsekten zu verhindern, ist ein ziemlich dichter, aber die Durchlüftung der Käfige nicht behindernder Abschluß zu wählen.

B. Zur Biologie der Imago.

a) Vorkommen.

Die Imagines der Skorpionsfliegen sind während der warmen Jahreszeit in der Natur im allgemeinen recht zahlreich anzutreffen. Die Litera-

turangaben von STITZ, BRAUER und SZIPEROVICZ erwecken allerdings den Eindruck, als wenn die Imago *nur* in den Sommermonaten vorkäme. Hingegen wurde sie vom Verfasser des öfteren bei warmer Witterung schon im Frühjahr angetroffen, so z. B. im letzten Jahr schon am 13. Mai 1928 in den Niederungen der Ems bei Gimfte i. W. Gegen Mitte August verschwinden die Imagines im allgemeinen wieder. Gelegentlich werden aber auch noch bzw. wiederum im September Imagines von *Panorpa* beobachtet, welche gegen Ende genannten Monats oder Anfang Oktober absterben. Diese spät auftretenden Imagines sind, wie eindeutig festgestellt, Abkommen der ersten Jahresgeneration und als *gelegentlich auftretende zweite Jahresgeneration* anzusehen.

So wurde 1927 beobachtet, daß die Imagines in der Natur gegen den 10. bis Mitte August restlos abgestorben, Mitte September allerdings wieder in ziemlicher Anzahl vorhanden waren. Diesen Beobachtungen in der Natur entsprachen vollends die Ergebnisse der Laboratoriumsversuche. So schlüpfen im Laboratorium am 8. September aus 200 Larven, die Eigelegen vom 20. Juli bis 7. August entstammten, 27 Imagines. Der Rest überwinterte. 1928 wurde eine zweite Jahresgeneration weder in der Natur noch im Laboratorium hervorgebracht. — *Es kann also bei günstigen Umständen eine doppelte Sicherung zur Erhaltung der Art durch Auftreten einer zweiten Jahresgeneration geschaffen werden.* — Diese Beobachtung bildet das Bindeglied zwischen den beiden sich widersprechenden Beobachtungen einerseits von BRAUER, der das Vorkommen von 2 Jahresgenerationen als Regel angibt, und andererseits von SZIPEROVICZ, welcher nur eine Jahresgeneration anerkennt. Sollten vielleicht auch beide recht haben, wenn die Anzahl der Jahresgenerationen örtlich variiert?

Während *im allgemeinen die Anzahl der ♂♂ und ♀♀ der ersten Jahresgeneration einander ziemlich gleich ist*, traten bei der *zweiten Jahresgeneration vorwiegend ♀♀* auf. Von den im Laboratorium geschlüpfen 27 Exemplaren waren 23 ♀♀ und 4 ♂♂. Auch dieses Resultat entsprach schätzungsweise dem in natura beobachteten zahlenmäßigen Auftreten von ♀♀ und ♂♂.

Als *Lebensraum* bevorzugen die Imagines *feuchte*, bei starker Sonnenbestrahlung noch genügend *Schatten spendende Umgebung*. So trifft man sie nicht selten an Grabenrändern, vorzüglich im niederen Gebüsch von *Betula* oder *Sambucus* und in dichten Beständen von *Urtica urens* und *Rubus fruticosus*; also hauptsächlich in der Umgebung von Pflanzen, die an feuchten Standort gebunden, selbst saftige und wasserreiche Gewächse sind und durch starke Verdunstung dazu beitragen, den Wassergehalt ihrer Umgebung zu erhöhen.

Heiße Mittagssonne meiden die Imagines, dagegen sieht man sie zur Vor- und Nachmittagszeit sich gerne auf Blättern sonnen. Wie sehr empfindlich die Imagines gegen zu starke Sonnenbestrahlung sind, be-

weist die Tatsache, daß in Laboratoriumszuchten, die versehentlich einmal der Mittagssonne ausgesetzt blieben, die meisten Individuen schon im Laufe des Nachmittags eingingen. Dabei zeigte es sich, daß die ♀♀ *entschieden widerstandsfähiger* sind als die ♂♂.

b) Nahrung.

Die Nahrung der Imago ist sowohl animaler wie auch vegetabilier Art. *Die Imagines gehören also zum Typus der omnivoren Insekten*, doch scheinen sie, wie die Laboratoriumsversuche zeigen, animale Kost zu bevorzugen. Welcher Art die Nahrung in der Natur ist, kann schwer beobachtet werden, da die Imagines ihre Nahrung auf dem Boden, zwischen dichtem Gebüsch und hohen Gräsern aufsuchen, wobei sie den Blicken des Beobachters verborgen sind. Daß die Imagines in der Gefangenschaft auch pflanzliche Nahrung annehmen, beweisen die Angaben verschiedener Autoren, welche ihre Imagines mit weichen, saftigen Pflanzenstoffen (Äpfeln, Kartoffeln) usw. gefüttert haben. Als günstigste Nahrung animaler Art bewährten sich bei Zuchtungsversuchen derartige Fleishteile, die lange Zeit weich und saftig bleiben, wie z. B. Leber, Niere und Herz der verschiedensten Wirbeltiere. Organteile dieser Art bieten den Vorteil, daß ihre Oberfläche lederartig eintrocknet und dadurch die inneren Teile lange feucht und saftig erhält. Die Imagines finden so, nachdem sie mit Hilfe ihres Verdauungssekretes die obere Schicht ein wenig gelöst haben, die ihnen zusagende leicht lösliche Nahrung stets im Innern der Fleishteile. Muskelfleisch trocknet zu schnell ein und wird aus diesem Grunde nicht so gern angenommen.

Neben der saprophagen Ernährungsweise zeigen die Imagines ausgesprochene Neigung, lebende Nahrung zu bekommen. Doch vergeifen sie sich nie an gesunden Tieren, greifen dagegen kranke und sterbende Insekten gerne an. So fielen in Gesellschaftszuchten die gesunden Imagines mit Vorliebe über kranke und schwächliche Artgenossen her und verzehrten sie, noch bevor letztere abgestorben waren.

Das Auffinden der Nahrung, die im allgemeinen einen Verwesungsgeruch verbreitet, wird vermutlich neben dem visuellen Wahrnehmungsvermögen durch die zahlreichen Geruchsorgane an den Antennen und vor allem den Mundwerkzeugen ermöglicht.

c) Verdauung.

In den „Studien über die Lebenserscheinungen der Silphini“ *I Silpha obscura* L. von Lengerken und v. Heymons befindet sich ein Abschnitt über die Verdauungsvorgänge von *Silpha obscura*, welcher sich in vollem Umfange auch auf *Panorpa com.* anwenden läßt. Es sei darum besagter Abschnitt wörtlich wiedergegeben. An Stelle der Bezeichnung „Käfer“ ist „Imago“ gesetzt.

„Es besteht ein merkwürdiger Unterschied in bezug auf den Zustand der aufgenommenen Nahrung bei Larve und Imago. — Die Imago befördert nämlich verschwindend wenig feste Bestandteile in den Verdauungstraktus, sondern saugt vorwiegend flüssige Substanz auf. *Es liegt offenbar ein Fall von extraintestinaler Verdauung vor*, zumal die Tiere bei Beunruhigung nach Art der Larven und Imagines von *Carabus*-Arten (v. Lengerken), wenn sie sich in einem gewissen verdauungsphysiologischen Zustand befinden, einen braunen Tropfen aus dem Munde ausscheiden. Dem Zustand ihrer Nahrung entsprechend geben sie auch flüssigen Kot ab.“

d) *Lokomotionsvermögen, Verhalten gegen äußere Reize, Schutzfärbung, Feinde.*

Die Imagines von *Panorpa* sind weder schnelle und geschickte Flieger noch behende Läufer oder Kletterer. Ihr Flug gleicht in etwa dem vieler Orthopteren, doch ist er wesentlich langsamer als bei letzteren und geht meist nur über kurze Entfernungen. Selten legt die Imago einen Flug von über 5 m zurück, und dies auch nur dann, wenn sie verfolgt wird. *Die Flugrichtung wird während des Fliegens nie geändert; sie ist also immer geradlinig.* Etwas besser als das Flugvermögen ist die Fähigkeit zu laufen und klettern ausgebildet. Angriffen entziehen sich die ruhenden Imagines vielfach, indem sie sich von ihrem Standort ruckartig zu Boden fallen lassen und in dem Gewirr von Gräsern und Buschwerk verschwinden. Die ihnen eigene Schutzfärbung bewahrt sie oft vor feindlichen Angriffen. Die ziemlich durchsichtigen, zum Teil schwarz pigmentierten Flügel, die gelbgrüne Färbung zusammen mit dem schwarzen Pigment des Körpers und seiner Anhänge sind in ihrer Gesamtheit eine vollendete Anpassung an den Lebensraum der Imago. — Sobald die Imagines von einem Feind ergriffen werden, sondern sie, wie schon vorher erwähnt, einen übelriechenden Tropfen ihres Verdauungssekretes aus dem Munde ab. Die ♂♂ versuchen außerdem, sich durch Kneifen mit den zangenartigen Anhängen ihres äußeren Genitalapparates zu verteidigen. Als natürliche Feinde, denen die Imagines am ehesten zum Opfer fallen, gelten nach Beobachtungen des Verfassers räuberisch lebende Odonaten, Asiliden und vagabundierende Spinnen.

e) *Kopulation.*

Die Kopulationszeit beginnt bei ♂♂ und ♀♀ etwa 8—10 Tage nach dem Schlüpfen. Die einzelnen *Kopulationen finden* dann in den folgenden 2—3 Wochen in einer Zwischenzeit von 4—5 Tagen *des öfteren statt.* In Anbetracht der Tatsache, daß das ♀ ein Receptaculum seminis besitzt, ist die öfter wiederholte Kopula eine recht merkwürdige Erscheinung, die vielleicht so zu deuten ist, daß sie für das ♀ eine *Anregung zur Ei-*

ablage darstellt. Die Dauer einer Kopulation beläuft sich im Durchschnitt auf 15—20 Minuten. Kopulationen mit einer Dauer von mehreren Stunden wurden nicht beobachtet. Die Zeit, während der das ♀ mit der Nahrungsaufnahme beschäftigt ist, bedeutet für das ♂ den günstigsten Augenblick, die Kopulation einzuleiten, denn das fressende ♀ läßt sich nur schwer bei der Nahrungsaufnahme stören und bereitet zu diesem Zeitpunkt dem kopulationslustigen ♂ die wenigsten Schwierigkeiten. — Beabsichtigt ein ♂ eine Kopula mit einem ♀, das nicht durch Nahrungsaufnahme abgelenkt ist, so wirbt es in charakteristischen Spielen um die Gunst des auserlesenen ♀. Zunächst nähert sich das werbende ♂ unter Flügelschlagen und zitternden Bewegungen des Abdomens dem ♀, welches, sofern es zur Kopula bereit ist, dem ♂ mit den gleichen Bewegungen antwortet. Nun läuft das ♂ aufgeregt umher und vollführt langsam schwirrende Bewegungen mit den Flügeln; die zitternden Bewegungen des Abdomens werden zu einem etwas energischeren Klopfen. Das ♀ bleibt während dieses Liebesspiels ruhig sitzen, fliegt aber bei Annäherung des ♂ auf kurze Entfernung ab. Nunmehr beruhigt sich das scheinbar ermüdete ♂, während das ♀ lockt und umherläuft. Diese Prozedur wechselt mehrmals, bis es dann dem ♂ gelingt, zum Akt zu schreiten. Es nähert dabei das gekrümmte Hinterleibsende der weiblichen Abdominalspitze und bedeckt mit den eigenen Flügeln die des ♀. Unter öfteren hebenden und senkenden Bewegungen des Hinterleibes beider Partner vollzieht sich dann die Kopula, begleitet von einer Erscheinung, wie sie uns von anderen Insekten nicht bekannt ist. SZIFEROVICZ beschreibt die Erscheinung folgendermaßen: „... Gleich am Anfang der Kopulation unternimmt das ♂ folgendes: Es läßt aus der Mundöffnung ein Kügelchen heraus, welches schnell erhärtet und von dem ♂ am Substrat festgeklebt wird. Durch Bewegungen der Mundteile wird diesem Kügelchen die Form eines kleinen Zylinders gegeben. Das ♂ braucht hierzu weniger als 1 Minute. Das ♀ beginnt sogleich, dieses ‚Liebesmahl‘ zu fressen. Während es den ersten Zylinder frißt, scheidet das ♂ den zweiten und dritten Zylinder ab in einer Zwischenzeit von 5—10 Minuten. Die Zahl der Zylinder erreicht bisweilen 7.“ —

Nicht ganz unähnliche Begleiterscheinungen der Kopula zeigen einige andere Insekten¹.

Dieser für das ♂ immerhin recht eigentümliche Vorgang läßt sich wohl damit erklären, daß das konstitutionell schwächere ♂ das sexuell

¹ So verzehren die ♀♀ gewisser Spinnen und Skorpione oft während oder nach der Kopula die ♂♂. Bei Laubheuschrecken und Grillen bietet das ♂ vor der Kopula dem ♀ Sekrete, welche aus Thoraxdrüsen abgeschieden werden. Bevor bei letzteren das ♀ zur Kopula bereit ist, verschafft es sich, den Rücken des ♂ besteigend, erst den öfteren Genuß dieser abgeschiedenen Stoffe. Auch bei den Aspiden wird das ♀ durch einen Köder für die Kopula gewonnen, indem die ♂♂ den ♀♀ im Hochzeitsfluge ein Beuteinsekt entgegentragen.

scheinbar weniger sensible ♀ nicht zur Kopulation zwingen kann und darum durch ein auf seine Freßlust abgestimmtes Ködermittel das ♀ für sich zu gewinnen sucht. Diese Deutung scheint um so eher zu stimmen, als das ♂ zur Abscheidung der Zylinder *gleich zu Anfang* der Kopulation nur dann schreitet, falls letztere *nicht* auf der Nahrung stattfindet, dagegen dann, wenn die Kopulation auf der Nahrung erfolgt, mit der Abscheidung der Zylinder so lange wartet, bis das ♀ unruhig wird und das ♂ zu einer anderen Fraßstelle fortzuziehen sucht.

In der dem ♀ beim Liebesmahl gebotenen Form sind die Sekretkörperchen meist von unregelmäßig kugelig bis zylindrischer Gestalt. Läßt man ein solches Kügelchen in Wasser aufquellen, so sieht man, wie die Abb. 1 zeigt, daß es aus einem vorderen, mehr oder weniger kugeligen Abschnitt und drei an diesem hinten ansetzenden fadenförmigen Fortsätzen besteht. Ein solches aufgequollenes Sekretkügelchen ist — ähnlich wie der Guß in einer Gußform — ein getreues Modell des Lumens einer der paarigen Speicheldrüsen des ♂. Letztere bestehen nämlich nach STITZ aus drei langen fadenförmigen Schläuchen, die sich vor ihrer Vereinigung zu einem kurzen Sammelbehälter erweitern. Nach der Gestalt des Kügelchens zu urteilen, muß demnach bei der Sekretion jeweils nur eine Speicheldrüse funktionieren, und abwechselnd die eine und wieder die andere ein Sekretkügelchen liefern.

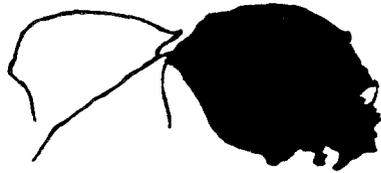


Abb. 1. Sekretkügelchen, vom ♂ beim Liebesmahl abgeschieden (etwa 30× vergr.).

Für folgende chemische Untersuchung der Sekretkügelchen bin ich Herrn cand. zool. CONRAD KOCH, Schwaan i. M. zu großem Dank verpflichtet:

Zu Anfang der Untersuchung war die Möglichkeit vorhanden, daß die Sekretkugel vom Liebesmahl entweder aus einem Kohlehydrat oder aus einem Eiweiß bestand. Bei Behandlung mit Chlordioxydessigsäure (Diaphanol P. SCHULZE) gingen die Sekretkugeln vollkommen in Lösung; ein Beweis, daß es sich *nicht* um ein Kohlehydrat handeln konnte. Es blieb also nur noch eine genauere Bestimmung auf Eiweiß über, die unter Zuhilfenahme der MORINSchen Färbung (nach SAILER) gelang.

Da die MORINSche Färbung wohl nicht allgemein bekannt ist, dürfte sie hier kurz erörtert werden:

Das zu untersuchende Präparat wird zunächst in einer wässrigen, gesättigten Titankaliumoxalatlösung gebeizt und dann in eine wässrige Gelbholzextraktlösung überführt. Nach kurzer Zeit tritt eine intensive Gelbfärbung ein, die darauf zurückzuführen ist, daß Gelbholzextrakt + Titankaliumoxalat mit dem *Eiweiß* eine Lackverbindung eingehen. Eine Lösung der Lackverbindung ist nicht zu befürchten.

Auch die ADAMKIEWICZsche Reaktion, ein wohl bekannteres Verfahren, hatte ein positives Resultat. Diese Reaktion verläuft folgendermaßen:

Man löst möglichst entfettetes Eiweiß in Eisessig und setzt konzentrierte

H₂SO₄ hinzu. Es bilden sich dann an der Berührungsstelle rote, grüne und violette Ringe. Beim Umschütteln nimmt die ganze Flüssigkeit eine violette Farbe an.

Nach der Kopula gehen ♂ und ♀ daran, eifrig Flügel, Abdomen und Antennen mit den Tarsen zu reinigen.

Die von BRAUER übernommene Behauptung, daß das ♂ gleich nach der Kopula noch zu mehreren anderen schreitet, muß abgelehnt werden. Das ♂ kopuliert, wie noch später an einem weiter ausgeführten Beispiel zu zeigen sein wird, erst wieder nach einer Zwischenzeit von 4—5 Tagen. Die Trübung der anfangs glashellen Flügel scheint nicht, wie BRAUER angibt, in direktem und alleinigem Zusammenhang mit der Kopulation zu stehen, da sie auch bei getrennt gehaltenen Individuen beiderlei Geschlechts beobachtet wurde. Die Trübung der Flügel ist eher als eine normale Alterserscheinung anzusehen. Von einem Absterben der Tiere 8 Tage nach der Kopulation kann ebenfalls nicht die Rede sein.

f) Eiablage.

Das ♀ schreitet im allgemeinen 4 Tage nach der 1. Kopula zur ersten Eiablage. Diese Beobachtung stimmt mit der von STITZ gemachten genau überein. Nach SZIPEROVICZ dagegen währt diese Frist 8—10 Tage — ein ziemlicher Unterschied in den Beobachtungsergebnissen. — 2 bis 3 Tage nach der ersten Eiablage kopuliert das ♀ wiederum, um nach weiteren 3 Tagen zur zweiten Eiablage zu schreiten. Auf eine weitere Kopulation erfolgt nach 2—3 Tagen die dritte und zumeist die letzte Eiablage. Es wurden allerdings auch ♀♀ beobachtet, die 2- bzw. 4mal zur Eiablage schritten. Auch nach der letzten Eiablage kopulieren die getrennt gehaltenen Pärchen noch mehrmals. — Es seien zur Vervollständigung noch einige Daten über Alter, Kopula und Eiablage angegeben. Ein Beispiel eines besonders scharf kontrollierten Pärchens möge genügen.

♀ geschlüpft	am 24. V. 1927	
♂ geschlüpft	am 24. V. 1927	
1. Kopula	am 1. VI. 1927	
1. Eiablage	am 5. VI. 1927	. 68 Eier
2. Kopula	am 7. VI.	
2. Eiablage	am 10. VI.	45 „
3. Kopula	am 13. VI.	
3. Eiablage	am 16. VI.	37 „
4. Kopula	am 16. VI.	
5. Kopula	am 18. VI.	
6. Kopula	am 21. VI.	
♀ abgestorben	am 4. VII. (Eischläuche leer)	
♂ abgestorben	am 15. VII.	

Als Ort der Eiablage wählen die ♀♀ kleine Vertiefungen im Boden, möglichst in feuchter Umgebung. Vor der Eiablage läuft das ♀ suchend am Erdboden umher und betastet vorsichtig mit der Hinterleibsspitze

die für die Ablage in Frage kommenden Stellen. Ist eine solche als endgültig gewählt, so schiebt das ♀ sein Abdomen so tief wie möglich in den Erdboden hinein und schreitet zur Ablage. — In den Zuchtgefäßen wurde, um die Auffindung der Eier zu erleichtern, der Boden ziemlich festgestampft, an verschiedenen Stellen aber mit 1 cm tiefen und 2—3 mm im Durchmesser großen Löchern versehen, die zum Teil mit Holzstücken oder Steinen bedeckt wurden. Die ♀♀ nahmen diese künstlichen „Bruthöhlen“ immer gerne an; und so konnten die Eier schnell und leicht am Tage der Ablage aufgefunden werden.

Im allgemeinen werden die Eier in kleinen, 4—5 mm hohen, kegelförmigen Häufchen abgelegt. Allerdings ist die Form des Eigeleges von der vorhandenen Ablagegelegenheit abhängig. So zeigt die Abb. 2, daß die Eier auch in *einer Ebene* abgelegt werden können, wie in vorliegendem Fall, wo die Eier in einer Erdspalte an einem Brettchen nebeneinander festgeklebt wurden.



Abb. 2. Eigelege. Ungefähr natürliche Größe.
Die Eier sind in einer Ebene abgelegt.



Abb. 3. Eier von *Panorpa com.*
(etwa 12× vergr.).

Die Anzahl der abgelegten Eier schwankt, wie aus obigem Beispiel und Tabelle 2c zu ersehen ist, in den angegebenen Ablagen zwischen 75 und 26 Stück. — Diese Werte übersteigen wesentlich die als Grenzwerte angegebenen Zahlen (12—20) von STITZ, während sie den von SCIPEROVICZ angegebenen Werten (19—98) ziemlich nahe kommen.

Die Anzahl der von einem ♀ jeweils abgelegten Eier nimmt ab mit der Anzahl der Ablagen selbst (siehe Beispiel). Die Anzahl der von *einem* ♀ abgelegten Eier beläuft sich nach dem Beispiel auf 151. Vergewärtigt man sich die Werte der Tabelle 2c und nimmt man an, daß ein jedes ♀ 3mal zur Ablage schreitet, so erhält man als *Gesamtsumme der auf ein ♀ entfallenden Eier etwa 150*.

C. Zur Biologie des Eies.

Das Ei von *Panorpa com.* (Abb. 3) ist unregelmäßig eiförmig. In der Projektion erscheint es elliptisch bis kreisrund. Gewöhnlich lassen sich deutlich zwei Eipole unterscheiden. Das Ei mißt in der Längsachse durchschnittlich 1,12 mm, in der größten Breite 0,85 mm. Annähernd

dieselben Werte geben an: SZIPEROVICZ (1,3 mm lang und 0,9 mm breit) und BRAUER ($\frac{1}{2}$ Linie lang und $\frac{1}{4}$ Linie breit).

Die oben angegebenen Durchschnittswerte von $1,12 \times 0,85$ mm sind aus folgender Tabelle 1 ermittelt, aus welcher auch die vorkommenden Größenunterschiede der Eier ersichtlich werden.

Tabelle 1. Maße der Eier in Millimeter.

Ei	lang	breit	Ei	lang	breit
1.	1,1	0,8	6.	1,3	1,1
2.	1,2	0,9	7.	1,1	0,8
3.	1,2	0,9	8.	0,9	0,7
4.	1,2	1,0	9.	1,3	0,9
5.	0,8	0,6	10.	1,1	0,8

Die in der Tabelle wiedergegebenen Werte beziehen sich auf Eier vom 5.—6. Entwicklungstage. Während der Dauer der Embryonalentwicklung nehmen die Eier ein wenig an Größe zu.

Das Chorion des Eies zeigt etwas komplizierte, wabenartige Struktur. Seine Färbung ist in den einzelnen Entwicklungsperioden verschieden. Unmittelbar nach der Ablage haben die Eier elfenbeinfarbenes Aussehen und sind von einem klebrigen Sekret des weiblichen Genitalsystems — vermutlich den Kittdrüsen entstammend — eingehüllt. Bei normalem Feuchtigkeitsgehalt des die Eier umgebenden Mediums trocknet dieses Sekret in etwa 2 Stunden. Dabei nehmen die Eier eine dunkle Trübung an. Mit zunehmendem Alter werden die Eier immer dunkler und zeigen am Ende der Embryonalentwicklung eine schmutzig gelbbraune Färbung des Chorions.

Infolge der Pigmentierung des Chorions ist es nicht möglich, in vivo Beobachtungen über die Entwicklung des Embryos anzustellen, von einigen undeutlichen Bewegungen des Embryos 1—2 Tage vor dem Schlüpfen abgesehen.

Die Literatur weist folgende Daten über die Entwicklungsdauer der Eier auf:

BRAUER	8 Tage
STITZ	8—11 „
SZIPEROVICZ	8 (manchmal 9 oder 10) „

Die Verschiedenheit der angegebenen Daten deutet darauf hin, daß die Dauer der Entwicklungszeit variiert, und zwar ist sie, wie das Experiment bewies, hauptsächlich von 2 Faktoren, nämlich *Feuchtigkeit und Wärme abhängig*. Die aus eigener Untersuchung gefundenen Werte über die Dauer der Entwicklungszeit gehen aus folgenden Tabellen 2a, 2b und 2c hervor.

