

Beiträge zur Kenntnis der Thysanuren.

Von

Hermann Bär, Hausen a. A.

Mit Tafel I—VI und 5 Figuren im Text.

Einleitung.

„Das Herz der Apterygoten“ sollte ursprünglich Gegenstand meiner Untersuchungen sein. Diese Aufgabe erwies sich aber bald als zu weit gefaßt. Wollte ich etwas Gründlicheres, Abgeschlossenes leisten, mußte ich mich auf eine Abteilung dieser flügellosen Insekten beschränken und nur deren Rückengefäß studieren. Meine Wahl fiel auf die Machiloidea, eine Gruppe der Thysanuren. Über das Organ der Blutbewegung dieser Tiere liegt noch keine ausführliche Arbeit vor. Es war also noch Aussicht, Neues finden zu können. Dann konnte ich mir Vertreter dieser Gruppe verhältnismäßig leicht und beinahe jederzeit in genügender Zahl verschaffen. Zu genauerer Beobachtung hielt ich mir solche Tiere während meines ganzen Studiums lebend in großen offenen Glasbehältern. Ob die Literatur zur Aufklärung über die Verhältnisse bei anderen Insekten und Tiergruppen genügend zu rate gezogen worden sei, mag das Verzeichnis am Schlusse dieser Arbeit zeigen.

Eine Abteilung, die so wenig untersucht ist wie die hier in Frage kommende, ist für die Wissenschaft in allen Punkten interessant. Ich glaube daher wohl berechtigt zu sein, in einem ersten Teil Mitteilungen und Beobachtungen allgemeiner Art zu bringen; der zweite Teil dagegen soll sich speziell mit dem Rückengefäß der Machiloideen befassen.

Literatur.

Eine größere Arbeit wie die von ESCHERICH (33) über die Lepismatiden ist bis jetzt über die Machiloideen nicht erschienen. Das Genus Machilis ist fast immer nur in Verbindung mit anderen

Thysanuren und mit Kollembolen behandelt worden. Als Hauptarbeiten sind zu nennen: OUDEMANS (95), GRASSI (54) und WILLEM (135); ein älteres Werk ist das von LUBBOCK (91). Dabei drehte sich die Frage sehr oft zur Hauptsache um die systematische Stellung von *Machilis*, so z. B. in beiden Arbeiten von GRASSI und ROVELLI (56, 57) und in allen von SILVESTRI (113—117) zitierten. Eine schöne Farbenstudie nebst einigen neuen Arten bringt GIARDINA (48). Das neueste System der Machiloideen stellt VERHOEFF (130) auf. Er macht uns zudem in klarer Weise mit den nachembryonalen Entwicklungsstufen dieser Tiere bekannt. Kopfteile, Beine usw. behandeln namentlich BÖRNER (6—12), HANSEN (64), HOLMGREN (78) und andere. Die Abdominalanhänge (Bläschen und Styli) bespricht und zeichnet HAASE (62) gut. Ergebnisse ausführlicher Studien über die Zusammensetzung des Kopfes, Beschaffenheit dessen Teile, der Thoraxbeine, der Abdominalsternite und ihrer Anhänge, vorwiegend der äußeren Genitalteile, veröffentlicht VERHOEFF (125—130). Mehr vergleichend und nur gestützt auf OUDEMANS werden die Mundteile von *Machilis* durch v. STUMMER-TRAUNFELS (119) beschrieben. Über den Bau der zusammengesetzten Augen sprechen GRASSI (55) und SEATON (112). Eine klare Beschreibung erfahren die Kopfdrüsen durch BRUNTZ (13—16). LÉCAILLON (87) weiß Näheres über die Beschaffenheit und die postembryonale Entwicklung des Ovariums. BECKER (1) ergänzt durch wenige, aber wichtige Daten die Arbeit OUDEMANS, leider ohne Zeichnungen und weitere Ausführungen. Arbeiten über embryologische und entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen lieferten bis anhin nur HEYMONS (68, 69, 74), HELENE und RICHARD HEYMONS (72) und VERHOEFF (130). JOURDAIN (81) [RIDLEY? ¹] haben Mitteilungen allgemeiner Art zu machen. Über fossile *Machilis*arten berichtet das große Werk von HANDLIRSCH (63). Ein sehr reiches und wertvolles Material über die Gesamtorganisation von *Machilis* finden wir bei GRASSI (55).

Die ausführlichste und schönste Gesamtarbeit über *Machilis* verdanken wir jedoch OUDEMANS (95) ²). *Machilis maritima* (Latr.) bildet darin den Ausgangspunkt für vergleichende Studien

1) RIDLEY?, A new species of *Machilis*, Entom. Monthly, Mag., vol. XVII, Jahr?

2) Herr Prof. Dr. OUDEMANS konnte mir die Spezies *Machilis maritima*, um die ich ihn bat, nicht zuschicken, weil sich ihr Standort geändert habe; ich danke ihm angelegentlichst für seine Liebenswürdigkeit, mit der er mir Auskunft erteilte.

an Thysanuren und Kollembolen; sämtliche Zeichnungen beziehen sich auf genanntes Tier. In besonderen Kapiteln werden beschrieben: Äußere Körperform, Integument, Ausstülpbare Bläschen, Nervensystem, Sinnesorgane, Ernährungssystem, Organe der Blutbewegung, Atmungsorgane, Geschlechtsorgane, Verbreitung und Lebensweise. Jedem Kapitel folgt eine kurze, der ganzen Arbeit eine längere allgemeine Zusammenfassung. Wenn spezielle Untersuchungen, auf einzelne Organe oder Organsysteme beschränkt, bessere Methoden und Hilfsmittel vielleicht für einzelne Teile andere Ergebnisse zeitigen, so wird das durch OUDEMANS Gebotene doch nie seinen Wert verlieren.

Die älteren Forscher glaubt der Verfasser im Verzeichnis nicht berücksichtigen zu müssen und zwar nicht aus Unkenntnis oder Verkennung ihrer Arbeiten, sondern weil Angaben darüber so ziemlich bei allen jüngeren Autoren zu treffen sind. Es darf besonders auf die Literaturlisten von v. DALLA TORRE (30), OUDEMANS (95) und PROWAZEK (106) verwiesen werden.

Eine bedeutend reichere Literatur als über die Machiloideen existiert über die Kollembolen; sie erstreckt sich bereits über alle Organe, über Systematik, Topographie, Histologie, Embryologie usw. dieser Tiere. In dem Literaturverzeichnis wurden nur wenige aber wichtige Arbeiten aufgenommen; ihrer soll an zutreffenden Stellen vorliegender Arbeit selbst erwähnt werden; dies geschieht auch mit Autoren, die über andere Tiere als nur Apterygoten gearbeitet haben und deren Resultate zur Vergleichung und Belehrung herbeigezogen wurden.

I. Teil.

Mitteilungen und Beobachtungen allgemeiner Art über die Machiloideen.

1. Über die Systematik der Machiloideen.

Bis vor einigen Jahren waren die Machiloideen nur in wenigen Vertretern bekannt; sie wurden alle als ebensoviele Arten wie Vertreter zum Genus *Machilis* zusammengefaßt. Noch im Jahre 1890 bringen GRASSI und ROVELLI (57) folgende Einteilung der Ordnung der Thysanuren:

- Famiglia 1^a Campodeadae (LUBBOCK),
 „ 2^a Japygidae (LUBBOCK),
 „ 3^a Machilidae (GRASSI),
 „ 4^a Lepismatidae (BURMEISTER).

Wichtig für uns ist die Bemerkung unter II^o Generi:

Alle Famiglie 1^a, 2^a, 3^a corrisponde un sol genere. Es werden nach Länge der Antennen und der Mittelcerce, nach Thorakalbüchel, Augen, Schuppen und Rückenzeichnung als besondere Arten und Varietäten beschrieben:

Machilis italica (GRASSI), *Machilis polipoda* (LINEO), *Machilis polipoda* var. *fasciata* (GRASSI, ROVELLI), *Machilis Targionii* (GRASSI), *Machilis cylindrica* (GEOFFROY) und *Machilis cylindrica* var. *fasciola* (Sinonimo *Machilis fasciola* Nicolet). (Siehe auch die kurze Charakteristik, die noch 1900 WILLEM (135) von dem Genre *Machilis* gibt).

Auf die gleiche Weise bestimmt GIARDINA (47) als neue Arten: *Machilis sicula*, *Machilis sicula* var. *minuscola*, *Machilis aureus*, *Machilis Kleinenbergi*, *Machilis Grassii*. Er bestreitet aber den generischen Wert, den GRASSI den schwarzen Flecken auf Tergit III und VI des Abdomens beilegt, da er letztere bei *Machilis Kleinenbergi* z. B. nicht findet; er möchte vielmehr eine vom Kopf nach Hinterende verlaufende, ziemlich parallele Streifung im Schuppenkleid als Ausgangsstadium für die verschiedenen Zeichnungen ansehen.

SILVESTRI (113—117) bedient sich zur Bestimmung seiner Genera und Arten nicht der Schuppenfärbung, sondern er legt seiner Einteilung morphologische Merkmale zugrunde, wie Form und Größe der sternalen Teile des Abdomens und namentlich der Genitalanhänge (Ovipositoren und Penis), sowie der Thoraxbeine und ihrer Glieder. Dadurch gelangt er zu folgenden Gattungen:

- Genus *Petrobius* Leach
 „ *Machilis* L.
 „ *Praemachilis* Silv.
 „ *Machiloides* Silv.
 „ *Meinertellus* Silv.
 „ *Machilinus* Silv.
 „ *Allomachilis* Silv.
 „ *Graphitarsus* Silv.

SILVESTRI macht also einen entscheidenden Schritt vorwärts, indem er mehrere Genera schafft und einzelnen davon

bereits verschiedene Spezies zuweist; darunter befinden sich auch schon Vertreter außereuropäischer Länder. VERHOEFF (130) macht aber mit Recht auf das Unhaltbare des Genus *Machilinus* aufmerksam; nach seinen und HEYMONS (74) Befunden und auch nach meinen eigenen Beobachtungen sind die dafür gegebenen charakteristischen Merkmale einfach solche nicht vollkommen erwachsener *Machiliden*.

Mit Freuden wird der Systematiker die sorgfältigen und gründlichen „Aufsätze“ von VERHOEFF (130) begrüßen; sie geben ihm eine Fülle von vergleichendem Material an die Hand. Ähnlich wie SILVESTRI gebraucht obiger Verfasser morphologische Kennzeichen, doch in viel weitgehendem Maße. Mit Hilfe derer ließen sich meine Exemplare ohne Schwierigkeit den Teutoniden und *Machiliden* in seinem System einreihen.

VERHOEFFS System gestaltet sich folgendermaßen:

Machiloidea.

I. Familie Meinertellidae:

1. Unterfam. *Allomachilinae*
2. „ *Meinertellinae*.

II. Familie Teutoniidae:

- Genus 1. *Teutonia*
- „ 2. *Praemachilis*.

III. Familie Machilidae:

1. Unterfam. *Halomachilinae*
Genus 3. *Halomachilis*
2. Unterfam. *Machilinae*
Genus 4. *Berlesilis*
„ 5. *Coryophthalmus*
„ 6. *Trigoniophthalmus*
„ 7. *Lepismachilis*
„ 8. *Machilis*.

In vorliegender Arbeit kann begreiflicherweise nicht auf die systematischen Details eingegangen werden; es soll genügen, die allerwichtigsten der durch VERHOEFF (130) festgestellten Familien- und Gattungsmerkmale, und nur so weit sie für die hier verwendeten Tiere in Betracht kommen, hervorzuheben.

Gemeinsame Merkmale für die Familien der *Teutoniidae* und *Machilidae*:

Sternite, des 2.—7. Abdominalsegmentes als große Dreiecke zwischen Coxite geschoben, „gewöhnlich bis zur halben Länge derselben oder noch darüber hinaus“.

II. Familie **Teutoniidae** (VERHOEFF):

„1.—7. Abdominalsegment mit je ein Paar Koxalsäcken, Antennengeißel im Grunddrittel auffallend dick“, „Körper sehr reichlich und dicht beschuppt“, „hintere Ozellen meistens rund“.

Teutonia: „Hintere Ozellen rundlich, so weit voneinander gerückt, daß sie dem unpaaren Ozellen näher stehen als einander usw.“ (Taf. I, Fig. 1 u. 3, Fig. 2[?]).

III. Familie **Machilidae** (VERHOEFF):

Ein Teil der Abdominalsegmente zwei Paar Koxalsäcke und zwar 2.—4. oder 2.—5. oder 2.—6. Segment. Hintere Ozellen niemals rund, meistens stark in die Quere gezogen.

Gemeinsame Merkmale für Trigoniophthalmus, Lepismachilis und Machilis:

„2.—5. Abdominalsegment mit je zwei Paar Koxalsäcken.“

Gemeinsame Merkmale für Trigoniophthalmus und Lepismachilis:

Ovipositor dünn und schwach, „ohne Grabklauen und Gruppen quer zusammengedrückter Sinnesstifte; Antennen weniger lang usw.“

Trigoniophthalmus n. g.: Ovipositor von den Koxiten des 9. Abdominalsegmentes ganz bedeckt. Hintere Ozellen annähernd dreieckig, nur vor den inneren Teilen der Augen gelegen usw. (Taf. I, Fig. 4a, b).

Lepismachilis n. g.: Ovipositor ein beträchtliches Stück über das Ende der Koxite des 9. Abdominalsegmentes hinausragend; hintere Parameren 1 + 6 oder 1 + 7 gliedrig. Hintere Ozellen stark in die Quere gestreckt, sich vor den ganzen Augen hinziehend usw. (Taf. I, Fig. 5a—f).

Machilis s. str. (VERHOEFF): Ovipositor lang, breit und kräftig, mit starken Grabklauen; reichen immer weit über die hinteren Enden der Koxite des 9. Abdominalsegmentes hinaus. Hintere Ozellen stets vor den Augen stark in die Quere gezogen. Parameren länglich, die hinteren 1—5 bis 1—7 gliedrig. Antennen sehr lang usw. (Taf. I, Fig. 6—8).

Nach VERHOEFF¹⁾ hat die Zeichnung und Beschuppung dieser Tiere für eine wissenschaftliche Systematik nur sehr neben-

1) An dieser Stelle möchte ich Herrn Dr. K. VERHOEFF verbindlichst danken für seine geschätzte Auskunft und die freundliche

sächlichen Wert, da es sehr ähnlich gezeichnete, aber doch morphologisch höchst verschiedene und umgekehrt recht abweichend gezeichnete, aber morphologisch übereinstimmende Tiere gebe. Meine Beobachtungen, die sich allerdings nur auf schweizerische „Felsenspringer“ erstrecken, decken sich damit nicht. Wenn die alten Forscher zu ausschließlich das Schuppenkleid zu ihren Bestimmungen benützten, dürfte meiner Ansicht nach VERHOEFF in der vollständigen Vernachlässigung desselben wieder zu weit gehen. Ich gebe gerne zu, daß man mit den älteren Beschreibungen meist nicht viel anfangen kann, weil es schlechterdings unmöglich ist, mit Worten die Eigenheiten der Bekleidung dieser Tierchen wiederzugeben; weit bessere Dienste leisten sicher exakte Zeichnungen, wie ich solche in Taf. I darzustellen suchte. Ich habe da allerdings den Hauptwert auf eine genaue Wiedergabe der Rückenzeichnung gelegt, während die morphologischen Merkmale nicht so zu Rechte kommen, wie dies VERHOEFF wohl wünschen möchte. Doch bestätigt die Taf. I sicher die Wahrheit des Satzes: Morphologisch verschiedene Tiere unterscheiden sich auch in der Zeichnung der Schuppen oder umgekehrt: Tiere, die eine abweichend gezeichnete Schuppenbekleidung haben, sind auch morphologisch verschieden.

Wenn die Tiere in der Schuppenfärbung sich sehr nahe stehen, differieren sie auch morphologisch nur sehr wenig; in solchen Fällen kann vielleicht gerade das Schuppenkleid für Auseinanderhaltung von Arten, zum mindesten von Varietäten willkommen sein. Übrigens muß auch VERHOEFF in seinem System Färbung der Koxen und anderer Beinglieder, ferner dichte Beschuppung berücksichtigen; sind dies bestimmende Merkmale, warum denn die typischen Zeichnungen im Schuppenkleid nicht? Ist es nicht bemerkenswert, daß die markanten schwarzen paarigen Flecken auf III. und VI. Tergite sowohl bei der unbeschuppten Larve als auch beim alten Tier, das aus irgend einem Grunde die Schuppen verloren hat, durch Pigment schon im Chitin vorgezeichnet sind?

Zustellung seiner „Aufsätze“. Ich bedauere nur, daß Herr Dr. K. VERHOEFF infolge dringender anderer Arbeiten nicht die Zeit fand, mir meine Tiere (auch nach der Art) zu bestimmen. Sein Versprechen, mir dies später zu besorgen, nehme ich dankbar an; so wird er Gelegenheit bekommen, einen weiteren Beitrag zur Kenntnis der Machiloideae bringen zu können.

Ich möchte hier noch darauf aufmerksam machen, wie leicht sich die eigentlichen Machilisarten infolge ihrer rötlich gefärbten hinteren Ozellen und ihrer graubraunen Facettenaugen von den dunkeläugigen anderen Gattungen trennen lassen, wenigstens bei den mir bekannten Machiliden.

Von den Tieren meiner Arbeit genügt es, zu wissen, welcher Gattung sie angehören; eine genauere Bestimmung auch nach der Art ist für das Studium des Rückengefäßes ohne Belang.

2. Vorkommen und Verbreitung der Machiloideen.

Die vom Verfasser in verschiedenen Gegenden der Schweiz gefundenen Machiloideen lassen sich geographisch nicht unbedingt einem bestimmten Gebiet zuweisen. Teutoniden und Machilisarten halten sich sehr oft an den gleichen Orten auf; erstere sind jedoch selten so zahlreich wie die letzteren und bisweilen wurden sie an derselben Stelle das eine Mal getroffen, das andere Mal nicht.

Tiere, wie Taf. I in Fig. 2 sie zeigt, wurden kaum 10 Stück westlich von Dombresson im Val de Ruz, ein ganz junges Exemplar auf der Lägern gefangen; dessen ungeachtet können sie weiter verbreitet vorkommen, da sie tief unter den Steinen in unmittelbarer Nähe des Grundes leben. Ziemlich häufig begegnet man der Teutoniaart (Taf. I, Fig. 3), so im Neuenburger Jura, auf dem Kerenzerberg am Walensee, in der Umgegend von Chateau-d'Oex, mit Vorliebe an Wegmauern, doch auch in Steinhäufen; bei Les Granges, Chateau-d'Oex fand ich sie recht zahlreich zusammen mit *Trigoniophthalmus*(?) (VERHOEFF), wo hingegen keine Machilisart zu erblicken war. *Trigoniophthalmus*(?) (VERHOEFF) (Taf. I, Fig. 4), wurde außer an soeben genannten Örtlichkeiten am linken und rechten Ufer des Walensees, meist an schattigen und infolgedessen feuchten Plätzen, sogar unter Steinen im Walde, gesammelt. Wie vorsichtig man in Schlüssen über Vorkommen oder Nichtvorkommen der Machiloideen an gewissen Orten sein muß, beweist gerade diese Art. Im Sommerhalbjahr 1909 kam sie mir nach mehreren Exkursionen ins gleiche Sammelgebiet erst im Oktober zu Gesicht, zu einer Zeit, da von der Machilisart (Taf. I, Fig. 8) nur vollkommen ausgewachsene Weibchen zu finden waren; im Sommer 1910 zeigten sie sich im August, von da ab bis in den Herbst hinein, im Sommer 1911 gar schon im Juni, während auf der nämlichen

Exkursion entgegen früheren Erfahrungen weder eine *Lepismachilis*, noch eine *Teutonide* sichtbar wurde. Als sicheres Fanggebiet für *Lepismachilis* (VERHOEFF) (Taf. I, Fig. 5), kamen neben Jura und Kerenzerberg am Walensee hauptsächlich die Steinbrüche von Dielsdorf am Nordostfuße der Lägern in Betracht, wo sich diese Tiere beinahe ausschließlich unter Steinen in oder in der Nähe von Moos aufhalten; ich war daher nicht wenig enttäuscht, als ich auf dem letzten Ausflug dorthin (8. Juli 1911) nur dreier Stücke habhaft werden konnte.

Die *Machilis*art (Taf. I, Fig. 6), *Machilis cylindrica*, *varia fasciola* (GEOFFROY, GRASSI) wurde nur auf Jura und Lägern zusammen mit *Machilis cylindrica* (GEOFFROY) (Taf. I, Fig. 7) erbeutet, letztere an genannten Stellen sehr zahlreich, vereinzelt auch in anderen schweizerischen Gebirgsgegenden; es scheint diese Art (Fig. 7) der eigentliche Felsenspringer zu sein, da sie ihrer großen Beweglichkeit entsprechend jedenfalls die weitesten Streifzüge unternimmt. *Machilis*art (Taf. I, Fig. 8) allein beschränkt sich nach meinen Befunden auf den Kerenzerberg; typisch für sie ist immer ein ununterbrochenes, schwarzes Band auf dem Metathorax (nicht zwei ausgezogene Dreiecke wie Taf. I, Fig. 7).

Machiloideen wurden ferner konstatiert: Am Vierwaldstättersee, am Luganersee (bei Lugano), auf verschiedenen Bergen der Schweiz, so auch auf dem Gipfel des Vorab in den Glarneralpen. In der Umgebung von Zürich fand ich diese Tiere nirgends.

Die disjunkte Verbreitung, die zum Teil verborgene Lebensweise, sowie die ausgezeichnete Schutzfärbung dieser Tiere tragen wohl Schuld an ihrer noch immer lückenhaften Erforschung.

Es empfiehlt sich vielleicht, die beim Sammeln gemachten Erfahrungen in einige praktische Winke zusammenzufassen:

1. *Machiloideen* sind sicher weiter verbreitet, als bis anhin angenommen wurde.

2. Sie halten sich an nie ganz ausgetrockneten, steinigen Orten, in Moos (Laub?), an Mauern, Felswänden usw. auf, also da, wo sie von der Kultur möglichst unbehelligt bleiben.

3. Es genügt eine einmalige Absuchung eines Ortes nach *Machiloideen* absolut nicht.

4. Gesteinshaufen oder Gesteinslagen müssen bis auf den Erdgrund und auch in ihrer Umgebung gründlich untersucht werden.

5. Der Erfolg der Ernte ist sehr von der Witterung abhängig. Regentage scheinen absolut ungünstig zu sein; welche andere Fak-

toren noch mitsprechen, konnte trotz genauer Beobachtung nicht ermittelt werden. (Am Pfingstmontag, den 16. Mai 1910, einem prächtigen Föhntage, wurden an der ganzen Straße über den Kerenzerberg am Walensee auf mehrere Kilometer Ausdehnung nur fünf Exemplare einer Machilisart, andere Male an der gleichen Örtlichkeit aber Tausende von Machiloideen gefunden.)

6. Der aufmerksame Sammler wird vom frühen Frühling bis in den späten Herbst hinein so ziemlich von allen Altersstufen dieser Tiere finden können; während aber mehrere Arten an Sommertagen weit an die Mauern und Felsen hinaufsteigen, verstecken sie sich im Herbst im Gras und Moos am Fuße der Gesteine.

7. Nur in Laub oder Moos allein, wo keine Steine waren, suchte ich an den verschiedensten Orten der Ost- und Westschweiz umsonst nach Vertretern der Machiloideengruppe, was immerhin nicht ausschließt, daß ein anderer darin mehr Glück habe.

3. Machiloidea in der Gefangenschaft.

Seit $2\frac{1}{2}$ Jahren halte ich Machiloideen in großen Glasgefäßen und Kistchen, die inwendig mit Glas ausgekleidet und halb mit Erde, Steinen, Moos, Blättern, faulen Holzstückchen angefüllt sind; die letztgenannten Materialien stammen alle von den verschiedenen Fundorten der Tiere her. Auch Gras und andere Pflanzen gedeihen in den Gefäßen, welche Sommer und Winter auf einer offenen Loggia stehen. Durch regelmäßiges Begießen und Bespritzen mit einer Pflanzenspritze wird für die nötige Feuchtigkeit gesorgt; doch darf letztere nie zu groß sein, sonst schadet sie ebenso sehr wie allzu große Trockenheit. Trotz dieser ziemlich günstigen Verhältnisse mußte ich die gleichen Erfahrungen machen wie OUDEMANS (95). Am wenigsten gut ertragen die Machilisarten die Gefangenschaft, also diejenigen Tiere, die eine freie Bewegung auf Steinen und Mauern lieben. Die Teutoniden und Lepismachilis aber, die den Aufenthalt unter Steinen im Moos bevorzugen, erhielten sich teilweise ausgezeichnet, sogar den Winter hindurch. In den milden Wintern 1909/10 und 1910/11 machten die Tiere bis weit in den November hinein ihre gewohnten Spaziergänge, versteckten sich dann aber (ohne Winterschlaf), um Ende Februar wieder zu erscheinen.

OUDEMANS Angaben über die Nahrung kann ich bestätigen und dahin ergänzen, daß ich oft im Magen auch Pflanzenzellen

und Chitinreste, wohl von verspriesenen Exuvien herstammend, neben zahlreichen Schuppen vorfand. Auch Gregarinen waren keine Seltenheit. Sowohl im Freien, als auch noch einige Zeit nach dem Einfangen trugen namentlich Machiliden auf ihrem Körper hier und da ein kleines rotes Tierchen herum, das mir durch Herrn Dr. BÄBLER, Zürich als Trombidiumnympe bezeichnet wurde, leider aber aus Mangel an genügendem Material nicht nach der Spezies bestimmt werden konnte.

4. Geschlecht, Fortpflanzung und Lebensdauer.

Das Geschlecht der Machiloideen ist an den Genitalanhängen, die sich bei Männchen und Weibchen am 8. und 9. Abdominalsegment befinden, leicht zu erkennen. Das Männchen scheint aber viel spärlicher vorzukommen, als das Weibchen. So untersuchte ich von der am 7. Juli 1911 am Kerenzerberg (Walensee) gesammelten Machilisart (Taf. I, Fig. 8) mehr als 300 Exemplare, ohne darunter ein Männchen zu entdecken. Ähnliches muß wohl HEYMONS widerfahren sein, was ich einer diesbezüglichen Angabe S. 123 seiner Arbeit (72) entnehme; dort sagt er:

„Es gelang uns festzustellen, daß bei verschiedenen Arten der Gattung *Machilis* Parthenogenese eine regelmäßige Erscheinung ist. Aus den parthenogenetisch abgelegten Eiern gehen weibliche Individuen hervor, die zwar im Besitze eines paarigen *Receptaculum seminis* sind, das aber wegen des Fehlens oder des sehr seltenen Auftretens des Männchens in der Regel ungefüllt bleibt. Die telytoke parthenogenetische Vermehrung, die bei den pterygoten Insekten in verschiedenen Ordnungen vorkommt, ist hiernit zum ersten Male auch bei Vertretern der Urinsekten nachgewiesen.“

Sofern aber HEYMONS sich nicht auf Beobachtungen an selbstgezogenen, von der Zeit des Ausschlüpfens an isolierten Weibchen stützen kann, was aus den angeführten Zeilen nicht herauszulesen ist, erachte ich den Beweis der Parthenogenese als noch nicht erbracht. Bei meinen vielen Ernten waren die Männchen öfters zahlreicher vertreten, und merkwürdigerweise sind gerade unter meinen Präparaten eine ganz beträchtliche Zahl von Schnittserien durch männliche Tiere, die zum Teil ausgezeichnete Bilder von den Hoden mit Sperma aller Entwicklungsstufen bieten. Die schönsten diesbezüglichen Präparate lieferte sogar ein kleines, scheinbar nicht ausgewachsenes Männchen. Am 31. Mai und

1. Juni 1910 konnte ich zudem selbst die Begattung beobachten; sie fand bei einbrechender Nacht statt. Leider entzogen sich die beiden Tiere beide Male durch schnelle Flucht meinen Nachstellungen; eine Untersuchung auf das Geschlecht war demnach unmöglich. Aber eine Stellung, wie Taf. I, Fig. 6a sie skizziert, ist sicher mit keinem anderen als mit einem Geschlechtsvorgang in Verbindung zu bringen. Nie sieht man nämlich sonst die Machiloideen weder in engere freundschaftliche, noch in feindliche Beziehungen zueinander treten; ein kurzes Betasten mit den langen Antennen und ein hastiges Ausweichen sind die gewöhnlichen Erscheinungen.

Machiloideeneier wurden zum ersten Mal von GIARDINA (48) und nach ihm durch HEYMONS (72) beschrieben. Beide Autoren unterscheiden deren zwei Typen: Symmetrische, rötliche Eier werden von den im Moos lebenden Machiloideenformen an die sie umgebenden Pflanzen befestigt; flache, asymmetrische, grau- oder schwarzgefärbte Eier werden von den „Felsenspringern“ an Steine geklebt. Ich begegnete nur dem zweiten Typus. In meinen Gefäßen entdeckte ich die ersten Eier der Machilisart (Taf. I, Fig. 7, Ende Oktober; ihre Zahl vergrößerte sich im November noch. Sie bildeten schwarze, flache Flecken an den Steinen, auf denen sie in kleinen Vertiefungen bald einzeln, bald zu mehreren hafteten. Ihre äußere Hülle trug feine Mineralstückchen und Schuppen und ließ somit dieses lebenspendende Gebilde beinahe als einen Bestandteil des Steines erscheinen. Eine exzentrische Einsenkung war einem jeden dieser Dingerchen eigen. Ein Ei zerdrückt und unter das Mikroskop gebracht ließ bereits Gliedmaßen eines stark entwickelten Embryos deutlich erkennen. Einige zum Schneiden vorbereitete Eier erwiesen sich als für das Messer zu hart, doch konnten immerhin die verschiedenen Schichten der Eischale (Exochorion, Endochorion und eine feine Hüllschicht nach HEYMONS (72)) erkannt werden. Die an den Steinen belassenen Eier trockneten samt und sonders aus.

Trotzdem im Herbst 1910, wenigstens auf die Steine, keine frischen Eier gelegt worden waren, spazierten im Mai 1911 wenige frisch ausgeschlüpfte Tentoniden im Moose herum; da muß also, von mir unbeachtet, auch das mütterliche Ei gewesen sein.

Eine reiche Eiablage erfolgte in den Gefäßen schon an den ersten Abenden der Gefangenschaft durch die am 7. Juli 1911 auf dem Kerenzerberg gefangenen Weibchen der Machilisspezies

(Taf. I, Fig. 7). Die Form dieser Eier variierte nicht stark von der oben geschilderten; nur waren sämtliche prall mit Dotter erfüllt, der ihnen eine grünlichgelbe Farbe verlieh. Schuppen bedeckten wiederum teilweise die etwas rauhe derbe Außenhülle. Allmählich färbten sich die glänzenden rundlichen Flecken dunkler, vielleicht infolge etwelcher Konzentration der Dottermasse.

Nach meinen Beobachtungen erstreckt sich die Eiablage auf den ganzen Sommer und bis in den November hinein: darauf hin deuten auch die ungleichmäßig entwickelten Eier in den Ovarien der Weibchen. Wenn im allgemeinen die Eier in regelmäßigen Zeiträumen aus dem weiblichen Organismus abgegeben werden, war zu wiederholten Malen in Schnittserien neben in den ersten Anfängen liegenden Eiern nur ein einziges reifes Ei zur Ablage bereit. Aus den aufgezählten Tatsachen erklärt es sich, warum man zu den verschiedensten Zeiten des Sommerhalbjahres auf frisch ausgeschlüpfte Tierchen und im übrigen jederzeit auf alle Entwicklungsstadien stößt. Während im allgemeinen so kleine Insekten in kurzen Zeitspannen ihre Umwandlungen zur Imago durchmachen, darf man für die Machiloideen zum allermindesten eine Wachstumsperiode von 2, wenn nicht 3 Jahren und sicher unter günstigen Lebensbedingungen eine mehrjährige Lebensdauer annehmen.

Die Häutungen in Zahl und Zeitabständen zu ermitteln, glückte mir leider nicht; ich isolierte mehrmals Tiere zu diesem Zwecke; davon häutete sich einzig eine *Teutonia* 30 Tage nach der Absonderung; die andern Exemplare gingen jeweils nach kurzer Zeit zugrunde.

Während der Häutung, beobachtet an zwei *Teutoniden*, sitzt das Tier mit dem Abdomen auf der Unterlage scheinbar festgeklebt, den Thorax spannerähnlich herausgekrümmt, Fühler und Beine hakenförmig gebogen, längere Zeit vollkommen ruhig da; plötzlich reißt das Chitinkleid auf dem Thorax, das Tier windet sich heraus, erscheint im ersten Augenblick vollkommen gleichmäßig schwarzbraun, nimmt aber sofort die ihm eigene prächtige Schuppenfärbung an, streift mit den losgeschälten Beinen die alte Umhüllung der Antennen und Fühler ab, setzt sich langsam in Bewegung und läßt gewöhnlich nur die Abdominalreste der Exuvien zurück.

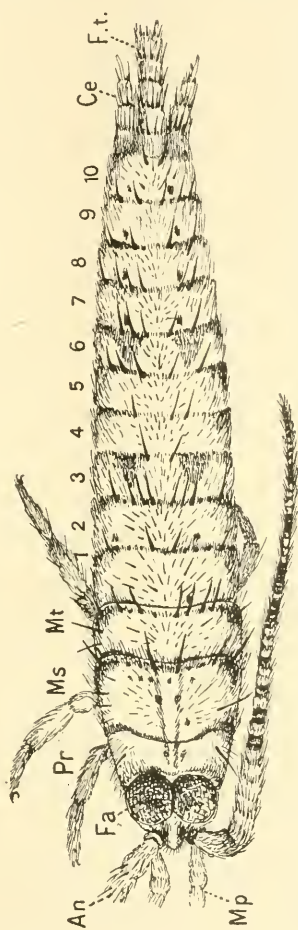
Die Entwicklungsstufen der Machiloideen wurden zum ersten Male durch VERHOEFF (130) scharf skizziert. Soweit ich sie

nachprüfen konnte, bestätigten sich seine Ausführungen; sie lassen sich durch meine Beobachtungen teilweise ergänzen.

Die kleinsten in den Gefäßen gefundenen Tierchen waren zwei Teutoniden von nur 2,9 mm Länge; sie erschienen für das unbewaffnete Auge blaß ziegelrot. An dem schwach 2 mm langen Filium terminale wurden 35 einfache, schmale Ringe gezählt; sie trugen sämtlich einen Borstenkranz am Hinterrande und waren nicht pigmentiert. Die beiden Cerci bildeten zwei seitliche hyaline einteilige Spitzen mit ebensolchem Endstachel und einigen Borsten, verliefen aber schon der Körperaxe ziemlich parallel nach hinten (waren also nicht abwärts gerichtet wie die Abdominalstyli). Die Abdominalstyli saßen als kleine, weiße, sehr spitze Borsten an den langen, schlanken Koxen. Von Abdominalbläschen war äußerlich nichts zu sehen. Von Styli an den Koxen der Thorakalbeine noch keine Spur. Die Labialpalpen richteten sich direkt nach vorn. Die seitlichen Kopflappen verdeckten die Einlenkungsstellen, d. h. die hinteren Enden der Maxillen und Mandibeln noch nicht. Die glänzend schwarzbraunen Facettenaugen und die ebenso gefärbten Ozellen werden in Form und Lage dargestellt durch Taf. I, Fig. 1 *d'*; daraus ist auch einigermaßen die Gestalt und Größe der Antennen, weniger aber die der Maxillarpalpen zu erkennen. Die Tierchen waren vollkommen unbeschuppt und beinahe durchsichtig; von Pigmentflecken im Chitin keine Spur. Feine Borsten und Flaumhaare bildeten die einzige Bekleidung. Der Magen zog sich als dickes undurchsichtiges Rohr bis zum sechsten Abdominalsegment, verdünnte sich dort unvermittelt zum Enddarm, der sich schnurgerade nach hinten erstreckte. Das Rückengefäß lagerte sich als fadenförmiger Strang über den Darm. Jedes Tergit wurde zur Hälfte vom vorhergehenden überdacht. Die Tierchen schlotterten in ihrem Chitinkleid, standen also wahrscheinlich unmittelbar vor einer Häutung.

Die folgenden Angaben beziehen sich auf eine 3,5 mm lange, nur sehr spärlich beschuppte Machilislarve der Art Taf. I, Fig. 7. Diesem Stadium entspricht Textfig. 1. Filium terminale 2,5 mm, mit 23 Ringen, die selbst wieder sog. falsche Ringelung aufwiesen. Cercen dreiteilig, mit zwei starken schwarzen Endborsten und einem weißen Endstachel. Äußere Geschlechtsteile fehlen. Bläschen nur je ein Paar vom 1.—7. Abdominalsegment. An den Koxen der Thoraxbeine an Stelle der Styli kleine Integumentausbuchtung, Koxen an den Bauchschildern des Abdomens zur

Innenseite der Styli lang ausgezogen und die Bläschen tragend; letztere werden ausgestülpt nur wenig von den Styli überragt. Facettenaugen dunkel braungelb; paarige Nebenaugen rötlich und weiß umrandet; ihre Form und Lage zeigt Taf. I, Fig. 7e. Ein Vergleich mit Taf. I, Fig. 7f ergibt die Unterschiede in Gestalt und Lage der Augen zwischen jungen und alten Tieren. Seitliche Kopflappen die Hinterenden der Mandibeln und Maxillen immer noch bloß lassend. Kopftergit, d.h. Kopfschale hinter den Augen noch verhältnismäßig gut ausgebildet, ähnlich einem Thoraxtergit, nur mit großen Ausbuchtungen am Vorderrand für die Augen, vom Prothorax aber schon stark überdacht. Hinterrand der Tergite mit langen, starken, schwarzen Borsten in regelmäßigen Abständen, gleichsam die durch GIARDINA (47) skizzierten Farbenlinien markierend, davor und daneben steife kleinere Borsten auch in charakteristischer Stellung. Pigmentflecken auf 3. und 6. Abdominaltergit und am Seitenrand aller Tergite geben bereits die typische schwarze Zeichnung der Erwachsenen an. Herz und Fettkörper, letzterer rötlich, undeutlich durchscheinend. (An den Abdominalsegmenten einer etwas weiter vorgeschrittenen Machilislarve waren bereits die Fortsätze bemerkbar, aus denen die äußeren Koxalsäckchen entstehen).



Textfig. 1. Unbeschuppte Larve. *An* Antennen; *F.t.* Filum terminale; *Fa* Facettenauge; *Ce* Cerce; *Pr*, *Ms*, *Mt* Pro-, Meso- und Metathorax; *Mp* Maxillarpalpus; 1—10 Abdominalsegmente.

Von *Lepismachilis* (VERHOEFF) gelangte ein 5,3 mm langes Tierchen zu genauerer Untersuchung; es können darüber kurz folgende Daten gegeben werden: Tierchen teilweise beschuppt; typische Zeichnung überall sichtbar: Tergite ohne die langen Borsten der vorhin beschriebenen Altersstufe; Filum termi-

nale 3,5 mm lang; Cercen schon 17 Ringe. Abdominalbläschen je ein Paar, Geschlechtsanhänge vorhanden. Parameren und Penis ungegliedert; letzterer mit stiftförmigem Anhang (ob immer?) Beine und Abdominalstyli gelb gefärbt. Augen dunkel, doch hell umrandet, von der Form wie in Taf. I, Fig. 5f.

Taf. II, Fig. 10a, b, c sind gezeichnet nach Jugendstadien, die nur auf die Koxalstyli der Thoraxbeine (St) untersucht wurden; sie geben drei Entwicklungsstufen dieser Gebilde.

Taf. III, Fig. 30 bringt einen optischen Schnitt durch einen Koxenteil mit Stylus von einer ausgewachsenen Form und soll dartun, daß ein Muskel wie VERHOEFF (128) ihn in Fig. 3m zeichnet, hier nicht existiert und zwar bei keiner von mir gefundenen Machiloideenform; wenn Totalpräparate einen solchen etwa vortäuschen könnten, so trifft man hingegen auf keiner Schnittserie, deren ich eine Menge daraufhin prüfte, eine Spur davon. Der Stylus ist gegliedert abgesetzt, aber ohne Muskulatur. Eigenbewegungen dieser Styli, wie sie JOURDAIN (81) beobachtet haben will, sind somit unmöglich; ich habe auch tatsächlich nie solche bemerkt und gehe darin also mit den Befunden von OUDEMANS (95) einig. Siehe auch HAASE (62), St. 398!

5. Organisation der Machiloideen¹⁾.

Dieser Abschnitt bietet eine kurze Zusammenfassung und Wertung der Resultate früherer Forschungen auf unserem Gebiete, soweit dies für vorliegende Arbeit nötig und von Interesse ist; er bringt ferner einige Ergänzungen, die sich durch das Studium der Tiere und Präparate meinerseits ergeben haben.

Die Machiloideen werden nach ihrem inneren und äußeren Körperbau zu den Thysanuren und als solche zu den Apterygoten oder flügellosen Insekten gerechnet. Ob sie wirklich zu den Urinsekten oder in deren Nähe gehören, ist noch nicht zur Evidenz erwiesen. Die Stellung dieser Insekten würde wohl eine ganz andere, wenn sich bewahrheiten würde, was GRASSI (55) Seite 14 nur als eine Möglichkeit ausspricht:

„I muscoli dorso ventrali dell'adome di Machilis possono paragonarsi al flexor e all'extensor alae degli ortotteri quali vengono descritti dal Luchs.“

1) Wenn hier und später der Einfachheit halber der Ausdruck Machiloideen gebraucht wird, so sind dabei die mir unbekanntes Meinertellidae nicht inbegriffen.

Leider fehlt es an einwandfreien Untersuchungen der Körpermuskulatur und an Vergleichen derselben mit derjenigen geflügelter Insekten. Zu meinem Bedauern konnte auch ich diesen Verhältnissen als zu weit vom Thema abliegend keine weitere Aufmerksamkeit schenken.

Aus den kurzen Mitteilungen von RICH. und HEL. HEYMONS (72) über ihre embryologischen Befunde bei *Machilis alternata* (Silv.) lassen sich keine für uns hier wichtige Schlüsse ziehen. Wohl aber ist wissenswert, daß nach genannten Autoren *Machilis alternata* (Silv.) embryonal am ersten Abdominalsegment ein Paar blasenartiger Lateralorgane besitzt, die sich mit Blutflüssigkeit füllen, zurzeit des Ausschlüpfens des Tieres aus den Eischalen aber in den Körper einsinken und verschwinden; sie werden als den Ventralsäckchen homodynam erachtet. Es sind dies die einzigen provisorischen Organe. Postembryonal werden keine solche mehr angelegt; sie wären für ein Tier, das von Geburt an zeitlebens unter gleichen Bedingungen lebt, ganz überflüssig. Dagegen erleiden Körperanhänge, die im Ei angelegt werden, nach dessen Verlassen zum Teil recht erhebliche Veränderungen (Kopfgliedmaßen, Anhänge der Bauchschilder, Antennen, Cercen usw), andere Organe werden sogar vollständig neu gebildet (Ventralbläschen, äußere Geschlechtsteile, Coxalstyli der Laufbeine).

Der Körper der frisch ausgeschlüpften *Machiloideenlarve* besitzt bereits seine definitive Segmentierung in Kopf (präoraler Kopf nach VERHOEFF (129) 10 Segmente), Brust aus drei Segmenten und Abdomen aus 10 Segmenten. Im Sinne HEYMONS (67) kann auch hier von Resten eines 11. Abdominalsegmentes und von einem Analsegment gesprochen werden; denn der Körper endigt in drei Schwanzanhänge und die Leibesöffnung wird nach hinten durch drei Afterklappen (Taf. II, Fig. 11) abgeschlossen. Ähnliche Anhänge wie die letztgenannten besitzen viele Orthopteren und noch stärker ausgebildet gewisse Ephemeriden; HEYMONS nennt sie *laminae supraanales* und *laminae subanales* oder *adanales* und zeichnet solche auf Taf. I in Fig. 1, 2, 5, 8 und 9 seiner Arbeit (67). Was er auf Seite 33 genannter Arbeit sagt, gilt ebensogut für die entsprechenden Teile der *Machiloideen*. Nicht die Schwanzborste, d. h. hier das *Filum terminale*, ist als Afterdecke zu betrachten, sondern das plattenförmige Anhängsel auf ihrer Unterseite. (Dieses Anhängsel besitzt, wie OUDEMANS schon angibt, einen kegelförmigen Aufsatz.) Es lassen sich also, wenn man die Jugendstadien von Odonaten und Ephe-

meriden betrachtet, „gemeinsame Beziehungen und Anknüpfungspunkte an die entsprechende Körperbildung der Thysanuren finden“ (HEYMONS (67), p. 61).

Die Mittelcerce oder besser das Filum terminale, nach HEYMONS (67) das verlängerte 11. Tergit, übertrifft an Länge bedeutend die beiden Seitencercen, unterscheidet sich auch innerlich stark von ihnen. Alle drei Anhänge zerfallen in eine große Anzahl Ringe und sind bei der Larve viel kürzer als beim ausgewachsenen Tier. Die beiden Seitencercen legen sich beim Embryo als eingliedrige Stifte an, weisen jedoch mit jeder Häutung eine wachsende Anzahl von Ringen auf. (HEYMONS (74) gibt für das erste Stadium schon drei Ringe an; an den Cercen meiner jüngsten Larven konnte ich keine Segmentierung erkennen, wohl aber sehr leicht eine dreiteilige in einem folgenden Stadium). Von Anfang aber richten sie sich der Körperachse ziemlich parallel nach hinten. In ihrer ersten Form haben sie also einige Ähnlichkeit mit den Coxalstyli.

Das Chitin der äußeren Körperhülle ist zweischichtig; in ihm stecken bei ganz jungen Larven nur Borsten und Flaumhaare, beim erwachsenen Tier aber verschieden gestaltete und gefärbte Schuppen und Schuppenhaare; die dem Tiere durch sie verliehene Zeichnung ist für dieses charakteristisch und ändert sich mit den verschiedenen Häutungen kaum merklich. [Ausführliches über die Schuppen s. OUDEMANS (95)]. Mit dem während der Entwicklung ziemlich häufigen Wechsel des Chitinkleides verbindet sich eine Weiter- und Neubildung einzelner Körperanhänge, sowie die äußere geschlechtliche Differenzierung; doch häutet sich wie VERHOEFF (130) beobachtet hat, auch „das morphologische Definitivum“. Das neue Kleid bildet sich im Schutze der alten Hülle fertig aus.

Die Hypodermis, durch die das Chitin in zwei Schichten ausgeschieden wird, besitzt zahlreiche große Kerne; Zellgrenzen sind aber selten und gewöhnlich nur unvollkommen sichtbar (Taf. II, Fig. 9). Nach innen begrenzt eine stets deutliche Basalmembran die Hypodermis; mit dieser verbindet sich am Rücken ein wie mir scheint physiologisch vom übrigen Fettkörper zu trennender Teil dieses lockeren Gewebes.

Die Kopfschale (Taf. II, Fig. 7f), setzt sich zusammen aus Vertex, Subokularlappen, Frons, Clypeus und Labrum. Zwei große Fazettenaugen, davor ein Paar Ozellen und ein unpaares Ozell an der Grenze zwischen Frons und Clypeus dienen zum

Sehen; Gestalt und Lage, namentlich der paarigen Nebenaugen (ganz wenig auch die der Facettenaugen) ändern sich etwas mit der Entwicklung und werden als Hauptunterscheidungsmerkmale für Familien und Gattungen verwertet. (Taf. I, Fig. 1*d*, Fig. 5*f*, Fig. 7*e* u. *f*).

An Mundgliedmaßen besitzen die Machiloideen: ein Paar Mandibeln mit nach innen vorspringender Mahlplatte; ein Paar I. Maxillen, von Laufbeinen abzuleiten, mit je einem sieben-gliedrigen Taster und zahnartigem Fortsatz, an dessen Trochanter [siehe die prägnante Arbeit von BÖRNER (9)] ein Paar zum Labium umgebildeter II. Maxillen, deren kurzer dreigliedriger Palpus, versehen mit Sinneskegeln, -stiften und -borsten (verschieden ♂ und ♀), wohl ein wichtiges Tastorgan ist. Daß die Maxillartaster je zum Klettern benutzt worden wären, wie dies VERHOEFF (129) zu teilweiser Begründung einer Ableitung von Laufbeinen berichtet, konnte ich nie bemerken; dagegen waren sie beim Fressen stets in etwelcher Bewegung. Äußerst zarte Gebilde, zwischen Mandibeln und Maxillen liegend, sind Ligula und Paraglossae. Die verschiedene Benennung dieser Mundteile (siehe FOLSOM (38) und PROWAZEK (106)) entspricht den vielfachen Ableitungen und Erklärungen, die viele Forscher für sie suchten (siehe auch BÖRNER (11)).

Die inneren Sklerite, Tentorium usw., an denen sich die Kopfmuskulatur anheftet, untersuchte VERHOEFF (129) am genauesten, aber nur an sogenannten Zupfpräparaten; die mikroskopischen Bilder, gegeben durch Schnitte, erweckten in mir aber immer wieder Zweifel an der vollkommenen Richtigkeit jener Beschreibungen; ohne Modelle nach lückenlosen Schnittserien rekonstruiert, läßt sich jedoch nichts beweisen; merkwürdigerweise verneint VERHOEFF (129) (p. 111) gerade die Notwendigkeit von Schnittserien für solche Untersuchungen.

An allen Segmenten reichen die Tergite seitlich bis zu den Sterniten hinunter und verdecken so die Pleurite; als letztere haben wir nach GRASSI (55) die verborgenen häutigen Falten zwischen Tergit und Sternit aufzufassen (über Thoraxpleurite siehe VERHOEFF (127)). Gelenkhäute verbinden je zwei aufeinanderfolgende Tergite. Am Vorderrand der segmentalen Chitiringe setzen sich dorsal und ventral später noch näher zu besprechende Transversalmuskeln an. An den Bauchschildern lassen sich die dreieckigen Sternite und die Koxite trennen; daß wir es hier wirklich mit Koxen reduzierter Gehbeine zu tun haben, zeigt sich

bei den jüngsten Larven, wo diese Gebilde noch länger ausgezogen und mehr hohlkörperartig sind (siehe auch BÖRNER (8, 9), VERHOEFF (125 und 128) und andere). Die postembryonale Anlage und Bildung des zweiten äußeren Ventralsäckchenpaares am 2.—5. Abdominalsegment der Machilisarten konnten auch wir konstatieren. Durch zwei Schemata der Abdominalbläschen von Teutoniiden und Machiliden kennzeichnet VERHOEFF (130) absolut die tatsächlichen Verhältnisse (siehe auch die schöne Arbeit von HAASE (62)). Vom lebenden Tier werden die Bläschen höchst selten ausgestülpt, niemals aber als Haftorgane gebraucht. Die Abdominalstyli (oder -füße) nehmen von vorn nach hinten an Länge zu, besitzen eigene Muskulatur und werden beim Gehen zum Nachschieben, beim Hüpfen zum Abstoßen und Verhindern eines harten Aufpralles verwendet. Die Coxalstyli der Thoraxbeine (2. und 3. Paar) wachsen aus einfachen Integumentausbuchtungen im Verlaufe mehrerer Häutungen in die gelenkig abgesetzten Stifte hervor, besitzen keine Eigenmuskulatur und daher ebensowenig eine Eigenbewegung. Die sie umgebenden Integumentfaltungen der Coxae können an Totalpräparaten leicht einen Muskel vortäuschen. Ovipositoren der Weibchen und Parameren der Männchen finden wir bei den jüngsten Entwicklungsstadien noch nicht; sie bilden sich allmählich als erst später sich gliedernde Anhänge des 8. und 9. Abdominalsegmentes und sind nach Familie, Gattung und Art verschieden gestaltet; meine Beobachtungen und Nachprüfungen bestätigen auch in dieser Hinsicht durchaus VERHOEFFS exakte Befunde.

OUDEMANS (95) Zeichnung des Tracheensystems von *Machilis maritima* (Latr.) hat in mehreren Lehrbüchern und wissenschaftlichen Werken Eingang gefunden; meinen Präparaten entnehme ich, daß ein erneutes genaues Studium, nur auf die Atmungsorgane beschränkt, teilweise Änderungen und sicher wertvolle Ergänzungen bringen könnte. Zwei starke Tracheenäste sehen wir auf Taf. II, Fig. 5; über die Verteilung der Tracheenzweige im Filum terminale gibt Taf. II, Fig. 9, über die im Kopf teilweise Taf. II, Fig. 6 Aufschluß. Irgend eine Verbindung der Tracheen mit dem Herzen konnte ich nicht konstatieren, wohl aber deren reiche Beziehungen zu dem Fettkörper, zum Nervensystem (s. Kopfganglion Taf. II, Fig. 5) und zu den Muskeln. Auf Tracheenquerschnitten lag sehr oft die Tracheenintima als losgelöste achtförmige Schleife im Hohlraum. Die Kerne ordnen sich im großen und ganzen regelmäßig zu Paaren einander gegen-

über. Beobachtete Endverzweigungen der Tracheen entbehrten der Spiralleiste.

Zum Verständnis der Zeichnungen auf Taf. II, Fig. 5 und 6 und Taf. IV, Fig. 42 soll auszugsweise angeführt werden, was BRUNTZ (14) in seinen „Conclusions“ über Kopfnieren und Kopfdrüsen der Thysanuren schreibt:

„Les (deux) reins des Thysanoures sont composés chacun d'un saccule communiquant avec un labyrinthe“. — „Le labyrinthe (Taf. III, Fig. 5 u. 6 *np/h*) débouche par l'intermédiaire d'un collet dans un canal excréteur. Les deux canaux excréteurs se fusionnent pour donner un conduit unique s'ouvrant au dehors, à la base et au dessus de la lèvre inférieure.“

„Les Machilides et Lepismides possèdent deux paires de glandes céphaliques:

1^o Des glandes antérieures (im Kopf und Prothorax) qui débouchent latéralement à la base de la cavité masticatoire, contre l'articulation des mandibules.

2^o Des glandes postérieures (zur Hauptsache im Prothorax) ou glandes annexes des organes rénaux qui débouchent dans les canaux excréteurs des reins.“

Ich hatte immer wieder Gelegenheit, mich von der Richtigkeit dieser Angaben zu überzeugen. [S. auch PHILIPTSCHENKO (101)].

Das Nervensystem wurde durch OUDEMANS (95) in den Hauptzügen sehr gut dargestellt und beschrieben. BECKER (1) entdeckte folgendes:

„Von der Dorsalseite des Schlundringes geht ein paariger sympathischer Nerv ab; das Paar verbindet sich über der Speiseröhre zu einem unpaaren Nerv, der über der Speiseröhre bis zum Mitteldarm verläuft und sich über dem letzteren verzweigt.“

Diesen sympathischen Nerv, der auf allen Ösophagusquerschnitten auffällt, deutete ich gleichfalls, bevor ich BECKERS „Bemerkungen“ kannte, als solchen, vermochte aber dessen Ursprung nie genau festzustellen. Was ist übrigens unter „Dorsalseite des Schlundringes“ zu verstehen? Der von BECKER zuerst nachgewiesene, vom Unterschlundganglion abgehende Lippennerv mit der Querkommissur im Basalteil des Mittelstückes der Lippe ist auch nach meinen Befunden den Machiloideen eigen. Ich konnte ferner bisher nirgends erwähnte feine Nervenfasern feststellen, die vorn und hinten von der unter dem Ösophagus liegenden Querkommissur abzweigen, die vorderen oberen zum Labrum, die hinteren unteren mit unbekanntem Verlauf. Auch glaube ich einen Herznerv mit Ursprung am oberen Schlundganglion kon-

statiert zu haben (s. p. 103 meiner Arbeit), setze mich aber, sofern ich mich in der Deutung des unteren Schlundganglions als „Mundmagenganglion“ nicht irre, in Gegensatz zu ZAVARZIN (139), der p. 506 in seinen Schlußbetrachtungen sagt: „Bei den Insekten übernimmt die Rolle der Herzganglien das erste Paar Mundmagenganglien.“ Nervenuntersuchungen, wie die des soeben genannten Autors, wären auch für die Machiloideen sehr wünschenswert.

Die inneren Geschlechtsorgane studierte ich nicht genauer. Bei meinen Versuchen, mittelst feiner Präpariernadeln aus frischen Tieren das Rückengefäß bloßzulegen oder herauszunehmen, konnte ich mehrmals den Geschlechtsapparat von Männchen und Weibchen beinahe unversehrt herausheben und fand ihn bei oberflächlicher Untersuchung übereinstimmend mit Beschreibung und Figuren von OUDEMANS (95). Sämtliche von mir untersuchten Machiloideenweibchen wiesen in Total- und Schnittpräparaten sieben paarig angelegte Ovarialröhren auf. Die Anordnung derselben war nicht überall die gleiche; bei dem einen Tiere fand ich die Tuben genau auf die sieben ersten Abdominalsegmente verteilt, bei anderen ragten sie sogar in den Mesothorax hinein. In diesem Falle verunmöglichten sie einigemal eine Herzuntersuchung, weil die Geschlechtsprodukte sich mächtig ausgedehnt und dadurch das Rückengefäß und das Perikardialgewebe buchstäblich zusammengequetscht hatten. Ob die abweichende Lagerung eine Folge ungleicher Entwicklung der Eier ist, oder ob sie auf Familien- oder Gattungsunterschieden beruht, kann ich vorläufig nicht entscheiden.

Ferner ergaben sich Differenzen in der zeitlichen Ausbildung der Eier; während die einen Ovarialröhren ganz regelmäßig an Dicke zunahmen, das jüngste Ei am blinden Ende, das älteste an der Ausmündung, schollen andere unvermittelt mächtig an, da sie an dieser Stelle ein allen anderen in der Entwicklung vorangeeiltes Ei enthielten.

Einige meiner Schnittserien weisen in den Follikelzellen prächtige Kernteilungsfiguren auf; nicht minder schöne Bilder zeigen Schnitte durch die Testes mehrerer Männchen. Die unpaare, geknickte Samenblase eines Männchens sieht man in Querschnitten gewöhnlich als zwei übereinander liegende unregelmäßig gestaltete quere Ovale oder fast Rechtecke.

Die diesbezüglichen Ergänzungen BECKERS(1) konnte ich nicht nachprüfen.

Eine histologisch genaue Untersuchung der Geschlechtsorgane ergäbe sicher eine dankbare Arbeit.

Das Studium des Fettkörpers mußte ebenfalls vernachlässigt werden. Tuschinjektionen gelangen nur sehr mangelhaft und ließen keine Schlüsse ziehen. Schöne Resultate zeitigten Fixationen mit Osmiumsäure; Körnchen reduzierten Osmiums erfüllten bei einzelnen Tieren das Fettgewebe beinahe vollständig. Immer macht der Fettkörper den Eindruck eines Lückenbüßers, indem er sich überall mit den durch die anderen Organe freigelassenen Räumen der Leibeshöhle begnügen muß: am stärksten vertreten ist er im Abdomen; doch rückt er auch in den Thorax hinein. Selbstverständlich hängt seine Ausbildung sehr von der Nahrungsaufnahme ab; auffallend stark erschien er mir bei ganz jungen Tieren.