Tabelle 2 a. Sommer 1927.

Eigelege	Abgelegt am	Ausgeschlüpft am	Dauer der Eientwicklung in Tagen
1.	20. VII.	25. VII.	5
2.	22. VII.	28. VII.	6
3.	26. VII.	1. VIII.	6
4.	28. VII.	3. VIII.	6
5.	30. VII.	4. VIII.	5
6.	1. VIII.	7. VIII.	6
7.	2. VIII.	9. VIII.	7
8.	7. VIII.	13. VIII.	6

Tabelle 2 b. Frühjahr 1928.

Eigelege	Abgelegt am	Ausgeschlüpft am	Dauer der Eientwicklung in Tagen
1.	3. IV.	11. IV.	8
2.	4. IV.	12. IV.	8
3.	5. IV.	12. IV.	7
4.	5. IV.	13. IV.	8
5.	6. IV.	13. IV.	7
6.	10. IV.	18. IV.	8

Tabelle 2 c. Sommer 1928.

Eigelege	Zahl der Eier	Abgelegt am	Ausgeschlüpft am	Dauer der Eientwicklung in Tagen
1.	68	30. VII.	8. VIII.	8
2.	63	1. VIII.	10. VIII.	9
3.	75	2. VIII.	unbefruchtet	—
4.	60	2. VIII.	10. VIII.	8
5.	47	4. VIII.	unbefruchtet	—
6.	54	6. VIII.	13. VIII.	7
7.	57	6. VIII.	14. VIII.	8
8.	26	7. VIII.	14. VIII.	7
9.	50	10. VIII.	17. VIII.	7
10.	39	13. VIII.	21. VIII.	8
11.	31	14. VIII.	22. VIII.	8
12.	33	16. VIII.	24. VIII.	8

Im wesentlichen stimmen die gefundenen Werte mit den in der Literatur bekannten überein. Die beschleunigte Entwicklung der Eier aus Tabelle 2a mit einer Durchschnittszeit von 5—6 Tagen stellt allerdings ein Novum dar. Doch findet sich auch hierfür eine Erklärung, wenn man berücksichtigt, daß diese Zuchten in einem gleichmäßig temperierten

Raume von 22—24° C untergebracht waren, in welchem ferner große Aquarien für einen relativ hohen Feuchtigkeitsgehalt der Luft sorgten. Die übrigen Zuchten entwickelten sich unter natürlichen Bedingungen und waren den Witterungseinflüssen ausgesetzt.

Es werden auch *in natura die Eier eine Entwicklungszeit von 7—8 Tagen* haben.

Gleichmäßige Wärme und hoher Feuchtigkeitsgehalt der Luft beschleunigen ihre Entwicklung.

D. Zur Biologie der Larve.

a) Schlüpfen der Larve.

Der Schlüpfakt der Larve wird eingeleitet durch charakteristische Schlüpfwehen des Embryos, die aber infolge der Undurchsichtigkeit des Chorions nicht im einzelnen zu verfolgen sind. Doch lassen die Bewegungen des Embryos, die sich auch auf das Ei übertragen, darauf schließen, daß der Embryo unter Verlagerung seines Schwerpunktes durch Gegenstemmen des Körpers, Kopfes und der Extremitäten versucht, die im Laufe der Embryonalentwicklung brüchig und spröde gewordene Eischale zu zersprengen. Die Schlüpfwehen enden mit einem Reißen des Chorions an jenem Eipol, an welchem der Kopf der Larve gelegen ist. Hierbei treten einige Tropfen einer wasserklaren Flüssigkeit hervor (die vielleicht als Exkret der Larve oder als unverbrauchte Eisubstanz anzusehen ist). Aus dem Riß der Eischale schiebt die Larve zunächst den Kopf, sodann den ganzen Körper hervor. Der Schlüpfakt, vom Reißen des Chorions an gerechnet, nimmt eine Zeitspanne von 5—10 Minuten in Anspruch. Die Schlüpfwehen beginnen oft schon 24 Stunden vor dem Schlüpfen und wiederholen sich öfter. Eizähne, denen die Funktion von Schalensprengern zukommt, wurden nicht festgestellt.

b) Die Junglarve.

Die eben geschlüpfte Larve (Abb. 4) ist mit Ausnahme der rötlich pigmentierten Ocellen und Mandibeln ziemlich farblos und durchsichtig.

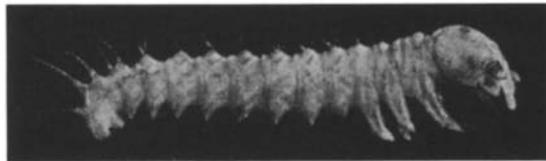


Abb. 4. Frisch geschlüpfte Larve (etwa 25 × vergr.).

Doch schon nach einer Zeit von 6—8 Stunden bei einer Durchschnittstemperatur von 18—20° C färbt sich die Larve vollkommen aus, d. h. die Schädelkapsel wird kastanienbraun. Das übrige Körperintegument

wird graugelb und verliert damit zum Teil seine Durchsichtigkeit. *Höhere Temperaturen bis 25° C und helles Licht beschleunigen die Ausfärbung der Larve, niedrige Temperaturen und Dunkelheit verlangsamen diesen Prozeß.*

Das Lärchen, welches eben die Eischale verlassen hat, besitzt eine ungefähre Körperlänge von 2,2—2,5 mm. Kurze Zeit nach dem Schlüpf-

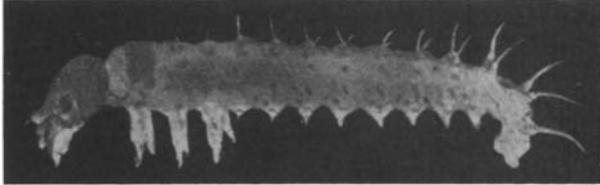


Abb. 5. Larve, 12 Std. alt. Die Larve ist ausgefärbt. Der Mitteldarm z. T. mit Chorionmaterial gefüllt. Der gefüllte Darmabschnitt erscheint dunkel (etwa 25× vergr.).

fen vergrößert die Larve ihr Körpermaß um etwa ein Drittel, indem sie ihren Darm mit Luft auffüllt und hierdurch gleichzeitig den Körper bis auf eine Durchschnittslänge von 3—3,5 mm ausdehnt (Abb. 5).

Als erste Nahrung dient der Larve das Chorion des Eies, welches infolge seines Eiweißgehaltes einen hohen Nährwert besitzt. Binnen kurzer Zeit, etwa $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Stunden, hat die Larve die Eihülle verzehrt. Durch das immer noch etwas durchsichtige Integument erscheint der Mitteldarm der Larve etwa bis zur Hälfte von dem aufgenommenen Chorion angefüllt (Abb. 5). Nach dieser ersten Nahrungsaufnahme tritt eine Ruhe- bzw. Verdauungspause ein. Die zahlreichen Lärchen, die während weniger Stunden aus einem Gelege schlüpfen, bilden in ihrer ersten Lebenszeit eine Ruhe- und Fraßgesellschaft.

c) Auffinden der Nahrung.

Nachdem die Larven diese erste noch dem Ei entstammende Nahrung verdaut haben, schreiten sie zur weiteren Nahrungsaufnahme, und zwar, wie die Laboratoriumsbeobachtungen ergaben, folgendermaßen: *Die Larven graben sich von ihrer „Geburtsstätte“ einen U-förmigen Gang unter der Erde, dessen eine Öffnung unter der Nahrung liegt.* Es ist anzunehmen, daß die Larven ein sehr *ausgeprägtes Geruchsvermögen* besitzen, *welches ihnen diese Art der Nahrungsauffindung ermöglicht.* Allerdings kommen auch Fälle vor, wo die Larve auf dem Erdboden umherschleichend auf die Nahrung stößt.

d) Art der Nahrung.

Über die Art der Nahrung, welche die Larve in der Natur aufnimmt, ist bisher kaum etwas bekannt geworden, was in Anbetracht der verborgenen Lebensweise der Larve nicht weiter wunderbar erscheint. Aus

den Experimenten ergibt sich aber, daß die *Larve* ebenso wie die *Imago omnivor ist*, vielleicht ist ihr *Bedürfnis an animaler Nahrung noch größer als bei der Imago*. Doch gelingt es auch bei Mangel an animaler Kost, die Larve gänzlich an vegetabile Nahrung zu gewöhnen. Die Nahrung bleibt für die verschiedenen Larvenstadien dieselbe. *Bei Nahrungsmangel trat* zuweilen in größeren Larvenzuchten, die auf verhältnismäßig kleinen Lebensraum beschränkt waren, *Neigung zu Kannibalismus auf*, wobei die kleineren Larven von ihren größeren Geschwistern aufgefressen wurden — ein Umstand, dem sehr oft das unerklärliche Dezimieren der Zuchten zuzuschreiben ist.

e) *Verdauung.*

Die *Verdauung* der aufgenommenen Nahrung *ist* im Gegensatz zu der der *Imago intestinaler Art*. Der Larvendarm ist außer zur Zeit der Häutung stets mit größeren Nahrungspartikeln gefüllt.

f) *Lokomotionsvermögen.*

Allgemein *leben die Larven in den selbst gegrabenen Gängen direkt unter der Erdoberfläche*, in die sie sich bei Störungen rückwärts zurückziehen. *Auf der Erdoberfläche bewegen sie sich* normalerweise recht träge und *langsam nach Art der Spannerraupe*, ohne daß allerdings ihre mittlere Körperregion bei Bewegung stark gekrümmt wird. Wird die Larve beunruhigt, so vollführt sie unregelmäßige schlängelnde und beschleunigte Bewegungen vorwärts oder rückwärts, je nach der Richtung des sie treffenden Reizes. Bei Bewegung auf glattem Substrat dient das ausstülpbare Pygopodium als Nachschieber. Nach STAEGER hat das *Pygopodium* weiterhin die Funktion, beim Graben der Larve den Larvenkörper an einem Gegenstand zu verankern, während der Kopf sondenartig die Erdpartikelchen auseinanderschiebt. Das Pygopodium *dient also der Larve als Stützpunkt bei Bewegungen*.

g) *Verhalten gegen äußere Reize.*

Als günstigster Lebensraum für die Larve erscheint mäßig warmer und feuchter Erdboden. Wassergesättigten Boden und ebenso trockene Erde meiden die Larven. So wurde versuchsweise eine mit Erde gefüllte Küvette durch zwei Glasscheiben in Höhe der eingefüllten Erde in drei bis nahe an die Oberfläche getrennte Kammern geteilt, welche alle mit hinreichender Nahrung versehen und mit der gleichen Anzahl von Larven besetzt wurden. Es wurde nun die eine Kammer trocken, die andere mäßig und die dritte stark feucht gehalten. Schon nach einigen Tagen zogen sich sämtliche Larven in der mittleren Kammer zusammen. Wurde ein Zuchtbehälter bis zur Sättigung mit Wasser getränkt, so erschienen die Larven fluchtartig an der Erdoberfläche. Wahrscheinlich wird durch zu starke Bewässerung die Durchlüftung des Bodens und damit auch die

Atmung der Larven behindert. — Durch diese Maßnahme gelingt es leicht, zur Zeit der Häutung in den Besitz von frisch geschlüpften Larven zu kommen, die normalerweise sich nach der Häutung so lange einige Zentimeter tief im Erdboden aufhalten, bis ihr Chitin vollkommen ausgefärbt und erhärtet ist.

Ebenso empfindlich wie gegen zu starke Feuchtigkeit sind die Larven gegen starke Erwärmung. Blieben Zuchtgefäße den Sonnenstrahlen ausgesetzt, so zogen sich die Larven zunächst in tiefere Erdschichten zurück. Sobald aber die Gefäße gleichmäßig über 25° C durchwärmt waren, erschienen die Larven an der Erdoberfläche und versuchten, aufgeregt hin- und herkriechend, die Zuchtgefäße zu verlassen. *Eine Durchschnittstemperatur von 18—20° C ist für die Zuchten am förderlichsten.* Zuchten, die bei konstanter Temperatur genannten Grades gehalten wurden, zeigten die beste Larvenentwicklung.

Gegen Lichtreize verhalten sich die Larven phototaktisch indifferent. Bei der Nahrungsaufnahme liegen die Larven sowohl auf der Erdoberfläche und direkten Lichtstrahlen ausgesetzt, als auch in dunklen Gängen unter der Nahrung. Die versteckte Lebensweise der Larven ist daher wohl eher als eine Schutzmaßnahme gegen feindliche Angriffe und zu starke Verdunstung, als eine auf negativ-phototaktischem Verhalten beruhende Erscheinung anzusehen.

Berührungsreize beantworten die Larven allgemein mit der Flucht. Können sie sich ihnen nicht entziehen, so reagieren sie bei schwachen Reizen mit Verteidigungsstellung. In der Verteidigungsstellung richten die Larven den Thorax soweit wie möglich auf, nur die Metathorakalbeine und die Abdominalbeine ruhen auf der Unterlage. Die normalerweise hypognathen Mundgliedmaßen werden in prognathe Stellung gebracht. Mit weit geöffneten Mandibeln erwartet die Larve jeden weiteren Angriff. *Auf starke mechanische Reize* — kräftiges Kneifen mit der Pinzette, Fallen aus beträchtlicher Höhe — *reagiert die Larve mit Thanatose.* Die in diesem Zustand eingenommenen Stellungen sind sehr verschieden, so z. B. schwach S-förmig gekrümmt, sichelförmig, gerade Lage auf Bauch, Seite oder Rücken usw. Der Stärke und Dauer der Reize entspricht auch die Dauer des Thanatosereflexes.

b) Häutungsvorgänge.

„Die Anzahl der Häutungen ist nicht sicher festgestellt, von *Panorpa com.* L. wurden fünf beobachtet“, schreibt STITZ in der Biologie der Tiere Deutschlands von P. SCHULZE. BRAUER und STAEGER geben in ihren Untersuchungen nichts über Häutungsvorgänge an. SZIPEROVICZ verzeichnet 4 Häutungen der Larve, wobei aus der letzten Larvenhaut, der vierten, die Puppe schlüpft. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit stimmen mit denen von SZIPEROVICZ auffallend überein, trotz der be-

Tabelle 3.

Larvenstadium	Länge der Larven in mm	Häutung erfolgt nach Tagen
1.	2,2— 4	5 (6— 7)
2.	4 — 6	10 (9—12)
3.	6 — 8,5	16 (17—18)
4.	8,5—10	270

trächtlichen Unterschiede in der geographischen Lage der Beobachtungsorte. — Zu Vergleichszwecken seien die auf die Häutungsvorgänge bezüglichen Angaben von SZIPEROVICZ zusammengestellt in einer Tabelle wiedergegeben.

Über Wachstumsvorgänge und Häutung konnten in vorliegender Arbeit folgende Beobachtungen gemacht werden.

1. *Stadium* (Abb. 4, 5 und 6). Die Larven des 1. Stadiums haben, wie schon an anderer Stelle gesagt, nachdem sie das Ei verlassen haben,

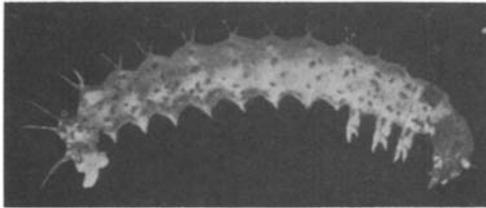


Abb. 6. Larve, 5 Tage alt, am Ende des 1. Larvenstadiums (etwa 16× vergr.).

eine Größe von 2,2 bis 2,5 mm. Durch Aufpumpen des Darmes mit Luft vergrößern die Larven ihre Körperlänge bis auf 3 bzw. 3,5 mm. Diese Größe wird im ersten Larvenstadium nicht mehr wesentlich überschritten. Nach 4 bis 5 Tagen zeigen die Larven

eine Größe von 4—4,5 mm. Auf diesem Entwicklungsstadium schreiben die Larven zur ersten Häutung, welche gewöhnlich am 5.—6. Tage, in einigen Fällen auch erst am 7. Tage stattfindet.

2. *Stadium* (Abb. 7 und 8). Das 2. Larvenstadium dauert vom 5. oder 6. bis zum 10. Lebenstage. Larven, die sich erst am 7. Tage zum



Abb. 7. Larve, 6 Tage alt, zu Anfang des 2. Larvenstadiums (etwa 5× vergr.).

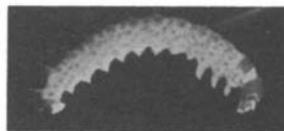


Abb. 8. Larve, 10 Tage alt, am Ende des 2. Larvenstadiums (etwa 5× vergr.).

ersten Male häuteten, gehen erst mit 11 bzw. 12 Tagen in das 3. Larvenstadium über. Die Länge der Larve vom 2. Stadium schwankt zwischen 5 und 5,8 mm.

3. *Stadium* (Abb. 9 und 10). Die 2. Häutung findet durchschnittlich am 10. bzw. 11. oder 12. Lebenstage statt. Bis zur nächsten Häutung gebrauchen die Larven des 3. Stadiums durchschnittlich die Zeit bis zum 15. bzw. 16. Lebenstage. Gelegentlich findet auch erst am 17. bis

18. Tage die 3. Häutung statt. Das Körpermaß der Larven dieses Stadiums beträgt 8,5—12 mm.

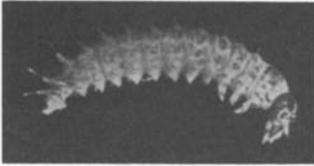


Abb. 9. Larve, 11 Tage alt, zu Anfang des 3. Larvenstadiums (etwa 5 × vergr.).



Abb. 10. Larve, 15 Tage alt, am Ende des 3. Larvenstadiums (etwa 5 × vergr.).

4. Stadium (Abb. 11 und 12). Dieses letzte Entwicklungsstadium der Larve reicht von der 3. Häutung bis zur Verpuppung, d. h. der 4. Häutung. In Tabelle 4 sind diese Daten etwas übersichtlicher zusammengestellt.

Aus den Angaben von SZIPEROVICZ geht leider nicht hervor, auf welchen Zustand des Larvenkörpers sich die mitgeteilten

Maße beziehen. Die vom Verfasser angegebenen Werte entsprechen der größten Länge, welche die Larve bei kriechender Bewegung erreicht. Es sei noch erwähnt, daß die mit den Häutungsvorgängen in Zusammenhang wiedergegebenen Beobachtungen an Zuchten gemacht wurden, die unter natürlichen Verhältnissen standen, d. h., den Witterungseinflüssen zugänglich waren.

Um die Wachstumsvorgänge und Häutungen einer Serie von 10 Larven vom Anfang der Entwicklung bis

Tabelle 4.

Larvenstadium	Länge der Larven in mm	Häutung erfolgt nach Tagen
1.	2,2— 4,5	5—6 (7)
2.	5 — 8,5	10 (11 oder 12)
3.	8,5—12	15—16 (17 oder 18)
4.	12 —16	vor der Verpuppung

Die selten vorkommenden Werte stehen in ().

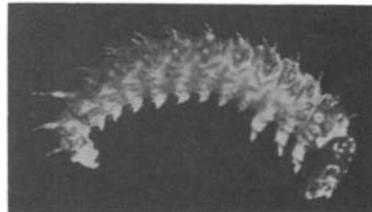


Abb. 11. Larve, 15 Tage alt, zu Anfang des 4. Larvenstadiums (etwa 5 × vergr.).

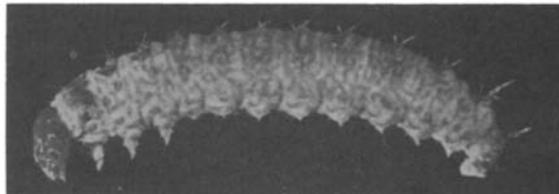


Abb. 12. Vollentwickelte Larve, 27 Tage alt (etwa 5 × vergr.).

zum Erwachsensein genau kennenzulernen, wurden 10 Larven in genügend großem Lebensraum bei reichlicher Fütterung im Freien aufgezogen, und

sämtliche Tiere alle 2 Tage gemessen und auf ihren Häutungszustand untersucht. Die hierbei gewonnenen Daten sind in Tabelle 5 wiedergegeben, an Hand deren es möglich ist, sich über Wachstum, Häutung und auch Schwankungen, denen diese Prozesse unterliegen, zu informieren.

In einem weiteren Experiment wurde der Versuch gemacht, die Beziehungen zwischen Nahrungsaufnahme und Häutung zu klären. Zu diesem Zwecke wurde täglich das Gewicht von 10 Larven festgestellt.

1. Stadium. 10 Larven wiegen kurz nach dem Schlüpfen 0,0035 g. Eine Larve demnach 0,35 mg. Im Laufe der ersten 5—6 Tage vermehrt sich das Gewicht um das 5—6fache. Die auf diese Weise bis zum Äußersten gedehnte Larvenhaut gestattet keine weitere Nahrungsaufnahme, bevor sich die Larve nicht gehäutet hat. *Eine Larve, die nicht vor der Häutung steht, kennzeichnet sich dadurch, daß ihr Kopf*, der zu Beginn eines jeden Larvenstadiums ebenso breit ist wie der Rumpf, am Ende des jeweiligen Entwicklungsstadiums *von der Breite des Rumpfes oft um das Doppelte übertroffen wird*. Die einzelnen Segmente sind vollkommen prall. Auch die Intersegmentalhäute sind stark auseinandergezogen. Der Kopf macht den Eindruck, als sei er viel zu klein für den aufgetriebenen Körper (vgl. Abb. 6, 8, 10 und 12). In diesem Zustand stellt die Larve die Nahrungsaufnahme, der sie sonst intensiv obliegt, ein und zieht sich etwa 2—3 cm tief unter die Erdoberfläche zurück. Dabei benutzt sie nicht die schon bestehenden Nahrungsgänge, sondern gräbt sich für die Häutung einen besonderen Gang. Bei der Häutung zieht die Larve zunächst den Kopf aus dem alten Integument zurück und bringt dadurch die dorsalen Nähte des Kopfes und der Cervicalregion zum Reißen. Durch den entstandenen Riß wird der Kopf hindurchgesteckt, und versucht, auch den übrigen Körper hindurchzuziehen. Hierbei reißt die Dorsalnaht des Thorax bis auf den Metathorax auf. Erst dann ist es der Larve möglich, auch Thorax und Abdomen zu befreien. Während der nun folgenden 24 Stunden bleibt die Larve in ihrem unterirdischen Versteck verborgen, bis sich die zunächst weiche Chitindecke des ganzen Körpers ausgefärbt und erhärtet hat.

2. Stadium. Nach abgeschlossenem Häutungsprozeß geht die Larve sofort daran, ihren vor der Häutung entleerten Darm wieder aufzufüllen. Daher das Aufschnellen des Gewichts von 1,5 bzw. 1,8 auf 2,6 mg am 1. Tage nach der Häutung. Am 10. Tage, nachdem das Körpergewicht von 4,4 mg erreicht ist, wird die Nahrungsaufnahme wieder eingestellt, der Darm entleert und die 2. Häutung eingeleitet.

3. Stadium. Das Anfangsgewicht beträgt 6,1 mg. Am 15. Tage erreicht die ausgewachsene Larve des 3. Stadiums ein Höchstgewicht von 14,2 mg.

4. Stadium. Das Anfangsgewicht beträgt 18,2 mg am Tage nach der Häutung. Am 27.—30. Tage ist die Larve ausgewachsen und hat ein

Tabelle 5.

Gemessen	Larve ¹										Durchschnittsgröße in mm	Bemerkungen	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
nach dem Schlüpfen	2,2	2,2	2,4	2,3	2,5	2,2	2,3	2,2	2,3	2,4	2,3	2,3	Die Larven befinden sich sämtlich noch im 1. Stadium 2 Larv. 1. Stad., Rest 2. Stad. Alle Larven 2. Stadium 4 Larv. 2. Stad., Rest 3. Stad. 1 Larv. 2. Stad., Rest 3. Stad. Alle Larven 3. Stadium 3 Larv. 3. Stad., Rest 4. Stad. Alle Larven 4. Stadium
am 2. Lebenstag	3,2	3,5	3,0	3,3	3,1	3,4	3,3	3,0	3,2	3,3	3,2	3,23	
" 4. "	3,9	4,3	4,2	4,5	4,1	3,9	3,7	3,8	4,2	4,4	4,2	4,1	
" 6. "	5,4	6,0	5,3	4,5	5,0	5,2	4,4	6,1	5,3	5,5	5,3	5,27	
" 8. "	6,0	6,5	6,0	6,8	8,0	7,0	6,0	6,5	7,0	7,5	6,5	6,73	
" 10. "	9,5	9,0	8,0	7,0	7,5	9,5	7,5	9,0	8,5	9,0	8,5	8,5	
" 12. "	12,0	8,5	7,0	10,0	8,5	11,0	10,0	9,0	8,0	8,5	8,0	9,25	
" 14. "	10,5	12,0	10,5	11,0	12,0	11,0	12,0	9,5	11,0	11,0	11,0	11,05	
" 16. "	15,0	13,0	15,0	15,0	13,5	12,0	14,0	14,0	11,0	13,0	11,0	13,55	
" 18. "	13,0	14,0	16,0	16,0	16,0	15,0	12,0	16,0	15,0	16,0	15,0	14,80	
" 20. "	Die Larven haben alle eine durchschnittliche Länge von 15—16 mm												
" 22. "	Keine weitere Größenzunahme												
" 24. "	Die Larven haben zwar ihre größte Länge erreicht, beginnen nun aber ihre Segmente stark im Umfang zu dehnen												
" 26. "	Wie am 26. Lebenstag Einstellen der Nahrungsaufnahme												
" 28. "													
" 30. "													

¹ Die Larven wurden nicht immer in derselben Reihenfolge gewogen.