Die Verdauungsorgane erfahren durch OUDEMANS (95) eine einläßliche Behandlung; ich kann dessen Ausführungen nicht viel beifügen und muß mich auf eine kurze mehr topographische Skizze beschränken. — Der regelmäßig gefaltete, mit starker Ringmuskulatur versehene Ösophagus zieht sich von der Mundhöhle schräg aufwärts unter dem oberen Schlundganglion hindurch bis in den Mesothorax hinein, wo er in den Mitteldarm oder Magen übergeht. Seine starken Dilatatoren wurden durch OUDEMANS gut beschrieben und gezeichnet. Den Längsmuskel, den genannter Verfasser angibt, habe ich bei meinen *Machiloideen* nicht bemerkt. Wundern muß ich mich, daß dem genannten scharfen Beobachter der von BECKER (1) zuerst beschriebene, stets sehr deutliche Sympatikus entgangen ist. Dieser Nerv verläuft in einer mehr oder weniger flachen Vertiefung der dorsalen Ösophaguswand bis zum Magen und ist von dort auf nicht speziellen Nervenpräparaten nicht weiter zu verfolgen (in meinen Figuren mit *sy* bezeichnet). Auf dem Ösophagus reitet die Kopfaorta. Vom Magen aus erstrecken sich zwei große seitliche und je zwei kleinere dorsale und ventrale Aussackungen, Blindsäcke oder Coeca nach OUDEMANS bis an den Prothorax heran oder z. B. bei *Machilis cylindrica* (GEOFFROY) bis in diesen hinein und umgeben somit das Hinterende des Ösophagus vollständig. Zwischen den oberen hindurch zwängt sich die Kopfaorta, um auf dem Magen das Herz zu erreichen. Der Mitteldarm wird im 7. Abdominalsegment enger und geht mit scharfer Grenze am Vorderrande des 8. Abdominalsegmentes in den Enddarm über (s. Textfig. 2, p. 40). vorher noch die Malpighischen Gefäße auf-

nehmend. Bis ans Ende des 8. Abdominalsegmentes verläuft der Enddarm gerade, biegt dann in den meisten Fällen etwas nach unten, hierauf nach oben und endlich nochmals nach unten gegen die Afteröffnung hin. In dem geschweiften Stück ist die Muskulatur der Wandung auffallend dick, die Wandung selbst, vielmehr das Epithel, gewöhnlich gefaltet. Im hinteren Teil des 10. Abdominalsegmentes erweitert sich der Darm nochmals, um dann mit enger Öffnung am Hinterende des 10. Abdominalsegmentes mehr ventral gerichtet aufzuhören. Den Verschuß des Afters bewerkstelligen früher genannte drei Klappen (Taf. II, Fig. 11). Von diesem erweiterten Teil des Enddarmes, d. h. von dessen Epithel aus ziehen, die starke Darmmuskulatur durchbrechend, Dilatatorenbündel an das ins Abdomen hineinragende Stück Rückenwandung des Filum terminale oder direkt an dessen Vorderrand und seitwärts abwärts an die Bauchwandung des 10. Abdominalsegmentes. Auf die obere Biegung des geschweiften Enddarmstückes steigt das Herz herunter und setzt in die Aorta über, die den Darm verläßt und kaudalwärts zum Körperepithel hinaufsteigt. Über die Beschaffenheit der Darmwandungen geben einige meiner Zeichnungen Aufschluß (z. B. Taf. II, Fig. 5 und 8 und Taf. III, Fig. 26).

Über die Körpermuskulatur der Machiloideen liegt leider keine spezielle Arbeit vor. OUDEMANS (95) berichtet sehr wenig davon; mehr darüber vernehmen wir durch GRASSI (55); seine Figg. 8 und 13, Taf. I stellen schematisch die Verhältnisse in den Abdominalsegmenten dar, während Fig. 10 der gleichen Tafel die Thorakalmuskulatur von Campodea, die gewisse Ähnlichkeit mit der von Machilis haben soll, zeigt. Nach seinen Angaben p. 13 sollen sein:

„al dorso (muscolatura obliqua dorsale) due muscoli, obliqui, l'uno in senso opposto all'altro e l'uno sovrastante all'altro; ai lati (muscolatura obliqua laterale) due muscoli ad essi simili ed un terzo, più esterno (corrispondente probabilmente al longitudinale del ventre di Japyx e Campodea). Tanto al di dentro, quanto al di fuori di questa muscolatura laterale, cioè tra essa e l'intestino, quanto tra essa e l'integumento esiste un muscolo dorsoventrale“ (Taf. I, Fig. 13).

Es finden sich auch „i muscolo retrattori delle pseudozampe e delle vesicole.“ Nach GRASSI besitzen Japyx und Campodea (und wahrscheinlich auch Machilis?) im Thorax „muscoli longitudinali e obliqui del dorso“, nicht sicher aber „i longitudinali del ventre. I muscoli dorso-ventrali vanno in parte alle zampe e così pure gli obliqui

ventrale.“ Die Ventralmuskulatur bezeichnet er als kompliziert (seine Bemerkung über Flügelmuskulatur s. p. 14 seiner Arbeit oder p. 16 der vorliegenden).

Wenn auch diese Angaben im großen und ganzen stimmen mögen, so würde ein eingehendes Studium der Muskulatur speziell von Machiloideen sicher noch manch interessantes Detail bringen. So hat jedenfalls GRASSI den dünnen Muskelzug übersehen, der zu jeder Seite der Ganglienkeite und in gleicher Höhe mit dieser durch das ganze Abdomen hindurch streicht und somit als ventraler Längsmuskel zu betrachten ist. Ferner steigt in einzelnen Segmenten im Abdomen von dem Darm auf beiden Seiten je ein dünner Muskel abwärts gegen die Mittellinie, zwischen den Längskommissuren der Bauchganglienkeite hindurch gegen das Sternit, wo beide am gleichen Punkt inserieren. Ob dieses feine Muskelband sich wirklich am Darm anlegt und zu seiner Befestigung und Bewegung dient, konnte ich nicht sicher erkennen, erscheint mir überhaupt fraglich; einige Schnitte deuten aber auf eine Muskelfaser hin, die schräg aufwärts, am Magen vorbei zu einem Transversalmuskel führt, möglicherweise sogar von einem solchen her stammt. Nach meinen Untersuchungen heften die inneren dorso-ventralen Muskeln am Rücken nahe beieinander sich an, zwei sogar ganz an gleicher Stelle, nämlich am seitlichen Vorderrand des Tergites, um dann nach unten auseinanderzugehen. Der getrennt inserierende Muskel ist viel stärker als die beiden anderen. Letztere zwei sind von großem Belang für die Fächermuskulatur des Herzens, wie wir im zweiten Teil der Arbeit sehen werden. Die Längsmuskeln des Machiloideenkörpers lassen die Segmentgrenzen scharf erkennen.

Die Literatur, die sich speziell mit Machiloideen befaßt, ist eine spärliche. Erst aus SILVESTRIS und VERHOEFFS Arbeiten geht hervor, daß sich das alte Genus *Machilis* trennen läßt in verschiedene Familien, Unterfamilien, Genera und Spezies. Die alte Bestimmungsweise nach Schuppenkleid, Antennen und Schwanzanhängen genügt nicht; es kommen für die Systematik eine ganze Reihe bestimmter morphologischer Merkmale in Betracht, zum ersten Mal scharf beschrieben von VERHOEFF. Am besten studiert ist die äußere Körperorganisation. Es bestehen aber nur wenige ausführlichere Arbeiten darüber. Die Angaben finden sich zerstreut in einer Menge vergleichender Arbeiten. In vorliegender Arbeit ist die diesbezügliche Literatur, soweit möglich, zusammen-

gestellt. Die bisherigen Untersuchungen über die innere Organisation bedürfen in den meisten Punkten der Nachprüfung und Ergänzung. Dies soll nicht zum Nachteil der ganz vorzüglichen wenigen Arbeiten gesagt sein. Vorliegende Arbeit bringt eine möglichst kurze Zusammenfassung des bisher über Machiloideen Bekannten; sie kann das ihrem Rahmen entsprechend jedoch nur sehr lückenhaft tun, oft sogar nur auf ausführlichere Untersuchungen verweisen. Es ergibt sich die Notwendigkeit eines erneuten, zum Teil topographischen, namentlich aber histologischen Studiums folgender Punkte: Nervensystem, vorzüglich feinere Innervierung der Organe, Atmungsorgane, Körpermuskulatur, Fettkörper, Geschlechtsorgane, Zusammensetzung des Blutes, Kreislauf des venösen Blutes. Neues oder Ergänzendes, das sich im Laufe der Untersuchungen für vorliegende Arbeit gezeigt hat, wurde an den passenden Stellen beigelegt. Es ist in Hinsicht auf die großen Lücken in der Kenntnis der Machiloideen sehr wenig und unvollständig, kaum aber wertlos.

Wenn der Verfasser durch seine kurzen Ausführungen in diesem ersten Teile unter den Forschern für die interessante Gruppe der Machiloideen, diese zarten und höchst eleganten Wesen, neue Freunde gewinnt, wird sein Wunsch erfüllt und auch der Wissenschaft ein schätzenswerter Dienst geleistet.

II. Teil.

Das Rückengefäß der Teutoniiden und Machiliden.

Vorwort.

Die Anregung zu dieser Arbeit verdanke ich meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. A. Lang, der mich zugleich auf Fundorte von Machiliden, der schönsten Gruppe der Thysanuren aufmerksam machte. Zahlreiche Exkursionen führten mich zu weiteren Wohngebieten solcher Tiere. So konnte ich die für meine Untersuchungen notwendigen Exemplare alle selbst sammeln und sie, was für solche Studien ein großer Vorteil ist, stets in mehr als genügender Zahl lebend zur Verfügung haben, besonders da ich mir in großen Glasbehältern eigene Kolonien angelegt

hatte. Eine Zeitlang fing ich auch Vertreter anderer Apterygotengruppen; aber eine Reihe von Versuchen, die auf günstige Schnittpräparate solcher Tiere hienzielten, mißglückten mir, während es mir in verhältnismäßig kurzer Zeit gelang, von den Machiloideen brauchbare, später sogar vorzügliche Präparate herzustellen. Das Studium der einschlägigen Literatur zeigte mir zudem die großen Lücken in der Kenntnis des inneren Baues und speziell des Herzens der Thysanuren. So blieb ich bei dieser Gruppe stehen und wählte als Gegenstand meiner Untersuchungen das Rückengefäß der Machiloideen, Meinertellidae ausgeschlossen. Der merkwürdige anatomische Bau dieses Organes bot für die Untersuchungen große Schwierigkeiten und erforderte ein großes Vergleichsmaterial und lang andauernde, sorgfältige Beobachtungen. Nicht minder schwierig sind bekanntlich histologische Untersuchungen des Organes der Blutbewegung bei Insekten. Darum konnte neben diesen Geweben nicht auch noch das das Herz umgebende Perikardialgewebe einem gründlichen Studium unterzogen werden.

Als wichtiges Ergebnis meiner Arbeiten nenne ich folgendes: Zwischen Teutoniiden und Machiliden bestehen keine Unterschiede im Bau des Rückengefäßes oder wenigstens nicht solche, die für die Untersuchungen eine genaue Scheidung der beiden Familien erfordert hätten. Dies ist ein Grund, warum von einer genauen Bestimmung der Arten Umgang genommen wurde. Eine solche nach alter Art wäre überdies durch VERHOEFFS systematische Arbeit über Machiloidea (130) beinahe wertlos geworden.

Methoden der Untersuchung und Zubereitung des Materials.

Zur Untersuchung wurden nur selbst gesammelte Tiere teils lebend, weitaus mehr aber frisch fixiert verwendet. Diese wurden sowohl nach Zupfmethode mit Nadeln, als auch nach der Schnittmethode untersucht.

Die Zeichnungen auf Taf. I wurden nach frisch geschuppten Exemplaren mittelst Lupen von 5—30facher Vergrößerung angefertigt. Da zum Teil nach lebenden Tieren gezeichnet wurde, um natürliche Stellungen zu erhalten, konnte der Zeichenapparat nicht verwendet werden. Für die Untersuchung der äußeren Organisation dienten in Alkohol konservierte Individuen. Ausgestülpte Bläschen am Abdomen erhielt man durch warmen Alkohol nach dem Verfahren von OUDEMANS (95).

Zum Erweichen des Chitins und gleichzeitigen Fixieren der Weichteile wurden verwendet:

1. HENNINGSches Gemisch¹⁾. Dieses eignet sich besonders zur Herstellung von Totalpräparaten, da es diese durchsichtig macht; Muskelzüge können speziell in den Gliedmaßen gut studiert werden. Weil ich die Tiere wegen schlechten Eindringens der Fixierungsflüssigkeit, namentlich in die Ovarien, lang darin belassen mußte, wurde das Material für Schnittserien etwas zu spröde und dies in erhöhtem Maße, wenn es vorher in Zedernholzöl aufbewahrt gewesen war. Färbungen jedoch konnten alle beliebigen vorgenommen werden.

2. Mischung „Dokters van LEEUWEN“²⁾ mit sehr gutem Erfolg; sie macht Totalpräparate etwas weniger durchsichtig, aber auch weniger spröde; letzteres zeigte sich besonders beim Schneiden mit dem Mikrotom. Alle möglichen Färbungen konnten mit derart fixierten Präparaten durchgeführt werden.

Fixiert wurde ferner mit Sublimat, Alkohol oder FLEMMINGscher Flüssigkeit. Nach FLEMMING fixierte Objekte nahmen nur sehr schwer Färbungen irgendwelcher Art an.

Als gute Färbmethoden erwiesen sich:

Totalfärbung in Boraxkarmin und Nachfärben mit Pikrin oder nach BLOCHMANN. Die BLOCHMANNsche Färbung kann prächtige Präparate geben, ist aber sehr subtil und erfordert viel Übung; zudem scheinen die Farben nicht von Dauer zu sein. Scharfe Differenzierungen ergibt die Totalfärbung in Hämalan und ein Nachfärben mit Eosin oder einer anderen Plasmafarbe. Gute Resultate lieferten Schnittfärbungen entweder mit HANSENS oder BÖHMERS Hämatoxylin und irgend einer Plasmafarbe, ausgezeichnete mit EHRЛИCHS Hämatoxylin und Orange; Präparate letzterer Art zeichnen sich durch klare, scharfe Kern- und saubere Plasmafärbung aus; sind die Schnitte etwas überfärbt, was vorteilhaft ist, so genügt ein kurzes Eintauchen in schwach angesäuertes Wasser (5—6 Tropfen Salzsäure in den Tubus) und tüchtiges Auswaschen. Die beste Färbemethode für Muskelgewebe ist auch hier die mit Eisenhämatoxylin nach HEIDENHAIN gefolgt von leichter Plasmafärbung (Eosin, Fuchsin usw.).

1) Zeitschr. f. wissenschaftliche Mikroskopie 1900, Bd. XVII.

2) Über das Fixieren von Insektenlarven, besonders während der Metamorphose. Zool. Anz. 1908, Bd. XXXII.

Das Fortschwimmen der Schnitte wurde verhindert durch vorheriges Bestreichen der Objektträger mit Eiweißglycerin oder durch Tauchen in Äther (nach 90% Alkohol), in dem eine ganz geringe Quantität Kollodium gelöst war; beim Hinaufführen durch Alkohol verschwand das Kollodiumhäutchen wieder.

Meine Proben mit sogenannter Doppeleinbettung fielen nicht gut aus; daher wurden sämtliche Tiere nur in Paraffin eingebettet. Da zog ich folgende Lehren:

Intakte Tiere, nach bewährten Regeln genau durch die verschiedenen Flüssigkeiten hinaufgeführt und eingebettet, ergaben höchst selten gute Schnitte. Müssen die Flüssigkeiten gut eindringen, so sind vorzugsweise vorhergehend Schnitte in den Thorax nötig, die auch den Magen treffen; andernfalls ist im Mitteldarm immer noch Luft und merkwürdigerweise auch in den Ovarien. Diese Erkenntnis kostete mich manche Enttäuschung und ungezählte Arbeitsstunden. Auch seitlich angeschnittene Tiere müssen lange in den Flüssigkeiten belassen werden. Ich notiere z. B.: VAN LEEUWENSche Mischung 24 Stunden, 95%iger Alkohol 48 Stunden, 100%iger Alkohol 24 Stunden, Xylol 2 Stunden, Xylolparaffin 1½ Stunden, Paraffin dreimal gewechselt bis 24 Stunden. Eine genaue Norm kann nicht aufgestellt werden, da die Verhältnisse sich sozusagen bei jedem Tiere ändern. Totalfärbungen verlangen ein Vorfärben von fünf und mehr Tagen. Das Rückengefäß und die umliegenden Gewebe wurden mir viel seltener zerrissen, wenn ich z. B. bei Querschnitten vom Rücken her schmitt.

Wenn man Insekten untersuchen will, darf man sich durch viele unausbleibliche vergebliche Bemühungen, gute Schnitte zu erhalten, nicht entmutigen lassen. Besonders geschlechtsreife Tiere bieten zu den Schwierigkeiten des Chitins noch die des Dotters. Wer die Geduld nicht verliert, dem wird das histologische Studium der Insektengewebe die dafür verwendete Mühe reichlich lohnen.

Das Rückengefäß der Kollembolen.

Literaturauszug.

Als Vergleichsmaterial sollen hier aus der reichhaltigen, größtenteils gediegenen Literatur über Kollembolen (siehe einiges im Literaturverzeichnis) nur die für uns wichtigsten Daten hervorgehoben werden. Uns interessiert in erster Linie, was über

die Blutzirkulation und das Rückengefäß der Kollembolen bekannt ist.

Hören wir was NICOLET (93) über diese Verhältnisse in bezug auf „les Podurelles“ sagt:

p. 49. „Ces secousses ou pulsations (des Blutes) dont le nombre varie avec l'âge correspondent exactement au mouvement de systole et de diastole de la partie antérieure du vaisseau dorsal; dans l'enfance, leur nombre est considérable; dans l'âge adulte il se réduit et varie entre 60 et 80 par minute.“ Eine Poduride, zwischen zwei flache leichte Gläschen gebracht, steigert die Herzstätigkeit bis auf 160 Schläge per Minute.

p. 77. „Quoique le mouvement de translation du sang soit assez régulier, il est cependant sujet à des intermittences qui durent quelquefois plusieurs heures; le sang paraît alors s'arrêter tout-à-coup . . .; on n'aperçoit plus qu'un faible mouvement contractile du vaisseau dorsal. Cet état, dont la durée est plus ou moins longue, et qui paraît n'exercer aucune influence fâcheuse sur l'insecte, se termine par de nouvelles oscillations . . .“

Das Rückengefäß beschreibt er ausführlich nach Lage und Gestalt. Uns dienen aber besser die Mitteilungen SOMMERS (118) über das Herz von *Macrotoma plumbea*; sie folgen hier auszugsweise:

p. 700—702: „Das Herz ziemlich gleichförmiger Schlauch vom 8. Abdominalsegment bis in den Thorax (siehe Fig. 26) zwischen den Längsmuskeln des Rückens. Beim Eintritt in den Mesothorax zur Aorta verengert, die bis in den Kopf zieht; deren Ende nicht festgestellt. Nach hinten das Herz vom 7. Abdominalsegment an konisch zulaufend, mittelst feiner Fibrillen an dorsaler Körperdecke befestigt. Hintere Öffnung auf der Spitze des kegelförmigen Endabschnittes nicht nachzuweisen. Fünf Paar Ostien mit Segmentgrenzen zusammenfallend; erstes Ostium auf Grenze des Meso- und Metathorax, letztes an Grenze des 7. und 8. Abdominalsegmentes. Zusammenfallend mit diesen Einlaßöffnungen fünf Paar Flügelmuskeln, deren Längsachse jeweils mit betreffender Segmentgrenze zusammenfällt. (Text und Zeichnung stimmen nicht zusammen, wahrscheinlich Zeichnung richtig, siehe WILLEM (135) p. 46). Jedes „Ostium“ spaltartige spindelförmige, dorsoventral gestellte Unterbrechung des Konturs auf dem Seitenumfang des Herzschlauches (siehe Fig. 27), entstanden durch Einfaltung der Herzwand gegen das Lumen des Herzrohres und dessen Achse. Dadurch entstehen klappenartig ins Herzrohr mit einem Drittel der Herzbreite hineinragende Falten mit einem

vorderen und hinteren Blatt. Jedes Blatt halbmondförmig, stößt mit dem Nachbar auf dem firstartigen Scheitel der Falte zusammen Auf dem Vorderende dieser Blätter eine kleine spindelförmige Durchbrechung der sonst kontinuierlichen Herz wand; diese Öffnung ist also erst das eigentliche Ostium im Bereich der Herzklappen selbst.“

Histologisch unterscheidet SOMMER an der Herz wandung eine Intima, eine Muscularis aus deutlich quergestreiften Ring-muskelbündeln und eine Lage feiner Fibrillen, die allseitig das Herz umfaßt. Diese Fibrillen sollen ihren Ursprung an den Flügelmuskeln nehmen.

Auf seine Beschreibung der Flügelmuskeln kommen wir später zurück.

PROWAZEK (106) findet bei *Isotoma*embryonen das Herz frühzeitig als dorsalen Spaltraum; es ist schlauchförmig, beginnt ungefähr am Anfang des 4. Abdominalsegmentes und verläuft ziemlich in gleicher Gestalt bis in den Mesothorax, wo es eine konische Verjüngung erfährt und eine Art Aorta nach vorne entsendet. Fünf Paare deutlicher und ein Paar kleiner Ostien, fast mit Segmentgrenzen zusammenfallend (siehe Fig. 24).

WILLEM (135) untersuchte den „Appareil circulatoire“ einer ganzen Reihe von Kollembolengattungen; er gibt unter „*Considérations sur l'évolution dans le groupe des Collemboles*“ (p. 69—70) unter anderen Merkmalen für seine „*forme ancestrale de ce groupe*“ auch folgendes an:

„L'appareil circulatoire se compose d'un vaisseau dorsal débutant dans le septième segment, présentant six paires d'ostioles et se terminant antérieurement par une aorte péri-oesophagienne.“

In Anpassung an verschiedene Lebensweisen erleidet bei den einzelnen Sektionen der Körper und damit auch die innere Organisation Umwandlungen; so besitzen die Poduriden 6, die Entomobryiden 5 und die Sminthuriden 2 paar Ostien; selbstverständlich ist auch das Herz entsprechend kürzer. Für die Kopfaorta werden überall die gleichen Verhältnisse angegeben und auch in den Längsschnitten gezeichnet und zwar von: *Podura aquatica* Pl. III, Fig. 2; *Achorutes viaticus* IV, 11; *Anurida maritima* VI, 13; *Isotoma viridis* VIII, 1; *Sminthurus fuscus* Kopf XIII, 1; *Sminthurus fuscus*, ganzes Herz XIV, 4. Ich gebe hier seine Beschreibung p. 16 (Poduridae) wieder:

„Le vaisseau dorsal débute par une extrémité close dans le septième anneau et se prolonge jusque dans le prothorax. Il présente sur son trajet six paires d'ostioles au niveau des segments accessoires (III, 2). La structure de ses parois et de ses valvules, la disposition des muscles alaires sont semblables à celles que SOMMER (118) a décrites chez *Tomocerus*. Cet auteur, cependant, n'a pas reconnu l'artère céphalique qui constitue le prolongement antérieur du vaisseau dorsal. Parvenu à la région postérieure de la tête ce prolongement enveloppe l'oesophage de telle façon que celui-ci perce sa paroi ventrale et accomplit la portion horizontale de son trajet dans un manchon formé par ce conduit sanguin (III, 2 et II, 4). L'aorte céphalique s'arrête, béante, au niveau de la commissure nerveuse périoesophagienne¹⁾; le liquide sanguin s'écoule dans le système des lacunes de la tête, pour passer ensuite dans le thorax et l'abdomen.“

Eine solche Gestaltung der Kopfaorta ist für mich mehr als merkwürdig; leider gibt WILLEM keine Querschnitte, die unbedingt beweisend wären; um so mehr muß ich, gestützt auf meine Beobachtungen, bei Teutoniiden und Machiliden Zweifel hegen an der Richtigkeit dieser Angaben.

Das Rückengefäß der Thysanuren.

Literaturauszug.

„Les Thysanoures proprement dits ont fait l'object de travaux importants déjà nombreux“ schreibt WILLEM (135) in der Einleitung zu seinem Abschnitt über die Thysanuren und nennt uns als die bemerkenswertesten Autoren GRASSI, OUDEMANS, FERNALD, NASSONOW und HAASE.

Betreffs der „zahlreichen“ Arbeiten bin ich nicht gleicher Meinung; denn es sind meines Wissens außer obigen nur wenige Thysanurenforscher wie BECKER, BRUNTZ, HEYMONS und PHILIP-TSCHENKO, SILVESTRI und VERHOEFF, die als „remarquable“ (WILLEM) in Frage kommen. Wir verdanken in erster Linie GRASSI eine Anzahl von äußerst wertvollen vergleichenden Untersuchungen über die Thysanuren; seinen Arbeiten ebenbürtig reiht sich die von OUDEMANS zur Seite. Aber ich zweifle, daß einer der genannten Forscher mit WILLEM einverstanden sei, wenn er sagt: „Leur anatomie (des Thysanoures) est suffisamment connue pour qu'il ne soit plus nécessaire d'en reprendre l'étude générale.“

1) Von mir hervorgehoben.

Sie wußten und wissen sicher selbst am besten, daß an ihren an und für sich ausgezeichneten Arbeiten noch manches zu ergänzen ist. Was z. B. über das Rückengefäß der Thysanuren bekannt ist, macht absolut keinen Anspruch auf Vollkommenheit, kann doch WILLEM selbst über dieses Organ bei sämtlichen Gattungen der Thysanuren nach GRASSI, OUDEMANS und NASONOW nur die Bemerkung machen:

„Vaisseau dorsal avec neuf paires d'ostioles.“

Auch folgende Literatúrauszüge werden mir Recht geben. In „Anatomia comparata dei Tisanuri“ von GRASSI (55) finden wir auf p. 25 und 26:

„Il vaso dorsale è essenzialmente formato come in tutti gli altri insetti; così pure l'aorta. In Campodea, in Japyx (Taf. IV, Fig. 38) e in Machilis e forse in tutti i Tisanuri il vaso dorsale s'estende fino al margine posteriore del secondo anello toracico e perciò l'aorta resta relativamente corta . . .; gli osti venosi sono per lo meno nove paia; corrispondono agli intersegmenti; il primo paio è tra il secondo e il terzo anello toracico; gli altri si trovano negli otto intersegmenti successivi. . . . Muscoli aliformi ben distinti non vengano da me riscontrati in alcun Tisanuri. Il diaframma dorsale o pericardico (Graber) esiste in quasi tutti i tisanuri, ma è assai imperfetto.“

In parecchi tisanuri, e specialmente in Machilis, è qua e là evidente la traccia d'un sepimento che riunisce il vaso dorsale all'intestino. Ciò dimostra l'intimo rapporto di questi due organi . . .

Nei tisanuri tutti, ma più evidentemente in Lepisma, distinguasi una speciale lacuna sanguigna tra la catena ganglionare e l'intestino.“

OUDEMANS (95) konstatierte nach Querschnitten bei Lepisma das Vorkommen eines Rückengefäßes, verweist bei Nicoletia, Campodea und Japyx auf GRASSI (53). Als wichtig sei hier das von Campodea Gesagte wiederholt (siehe auch GRASSI¹⁾, St. 385):

„Das Rückengefäß erstreckt sich vom zweiten Körpersegment bis zum Ende des Abdomens. Nach vorn setzt es sich als Aorta fort bis zum Kopf. Es ist umgeben von einer Muskelwand mit deutlich wahrnehmbaren Kernen. Die Klappen liegen zu neun Paaren auf den Segmentgrenzen. Hier und da gibt es einige Muskelfasern, die den Flügelmuskeln der Insekten analog sind. Das von GRABER bei ‚les vrais insectes‘ gefundene Diaphragma fehlt²⁾.“

1) GRASSI, I progenitori dei Miriapodi e degli Insetti. Cenni anatomici sul Genere Nicoletia. Bulletino della Società Entom. Italiana. Anno Diciottesimo. Firenze 1886.

2) Von mir hervorgehoben.

Über das Organ der Blutbewegung von *Machilis maritima* (Latr.) kann OUDEMANS nach eigenen Untersuchungen etwas mehr berichten. Weil dies die einzigen ausführlichen Angaben sind, die für das Thema meiner Arbeit großen Wert haben, sollen sie in den wichtigsten Punkten wörtlich folgen. Genannter Forscher suchte das Herz herauszupräparieren, eine Operation, die er als sehr schwierig bezeichnet. Auch Querschnitte stellte er sich her, bemerkt aber darüber:

„Will man jedoch etwas von Flügelmuskeln und Ostien sehen, so erweisen sich Schnitte dazu ungenügend¹⁾“.