Durchschnittsgewicht von 43,7 mg erreicht. Das Anfangsgewicht, welches die Larve beim Schlüpfen aus dem Ei aufwies, ist somit auf dem höchsten Entwicklungsstadium um das 125fache vergrößert.

Merkwürdig ist, wie aus Tabelle 6 ersichtlich, daß während des 4. Stadiums eine Ruhepause in der Nahrungsaufnahme am 22.—24. Tage einsetzt. Es hat fast den Anschein, als wenn der 5tägige Häutungsrythmus der Larve innewohnt, und letztere am 6. Tage des Stadiums eine nochmalige Häutung einleiten will und aus diesem Grunde die Nahrungsaufnahme bis auf ein Minimum herabsetzt. Da nun aber doch keine weitere Häutung eintritt, beginnt wieder eine neue Fraßperiode, welche die Larve in einigen Tagen auf den höchsten Entwicklungszustand bringt.

Tabelle 6.

Tag der Wägung	Gewicht von 10 Larven in mg	Gewichtszunahme in mg	Tag der Wägung	Gewicht von 10 Larven in mg	Gewichtszunahme in mg
1. Lebenstag	3,5	—	15. Lebenstag	142,0	13,0
2. „	5,4	1,9	16. „	182,0	40,0
3. „	7,0	1,6	17. „	199,0	8,0
4. „	10,0	3,0	18. „	224,0	10,0
5. „	15,0	5,0	19. „	247,0	47,0
6. „	18,0	3,0	20. „	280,0	33,0
7. „	26,0	8,0	21. „	283,0	3,0
8. „	34,5	8,5	22. „	285,0	2,0
9. „	42,0	7,5	23. „	289,0	4,0
10. „	44,0	2,0	24. „	290,0	1,0
11. „	61,0	17,0	25. „	345,0	45,0
12. „	80,0	19,0	26. „	391,0	46,0
13. „	107,0	27,0	27. „	437,0	46,0
14. „	129,0	22,0			

Zusammenfassend sei über die Beziehungen zwischen Häutung, Gewichts- und Größenzunahme folgendes gesagt:

*Das Längenwachstum der Larve erfolgt nur in dem zwischen zwei Häutungen liegenden Lebensabschnitt. — Der Larvenkörper zeigt also ein langsames Wachstum vom Verlassen des Eies bis zur voll entwickelten Larve, im Gegensatz zu Insektenlarven mit starrem Chitinskelett, deren ruckartiges Wachstum sich nur auf die Zeit des Häutungsprozesses beschränkt. Es kann sogar beobachtet werden, daß die Larven von *Panorpa com.* nach der Häutung eine etwas geringere Körpergröße besitzen als vor derselben (vgl. Abb. 9 und 11). In diesem Fall nehmen die einzelnen Körpersegmente an Länge ab, aber an Umfang zu. Würde man das Wachstum der Larve graphisch darstellen, so erhielte man eine langsam ansteigende gerade Linie.*

Ein *ruckartiges Wachstum zeigt allein der Kopf der Larve*, dessen äußere Hülle nach der Häutung einen starren Chitinpanzer darstellt, und dessen Vergrößerung darum nur während der Häutung vor sich gehen kann.

Anders liegen die Verhältnisse bezüglich der Gewichtszunahme der Larve. Man beobachtet ein *schnelles Ansteigen des Körpergewichtes der Larve am Tage nach der Häutung*, welches durch das Wiederauffüllen des vor der Häutung entleerten Darmtrakts bedingt wird. Die in den ersten Tagen nach der Häutung einsetzende starke *Gewichtszunahme wird gegen Ende des betreffenden Larvenstadiums wieder geringer*.

i) Das Präpupalstadium.

Ungefähr am 10.—12. Tage des 4. Larvenstadiums ändert die Larve ihre Lebensgewohnheit. Die *Nahrungsaufnahme*, welcher fast die ganze frühere Lebenszeit der Larve gewidmet war, *wird eingestellt*. Die Larven selbst halten sich, unruhig und gegen jede Störung sehr empfindlich, noch in der Nähe ihrer Fraßplätze auf. Zumeist stecken sie in ihren Gängen, aus denen der Kopf etwas hervorragt. Die Reizbarkeit der Larven zeigt sich deutlich darin, daß sie bei gegenseitiger Störung wild um sich beißen und nicht selten hierbei zu Schaden kommen. Überhaupt ist dieser Zustand der Larven im *Präpupalstadium die für die Zuchten kritische Periode*. Große Verluste an Larvenmaterial sind kaum zu verhindern.

Nach einer Lebenszeit von etwa 45 Tagen graben sich die Larven 4—5 cm tiefe Gänge unter die Erdoberfläche, an deren tiefsten Punkt sie ihre Puppen- bzw. Larvenwiege herstellen. Der Zeitpunkt, an welchem das die Larvenwiege darstellende Tönnchen gebildet wird, ist verschieden. Die Larven verschieben diesen Termin, je nachdem sich der Wassergehalt des Bodens für den Bau des Tönnchens als günstig herausstellt oder nicht. Im allgemeinen sind aber die Larven an ihrem 60. Lebenstage im Tönnchen anzutreffen.

Die Larven- bzw. Puppenwiege (Abb. 13) ist ein im Innern spindelförmig ausgehöhltes Erdtönnchen. Die Innenseite des Tönnchens ist glattwandig. SZIPEROVICZ vermutet, daß die Larve mit Hilfe ihres Speicheldrüsensekrets die Erdkrume verdichtet. An dem oberen Pole, welchem stets der Kopf der eingekrümmten Larve zugekehrt ist, wird das Tönnchen durch einen Deckel verschlossen, der leicht von innen aus dem Tönnchen herauszudrücken ist. Durch die Mitte des Deckels führt ein kleiner Kanal in das Innere des Tönnchens, welcher der Larve die notwendige Atemluft zuleitet.

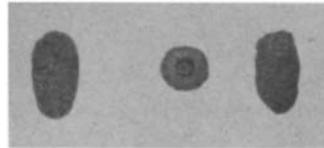


Abb. 13. Larven- bzw. Puppentönnchen von oben und seitlich gesehen (etwa nat. Größe).

Es sei hierbei erinnert an das Gespinsttönnchen, in dem *Eriogaster lanestris* die Larvenruhe verbringt. Auch dieses zeigt einen ähnlichen Durchgang wie bei *Panorpa com.* Allerdings fehlt dem Kanal des *Eriogaster*-Tönnchens die praktische Bedeutung, die ihm zweifellos in der Durchlüftung der *Panorpa*-Larvenwiege zukommt.

Das Lumen des spindelförmigen Tönnchens ist etwa 80 mm lang und 25 mm im Durchmesser breit.

Die Zeit, welche die Larve als Präpupalstadium zubringt, ist verschieden lang. Sollen die Larven erst im jeweils nächsten Jahre schlüpfende Imagines liefern, so beträgt diese Zeit 8—9 Monate. Bringen die Larven aber eine zweite Jahresgeneration hervor, so verkürzt sich die Ruheperiode der Larve auf 10—15 Tage. Die Menge von Reservestoffen, welche die Larven während ihrer Ruhezeit zur Aufrechterhaltung der Lebensenergie verbrauchen, ist eine recht beträchtliche; so verliert z. B. die Larve während der Winterruhe nahezu $\frac{2}{5}$ — $\frac{1}{2}$ der Körpersubstanz, die sie auf dem Höhepunkt ihrer Entwicklung besaß.

k) *Morphologische Unterscheidungsmerkmale der verschiedenen Larvenstadien.*

Ein einwandfreies Merkmal, den jeweiligen Häutungszustand der Larve zu erkennen, stellt ihre Kopfgröße dar. Weder die Körperlänge noch das Gewicht der Larve sind als diagnostisches Merkmal dieser Art zu gebrauchen, da die verschiedenen Larvenstadien durch Übergangsformen an Körperlänge und Gewicht miteinander verbunden sind. Allein die Kopfgröße ist nach jeder Häutung der Larve eine andere und bleibt infolge der starken Chitindecke des Larvenkopfes während des betreffenden Stadiums unverändert. Die Kopfmaße der verschiedenen Larvenstadien gehen aus Tabelle 7 hervor.

Tabelle 7.

Larvenstadium	Kopf in mm		Zahl der Spirakel des Thoraxstigmas
	lang	breit	
1.	0,8	0,6	10 (9—11)
2.	1,0	0,75	18 (17—21)
3.	1,3	1,0	28 (27—31)
4.	1,9	1,4	♂ 37 (38—39) ♀ 39 (40—42)

SZIPEROVICZ gibt als weiteres Merkmal zur Unterscheidung der verschiedenen Larvenstadien die Anzahl der Spirakel des Prothorakalstigmas an. Diese Angaben sind ebenfalls in Tabelle 7 zusammengestellt. Eine Nachprüfung der von SZIPEROVICZ angegebenen Charakteristika erfolgte nicht. Sie kommen im übrigen auch kaum für Beobachtungen

am lebenden Objekt in Frage, während die Kopfgröße des lebenden Tieres schon mit freiem Auge eine Bestimmung des betreffenden Larvenstadiums ermöglicht (hierzu vgl. Abb. 14a, b, c und d).

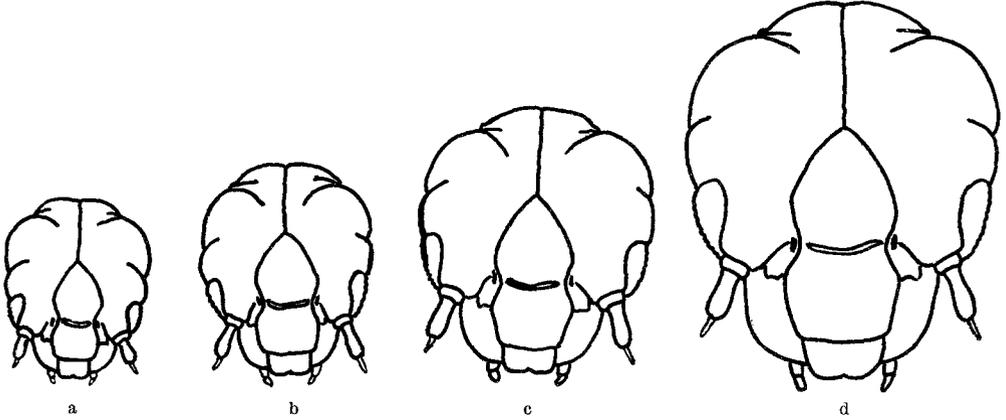


Abb. 14. Larvenköpfe (Schema) (etwa $55\times$ vergr.). a 1., b 2., c 3., d 4. Stadium.

E. Zur Biologie der Puppe.

Nach Ablauf der Larvenruhe schlüpft bei der 4. Häutung aus der Larvenexuvie die Puppe (Abb. 15a und b). Der Häutungsvorgang voll-



Abb. 15. Puppen (etwa $5\times$ vergr.). a ♂, b ♀.

zieht sich in ähnlicher Weise wie bei der Larve. Jedoch kriecht die Puppe nicht ganz aus der Larvenhaut heraus, sondern schiebt, nachdem sie den Kopf befreit hat, den Larvenbalg mit den langen Extremitäten

über Thorax und Abdomen bis an die Spitze des letzteren herunter. Hier bleibt die zusammengeschobene Larvenhaut an dem gekrümmten Hinterleibsende hängen.

Das Integument der Puppe ist elfenbeinfarben und bis auf die Mandibeln pigmentlos. Die Puppe ist ebenso wie die Larve im Präpupalstadium äußerst reizbar. Jeden, auch den geringsten Reiz, sei es Berührung oder Erschütterung, beantwortet die Puppe mit schlagenden Bewegungen des Abdomens, die oft so heftig werden können, daß dabei die Puppe von einer Körperseite auf die andere fällt.

Um die Dauer der Puppenruhe und das Schlüpfen zu beobachten, wurden im Präpupalstadium befindliche Larven aus dem Tönnchen präpariert und in kleinen, zur Hälfte mit Fließpapier ausgelegten und mit lockerem Wattebausch verschlossenem Präparatgläschen gehalten. Die Gläschen wurden in einem zum Teil mit Erde angefüllten Behälter aufbewahrt, der gegen starke Verdunstung geschützt und an dunkler Stelle aufgestellt war. Diese Zuchtmethode, die einigermaßen natürlichen Bedingungen angepaßt ist, gestattet es, die Larven auch im Präpupalstadium und die Puppen während ihrer Entwicklung gut zu beobachten.

So konnte als Dauer der Puppenruhe eine Durchschnittszeit von $11\frac{1}{2}$ Tagen für das ♂, und von $12\frac{1}{2}$ Tagen für das ♀ festgestellt werden.

SZIPEROVICZ gibt als Puppenruhe an: 19 Tage beim ♂ (bzw. 18—20) und 21 Tage beim ♀ (bzw. 23). Hier liegen also wiederum ziemlich erhebliche Beobachtungsunterschiede vor, während die Untersuchungen über Larvenstadien, Häutungen usw. mit denen von SZIPEROVICZ einigermaßen übereinstimmen. Die Schwankungen, denen die Dauer der Puppenruhe unterliegt, erhellen aus dem in Tabelle 8 wiedergegebenem Beobachtungsprotokoll.

Am Ende der Puppenruhe, etwa 2 Tage vor dem Schlüpfen der Imago, werden in dem äußeren Chitinskelett der Imago Pigmente abgelagert. Pigmentflecken der Flügel und des übrigen Körpers, Haare, usw. sind unter der durchsichtigen Puppenhaut deutlich zu erkennen.

In der dem Schlüpftage vorhergehenden Nacht verlassen die Puppen ihre Wiege, nachdem sie den präformierten Deckel aus dem Tönnchen herausgesprengt haben. Sie arbeiten sich durch den Erdboden, bis der Kopf aus der Erdoberfläche herausragt. Bei der Häutung platzt wiederum die dorsale Mediannaht des Kopfes und des Thorax, und durch den entstandenen Riß verläßt die junge Imago die bis zum Kopf in der Erde steckende Puppenhaut. Die Schlüpfzeiten der Imago liegen immer in den frühen Morgenstunden. Diese Tatsache legt die Vermutung nahe, daß bei der Imago von *Panorpa com.* eine tageszeitliche Konstanz in den Schlüpfterminen besteht, und daß die Imago ein gewisses zeitliches

Tabelle 8.

Puppe	Verpuppt am	Geschlüpft am	Geschlecht	Dauer der Puppenruhe in Tagen
1.	10. IV.	21. IV.	♂	11
2.	12. IV.	24. IV.	♂	12
3.	15. IV.	27. IV.	♂	12
4.	15. IV.	28. IV.	♂	13
5.	17. IV.	30. IV.	♂	13
6.	19. IV.	30. IV.	♂	11
7.	25. IV.	5. V.	♂	10
8.	26. IV.	6. V.	♂	10
9.	1. V.	11. V.	♂	10
10.	3. V.	14. V.	♂	11
11.	3. V.	14. V.	♂	11
12.	4. V.	16. V.	♂	12
13.	4. V.	16. V.	♂	12
14.	10. V.	20. V.	♂	10
15.	12. V.	23. V.	♂	11
16.	13. V.	25. V.	♂	12
17.	26. V.	7. VI.	♂	12
18.	27. V.	7. VI.	♂	11
19.	27. V.	8. VI.	♂	12
20.	27. V.	9. VI.	♂	13
21.	28. V.	9. VI.	♂	12
22.	28. V.	9. VI.	♂	12
23.	28. V.	9. VI.	♂	12
24.	30. V.	11. VI.	♂	12
25.	13. VI.	26. VI.	♂	13
26.	13. VI.	26. VI.	♂	13

Orientierungsvermögen, welches durch optische Reize vermittelt sein kann, besitzt. Ungefähr 2—4 Stunden nach dem Schlüpfen ist die junge Imago ausgefärbt und flugfertig.

Literaturverzeichnis.

Brauer: Über die Larve von *Panorpa communis*. Verh. zool.-bot. Ver. Wien 1, 23 (1851). — Entwicklungsgeschichte der *Panorpa communis*. Sitzgsber. Akad. Wiss. Wien, Math.-naturwiss. Kl. 7, 408 (1851). — **Felt:** The Scorpion Flies. 10. Rep. New York State 1894, 1896, 463. — **Heymons** und **v. Lengerken:** Studien über die Lebenserscheinungen der Silphini. I. *Silpha obscura* L. Z. Morph. u. Ökol. Tiere 6, H. 2. — **Miyake:** The Life-History of *Panorpa klugi* McLACHL. J. Coll. Agricult. imp. Univ. Tokyo 2, 183 (1910). — **Sziperoviez:** Biologie und Lebenszyklus von *Panorpa communis* L. Rev. Russe d'Entomol. 19, 27 (1925). — **Stäger:** Beitrag zur Biologie der Skorpionsfliege. Soc. Entomol. 32, 15, 20, 25.

Weitere Literaturangaben siehe: **Schulze:** Biologie der Tiere Deutschlands: *Mecoptera*.

**II. ZUR MORPHOLOGIE
UND POSTEMBRYONALEN ENTWICKLUNG DES KOPFSKELETTS
VON PANORPA COMMUNIS L.**

Inhaltsverzeichnis.	Seite
I. Einleitung	26
II. Zur Morphologie und postembryonalen Entwicklung.	27
1. Material und Technik	27
2. Geschichtlicher Rückblick auf die Untersuchungen des Kopfskeletts der Insekten	27
A. Das Kopfskelett der Larve	29
B. Das Kopfskelett der Puppe	44
C. Das Kopfskelett der Imago	53
III. Zusammenfassung	64
IV. Erklärung der Abkürzungen.	66
V. Literaturverzeichnis	67

I. Einleitung.

Wohl keine der selbständigen Insektenordnungen ist bisher so wenig Gegenstand wissenschaftlicher Erörterungen gewesen wie die der Panorpaten. Während von fast allen Insektenordnungen die charakteristischen Vertreter nach den verschiedensten Disziplinen eingehend bearbeitet sind, fehlen merkwürdigerweise noch immer über die Panorpaten umfassendere Studien. Dieser Mangel zeigt sich deutlich in der recht „zweifelhaften“ Stellung, welche die Panorpaten im entomologischen System einnehmen, und in der großen Verschiedenheit der Auffassungen über die phylogenetische Bedeutung der Panorpaten als Ausgangsform für einen Teil unserer rezenten Insektenfamilien. Diese Schwierigkeit der systematischen Eingruppierung und phylogenetischen Bewertung läßt sich aber erst dann mit Erfolg überwinden, wenn vor allem die morphologischen Untersuchungen so weit gefördert sind, daß ihre Ergebnisse mit denen über andere Formen verglichen werden können.

Einen guten Anfang hat auf dem Gebiete der morphologischen Untersuchung STITZ über das Genitalsystem der Panorpaten gemacht. Auch OTANES bringt in seinen Untersuchungen über das Kopfskelett der Panorpaten weitere Fortschritte. Allerdings stimmen letztere nicht allgemein mit den Ergebnissen dieser Arbeit überein, und vor allem beschränkt sich OTANES leider nur auf die Untersuchung des imaginalen Kopfes. Für eine phylogenetische Beurteilung ist aber unbedingt auch die Kenntnis von Larve und Puppe notwendig. Darum ist in der vorliegenden Arbeit der Versuch gemacht, eine möglichst eingehende Kenntnis der postembryonalen Entwicklung des Kopfskeletts von *Panorpa com.* zu vermitteln, und somit einen Beitrag zur allgemeinen Kenntnis der Panorpaten zu liefern, welcher geeignet ist, weiteren Untersuchungen über systematische Eingliederung und phylogenetische Bedeutung dieser Insektenordnung den Weg zu ebnen.

II. Zur Morphologie und postembryonalen Entwicklung des Kopfskeletts.

1. *Material und Technik.*

Das zur Untersuchung dienende Material von Larven, Puppen und Imagines wurde größtenteils in 96%igem Alkohol fixiert. Die Anwendung von spezialisiertem Fixierungsmittel war nicht nötig, soweit sich die Untersuchungen nur auf das nicht schrumpfende Chitinskelett bezogen. Vor der Untersuchung wurde das Material kurze Zeit (etwa 5 Minuten) in heißer 5%iger Kalilauge mazeriert, darauf unter fließendem Wasser ausgewaschen und das eventuell im Kopf zurückgebliebene Tracheensystem vorsichtig mit einem feinen Pinsel entfernt. Die Untersuchung erfolgte nach Überführung des Untersuchungsobjekts in 96%igen Alkohol unter dem Binokular. Auch die Präparationen wurden unter dem Binokular vorgenommen. Reichten die binokularen Beobachtungen nicht zur Klärung der anatomischen Verhältnisse, so wurden Kanadabalsampräparate hergestellt und mikroskopisch untersucht. Allerdings hatten diese Präparate gegenüber dem Alkoholmaterial den Nachteil, daß durch das beschwerende Deckglas leicht Veränderungen der natürlichen Lageverhältnisse der Organe und Teile des Kopfes zueinander hervorgerufen, und nur schwach pigmentierte Untersuchungsobjekte oft zu stark aufgehellert wurden. Als Färbungsmittel zu stark durchsichtiger Objekte zum Zwecke mikroskopischer Bearbeitung erwiesen sich in Wasser gesättigte Pikrinsäure, alkoholische Lichtgrünlösung und 5%ige Säurefuchsinlösung als sehr geeignet. — Zur Klärung der Beziehungen zwischen Kopfskelett und inneren Organsystemen mußten Schnittserien hergestellt werden. Dazu wurden frisch gehäutete bzw. geschlüpfte Larven, Puppen oder Imagines mit heißer Carnoylösung fixiert. Die 5μ dicken Schnitte wurden in Hämatoxylin Delafield in Kombination mit Orange G oder Eosin gefärbt. — Die Konturen der nach den Präparaten hergestellten Zeichnungen wurden unter Zuhilfenahme des ABBESchen Zeichenapparates angefertigt.

2. *Geschichtlicher Rückblick auf die Untersuchungen des Kopfskeletts der Insekten unter Berücksichtigung der segmentalen Zugehörigkeit.*

Das Kopfskelett der Insekten besteht aus einer Anzahl von Segmenten, die teils mehr, teils weniger fest miteinander verwachsen sind. Sie bilden in ihrer Vereinigung die Schädelkapsel und deren Anhänge. Über die Anzahl der Segmente, die zur Bildung des Insektenkopfes beitragen, ist lange gestritten worden, und auch heute noch ist der Widerstreit der Meinungen über dieses Problem nicht beendet. — Die ersten Forscher, die sich mit dem Studium des Insektenkopfes beschäftigten, waren FABRICIUS, KIRBY, SAVIGNY, EDWARDS, STRAUSS-DÜRCKHEIM, BURMEISTER. Sie analysierten den Insektenkopf im wesentlichen nach rein vergleichend-morphologischen Gesichtspunkten, wobei sie zum Teil bei ihren Deutungen und Bezeichnungen auf den Verhältnissen des Vertebratenkopfes fußten. So ist es verständlich, daß zuerst phylogenetisch bedeutungsvolle Ele-

mente übersehen und noch kein klares Bild von der Anzahl der an der Kopfbildung beteiligten Segmente gewonnen wurde, zumal phylogenetisch wichtige Embryonalanlagen als *solche* beim fertigen Insekt nur selten oder schwach hervortreten. Diese Verwischung ursprünglicher Verhältnisse hat ihren Grund darin, daß große Teile des Insektenkopfes ganz oder fast ganz zurückgebildet, andere auf Kosten der reduzierten Bezirke in ihrer Ausbildung gesteigert wurden.

In dieser Zeit der ersten Anfänge wissenschaftlicher Entomologie hatte man von dem Schädel der Insekten nur die unklare Vorstellung, daß er ähnlich wie der ganze Insektenkörper aus verschiedenen Segmenten zusammengesetzt sei. SAVIGNY erkannte zuerst, daß die Anhänge des Kopfes gleichwertig seien mit den Extremitäten des Thorax und somit einem jeden Paar von Kopfanhängen ein besonderes Segment als Träger zukomme. So gelangte er zu dem Resultat, daß der Insektenkopf sich aus vier Segmenten zusammensetze, dem *Antennal-, Mandibular-, 1. Maxillar- und 2. Maxillar- oder Labialsegment*.

Zur Lösung des Problems der segmentalen Gliederung des Insektenkopfes machte EDWARDS einen weiteren bedeutungsvollen Schritt, indem er die Fazettenaugen als ein weiteres Paar von Anhängen den vier von SAVIGNY erkannten hinzufügte und ein ihm zugehöriges *Ocularsegment* forderte. Er stützte seine Vermutung mit dem Hinweis auf die gestielten Augen der Crustaceen, die ja auch tatsächlich leicht als Anhänge gedeutet werden konnten. Da solche beweglichen Stielaugen bei den Insekten nun aber nicht vorkommen, so ist diese Deutung der Fazettenaugen als Kopfanhänge noch heute sehr umstritten. Aus gleichen Erwägungen heraus wurde auch von EDWARDS' Zeitgenossen zum Teil die Existenz des Ocularsegments abgelehnt. — Zusammenfassend kann gesagt werden, daß es das Verdienst der oben genannten Forscher ist, den Grundstein unserer Kenntnis auf diesem Gebiete der Entomologie gelegt zu haben. Es war von ihnen der Beweis erbracht, daß mindestens vier Segmente zur Bildung des Insektenkopfes beitragen. Das Vorhandensein eines 5. (Ocular-)Segmentes mußte Vermutung bleiben.