Er fährt dann weiter:

„Ich konnte das Rückengefäß nach vorn verfolgen bis zur Grenze zwischen Kopf und Prothorax, nach hinten bis im 10. Segment. Der Querschnitt ist immer ein liegendes Oval. An den folgenden Stellen fand ich bei einem mittelgroßen weiblichen Exemplar folgende Maße:

Im Prothorax	hoch	0,082 mm	breit	0,115 mm
im ersten Abdominalsegment	„	0,098 „	„	0,135 „
über der Vereinigung der Ovidukte	„	0,066 „	„	0,105 „
vorn im 10. Segment	„	0,035 „	„	0,068 „
hinten	„	0,015 „	„	0,038 „

„In der Mitte des Körpers ist mithin das Rückengefäß am umfangreichsten. Vorn ist das Gefäß natürlich offen, hinten ist es geschlossen. Die Muskelwand, die das Gefäß umgibt, besteht aus Ringmuskeln und ist sehr dünn. Nach hinten wird sie etwas dicker und zwar bis zu 0,007 mm¹⁾.“

Nach OUDEMANS besitzt das Herz neun Paar Flügelmuskeln und ebensoviele Klappen in neun Segmenten, und zwar im Mesothorax, Metathorax und in den ersten sieben Abdominalsegmenten. Klappen sind wie in seiner Fig. 39 abgebildet „oder alle etwas mehr nach hinten“, vielleicht „während der Präparation eine kleine Verschiebung stattgefunden“, sodaß z. B. „die Klappen eigentlich auf den Segmentgrenzen liegen.“ Richtung der Klappen ziemlich schräg nach vorn. „die eingeschlagenen Ränder jedes Klappenpaares (bei durchfallender Beleuchtung) setzen sich (wahrscheinlich) noch ziemlich weit nach vorn fort und bilden dort einen spitzen Kegel, der bei

1) Von mir hervorgehoben.

der Systole der kopfwärts gelegenen Abteilung einen Verschuß nach hinten zu bildet.“

„In der Umgebung der Ostien“ (siehe Fig. 40) ein „Streifen, wie GRABER (50) (Fig. 17 und 19), ihn abgebildet hat, wahrscheinlich eine festere Stelle in der Ringmuskelschicht.“

„Die Flügelmuskeln sind sehr schwach entwickelt. Wegen ihrer außerordentlichen Zartheit und Feinheit war es mir (OUDEMANS) unmöglich zu entscheiden, ob sie ein „Perikardialseptum“ bilden, wie GRABER, (50) p. 152 dieses bei den von ihm untersuchten Insekten wahrnahm. Ebensowenig konnte ich (OUDEMANS) ermitteln, ob das Rückengefäß von einem sogenannten Suspensorium an der Rückenfläche des Tieres festsetzt, wie GRABER (50) p. 151 dies von Oedipoda und Ephippigera angibt.“

Zusammenfassung.

Bis jetzt ist nach der Literatur folgendes bekannt:

Sowohl bei Kollembolen, als auch bei Thysanuren setzt sich das Rückengefäß zusammen aus dem eigentlichen Herzabschnitt und aus einer Aorta. Das Ende letzterer ist bei den Thysanuren nicht festgestellt, findet sich aber bei Kollembolen (nach WILLEM) vor dem Kopfschlundring; es wird die Aorta vom Ösophagus durchbohrt, so daß ein Teil ihres Lumens oberhalb, der andere unterhalb des Ösophagus liegt. Das eigentliche Herz erstreckt sich bei Kollembolen und Thysanuren bis in den Mesothorax hinein entsprechend der verschiedenen Zahl von Körpersegmenten hat es bei den Kollembolen nicht überall die gleiche Länge und auch nicht die gleiche Ostienzahl: Poduriden sechs, Entomobryiden fünf und Sminthuriden zwei Paar. Bei den Thysanuren erstreckt es sich vom Mesothorax bis in das letzte Abdominalsegment hinein und besitzt neun Paar Ostien mit Klappen, die ziemlich mit den Segmentgrenzen zusammenfallen, wie dies übrigens auch bei den Kollembolen der Fall ist. Das Rückengefäß aller Apterygoten wird als hinten geschlossen angegeben. Über die Wandung ist bei den Thysanuren nur bekannt, daß sie aus Ringmuskeln mit großen Kernen besteht; bei den Kollembolen wird sie gebildet durch eine Intima, eine Muscularis und eine äußere Faserschicht. Flügelmuskeln des Herzens sind sicher nachgewiesen und sogar genauer beschrieben bei Kollembolen, nur sehr ungewiß aber bei den Thysanuren. Ähnlich steht es mit dem sogenannten Diaphragma.

Damit können wir auf die eigenen Untersuchungen eintreten; wir gliedern sie in die kürzeren makroskopischen und in die viel wichtigeren mikroskopischen Beobachtungen.

A. Makroskopische Beobachtungen.

Wie wir wissen, sind die frisch ausgeschlüpften Larven der Teutoniiden und Machiliden vollkommen unbeschuppt und fast durchsichtig. Es sollte demnach möglich sein, an solchen Tieren einiges über den Blutkreislauf zu erfahren. Leider kamen mir von den jüngsten Stadien nur sehr wenige zu Gesicht; sie sind zudem so zart, daß die kleinste unvorsichtige Berührung ihnen das Leben kostet. Dies kann aber sehr leicht sich ereignen, wenn man verschiedene Beobachtungen miteinander verknüpfen muß. Da ich bei jungen Tieren keinen Erfolg hatte, mußte ich bei ausgewachsenen etwas zu erreichen suchen. Zu diesem Zwecke brachte ich einzelne Individuen auf Objekträger, die mit einer dünnen Schicht dickflüssigen gewöhnlichen Klebgummis bestrichen waren. Der rasch eintrocknende Klebstoff verhinderte die Flucht der Tierchen. So konnten an den Tergiten die Schuppen leicht entfernt werden, ohne daß das Tier dabei Schaden gelitten hätte. An so vorbereiteten Exemplaren läßt sich das undeutlich durchscheinende Rückengefäß vom Mesothorax bis in das zehnte Abdominalsegment verfolgen. Man sieht also äußerlich nur den eigentlichen Herzteil. Durch die Tergitüberdachungen zerfällt dieser gleichsam in „Kammern“. Die Beobachtung des Spieles dieser „Kammern“ ist sehr interessant; am ausgesprochensten sind die Bewegungen im 6.—9. Abdominalsegment, in dem Abschnitte des Herzens, der, wie wir später sehen, anatomisch am eigenartigsten ist. Das gewöhnliche Bild dieses Teiles wird in Taf. II, Fig. 1 dargestellt; Fig. 3 gibt die Konstellation von Fig. 1 schematisch wieder. Danach sind die „Kammern“ 8 und 9 in Dilatation, 7 in Systole, 6 dagegen in zunehmender Diastole; dabei erscheint Punkt *A* + Fig. 3 oder die entsprechende Segmentgrenze *z* Fig. 1 als eine Art Angelpunkt, indem dort nie eine größere Erweiterung, wie z. B. an der Segmentgrenze zwischen 8 und 9 oder 6 und 7 zu erblicken ist. Auch die „Kammer“ 7 ist nie so stark erweitert wie „Kammer“ 6 und 8. Die größte Blutmenge scheint bei allen Teutoniiden und Machiliden nach der auffallend starken Herzerweiterung im 8. Abdominalsegment aufgenommen zu werden. Verengert sich das Herz bei *C* Fig. 3,

so vergrößert sich sein Lumen bei B. Mit anderen Worten: Der Herzabschnitt im 6.—9. Abdominalsegment ist für die Blutaufnahme besonders wichtig; es erweckt die Pulsation dieses Stückes den Eindruck, als ob ein Teil des Blutes nach vorn, ein anderer nach hinten gepreßt werde; der Vorstoß erfolgt dem Anscheine nach vor dem Rückstoß; daher bildet die Grenze zwischen 7. und 8. Abdominalsegment zugleich die Scheide des Blutstromes. Es entsteht dadurch eine Art Schlangenbewegung im Herzen.

Zur Zeit, da ich diese Herzpulsationen beobachtete, hatte ich noch keine Ahnung von dem merkwürdigen anatomischen Bau dieses Organes und war also bei meinen Beobachtungen nicht durch irgend etwas voreingenommen; um so verblüffender war dann für mich deren Übereinstimmung mit den tatsächlichen Verhältnissen des Rückengefäßes. Und nicht weniger überraschte es mich, als ich bald darauf in der Literatur durch CREUTZBERG (28) von ähnlichen Verhältnissen bei Ephemeridenlarven vernahm (siehe weiter unten!).

Die Herzkontraktionen sind nicht immer regelmäßig; sie hängen sehr von den Bewegungen des Tieres ab. Verhält sich das Tier ruhig, so erfolgt gewöhnlich ein rhythmischer Wechsel von Kontraktion und Dilatation; man zählt dann 79—81 Pulsationen in der Minute bei einer Zimmertemperatur von 16—18°. Ihre Zahl kann aber ohne sichtbaren Grund auf 45 hinuntersinken oder bei außerordentlichen Kraftanstrengungen auf 100 und mehr sich steigern. Wiederum stockt der Herzschlag manchmal plötzlich längere Zeit oder es erstreckt eine Diastole im 8. Segment sich sogar über 2 Sekunden hinaus, wobei sich das Gefäß bis auf das Doppelte des gewöhnlichen Maßes erweitern kann; es erinnert diese Herztätigkeit lebhaft an die Atmungsvorgänge beim Menschen, bei denen oft nach langem, ruhigem Ein- und Ausatmen ganz unbewußt ein tiefer, langer Atemzug erfolgt.

Durch eine rasche ungewollte Bewegung beim Beseitigen der Schuppen wurde eine Machilide mit dem scharfen Messerchen durch das Chitin hindurch am Rückengefäß verletzt; dieses stellte jedoch seine Tätigkeit nicht ein, sondern unterbrach sie nur hin und wieder auf eine Viertels- oder eine ganze Minute, um sie dann zuerst sehr stark und unregelmäßig, nach und nach aber wieder in geordnetem Takt aufzunehmen, freilich in seinen Kontraktionen allmählich langsamer und schwächer werdend. Nach einer Viertelstunde erfolgten noch 75, etliche Minuten später

70 Schläge; dann wurde das Spiel des Herzens höchst unregelmäßig, bis es nach ca. einer Stunde ganz aufhörte. Der Tod aber stellte sich erst geraume Zeit nachher ein.

Die Tergite zur besseren Besichtigung des Rückengefäßes zu beseitigen, hätte keinen Zweck; denn infolge Koagulation des Blutes und Vermischung mit dem Fettkörper trübt sich die Leibesflüssigkeit bei jeder stärkeren Verwundung augenblicklich und bildet auch ebenso schnell ein undurchsichtiges Häntchen über die Wunde.

Vergleichen wir das soeben Gehörte mit p. 30 dieser Arbeit, d. h. mit dem, was NICOLET (93) bei den Kollembolen beobachtet hat, so finden wir eine weitgehende Übereinstimmung in der Herztätigkeit von Thysanuren und Kollembolen.

Gleich OUDEMANS versuchte ich, das Rückengefäß ganz heraus zu präparieren; wegen des dicht anliegenden Fettkörpers und der Feinheit der Gefäßwände ist das aber eine schwierige Operation. Meine dahinzielenden Versuche zeitigten keine ersprießlichen Resultate. Ich konnte jedoch nach den verschiedenen Zeiten einen großen Unterschied in der Zähigkeit der Gewebe konstatieren; bei mehreren im Herbst zerlegten Tieren waren alle Organe auffallend brüchig, beinahe wie morsch; weder Darm noch Geschlechtsorgane brachte ich, entgegen früheren guten Erfolgen, unbeschädigt heraus, geschweige denn gar das Herz. Nach all den vergeblichen Versuchen hätte ich somit meine Arbeit aufgeben müssen, hätte ich mich abschrecken lassen durch OUDEMANS Bemerkung (siehe p. 34 unserer Arbeit). Bei meinen Untersuchungen bewährte sich umgekehrt die Schnittmethode ausgezeichnet.

Mehrere Machiliden wurden in heißem Sublimat fixiert und dann des Chitinkleides beraubt, freilich ohne für das Rückengefäß mehr zu erreichen; ein solches enthäutetes Tier zeigt Taf. II, Fig. 4; wir sehen da nur, wie das Blutgefäß liegt, daß es im vorderen Teil des Mesothorax verschwindet (auch in Fig. 2) und scheinbar im 10. Abdominalsegment endet, daß ferner im Todesmoment der vordere Abschnitt in Diastole, der hintere in Systole gewesen sein muß; die schwarzen Punkte geben Teile des Fettkörpers (*f*) an. Fächermuskeln lassen sich nicht nachweisen. OUDEMANS Zeichnung (Taf. III, Fig. 39) kann demnach nicht nach der Natur gezeichnet sein; sie stellt Lage und Verlauf der Fächermuskeln ganz unrichtig dar (siehe weiter unten!).

B. Mikroskopische Untersuchungen.

I. Anatomie des Rückengefäßes der Machiloideen.

1. Die Teile des Rückengefäßes und deren Lage.

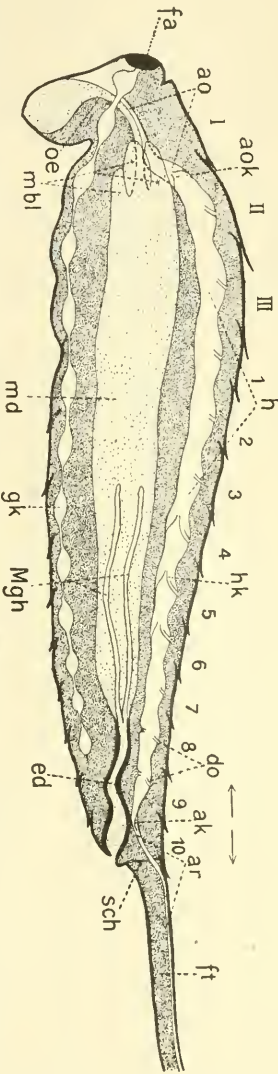
Das Rückengefäß der Machiloideen erstreckt sich in der dorsalen Mittellinie durch den ganzen Körper hindurch. Es zerfällt anatomisch und histologisch in drei Teile, nämlich in Aorta, eigentliches Herz und Schwanzarterie.

Das Herz beginnt mit engem Lumen im 10. Abdominalsegment, erweitert sich aber sofort zur ersten „Kammer“, entfernt sich zugleich von dem Enddarm, dem es mit seinem Hinterende aufliegt und nähert sich mehr dem dorsalen Integument, ohne es aber zu erreichen. Es hält nun streng die Mitte inne zwischen den dorsalen Längsmuskeln und zieht als ein dünnwandiges Rohr bis in den Mesothorax hinein, wo es sich allmählich dem Mitteldarm zuneigt. OUDEMANS (95) hat an einer *Machilis maritima* (Latr.) das Lumen des Rückengefäßes gemessen; die erhaltenen Zahlen (siehe p. 34 unserer Arbeit) lassen ihn schließen, dieses Organ sei wohl allgemein „in der Mitte des Körpers am umfangreichsten“. Dieser Schluß ist meiner Ansicht nach nicht zwingend, denn die gebotenen Maße können einfach verschiedenen Kontraktionsstadien entsprechen. Wie ich meinen zahlreichen Präparaten entnehme, dürfte die Herzform in der Textfig. 2 im allgemeinen den natürlichen Verhältnissen am ehesten entsprechen (Herz nicht in Tätigkeit). Es wäre demnach übereinstimmend mit OUDEMANS Annahme das Herz wirklich im Mesothorax und in den ersten drei Abdominalsegmenten am weitesten und es würde nach vorn in dem Thorax an Weite ganz wenig verlieren und auch nach hinten langsam, im 10. Abdominalsegment rasch sich verengern, um auf dem Enddarm in die Schwanzarterie überzugehen (Taf. II, Fig. 8). Diese nun sucht kaudal- und dorsalwärts den Vorderrand des Filum terminale (*f t*) zu erreichen und zieht der Basalmembran innig anliegend an der dorsalen Innenseite dieses mittleren Körperanhanges gerade nach hinten, dabei ziemlich gleiches Lumen behaltend. Das Hinterende der Arterie war in keinem Präparat mit Sicherheit nachzuweisen; daß es aber offen sein muß, unterliegt keinem Zweifel. Die Arterie kann meines Erachtens nicht bis in den hintersten Teil des Filum terminale gehen, da dieser sehr oft abbricht und dadurch also die Blutzirkulation gestört würde.

Große Schwierigkeiten boten die Untersuchungen am Vorderende des Herzens.

Im Mesothorax tritt das Herz aus der bis hierher inne gehaltenen mehr oberflächlichen Lage (Textfig. 2 oder Taf. II, Fig. 2

Textfig. 2. Schematischer Längsschnitt durch eine Machilide. Th. Thorax; Abd. Abdomen; F. t. Filum terminale; ao Kopfaorta; aok Aortenklappe; h Herz; hk Herzklappe; do Doppelostien des 8. u. 9. Abdominalsegmentes; ar Arterie; ak Aortenklappe; fa Facettenauge; gk Ganglienketten; os Ösophagus; md Mitteldarm; ed Enddarm; ← → Richtung des Blutstromes; Mgt Malpighische Gefäße; sch Scheidewand; f. t. Filum terminale.



und 4) heraus und steigt in der Höhe der Ösophagusmündung in den Magen zu diesem hinunter und zwingt sich im wahren Sinn des Wortes zwischen den kleinen Magenblindsäcken hindurch zum Ösophagus hin. Mittlererweile ist seine Wandung eine andere geworden oder richtiger ist das Herz in eine Aorta übergegangen. Über die Wandungsverhältnisse der Aorta im Bezirk der Magenblindsäcke habe ich nur ein deutliches Bild erhalten, das jedoch gut die der Aorta eigen angehörige Wandung erkennen ließ. Die Aorta ist gewöhnlich zu einem schmalen Schlitz, dessen Höhenaxe der des Tierkörpers entspricht, zusammengepreßt; sehr oft verschwindet das Aortenlumen vollständig oder dann sind hier in Unmenge Blutkörperchen, die eine klare Erkenntnis der Sachlage verhindern. Diese Umstände erklären uns, warum bis jetzt dieser Übergang der Aorta auf den Ösophagus von den Forschern vollständig übersehen wurde. Die Speiseröhre dient gleichsam als Träger des Blutgefäßes, der dieses bis zu dem Schlundring hin befördert, wo dessen Wandungen dann in den bindegewebigen Hüllen des Schlundringes aufgehen. Das Lumen der Aorta bleibt bis zum offenen Vorderende stets das gleiche.

röhre dient gleichsam als Träger des Blutgefäßes, der dieses bis zu dem Schlundring hin befördert, wo dessen Wandungen dann in den bindegewebigen Hüllen des Schlundringes aufgehen. Das Lumen der Aorta bleibt bis zum offenen Vorderende stets das gleiche.

Stellen wir unsere Resultate denen früherer Forscher gegenüber, so finden wir:

OUDEMANS (95) hat auf Pl. III, Fig. 39 das Vorderende des Herzens zu weit nach vorn verlegt; das eigentliche Herz reicht nur bis in den Mesothorax und nicht in den Prothorax hinein; genannter Forscher konnte demnach das Rückengefäß (er spricht nicht von einer Aorta) nicht „bis zur Grenze zwischen Kopf und Prothorax verfolgen“; denn nach meinen Erfahrungen kann *Machilis maritima* (LATR.) darin kaum eine Ausnahme machen. Das Hinterende des Rückengefäßes im Sinne OUDEMANS ist, wie letzterer angibt, im 10. Abdominalsegment; die wahren Verhältnisse in diesem Segment hat aber genannter Forscher nicht erkannt. Das Rückengefäß (eigentliches Herz) ist hinten nicht geschlossen, wie er sagt (s. p. 34 unserer Arbeit), sondern es setzt sich als Schwanzarterie noch weit nach hinten fort.

Den gleichen Irrtum in bezug auf das Hinterende des Rückengefäßes der Machiloideen treffen wir in allen Arbeiten, in denen überhaupt davon die Rede ist [GRASSI (55), WILLEM (135)]. Es wird Aufgabe neuer Forschungen sein, zu untersuchen, ob nicht auch bei den übrigen Thysanuren sich andere Verhältnisse ergeben, als wie sie bis dahin angenommen wurden.

2. Ostien und Klappen.

Das eigentliche Herz gestaltet sich in seinen Ostien und Klappen ganz eigenartig. Es ist nach vorn gegen die Aorta und nach hinten gegen die Arterie durch Klappen abgegrenzt; die vordere bezeichne ich als Aorten-, die hintere als Arterienklappe. Sie beide sind so gelagert, daß sie mir selbst bei sehr aufmerksamem Studium lange entgingen und noch länger unverständlich blieben. Nur sehr günstige Präparate bringen Klarheit über sie. Kennt man einmal ihre Lage, dann kann man sie so ziemlich in allen Präparaten nachweisen, wenn auch oft nur sehr unvollständig.

Die Aortenklappe liegt noch im vorderen Drittel des Mesothorax, ziemlich nahe der Segmentgrenze, auf der sie vielleicht ursprünglich sich lagerte. Da dort Herz und Aorta sich gegen den Magen und den Ösophagus biegen, so wird auch die Klappenebene geneigt, oft beinahe horizontal. Es ist daher ein glücklicher Zufall, wenn man die Klappe in Quer- und Horizontalschnitten sieht; leichter zu finden, doch vollkommen unverständlich ist sie in Sagittalschnitten (Taf. IV, Fig. 36 *a* u. *b*, *kl*). Bei den

erstgenannten zwei Schnittarten muß man sich gewöhnlich begnügen mit Bildern, wie wir eines auf Taf. III in Fig. 12 sehen. Ich versuchte Rekonstruktionen nach solchen Bildfolgen vorzunehmen; aber ich erhielt Gebilde, aus denen ich nicht klug wurde; danach hätte man sich die Klappe höchstens als eine löcherige Membran vorstellen können. Die in den Schnitten getroffenen Teile lassen sich eben infolge ihrer Zartheit unmöglich scharf abgrenzen. Als ich bereits meine Bemühungen, mir diesen vorderen Herzabschluß verständlich zu machen, aufgeben wollte, führte mich der Zufall in einer sonst nicht gerade tadellosen Serie auf einen Schnitt, wie Taf. IV, Fig. 38 ihn zeigt. Dieser läßt an Deutlichkeit nichts zu wünschen übrig. Ganz das gewöhnliche Herzklappenbild (*kl*), der von den Klappenhälften freigelassene Spalt in seiner Richtung, wie bei den hinteren Klappen (siehe später), dem Höhendurchmesser des Gefäßes entsprechend. Es ist eine Doppelklappe, gebildet durch zwei „halbmondförmige“, mit Kernen versehene, dünne Membranen. — Die Bezeichnung „halbmondförmig“ („Semilunarklappen“ nach WEISSMANN¹⁾), die in der Literatur gebraucht wird (siehe SOMMER p. 31 unserer Arbeit), ist eigentlich in unserem Falle unrichtig. Die beiden Klappenhälften würden zusammen wohl ein Gebilde ergeben nicht unähnlich dem Glastrichter, wie man ihn oft an sich selbstregulierenden Tintengefäßen sieht; nur wäre der Trichter nicht so lang und die Trichteröffnung nicht rund, sondern eine sehr breit gepreßte (hier der Höhe nach stehende) Spalte; wir müßten uns ferner vorstellen, durch die Pressung seien zwei Kanten entstanden und vom Trichterende bis weit zur Mündung hinauf geschlitzt. — Die großen Kerne sehen den Muskelkernen der Herzwandung sehr ähnlich; danach könnten die Membranen muskulös sein. Die beiden Klappenhälften links und rechts an der Gefäßwand lassen, wie dies aus der Zeichnung (Taf. IV, Fig. 38 *kl*) leicht ersichtlich ist, das Blut in die Aorta strömen, verhindern dagegen das Zurückfließen. Die Zeichnung bestätigt zudem das von der Aorta Gesagte; wir sehen den Eintritt der Aorta (*ao*) in den Engpaß zwischen den beiden Magenblindsäcken (*mb*).

Wem die Aortenklappe jetzt noch nicht klar sein sollte, den wird Taf. IV, Fig. 37 genügend belehren. Diese Figur könnte

1) WEISSMANN, AUG., Die Entwicklung der Dipteren. Leipzig 1864. WEISSMANN, AUG., Die Metamorphose von *Corethra plumicornis* 1866. Zeitsch. f. wiss. Zool., 1866 Bd. XVI.

zwar sehr leicht zu einem Trugschluß verleiten; die Kenntnis der Schnittrichtung, gegeben durch punktierte Linie in Fig. 37 *b* wird uns davor bewahren: Der untere Teil der Zeichnung gehört ins Gebiet der Aorta, der obere zum Herzen; ein Schnitt weiter nach vorn würde uns ganz in die Aorta versetzen und uns zugleich den noch fehlenden oberen (vorderen) Teil der beiden Klappenhälften bringen. Oder ergänzen wir in Gedanken diese beiden hier sichtbaren unteren (hinteren) Klappenstücke (*kl*) bis zur oberen Wandung des Herzens (*h*), so haben wir die beiden Mondsicheln (so erscheinen sie in der Zeichnung) mit dem dazwischen liegenden Spalt (*klsp*), und ein Zweifel über die Gestalt dieser Aortenklappen kann wohl kaum mehr bestehen.

Einer Andeutung dieser Aortenklappe begegnete ich nirgends in der Literatur über die Thysanuren und auch nicht in der über die Kollembolen. Etwas verschieden von der hier beschriebenen Klappe ist die Klappe, welcher HERBST (66) bei *Scutigera* und *Scolopendra* am Übergang des Herzens in die Aorta cephalica begegnete. Siehe seinen Text p. 22, p. 29 und seine Taf. IV, Fig. 26!

Die Arterienklappe verdient diesen Namen mit vollem Recht; denn sie liegt ganz im Anfangsteil der Arterie drin, ist aber dem Ursprung nach wahrscheinlich eine Partie des Herzens. Sie bietet dem Studium ähnliche Schwierigkeiten wie die Aortenklappe. In den meisten Präparaten ist die Arterie so eng zusammengezogen oder gepreßt, daß von der Klappe in ihrem Anfang nichts oder kaum eine Spur zu bemerken ist. Man kann hunderte von Quer-, Längs- und Horizontalschnitten unter dem Mikroskop durchgehen, ohne ein richtiges Bild dieser Klappe zu bekommen. Hat man das Glück, auf eine Bilderserie zu stoßen, wie eine auf Taf. III in Fig. 22 *a—f* in einigen Hauptetappen dargestellt ist, so kann man sich schon einigermaßen eine Vorstellung machen, auch wenn es sich um etwas geschrumpftes Material handelt, vielleicht dann noch eher, als an ganz gut fixiertem. Wir schreiten, diesen Figuren folgend, in der Arterie von hinten nach vorn. Der erste Schnitt (*a*) bringt das Bild von mehreren ins Arterieninnere ragenden Muskelfasern mit Kernen; der zweite (*b*) gibt Anzeichen von einer bogenförmigen Vereinigung der Fasern, die sich im dritten Schnitt (*c*) wirklich vollzieht; der Bogen wird nun zusehends höher, die Streber oder Muskelfasern legen sich mehr zur Seite, d. h. an die Seitenwandung des konischen Innenrohres; denn mit einem solchen haben wir

es hier zu tun. Dies verraten die folgenden Schnitte, in denen das Rohr merklich weiter wird, indem die obere Wandung immer mehr der dorsalen Aortenwandung sich nähert, bis sie ganz in diese übergeht. Taf. IV, Fig. 34 bekräftigt uns noch in der Auffassung dieses Arterienabschnittes als Doppelrohr; die Fältelung des inneren Rohres ist möglicherweise ein Kunstprodukt. Fig. 35 spricht wieder für einen gelappten Hinterrand des eingestülpten Gefäßteiles, wie er schon nach Taf. III, Fig. 22 *a, b* anzunehmen war. Auf eine Einstülpung von vorn nach hinten muß man schließen, wenn man ein der Taf. IV, Fig. 31 entsprechendes Bild sieht. Was man zuerst bezweifeln wollte, beweist sie beinahe genügend: Die Klappe richtet sich nach hinten in die dem Herzen gegenüber schwach erweiterte Arterie hinein. Wollte man jetzt noch an der Klappennatur zweifeln, so müßte darüber der Schnitt, dem Taf. IV, Fig. 32 entnommen ist, vollständig Licht verschaffen; der prächtige Schnitt in Fig. 33 wäre kaum mehr nötig, dokumentiert aber ausgezeichnet die Anwesenheit und Beschaffenheit der Arterienklappe. Ein glückliches Zusammentreffen von drei Schnitten analog den auf Taf. IV in Fig. 32, 33 u. 35 gezeichneten, würde im Augenblick erläutern, was sich für mich erst nach lang sich hinziehenden sorgfältigen Untersuchungen ergab:

Die Arterienklappe scheint entstanden zu sein durch eine Einstülpung des etwas zugespitzten hinteren Herzendes in die Arterie; dabei wurde der Hinterrand des engen Rohres zerschlitzt, ähnlich wie in grobem Vergleich der Spengler dies mit Blechrohren macht, die er ineinander stößt; möglicherweise war dies Hinterende früher wie bei anderen Insekten geschlossen und öffnete sich erst sekundär, sofern die Arterie sekundär erworben wurde. Die untere Wandung des Rohres verklebte sich mit derjenigen der Arterie oder wurde resorbiert. Diese Erklärung beruht natürlich nicht auf genetischen oder embryologischen Befunden, doch erleichtert sie uns das Verständnis dieser Verhältnisse.

Jeder Lappen des Hinterrandes trägt gleichsam zur Beschwerung einen großen Kern (Taf. IV, Fig. 32 und 33); durch An- und Übereinanderlegen dieser Lappen mit Kernen wird ein vorzüglicher Verschuß bewerkstelligt, jedoch — gegen hinten, also gegen den theoretischen und bei der Mehrzahl der Insekten auch tatsächlichen Blutstrom nach vorn. Es ist aber nur ein scheinbarer Widerspruch: Für eine Blutzufuhr von hinten sind

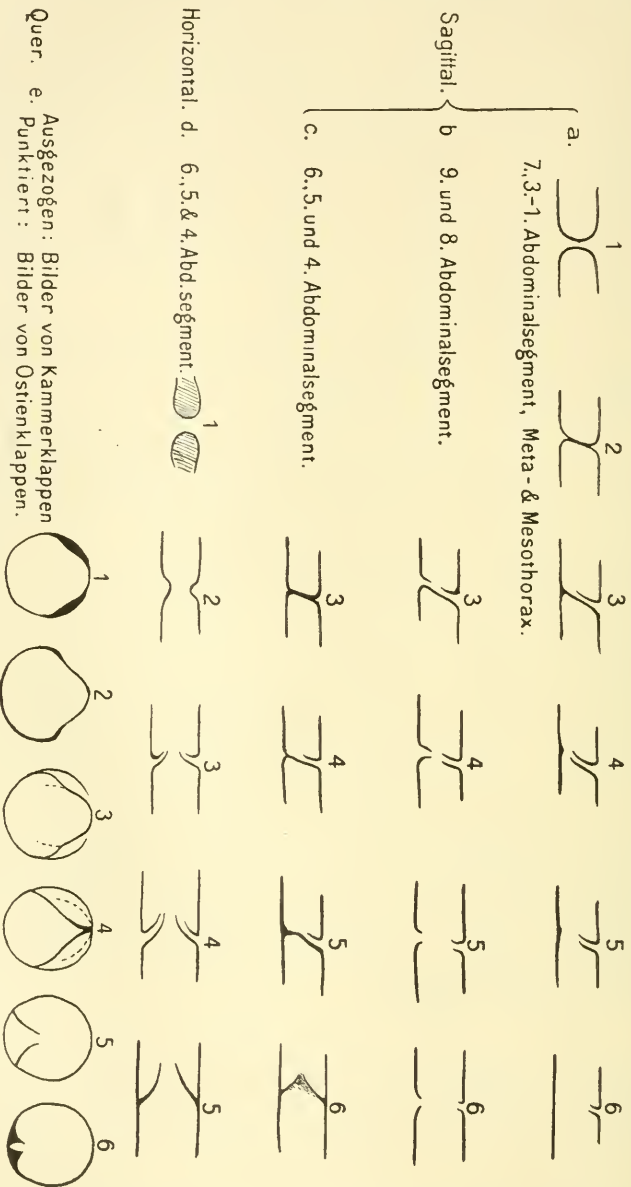
so viel ich weiß alle Insektenherzen verschlossen; darin stimmt demnach die Machiloideengruppe mit den anderen Abteilungen überein. Sie unterscheidet sich jedoch von den meisten anderen Insekten dadurch, daß sie Blut über das Herzende hinaus noch viel weiter nach hinten in geschlossener Bahn leiten kann und zwar in das im Verhältnis zum Tier auffallend lange Filum terminale. Der gewöhnliche Druck, der für die Blutzirkulation im Körper genügt, wäre kaum imstande gewesen, das Blut in diesen Schwanzfaden hinein zu treiben. Deshalb die Bildung einer Schwanzarterie, die vom Herzen aus reichlich mit Blut versorgt wird und es in das Filum terminale ergießen läßt. Wir werden darüber weiter unten noch hören.

Bevor ich auf ähnliche Zustände in anderen Insektengruppen eingehe, möchte ich sämtliche Ostien und die übrigen Klappen im Machiloideenherzen beschreiben.

Das Herz erstreckt sich, wie wir bereits wissen (Textfig. 2) durch 11 Segmente hindurch. Auf die hintere Hälfte eines jeden Segmentes entfällt ein Paar dorsaler Ostien; zu diesen gesellt sich im 8. und 9. Abdominalsegment je ein Paar ventraler Ostien (Taf. III, Fig. 21). Diese außergewöhnlichen Verhältnisse sind sicher eine Folge der nicht minder außergewöhnlichen Anforderungen, die in diesem Bezirk an die Blutzufuhr gestellt werden. Wir finden nun durch die anatomischen Untersuchungen bestätigt, was wir glauben, makroskopisch beobachtet zu haben (p. 36 und 37). In diesem Herzabschnitt strömt das Blut eines-teils nach vorn, anderenteils nach hinten; Kammerklappen im 6., 5. und 4. Abdominalsegment (Taf. III, Fig. 15—20) verwehren den Rückstrom aus dem Herzen; durch die Arterienklappe hingegen empfängt die Arterie wohl Blut, gibt es aber an dieser Stelle nicht wieder zurück. Die Blutzufuhr durch die dorsalen Ostien allein muß nicht genügt haben; neue Ergußquellen ins Herz wurden notwendig.

Diesen ventralen Ostien gegenüber verhielt ich mich selbst sehr skeptisch, obschon sie mir gleich bei Beginn meiner Untersuchungen auffielen, ich vergewisserte mich daher des Genauesten ihrer Existenz. Bei so zarten Herzwandungen wäre es nicht unmöglich, in bezug auf Ostien einen Irrtum zu begehen; ein Riß, eine Einbuchtung verursacht durch das Mikrotommesser oder die Präparation, können leicht eine natürliche Herzöffnung vor-täuschen. Wenn aber eine solche Lücke in der Wandung mit klappenartigen Einstülpungen an ihren Rändern sich durch Herz-

schnitte derselben und verschiedener Serien an gleicher Stelle wiederholt, kann sicher kein Zweifel über ihren Ostiencharakter bestehen.



Textfig. 3. Schema der Ostien- und Kammerklappenbilder in Sagittal-, Horizontal- und Querschnitten.
 (Die Zahlen geben die Reihenfolge der Schnitte an.)

Die stets wiederkehrenden Herzbilder in Sagittal-, Horizontal- und Querschnittserien lassen sich den verschiedenen Herzregionen nach folgendermaßen schematisieren: (Textfig. 3).

Da wir bei allen Horizontal- und Sagittalschnitten Bilder ähnlich den Schematas in Fig. 3a u. d, 1—2 erhalten, muß das Herz in der Ostiengegend ringförmig eingeschnürt sein; diese Einbuchtung ist dorsal und ventral am schwächsten, an den beiden Seitenwänden bei den Ostien am stärksten. Das Herz erscheint dort ähnlich einem dünnen Metallrohr, auf das man seitlich oben (hier rechts und links der dorsalen Mittellinie) gegen innen und vorn mit einem nicht allzuspitzen Instrumente drückt: zuerst gibt das Metall nach, buchtet sich ein; doch plötzlich fahren wir mit dem Werkzeug durch die Wandung ins Lumen des Rohres; ziehen wir das Instrument heraus, so sperrt sich der eingedrückte Teil etwas dagegen, endlich gibt er nach und als Spuren verbleiben Loch (im Herzen eher ein Schlitz) und Einbuchtung. Die eingestoßenen Ränder versehen beim Rückengefäß zugleich Ostien- und Klappendienst.

LANG (86) erklärt in These 56 die Ostien als verbliebene Einmündungsstellen von Darmvenen in das Rückengefäß. In unserem Falle, wo die Ostien nicht einfache Öffnungen, sondern ins Herzinnere vorspringende kurze Röhren sind, könnten wir uns jedes Ostium durch Einstülpung eines letzten Ansatzstückes der Venen, das gewissermaßen vom Blutstrom mitgerissen wurde, entstanden denken. Es müßten diese Ostien nachträglich aus den Segmentgrenzen heraus nach vorn gerückt sein; denn tatsächlich liegen sie im Segment drin, doch immer hinter dessen Mitte. Nach der Theorie von LANG (86) müßten die Ostien primitive, d. h. gleichzeitig mit dem Herzen entstehende Bildungen sein. POPOVICI-BAZNOSANU (103) dagegen schreibt (p. 640):

„Enfin d'après les observations que j'ai faites en étudiant les jeunes larves des Insectes les ostia ne sont pas des formations primitives, ils apparaissent plus tard, dans un état plus avancé de développement. Cette observation a été faite aussi par d'autres auteurs (VIALLANES aux larves des Limnobides, SCHNEIDER, au coeur des larves de Corethra des Phryganides).“

Obwohl diese Angaben von bewährten Forschern gemacht werden, wäre es doch denkbar, daß die Ostien ihnen einfach entgangen wären, wenn es sich nämlich um solche primitivster Art handeln würde: Einfache Öffnungen in der Herzwand ohne jegliche Klappenanhänge, die nur in den allergünstigsten Fällen nachzuweisen wären. Ähnlichen Schwierigkeiten begegnete z. B. PANTEL (98) bei der Untersuchung des „valvules du tronçon intermédiaires“ am Rückengefäß der Larve von *Thrixion hali-*

dayanum Rond. Ein Rückengefäß ohne Ostien bleibt, wo es auch konstatiert würde, zum mindesten etwas Merkwürdiges und es ist immer noch fraglich, ob ein solches dann einen ursprünglichen Zustand repräsentiere.

Über die Kammerlappen (Taf. III, Fig. 15—20) könnte wiederholt werden, was auf p. 42 über die Aortenklappe gesagt wurde. Der Ausdruck Mondsichel für die Klappenhälften würde stimmen, wenn letztere in eine Ebene fielen; dies ist nicht der Fall, sonst müßte ja die Klappe ohne besondere Sperrvorrichtungen ¹⁾ dem Blutdruck nach hinten eben so gut nachgeben, wie nach vorn. Eine Stellung wie sie auf Taf. IV in Fig. 36 gezeichnet ist, entspricht kaum natürlichen Verhältnissen, sondern ist wohl auf den plötzlichen unnatürlichen Tod zurückzuführen. Solch fragwürdigen Bildern begegnet man in den Schnittserien hin und wieder. Die gewohnte alte Erklärung der Herzkammerung, nach der letztere durch Einstülpung je eines hinteren konischen in einen vorderen weiteren Teil des Herzens entstanden sein soll, ist sicher eine leicht verständliche (siehe auch VERNON (131), p. 1315). Es müßte diese Ineinanderschiebung gerade das Herzwandstück mit den klappenlosen Ostien betroffen haben, so daß die Öffnungen auf den Vorder-Innenrand der Einfaltung zu liegen gekommen wäre. Dabei wären dann die doppelten Lagen der Falten zusammengewachsen und hätten nur die Ostienkanäle frei gelassen, weil da ein Verschmelzen infolge des ständigen Blutzuflusses unmöglich gewesen wäre. Eine genügend starke Einstülpung hätte naturgemäß Kammer- und Ostienklappen zugleich ergeben. Die Kammerklappen hätten in diesem Fall die Form eines Trichters mit kreisrunder Öffnung. Das trifft für die Machiloideenherzen nicht zu. Die Klappenöffnung ist eine der Höhe nach stehende Spalte. Wir können also obige Erklärung nicht anwenden; wir müssen uns vielmehr vorstellen, die beiderseitigen Ostieneinstülpungen seien so tief gewesen, daß die oberen und unteren Ränder ihrer Mündungen sich in der Mitte berührt hätten, oder vielmehr die Buchtungen gegen dorsale und ventrale Mittellinie ausgelaufen wären. Ähnlich wie oben geschildert, wären dann die Doppel der Faltungen seitlich unten verschmolzen und es hätten sich so die Öffnungen bis auf die Ostienkanäle vermindert. Das Herz wäre so dorsal und ventral nicht oder nur sehr wenig eingebuchtet worden. Auf diese Art hätten nicht halbmondförmige, sondern linsenquerschnitt-

1) Solche konnte ich nirgends entdecken.

ähnliche Klappenhälften entstehen müssen. Und so werden sie, von der Fläche gesehen, in Wirklichkeit im Machiloideenherzen auch sein; daraufhin deuten Schnitte aller Richtungen. Exemplare, bei denen entweder im 4., 5. oder 6. Abdominalsegment der Kammerverschluß dem Anschein nach kein kompletter ist, würden in der Klappenbildung nach obigem Modus auf einem Mittelstadium stehen geblieben sein. Vielleicht gehören sie einer bestimmten gleichen Altersstufe an; das konnte ich leider nicht entscheiden¹⁾. Solche Klappenmängel deuteten nur die Sagittalschnitte an; diese sind aber meist etwas unsicher und manchmal schwer verständlich. Fig. 14, 15 und 18 (Taf. III) geben die Ostien- und Klappenregion des 4.—6. Abdominalsegmentes einer *Lepismachilis* nach dem gleichen Sagittalschnitt wieder. Letzterer führt der Länge nach vorn beinahe mitten durchs Herzrohr, hinten trifft er es mehr seitlich; nach diesen Bildern besteht nur im 6. Abdominalsegment ein vollkommener Verschluß. Er wird aber ebenfalls mangelhaft, schreiten wir hier der Mitte zu; der Klappe begegnen wir erst wieder mehr auf der anderen Seite (Fig. 20 *a* und *b*). Ein sicherer Schluß ist folglich unmöglich.

Die beiden Figg. 20 *a* und *b* (Taf. III) sind übrigens wertvoll, weil wir dort das Blut durch Ostien ins Herz und nach vorn strömen sehen. Stellen wir die Figg. 14, 15, 18 und 20 *a* und *b* (Taf. III), sämtliche nach Schnitten durch das nämliche Tier, der Fig. 13, einem Schnitt durch das 2. Abdominalsegment eines anderen Tieres gegenüber, so bemerken wir sofort den großen Unterschied zwischen einer Herzgegend mit und einer solchen ohne Kammerklappe. Trugschlüsse wären möglich nach Fig. 17 und 19 (Taf. III); diese könnten eine obere und untere Klappe vortäuschen; doch verbindet ein durch den Schnitt gestreiftes Stück der nach vorn gerichteten welligen Klappe die beiden Teile. Fig. 16 (Taf. III) zeigt eine eigenartige Klappenstellung im 5. Abdominalsegment einer *Machilis*; leider fehlt in diesem Schnitt der untere Herzteil; er dient aber vorteilhaft zur Veranschaulichung

1) Siehe auch POPOVICI-BAZNOSANU (103) Schema für die Entstehung der Ostienklappen. Wie verschieden übrigens die Ostien, ihre Klappen und die Ventrikelventile sein können, zeigt besonders die Arbeit von JAWOROWSKI (79), sofern dessen Befunde auch durch heutige vollkommeneren Untersuchungsmethoden sich bestätigen. Auch die von HERBST (66) bei Chilopoden gefundenen Ostienklappen decken sich nicht mit denen von Machiloidea. Siehe seine Taf. V, Fig. 30 *a—d* und Text. p. 28—29.

der Klappenkerne, wie übrigens auch Fig. 13 (Taf. III). Den Beweis für die Existenz der unteren Ostien im 9. Abdominalsegment erbringt Fig. 21 (Taf. III).

Ganz unzweideutige Bilder bieten Horizontal- und etwas von oben nach unten schiefe Querschnitte (entgegen der Aussage von OUDEMANS, der übrigens an Totalpräparaten die Kammerklappen bemerkt hat, sie aber für alle Segmente andeutet). Durch erstere lassen sich sowohl die unteren Ostien, als auch die Kammerklappen nachweisen. Während bei gewöhnlichen Ostien nach Bildern wie Textfig. 3, Schema *d*, Nr. 3 sie darstellt, die Ostienklappen sich allmählich verkürzen, die Ostien sich schließen und die Herzwandung weiter abwärts vollkommen glatt wird, bleibt das Klappenbild Nr. 5, Schema *d* durch alle Schnitte und ändert sich naturgemäß erst mit den untersten Schnitten, indem sich dort die Klappenteile in der Wandung verlieren. In Querschnitten (Textfig. 3, Schema *e*), erscheinen die gewöhnlichen Ostienklappen ungefähr wie die punktierten Linien sie angeben; die vollausgezogenen Linien geben die Bilder der Kammerklappen schematisch wieder.

3. Die Blutzirkulation der Machiloideen, verglichen mit der anderer Insekten.

Die eigenartige Blutzirkulation im hinteren Teil des Herzens existiert nicht nur bei Machiloideen, sondern auch bei anderen Insekten. Die ersten diesbezüglichen Beobachtungen machte VERLOREN¹⁾ bei den Ephemerelarven. Seine Mitteilungen ergänzt und berichtigt CREUTZBERG (28). Ich beziehe mich nur auf den letztgenannten Autor. Dieser fand bei Ephemerelarven eine gefäßartige Erweiterung der Schwanzborstenkanäle im letzten Hinterleibssegment mit dem Rückengefäß in direkter Verbindung.

„Sie empfängt bei Zusammenziehungen des Herzens einen Teil der im hintersten Abschnitte desselben befindlichen Blutmenge, welche sie durch selbständige Kontraktionen in die Kanäle der Schwanzborsten treibt. Der am vorderen Ende des Gefäßes befindliche Klappenapparat besteht aus zwei der Symmetrieebene des Leibes parallelen

1) VERLOREN, M., Mémoire en réponse à la question suivante: éclairci par des observations nouvelles le phénomène de la circulation dans les insectes en recherchant si on peut la reconnaître dans les larves des différents ordres de ces animaux. Académie royale de Belgique (Extrait du tome XIX des mémoires couronnés et mémoires des savants étrangers).

Membranen, die als Fortsätze des Rückengefäßes nach hinten gerichtet und in einer Einstülpung des Gefäßes befestigt sind. . . . Diese Membranen legen sich aneinander, wenn das Rückengefäß sich ausdehnt und öffnen sich, wenn es sich zusammenzieht, wodurch natürlich ein von vorn nach hinten gerichteter Blutstrom erzeugt wird.“

Nach POPOVICI-BAZDOSANU (106) hat ZIMMERMANN 1880 bei *Cloë diptera*, *Cloë binoculata*, *Palingenia longicauda*, VAYSSIÈRE 1882 bei *Cleopsis* gleiche Verhältnisse entdeckt, und er selbst kann diese Befunde für alle Larven der Ephemerinen verallgemeinern: Das Herz verzweigt sich nach hinten in die drei Schwanzfäden. Die letzte Herzkammer ist ohne Ostien, hat dagegen eine nach hinten gerichtete Klappe.

„Le vaisseau caudal est un organe indépendant, ayant ses parois propres. Quelquefois ce vaisseau est bien séparé de l'hypoderme, d'autrefois il est si intimement attaché à l'hypoderme qu'on distingue à peine ses parois.“

Also auch in letzterer Beziehung ähnlich wie bei Machiloideen. Das Vorkommen dieser Schwanzgefäße begründet er folgendermaßen: Die Schwanzfäden dienen zum Schwimmen, sind also unentbehrliche Organe, müssen regeneriert werden können; dies ist nur bei schneller und starker Nahrungszufuhr möglich. — Wozu dient aber das sich sicher auch regenerierende Filum terminale bei den Machiloideen?

Derselbe Autor (103) fand unter den Amphipoden bei *Phronima sedentaria* ein Herz mit drei ungleich entwickelten Ostienpaaren, einer nach vorn gerichteten Klappe am Vorderende und eine rückwärts laufende am Übergang des Herzens in die „aorte abdominale“, wie er sie nennt. (Dazu seine Textfig. 9). Merkwürdigerweise fehlen, wie bei den Ephemerinen, in der hintersten Herzkammer die Ostien, während die Machiloideen im Gegensatz dazu ihre Zahl noch vergrößert haben. Für letzteres Verhalten konnte ich in der Literatur keine Analogien finden.

Wer den Literatúrauszug zu Anfang des zweiten Teiles meiner Arbeit oder die mit unseren Tieren sich befassende Literatur durchgeht, wird leicht erkennen, welche weitgehenden Differenzen sich zwischen den Ergebnissen vorliegender Arbeit und den Resultaten früherer Autoren in Hinsicht auf das Rückengefäß der Machiloideen ergeben. Das Schema des Thysanurenherzens mit neun Ostien, geschlossenem Hinterende und kurzer Kopfaorta wird nun nicht mehr zu Recht bestehen können.

Bevor ich zusammenfasse, möchte ich ganz kurz auf die auffallende Übereinstimmung in der Lage der Vorderenden von Herz und Mitteldarm aufmerksam machen. Auch das Hinterende des eigentlichen Herzens und des resorbierenden Darmabschnittes sind im Endsegment ziemlich auf gleicher Höhe. Eine gewisse Beziehung zwischen dem ostientragenden Teil des Rückengefäßes und der resorbierenden Darmpartie im Sinne LANGS (86) (These 58) kann hier nicht bestritten werden. [Siehe WINTERSTEIN (136) und JORDAN (80)!].

4. Zusammenfassung.

Das Rückengefäß der Machiloideen (abgesehen von Meinerellidae, die nicht zur Untersuchung gelangten), besteht aus Kopfaorta, eigentlichem Herzen und Schwanzarterie.

Das eigentliche Herz streicht der dorsalen Mittellinie entlang, dem Körperintegument näher als dem Darm, vom vorderen Rande des 10. Abdominalsegmentes bis nahe an den vorderen Segmentrand des Mesothorax, also durch 11 Segmente hindurch. Dem entsprechend besitzt es in jedem Segment, dem hinteren Segmentrand näher als dem vorderen, ein Paar dorsaler, im 8. und 9. Abdominalsegment diesen gegenüber zudem noch je ein Paar ventraler Ostien, sämtliche mit Klappen versehen. Zu den Ostienklappen gesellen sich im 4., 5. und 6. Abdominalsegment Kammerklappen. Die Ostien liegen unmittelbar vor den Kammerklappen, d. h. die Hinterlippen der Ostien dienen zugleich als Kammerklappen. Letztere sind nach vorn gerichtet und lassen Blut nur nach vorn fließen. Eine ähnliche Klappe an der Grenze zwischen Kopfaorta und pulsierendem Herzteil im Mesothorax verhindert das Rückströmen des Blutes zum Herzen. Durch das offene Hinterende des Herzens dagegen tritt Blut in die Schwanzarterie, dem durch eine nach hinten gerichtete konische, am Ende gelappte Klappe der Rückweg verschlossen wird.

Die Kopfaorta läuft zwischen den Magenblindsäcken hindurch und auf dem Ösophagus nach vorn bis zum Schlundring, wo sie mit weiter Öffnung aufhört.

Die Schwanzarterie steigt im 10. Abdominalsegment vom Enddarm kaudal- und dorsalwärts zur oberen Körperhülle des Filum terminale hinauf und zieht dessen Hypodermis gewöhnlich innig anliegend bis weit in diesen Schwanzfaden hinein. Ihr Hinterende muß offen sein, konnte jedoch nicht sicher festgestellt werden.

II. Topographische Beziehungen des Rückengefäßes zu den umliegenden Geweben und Organen, sowie dessen Befestigung. Das Perikardialseptum.

Wir schreiten in der Beschreibung dieser Verhältnisse durch den Machiloideenkörper von hinten nach vorn, durchgehen gleichsam eine Querschnittserie.

Die Arterie schmiegt sich im Filum terminale meistens eng an die Basalmembran der Hypodermis an; zur Ausnahme kann zwischen den genannten Gebilden eine Schicht Bindegewebe liegen (Taf. 6, Fig. 67*a*). Eine zarte bindegewebige Hülle umgibt das Blutgefäß und gleitet seitlich auf die Basalmembran des Körperepithels über. Als bald dünnere, bald dickere Schicht belegt dies Bindegewebe die innere Wandung des Schwanzfadens, in sich die Tracheenverzweigungen bettend (Taf. II, Fig. 9). Das Lumen der Arterie nimmt nach vorn nur sehr wenig zu; das Gefäß plattet sich gewöhnlich etwas ab und durchtritt im hinteren Körperteil eine Scheidewand (Taf. II, Fig. 8, Taf. III, Fig. 26—29 *sch*), die oben breit an der Basalmembran des Schwanzfadens ansetzt und so auf eine kürzere Strecke die Arterie umfaßt. Letztere entfernt sich von der Rückenwand, bleibt auf eine kurze Spanne noch mit ihr durch Bindegewebe verbunden, steigt dann frei ins 10. Abdominalsegment hinunter (siehe Taf. II, Fig. 8 und Textfig. 2) und nähert sich dem Darm. Dieser schickt ihr nicht selten Bindegewebefäden zu; in einem Präparat erweckte die Verbindung den Eindruck eines dünnen Muskelzuges, der scheinbar von der Längsmuskulatur des Darmes ausging (Taf. III, Fig. 25*m*). In der Mehrzahl der untersuchten Tiere berührt die Arterie den Enddarm, verbindet sich aber nur ganz lose durch Bindegewebe mit ihm. Bei anderen Exemplaren gelangen Arterie und Darm nicht zur Berührung; in solchen Fällen kann ein nur durch wenige Schnitte zu verfolgender feiner Bindegewebsstrang ähnlich einem Septum die beiden Organe verbinden oder ein Zusammenhang vollkommen fehlen. In dieser Körperregion beginnt ganz unvermittelt das äußerst zarte Diaphragma oder Perikardialseptum. Hier treffen wir ferner auf die Hinterenden des Fettkörpers, der sich zwischen dorsalen und ventralen Längsmuskeln einerseits, Darm und Körperhülle anderseits ausbreitet. Als ein ungemein subtiler Faden strebt in den Querschnitten das Septum von den unteren Flanken der Arterie schräg abwärts an Darm und dorsalen

Längsmuskeln vorbei den oberen Rändern des Fettkörpers zu. Es besitzt große, flach gedrückte Kerne, die man schön sieht, wenn das Diaphragma durch den Schnitt mehr in der Fläche getroffen wird. In manchen Präparaten, wo es sehr nahe an die dorsalen Längsmuskeln herantritt, möchte man es beinahe als deren losgerissene Hülle betrachten, besonders da es nun rechts und links an die Seitenwandung des Rückengefäßes und von dort aus an die Oberseite der Längsmuskeln bindegewebige Fäden abschickt (Taf. III, Fig. 22 *a—f*): Fäden in den Querschnitten; in Wirklichkeit sind es Membranen, die äußere Abgrenzung des Perikardialgewebes¹⁾. Das erkennen wir auf den nächsten Schnitten, wo sich zwischen sie und das Gefäß dieses großzellige Gewebe einschleibt. Wir sind nämlich mittlerweile beim eigentlichen Herzen angelangt. Das Perikardialseptum ist weitaus in den meisten Fällen sehr intim durch Bindegewebe mit der Herzwandung, der es hart anliegt, auf einen breiten Streifen verknüpft (Taf. III, Fig. 23 *b*); doch gibt es auch Tiere, wo es von ihr fast gelöst ist. An seinem Charakter als Septum ist nicht zu zweifeln, da an der vorderen Grenze des 10. Abdominalsegmentes bereits die ersten Fächer Muskeln an dasselbe herantreten. Mit einem Male werden die Verhältnisse am Ende des 9. Abdominalsegmentes und hauptsächlich im 8. Abdominalsegment komplizierter.

Das Perikardialgewebe zu beiden Seiten des Herzens umfaßt sichelförmig die Innenseite der dorsalen Längsmuskeln. Bei jüngeren und „fetten“ alten Tieren kommt ihm segmental von außen um die Längsmuskeln herum der Fettkörper entgegen; ebenso wuchert dieser auf der unteren Seite des Diaphragmas gegen die Körpermitte hinein, erreicht sie aber selten ganz. Im gleichen Maße wie er nach innen vorschreitet, verkürzt sich für den Beobachter das Diaphragma und beschränkt sich bei den einen Tieren schon vom 8. Abdominalsegment an, bei anderen erst weiter vorn im Abdomen, vielleicht vom 7. oder 6. Segment an, auf ein kaum sichtbares lückenhaftes Häutchen zwischen den beiderseitigen Perikardialgeweben oder verschwindet für das Auge ganz. Schritthaltend mit seiner Verkürzung hat es auch seine Verbindung mit der Herzunterseite auf eine immer schmalere Fläche reduziert und bildet zuletzt nur noch die Tangente an

1) Ein Verhalten, das ganz an die Zustände bei *Scolopendra* [HEYMONS (71)] erinnert und wohl auf einen ähnlichen Entwicklungsverlauf zurückzuführen ist.

den hier rundlicheren Herzquerschnitt, gibt jedoch die Berührung nicht auf. Da das Perikardialseptum als Grenze zwischen Perikardialgewebe und Fettkörper wegfällt, ist es nicht mehr möglich, diese beiden Gebilde voneinander zu trennen. Nur durch die Flügel- oder besser Fächer-muskeln werden sie jeweils an den Segmentgrenzen wieder voneinander geschieden. Wir haben dort Bilder, wie ein solches auf Taf. VI, Fig. 71 gezeichnet ist, während in den Segmenten drin die Verhältnisse denen auf Taf. II, Fig. 7 in linker Zeichnungshälfte dargestellten entsprechen. Die Fächer-muskeln, deren von mir elf gefunden wurden, dienen jedenfalls neben anderer Funktion als ein äußerst wichtiger Träger des Herzens.

Wenn von Perikardialgewebe doch noch gesprochen wird, so ist damit nur das in nächster Nähe des Herzens gelegene netzartige Gewebe gemeint, das sich über der ideellen Flügel-muskelebene befindet. Ob physiologisch eine solche Scheidung gerechtfertigt ist, erscheint zweifelhaft, da Zellstruktur und Zellkerne von Fettkörper und Perikardialgewebe selbst in Präparaten, die in FLEMMING'scher Flüssigkeit fixiert wurden, einander vollkommen gleichen.

Das Perikardialgewebe ist der wahre Träger des Herzens, es begrenzt dieses Gefäß links und rechts und schickt immer wieder feine Bindegewebsfasern an dasselbe ab, besonders starke von seiner oberen Begrenzung aus zur dorsalen Herzwandung. Es verwächst dorsal mit der Hypodermis der Tergite; linker und rechter Flügel lassen zwischen sich und der Herzoberseite immer einen trapezförmigen Raum frei, in dem sich Blut ansammelt, um von da in die Ostien zu strömen; Blutkörperchen finden wir hier und da auch zwischen der seitlichen Herzwandung und dem Perikardialgewebe. Zwischen Herzrohr und Vorderrand der Tergite und über denselben hinauf zwischen vordere und hintere Tergite schiebt sich ein Stück zelliges Gewebe (Taf. III, Fig. 14 und 15 *pc?*), eine Art Polster, dessen wahren Charakter ich nicht erkennen konnte. Ein bei vielen Machiloideen sehr lückenhaftes, bei anderen fast vollkommenes Septum zieht sich von der dorsalen Mittellinie des Herzens zum Körperepithel hinauf (Taf. III, Fig. 15; Taf. VI, Fig. 71), das Rückengefäß an letzterem aufhängend.