Diese erste Periode der Insektenkopfforschung, die ungefähr in die ersten drei Jahrzehnte des vorigen Jahrhunderts fällt, war hauptsächlich der Untersuchung der größeren Morphologie der Insekten gewidmet. Die darauffolgende zweite Periode brachte neben feineren morphologischen Studien des Insektenkörpers vor allem auch eine tiefere Erforschung der phylogenetischen Verhältnisse, sowie eine Klärung der embryonalen wie postembryonalen Entwicklung. Während dieser Epoche, die sich bis in unsere Tage erstreckt, haben sich hervorragende Forscher, wie BÜTSCHLI, BRANDT, PACKARD, WHEELER, UZEL, FOLSOM, VIALLANES, KORSCHULT, HEIDER, COMSTOCK, KOCHI, CRAMPTON u. a. an der entomologischen Forschung beteiligt. Im besonderen wurde nunmehr die Morphologie des Insektenkopfes auch nach phylogenetischen Gesichtspunkten untersucht. Dabei wurden die Ergebnisse früherer Forschung bestätigt und die Existenz von neu erkannten Kopfsegmenten nachgewiesen.

In seinen Arbeiten über die Embryologie der Honigbiene fand BÜTSCHLI als erster ein (drittes) Segment oder Metamer zwischen Antennen und Mandibeln gelegen. Ein Vergleich dieser auch bei Embryonalstadien nur noch rudimentären Anlage mit dem dritten Kopfsegment der Crustaceen, welches bei letzteren die zweiten Antennen trägt und bei den Trilobiten noch mit Spaltfüßen versehen ist, ließ den Schluß zu, daß auch bei den Insekten dieses zweite Antennensegment ursprünglich vorhanden war und als *Prämandibular- oder Interkalarsegment* in den Insektenkopf einbezogen wurde.

Die Untersuchung von VIALLANES über das Nervensystem der Arthropoden bestätigten die Theorie BÜTSCHLIS über das Interkalarsegment. VIALLANES stellte eine ursprüngliche Zusammensetzung des Gehirns bzw. Unterschlundganglions aus drei primären Nervenknotten fest, die er als Proto-, Deutero- und Trito-

cerebralganglien bezeichnete. Er wies nach eine Innervation der Fazettenaugen und Ocellen durch das erste, eine solche der Antennen durch das zweite und die des Labrums durch das dritte Ganglion. Da jedes ursprüngliche Segment von einem besonderen Nervenknoten innerviert wird, so war durch VIALANNES' Forschungen das Vorhandensein eines Ocularsegments, das schon, wie oben erwähnt, von EDWARDS gefordert wurde, bestätigt. Da ferner durch das Tritocerebralganglion bei den Crustaceen die zweiten Antennen innerviert sind, stand einer Homologisierung des BÜTSCHLISCHEN Prämandibular- oder Interkalarsegments, das ebenfalls vom Tritocerebrum innerviert wird, mit dem zweiten Antennensegment der Crustaceen nichts mehr im Wege.

Dieser seitdem ziemlich allgemein anerkannten Auffassung von sechs Segmenten des Insektenkopfes steht die Theorie von einem 7. Segment, dem *Superlingualsegment* gegenüber, die allerdings keineswegs auf fester Grundlage beruht. Diese Theorie geht auf UZEL zurück, der den Hypopharynx als einen Bestandteil eines bei den Apterygoten noch deutlich sichtbaren Segments zwischen den Mandibeln und den Maxillen beschrieb. FOLSOM unterstützte die Ansicht UZELS wirksam, indem er einen diesem Segment zugehörigen Nervenknoten aufdeckte, der zwischen dem Mandibular- und den Maxillarsegmenten gelegen ist. FOLSOMS Beweisführung für die Existenz des Superlingualsegments hat vielfach Anerkennung gefunden. In neuerer Zeit schließen sich ihr vor allem BÖRNER, COMSTOCK usw. an, während andere, wie CRAMPTON, SCHRÖDER, die Existenz dieses Segments leugnen.

A. Das Kopfskelett der Larve.

Es ist zweckmäßig, bei der Untersuchung des Kopfskeletts mit dem Larvenkopf zu beginnen und von hier zur Puppe und Imago weiterzugehen. Der Grund, der es nahelegt, diesen Untersuchungsweg einzuhalten, ist folgender: Die Larve von *Panorpa com. L.* stellt einen viel ursprünglicheren Entwicklungstypus dar als die höher differenzierte Puppe und Imago. Es wird darum auch leichter sein, die zum Teil verwickelten Verhältnisse am pupalen und imaginalen Kopf zu verstehen und ihre charakteristischen Grundelemente auch in der vom Typus des Larvenkopfes abweichenden Anordnung zu identifizieren, wenn man die Kenntnis des Bauplans des larvalen Kopfes voraussetzt.

Der Kopf der Larve ist kurz und gedrunken, die Schädelkapsel (Cranium) ventral abgeplattet, dorsal halbkugelförmig gewölbt. Die an das Cranium ansetzenden Mundwerkzeuge verschmälern sich von ihrer Ansatzfläche am Cranium gegen ihr freibewegliches Ende. Es resultiert hieraus ein schneller Übergang von dem breit gerundetem hinteren Abschnitt des Kopfes zu dem keilförmigen vorderen Teil. Der so geformte Kopf ist der vorwiegend grabenden Lebensweise der Larve gut angepaßt und ermöglicht ein leichtes Durchwandern der umgebenden Erdschichten. Ferner erweist sich der kurze Schädel in Verbindung mit der dichten Anordnung der äußerst kräftig gebauten Mundgliedmaßen — besonders der Mandibeln — als sehr zweckentsprechend für die Nahrungsaufnahme, die in der Zerkleinerung tierischer Überreste besteht und von der Larve einen relativ hohen Grad von Kraftaufwendung verlangt. Im allgemeinen

ist der Kopf der Larve etwa $1\frac{1}{3}$ mal so lang wie breit. Seine größte Breite entspricht etwa der des Larvenkörpers.

Als Orientierungspunkt bei der Untersuchung der Elemente des Larvenkopfes möge die Scheitelnahrt oder Epicranial-Naht dienen. Die Epicranial-Naht (Abb. 1 und 2) ist die Verwachsungsnahrt von drei Komplexen, den sogenannten Kopflappen, die die ersten Embryonalanlagen des Insektenkopfes darstellen und nach ihrem Zusammenwachsen auf dem von ihnen gebildeten Insektenschädel als gegenseitige Begrenzungslinie die Epicranial-Naht hervorbringen. Die umgekehrt Y-förmige

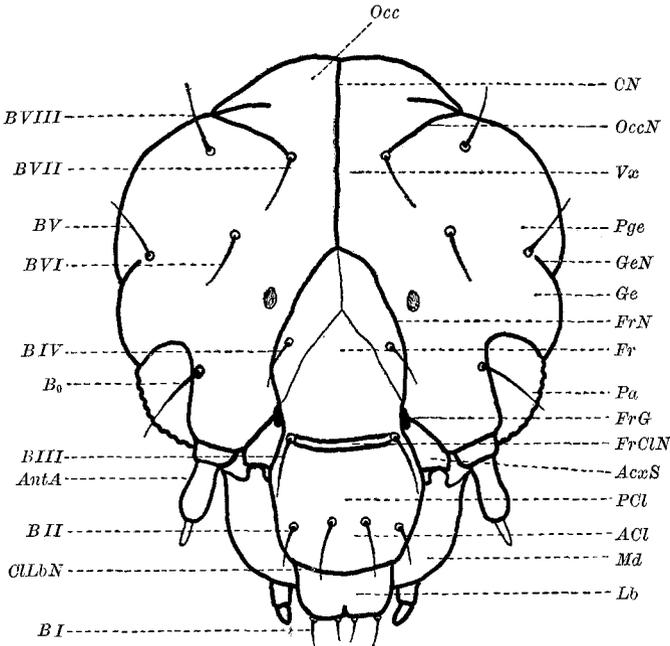


Abb. 1. Larvenkopf dorsal.

Epicranial-Naht nimmt ihren Ausgangspunkt oberhalb des Hinterhauptlochs, des Occipital-Foramens, und verläuft weiter als dorsale Medianlinie über das Hinterhaupt (Occiput) und den Scheitel (Vertex). Auf halben Wege bevor sie eine hypothetische Verbindungslinie zwischen den beiden Antennen erreicht, gabelt sich die Naht und setzt sich in zwei Seitenarmen fort. Man unterscheidet demnach an der Epicranial-Naht einen Stamm, der auch Coronal-Naht genannt, und die paarigen Arme, die als Frontal-Nähte bezeichnet werden. Die Epicranial-Nahtarme divergieren ungefähr in einem Winkel von 45° gegen die Antennen, konvergieren dann aber wieder, bevor sie die Antennen erreicht haben in Richtung der Medianlinie und verlaufen dann über die Frontalgruben

als das Verschmelzungsprodukt paariger Anlagen anzusehen. Als Beweis für die Richtigkeit dieser Ansicht wurde darauf verwiesen, daß das paarig angelegte Labium (Unterlippe) oft die Tendenz zeigt, ihre paarigen

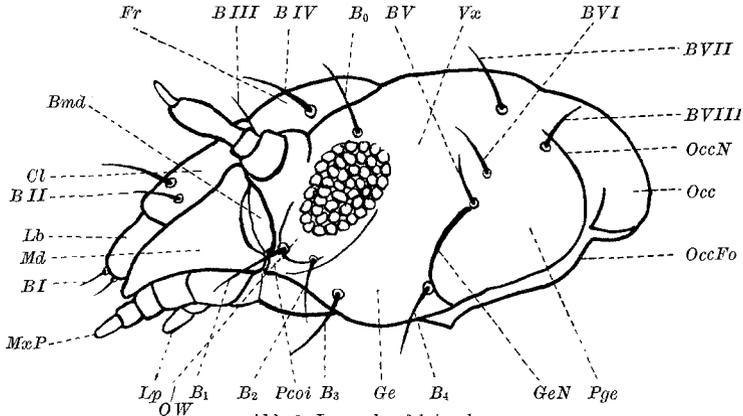


Abb. 3. Larvenkopf lateral.

Anlagen ebenfalls zu einem einheitlichen Stück zu verschmelzen. Dem ist entgegenzuhalten, daß das Labrum zwar seiner Funktion nach den Mundgliedmaßen homolog ist, seiner Entstehung nach aber als ein Bestandteil der Schädelkapsel, und zwar als das dorsale Sklerit des Interkalarsegments, also notwendig auch als einheitliche Bildung zu betrachten ist. — Der Vorderrand des Labrums bildet den Übergang zum Epipharynx, der als leicht pigmentierte chitinöse Membran die Mundhöhle dorsal begrenzt. Nach hinten schließt sich an das Labrum der Clypeus an. Durch die Clypeo-Labral-Naht werden Clypeus und Labrum scharf voneinander getrennt. Auf der Höhe der Clypeo-Labral-Naht

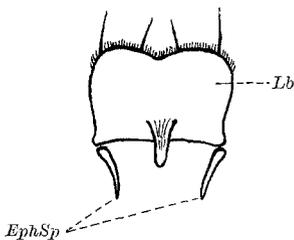


Abb. 4. Larvales Labrum von der Ventralseite. (Der Epipharynx ist entfernt, um die am Labrum inserierenden Fortsätze zu zeigen.)

inserteren an dem Labrum drei chitinöse Fortsätze (Abb. 4). Der mittlere von ihnen auf der Innenseite des Labrums ist starr mit dem Labrum verbunden und dient als Ansatzfläche für die das Labrum bewegende Muskulatur. Bei Kontraktion der Muskulatur wird das Labrum gesenkt, bei Expansion wieder in die Ruhelage versetzt. Die beiden anderen schon erwähnten Chitinfortsätze sind gelenkig mit dem Labrum verbunden und inserieren an zwei kleinen Chitinhöckern, die an dem Hinterrande des Labrums ventralwärts ausgebildet sind. Sie ragen vom Labrum schräg nach unten und bilden Stützleisten für den zum Teil mit dem Labrum verwachsenen Epipharynx. Durch diese beiden Epipharyngeal-Spannen ist eine Bewegung des Epipharynx gegen das

Labrum möglich. Der Hinterrand des Labrums wird dorsal von dem dachziegelartig über ihm liegenden Clypeus verdeckt.

Das zweite von den protocephalen Lappen gebildete Kopfsklerit ist der Clypeus. Der Clypeus (Abb. 1 und 3) hat etwa die Gestalt eines Quadrates, dessen Ränder nach außen schwach vorgebuchtet sind. Die Vorderbegrenzung des Clypeus ist die Clypeo-Labral-Naht, die hintere die Fronto-Clypeal-Naht, welche Frons und Clypeus trennt. Diese Naht verläuft als breite, wulstartige Erhöhung zwischen den beiden Skleriten, deren Namen sie trägt. Allerdings erstreckt sich dieser Wulst nicht direkt bis an die Arme der Epicranial-Naht, sondern endet beiderseits kurz vor diesen, so daß hier Frons und Clypeus ineinander übergehen. Die Verbindung zwischen Frons und Clypeus ist derart stark chitinös und pigmentiert, daß beide Sklerite nicht gegeneinander beweglich sind. Die Verbindung mit dem Labrum erfolgt durch eine dünne pigmentfreie Chitinmembran. Diese verschiedenartige Ausbildung des Vorder- und Hinterrandes deutet schon hin auf die beiden Unterabschnitte des Clypeus, den vorderen pigmentlosen membranösen Abschnitt (Anteclypeus), der an das Labrum stößt, und den stark pigmentierten und chitinierten hinteren Abschnitt (Postclypeus), der an die Frons grenzt. Eine deutliche Naht zwischen beiden Teilen, wie sie bei manchen Insektenformen anzutreffen ist, findet sich bei *Panorpa* nicht. Wurde oben der Clypeus als ein einheitliches, zwischen den Armen der Epicranial-Naht gelegenes Sklerit bezeichnet, so bezog sich diese Definition auf das allgemein als Clypeus bezeichnete Kopfschild des Insektenkopfes. Diese allgemeine Definition entspricht aber nicht ganz den phylogenetischen Verhältnissen, denn embryonal setzt sich der Clypeus zusammen aus drei senkrecht zur Körperachse nebeneinander angeordneten Skleriten, nämlich dem Mediansklerit, das allgemein die Bezeichnung Clypeus trägt, und zwei Lateralskleriten zu beiden Seiten des Medianstückes. In ihrer weiteren Entwicklung bleiben diese Lateralsklerite gegenüber dem mittleren Teil stark im Wachstum zurück und werden zu kleinen unscheinbaren Skleriten, die meist eng mit dem Medianstück verwachsen. Sie bilden die Artikulation für die dorsalen Gelenkknöpfe der Mandibeln. Eine deutliche Trennungnaht zwischen beiden und dem medianen Teil ist nur bei ganz wenigen Formen noch zu finden. COMSTOCK und KOCHI geben eine solche als deutlich wahrnehmbar bei der Larve von *Corydalus*, einer Megaloptere, an. Sehr interessant erscheint es, daß auch bei der Larve von *Panorpa* eine deutliche Ausbildung der drei den Clypeus bildenden Elemente vorhanden ist. Die lateralen Teile des Clypeus liegen dabei außerhalb der Arme der Epicranialnaht in der Region des Kopfes, die begrenzt wird von den Armen der Scheitellaht und dem unter dem Chitinpanzer verlaufenden Supratentorium. Diese lateralen Teile sind als die Prä- oder Antecoxalstücke der Mandibeln zu

betrachten. Die von ihnen gebildete Artikulation für das dorsale Mandibulargelenk ist die Precoila. Die deutliche Ausbildung der Antecoxalstücke der Mandibeln dürfen wir als ein sicheres Zeichen für die *niedrige systematische Stellung* der Panorpaten ansehen, weil eben die Antecoxalstücke im übrigen nur bei tief im System stehenden Insektenformen angetroffen werden. Betrachten wir noch die Beborstung des Clypeus. Auf der Grenze zwischen dem Ante- und dem Postclypeus steht eine Reihe von vier Sinnesborsten (B III).

Die exakte Wiedergabe der chaetotaktischen Bildungen am Kopf der Larve geschieht hierbei nicht allein in der Absicht, eine möglichst genaue Topographie zu liefern, sondern vor allem deswegen, weil die Gruppierung der Sinnesborsten, die von der Larve mit auf die Puppe übernommen werden, es uns allein ermöglicht, die durch die Metamorphose stark veränderten Bestandteile des pupalen Craniums ihrer phylogenetischen Bedeutung entsprechend zu identifizieren, was ohne irgendwelche unveränderliche Anhaltspunkte — in diesem Fall die Sinnesborsten — wohl kaum möglich wäre. Es sei noch erwähnt, daß der Clypeus, der, wie auch die Antennen, vom Deuterocerebrum innerviert wird, als ein Bestandteil des Deuterocerebralsegments, und zwar als dessen mittleres Dorsalsklerit anzusehen ist.

Das dritte vom Protocephalon gebildete Kopfsklerit ist die Frons (Stirn). Ihre Umrisse sind gekennzeichnet durch drei Nähte. Die Fronto-Clypeal-Naht bildet die Grenze gegen den hinteren Rand des Clypeus. Gegen die übrigen Teile des Craniums trennen sie die beiden Arme der Epicranial-Naht ab. Letztere werden daher auch als Frontal-Nähte bezeichnet. Sie verlaufen in der für die Larven typischen Art *vor* der Basis der Antennen, vom Munde aus gesehen. Zwischen die Basis der Antennen und die Ausläufer der Frontal-Nähte schieben sich die Antecoxalstücke der Mandibeln. Da die Fronto-Clypeal-Naht nicht bis direkt an die Frontal-Nähte reicht, können wir als Vorderbegrenzung der Frons, falls wir von einer Verlängerung der Fronto-Clypeal-Naht bis zu ihrem Schnittpunkt mit den Frontal-Nähten absehen wollen, die auf den Frontal-Nähten gelegenen Frontal-Gruben ansehen. Sie bilden ungefähr die hypothetischen Schnittpunkte der Fronto-Clypeal-Naht mit den Frontal-Nähten. Daß wir berechtigt sind die Frontal-Gruben als Grenzpunkte zwischen Clypeus und Frons anzusehen, beweist die Tatsache, daß überall dort, wo Grenznähte zwischen den betreffenden Skleriten vorhanden sind, an den beiden Enden dieser Grenzlinien als Einstülpungen der Epidermis die Frontal-Gruben liegen. Durch eine Einbuchtung der Chitinecuticula ist die Frons in drei Abschnitte gegliedert. Hinter der Verzweigung der Epicranial-Naht setzt sich nämlich der Stamm dieser Naht in einer schwachen Einbuchtung der Epidermis um etwa $\frac{1}{3}$ der Höhe des Frontal-Dreiecks fort, um sich dann zu

verzweigen in zwei Einbuchtungen, die auf die Frontal-Nähte zustreben und diese in Höhe der Borsten B IV erreichen. Dadurch erscheint die Frons als ein Mosaik von drei Dreiecken; ein größeres unten gelagertes Dreieck und zwei schmälere, dem unteren anliegende Dreiecke. Die die Dreiecke trennenden Einbuchtungen sind als sekundäre Bildungen zu betrachten, die den Zweck haben, als Muskelansatzfläche zu dienen. Phylogenetische Bedeutung kommt ihnen nicht zu. Als Sinnesborsten sind auf der Frons nur die beiden oben genannten Borsten B IV zu verzeichnen. Die Frons trägt, wie wir bei der Puppe später sehen werden, den Median-Ocellus und ist daher als ein Bestandteil des Protocerebralsegments anzusehen, da die Ocellen wie auch die Fazettenaugen von dem Protocerebrum innerviert werden.

Wir haben oben schon gesehen, daß das Cranium der Insekten aus den Produkten des unpaaren protocephalen Lappens und der beiden cephalen Kopflappen besteht. Die von den beiden cephalen Lappen gebildeten Teile des Kopfes bilden das Epicranium. Zu den Bestandteilen des Epicraniums rechnet man im allgemeinen den Vertex (Scheitel), die Genae (Wangen), das Occiput (Hinterhaupt) und die Gula (Kehlgion).

Die zwischen Frons und Occiput gelegenen Genae werden oft unter dem Sammelbegriff Parietalregion zusammengefaßt. Nach wieder anderer Einteilung wird die Parietalregion mit dem Epicranium gleichgesetzt. — Leider besteht auf dem Gebiete der Terminologie des Insektenkopfes immer noch wenig Einheitlichkeit, so daß es oft dem Ermessen des einzelnen überlassen bleibt, die nach seiner Meinung passende Bezeichnung zu wählen.

Charakteristisch für das Epicranium der *Panorpa*-Larve sind zwei Nähte, die dorsal bzw. ventral das Epicranium in zwei spiegelbildlich gleiche Teile zerlegen. Das ist auf der Dorsalseite der Stamm der Epicranial-Naht oder die Coronal-Naht, und auf der Ventralseite die Gular-Naht. Beide Nähte sind bei der Larve im Vergleich zu den übrigen Nähten außerordentlich stark ausgeprägt. Während die Coronal-Naht bei der Larve und Puppe während des Häutungsprozesses in Verlängerung der ebenfalls zerreißenen Dorsal-Naht des Thorax aufplatzt, steht die Gular-Naht in keinem Zusammenhang mit dem Häutungsvorgang. Die deutliche Ausbildung beider Nähte erklärt sich damit, daß sie die Schließungsnähte des embryonalen Larvenkopfes darstellen.

Bei der Untersuchung des Epicraniums wenden wir uns zunächst dem Vertex zu (Abb. 1). Obwohl der Vertex kein eigentliches Sklerit darstellt, so hat sich diese Bezeichnung so allgemein bewährt, daß sie auch hier für den dorsalen Teil des Epicraniums angewandt sein möge. Der Vertex besteht aus zwei durch die Coronal-Naht geschiedenen symmetrischen Hälften. Seine vordere Begrenzung gegen die Frons ist der Gabelpunkt

der Coronal-Naht. Eine hintere Begrenzung gegen das Occiput ist nicht vorhanden, sondern beide Teile gehen unmittelbar ineinander über. Man kann jedoch mit einiger Berechtigung eine Grenzlinie zwischen Vertex und Occiput ziehen von zwei Punkten, die durch die Sinnesborsten B VII festgelegt sind. Diese Borsten stehen nämlich an der Stelle, wo die Occipital-Nähte sich auflösen und in den Vertex übergehen. Ebenfalls besteht keine Grenznaht zwischen Vertex und Genae. Der allgemeinen Definition des Vertex werden wir am ehesten gerecht, wenn wir als Vertex das zwischen den Verbindungslinien der Borsten B VII, B VI und dem Gabelpunkt der Coronal-Naht liegende Gebiet bezeichnen.

Die Genae bilden die lateralen Teile des Epicraniums (Abb. 2 und 3). Sie sind bei der Larve Träger der Antennen und der larvalen Punktaugen. Ebenso wie der Vertex sind sie kein eigentliches Sklerit im Sinne eines embryonal gesondert angelegten Kopfabschnittes. Das unter der Bezeichnung Genae zu verstehende Gebiet ist ziemlich scharf umrissen; so sind die Genae gegen das Occiput durch die Occipital-Nähte abgegrenzt. Die vordere Begrenzung ist gegeben durch die Artikulation der Mandibeln mit dem Genae. Frons und Genae sind geschieden durch die Frontal-Nähte. Nach vorn schieben sich zwischen Genae und Clypeus die Antecoxalstücke der Mandibeln. Gegen die Gular-Region sind keine Grenzen vorhanden. Auf der ventralen Seite des Kopfes bilden die Genae an ihrem am weitesten nach vorn gelegenen Teil die paarigen Gelenkpfannen, die Postcoilae, an denen die ventralen Gelenkknöpfe (Hypocondyli) der Mandibeln inserieren. Jede Gena wird ungefähr in ihrer Mitte von einer auf den lateralen Teil des Kopfes verlaufenden Genal-Naht in zwei Teile zerlegt, die als Genae und Postgenae bezeichnet sind. Die Genae sind also das Gebiet unterhalb und neben den Augen bis zur Genal-Naht reichend, während die Postgenae den Komplex von der Genal-Naht bis zum Occiput darstellen. Dorsal und ventral verschwinden die Nähte wieder, so daß hier Genae und Postgenae ineinander übergehen, wohingegen sie lateralwärts getrennt sind. — Als Ansatzflächen für die Muskulatur befinden sich auf der Dorsalseite der Genae zwei Einsenkungen der Epidermis, die nahe den Frontal-Nähten gelegen sind. Auf der Ventralseite beteiligen sich die Genae an der Bildung des Occipital-Foramens.