Mit dem Darm hat das eigentliche Herz keine Verbindung. Es treten zwischen diese beiden Organe Fettkörper und Malpighische Gefäße, in den vorderen Abdominalsegmenten und im Thorax die Geschlechtsorgane. Diese können namentlich bei

Weibchen mit fertiggebildeten Eiern das Rückengefäß ganz an das dorsale Integument hinaufstoßen oder es zwischen dem Perikardialgewebe, das dann wie ein gepreßter Schwamm erscheint, so zusammendrücken, daß man es sogar unter dem Mikroskop kaum entdeckt. Irgendwelche Verbindung, die auf einen genetischen Zusammenhang zwischen Genitalsystem und Perikardialseptum hinweisen würde, konnte ich bei den zur Untersuchung verwendeten Tieren nicht bemerken [s. HEYMONS (71) p. 82 ff.].

Im vorderen Drittel des Mesothorax mündet das Herz in die Kopfaorta, die, wie früher geschildert, sich von der Oberfläche entfernt und sich tiefer in den Körper hineinsenkt. Als ob er das Herz nicht loslassen wollte, verknüpft sich der Fettkörper noch besonders gut mit dem vorderen Ende desselben und hält es fest; nach oben mit dem Körperepithel verwachsend und nach vorn in den Kopf ziehend, macht er in Sagittalschnitten häufig den Eindruck, wie wenn er das Herzende recht eigentlich an sich, d. h. nach vorn reißen wollte. Zwischen die Magenblindsäcke vermag er ihm hier nicht nachzudringen; da muß sich die Aorta ja den Durchgang beinahe erzwingen. Ihre Wandung verwächst dabei teilweise innig mit den Magenausstülpungen. Wo die letzteren ihr mehr Platz lassen, ist die Aorta und mit ihr der Ösophagus durch Bindegewebe wie von einem Strickwerk umgeben, durch dessen Maschen nicht selten mehr oder weniger Blutkörperchen sich winden. Die ganz lose Verbindung der Aorta mit dem Ösophagus über und neben dem Sympatikus wird wiederum durch Bindegewebe lückenhaft bewerkstelligt (Taf. IV, Fig. 41 und 42). Vor den kleinen und zwischen den beiden großen Blindsäcken gewinnt bei vielen Tieren der dorsale Fettkörper nochmals auf eine ganz kurze Strecke Raum. Er muß dann aber den oberen (vorderen) Kopfdrüsen Platz machen (Taf. II, Fig. 5). Neben der Aorta sind meistens feine Tracheenzweige zu bemerken, die wahrscheinlich von den beiden Hauptästen des Kopfes (obige Fig. 7) herkommen.

Wo sich die Aorta dem oberen Kopfganglion nähert, verlaufen von ihr aus dorsalwärts zwischen dem Drüsengewebe hindurch wieder feine Fasern, oft wie feine Lamellen eines nicht verschmolzenen Septums (Taf. IV, Fig. 42); sie verteilen sich aber nur auf wenige Schnitte und verlieren sich im Drüsengewebe oder vorn in der Ganglienscheide.

Unter den Augennerven hindurchziehend (Taf. II, Fig. 6) erreicht die Aorta schließlich das obere Schlundganglion (Taf. IV

Fig. 43); ihre obere Wandung verschmilzt mit der bindegewebigen Hülle des Ganglions; die untere hingegen schiebt sich auf dem Ösophagus noch zwischen die Schlundkommissuren vor und verliert sich dort in der Ösophaguswandung (Taf. IV, Fig. 40).

Zusammenfassung.

Die Arterie verkittet sich durch Bindegewebe im Filum terminale mit der Basalmembran der dorsalen Hypodermis. Bindegewebige Häutchen oder Fasern verbinden sie nur lose mit dem Enddarm. Das eigentliche Herz hat keine Verbindung mit dem Darm. Es wird getragen durch Fächermuskeln, Perikardialgewebe und durch eine Art mehr oder weniger lückenhaftes Septum zwischen ihm und dem Rücken. Der Ösophagus ist das Stützlager der Kopfaorta; Bindegewebe heftet sie ferner fest an die Magenblindsäcke, sehr leicht an Ösophagus, dorsale Kopfdrüsen und oberes Schlundganglion.

III. Histologie des Rückengefäßes.

Das Rückengefäß der Thysanuren war bis dahin meines Wissens noch nie Gegenstand spezieller histologischer Untersuchungen. Nur Oudemans (95) macht eine kurze Bemerkung über die Ringmuskulatur des Machilisherzens (siehe p. 34 unserer Arbeit!). Etwas ausführlichere histologische Angaben über das pulsierende Organ der Kollembolen verdanken wir Sommer (118) (siehe p. 31 unserer Arbeit). Reichere Kenntnis über die Histologie der Blutgefäße müssen wir uns jedoch aus Arbeiten über andere Insekten oder Arthropoden überhaupt holen und deren gibt es eine stattliche Zahl sehr guter. Von den neueren sind in erster Linie zu nennen die histologischen Studien von Bergh (3 u. 4). Dieser Autor orientiert uns kurz und trefflich über frühere histologische Arbeiten. Berghs Befunde werden in schönster Weise bestätigt und ergänzt durch die kürzlich erschienene Arbeit von Zawarzin (138). Auf andere Arbeiten wird an passender Stelle aufmerksam gemacht; im übrigen gibt unser Literaturverzeichnis einige Wegleitung.

Wir gehen sofort über zu unseren eigenen Untersuchungen und Beobachtungen am Rückengefäß der Teutoniiden und Machiliden.

1. Die Wandung des eigentlichen Herzens. Der Perikardialraum und das Perikardialseptum.

Trotz ihrer Zartheit ist die Herzwandung dieser Tiere kein uniformes Gebilde; Intima, Muskularis und Adventitia partizipieren an ihrem Aufbau (Taf. V, Fig. 58, Fig. 59 *a, b, c*). Der vornehmste Komponent ist die Muskularis. Breit abgeplattete, halbringförmige Muskelzellen reihen sich, je zwei einander gegenüber, zu einem dünnwandigen Hohlzylinder Seite an Seite. Die Verwachsungsnähte der geraden Kanten dieser durch je eine Muskelzelle gebildeten Halbringe, die nach embryologischen und histologischen Befunden bei anderen Arthropoden dorsal und ventral liegen, konnten an meinen Präparaten nicht festgestellt werden, da ich sie nicht speziell darauf behandelt hatte. Seitlich sind die Bänder oder Muskelzellen besonders in Präparaten, die man durch Eisenhämatoxylin geführt hat, wenn man auch keine Grenznaht sieht, gewöhnlich gut abgegrenzt; denn es berühren sich die Fibrillenbündel der einzelnen Zellen nicht, sondern lassen schmälere oder breitere Lücken zwischen sich offen, so daß man im gleichen Herzanschnitt zehn und mehr solche Zellenbänder aneinandergereiht sehen kann, immer ein prächtiges Bild, vorzüglich dann, wenn die großen Kerne sichtbar sind und fast in einer Reihe der Herzachse parallel angeordnet daliegen, ähnlich wie in Taf. V, Fig. 56, teilweise auch in Taf. V, Fig. 54 *a, m, k*. Die Größe der Kerne können wir am besten nach Taf. V, Fig. 51 beurteilen, wo wir Kerne von Perikardialgewebe, Adventitia, Blutkörperchen und Muskularis auf kleiner Fläche nahe zusammen finden. Taf. V, Fig. 60 gibt ferner einige Muskelkerne der Herzwandung sehr stark vergrößert wieder (Ölimmersion); zum Vergleich sind in Fig. 61 Körpermuskelkerne und in Taf. V, Fig. 63 ein Blutkörperchen danebengestellt. Im Kerninnern fällt in erster Linie der große Nukleolus auf; um ihn gruppieren sich bald mehr, bald weniger, nie viele Chromatinkörner, die in einzelnen Kernen (Fig. 60 *b*) wie durch ein Netzwerk miteinander verbunden sind. Sie unterscheiden sich dadurch und durch den scharf abgegrenzten Nukleolus immer vom Kern der Blutkörperchen, das zudem viel mehr Chromatinkörner besitzt. Eine gewisse Ähnlichkeit zwischen Herzmuskel- und Körpermuskelkern ist hingegen nicht zu leugnen. Einzelne der Muskulariskerne dehnen sich nicht nur in der Fläche, sondern auch in der Höhe bedeutend aus und springen dann stark ins Herzlumen vor. Sie liegen nämlich immer auf der Innenseite

der Muskelschicht, wie dies FULMEK (43) am Rückengefäß der Mallophagen, PANTEL (98) am Herzen von *Thrixion halidayanum*, WEISMANN am Rückengefäß der Larve von *Musca vomitoria* und LEYDIG am Herzen anderer Insekten konstatieren konnte. BERGH (4) dagegen findet bei *Stratiomys*larven die genannten Kerne an der Außenseite des Herzmuskels, GADZIKIEWICZ (44) bei gewissen Arachnoiden mitten in den Muskelzellen drin. Für die Lagerung der Herzmuskelkerne der Arthropoden kann folglich kein Schema aufgestellt werden. Welche Ursachen eine so verschiedene Anordnung hervorrufen, wird wohl schwerlich je anzugeben sein. In Taf. V, Fig. 53 ist die Herzwandung inwendig, in Fig. 51 auf der Außenseite angeschnitten; deshalb überqueren für uns in letzterer die Fibrillenbündel die Muskelkerne, während in ersterer die Kerne frei vor uns liegen und ihre reihenweise Anordnung zeigen. So absolut regelmäßig sind die Kerne zwar nicht immer gelegen; nach anderen Schnitten gibt es auch Zellen mit mehr als einem Kern (Taf. V, Fig. 57).

Die Fibrillenbündel breiten sich in der Muskelzelle zu einer dünnen Schicht aus und ergeben so, parallel nebeneinander ums Herz verlaufend, verhältnismäßig sehr breite Bänder. In etwas geschrumpften Präparaten verlieren sie jeden gegenseitigen Kontakt fast vollständig (Taf. V, Fig. 51); dann ist eine Querstreifung der Muskeln sehr schwer zu erkennen. Um so schöner ist sie in Schnitten, die mit Eisenhämatoxylin behandelt wurden. In einer besonders günstigen Horizontalschnittserie konnte man klar und deutlich zwischen den plasmatischen Säulchen der kontraktilen Elemente die *Z*-Linie sehen; überall hatte man in dieser Serie unter dem Vergrößerungsglas Bilder, wie sie Taf. V, Fig. 56 *a* mit und Fig. 56 *b* stark vergrößert und ohne Zeichenapparat gemacht wiedergibt. Gestützt darauf kann als sicher festgestellt gesagt werden: Die Ringmuskulatur des Machiloideenherzens ist deutlich quergestreift und besitzt die sogenannte *Z*-Linie. (In Fig. 56, Taf. V sind die Kerne in tieferer Einstellung des Tubus gezeichnet, um ihre Anordnung zeigen zu können; eigentlich sollten sie von der Muskelschicht überzogen sein.) Die Querstreifung tritt auf allen Präparaten hervor, nur höchst selten so schön wie in oben beschriebenen Schnitten; wir bemerken sie in Fig. 57 und Fig. 60 *b* (Taf. V), doch fehlt da die *Z*-Linie. In seiner sehr klaren „Monographie d'une larve parasite“ bietet uns PANTEL (98) prächtige Bilder von Herz- und Aortenwandung mit quergestreifter Muskulatur.

in der die *Z*-Linie immer scharf hervortritt. Merkwürdigerweise macht aber PANTEL nicht besonders darauf aufmerksam.

Die Muskularis scheidet nach innen eine feine hyaline, homogene Intima ab, die wir auf allen Schnitten (und Zeichnungen) der Herzwandung sehen (s. die Zeichnungen Taf. V!). Diese besitzt niemals Kerne, noch irgend eine Zellkonstruktur; wir fassen sie mit BERGH (4) als „die Summe der Sarkolemmas der Innenseite“ auf.

Was genannter Autor und andere über ihre Fältelung sagen, bewahrheitet sich hier wieder: Ist das Herz in Systole, so legt sich die Intima in feine Falten, die, wären sie derber, leicht eine Längsstreifung vortäuschen könnten. Wie ein solcher Zustand das Bild der Querstreifung trübt, veranschaulicht Fig. 53 (Taf. V). Daß diese Längslinien nicht der Muskelschicht angehören, zeigt ihr ununterbrochener Verlauf durch die Bänderlücken; darüber täuscht uns auch nicht ihr Zusammenfallen mit der Querstreifung. Bedeutend klarer tritt diese Fältelung der Intima in Fig. 36 *b* (Taf. IV) am Ansatz der Aortenklappe zutage; man bemerkt sie überhaupt nicht selten an Klappenansätzen. In Fig. 51 (Taf. V) schimmert die Intima zwischen den Fibrillenbündeln durch und erweist sich da als vollkommen glatt; dafür erscheint sie geriebelt, wahrscheinlich infolge des ihr aufgelagerten Sarkoplasmas, dem sie ihre Entstehung verdankt.

Ob die Muskularis auch nach außen eine zarte Grenzmembran abscheidet, ist weit weniger leicht festzustellen. Meines Erachtens muß eine solche vorhanden sein, denn sonst würde an den Stellen, wo die Adventitia fehlt, das Sarkoplasma bloß liegen, was bei einer so hoch entwickelten Muskelzelle nicht anzunehmen ist. Ich glaube in der Tat auf solchen Strecken eine äußerst zarte Grenzmembran bemerkt zu haben, (Taf. V, Fig. 59 *a* und *c*, *gr*).

Unzweifelhafter präsentiert sich die Adventitia. Diese bindegewebige Hülle erstreckt sich über alle Herzgebiete, doch nicht lückenlos; an manchen Herzstellen sieht man nicht eine Spur von ihr. Wo sie sichtbar ist, erweist sie sich als eine dünne farb- und strukturlose Schicht, der reichlich längliche, hier und da ganz wunderlich gekrümmte Kerne eingelagert sind (Taf. V, Fig. 51, 52, 54, 58, 59), manchmal zwei aneinanderstoßend. Vorzüglich am Hinterende des eigentlichen Herzens liegen der Adventitia in der Längsrichtung des Gefäßes verlaufende Fasern an (Taf. V, Fig. 51). Mehr nach vorn werden sie bedeutend spärlicher; sie sind überhaupt sehr zart und in Schnitten nicht häufig zu sehen.

Anastomososen gehen sie nicht ein, sondern streichen parallel nebeneinander her (Taf. V, Fig. 52). Sie dürften den elastischen Fasern der Autoren entsprechen und nehmen ihren Ursprung jedenfalls aus den Fächermuskeln (s. dort!). Mit ihnen dürfen wir nicht verwechseln die Fältelungen oder gar Fetzen der Intima (Taf. V, Fig. 53 *ij'*). Spindelförmige Körperchen (Taf. V, Fig. 52 *sp*), wie sie von GRABER (50) zuerst entdeckt wurden, sind auch hier mit der Adventitia verkittet; da sie immer in der Längsrichtung des Rückengefäßes, also wie die elastischen Fasern streichen, fügen sie sich wie Kerne dieser Fasern ins Gewebe ein.

Wir müssen an dieser Stelle nochmals auf das Perikardialgewebe und dessen Beziehungen zum Herzen zurückkommen und dabei auch das Perikardialseptum wieder berücksichtigen. In einem vorhergehenden Abschnitt drückten wir uns aus, das Diaphragma beginne ganz unvermittelt und zwar, ergänzen wir hier, noch im Bereich der Schwanzarterie. Damit hebt zugleich ein eigentlicher Perikardialraum an. Zu seiner ventralen Abgrenzung durch das Perikardialseptum tritt unmittelbar nachher eine seitliche durch die äußere Umhüllungsmembran des Perikardialgewebes (Taf. III, Fig. 22, Taf. IV, Fig. 34 und 35). Da das Perikardialseptum im 10. und 9. Abdominalsegment ziemlich vollständig ist, dürften wir hier mit GRABER (50) oder mit dem jüngeren Autor HEYMONS (71) den ganzen Raum über dem Septum (darin also auch Längsmuskeln) als Perikardialraum auffassen, weiter vorn aber nicht mehr. Hin und wieder treffen wir gerade an der Stelle, wo die beiden Häute sich trennen, einen Kern, der seiner Lage nach der einen oder anderen angehören kann oder vielleicht den gemeinschaftlichen Ursprung derselben bedeutet (Taf. VI, Fig. 69 die Fortsetzung der Zeichnung in Fig. 68 nach links, stärker vergrößert).

Wenn weiter vorn das Perikardialgewebe sich in diesen Winkel hineinschiebt, legt sich die obere Membran ebenso intim an das Perikardialgewebe, wie dies das Diaphragma tut, so daß weder die eine noch das andere als ein besonderer Bestandteil abzutrennen ist.

Das Perikardialgewebe schmiegt sich zusammen mit der soeben genannten oberen Membran der Innenseite der dorsalen Längsmuskeln an und verwächst oben mit der Hypodermis oder mit der ihr angelagerten Bindegewebsschicht. Dadurch ist der seitliche Abschluß des Perikardialraumes durchgeführt. Der Raum wird zudem durch die Membranen oder Fasern, die oberseits von

den zwei Flügeln des Perikardialgewebes zu der Herzwandung übersetzen, in Unterabteilungen zerlegt, in zwei seitliche mehr ventrale und eine dorsale (Taf. VI, Fig. 71), die durch ein unvollkommenes dorsales Septum wieder halbiert wird. Durch die Lücken in der oberen Verbindung zwischen Perikardialgewebe und Herzwandung kommunizieren diese Räume miteinander. Weiter vorn vom 8. oder 7. Abdominalsegment an verbleibt als gut abgegrenzter Perikardialsinus¹⁾ (Taf. II, Fig. 7) nur der Teil über dem Herzen; er nimmt aus dem Körperhohlraum das Blut in sich auf und leitet es in die Ostien. In ihn hinauf kann sich im Abdomen zur Ausnahme ein Malpighisches Gefäß verirren (Taf. VI, Fig. 71); Tracheen sind ihm dagegen unbekannte Gäste.

Die seitlichen Räume werden durch den hereinwuchernden Fettkörper immer mehr verkleinert und können überhaupt nicht mehr als abgeschlossene Teile des Perikardialraumes gelten, da das Septum unter dem Herzen verschwindet oder nur höchst unvollkommen erhalten bleibt. Zudem legt sich das Perikardialgewebe seitlich sehr nahe an die Herzwandung. Hier wie auf der ganzen Herzlänge ist es immer durch hyaline Fasern mit der Herzwandung verbunden. Diese setzen breit an die Adventitia des Herzens an (Taf. VI, Fig. 68 und 71) oder treten vielleicht sogar in die Herzwand ein (Taf. III, Fig. 23 *b* unten links). In ihnen haben wir sicher zum Teil Abkömmlinge der Fächer-muskeln zu erblicken (siehe dort!); dies beweisen die Schnitte allerdings nicht unbedingt einwandfrei; denn als freie Fasern sind diese Bindefäden verhältnismäßig nur auf kurze Strecken zu verfolgen (Taf. VI, Fig. 68), nämlich vom Herzen bis zum Perikardialgewebe; dann treten sie zwischen die Lappen dieses Gewebes und verschwinden (obige Figur), indem sie sich an deren Wandung anlegen. Diese Lappen spitzen sich aber sowohl in Quer- als auch in Horizontalschnitten stets gegen den Winkel der Fächer-muskeln zu (Taf. VI, Fig. 71), gerade so, als ob sie von deren Fibrillenzügen durchschnitten würden.

Diesen Mitteilungen über die Herzwandung und den Perikardialraum habe ich nur noch beizufügen, daß mir in verschiedenen Präparaten auf der dorsalen Mittellinie des Herzens eine Reihe

1) Von einem Perikardialraum im Sinne HEYMONS (71) kann bei unseren Machiloideen in diesem Körperbezirke nicht mehr die Rede sein.

von dicht aufeinanderfolgenden Kernen auffiel, die gewissermaßen die Ansatzstelle des dorsalen Bindegewebszuges zum Körperepithel markierte.

Anlagerungen von Blutkörperchen an oder gar Verwachsungen solcher mit der Herzwandung [FRANZ (41) GADZIKIEWICZ (44)] begegnete ich in meinen Präparaten nicht; eine einzige Serie täuschte mir eine zeitlang etwas Ähnliches vor, bis ich erkannte, daß es sich bei ihr um eine Auflösung der Herzwandung (wahrscheinlich infolge ungenügender Fixierung) handelte (Taf. III, Fig. 23 a, b).

Zusammenfassung.

Die Wandung des eigentlichen Herzens der Machiloideen wird gebildet durch Intima, Muskularis, Grenzmembran und Adventitia.

Intima und Grenzmembran sind Produkte der Muskularis und besitzen weder eine Struktur noch Kerne.

Die Muskularis besteht aus Ringmuskeln. Jeder Ring setzt sich zusammen aus zwei halbringförmigen, breit abgeplatteten Muskelzellen. In deren Sarkoplasma verlaufen parallel zueinander die Myofibrillenbündel ums Herz. Diese sind deutlich quergestreift und besitzen die sogenannte Z-Linie.

Auf ihrer Innenseite, von ihnen unabhängig, liegen sehr große Kerne zu zwei ziemlich regelmäßigen Reihen längs des Herzens angeordnet.

Die Adventitia hat keine wahrnehmbare Struktur, dagegen viele längliche Kerne. Mit ihr verbinden sich die Ausläufer des Perikardialgewebes. Elastische Fasern in der Längsrichtung des Rückengefäßes stammen wohl von den Fächermuskeln her.

Um das Herz befindet sich ein Perikardialraum, abgeschlossen unten durch das Perikardialseptum, so weit es besteht, seitlich durch das Perikardialgewebe und oben durch das Körperepithel.

2. Aortenklappe, Herzkammer- und Ostienklappen.

Über den histologischen Bau dieser Gebilde ist nicht mehr viel beizufügen. Als Teile oder Produkte der Herzwandung können die Klappen von dieser wenigstens im Baumaterial nicht stark verschieden sein. Eine Ausnahme könnte höchstens die Aortenklappe machen; es ist dies aber nicht der Fall, weshalb wir sie zusammen mit den anderen Klappen besprechen.

Der Hauptbestandteil ist wiederum Muskelsubstanz, an der man aber keine deutliche Querstreifung oder gar Fibrillenbildung bemerken kann. Dieser eingebettet (Taf. III, Figg. 15, 18, 20, Taf. IV, Fig. 37, Taf. V, Fig. 62) oder angelagert (Taf. IV, Fig. 36*b*) oder gar am Ende der Klappen (Taf. III, Figg. 13, 16, 19 und 21, Taf. IV, Fig. 38) treffen wir häufig große Kerne, die denen der Muskularis sehr ähnlich sind (vgl. Taf. V, Fig. 60 und 62!). Die Intima setzt sich auf die Klappen fort, was wir an deren Fältelung, namentlich am Ursprung der Kammerklappen leicht erkennen können (Taf. IV, Fig. 36). Die Muskelsubstanz der Klappen scheidet also ebenfalls auf beiden Seiten ein Sarkolemma ab. Ich sah Kammerklappen, wo beiderseitig der Muskelsubstanz, zwischen ihr und der Intima, je ein Kern angelagert war. Solche Bilder leiteten unmittelbar auf die Idee, die Entstehung der Klappen zurückführen zu müssen auf eine Einfaltung der Herzwandung, wobei die beiden Muskelschichten dann zu einer Lage verwachsen wären. Trotzdem ist diese Muskellage noch dünner als die Muskularis der Herzwandung, beschränkt sich sogar gegen das Ende der Klappen hier und da scheinbar nur auf das Sarkolemma.

Zusammenfassung.

Die Aorten-, Kammer- und Ostienklappen bestehen nur aus Muskelsubstanz mit Kernen, aber ohne deutliche Querstreifung oder Fibrillenbildung; diese sondert beiderseitig eine ganz feine Intima oder zutreffender Grenzmembran ab.

3. Schwanzarterie und Kopfaorta.

An der Schwanzarterie müssen wir zwei Teile auseinanderhalten, die in ihrem Aufbau etwas verschieden sind. Das erste Teilstück reicht von der Arterienklappe bis zur Scheidewand am Hinterende des Abdomens; das zweite zieht als des ersteren Fortsetzung durch das Filum terminale. An beiden Stücken wiegt wieder die Muskularis vor, ist zudem im ersten Teil dicker als im Endstück. Die Figg. 31—35 (Taf. IV) und 24 und 29 (Taf. III) demonstrieren unzweideutig deren Charakter im Abdominalteil der Arterie. Dicke Myofibrillenbündel umlaufen spiralig das Arterienrohr; daraus erklärt sich die Kreuzung in Fig. 26, Taf. III; dort sind Fibrillen der beiden Seiten sichtbar. Daß diese Fibrillenbündel einzelnen Muskelzellen zuzuschreiben sind, beweist das sie umgebende Sarkolemma (Taf. III,

Fig. 24); dieses ergänzt sich innen zu einer Intima, die aber in den Schnitten meist zerrissen ist. Wir bekommen von der Innenwandung in Schnitten höchst selten ein klares Bild, da das Rohrlumen hier durch die Muskelkontraktion bei der Abtötung der Tiere sehr verkleinert wurde. Die Kerne stehen in ihrer Größe denen der Herzmuskularis wenig oder nichts nach; von einer Reihenordnung derselben kann infolge der Spiraltung keine Rede sein; wir können im gleichen Querschnitt z. B. mehrere treffen.

Die Bilder der Arterienklappe lassen zwei Deutungen zu; Querschnitte weisen mehr auf einen ringförmigen, Längsschnitte eher auf einen Längsverlauf der Myofibrillen; die ersteren leiten uns jedenfalls zu der richtigeren Auslegung; denn kommt der Klappe eine gewisse Selbsttätigkeit zu, so besteht diese wohl in einer ringförmigen Kontraktion. Die großen Kerne am gelappten Ende der Arterienklappe sind fraglos Muskelkerne.

Nach verschieden gelegten Schnitten können die Myofibrillen des Arterienstüekes im Filum terminale spiralig oder ringförmig angeordnet sein; Querschnitte führen eher auf eine Deutung im letzteren Sinne; Muskelkerne sind auch hier ziemlich zahlreich, im gleichen Querschnitt hier und da drei und vier. Die Muskelsubstanz scheint nach hinten abzunehmen. Die Abgrenzung nach innen, gegen das Lumen der Arterie, läßt eine feine Intima vermuten (Taf. VI, Fig. 67 *a* und *b*).

An der ganzen Schwanzarterie ist die Querstreifung der Muskulatur nie so prägnant wie an der Herzwandung. Eine Adventitia, die stellenweise von Kernen wie besät ist, umhüllt überall das Arterienrohr (Taf. III, Figg. 26 und 29).

Das Anfangsstück der Schwanzarterie, das noch das 10. Abdominalsegment durchzieht, muß für die Blutbewegung nach hinten besonders wichtig sein. Der Blutkanal ist hier recht eng geworden; drei bis vier Blutkörperchen könnten scheinbar zu dessen Verstopfung genügen. Es sind hier demnach stärkere Widerstände zu überwinden; dies gelingt den Blutkörperchen besser in einer „gezogenen Bahn“; diese kommt durch die spiralige Anordnung der Myofibrillenbündel zustande. Oder besser ausgedrückt: Die Arterienmuskulatur dieses Teiles schraubt die Blutkörperchen gleichsam in das Filum terminale hinein; sie wird in ihrer Tätigkeit unterstützt durch die Kontraktion der eigentlichen Schwanzarterie; wie diese dort erfolgt, kann vom Verfasser nicht beurteilt werden.

Die Figg. 50a u. b, Taf. IV unterrichten uns über außergewöhnliche Zustände in der Schwanzarterie; es kann diese nämlich zur Ausnahme auf eine lange Strecke vollständig oder auf längere und kürzere Spannen nur lückenhaft der Länge nach durch eine mehr lotrechte Scheidewand in einen Doppelkanal verwandelt werden.

Die Kopfaorta (Taf. II, Fig. 5 u. 6) ist noch weit zarter als das eigentliche Herz. Die Muskularis des letzteren setzt sich als sehr dünne Schicht auf sie fort; es kann aber daran weder ein Zellenbestand, noch eine Bildung von Myofibrillenbündeln konstatiert werden. Selbstverständlich kann bei solcher Zartheit der Gewebe keine Querstreifung wahrgenommen werden, überhaupt kaum bestehen. Feine Fibrillen sieht man immer in Querschnitten. Wenn uns ihre undeutlichen Spuren in Längsschnitten richtig leiten, so verlaufen sie schräg um das Aortenlumen. Ob die scharfe Kontur an der Innenseite der Wandung einer Intima zuzuschreiben ist, bleibt unentschieden. An der Aortenwandung sind auffallend viele Kerne, sehr häufig zwei und drei beisammen (Taf. IV, Figg. 44, 45 u. 47). Ich glaube sie unmöglich nur der Muskularis zurechnen zu dürfen, sondern halte es für nicht ausgeschlossen, daß eine zarte Bindegewebslage die Aorta außen umgebe; die länglichen Kerne entsprechen ganz denen der Adventitia am Herzen. Keinerlei Art Schnitte (Taf. IV, Figg. 41, 42, 45/46) läßt hier sichere Schlüsse zu, da die Aortenwandung immer gewellt ist und daher vom Messer im gleichen Schnitt ganz verschieden getroffen wird¹⁾. Eine Fältelung liegt wohl auch der scheinbaren Längsstreifung zugrunde, die man auf Längsschnitten etwa beobachtet. Oder stammt sie von einer Adventitia her? Ich konnte mir hierin nicht volle Klarheit verschaffen.