An Sinnesborsten stehen auf der dorsalen Seite der Genae neben den Punktaugen die beiden als B_0 bezeichneten Borsten. Hinter den Augen am dorsalen Ende der Genal-Nähte das Paar B V. Etwa in gleicher Höhe damit, aber mehr der Medianlinie genähert, B VI. Auf der Grenze zwischen Occiput und Genae am Ende der Occipital-Nähte B VII. Noch weiter nach hinten B VIII. Auch die Ventralseite der Genae zeigt Ausbildung von Sinnesborsten. Es liegen auf dem von den Genae gebildeten Augenvulst nahe der Postcoila B_1 und B_2 direkt am Rande des Larven-

auges, B_3 ungefähr in Höhe von B_2 , aber mehr der Gular-Naht genähert; und zuletzt noch B_4 auf dem ventralen Ausläufer der Genal-Naht.

Das Occiput ist der hintere Teil der dorsalen Oberfläche des Kopfes. Es ist von den Postgenae durch die Occipital-Nähte getrennt. In der Höhe der Borsten B VII, wo die Occipital-Nähte sich auflösen, geht das Occiput in den Vertex über. Es bildet den vorderen Rand des Occipital-Foramens. Die Occipital-Nähte verzweigen sich kurz hinter ihrem Ausgangspunkt. Doch löst sich der senkrecht zur Coronal-Naht gerichtete Ausläufer auf halber Strecke, bevor er die Coronal-Naht erreicht hat, wieder auf.

Als Gula bezeichnen wir das zu beiden Seiten der Gular-Naht gelegene Gebiet. Um die Gular- oder Kehlregion gegen die Genae abzugrenzen, stellen wir die Verbindungslinien her zwischen den Artikulationspunkten der 1. und 2. Maxillen, die unmittelbar unter und neben den Postcoilae gelegen sind, und den nahe dem Occipital-Foramen gelegenen Gular-Gruben. Die Gular-Gruben stellen wie die Frontal-Gruben Invaginationspunkte des Integuments dar, die zur Bildung der ventralen Arme des Tentoriums führen. Von einer Postcoila zur anderen erstreckt sich quer durch die Gular-Region eine bogenförmige Einsenkung, die eine günstige Ansatzfläche für die Muskulatur der Mundwerkzeuge liefert. Mit den Mundwerkzeugen ist die Gula durch eine zarte Membran beweglich verbunden. Der Hinterrand der Gula bildet den vorderen Rand des Occipital-Foramens. — Die Zugehörigkeit der Gula zu den von den Kopfsegmenten gebildeten Teilen des Schädels wird im übrigen bestritten. Man nimmt an, daß die Gula das Sternit des Cervicalsegments darstellt, welches vorwärts gewandert und damit ein Teil der Schädelkapsel geworden ist.

Neben den Organen, die der Nahrungsaufnahme dienen, stehen mit dem Kopf zwei Paar von ausgesprochenen Sinneswerkzeugen in Verbindung: die Augen und Antennen.

Die Augen (Abb. 1 und 3) liegen auf den Genae direkt unterhalb der Basis der Antennen und bilden einen nierenförmigen Komplex von etwa 30—35 einlinsigen Einzelaugen. Jeder Augenkomplex ist umgeben von einem Cuticularwulst, der nach der Postcoila hin etwas zugespitzt ausläuft. Dieser Cuticularwulst erinnert stark an das von COMSTOCK und KOCH beschriebene Ocularsklerit, ein Basalsklerit, das als Anhangsorgane die Augen trägt. Wenngleich sich dieser Wulst auch deutlich gegen das übrige Epicranium abhebt, so möge es doch dahingestellt bleiben, ob er wirklich Skleritcharakter hat oder nur eine sekundäre Ausbildung des Craniums darstellt. Das Außenskelett beteiligt sich an der Bildung der Augen, insofern es die chitinösen pigmentlosen Linsen der Einzelaugen liefert.

Die Antennen (Abb. 5) der Larve sind der zeitweise im Boden graben-

den Lebensweise des Tieres gut angepaßt. Sie sind kurz und keulenförmig und können nahe an die Kopfoberfläche angelegt werden, so daß sie für die grabende Larve kein Hindernis bedeuten. Die Insertion der Antenne erfolgt auf den Genae zwischen den Antecoxalstücken der Mandibeln und dem dorsalen Rand der Larvenaugen oberhalb der Fronto-Clypeal-Nähte. Die Antenne basiert, wie auch bei Coleopteren und Neuropteren, auf einem von dem Cranium vorgestülpten Sockel, der Basantenna oder Antennaria. Mit Hinblick auf das Fehlen jeglicher Nähte, die die Basantenna und das übrige Cranium voneinander trennen, ist es mehr als unwahrscheinlich, daß die Basantenna ein eigentliches

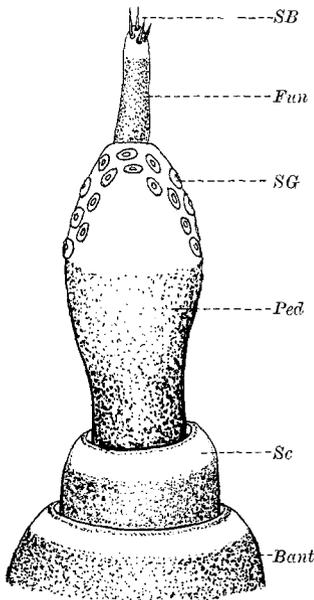


Abb. 5. Larvale Antenne.

Basalsklerit der Antenne darstellt. Vielmehr ist anzunehmen, daß die Basantenna ebenso wie das vermeintliche Ocularsklerit nur eine Ausstülpung des Craniums ist. Mit der Basantenna ist die eigentliche Antenne durch eine häutige Membran, die Antacoria, verbunden. Die Öffnung der Antennenbasis ist nach vorn und zugleich nach außen gerichtet, so daß die Antennen in der Ruhelage ebenfalls nach außen und schräg nach oben gestellt sind.

An der Antenne selbst unterscheiden wir den Scapes (Anfangsglied oder Schaft), den Pedicellus (2. Glied) und den Funiculus (Geißel).

Der Scapes ist zylindrisch und breiter als hoch. Durch eine Membran ist er mit dem Pedicellus verbunden, der bei der Larve den Hauptteil der Antenne ausmacht. Der Pedicellus ist mehr denn doppelt so lang als der Scapes. An der Basis etwas schmaler als der Scapes schwillt er zur Spitze hin keulenförmig an, um sich dann wieder zu verjüngen. Der untere Teil des Pedicellus ist stark chitiniert, am apikalen Teil weicht die chitinöse einer membranösen Konsistenz. Die membranöse pigmentfreie Spitze ist die Trägerin zahlreicher — etwa 35 — napfförmiger Sinnesgruben, die sich zu zwei einander gegenüberliegenden Gruppen anordnen. Ihrer napfförmigen Gestalt nach zu urteilen sind sie die Geruchsorgane der Larve. Der Funiculus ist ein schlanker Fortsatz an der Spitze des Pedicellus. An seinem apikalen Pol ist der Funiculus ebenfalls pigmentlos und mit 4—5 Tastborsten besetzt.

Die Untersuchung der Antennen leitet über zu den beweglichen Teilen des Larvenkopfes, zu denen ebenfalls die nunmehr zu behandeln-

den Mundgliedmaßen gehören. Sie zeigen bei der Larve typisch beißende und kauende Form. Nach der Stellung der Mundgliedmaßen gehört *Panorpa* zu den hypognathen Insekten. Die Mundgliedmaßen, die als echte Anhänge des Kopfes anzusehen und aus ehemaligen Extremitäten hervorgegangen sind, sind die Mandibeln und die ersten und zweiten Maxillen. Das Labrum, als ein Teil und nicht als Anhang des Craniums, wurde schon oben behandelt.

Die Mandibeln oder Oberkiefer (Abb. 1, 2, 3 und 6) sind kurz und besonders kräftig gebaut. An der Basis ungefähr dreieckig, läuft die Mandibel am freien Ende spitz zu. Sie ähnelt etwa einer dreiseitigen etwas gebogenen Pyramide. Die nach innen gekehrte Fläche der Man-

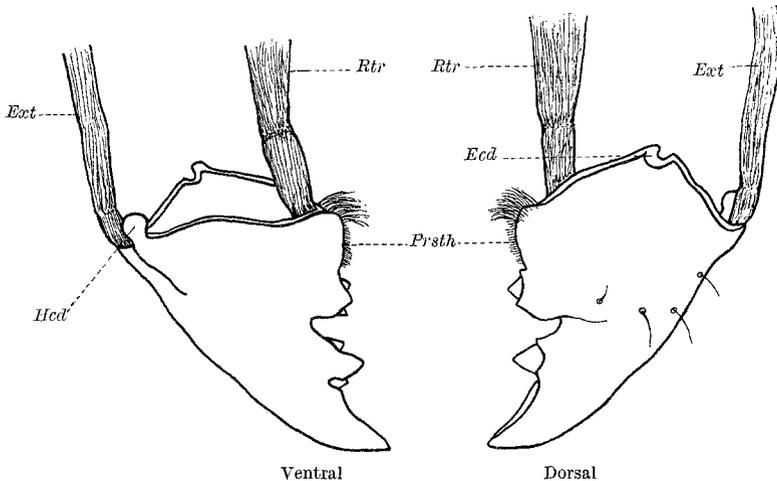


Abb. 6. Larvale linke Mandibel, dorsal und ventral.

dibel ist mit scharfen Zähnen versehen, die dem Labrum zugewandte Fläche ist stark gewölbt und setzt die Rundung der Schädelkapsel zur Kopfspitze fort. Die untere Seite, die den ersten und zweiten Maxillen anliegt, ist flach. Der vordere Teil der Mandibel bildet einen mächtigen Zahn, aus dessen unterem Abschnitt ein etwas weniger großer Zahn schwach dorsal gerichtet hervorragt. Dieser vordere Abschnitt der Mandibel ist vorzüglich zum Beißen und Schneiden geeignet, während dem basalen Teil kauende Tätigkeit obliegt. Dieser basale Teil besteht wiederum aus zwei kleineren, nach innen gerichteten Zähnchen, und einer daran anschließenden Platte, die an ihrem Rande mit feinen Härchen besetzt ist. Bei der Kontraktion der Retraktionsmuskel werden diese Platten der Mandibeln gegeneinander bewegt und dienen so zum Zerquetschen aufgenommener Nahrungsstücke. Sie sind identisch mit den von A. D. IMMS angeführten Prosthecae bei *Blatta*.

Mit der Schädelkapsel sind die Mandibeln durch zwei Gelenke verbunden. Das ventrale Gelenkstück der Mandibel stellt einen starken Gelenkknopf, den Hypocondylus dar. Der Hypocondylus oder Postartis artikuliert mit einem Acetabulum, der Postcoila, gelegen auf der vorderen ventralen Grenze der Genae. Das dorsale Gelenkstück der Mandibel wird allgemein als Epicondylus bezeichnet; allerdings ist es in diesem Fall kein typischer Condylus oder Gelenkknopf, sondern eine Vereinigung von einer Gelenkleiste und einem an ihrem einen Ende gelegenen Gelenkzapfen. Diese Gelenkleiste bewegt sich scharnierartig in einer von den Antecoxalstücken gelieferten Mulde, während der Zapfen in eine von der Gelenkmulde und deren Fortsetzung gebildete Gelenkgrube hineingreift. Das Gelenkstück der Antecoxalstücke wird als Precoila bezeichnet. An der Basis der Mandibel liegt zwischen den Augen und den beiden Gelenkstücken der Schädelkapsel ein kleines Sklerit, die Basimandibula oder Trochantin der Mandibel (Abb. 3). Es seien noch erwähnt die beiden stark chitinisierten Sehnen, die mit der Mandibel im Zusammenhang stehen. Am hinteren Rande der Dorsalfläche der Mandibel zwischen Epi- und Hypocondylus inseriert die als Extensor bezeichnete Sehne, an die die Extensionsmuskeln ansetzen. Die zweite Sehne, der Retraktor, inseriert an dem von den hinteren Rändern der Innen- und Ventralfläche gebildeten Winkel der Mandibel oberhalb der Prostheca. Sie steht in Verbindung mit dem Retraktionsmuskel der Mandillen. Beide Sehnen sind gegabelt. Der Retraktor ist stärker ausgebildet als der Extensor, eine Tatsache, die sich damit erklärt, daß bei der Retraction der Mandibel auf den Retraktor größere Kräfte einwirken, als dies bei der Extension bei dem Extensor der Fall ist.

Das zweite Kieferpaar, die ersten Maxillen (Abb. 7), befinden sich bei der Larve noch auf primitiven Entwicklungszustand. Die bei dem fertigen Insekt immer gut zu unterscheidenden typischen Bestandteile der ersten Maxille wie: Cardo, Stipes, Palpifer (Palparium oder Maxillifer), *Palpus maxillaris*, sowie die äußeren und inneren Lobi der Maxille sind bei der Larve zum Teil noch schwach gegeneinander differenziert.

Das Basalstück der Maxille stellt eine Kombination von Stipes und Cardo dar, da es zugleich die Artikulation der Maxille mit dem Cranium und das Stammglied derselben bildet. Im allgemeinen liegen Cardo und Stipes in derselben Richtung wie die von ihnen getragenen apikalen Anhänge. Bei der Larve von *Panorpa* aber verläuft das Basalstück von seinem Angelpunkt etwa in einem Winkel von 45° zur Hauptachse des Körpers und der Maxillaranhänge, mit der es sonst parallel läuft. Der Artikulationspunkt der Maxille liegt in dem von Postcoila und Hypocondylus einerseits und dem ventralen Vorderrande des Craniums andererseits gebildeten Winkel. An dem vorderen Ende des Basalstückes setzen nach vorn gerichtet die Maxillaranhänge an, nach hinten und ins Innere

des Kopfes gerichtet befindet sich je ein Fortsatz, an welchem die die Maxille bewegende Muskulatur inseriert. Basalstück und Cranium sind durch eine Gelenkhaut verbunden. Als Anhänge des Basalstückes liegen auf der Innenseite zwei Lobi. Der Lobus internus ist gleichbedeutend mit der Bezeichnung Lacinia, der Lobus externus mit Galea. Als äußerer Anhang fungiert der Palpus maxillaris. Galea und Lacinia sitzen dem Basalglied direkt auf. Beide Anhänge sind miteinander fast ganz verwachsen, nur eine deutliche Einkerbung auf der von beiden gebildeten Innenfläche der Maxille deutet auf das Bestehen dieses Elements aus zwei Skleriten hin. Während die Galea nur an ihrem

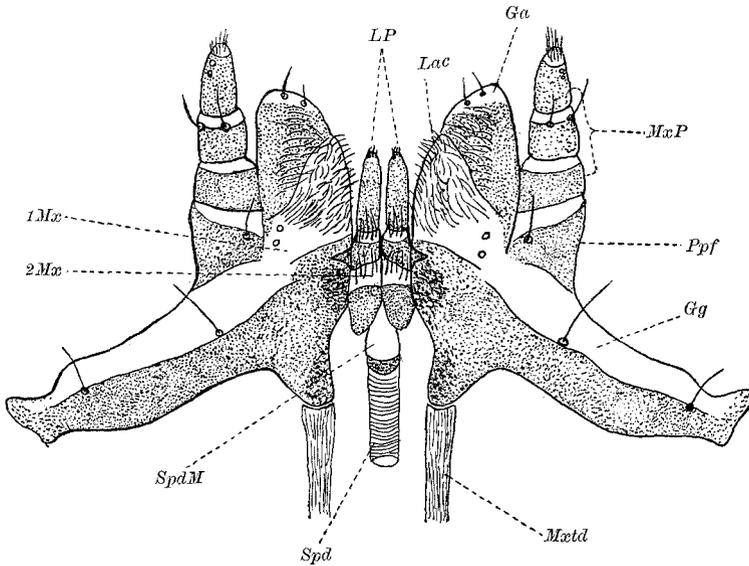


Abb. 7. 1. u. 2. Maxillen der Larve. (Die pigmentierten Bestandteile sind punktiert.)

apikalen Ende membranös ist und im übrigen eine chitinöse pigmentierte Cuticula aufweist, ist die Lacinia pigmentfrei und membranös. Beide Lobi sind auf der Dorsalseite äußerst stark behaart und mit Sinnesborsten, -zäpfchen und -gruben besetzt. Die Behaarung steht im Zusammenhang mit der Funktion der Maxillen, die von den Mandibeln gelösten Nahrungspartikel in die Mundöffnung zu befördern. Neben den Lobi entspringt auf der Außenseite des Basalstückes der Palpifer, auf dem der Palpus maxillaris basiert. Die Außenfläche des Palpifers ist stark chitinisiert und trägt Sinnesborsten. Der Palpus besteht aus drei Gliedern, die nach der Spitze zu schmaler werden. Das mittlere Glied trägt an seinem apikalen Ende Sinnesborsten, das Endglied zahlreiche Sinneszäpfchen. Allen drei Gliedern sind Sinneshaare eigentümlich.

Zwischen den beiden ersten Maxillen liegen die zweiten Maxillen, das

Labium oder Unterlippe (Abb. 7). Das Labium ist außerordentlich primitiv gebaut und besteht aus einem Paar von drei heteronomen Gliedern. An der Stelle, wo die Labialfalten zusammenwachsen, liegt die Ausmündung der Speicheldrüse, welche bei der Präparation des Labiums meist mit zum Vorschein kommt und infolge ihrer tracheenähnlichen, durch Spiralleisten gestützten Oberfläche sehr auffallend ist. Das apikale Glied der Labial-Palpi übertrifft die beiden unteren an Größe und ist ebenso wie das Endglied mit Sinneszäpfchen und Sinnesgruben versehen. Auf der Dorsalseite tragen die Labial-Palpi starke Behaarung.

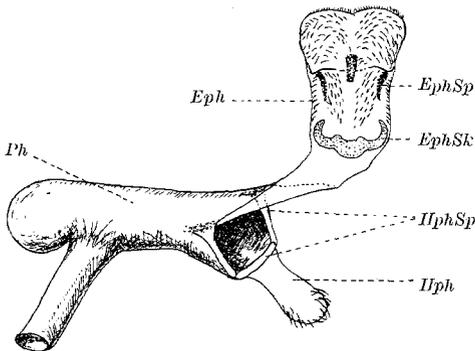


Abb. 8. Pharynx der Larve mit Anhangsorganen. (Der Ephypharynx ist in der Zeichnung aus seiner natürlichen Lage verschoben nach oben geklappt und um 90° gedreht. — Ferner ist das Labrum mit seinen Anhängen unter dem Ephypharynx punktiert angedeutet.)

Mit den Basalgliedern der ersten Maxillen und der Gula sind sie häutig verbunden.

In Verlängerung des Darmtrakts und speziell des Pharynx liegen zwei Organe in der Mundhöhle der Larve, der Epi- und der Hypopharynx (Abb. 8).

In der Hautfalte, die die Mundhöhle dorsal auskleidet und mit dem Labrum zum Teil verwächst, findet man äußerst schwach ausgebildete Chitinplatten.

Es sind dies die epipharyngealen Sklerite, die erst eine Sonderbezeichnung dieses Teils der dorsalen Mundbekleidung rechtfertigen. Der Epipharynx ist stark mit akzessorischen Borsten besetzt, die sich von den Sinnesborsten durch das Fehlen des für die Sinnesborsten typischen Basalringes unterscheiden. Sie bekleiden in dichter Anordnung die Ventralfäche des Epipharynx. Dadurch, daß sie alle nach innen gerichtet sind und dem Epipharynx dicht anliegen, wirken sie wie Widerhaken, welche die von den Mundgliedmaßen in die Mundhöhle beförderten Nahrungspartikel nur in Richtung des Darmkanals von vorn nach hinten wandern lassen, dagegen ein Zurückgleiten in umgekehrter Richtung verhindern. Es kommt dieser Beborstung im Gegensatz zu den innervierten Sinnesborsten nur mechanische Funktion zu. Von den Epipharyngeal-Spangen, die den Epipharynx unterstützen, wurde schon im Zusammenhang mit dem Labrum gesprochen.

Der Hypopharynx ist der frei in die Mundhöhle hineinragende Fortsatz des Pharynx. Dort, wo sich der Pharynx in Epi- und Hypopharynx teilt, sitzen an der dorsalen Pharyngealwand zwei Spangen an, die senkrecht nach unten gehen und durch eine wagerechte, zu den beiden

anderen senkrecht stehende Spange verbunden sind (Abb. 8). Dieses Spangensystem verhindert ein Zusammenfallen der äußerst dünnhäutigen Wände des Pharynx und seiner Anhänge. Auf der genannten Verbindungsspanne basiert der Hypopharynx. Seiner zungenförmigen Gestalt verdankt der Hypopharynx die vielfach geführte Bezeichnung Lingua. Ebenso wie der ganze Pharyngealkanal ist auch der Hypopharynx äußerst dünnhäutig. An seinem Vorderrande trägt er zahlreiche akzessorische Borsten.

Die endoskelettalen Bildungen, die ebenso wie das bisher behandelte Exoskelett zur Festigung des Insektenkopfes beitragen, fassen wir unter dem Sammelbegriff Tentorium zusammen (Abb. 1, 2 und 9). Das Tentorium besteht aus zwei Paaren von Einstülpungen, einem dorsalen und einem ventralen Armpaar, das aufeinander zuwächst und den Hauptteil oder „Body“ des Tentoriums bildet. Die Invaginationsstellen des dorsalen Armpaares liegen in den von den Frontal- und Antecoxal-Nähten gebildeten Winkeln gegenüber den Precoilae auf der Dorsal-seite des Kopfes. Die dorsalen Arme sind also Einstülpungen des Mandibular-Segments. Sie nehmen von den schon genannten Frontal-Gruben ihren Ausgang. Die dorsalen Arme erstrecken sich von den Frontal-Gruben schräg nach unten durch das Cranium und nehmen Richtung auf die Gular-Gruben, von denen die ventralen Arme des Tentoriums, die Einstülpungen des Maxillar-Segments, ihren Ausgang nehmen. Die Gular-Gruben liegen unmittelbar neben dem vorderen Rande des Occipital-Foramens. Die ventralen Arme des Tentoriums sind zum Vergleich zu den dorsalen recht kurz und verwachsen bald hinter den Ausgangsstellen mit letzteren zu den Body, einer breiten, schwach chitinisierten und pigmentlosen Platte nahe der Gular-Region. Ventral vom Body treten das Nervensystem und der Speicheldrüsenkanal, dorsal davon der Darmkanal in die Schädelkapsel ein. Bei den verschiedenen Häutungsvorgängen der Larve zerreißt das Body, und die dadurch an einem Ende freigewordenen Arme des Tentoriums können sodann — ähnlich wie die Tracheen aus dem neuen Integument — aus dem Kopf des schlüpfenden Tieres herausgezogen werden. Außer diesen beiden Armpaaren ist noch eine endoskelettale Bildung vorhanden. Und zwar erstreckt sich dieser Teil des Tentoriums von den Frontal-Gruben bis zum

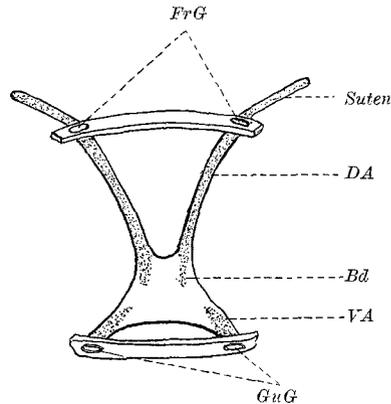


Abb. 9. Larvales Tentorium. Mit einem Teil der zwischen seinen Invaginationsstellen gelegenen Oberfläche des Craniums. (Die pigmentierten Teile des Tentoriums punktiert.)

inneren Rand der Antennen-Basis. Höchstwahrscheinlich ist dieser Teil des Tentoriums identisch mit dem von OTANES und YUASSA beschriebenen Supratentorium der Orthopteren. Doch verläuft nach Angabe dieser Forscher das Supratentorium von dem inneren Teil der Lateralgrenze einer Antennaria zum Body des Tentoriums; oder es erstreckt sich wie in einem anderen von ihnen angeführten Fall bei Auflösung des Body von den oben erst genannten Punkten zu dem noch später zu behandelnden Pretentorium. Die von OTANES und YUASSA angegebene Variationsmöglichkeit der Insertionsstellen des Supratentoriums am dorsalen Arm wäre also dahin zu ergänzen, daß die Insertion sich bis zu den Frontal-Gruben — wie bei *Panorpa* — verschieben kann. Dadurch wird das Supratentorium der dorsalen Cranialwand direkt angelagert.

B. Das Kopfskelett der Puppe.

Der Kopf der Puppe bildet naturgemäß den Übergang zwischen dem der Larve und der Imago. Von beiden unterscheidet sich der Puppenkopf allgemein durch seine fast gänzliche Pigmentlosigkeit. Das dunkle Pigment in der Ocular-Region ist nicht als Bildung der Puppe, sondern der in der Entwicklung befindlichen Imago zu betrachten.

Die Länge des Puppenkopfes (Abb. 10, 11 und 12) übertrifft die des Larvenkopfes um etwa $\frac{1}{5}$, die größte Breite ist bei beiden ungefähr dieselbe. Allgemein genommen steht der Puppenkopf bezüglich seines Exoskeletts der Imago näher als der Larve; so hat z. B. das Cranium mit den Antennen, den Ocellen und der Ocular-Region, von einigen Feinheiten abgesehen, seine Metamorphose beinahe abgeschlossen, während die Mundwerkzeuge, die den larvalen noch recht nahe stehen, noch weitgehende Umgestaltung erfahren müssen, um sich zu den hochspezialisierten Mundwerkzeugen der Imago herauszubilden.

Als Orientierungspunkt für den Ausgang der Untersuchungen am Puppenkopf möge wieder die Epicranial-Naht dienen. Infolge der allgemeinen Pigmentlosigkeit des Puppenkopfes ist diese Naht nicht so deutlich wahrnehmbar wie bei der Larve. Am besten erkennt man sie an gefärbten Skelettpräparaten. Die Coronal-Naht verläuft wieder dorsal vom Occipital-Foramen über das Cranium bis zum Median-Ocellus, vor dem sie sich gabelt. Die lateralwärts gerichteten Gabelarme, die den Frontal-Nähten entsprechen, sind sehr kurz im Vergleich zu denen der Larve. Sie begrenzen die Frons caudalwärts. Der von der Frons getragene Median-Ocellus liegt direkt zwischen ihnen. Während die Frontal-Nähte bei der Larve sich bis zu den Frontal-Gruben erstrecken, erreichen sie letztere bei der Puppe bei weitem nicht. Sie sind in Rückbildung begriffen.

Das Labrum hat etwa halbkreisförmige Gestalt angenommen; sein

vorderer Rand ist zipfelförmig eingeschnitten. Aus der Verschiebung der Borsten BI, die auf dem Wulst stehen, der hinter den beiden Zipfeln nahe dem Vorderrande des Labrums gelegen ist, ersieht man, daß das Labrum sich derart vergrößert hat, daß die zwischen den Borsten BI, die bei der Larve auf der Grenze zwischen Labrum und Epipharynx liegen, und der Ansatzstelle des Epipharynx gelegene Partie zu den zipfelförmigen Enden ausgewachsen ist. Durch die Auflösung der Clypeo-Labral-Naht ist ein Übergang von Labrum und Clypeus ohne jegliche Grenznaht bedingt.

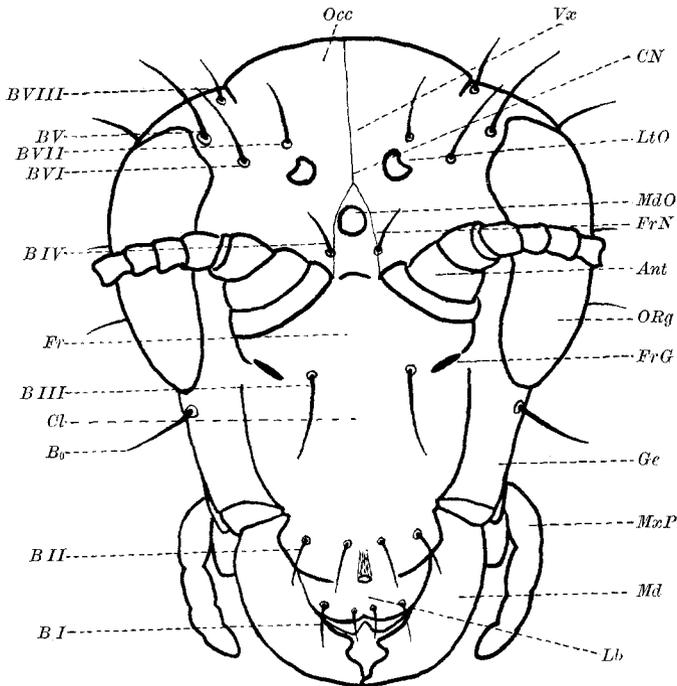


Abb. 10. Puppenkopf dorsal.

Nur der Unterschied, daß bei der Puppe das Labrum völlig pigmentlos ist, der Clypeus aber einen Anflug von Pigmentierung aufweist, läßt eine ziemlich genaue Grenze zwischen den beiden Skleriten erkennen.

Durch die einheitliche, wenn auch sehr schwache Pigmentierung des Clypeus kommt die für die Larve typische Zweiteiligkeit in einem pigmentlosen Anteclypeus und einem stark pigmentierten Postclypeus in Fortfall. Die Größenunterschiede zwischen dem larvalen und pupalen Clypeus sind sehr stark. Der Clypeus der Puppe ist mehr denn doppelt so lang wie der der Larve. In der Breite sind sie sich ungefähr gleichgeblieben. Durch die Auflösung der Frontal-Nähte, die bei der Larve die Antecoxalstücke vom Clypeus trennen, verschmelzen letztere mit

dem Clypeus. Gleichzeitig erscheinen auch die von den Antecoxalstücken gebildeten Precoilae als ein Produkt des Clypeus. — Das Verschwinden der Antecoxalstücke ist ein typisches Beispiel dafür, daß mit der Höherentwicklung eines Insekts sehr oft ein Fortfall primitiver Elemente, wie in diesem Fall der Antecoxalstücke, verbunden ist. — Die Precoilae liegen bei der Puppe in je einem Einschnitt auf der vorderen Hälfte des Clypeus. Durch diese Einschnitte wird der Clypeus in einen vorderen und einen hinteren Teil zerlegt. Welche Wachstumsvorgänge

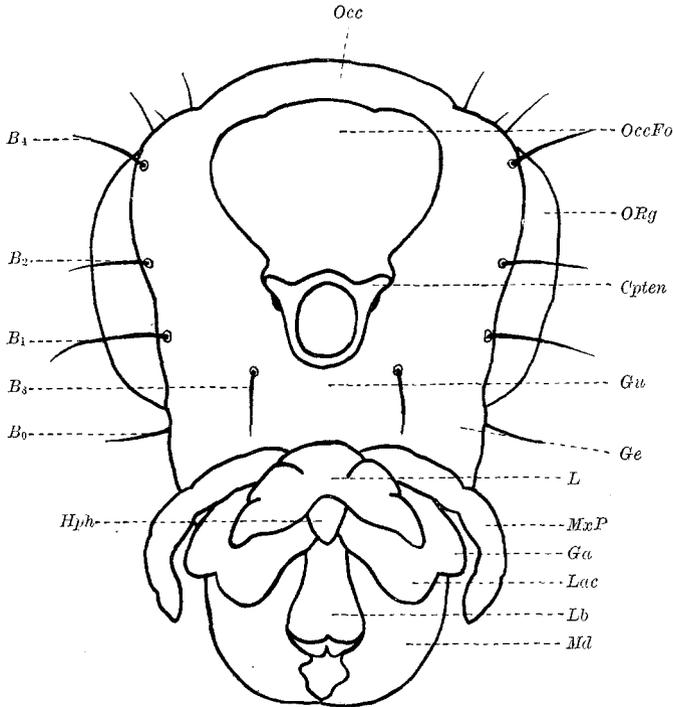


Abb. 11. Puppenkopf ventral.

auf dem Clypeus vor sich gegangen sind, ist aus der Lage der Precoilae und der auf dem vorderen Abschnitt des Clypeus gelegenen Borsten B II zu ersehen. Der hintere schildförmige Teil des Clypeus entspricht ungefähr den hinteren $\frac{2}{3}$ des Postclypeus der Larve; das vordere Drittel des Postclypeus sowie der Anteclypeus der Larve liegen bei der Puppe vor den Precoilae, wie aus der Stellung der Borstengruppe B II hervorgeht. Ein Vergleich der Lageverhältnisse des Clypeus bei der Larve und Puppe führt zu dem Ergebnis, daß der Anteclypeus und das daran anschließende Drittel des Postclypeus sich nicht an dem allgemeinen Wachstum des Clypeus beteiligt haben, und daß die Ver-

größerung des Clypeus nur der Streckung der hinteren $\frac{2}{3}$ des Postclypeus zuzuschreiben sind.

Lateral legen sich an den Clypeus die ebenfalls stark nach vorn gewachsenen Genae an. Dort wo Clypeus und Genae aneinanderstoßen, kommt es zur Neubildung der Clypeo-Genal-Nähte. Durch die Wachstumsvorgänge der Genae wird der bei der Larve zum größten Teil frei aus dem übrigen Cranium hervorragende Clypeus zu einem festen Teil des Puppenocraniums.

Zum Verständnis der weiteren Wachstumsverschiebungen der hinteren Teile des Puppenkopfes ist es notwendig, erst die Veränderungen, denen die Genae unterliegen, zu erkennen. — Auf der Dorsalseite des Larvenauges außerhalb des Ocular-Wulstes steht die Borste B_0 . Bei

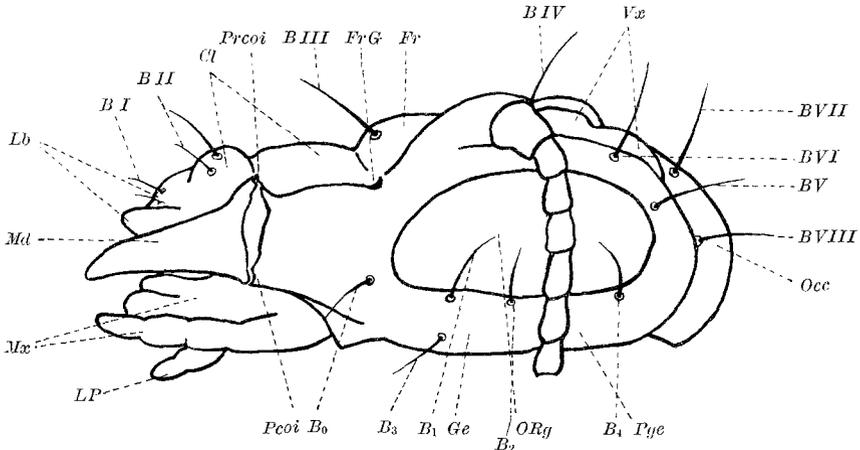


Abb. 12. Puppenkopf lateral.

der Puppe liegt diese Borste unterhalb des Fazettenaugenbezirks und ist etwas lateral verschoben. Ferner liegen auf der ventralen Seite des Larvenkopfes auf dem Augenhügel die Borsten B_1 und B_2 nahe dem Vorderrande des Larvenauges. Bei der Puppe liegen diese Borsten auf der vorderen Hälfte des ventralen Randes der Ocular-Region. Wie ist diese Verschiebung der Borsten zu erklären? Ein Vergleich des Systems von Sinnesborsten von Larve und Puppe gestattet folgende Schlüsse: Derjenige Hypodermalbezirk, der ursprünglich unter dem Larvenauge gelegen ist, hat sich nach dem Hinterende des Puppenkopfes verlagert. Von dieser Verlagerung sind auch die Borsten B_1 und B_2 betroffen. Um die durch diese Verschiebung entstandenen Lücken auszufüllen, mußte der dorsal von dem Larvenauge gelegenen Teil der Genae stark lateral auswachsen. Daß ein solches Wachstum der Genae auch wirklich eingetreten ist, bestätigt die Tatsache, daß die von der Verschiebung der unter dem Larvenauge gelegenen Hypodermis nicht mehr betroffene

Borste B_0 nach der Verschiebung unterhalb des Fazettenauges gelegen ist und von der Dorsalseite auf die Latero-Ventralseite des Kopfes gewandert ist. Mithin ist der Cuticularbezirk, der die Linsen der Larvenaugen bildete, auch zur Bildung der Cornea der Fazettenaugen herangezogen worden. Das Nachhintenschieben der Hypodermis des Ocularbezirks wird weiter dadurch bewiesen, daß die auf den dorsalen Ausläufern der Genal-Nähte befindlichen Borsten B_V und die auf dem ventralen Ausläufer derselben Naht inserierenden Borsten B_4 stark gegen das Occiput verschoben wurden. Die medianen Teile der hinteren Kopfhälfte werden dagegen von den durch diese Verschiebung des Ocularbezirks bedingten Veränderungen nicht betroffen; das erhellt aus der Tatsache, daß B_{VI} und B_{VIII} ungefähr in der larvalen Anordnung auch bei der Puppe anzutreffen sind, während die ursprünglich unterhalb von B_{VI} und B_{VII} gelegenen Borsten B_V nach der Verschiebung auf einer Höhe zwischen B_{VI} und B_{VIII} liegen. Eine direkte Bestätigung dieser Schlüsse kann allerdings nur an Hand eines umfangreichen Materials von Schnittserien verschiedenster Übergangsstadien gewonnen werden.

Nach diesen Ausführungen können wir uns dem Studium der weiteren Sklerite des Puppenkopfes wieder zuwenden. Die Frons der Puppe unterscheidet sich von der der Larve wesentlich dadurch, daß sie Trägerin von Sinnesorganen, wie Antennen und Median-Ocellus geworden ist. Sie setzt sich zusammen aus vier Bezirken. Auf den beiden Lateralfeldern stehen die Antennen. Das dem Vertex anliegende Feld trägt den Median-Ocellus, während das zum Clypeus gelegene der Sinnesorgane entbehrt und nur die beiden Borsten B_{III} trägt. An dem Aufbau der Ocellen wie auch der Fazettenaugen beteiligt sich die Epidermis des Puppenkopfes nicht. Der Länge nach hat sich die Frons nicht sehr verändert. Ihre Breite allerdings ist erheblich größer geworden durch die Einwanderung der Antennen, die ursprünglich auf den Genae lagen, in den Frontalbezirk. Diese Verschiebung der Antennen aus der primären Lage ist eine auch bei anderen Insektenformen sehr oft anzutreffende Erscheinung. Bei dieser Verschiebung wandern die Antennen meist von den Frontal-Gruben längs der Frontal-Nähte in den Frontalbezirk hinein.

Als Vertex haben wir bei der Larve das zwischen dem Gabelpunkt der Epicranial-Naht und den Borsten B_{VI} und B_{VII} gelegene Kopfgebiet bezeichnet. Durch die oben besprochenen Wachstumsvorgänge ist dieses Gebiet auf einen schmalen Streifen reduziert, für welchen die Bezeichnung Vertex nicht mehr angebracht ist. Da die Occipital-Nähte sich verkürzt haben, wird ein Teil des Occiputs zum Vertex. Aus diesem Grunde müssen wir den Begriff Vertex erweitern und ihn auch auf den neu hinzugekommenen Teil ausdehnen. Als vordere Grenze des

Vertex gelten die zwischen dem Median-Ocellus und den Lateral-Ocellen verlaufenden Reste der Frontal-Nähte. Den lateralen Saum des Vertex bildet zum Teil der Rand der Ocular-Region bis zur Borste B VI, und von da geht die laterale Grenze weiter zum Ausläufer der Occipital-Naht in Höhe der Borsten B VIII. Die Verbindungslinie der dorsalen Enden der Occipital-Nähte bildet die hintere Grenze des Vertex. Die beiden hinter dem Median-Ocellus gelegenen Lateral-Ocellen gehören dem Vertex an. Durch die Vergrößerung des Vertex auf Kosten des Occiputs sind die bei der Larve die vordere Grenze des Occiputs bildenden Borsten B VII ins Innere des Vertex verlagert worden.

Über die Veränderungen der Genae war schon die Rede. Die unter dem Puppenintegument sich entwickelnden Fazettenaugen der Imago werden von Genae mit einer völlig pigmentlosen Chitinhaut überdeckt, durch die der Imago schon vor dem Schlüpfen Lichtreize vermittelt werden. Ventral gehen die Genae in die Gula über. Die bei der Larve deutlich ausgeprägte Gular-Naht geht bei der Puppe verloren. (Wiederum Verschwinden eines primären Charakteristikums.) Allerdings ist die Puppen-Gula nicht ganz identisch mit der der Larve; denn die hintere Hälfte der Gula der Larve — etwa der Teil hinter den Borsten B₃ — ist für die Neubildung des unteren Teils des Occipital-Foramens, durch welche das Nervensystem in das Cranium eintritt, verwandt worden. Der vordere Teil aber hat sich zusammen mit dem Clypeus und den Genae stark gestreckt. Auf das Wachstum dieser drei Teile ist die Größenzunahme des Puppenkopfes fast allein zurückzuführen. Die auf späteren Puppenstadien sichtbaren Faltungen und Wülste der Gula werden hervorgerufen durch die unter der Gula liegenden Neubildungen der Basalteile des Labiums und der Maxillen der Imago. Die bei der Larve vorhandenen Gular-Gruben fehlen. Eine Erklärung hierfür sei gegeben bei der Untersuchung des Tentoriums.

Die Antennen der Puppe haben mit denen der Larve fast nichts mehr gemein. Die langen vielgliedrigen und fadenförmigen Antennen der Puppe bilden einen scharfen Gegensatz zu den kurzen, dreigliedrigen und keulenförmigen larvalen Antennen. Ein weiterer Unterschied ergibt sich aus der verschiedenartigen Stellung beider Antennentypen. Von der ursprünglichen Stellung der larvalen Antennen auf den Genae ist die pupale Antenne auf den Frontalbezirk gerückt. Dieser Übergang ist derart erfolgt, daß der hypodermale Teil der larvalen Antennenbasis sich von dem epidermalen Teil löste und nach Verschwinden der Frontal-Nähte in die Frontalregion einwanderte. Dieser basale Teil bleibt trotz der Verschiebung in steter Verbindung mit der Larvenantenne, da von ihm aus fortlaufend neue Antennenglieder gebildet werden, deren vorderstes in die larvale Antenne mündet und deren Innervation besorgt. Hierdurch wird es ermöglicht, daß die Larve

während der Zeit, in der sie sich zur Puppe umwandelt, die Sinnesfunktion der Antenne beibehält. Da die vollentwickelte Puppenantenne mit ihren etwa 35 Gliedern gut die Länge des halben Puppenkörpers erreicht, so kann die noch vom Larvenintegument bedeckte Antenne der Puppe natürlich nicht geradlinig von ihrer Basis bis zur Spitze der Larvenantenne verlaufen, sondern sie gelangt erst hierhin, nachdem sie vor dem Fazettenauge einen ventral gerichteten Bogen gemacht hat, dann am Augenrand causal verläuft, an dessen Mitte wieder dorsal aufsteigt und von der dorsalen Seite geradlinig auf die Larvenantenne zustrebt (Abb. 13). Durch den Druck des Larvenschädels wird die pupale

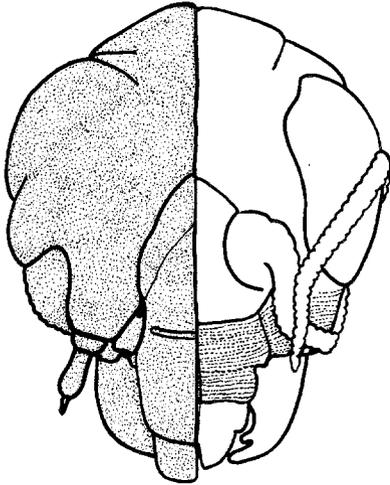


Abb. 13. Kopf einer Larve, deren rechtes Kopfintegument kurz vor der Verpuppung entfernt ist, um die Lage der pupalen Antenne, den gefalteten Clypeus und die Genae zu demonstrieren. (Linke larvale Hälfte punktiert. Falten des Clypeus und der Genae durch Strichelung wiedergegeben.)

Antenne derart in das Fazettenauge gepreßt, daß bei jungen Puppen eine tiefe Furche auf dem Fazettenaugenbezirk zurückbleibt. Bei älteren Puppenstadien verschwindet diese Furche wieder, so daß die Ocular-Region wieder konvexe Formen annimmt.

Gehen wir über zur Untersuchung der Mundwerkzeuge (Abbild. 11 und 12). Die Mundwerkzeuge der Puppe unterscheiden sich wesentlich von denen der Larve dadurch, daß die Maxillen und das Labium sich vergrößern, während die Mandibeln reduziert werden. Diese Umbildung erklärt sich daraus, daß die Mundwerkzeuge der Puppe den Übergang zu denen der Imago bilden, die sich stark von denen der Larve unterscheiden.

Bei letzterer sind die Mundgliedmaßen eingestellt auf eine intestinale Verdauung, die eingeleitet wird durch die mechanische Zerkleinerung der Nahrung mit Hilfe der kräftigen Mandibeln. Bei der extraintestinalen Verdauung der Imago kommt den kleinen und zierlichen Mandibeln nur noch die Funktion zu, die Nahrungspartikeln zu lockern und dem zersetzenden Speicheldrüsensekret besser zugänglich zu machen. Der gelöste Nahrungsbrei wird dann von den Maxillen und dem Labium zusammengebürstet und in die Mundhöhle befördert. — Die tiefgreifende Umgestaltung der Mundgliedmaßen ist nur dadurch möglich, daß auf dem Puppenstadium eine Nahrungsaufnahme vollends unterbleibt.

Die Mandibeln (Abb. 14) ähneln noch stark denen der Larve. Auch

verlieren sie nicht wie die übrigen Mundgliedmaßen ihre Chitinisierung, die zwar schwächer als bei der Larve, aber im Verhältnis zu dem übrigen pigmentfreien Puppenintegument noch sehr auffallend ist. Ein Übergang zu den Mandibeln der Imago zeigt sich in ihrer schon deutlichen Abflachung, sowie in dem Verlust der hinteren Zähne und der Prostheca. Dieser Verlust erklärt sich damit, daß die Mandibeln die Funktion, die Verdauung auf mechanischem Wege einzuleiten, zum großen Teil einbüßen. Die Artikulation sowie die Ausbildung der Mandibular-Sehnen ist dieselbe wie bei der Larve. Es fehlen auch die Basimandibulae, die als Charakteristika des Larvenstadiums typisch sind.

Infolge der Tendenz der ersten Maxillen, sich einander zu nähern, ist das Labium, das ursprünglich mit den Maxillen in *einer* Ebene liegt, aus dieser Ebene verdrängt worden und liegt ventral von den Maxillen. Die bei der Larve nebeneinanderliegenden Organe kommen damit übereinander zu liegen. Erst nach dieser Verschiebung ist morphologisch eine Unterscheidung zwischen Ober- und Unterkiefer berechtigt.

Die Maxillen stellen stark fleischige, membranöse und pigmentlose Gebilde dar. Das Grundglied der larvalen Maxillen ist gänzlich zurückgebildet. Die an der häutigen Gula direkt inserierenden Maxillen bestehen nur aus den am Grunde miteinander verwachsenen Lacinia, Galea und Palpifer, der den Palpus maxillaris trägt. Lacinia und Galea sind bei der Puppe deutlich geschieden, während diese Trennung bei der Larve nur eben angedeutet ist. Der auf dem Palpifer basierende Palpus maxillaris hat seine Gliederzahl auf fünf undeutlich segmentierte heteronome Glieder vermehrt. Das letzte Glied trägt an seiner Spitze einige Sinnesstiftchen. Sinnesborsten fehlen.

Das Labium ist ebenso wie die Maxillen stark in die Länge gewachsen und ebenfalls wie diese von einer membranösen pigmentfreien Chitindecke überzogen. Die Labial-Palpi sind zu hornähnlichen Fortsätzen umgebildet und tragen wie die Maxillar-Palpi Sinnesstiftchen. Die beiden Palpiger sind zu einem einheitlichen Basalstück geworden; nur an der Ansatzfläche der beiden Palpi sind sie durch einen kleinen Einschnitt getrennt, der darauf hindeutet, daß der Palpiger ein Verschmelzungsprodukt paariger Anlagen ist. Der Palpiger inseriert an der Gularhaut.

Der Epipharynx wie auch der Hypopharynx sind bei der Puppe

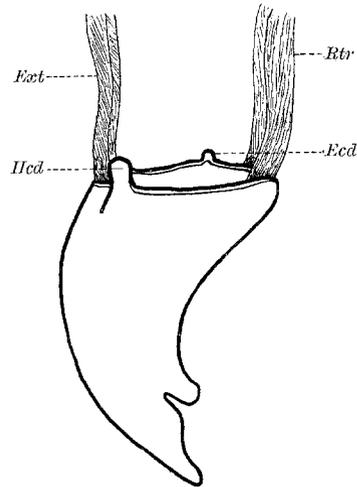


Abb. 14. Linke pupale Mandibel von der Ventralseite.

ähnlich wie bei der Larve gebaut, und entsprechend allen in der Metamorphose befindlichen Teilen äußerst feinhäutig und nicht pigmentiert. Die bei der Larve auf dem Epipharynx stehenden Borsten sind verschwunden. Dadurch wird der Epipharynx glattwandig und unterscheidet sich nicht mehr von der übrigen die Mundhöhle auskleidenden Haut.

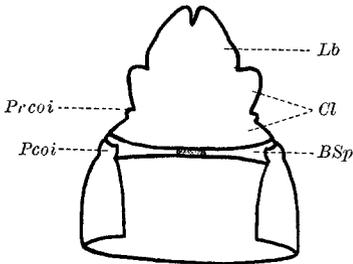


Abb. 15. Ventrale Ansicht des vorderen Teiles des Puppenkopfes und der Basalspange des Hypopharynx. (Nach Entfernung der Gularregion und der Mundwerkzeuge außer dem Labrum.) Ansatzstelle des Hypopharynx punktiert.

einem im Vergleich zu den feinen Spangen der Larve mächtigen Balken umbildet, auf dem der Hypopharynx basiert (Abb. 15). Die beiden übrigen Spangen legen sich mit den oberen Enden zusammen und dienen als Stütze der Pharyngealwand.