An der Aorta können ähnliche Spaltungserscheinungen eintreten wie an der Schwanzarterie (Taf. IV, Fig. 39); ja sie sind hier sogar zahlreicher und viel schärfer durchgeführt als dort. Sind dies Reminiszenzen, die an eine Verschmelzung zweier ursprünglich getrennter Anlagen hindeuten oder sind es sekundäre Bildungen? Im eigentlichen Herzen gewahrte ich nie derartiges.

Ein Aortenventil am vorderen Ende unter dem Gehirnganglion könnte Fig. 40, Taf. IV vortäuschen. Es handelt sich jedoch

1) Die Kopfaorta muß jedenfalls viel zarter sein als die „Aorta cephalica“ von *Thrixion halidayanum* [s. PANTEL (98)].

um ein einmalig beobachtetes Gebilde krankhafter Art, nehme ich an. Ich erkläre mir seine Entstehung folgendermaßen: Es haben sich an dieser Stelle Blutkörperchen festgeklebt; die ersten bildeten einen günstigen Ansatz für andere: das Ganze wurde vom Rückstoß des Blutes wie eine Walze am Aortenende quer hinüber aufgerollt; es entstand somit ein Blutsynzytium, das sicher mit der Zeit für das Tier unangenehme Folgen gehabt hätte.

Zusammenfassung.

Kopfaorta und Schwanzarterie sind muskulös. Wir erkennen jedoch nur an der Muskularis der Schwanzarterie Myofibrillenbündel. (Der Verfasser glaubt auch an diesen eine Querstreifung bemerkt zu haben.) Eine Adventitia existiert sicher an der Arterie, läßt sich aber an der Aorta nicht deutlich nachweisen.

In beiden Blutkanälen kann eine longitudinale Scheidewand vorkommen.

IV. Fächermuskeln.

1. Die Fächermuskulatur der Machiloideen.

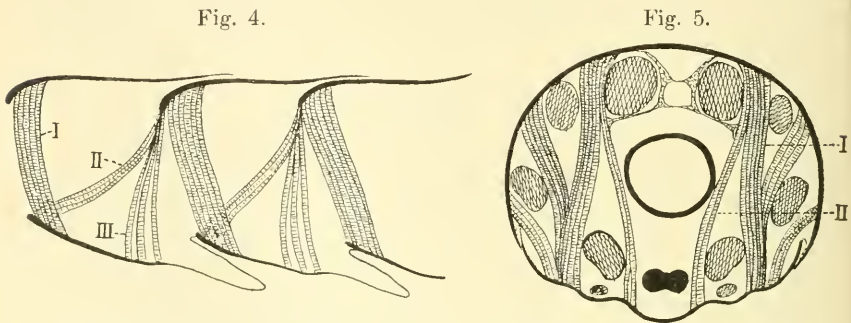
VOSSELER (134) ersetzt den alten irreleitenden Ausdruck Flügelmuskeln durch den Namen Fächermuskeln und zwar mit Recht. Die alte Bezeichnung kann gerade bei den Thysanuren zu großen Mißverständnissen führen. Mehr als einmal erfuhr ich das mit Freunden, die im ersten Augenblick ganz begeistert waren, wenn ich von Flügelmuskeln der Thysanuren sprach: „Flügelmuskeln bei Apterygoten!“ Die Enttäuschung war jedesmal groß, sobald ich erklären mußte, es wären dies nicht Muskeln von Flügeln, sondern Flügelmuskeln des Herzens. Dies bewog mich, in dieser Arbeit nur den Namen Fächermuskeln zu gebrauchen. Wenn die Auffindung dieser Gebilde bei den Machiloideen nicht so wichtig ist, wie die Entdeckung wahrer Flügelmuskeln es wäre, darf sie immerhin als wertvoll betrachtet werden, weiß doch der große Thysanurenkenner GRASSI so gut wie nichts über Fächermuskeln der Thysanuren zu berichten (siehe p. 33. unserer Arbeit). Auch OUDEMANS Angaben sind sehr lückenhaft und seine Zeichnung (Pl. III, Fig. 39) ist ganz unrichtig und nur ein Schema, wie er sich die Lage der Flügelmuskeln vorgestellt hat.

SOMMER (118) hingegen beschreibt ausführlich die Fächermuskeln von *Macrotoma plumbea*; wir kommen später darauf zu sprechen.

Einleitend zu unseren Ausführungen müssen wir nochmals die Körpermuskulatur streifen.

GRASSI (55) gibt auf Taf. I, Fig. 13 ein Schema für die Abdominalmuskulatur von *Machilis*. Darnach müßte es ungemein leicht sein, diese zu verstehen. Das Mikroskop belehrt uns eines anderen; diese Verhältnisse gestalten sich im Gegenteil sehr schwierig. Ich bin meiner Sache trotz sorgfältiger und langer Untersuchungen nicht vollkommen sicher in bezug auf den Ansatz der Muskeln I und III in meinem Schema.

Für die Fächermuskeln interessieren vor allen anderen Nr. II und III, mehr oder weniger schräg dorsoventral verlaufende Muskeln. Trotzdem sei hier erwähnt: Unmittelbar hinter dem verdickten Vorderende eines jeden Tergites setzt ein starker



Textfig. 4. Schema der inneren Dorsoventralmuskulatur im Abdomen.
Textfig. 5. Schematischer Querschnitt, die Dorsoventralmuskulatur in einer Ebene gedacht.

Muskel I mit breiter Basis an, zieht ventral und inseriert wahrscheinlich in der durch die Figg. 4 und 5 angegebenen Art, also am Vorderrand der Bauchplatten. Am Tergitrand selbst heften sich gemeinsam an II und III, bleiben eine Strecke vereint und trennen sich dann, um an ganz differenten Stellen zu inserieren, II vollkommen sicher so, wie die Zeichnungen zeigen; es ist der von GRASSI ebenfalls dargestellte Dorsoventralmuskel. I, II und III fallen nicht in die gleiche Ebene, wie Fig. 5 es vortäuschen könnte; jenes Schema soll die Verteilung der Muskeln auf einem ideellen Querschnitt dartun. Die anderen dort sichtbaren Muskeln erschweren zum Teil das Verständnis ganz erheblich; sie fallen für uns hier außer Betracht.

Von dem gemeinsamen Stück der Muskeln II und III aus zweigen jederseits die Fächermuskeln ab (Taf. II, Fig. 7); es

ist dies auch aus dem Schema ersichtlich (Textfig. 5). Bessere Auskunft erteilt Fig. 71, Taf. VI. Darnach müssen wir die Fächer-muskeln als Teile dieser schrägen dorsoventralen Muskeln betrachten; darüber läßt z. B. Fig. 72 auf Taf. VI absolut keinen Zweifel bestehen. Verfolgen wir solche Horizontalschnitte ventralwärts, so erblicken wir noch lange Zeit am Innenrande des Muskelquerschnittes, diesem eng angeschmiegt, dünne aber breit ausgedehnte Portiönchen, die sich mit den beiden Muskeln ebenfalls trennen; der größere Teil bleibt aber an III haften und geht später, d. h. weiter unten, vollkommen in denselben über; gleicherweise verschwindet die kleinere Portion. Der Schnitt in Fig. 74, Taf. VI liegt bedeutend höher als der in Fig. 72 (Taf. VI); darin findet man nichts mehr vom Fächer-muskel, dagegen den Querschnitt von II und III wieder (*dum*) und zwischendurch, als Trennungswand der beiden Muskeln, ein strukturloses jedenfalls chitiniges Septum, das schräg oder querhinüber zum Tergitrant sich fortsetzt (Fig. 70, Taf. VI); es trennt auch die Myokommata der dorsalen Längsmuskeln, weshalb diese scharfe Segmentgrenzen angeben. Müssen wir es als Rest eines transversalen Septums im Sinne LANG (86) auffassen? Zu den Fächer-muskeln hat es keine Beziehung.

Ein derartiger Ursprung der Fächer-muskulatur ist meines Wissens bis dahin in der Literatur nicht bekannt. Zwar hat ähnliches SOMMER (118) beobachtet, aber wie ich glaube nicht vollends richtig erkannt, was leicht erklärlich ist, weil er nach Zupfpräparaten urteilt; er schreibt darüber p. 702:

„Die Insertionsstelle der Flügelmuskeln am Integument liegt genau zwischen der Befestigungsstelle der dorsalen Längsmuskeln. Hier setzt sich jeder Flügelmuskel an der stark wulstförmig verdickten Rückenschiene in Gestalt einer schmalen Sehne an. Von der Insertionsstelle an breitet der Muskel sich fächerförmig gegen die Herz-wand zu aus.“

Ich kenne diese Verhältnisse von *Macrotoma plumbea* nicht aus eigener Anschauung; aber SOMMERS Beschreibung erinnert ganz an die Zustände bei den Machiloideen. Was SOMMER als Sehne angeschaut hat, ist jedenfalls nichts anderes als das von mir oben angeführte Septum; dieses könnte bei oberflächlicher Betrachtung in Horizontalschnitten gut als Muskelanfang angesehen werden; doch der Querschnitt Fig. 71 auf Taf. VI bewahrt uns vor einem solchen Irrtum. SOMMERS Fächer-muskel wäre überhaupt

ein eigenartiges Gebilde: Anfang sehnig, Ende ebenso; denn die Fibrillen sind doch sehniger Beschaffenheit!

Wir gehen wohl nicht fehl, indem wir annehmen, die Fächer-muskeln der Kollembolen beginnen gleicher Art wie die der Machiloideen. Was SOMMER weiter berichtet, paßt wieder ausgezeichnet für unsere Tiere. Ein breites Grundstück fächert sich bald in mehrere Myofibrillenbündel; ihre Zahl ist keine konstante, beträgt aber kaum mehr als fünf bis sechs. Die unzweifelhaft quergestreifte Substanz wird umhüllt von einem Sarkolemma (Taf. VI, Fig. 72), das in der Gabelung, wo hier und da Kerne den Fibrillen angelagert sind, einem Häutchen gleich von einem Bündel zum anderen übersetzt. Diese Fibrillenbündel strahlen, beim Fettkörper angelangt, in feinere Fasern und nachher in Fibrillen aus, die anfänglich immer noch Anzeichen der Querstreifung tragen (Taf. VI, Fig. 73). Mehrere davon ziehen zum Herzen (Taf. VI, Fig. 71) und stellen so an den Grenzen der Segmente, wo ein Perikardialseptum nicht mehr zu finden ist, ein solches vor; es sind dies sicher die Fibrillen erster Kategorie, die nach SOMMER bei *Macrotoma plumbea*

„allein an der ventralen Fläche des Herzens vorhanden, mit querer Richtung zur Längsachse des Herzens ohne eine innige Verbindung mit der Herzwandung einzugehen eine brückenförmige Verbindung zweier Flügelmuskeln herstellen und so eine dicht unter dem Herzen her verlaufende zusammenhängende Lage bilden“. Nach Fig. 71 auf Taf. VI dürfte auch die zweite Art vorhanden sein, „vom Muskel kommende quere Fibrillen“, die „sich an die Wand des Herzens ringsum an der betreffenden Herzhälfte“ festsetzen. Andeutungen für ein solches Verhalten glaubte ich immer wieder zu sehen (siehe p. 62 dieser Arbeit!). Wörtlich nehme ich ferner hier auf, was SOMMER weiter sagt; ich könnte es nicht besser ausdrücken:

„Eine dritte Kategorie wird von solchen Fasern gebildet, die an die Herzwand rechtwinklig zur Längsachse des Herzens herantreten, dann unter annähernd rechtem Winkel umbiegend die Richtung nach vorn oder nach hinten einschlagen und so, indem sie an der ganzen Länge des Herzens entlang und untereinander parallel laufen, die oben (bei mir auf p. 60) erwähnte Längsfaserschicht bilden.“

Eine solche Fibrille oder Faser zeigt Fig. 76, Taf. VI teilweise (die Querstreifung kommt nicht ihr, sondern der Herzwand zu!); erstere legt sich der Herzwand an, biegt auf ihr in die Längsrichtung um. Braucht es überdies einen besseren Beweis für das Fest-

heften der Fächermuskeln am Herzen, als wie die Figg. 75 u. 76 Taf. VI, ihn leisten? In Fig. 75 können wir die Zugwirkung jeder Fibrille beinahe mitfühlen; es würden gewiß auch hier, wie bei *Macrotoma plumbea* „Fetzen der Herzwand“ mit abreißen, wollte man die Fibrillen entfernen. Wir dürfen daher mit SOMMER die gleichen Konsequenzen ziehen:

„Die Funktion der Flügelmuskeln ist also hier vorzüglich die, einen Befestigungsapparat für das Rückengefäß herzustellen. Dabei haben die Fibrillen der verschiedenen Kategorien ungleiche Bedeutung; die in querer Richtung von den Flügelmuskeln an die Herzwand hinantretenden und daran sich inserierenden Fibrillen bewirken durch gleichzeitige Kontraktion eine Formveränderung des Herzschlauches.“

Wir haben uns bei den Machiloideen wahrscheinlich folgendes Spiel zu denken: Kontrahieren sich die dorso-ventralen Muskeln II und III (es kommt hauptsächlich III in Frage), so wird der Körperhohlraum verkleinert, das Blut dorsalwärts gepreßt; gleichzeitig mit obiger und mit gleichem Kraftaufwand erfolgt eine Kontraktion der Fächermuskeln und dadurch eine Erweiterung des Herzschlauches; das Blut wird durch die Ostien eingesaugt und im Rückengefäß in bestimmter Richtung durch den Körper befördert.

Fächermuskeln sind im Machiloideenkörper 11; der erste liegt auf der Grenze zwischen 9. und 10. Abdominalsegment, der letzte auf der zwischen Meso- und Metathorax. Wenn im Thorax die Verhältnisse sich etwas verändern, sind sie dem Prinzip nach doch die gleichen. Fächermuskeln und Ostien stimmen demnach wohl in der Zahl, nicht aber in der Lage überein: erstere sind inter-, letztere intrasegmental. Darin unterscheiden sich die Machiloideen von *Macrotoma plumbea*, wo Ostien und Fächermuskeln auf der Segmentgrenze liegen (siehe p. 30 unserer Arbeit!).

Es muß noch auf eine Unregelmäßigkeit an der vorderen Grenze des 10. Abdominalsegmentes hingewiesen werden. Der dortige Dorsoventralmuskel III hat scheinbar als solcher keinen Wert mehr; er verliert bei einigen Tieren die ventrale Insertion und wird direkt Fächermuskel; bei einem anderen Teil legt er sich sogar wie ein Dilator an den Darm, schickt jedoch nach altem Brauch nach innen oben einen Fächermuskel aus. Somit zu den früher genannten hinzu eine neue Unkonstanz der Verhältnisse!

Zusammenfassung.

Die Machiloideen besitzen 11 Fächermuskeln, die aber nicht am Körperintegument ansetzen, sondern Teile von Dorsoventralmuskeln sind. Ihre Fibrillen setzen teilweise aufs Herz über und bewirken dessen Erweiterung. Die Muskulatur ist quergestreift.

2. Die Fächermuskulatur der Machiloideen im Vergleich zu denen anderer Tracheaten.

Wie reihen sich nun unsere Befunde dem über die Fächermuskulatur der Insekten und Tracheaten überhaupt Bekannten an?

Durchgehen wir die Literatur in diesem Sinne, so stoßen wir, wenn wir die Resultate einander gegenüberstellen wollen, auf arge Widersprüche, d. h. sobald wir nur eine Beobachtungs- und Erklärungsweise der Insertion und Tätigkeit der Fächermuskulatur als die richtige annehmen; dies wäre aber meines Erachtens ein verfehltes Beginnen; ich glaube ferner aus all den Angaben und Beschreibungen folgende Typen von Fächermuskulatur herauschälen zu können, die tatsächlich bestehen und sogar vielleicht innert nah verwandter Tracheatengruppen zu treffen sind (ihre genetische Entstehung unberücksichtigt gelassen).

Typus 1. Die Fächer-(Flügel-)muskeln inserieren seitlich hinter dem vorderen Segmentrand am Körperepithel unmittelbar über der Stelle, wo sich die Längsmyocommata ansetzen. Sie bilden in ihrer Gesamtheit, indem ihre Fasern durch Bindegewebe verbunden sind, eine Haut, eine Membran, die etwas nach oben gewölbt über dem Darm und unter dem Herzen durchzieht. Von der Oberfläche dieses Septums gehen feine Fäserchen zu den Perikardialzellen und von diesen auf das Rückengefäß. Das Septum hat keine nähere Verbindung mit dem Herzen. Es kann also an dessen Diastole keinen Anteil haben. Seine Aufgabe besteht darin, den über ihm gelegenen sogenannten Perikardialsinus zu erweitern, was es durch eigene Kontraktion und Abflachung erreicht. Durch Lücken des Septums steigt dann das Blut aus dem verengten unteren in den erweiterten oberen Körperhohlraum hinauf. Grenzen des Perikardialsinus sind somit unten das Septum, seitlich die Längsmuskeln, oben das Körperepithel. [GRABER (50), hauptsächlich Coleopteren.]

Typus 2. Eine Perikardialhöhle, durch eine dünne Membran von der Leibeshöhle abgegrenzt, umgibt während seines

ganzen Verlaufes das Herz. Dünne Muskelbündel mit Ursprung an den Seitenwandungen des Körpers setzen in jedem Segment an die Wandung dieser Höhlung, durch Kontraktion die eckige Gestalt des Perikardiums hervorrufend. Öffnungen in den seitlichen Ecken dienen als Verbindung zwischen Perikardialraum und Leibeshöhle (vielleicht segmental). Dünne Bindegewebsfasern der Rückenwandung des Herzens entspringend heften dieses an die dorsale Körperwandung und ebensolche Fäden von den Seiten des Herzens zu den Ansatzstellen obiger Muskeln verspannen es im Perikardialraum. Fettgewebe (Perikardialgewebe?) erfüllt die Lücken zwischen den Fasern (keine quergestreifte Muskeln direkt zur Seitenwandung des Herzens!). Die Muskelbündel konvergieren gegen die Körperwandung (also Fächermuskeln). Nach HERBST (66) bei *Scutigera*. [Wohl ein sekundäres Verhalten, dadurch entstanden, daß die beiden Membranen des Septums ihre intime Verbindung mit dem Herzen, wie sie bei *Scolopendra* existiert, aufgeben (s. HERBST (66) und namentlich die überaus klare Arbeit von HEYMONS (71))].

Typus 3. Insertion der Fächermuskeln wie oben; die Muskeln selbst zerfasern sich auf der Innenseite der Längsmuskeln angelangt; ein Teil der Fasern sucht unter dem Herzen hindurch Verbindung mit entsprechenden der anderen Seite; die anderen aber treten auseinanderweichend an die Herzwandung heran und gelangen in innige Beziehung zu ihr. Sie wirken als Antagonisten der Herzmuskulatur. Das Septum spielt nur eine untergeordnete Rolle [VOSSELER (134) Insekten].

Typus 4. Die Fächermuskeln streben als vereinzelte Bänder, nicht in Form eines Septums, dem Herzen zu und vereinigen sich deltaartig divergierend direkt mit der seitlichen und unteren Herzwandung und verrichten die gleiche Arbeit wie bei Typus 3. Es existiert nur ein höchst unvollständiges Septum. So nach PANTEL¹⁾ (98) und LOWNE²⁾. Über die Insertion der

1) Sofern ich es richtig verstehe, scheint PANTEL die Darstellung WEISMANN'S [1864] nicht gut interpretiert zu haben, wie ich aus seinen sich nicht deckenden Angaben p. 143, Punkt 4 u. p. 162, I glaube herauslesen zu können. WEISMANN schreibt p. 209 seiner Arbeit „Die nachembryonale Entwicklung der Musciden usw.“ (Zeitschr. f. wiss. Zool. 1864, Bd. XIV: „Von jeder Seite treten drei Flügel-muskeln heran, die sich durch Vermittlung besonderer, kolossaler Zellen an das Gefäß befestigen. Solche Zellen finden sich bei vielen Insekten, meist aber in geringerer Anzahl. Hier liegen deren auf

Fächermuskeln sind die Ansichten getrennt: WEISMANN und LOWNE²⁾ lassen sie an seitlichen Tracheenstämmen entspringen. PANTEL kann von dem einen Fächermuskel ganz sicher das Integument des Körpers als Ursprungsort bezeichnen.

Typus 5. Als solchen möchte ich die Fächermuskulatur der von uns untersuchten Machiloideen angliedern, und wahrscheinlich kann, nach SOMMER zu schließen, auch die der Kollembolen hierhergestellt werden. Es ist aber kein reiner Typus, sondern ein Mischling von früher genannten. Im Hinterteil des Abdomens, wo das Perikardialseptum anhebt, haben wir Anklänge an den 2. Typus (siehe p. 53ff.); doch nur am Vorderende der Schwanzarterie; schon mit dem Auftreten des hintersten Flügel-muskelpaares bahnen sich Verhältnisse ähnlich Typus 3 an, die sich aber mit dem Schwinden des Septums mehr dem Typus 4 nähern; doch bleibt stets ein oberer Perikardialraum erhalten, während bei Typus 4 von einem solchen eigentlich nicht gesprochen werden kann.

Vollständig neu, d. h. bis jetzt meines Wissens in der Literatur noch nicht bekannt, ist die Insertion der Fächermuskeln unserer Tiere an Dorsoventralmuskeln.

Alles in allem nimmt also die Gruppe der Machiloideen auch in bezug auf die Fächermuskulatur und das Perikardialseptum eine eigene Stellung ein.

jeder Seite 13 von rundlicher oder ovaler Gestalt, an denen sich eine Membran, ein dunkler feinkörniger Inhalt und ein großer, bläschenförmiger Kern unterscheiden lassen. In der ausgewachsenen Larve beträgt der Durchmesser der Zellen 0,086—0,11 mm. Je ein Flügel-muskel tritt an eine ganze Reihe der Zellen, indem er sich auf seinem Wege zum Rückengefäß in mehrere Bündel teilt, von denen jeder zu einer Zelle verläuft und von denen je die äußersten miteinander verschmelzen, so daß also die Flügel-muskeln einer Seite untereinander zusammenhängen. An der Zelle angekommen, spaltet sich das Sarko-lemma in zwei Platten und bekleidet die obere und untere Fläche der Zelle als zarte, feingespaltete, spinnwebartige Haut. Von hier geht sie auf das Rückengefäß selbst über und bildet auf ihm einen netzartigen Überzug, von dem sich schwer mit Sicherheit sagen läßt, ob er noch eine geschlossene Haut oder bloß ein Gewebe feiner Fasern ist, mit Maschenräumen dazwischen. Ich möchte mich allerdings für das erstere entscheiden und damit zugleich den Schriftstellern beistimmen, welche, wie LEYDIG und MILNE EDWARDS, von einem das Rückengefäß umgebenden Perikardialsinus reden.“

2) LOWNE, B., *Anatomy and physiology of the Blow-Fey (Calliphora erythrocephala)*, 2. édit., London 1892—95.

V. Ein Herznerf.

Bei meinen Untersuchungen richtete ich das Hauptaugenmerk nicht auf die Innervierung des Herzens; zu letzterem Zwecke hätte ich nach ähnlichen Methoden verfahren müssen wie ZAWARZIN (138). Ich bin daher nicht absolut sicher, ob das, was ich beobachtet habe, wirklich ein Nerv sei. Ist es tatsächlich ein solcher, so bieten die Machiloideen etwas bis jetzt Unbekanntes. Denn nach den Befunden der Autoren (s. ZAWARZIN!) versorgt das Mundmagenganglion das Herz der Insekten mit Nerven¹⁾.

Fig 49, Taf. IV veranschaulicht ein Bild, das, allerdings selten so schön, sich mehrere Male unter dem Mikroskop bot. Vom Gehirnganglion, nicht von der Schlundkommissur aus, strahlt auf die Aortenwandung ein Bündel mit sehr starken Fibrillen; am Grunde desselben liegt ein typischer Nervenzellkern; die Fibrillen lassen sich ins Ganglion hinein noch auf kürzere Strecken verfolgen. Eine Flächenansicht der Aortenwandung dieser Gegend hat den Charakter von Fig. 46, Taf. IV, d. h. bei sehr starker Vergrößerung.

An Querschnitten nahm von vorneherein eine eigenartige Verdickung (Taf. IV, Fig. 41 *vd*) meine Aufmerksamkeit in Anspruch: sie war besonders bei jungen Tieren hier und da viereckig abgegrenzt; durchgeht man eine Querschnittserie von vorn nach hinten, so rückt diese Verdickung links und rechts von der oberen Wandung langsam an der Seite hinunter, wird jedoch zugleich undeutlich und entschwindet später der Beobachtung. Ist es gewagt, diese Beobachtungen zusammenzufassen in den Satz: Vom oberen Schlundganglion führt jederseits, d. h. links und rechts, ein Nervenstrang zur Kopfaorta und zieht dieser entlang dem Herzen zu?

VI. Die Scheidewand im Abdomenende.

Der Hohlraum der Machiloideenkörper wird nach hinten durch eine merkwürdige Scheidewand abgeschlossen. Diese läuft vom unteren Rand der Seitenzerzen, deren Einmündung in den

1) Einen starken unpaaren Herznerfen, der in der dorsalen Mittellinie auf dem Rückengefäß verläuft, zeichnet HERBST (66) bei den von ihm untersuchten Chilopoden. HEYMONS (71) teilt sogar einiges über dessen Entstehen mit, konnte aber dessen Zusammenhang mit dem Hirn nicht ermitteln.

Körper überquerend, einerseits zur Seitenwand des Körpers, andererseits zum Enddarm, wo sie meist am Grunde des Kegels auf der Afterklappe ansetzt, und streicht von da schräg aufwärts vorwärts gegen das Rückenepithel des Filum terminale (Taf. II, Fig. 8), das es bald mehr, bald weniger weit vorn, immer aber sehr nahe am Vorderrand erreicht. Wir konnten in der Gegend seines Ansatzes am Körperepithel gewöhnlich einen Unterschied im Epithel erkennen. Vom vorderen Ende des Filum terminale bis zu einer kleinen Einbuchtung (Taf. II, Fig. 8*ei*) im Filum selbst, dessen unterem Ansatz genau gegenüber, waren die Epithelzellen in der Regel weit ausgezogen und enthielten nur wenige Kerne; hinter der Einbuchtung waren die Zellen weniger hoch und voll von Kernen. Das eigentliche Filum terminale beginnt erst mit dieser Einbuchtung; das davor im Abdomen befindliche Stück muß der kümmerliche Tergitrest eines 11. Abdominalsegmentes sein. In einzelnen Tieren kommt der Scheidewand vom unteren Rand des Filum terminale, somit vom Oberrand der Afterklappe her eine Art unvollständiger Membran entgegen, zarter als die Scheidewand selbst (Taf. II, Fig. 8 und Taf. III, Fig. 26*sch'*). Die Hauptwand wächst direkt aus dem Integument der Afterklappe heraus, wie aus Fig. 26, Taf. III ersichtlich und überspannt etwa den Konus (s. Fig. 28). Ebenso intim legt sie sich an das Integument des Filum terminale (Taf. III, Fig. 27). Ein Schnitt trifft die Wand höchst selten in der Fläche, weil sie gegen die Arterie hin dreikantartig ausbuchtet, gleichsam einem Zug von dieser nachgebend (Taf. III, Fig. 29). Bei Betrachtung der Figg. 26 und 29 (Taf. III) kann man sich des Eindrucks nicht erwehren, die Schwanzarterie sei in ihrem hinter der Scheidewand liegenden Teile durch ein sekundär herangetretenes Rohr ergänzt worden. Zeichnungen mit so scharfem Absatz der Arterie an der Scheidewand nach Art von Fig. 29 wären an Hand der Präparate leicht zu vermehren. Ungeachtet dieses Absatzes bleibt das Gefäßlumen stets kontinuierlich.

Die Scheidewand ist weder ausgedrückt fibrillär noch muskulös. Kleine Lücken (Taf. III, Fig. 27) durchbrechen die in Querschnitten scheinbar komplette Haut. Ihre Kerne (Taf. VI, Fig. 66) gleichen weit mehr Bindegewebs- als Muskelkernen. Um nicht in vage Spekulationen mich einzulassen, enthalte ich mich jeder theoretischen Erklärung dieser Scheidewand; es genügt, sie vermerkt zu haben. Im Blutkreislauf spielt sie ohne Zweifel eine gewaltige Rolle. Hinter ihr flottieren ausnahmslos, so viele Tiere man untersucht,

Unmassen von Blutkörperchen im Hohlraum der drei Schwanzfäden. Dort findet sicher ein reicher Gasaustausch statt; darauf verweisen die vielen Tracheenzweige; eine Hautatmung wäre zudem hier nicht undenkbar.

Wie gelangen die Blutkörperchen nach vorn? Scheinbar nur durch die Scheidewand; deren Lücken passieren sie jedenfalls. Ob ihnen das irgend ein Druck oder ihre eigene amöboide Bewegung ermöglicht, wissen wir nicht.

Wiederum eine Ausnahme! In Taf. VI, Figg. 64 und 65 haben wir Sagittalschnitte aus dem gleichen Tier (*Machilis*) und zwar durch den oberen Teil des Abdomens, in Fig. 64 durch die Arterie, in Fig. 65 durch die Scheidewand: also Scheidewand und Arterie gleich gerichtet. Der Ansatz der Scheidewand ist am Darm hinaufgerutscht oder vielmehr ihr unterer Teil ist mit dem Enddarm, der obere an der Berührungslinie mit der Arterie verwachsen; die punktierte Linie verläuft in der sonst gewohnten Richtung der Scheidewand.