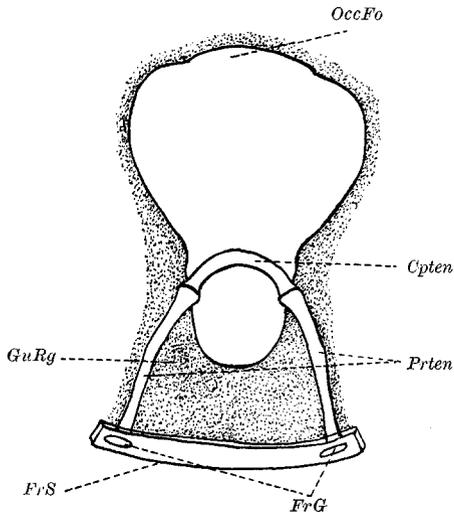


Abb. 16. Pupales Tentorium. Punktiert wiedergegeben die Innenseite des ventralen Teils des Puppenkopfes. Das Corpotentorium liegt in der Zeichenebene. Das Pretentorium mit dem zwischen den Frontalgruben gelegenen Frontalbezirk ragt schräg nach oben.

Der Hypopharynx hat folgende Änderung erfahren. Bekanntlich war bei der Larve der Hypopharynx an einem U-förmigen Spangensystem befestigt. Diese Befestigung modifiziert sich derart, daß die wagerechte Spange sich von den beiden lotrechten ablöst und beiderseits an der Innenseite des Craniums ventral von den Postcoilae, aber dorsal der Gularhaut inseriert und sich zu

Wie manche Teile des Exoskeletts, so hat auch das Endoskelett gründliche Änderungen erfahren. Bei der Larve waren die beiden dorsalen und ventralen Arme zusammen mit dem Body die Hauptbestandteile des Tentoriums. Sehen wir zu, was von diesen Teilen bei der Puppe noch erhalten ist und welche Bildungen neu hinzugetreten sind. — Verfolgt man die dorsalen Arme des Tentoriums von den Frontal-Gruben kopfeinwärts, so sieht man, daß sie auf der Grenze zwischen dem vorderen und hinteren Abschnitt des Occipital-Forams inserieren (Abb. 16). Die In-

sertionsstellen sind die früheren Gular-Gruben, die verwachsen und äußerlich nicht mehr sichtbar sind. Von den ventralen, schon bei der Larve recht minimalen Tentorialarmen ist nichts mehr als die Stelle der

früheren Invagination erhalten geblieben, und auf diesen Rudimenten basieren die dorsalen Arme, die nunmehr von Dorsalseite zur Ventralseite des Kopfes reichen. Sie werden in ihrer neuen Ausbildung bei der Puppe als Pretentorium bezeichnet. Beim Schlüpfen der Imago wird das Pretentorium durch die Frontal-Gruben aus dem neu angelegten Endoskelett entfernt. Außer den ventralen Armen ist das Body in Verlust geraten. Schon bei den Häutungsvorgängen der Larve wurde dieser Teil des Tentoriums jedesmal zerstört, aber durch Verwachsen der beiden Armpaare stets wieder neu aufgebaut. Nach dem Schlüpfen der Puppe aber unterbleibt die Bildung des Body, da ja auch die ventralen Arme rudimentär geworden sind. Diesen Verlust eines Tentorial-Bestandteiles ersetzt aber der Neuerwerb des sogenannten Corpotentoriums. Das Corpotentorium entsteht dadurch, daß die Hypodermis an der Stelle der am vorderen Occipital-Foramen der Larve gelegenen Gular-Gruben Fortsätze in das Occipital-Foramen schicken, die sich trennend zwischen Darmkanal und Nervensystem schieben. Die für den Durchtritt des Nervensystems notwendige Öffnung auf der Ventralseite des Puppenkopfes wird auf Kosten der Gular-Region gewonnen. Die beiden Seitenarme verwachsen alsdann zu dem Corpotentorium, welches das Hinterhauptsloch in zwei Teile zerlegt, wovon der untere kleinere dem Nervensystem, der obere größere dem Darmkanal als Eintrittsöffnung in die Schädelkapsel dient. Das Supratentorium der Larve ist vollkommen reduziert.

C. Das Kopfskelett der Imago.

Wenngleich sich der imaginale Kopf durch seine außerordentlich gestreckte Gestalt auch wesentlich unterscheidet von dem kurzen und gedrungenen Kopf der Larve und der Puppe, so sind die Veränderungen, die in der Metamorphose von der Puppe zur Imago vor sich gehen, doch nicht so stark, als es nach den Unterschieden der Größenverhältnisse den Anschein haben könnte. —

Wie schon bei der Untersuchung der Puppe angedeutet, ist die Entwicklung der Schädelkapsel im allgemeinen schon auf dem Puppenstadium abgeschlossen. Als Neuanlagen treffen wir bei der Imago die Fazettenaugen und die Ocellen. Weitere Vervollkommnungen treten ein in der Ausbildung von Gelenkverbindungen zwischen dem Kopf und seinen Anhängen, ferner in dem weiteren Ausbau des Tentoriums usw. Der bei der Puppe stark dorsoventral zusammengedrückte Schädel dehnt sich wieder aus und nimmt vollere Formen an. Allgemeine Unterschiede zeigen sich in der Pigmentierung und Chitinisierung des Kopfes. Die Puppe, durch ihren Kokon geschützt vor direkten von außen her auf sie einwirkenden Reizen, kann auf einen Chitinpanzer verzichten; die Imago dagegen muß diese Schutzhülle wieder um so stärker ausbilden, als sie jeglichen Einflüssen ihrer Umgebung direkt ausgesetzt ist.

Das Längenwachstum des Imagokopfes resultiert lediglich aus einer außerordentlich starken Streckung des Clypeus und der ihm anliegenden Genae, sowie aus der Umgestaltung der Gular-Region, beruhend auf Neubildung der maxillaren Grundglieder. Mit der schnabelartigen Verengung des vorderen Kopfabschnittes ordnen sich die Mundwerkzeuge büschelartig am apikalen Ende des Kopfes an.

Die Chaetotaxis hat sich nach der Metamorphose ebenfalls grundlegend umgestaltet. Von den primären Sinnesborsten, die bei der Larve und Puppe in gleicher Weise ausgebildet sind, ist nichts mehr vorhanden. Sie sind einer ziemlich gleichartigen Behaarung des Craniums gewichen. Dieser Behaarung kommt wohl kaum eine Sinnesfunktion zu, sie ist eher eine Schutz- und Schmuckeinrichtung der Imago. Der Grund für diese Abänderungen mag folgender sein. Die Larve besitzt ziemlich unvollkommene Sinneswerkzeuge. Die Punktaugen der Larve stehen an Sehvermögen den Fazettenaugen der Imago bei weitem nach. Ebenso verfügen die kurzen larvalen Antennen lange nicht über einen so großen Aktionsradius wie die der Imago. Sie dienen wahrscheinlich mehr der Geruchswahrnehmung als der Tastfunktion, welche die imaginalen Antennen ausüben. Es muß daher jeder feindliche Reiz auf andere Weise möglichst schnell von der Larve aufgenommen werden, damit sie trotz ihres geringen Lokomotionsvermögens sich ihm entziehen kann. Diese Funktion der Reizaufnahme übernehmen bei der Larve die auf dem ganzen Körper ziemlich gleichmäßig verteilten Sinnesborsten. Letztere stellen ein direkten Reizen gut zugängliches System von niederen Sinnesorganen dar. Bei der Puppe sind die Sinnesborsten gleich gut entwickelt wie bei der Larve. Das ist nicht erstaunlich, da die noch in der Entwicklung begriffenen höheren Sinnesorgane, wie Fazettenaugen, Ocellen und Antennen, noch nicht aktionsfähig, und die direkten Sinnesorgane der Larve, die Punktaugen und Antennen, verschwunden sind. So erklärt es sich, daß auch die Puppe als Übergangsstadium nicht absolut auf die Ausbildung von Reizapparaten verzichten kann. Bei der Imago liegen die Verhältnisse anders. Lichtreize werden von den hochdifferenzierten Fazettenaugen wahrgenommen, die noch in ihrer Funktion von den Ocellen unterstützt werden. Diese Sinnesapparate in Verbindung mit den wohlentwickelten Bewegungsorganen ermöglichen es der Imago, sich widrigen Reizen schnell zu entziehen. Es kommen noch hinzu die Antennen mit ihrer mechanischen Reizfunktion. — Die Ausbildung dieser hochentwickelten Sinnesorgane ermöglicht es der Imago, auf das System der Sinnesborsten der Larve und Puppe zu verzichten.

Gehen wir über zu der eigentlichen Untersuchung des Imagokopfes (Abb. 17, 18 und 19). Da das Cranium im wesentlichen mit dem der Puppe übereinstimmt, so können wir uns bei seiner Untersuchung kurz fassen und wollen nur auf die neu auftretenden Bildungen näher eingehen.

Die Epicranial-Naht ist wie bei der Puppe recht schwach ausgeprägt und nur in den drei Winkeln, die von der Coronal-Naht und den Frontal-Nähten gebildet werden, in welchen die Ocellen liegen, deutlich sichtbar. Das Labrum ist eine dreieckige bis herzförmige Platte. Da die Clypeo-Labral-Naht verschwunden ist, geht das Labrum direkt in den Clypeus

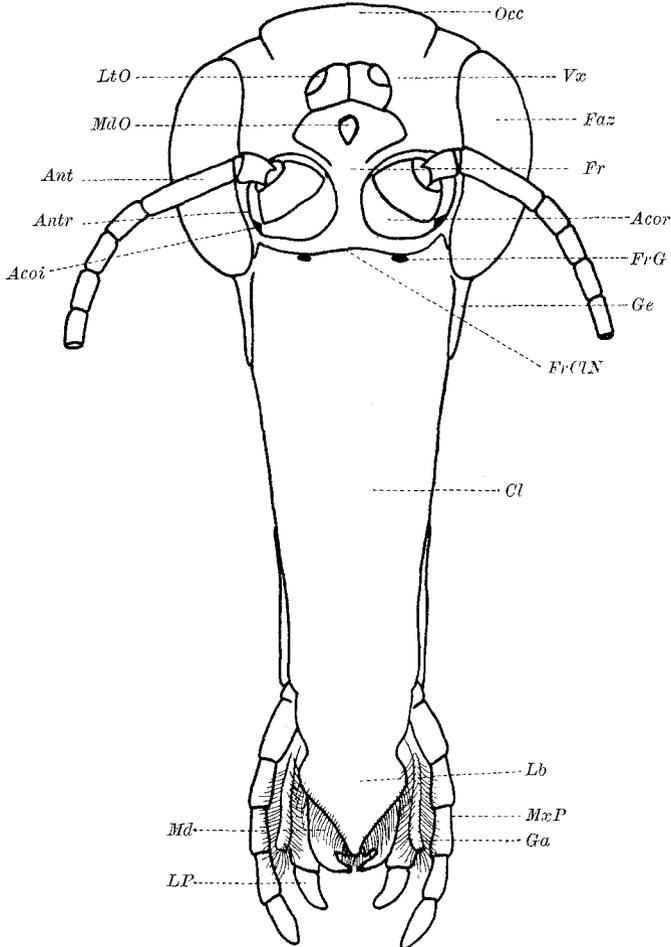


Abb. 17. Imaginaler Kopf von der Dorsalseite.

über. OTANES sieht die beiden Precoilae als Grenzpunkte zwischen Labrum und Clypeus an. Aus den Untersuchungen am larvalen und pupalen Kopfskelett war aber zu ersehen, daß auch das vor den Precoilae gelegene und die Borsten B II tragende Gebiet zu dem Clypeus gehörte. Demnach können auch bei der Imago die Precoilae nicht die vordere Grenze des Clypeus bilden, und der vor ihnen gelegene dorsale Teil des

Kopfes muß zum Teil noch zu dem Clypeus gehören. Ein Vergleich zwischen den vorderen Kopfpartien bei Puppe und Imago ergibt ganz einwandfrei, daß das Labrum nur aus dem dreieckigen Bezirk vor den Precoilae besteht, während der daran anschließende ebenfalls vor den Precoilae liegende rechteckige Teil zum Clypeus gehört. Schon bei der

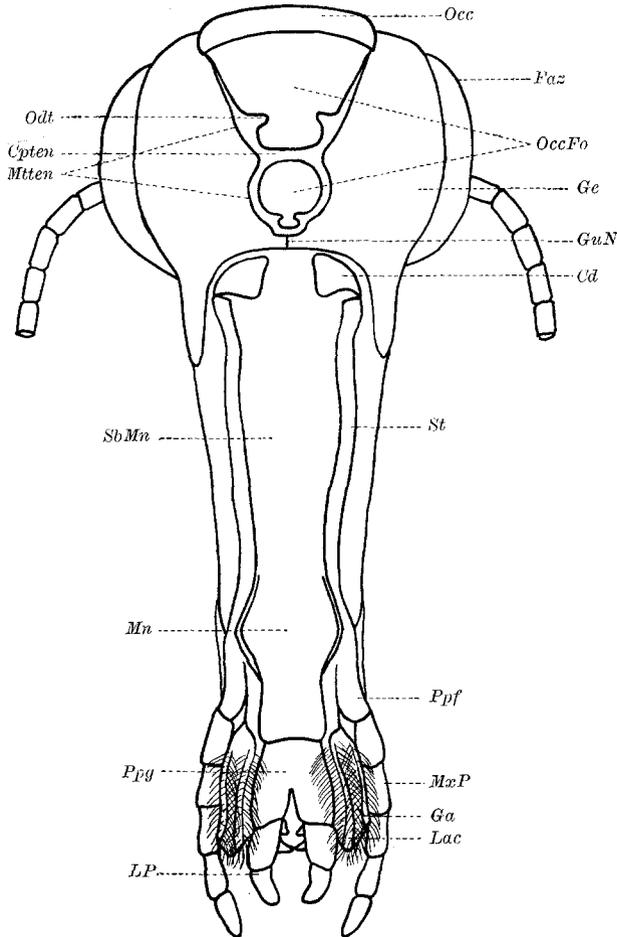


Abb. 18. Imaginaler Kopf von der Ventralseite.

Puppe war der Clypeus ziemlich vergrößert worden; bei der Imago geht die Streckung so weit, daß der Clypeus die Hälfte der ganzen Kopflänge ausmacht. Dadurch erhält der Kopf der Imago seine schnabelartige Form. Lateral geht der Clypeus direkt in die Genae über unter Auflösung der bei der Puppe neu ausgebildeten Fronto-Genal-Nähte. Als einzige Grenznaht des Clypeus hat sich durch alle drei Entwicklungs-

stadien die Fronto-Clypeal-Naht erhalten. — Präpariert man eine Imago kurz vor dem Schlüpfen aus der Puppenhülle heraus, so sieht man, daß der Clypeus der Imago schon in seiner ganzen Länge vorgebildet, aber durch zahlreiche Querfalten (etwa 30) so eng zusammengeschoben ist, daß er in der Puppenhaut noch Platz findet. Nach dem Schlüpfen entfaltet sich der zunächst noch weichhäutige Clypeus, um dann seine definitive Form anzunehmen und zu erhärten. Die Streckung des Clypeus verläuft gleichzeitig mit den ihm anliegenden Genae. — In der obigen Untersuchung ist vielfach auf die Precoilae hingewiesen worden. Es sei bemerkt, daß die Precoilae der Imago nicht mehr mit denen der Puppe und Larve übereinstimmen. Bei der Larve sind die Precoilae ein typisches Acetabulum. Bei der Puppe verloren die Precoilae schon stark an Deutlichkeit, bei der Imago sind die Precoilae gänzlich zurückge-

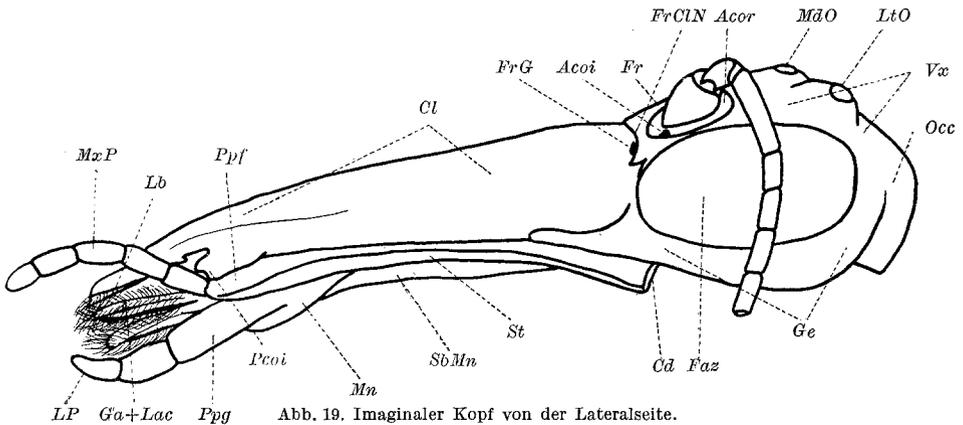


Abb. 19. Imaginaler Kopf von der Lateralseite.

bildet und durch eine laterale Einbuchtung des Clypeus ersetzt, in welcher der zapfenartig verlängerte Epicondylus der Mandibel artikuliert.

Zu beiden Seiten des Clypeus liegen die Genae und stellen mit ihm ein einheitliches Gebilde dar. An ihrem dem Labrum zugekehrten Ende laufen die Genae in die Postcoilae aus, welche bei der Imago nicht mehr ventral, sondern lateral gleich unterhalb der Precoilae liegen. Die Postcoilae haben im Gegensatz zu den Precoilae ihren Charakter als typische Acetabula beibehalten, und der Hypocondylus der Mandibel ist beweglich, aber zugleich recht fest mit ihnen verbunden.

Es schiebt sich bei der Imago ventral unterhalb des Occipital-Foramens zwischen die Genae die neugebildete Gular-Region, welche besteht aus den Basalgliedern der Maxillen und des Labiums sowie aus den diese Stücke verbindenden membranösen Häuten. Als direkte Verbindung der Genae miteinander ist eine schmale Brücke unterhalb des Occipital-Foramens geblieben. Diese Brücke, die Genaponta, stellt einen Teil der unverändert in den Imagokopf übergegangenen Gular-Region der Puppe

dar. Der übrige Teil der pupalen Gular-Region gestaltet sich weitgehend um, indem er die Cardines und Stipites der Maxillen sowie das an das Labium sich anschließende Mentum und Submentum und deren Verbindungshäute bildet. Das homogen zarthäutige Integument der Puppengula differenziert sich also in starr chitinöse Teile und deren membranös bewegliche Verbindungshäute.

Kehren wir zur Untersuchung des Craniums zurück. Auf dem Frontalbezirk fallen uns die großen Öffnungen auf, durch welche die Antennen mit dem Schädelinneren in Verbindung treten. Der Scapes der Antennen ist an seiner Basis in zwei Spitzen ausgezogen, die auf einer zur Längsachse des Kopfes in einem Winkel von 45° stehenden Linie einander gegenüberliegen. Diese Teile des Scapes stehen in Verbindung mit zwei Fortsätzen der Chitincuticula des Craniums, die in die Antennenöffnung hineinragen, und eine gelenkige Verbindung mit den Antennen darstellen. Sie werden nach OTANES als Antacoilae bezeichnet. Die ventro-laterale Antacoila ist stärker ausgeprägt als die dorsale. Im übrigen ist die Antenne durch eine dünne Membran, die Antacoria, mit der Frons verbunden. Hinter den Antacoriae liegt der Median-Ocellus. Es sei betont, daß der Median-Ocellus der Frons angehört und nicht, wie OTANES behauptet, ein Bestandteil des Vertex ist. Auf dem Vertex liegen die Lateral-Ocellen, nicht aber der Median-Ocellus. Die Zugehörigkeit der Ocellen zu den einzelnen Kopfskleriten geht klar hervor aus ihrer Lage zur Epicranial-Naht und deren Fortsätzen. Die Ocellen, deren Linsen von der Epidermis gebildet werden, liegen auf konvexen Erhöhungen des Craniums und sind so gelagert, daß jeder Ocellus nur die Lichtreize aus einer bestimmten Richtung aufnehmen kann. So rezipiert der Median-Ocellus nur die den Schädel von vorn und unten her treffenden Lichtreize, während die Lateral-Ocellen die seitlich von oben her einfallenden Lichtstrahlen aufnehmen. (Die Ausdrücke oben und unten beziehen sich auf den in seiner gewöhnlichen Lage lotrecht gehaltenen Kopf.) Die Fazettenaugen basieren auf dem Genae; die fazettierte Cornea wird von der Cuticula geliefert. Jedes Auge ruht auf einem ringartigen Skleritt, welches von dem übrigen Cranium durch eine Naht getrennt ist. Auf dieser Naht setzt die Cornea der Fazettenaugen an. Das Ocularsklerit ragt also in das Innere des Auges hinein und ist äußerlich nicht wahrnehmbar. Da das Ocularsklerit stark chitiniert ist, so fällt es vor allem bei mazerierten Skelettpräparaten sehr auf. Auf dem dorsalen Rande eines jeden Sklerits liegt ein halbkreisförmiger Ausschnitt, dessen morphologische Bedeutung nicht geklärt wurde. Das Vorhandensein eines deutlichen Ocularsklerits legt es nahe, die Augen als Anhänge des Kopfes anzusehen, und ihr Basalteil in den oben erwähnten Skleriten zu suchen.

Die Antennen der Imago (Abb. 20) zeigen starke Behaarung und sind

heteronom vielgliedrig. Die Zahl der Antennenglieder ist rund 35, doch treten Schwankungen bis $3 \pm$ Glieder auf. Die Anzahl der Glieder entspricht also der bei der Puppe schon vorgebildeten Zahl. Über die Artikulation der Antennen war schon die Rede bei der Untersuchung der Frons. In gleicher Weise wie der Scapes mit der Frons artikuliert, sind auch Scapes und Pedicellus durch 2 Chitinstiftchen miteinander verbunden. Allerdings liegt die Drehachse des Scapes senkrecht zu der des Pedicellus, wodurch eine kreisförmige Bewegung der Antennen ermöglicht wird. Diese Kreisbewegung wird noch dadurch vervollkommenet, daß die einzelnen Geißelglieder beweglich miteinander verbunden sind, und sich nach jeder Richtung gegeneinander bis zu einem gewissen Grade neigen können.

Eine allgemeine Würdigung der imaginalen Mundgliedmaßen ist schon bei ihrem Vergleich mit denen der beiden ersten Entwicklungsstadien im Zusammenhang mit der Untersuchung der pupalen Mundgliedmaßen gegeben. Darum können wir uns gleich dem speziellen Teile zuwenden.

Die Mandibeln (Abb. 21) sind abgeflachte messerförmige Gebilde, die nur an ihrer Artikulationsbasis dreieckige Form bewahrt haben. An ihrem distalen Ende tragen die Mandibeln zwei Zähne, die sich von der Larve über die Puppe auf die Imago übertragen haben. Die Mandibeln sind im Vergleich zu denen der Larve und Puppe recht leicht gebaut, was in ursächlichem Zusammenhang steht mit ihrer veränderten Funktion, die Nahrungspartikel zu lockern und dem Verdauungssekret zugänglicher zu machen. Der Hypocondylus ist wie bei der Larve und Puppe ein Gelenkknopf; der Epycondylus hat seinen Charakter als Gelenkknopf mehr und mehr verloren und stellt einen langen Zapfen dar, der beweglich mit der „sogenannten“ Precoila verbunden ist.

Die Maxillen (Abb. 22). Von der Puppe sind übernommen worden die Anhangsglieder der Maxillen, d. h. der Palpus maxillaris, sowie Lacinia und Galea, doch werden die beiden letzten Teile noch erheblich umgestaltet. Neugebildet werden Cardo und Stipes. Interessant ist es, daß also die definitiven Anhangsglieder der Maxillen morphogenetisch

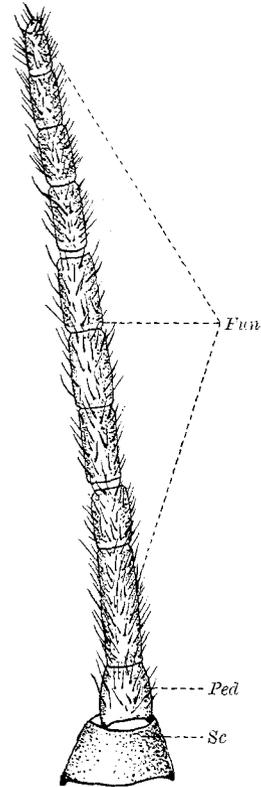
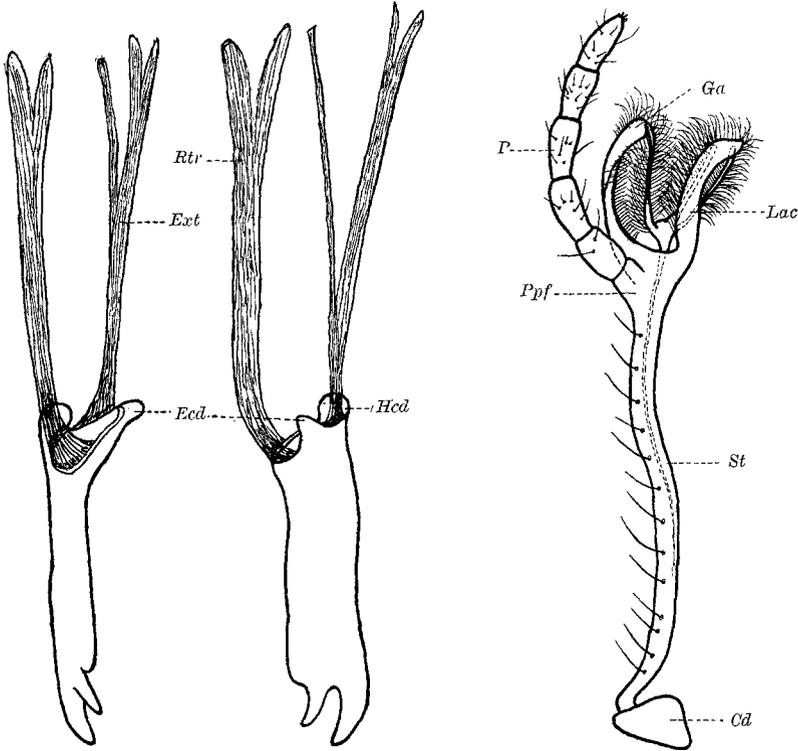


Abb. 20. Imaginale Antenne mit Geißelgliedern aus der Basis, der Mitte und der Spitze der Antenne.

eher entstehen als deren Basalglieder. Wie schon erwähnt, gehen Cardio und Stipes aus der Hypodermis der Gular-Region der Puppe hervor.

Der Cardio ist eine stark chitinisierte dreieckige, etwas gewölbte Platte, die in einer Wölbung der Genaponta artikuliert. (OTANES unterscheidet dabei zwischen Paracoila der Genaponta und Parartis auf Seiten der Cardio. Doch scheint es zu weit gegangen, wenn man für diese



Schräg lateral. Abb. 21. Dorsal. Abb. 22.
 Abb. 21. Linke Mandibel der Imago von dorsal und lateral gesehen. — Abb. 22. Rechte Maxille der Imago ventral. Punktirt die unter dem Stipes liegende Sehne der Dorsalspangen.

Art der Artikulation eben dieselben Bezeichnungen, Coila und Artis, gebraucht, wie sie auch bei typischen Gelenkverbindungen, z. B. zwischen Cranium und Mandibeln angewandt werden. Es ist leicht möglich, daß durch solche gleichartigen Bezeichnungen falsche Vorstellungen über die Art der Artikulation hervorgerufen werden, zumal typische Gelenkverbindungen in diesem Falle nicht vorhanden sind.)

Die Stipites sind zwei Chitinleisten, die mit einer Reihe von Borsten besetzt sind. Ihre Länge ist gleich der des Clypeus.

Die beiden Anhänge der Stipites, die Lacinia und Galea, haben sich

aus den lappenförmigen Gebilden der Puppe zu einem komplizierten Spangensystem umgebildet, welches infolge der büscheligen Beborstung sehr wohl befähigt ist, die gelöste Nahrung in die Mundhöhle zu befördern. Von der Ventralseite gesehen bilden die Lacinia und Galea als U-förmige Chitinplatten die direkte Fortsetzung des Stipes. Blickt man dorsal auf die Maxillen, so erkennt man, daß diese beiden Platten verstärkt und unterstützt werden durch drei dünnere Spangen, die aus gemeinsamen Basalstück ausgehend, am distalen Ende mit den U-förmigen Platten verwachsen. Zwei von ihnen vereinigen sich mit der Lacinia, während die dritte mit der Galea verwächst. An ihren Rändern sind die Chitinplatten und -spangen dicht mit Borsten besetzt, wodurch die Lobi ihr einheitliches, büscheliges Aussehen erhalten. An dem Basalstück der dorsalen Spangen inseriert eine chitinisierte Sehne, die mit der Maxillar-Muskulatur in Verbindung steht. Kontrahieren sich diese Muskeln, so wölben sich die U-förmigen Chitinplatten löffelförmig, wodurch den Maxillen die Nahrungsbeförderung wesentlich erleichtert wird. — Die Entwicklungsreihe dieser Maxillaranhänge ist descendenztheoretisch von Wichtigkeit. Bei der Larve bilden die beiden Lobi noch einen fast einheitlichen Lappen, der nur andeutungsweise seine zukünftige Zweiteiligkeit verrät. Bei der Puppe begegnen wir der typisch zweilappigen Ausbildung von Lacinia und Galea als getrennte Gebilde. Bei der Imago spezialisieren sich die Lobi weitgehend und verlieren dabei wieder den Charakter typischer Lobi externi und interni.

Der Palpus maxillaris ist wie bei der Puppe fünfgliedrig. Die einzelnen Glieder tragen Sinnesborsten verschiedener Art. Mit den Genae sind die Maxillen durch die sogenannten Maxacoriae verbunden.

Das Labium (Abb. 23) besteht bei der Imago aus Submentum, Mentum, Palpigens und den Labial-Palpi. Labial-Palpi und Palpigens sind von der Puppe übernommen; die übrigen Teile haben sich neu differenziert, wie Cardines und Stipides der Maxillen. Die Labial-Palpi sind stark mit Borsten besetzt. An das distale pigmentierte Glied der Palpi setzt sich ein pigmentloses fleischiges Glied an, welches auf den Palpigens basiert. Die Angabe CRAMPTONS, die mit der von OTANES in Widerspruch steht, und die besagt, daß die Palpigens voneinander deutlich — zum Teil direkt, zum Teil durch eine Naht — getrennt sind,

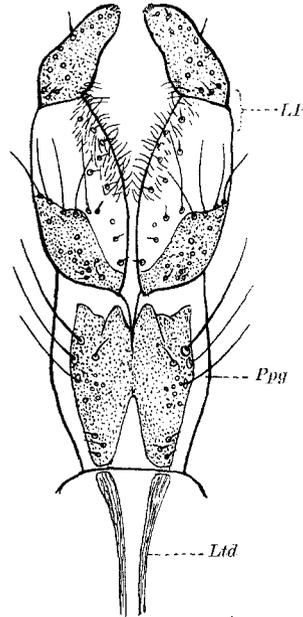


Abb. 23. Labium der Imago.
Ventralansicht.

daß ferner die Palpiger als Basalglieder der Labial-Palpi anzusehen sind, wird durch diese Untersuchung bestätigt. An den Palpiger inserieren zwei chitinöse Sehnen, die mit der Labialmuskulatur in Verbindung stehen.

Das Mentum schließt sich als schwach chitinisierte Platte an die Palpiger an. Der hintere laterale Teil des Mentums, der schwach nach außen vorgewölbt ist, liegt in einer entsprechenden Bucht der Stipites und ist hier mit den Maxillen, in ähnlicher Weise wie die Cardines mit der Genaponta, beweglich verbunden. Die sich nach hinten an das Mentum anschließende und Mentum und Maxillen verbindende Membran ist das Submentum.

Der Epipharynx (Abb. 24) steht mit dem Labrum nur noch am distalen Ende in direkter Verbindung. Die Seiten des Epipharynx ragen über das Labrum hinaus, im Gegensatz zu dem Epipharynx der Larve, der mit dem ganzen Rande des Labrums verwachsen ist. Die zwischen den Rändern von Labrum und Epipharynx entstehende Lücke wird durch eine keilförmige Chitinmembran aufgefüllt. Der Epipharynx ist eine äußerst feinhäutige Membran, in die zu ihrer Verstärkung einige Chitinplatten eingelagert sind. Von diesen Chitinplatten (epipharyngeale Sklerite) liegen zwei größere am Vorderande des Epipharynx, zwei weitere, an denen die epipharyngealen Sehnen inserieren, im hinteren Teil. Das dritte Paar liegt kurz vor dem zuletzt genannten Skleriten. An Sinnesorganen ist der Epipharynx außerordentlich reich. An seinem Außenrande gruppieren sich mehrere Reihen von großen Sinnesborsten. In der Nähe der Medianlinie, auf dem vorderen Rande, stehen einige besonders große Sinneskolben. Zu beiden Seiten der Medianlinie erstreckt sich über den vorderen Teil des Epipharynx ein ungefähr dreieckiger Komplex von feinen Sinnesstäbchen, die durch ihre großen Basalringe ausgezeichnet sind. Lateral von diesem Komplex liegen zwei Felder mit nach vorn gerichteten feinen akzessorischen Borsten. Nahe den Seitenrändern verläuft je eine Reihe der eben schon genannten Sinnesstäbchen, von denen noch ein weiterer Komplex auf der Außenseite der hinteren Chitinplättchen zu finden sind. Im übrigen ist der ganze Rand des Epipharynx besetzt mit großen, schwach ventral gebogenen akzessorischen Borsten. Die Sinnesorgane befähigen die Epipharynx sowohl chemische wie auch mechanische Reize aufzunehmen. Ein Vergleich mit den noch ziemlich einfach gebauten Epipharynx der Larve zeigt, wie sehr sich der Epipharynx der Imago weiter entwickelt hat.

Der Hypopharynx hat sich wie bei der Puppe so auch bei der Imago in demselben Typus erhalten, wie er schon bei der Larve angelegt war. Natürlich hat er sich stärker ausgebildet als auf den beiden ersten Entwicklungsstadien. Am Rande und auf der Ventralseite ist der zungenförmige Hypopharynx mit zahlreichen Borsten dicht besetzt. Der Hypo-

pharynx basiert bekanntlich bei der Puppe auf einem Chitinbalken der an den Genae nahe dem Postcoilae inseriert und die Breite des ganzen Puppenkopfes hat. Dieser Balken ist auch bei der Imago vorhanden, doch ist er bei der Verlängerung und gleichzeitigen Verschmälerung des vorderen Kopfabschnittes stark verkürzt worden. An der Basis des

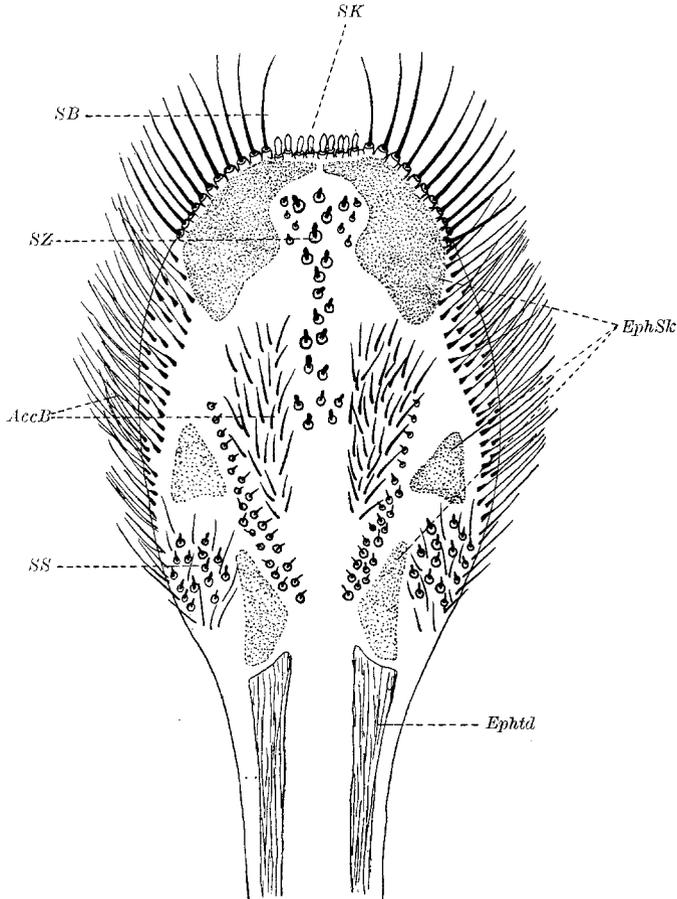


Abb. 24. Epipharynx der Imago. Ventrale Aufsicht. (Punktiert die Epipharyngealsklerite.)

Hypopharynx oberhalb einer halbmondförmigen Chitinplatte mündet der Speicheldrüsenkanal (Abb. 25).

Als letztes sei noch das Innenskelett des imaginalen Kopfes behandelt. Als Neuerwerb treffen wir bei der Imago einige direkt unter der Oberfläche des Kopfes liegende Stützleisten, die das Tentorium vervollkommen. Die bei der Puppe schon angelegten Teile des Tentoriums gehen aus ihrem weichhäutigen Zustand in harte pigmentierte Chitin-

gebilde über und können so erst als Stützorgane fungieren. Von der Puppe werden folgende Teile des Endoskeletts übernommen: das Pretentorium, welches nach außen durch seine Invaginationenstellen die Frontal-Gruben oder Pretentorina hervortritt; ferner das Corpotentorium, welches das Occipital-Foramen in zwei Teile zerlegt. Als Neubilde treten auf die Metatentoria, zwei Paare von Chitinleisten, von denen das vordere den dem Darmkanal als Durchgang dienenden Teil des Occipital-Foramens einsäumt, während das hintere Armpaar den unteren Teil des Occipital-Foramens, der dem Nervensystem zum Durchgang dient, unterstützt. In beide Teile des Occipital-Foramens ragen von den Metatentoria je zwei zahnartige

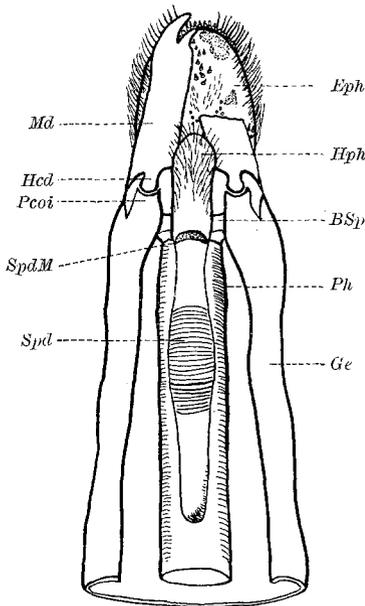


Abb. 25. Ventralsicht auf den vorderen Abschnitt des imaginalen Kopfes nach Entfernen des Labiums und der Maxillen.

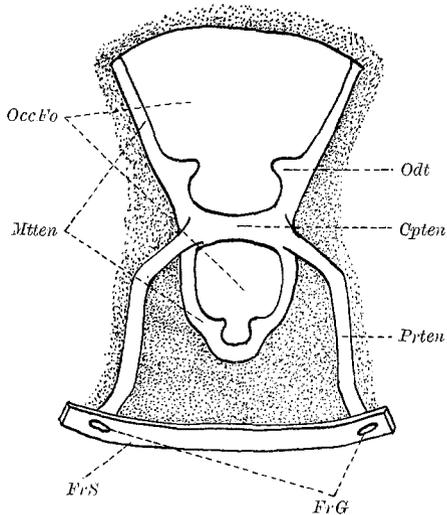


Abb. 26. Imaginales Tentorium. Weitere Erklärung wie zu Abb. 16.

Vorsprünge hinein. Die oberen tragen nach OTANES die Bezeichnung Odontoidea und dienen den Cerv-Episterna, die als skelettale Bestandteile den Kopf und den Thorax miteinander verbinden, als Artikulationspunkte.

III. Zusammenfassung.

Der Kopf der Larve ist kurz und gedrungen und somit der zumeist unterirdischen Lebensweise der Larve gut angepaßt. An cranialen Bestandteilen sind besonders bemerkenswert die deutlich vorhandenen Basimandibulae und die Antecoxalstücke der Mandibeln. Als Sinnesorgane fungieren Punktaugen und kurze dreigliedrige Antennen, welche auf den Genae basieren. Diese noch primitiven Sinnesorgane werden

werden von einem wohl ausgebildeten System von Sinnesborsten wesentlich unterstützt. Die Stellung der Mundgliedmaßen ist hypognath. Die Mundgliedmaßen selbst sind noch primitiv und außer den kräftigen Mandibeln schwach entwickelt. Die Zerkleinerung der Nahrung geschieht zum größten Teil auf mechanischem Wege mit Hilfe der Mandibeln. Das Innenskelett besteht aus 3 ursprünglichen Bestandteilen, dem dorsalen und ventralen Tentorial-Armpaar und deren Verschmelzungsprodukt, dem Body des Tentoriums, sowie dem Supratentorium.

Der Kopf der Puppe ist infolge Längenwachstums des Clypeus und der ihm anliegenden Genae sowie der die Genae verbindenden Gular-Region länger als der der Larve. Die larvalen Charakteristika, die Antecoxalstücke sowie die Basimandibulae sind reduziert worden. An Sinnesorganen werden die vielgliedrigen Antennen neu ausgebildet, welche aus dem Genalbezirk auf die Frons gewandert sind. Das chaetotactische System der Larve ist unverändert auf die Puppe übernommen worden. Aus der Verschiebung der Sinnesborsten zueinander erhellen die Wachstumsvorgänge und die damit verbundenen Verschiebungen der einzelnen skelettalen Kopfelemente. Die Mundwerkzeuge zeigen zwar schon Annäherungen an die der Imago, stehen aber sonst den larvalen Mundwerkzeugen noch recht nahe. Das Tentorium hat sich derart verändert, daß das ventrale Armpaar und das Body der Larve zurückgebildet sind. Als Neuanlage tritt neben dem von der Larve übernommenen dorsalen Armpaar — nunmehr Pretentorium genannt — das Corpotentorium auf, welches das bei der Larve noch einheitliche Occipital-Foramen in einen unteren und oberen Abschnitt zerlegt.

Der Kopf der Imago, der durch seinen schnabelartig verlängerten vorderen Abschnitt den Panorpaten die Bezeichnung „Schnabelfliegen“ eingetragen hat, ist durch weiteres, schon auf dem Puppenstadium eingeleitetes Längenwachstum des Clypeus und der Genae außerordentlich vergrößert worden. Die übrigen cranialen Bestandteile des Puppenkopfes sind ziemlich unverändert auf die Imago übergegangen. Das Sinnesborstensystem, welches für Larve und Puppe charakteristisch war, ist einer gleichmäßigen Behaarung des Craniums gewichen. Der Verlust der Sinnesborsten wird durch den Neuerwerb der Fasetten-Augen, der Ocellen und der erst bei der Imago aktionsfähigen, vielgliedrigen Antennen kompensiert. Die Mundgliedmaßen der Imago unterscheiden sich wesentlich von denen der Larve dadurch, daß die bei der Larve primitiv ausgebildeten 1. und 2. Maxillen sich weitgehend spezialisiert haben, während die Mandibeln stark zurückgebildet sind. Es steht dieser Vorgang im Zusammenhang mit der Tatsache, daß die extraintestinale Verdauung der Imago ein mehr fermentativer Prozeß ist, bei dem die Mandibeln ihre Funktion einer mechanischen Vorverdauung zum großen Teil verlieren. Das Tentorium hat die Bestandteile

der Puppe sämtlich übernommen und durch den Neuerwerb der Metatentoria das Endoskelett des imaginalen Kopfes weiterhin verstärkt.

Die vorliegende Arbeit wurde unter Anleitung von Herrn Prof. FEUERBORN im Zoologischen Institut zu Münster begonnen und zum großen Teile zu Ende geführt. Es sei mir gestattet, Herrn Prof. FEUERBORN für seine Anregungen und sein reges Interesse am Fortschreiten der Arbeit meinen ganz besonderen Dank abzustatten. Ich beendete die Arbeit im Entomologischen Seminar zu Rostock, wo ich seit Juli 1928 als Privatassistent des Herrn Prof. FRIEDERICHS beschäftigt bin. Herrn Prof. FRIEDERICHS bin ich zu großem Dank verpflichtet, da er mir großzügigerweise hinreichend Gelegenheit gab, neben der beruflichen Tätigkeit meine eigene Arbeit zu vollenden. Nicht zuletzt danke ich Herrn Prof. SCHULZE, der mich besonders bei der Anfertigung des biologischen Teiles der Arbeit unterstützte.

IV. Erklärung der Abkürzungen.

<i>AccB</i>	Akzessorische Borsten	<i>GuG</i>	Gulargrube
<i>Acoi</i>	Antacoila	<i>GuN</i>	Gularnaht
<i>Acor</i>	Antacoria	<i>GuRg</i>	Gularregion
<i>Acl</i>	Anteclypeus	<i>Hcd</i>	Hypocondylus
<i>AccS</i>	Antecoxalstück	<i>Hph</i>	Hypopharynx
<i>Ant</i>	Antenne	<i>HphSp</i>	Hypopharyngealspange
<i>Antr</i>	Antennaria	<i>LP</i>	Labialpalpus
<i>BSp</i>	Basalspange	<i>LTD</i>	Labialsehne
<i>Bant</i>	Basantenna	<i>L</i>	Labium
<i>Bmd</i>	Basimandibula	<i>Lb</i>	Labrum
<i>Bd</i>	Body	<i>Lac</i>	Lacinia
<i>Cd</i>	Cardo	<i>LtOc</i>	Lateralocellus
<i>Cl</i>	Clypeus	<i>Md</i>	Mandibel
<i>CLLbN</i>	Clypeo-Labralnaht	<i>Mx</i>	Maxille
<i>CN</i>	Coronalnaht	<i>MxP</i>	Maxillarpalpus
<i>Cpten</i>	Corporentorium	<i>MxS</i>	Maxillarsehne
<i>DA</i>	Dorsaler Arm	<i>Mn</i>	Mentum
<i>Ecd</i>	Epicondylus	<i>Mnten</i>	Metatentorium
<i>Eph</i>	Epipharynx	<i>MO</i>	Medianocellus
<i>EphTd</i>	Epipharyngealsehne	<i>MuGN</i>	Midigularnaht
<i>EphSk</i>	Epipharyngealsklerite	<i>Occ</i>	Occiput
<i>EphSp</i>	Epipharyngealspange	<i>OccFo</i>	Occipitalforamen
<i>Ext</i>	Extensor	<i>OccN</i>	Occipitalnaht
<i>Faz</i>	Fazettenauge	<i>Odt</i>	Odontoideum
<i>Fr</i>	Frons	<i>ORg</i>	Ocularregion
<i>FrG</i>	Frontalgrube	<i>OW</i>	Ocularwulst
<i>FrN</i>	Frontalnaht	<i>Ppf</i>	Papifer
<i>FrS</i>	Frontalstück	<i>Ppg</i>	Palpiger
<i>FrCLN</i>	Fronto-Clypealnaht	<i>Pd</i>	Pedicellus
<i>Fun</i>	Funiculus	<i>Ph</i>	Pharynx
<i>Ga</i>	Galea	<i>Pcl</i>	Postclypeus
<i>Ge</i>	Gena	<i>Pcoi</i>	Postcoila
<i>GeN</i>	Genalnaht	<i>Pge</i>	Postgena
<i>Gg</i>	Grundglied	<i>Prcoi</i>	Precoila
<i>Gu</i>	Gula	<i>Prten</i>	Pretentorium

<i>Prsth</i>	Prostheca	<i>SZ</i>	Sinneszäpfchen
<i>Pa</i>	Punktauge	<i>Spd</i>	Speicheldrüse
<i>Rtr</i>	Retractor	<i>Spd.M</i>	Speicheldrüsenmündung
<i>Sc</i>	Scapes	<i>St</i>	Stipes
<i>SB</i>	Sinnesborsten	<i>Sbmn</i>	Submentum
<i>SG</i>	Sinnesgruben	<i>Suten</i>	Supratentorium
<i>SK</i>	Sinneskolben	<i>VA</i>	Ventraler Arm
<i>SS</i>	Sinnesstiftchen	<i>Vx</i>	Vertex

V. Literaturverzeichnis.

Fabricius (1775): *Systema Entomologiae*. — (1796—99): *Entomologia systematica*. — **Kirby and Spence** (1815—28): *Introduction to Entomology etc.* London. — **Savigny** (1816): *Memoires sur les Animaux sans Vertébrés*, 1. Teil, Paris. — **Strauss-Dürkheim** (1828): *Considerations générales sur l'anatomie comparée des animaux articulés etc.* Paris. — **Burmeister, H.** (1832): *Handbuch der Entomologie*. Berlin. — **Bütschli, O.** (1870): *Zur Entwicklungsgeschichte der Biene*. Z. Zool. **20**. — **Viallanes** (1887): *Etudes histologiques et organologiques sur les centres nerveux et les organes des animaux articulés*. Ann. des Sci. natur., 7. Sér. vol., **4**. — **Wheeler** (1889): *The entomology of *Blatta germanica* and *Doryphora decemlineata**. J. of Morph. **3**. Boston. — **Folsom** (1889): *The Segmentation of the Insect Head*. Psyche **8**. — (1899): *The development of the mouth-parts of *Anurida maritima*. The development of the mouth-parts of *Orchesella**. Bull. Mus. comp. Zool. **36**. — **Uzel**: *Beiträge zur Entwicklungsgeschichte von *Campodea staphylinus**. Zool. Anz. **20**. — **Packard** (1898): *Textbook of Entomology*. London. — **Korschelt-Heider** (1891—1902): *Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Tiere*. Jena. — **Comstock and Kochi** (1902): *The Skeleton of the Head of Insects*. Amer. Naturalist **36**. — **Stitz, H.** (1908): *Zur Kenntnis des Genitalapparates der Panorpaten*. Zool. Jb., Abt. Anat. **36**. — **Mercier, L.** (1913 bis 1914): *Recherches sur la spermatogénèse chez *Panorpa germanica**. C. r. Soc. Biol. Paris **75**. — **Yuassa, H.** (1920): *The anatomy of Head and Mouth-Parts of Orthoptera etc.* J. of Morph. **33**. — **Crampton** (1921): *The Sclerites of the Head and Mouth-Parts of certain immature and adult Insects*. Ann. entomol. Soc. Amer. **14**. — **Otanes** (1922): *Head and Mouth-Parts of Mecoptera*. Ebenda **15**. — **Imms, A. D.** (1925): *A General Textbook of Entomology*. London. — **Schröder, C.** (1928): *Handbuch der Entomologie*. Jena.