VII. Hauptzusammenfassung.

1. Das Rückengefäß der Machiloideen hat drei Bestandteile: Kopfaorta, Herz und Schwanzarterie.
2. Das Herz erstreckt sich in dorsaler Mittellinie vom vorderen Drittel des Mesothorax bis ins zehnte Abdominalsegment hinein.
3. Es besitzt elf paarige dorsale und in dem achten und neunten Abdominalsegment je ein Paar ventrale Ostien, alle mit Klappen.
4. Drei zweiteilige Kammerklappen im vierten, fünften und sechsten Abdominalsegment verhindern einen Blutstrom nach hinten.
5. Ostien und Kammerklappen liegen in den Segmenten drin.
6. Eine zweiteilige Klappe grenzt das Herz gegen die Aorta, eine nach hinten gerichtete konische Klappe gegen die Arterie ab.
7. Die Kopfaorta endet offen zwischen oberem Schlundganglion, Schlundkommissuren und Ösophagus.
8. Die Schwanzarterie reicht weit ins Filum terminale hinein und muß dort offen endigen.
9. In der Schwanzarterie fließt das Blut nach hinten.
10. Das Herz wird durch ein unvollständiges dorsales Septum, durch Perikardialgewebe und 11 Fächermuskeln in seiner Lage erhalten.

11. Die Kopfaorta ist durch Bindegewebe mit den umliegenden Organen und Geweben verbunden.
12. Die Schwanzarterie hat durch Bindegewebe lockere Beziehungen zum Enddarm, heftet sich aber zur Hauptsache oben an die Basalmembran des Filum terminale.
13. Das Perikardialsystem existiert nur in den hintersten Abdominalsegmenten.
14. Die Fächer Muskeln inserieren nicht am Integument; sie sind Teile von Dorsoventralmuskeln.
15. Eine Scheidewand im Hinterende des Abdomens ergänzt vielleicht das Perikardialseptum teilweise in seiner Funktion.
16. Im histologischen Bau reiht sich das Rückengefäß der Machiloideen dem der anderen Insekten an.
17. Die Muskularis wird gebildet durch Muskelringe aus je zwei Muskelzellen mit großen, auf der Innenseite befindlichen Kernen und typisch quergestreiften Myofibrillenbündeln.
18. Die Muskularis sondert eine Intima und eine Grenzmembran ab.
19. Eine vielkernige Adventitia umgibt lückenhaft das Herzrohr.
20. „Elastische Fasern“ verlaufen parallel in der Länge des Gefäßes; sie stammen von den Fächer Muskeln her.
21. Die Aorta ist muskulös.
22. Die Schwanzarterie besitzt eine sehr dicke Muskularis, in der die quergestreiften Myofibrillen wenigstens im Abdominalstück spiralig verlaufen.
23. Eine Adventitia mit ovalen Kernen umhüllt die Arterie.
24. Ostien-, Kammer-, Aorten- und Arterienklappen bauen sich auf aus Muskelsubstanz.
25. Die Machiloideen haben einen doppelten Blutstrom; er richtet sich im Herzen nach vorn, in der Schwanzarterie nach hinten.

Schlußwort.

Wenn der Verfasser seine Arbeit nun abschließt, bildet er sich nicht etwa ein, damit sein Thema erschöpft zu haben. Er vermochte manches Rätsel nicht zu lösen. Es konnten vor allem für den II. Teil die Altersstufen nicht auseinandergelassen werden, da sie ihm erst durch VERHOEFF (130) und durch eigene Beobachtungen näher bekannt wurden. Neue Untersuchungen

des Rückengefäßes der Machiloideen müßten mehr die einzelnen Entwicklungsstadien einer Gattung berücksichtigen. Einige Lücken in der Kenntnis der Thysanuren dürfte die Arbeit immerhin doch ausfüllen. Vor allem aber möchte sie in erhöhtem Maße die Aufmerksamkeit der Forscher auf diese lehrreiche Gruppe der Apterygoten hinlenken.

Nachtrag.

Als vorliegende Arbeit bereits dem Drucke übergeben war, erhielt ich erst Kenntnis von folgenden Arbeiten, die der Ausführlichkeit meiner Arbeit und ihrer Wichtigkeit halber hier genannt werden sollen:

- VERHOEFF: Über Felsenspringer, Machiloidea. 5. Aufsatz: Die schuppenlosen Entwicklungsstufen und die Orthomorphose 1911. Zool. Anz. Bd. XXXVIII.
- HOFFMANN, R. W. Zur Kenntnis der Entwicklungsgeschichte der Kollembolen. (Die Entwicklung der Mundwerkzeuge von *Tomocerus plumbeus* L.) 1911. Zool. Anz. Bd. XXXVII.
- Ders., Über Bau und Funktion der Dorsalkeule von *Corynopharia jacobsoni* Absol. 1911. Zool. Anz. Bd. XXXVIII.

Literaturverzeichnis.

Über ältere Literatur machen ausführliche Angaben v. DALLA TORRE (30)¹⁾, OUDEMANS (89) und PROWAZEK (99).

Als Führer für entwicklungsgeschichtl. Arbeiten ist das Literaturverzeichnis von CARRIÈRE, J. und BÜRGER, O. (24) zu empfehlen.

- 1) BECKER, E., Einige Bemerkungen zur Anatomie von *Machilis maritima* Latr. 1898. Zool. Anz., Bd. XXI.
- 2) BENGTON, S., Zur Morphologie des Insektenkopfes 1906. Zool. Anz., Bd. XXIX.
- 3) BERGH, R. S., Beiträge zur vergleichenden Histologie. II. Über den Bau des Gefäßes bei den Anneliden 1900. Anat. Hefte, Bd. XV.
- 4) Ders., III. Über die Gefäßwandung bei Arthropoden 1902. *ibid.*, Bd. XIX.
- 5) BERLESE, A., Gli Insetti. Loro organizzazione, sviluppo, abitudini e rapporti coll'uomo. Milano 1909. Bd. I.
- 6) BÖRNER, C., Zur Kenntnis der Apterygotenfauna von Bremen und der Nachbardistrikte. Beitrag zu einer Apterygotenfauna Mitteleuropas. Abh. nat. Ver. Bremen 1901. Bd. XVII.
- 7) Ders., Die Mundbildung bei den Milben 1902. Zool. Anz., Bd. XXVI.
- 8) Ders., Die Gliederung der Laufbeine der Atelocerata. Sitzsber. Ges. naturf. Freunde. Berlin 1902.
- 9) Ders., a) Mundgliedmaßen der Opisthogoneata. b) Die Beingliederung der Arthropoden, 3. Mitteilung, die Cheliceraten, Pantopoden und Crustaceen betreffend 1903. *ibid.*
- 10) Ders., Kritische Bemerkungen über vergleichend-morphologische Untersuchungen K. W. VERHOEFFS 1903. Zool. Anz., Bd. XXVI.
- 11) Ders., Zur Systematik der Hexapoden 1904. Zool. Anz., Bd. XXVII.
- 12) Ders., Neue Homologien zwischen Crustaceen und Hexapoden: Die Beißmandibel der Insekten und ihre phylogenetische Bedeutung. Archi- und Apterygota 1909. Zool. Anz., Bd. XXXIV.
- 13) BRUNTZ, L., Les globules sanguins des Crustacés Arthrostracés. Leur origine. 1906. C. R. Soc. Biol. Paris, Tom. LX.
- 14) Ders., Les reins labiaux et les glandes cephaliques des Thysanoures. 1908. Arch. Zool. Exp., Tom. IX.
- 15) Ders., a) Sur l'existence des glandes cephaliques chez *Machilis marit.* Leach. b) Sur la structure et le réseau trachéen des canaux excréteurs des reins de *Machilis marit.* Leach. c) Sur la cytologie du labyrinthe rénal des Thysanoures 1908, C. R. Acad. Sc. Paris, Tom. CXLVI.

1) Nummern in diesem Verzeichnis.

- 16) Ders., Sur la contingence de la bordure en brosse et la signification probable des bâtonnets de la cellule rénale 1908. C. R. Acad. Sc. Paris, Tom. CXLVII.
- 17) Ders., Note sur l'anatomie et la physiologie des Thysanoures 1908. C. R. Soc. Phil. Paris, Tom. LXIV.
- 18) Ders., Nouvelles recherches sur l'excrétion et la phagocytose chez les Thysanoures 1908. Arch. Zool. Exp., Tom. VIII, S. 4.
- 19) BURMEISTER, H., Handbuch der Entomologie 1832. Bd. I. 1838. Bd. II, Berlin.
- 20) BÜTSCHLI, O., Zur Entwicklung der Biene 1870. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. XX.
- 21) BÜTSCHLI, O. und SCHEWIAKOFF, W., Über den feineren Bau der quergestreiften Muskeln von Arthropoden 1891. Biol. Zentralblatt, Bd. XI.
- 22) CARL, J., Über schweizerische Collembola 1899. Inaug. Dissert., Genf.
- 23) CARRIÈRE, J., Drüsen der Insektenembryonen 1891. Biol. Zentralblatt, Bd. XI.
- 24) CARRIÈRE, I. u. BÜRGER, O., Die Entwicklungsgeschichte der Mauerbiene (*Chalicodoma muraria*, Fabr.) im Ei 1897. Nova Acta, Bd. LXIX.
- 25) CLAYPOLE, AGNES, The Embryology and Oogenesis of *Anurida maritima* (Guér.) 1898. Journ. Morph., Vol. XIV.
- 26) CLAUS, C., Über Herz und Gefäß der Hyperiden 1879. Zool. Anz., Bd. I.
- 27) Ders., a) Zur Kenntnis der Kreislauforgane der Schizopoden und Dekapoden. b) Die Kreislauforgane und Blutbewegung der Stomatopoden 1884. Arb. a. d. zool. Institut Wien, Bd. V.
- 28) CREUTZBERG, N., Über den Kreislauf der Ephemeridenlarven 1885. Zool. Anz., Bd. VIII.
- 29) DAHL, FRIDR., Winke für ein wissenschaftliches Sammeln von Tieren. Sitzgsber. naturf. Freunde. Berlin 1903.
- 30) v. DALLA TORRE, W., Die Gattungen und Arten der Aapterygogena (Brauer) 1895. 46. Programm d. k. k. Staatsgymn. Innsbruck.
- 31) v. EBNER, V., Über die Kittlinien der Herzmuskelfasern 1900. Sitzungsber. d. k. Acad. d. Wiss. Wien math.-nat. Cl., Bd. CIX.
- 32) ENDERLEIN, G., Beiträge zur Kenntnis des Baues der quergestreiften Muskeln bei Insekten 1900. Arch. f. mikr. Anat., Bd. LV.
- 33) ESCHERICH, H., Beiträge zur Kenntnis der Thysanuren 1903. Zool. Anz., Bd. XXVI.
- 34) Ders., Das System der Lepismatiden 1905. Zoologica, Bd. XIX.
- 35) Ders., Beiträge zur Kenntnis der Thysanuren 1906. Zool. Anz., Bd. XXX.
- 36) FERNALD, H. F., Studies on Thysanuran Anatomy (Prelim. Comm.) 1890. I. Hopkins Univ. Circ., Vol. IX.
- 37) FOLSOM, I. W., Description of species of *Machilis* and *Seira* from Mexico 1898. Psyche, Vol. VIII.

- 38) Ders., The anatomy and physiology of the Mouth parts of the Collembola Orchesella cincta L. 1899. Bull. Unis. of Comp. Zool., Vol. XXXV.
- 39) Ders., The development of the mouth parts of Anurida (Guér) 1900. *ibid.*, Vol XXXVI.
- 40) Ders., Papers from the Hariman Alaska Exped. XXVII. Apterygota 1902. Proc. Washington Acad. Sc., Vol. IV.
- 41) FRANZ, V., Über die Struktur des Herzens und die Entstehung der Blutzellen bei Spinnen 1904. Zool. Anz., Bd. XXVII.
- 42) FULMEK, L., Beiträge zur Kenntnis des Herzens der Mallophagen 1905. Zool. Anz., Bd. XXIX.
- 43) Ders., Das Rückengefäß der Mallophagen 1907. Arb. a. d. Zool. Institut. Wien, Bd. XVII.
- 44) GADZIKIEWICZ, W., Zur Phylogenie des Blutgefäßsystems bei Arthropoden 1905. Zool. Anz., Bd. XXIX.
- 45) Ders., Über den feineren Bau des Herzens bei Malakostraken 1905. Jenaische Zeitschr., Bd. XXXIX.
- 46) Ders., Zur Histologie des Blutgefäßsystems bei Arachniden. Trav. Lab. Zool. et Stat. Biol. Sebastopol. Petersburg 1908 (Russisch.)
- 47) GERMANN, H., Does the Silber-fish (Lep. sacch.) Feed on Starch and Sugar 1906. U. S. Dept. Agric. Div. Entom. Bull.
- 48) GIARDINA, A., Ein Beitrag zur Kenntnis des Genus Machilis 1900. Illustr. Zeitschr. der Entomol., Bd. V.
- 49) GRABER, V., Über die Blutkörperchen der Insekten 1871. Sitzgsber. d. k. Akad. d. Wiss. Wien, math. nat. Cl., Bd. LXIV.
- 50) Ders., Über den propulsatorischen Apparat der Insekten 1873. Arch. mikr. Anat., Bd. IX.
- 51) Ders., Über den pulsierenden Bauchsinus der Insekten 1876. *ibid.*, Bd. XII.
- 52) Ders., Über die embryonale Anlage des Blut- und Fettgewebes der Insekten 1891. Biol. Zentralblatt, Bd. XI.
- 53) GRASSI, B., Notice préliminaire sur l'anatomie des Thysanoures 1884. Arch. Ital. de Biolog., Tom. V.
- 54) Ders., I progenitori dei Miriapodi e degli Insetti. Memoria II. L'Iapyx e la Campodea. Memoria III. Contribuzione allo studio dell'anatomia del gen. Machilis 1886. Atti acad. Gioenia, Catania, Tom. XIX.
- 55) Ders., I progenitori dei Miriapodi e degli Insetti Memoria VII. Anatomia comparata dei Tisanuri. R. Acad. dei Lincei. Roma 1888.
- 56) GRASSI, B. u. ROVELLI, G., Tavola analitica dei Tisanura italiani 1889, Bull. della soc. entom. ital. Fir.
- 57) Dies., I progenitori dei Miriapodi e degli Insetti. Memoria VI. Il sistema dei Tisanuri 1890. Naturalista Siciliano 1889—90.
- 58) GRASSI, B., Les ancêtres des Myriapodes et des Insectes 1889. Arch. ital. de Biolog., Tom. II.
- 59) GRÜNBERG, H., Die Homologie des Trochanters bei Chilopoden und Insekten, sowie über die Bedeutung sekundärer Einschnürungen am Trochanter verschiedener Insekten. Sitzgsber. Ges. naturf. Freunde. Berlin 1903.

- 60) GUNGL, O., Anatomie und Histologie der Lumbricidengefäße 1904. Arbeit a. d. Zool. Institut Wien, Bd. XV.
- 61) GUTHERZ, S., Zur Histologie der quergestreiften Muskelfaser, insbesondere über deren Querschnittbild bei der Kontraktion 1910. Mikr. Anat., Bd. LXXV.
- 62) HAASE, E., Die Abdominalanhänge der Insekten 1889. Morphol. Jahrb., Bd. XV.
- 63) HANDLIRSCH, A., Die fossilen Insekten und die Phylogenie der rezenten Formen. Handbuch für Paläontologen und Zoologen. Leipzig 1906.
- 64) HANSEN, H. J., Zur Morphologie der Gliedmaßen und Mundteile bei Crustaceen und Insekten 1893. Zool. Anz., Bd. XVI.
- 65) HENNEGUY, L. F., Les Insektes. Morphologie-Reproduction-Embryologie. Paris 1904.
- 66) HERBST, C., Beiträge zur Kenntnis der Chilopoden (Drüsen; Koxalorgan; Gefäßsystem und Eingeweidenervensystem) 1891. Bibl. Zoologica, Bd. III.
- 67) HEYMONS, R., Grundzüge der Entwicklung des Körperbaues von Odonaten und Ephemeren Anhang zu den Abhdlg. d. k. Preuß. Akad. d. Wiss., Berlin I. 1896.
- 68) Ders., Ein Beitrag zur Entwicklung der Insecta apterygota. Sitzgsber. Akad. Wiss. Berlin 1896.
- 69) Ders., Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen von *Lepisma sacch.* L. 1897. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. LXII.
- 70) Ders., Beiträge zur Morphologie und Entwicklungsgeschichte der Rhynehoten 1899. Nova Acta, Bd. LXXIV.
- 71) Ders., Entwicklungsgeschichte der Scolopender 1901. Zoologica, Heft 33.
- 72) HEYMONS, RICH. u. HELENE, Die Entwicklungsgeschichte von *Machilis*. Verhandl. d. deutschen zool. Ges., 15. Vers. Breslau 1905.
- 73) HEYMONS, R., Drei neue Arbeiten über Insektenkeimblätter. Eine zusammenfassende Besprechung unter Berücksichtigung der wichtigsten Literatur 1905. Zool. Zentralblatt, Bd. XII.
- 74) Ders., Über die ersten Jugendformen von *Machilis alternata* Silv. Sitzgsber. naturf. Freunde. Berlin 1906.
- 75) HOFFMANN, R. W., Über den Ventraltubus von *Tomocerus plumbeus* L. und seine Beziehungen zu den großen unteren Kopfdrüsen. Ein Beitrag zur Kenntnis der Kollembolen 1904. Zool. Anz., Bd. XXVIII.
- 76) Ders., Über die Morphologie und die Funktion der Kauwerkzeuge von *Tomocerus plumbeus* L. II. Beitrag zur Kenntnis der Kollembolen 1905. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. LXXXII.
- 77) Ders., Über die Morphologie und die Funktion der Kauwerkzeuge und über das Kopfnervensystem von *Tomocerus plumbeus* L. III. Beitrag zur Kenntnis der Kollembolen 1905. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. LXXXIX.
- 78) HOLMGREN, N., Zur Morphologie des Insektenkopfes. III. Das Endolabialmetamer der Phalacroceralarve 1908, Zool. Anz., Bd. XXXII.

- 79) JAWOROWSKI, A., Über die Entwicklung des Rückengefäßes und speziell der Muskulatur bei Chironomus und einiger anderen Insekten 1879. Sitzgsber. d. k. Akad. d. Wiss. Wien math.-nat. Cl., Bd. LXXX, I. Abtg.
- 80) JORDAN, H., Über die sekretive und absorptive Funktion der Darmzellen bei Wirbellosen, insbesondere bei Insekten 1911. Verhandlungen d. deutsch. Zool. Gesellsch., 21. Vers. in Basel. 1911.
- 81) JOURDAIN, S., Sur le *Machilis maritima* 1888. Compt. Rend., Tom. CVI.
- 82) KOLLMANN, M., Recherches sur les leucocytes et le tissu lymphoïde des Invertébrés 1908. Ann. Sc. Nat. S. 9, Tom. VIII.
- 83) KOROTNEF, A., Entwicklung des Herzens bei *Grylotalpa* 1882. Zool. Anz., Bd. VI.
- 84) KORSCHULT u. HEIDER, Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Tiere. Jena 1891—1902.
- 85) LANG, A., Lehrbuch der vergleichenden Anatomie. II. Arthropoden. Jena 1889.
- 86) Ders., Beiträge zu einer Trophocoeltheorie. Jena 1903.
- 87) LÉCAILLON, A., Recherches sur la structur et le développement postembryonnaire de l'ovaire des insectes: III. *Machilis maritima* Latr. Bull. Soc. entom. France 1900.
- 88) LEONTOWITSCH, A., Über neue physiologische Untersuchungsmethode zum Studium der Blutzirkulation der Wirbellosen und einige Resultate derselben bei *Ranatra* und *Palaemon squilla* 1911. Zeitschr. f. allgem. Physiologie, Bd. XII.
- 89) LEIDIG, FR., Anatomisches und Histologisches über die Larve von *Corethra plumicornis* 1851. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. III.
- 90) Ders., Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Tiere. Bonn 1883.
- 91) LUBBOCK, J., Monographie of the Collembola and Thysanura. Ray. Soc. London 1873.
- 92) MARSHALL, Wm. S., A Study of the follicular Epithelium from the Ovary of the Walkingstick, *Diapheromera femorata* 1909. Arch. f. Zellforschung, Bd. III.
- 93) NICOLET, H., Recherches pour servir à l'histoire des Podurelles 1841. Extr. Nouv. Mém. Soc. Helv. Sci. Nat. Neuchâtel, Vol. VI. (Auch separat 1843.)
- 94) OLFERS, E. de, Annotationes ad anatomiam Podurarum. Diss. inaug. Berolini 1862.
- 95) OUDEMANS, J. T., Beiträge zur Kenntnis der Thysanura und Collembola. Amsterdam 1888.
- 96) PALMÉN, J., Zur Morphologie des Tracheensystems. Leipzig 1877.
- 97) PAKKARD, A. S., Occurrence of *Machilis variabilis* in Maine 1877. Psyche, Vol. IX.
- 98) PANTEL, J., Le Thrixion *Halidayanum* Rond. Essai monographique sur les caractères extérieurs, la biologie et l'anatomie d'une larve parasite du groupe des Tachinaires. La Cellule 1898. Tom XV.
- 99) PHILIPTSCHENKO, J. A., Anatomische Studien über Collembola 1906. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. LXXXV.

- 100) Ders., Beiträge zur Kenntnis der Apterygoten. I. Über die exkretorischen und phagozytären Organe von *Ctenolepisma lineata* 1905. *ibid.*, Bd. LXXXVIII.
- 101) Ders., Beiträge zur Kenntnis der Apterygoten. II. Über die Kopfdrüsen der Thysanuren 1908. *ibid.*, Bd. XCI.
- 102) PISSAREW, W. J., Das Herz der Biene 1898. *Zool. Anz.*, Bd. XXI.
- 103) POPOVICI-BAZDOSANU, A., Sur la morphologie du coeur des Arthropodes 1905. *Bull. Soc. Sc. Bucarest An.* 15.
- 104) Ders., Sur l'existence des vaisseaux sanguins caudaux chez les Ephémérides adultes 1906. *C. R. Soc. Biol. Paris*, Tom. LX.
- 105) Ders., Contribution à l'étude l'organisation des larves des Ephémérides 1906. *Arch. zool. Exper.*, Tom. V, S. 4.
- 106) PROWAZEK, S., Bau und Entwicklung der Kollembolen 1900. *Arb. a. d. Zool. Institut Wien*, Bd. XII.
- 107) ROSA, DAN., Le valvole nei vasi dei lumbrici 1903. *Archivico Zoologico*, Bd. I.
- 108) SCHÄFER, L., Die Kollembolen der Umgebung von Hamburg und benachbarten Gebiete 1896. *Mittlg nat. Mus. Hamburg*, Jahrgang 13.
- 109) SCHIMKEWITSCH, W., Über die Entwicklung von *Telyphonus caudatus* (L.) 1903. *Zool. Anz.*, Bd. XXVI.
- 110) Ders., Über die Entwicklung von *Telyphonus caudatus*, verglichen mit derjenigen einiger anderen Arachniden 1906. *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. LXXXI.
- 111) SCHNEIDER, K. C., Lehrbuch der vergleichenden Histologie. Jena 1902.
- 112) SEATON, FR., The Compound Eyes Machilis 1903. *Amer. Natural*; Vol. XXXVII.
- 113) SILVESTRI, F., Nuovi generi e specie di Machilidae 1904. *Redia*, Vol. II.
- 114) Ders., *Thysanura* 1904. *Fauna Hawaiensis*, Vol. III.
- 115) Ders., Materiale per lo studio dei Thysanuri VI.—VII. 1905. *Redia*, Vol. II.
- 116) Ders., Catalogue des Machilidae de la Collection du Museum. *Bull. Mus. Hist. nat. Paris* 1907.
- 117) Ders., Quelques formes nouvelles de la famille des Machilides 1907. *Ann. d. Sc. nat. Zool.*, Tom. VI., p. S.
- 118) SOMMER, A., Über *Macrotoma plumbea*. Beiträge zur Anatomie der Poduriden 1885. *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. XLI.
- 119) v. STUMMER-TRAUNFELS, R., Vergleichende Untersuchungen über die Mundwerkzeuge der Thysanuren und Kollembolen 1891. *Sitzgsber. d. k. Akad. d. Wiss. Wien math.-nat. Cl.*, Bd. C, I. Abtlg.
- 120) TULLBERG, T., Sveriges Podurider. Kgl. svenska Vetensk. Akad. Handlingar Stockholm 1871/72. *Ny Foljd*, Bd. X.
- 121) UZEL, HCH., Vorläufige Mitteilung über die Entwicklung der Thysanuren 1897. *Zool. Anz.*, Bd. XX.
- 122) Ders., Studien über die Entwicklung der apterygoten Insekten. Königgrätz 1898.

- 123) VEJDOVSKY, F., Zur Hämocöltheorie 1902. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. LXXXII.
- 124) Ders., Zweiter Beitrag zur Hämocöltheorie 1907. *ibid.*, Bd. LXXXV.
- 125) VERHEOFF, C., Cerci und Styli der Tracheaten 1895. Entom. Nachrichten.
- 126) Ders., Über die Nerven des Metazephalsegmentes und die Insektenordnung Oothecaria 1902. Zool. Anz., Bd. XXV.
- 127) Ders., Beiträge Zur vergleichenden Morphologie des Thorax der Insekten mit Berücksichtigung der Chilopoden 1902. Abh. d. kais. Akad. d. Nat. Halle 1902.
- 128) Ders., a) Zur vergleichenden Morphologie der Koxalorgane und Genitalanhänge der Tracheaten. b) Tracheatenbeine. 2. Aufsatz: Trochanter und Praefemur 1903, Zool. Anz., Bd. XXVI.
- 129) Ders., Über vergleichende Morphologie des Kopfes niederer Insekten mit besonderer Berücksichtigung der Dermapteren und Thysanuren 1905. Nova Acta Leop. Carol, Bd. LXXXIV.
- 130) Ders., Über Felsenspringer, Machiloidea. 3. Aufsatz: Die Entwicklungsstufen. 4. Aufsatz: Systematik und Orthomorphose 1910. Zool. Anz., Bd. XXXVI.
- 131) VERNON, E., Sul vaso pulsante della Secaria 1908. Atti de R. Istit. Veneto d. Sc. L. ed A., Tom. LXVII. Parte seconda 1907/1908.
- 132) VIALLANES, H., Recherches sur l'histologie des Insectes Thèses 1883. Ann. d. Sc. nat., Tom. XIV, S. 6.
- 133) VOGT u. JUNG., Lehrbuch der prakt. vergleichenden Anatomie 1889—1894. Bd. II.
- 134) VOSSELER, J., Untersuchungen über glatte und unvollkommen quergestreifte Muskeln bei Arthropoden. Tübingen 1891.
- 135) WILLEM, V., Recherches sur les Collembolés et les Thysanures 1900. Mém. cour. Mém. sav. étr. Ac. Belg., Tom. LIII.
- 136) WINTERSTEIN, H., Handbuch der vergleichenden Physiologie 1910. Bd. II. Physiologie des Stoffwechsels. Physiologie der Zeugung. 1. Hälfte. Jena 1910.
- 137) WOOD-MASON, F., Morphological notes bearing on the origin of Insectes 1879. Trans. Ent. Soc. London 1879.
- 138) ZAWARZIN, ALEX., Histologische Studien über Insekten. I. Das Herz der Äschnalarven 1911. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. XCVII.
- 139) ZIELINSKA, JANINA, Über Regenerationsvorgänge bei Lumbriziden 1908. Jenaische Zeitschr., Bd. XLIV.
- 140) ZÜRCHER, LEO, Histologie der Körper- und Darmmuskulatur und des Hämocöls von Owenia 1909. Jenaische Zeitschr., Bd. XLV.

Buchstabenerklärung.

- an* anterior.
adv Adventitia.
afk Afterklappe.
aft Anfang des Filum terminale.
al Augenlobus.
ao Aorta.
aov Aortenwandung.
ar Arterie.
ark Arterienklappe.
au außen.
b Bindegewebe.
bl Blutkörperchen.
bls Blutkörpersyncytium.
ch Chitin.
d Darm.
dia Diaphragma.
dl Dilatator.
dlm dorsaler Längsmuskel.
dm Darmmuskulatur.
do dorsal.
dr Drüse.
ds dorsales Septum.
dvm Dorsoventralmuskel.
ed Enddarm.
ef elastische Fasern.
ei Einbuchtung am Fil. term.
ep Epithel.
epk Epithelkern.
f Fettkörper.
fa Facettenauge.
fm Fächermuskel.
f.t. Filum terminale.
g Ganglion.
go Gonaden.
gr Grenzmembran.
h Herz.
hn Herznerz.
h.oc hintere Ozelle.
hpc Hülle des Perikardialgewebes.
hw Herzwandung.
i innen.
if Falten der Intima.
in Intima.
k Kern.
- k.adv* Kern der Adventitia.
kl Klappe.
klsp Klappenspalt.
kn Kanal des Kopfnephridiums.
kpc Kern des Perikardialgewebes.
l lateral.
lm Längsmuskel.
lü Lücken in der Scheidewand.
m Muskel.
mb Magenblindsack.
med median.
mf Muskelfasern.
mg Magen.
mk Muskelkern.
m.oc Muskelschicht des Ösophagus.
Mp Malpighische Gefäße.
msc Muskularis.
my Myoleum.
npn Kopfnephridium.
nzk Nervenzellkern.
oe Ösophagus.
o.g Oberes Schlundganglion.
p posterior.
pc Perikardialzellen.
pg Pigment.
pl Protoplasma.
r Rückengefäß.
rm Ringmuskel.
s Septum.
sc Schuppe.
sch Scheidewand im Hinterende des Abdomens.
sch' Membran von der Afterklappe zur Scheidewand.
sl Sarkolemma.
sp spindelförmige Körperchen.
sy Sympatikus.
t Trachee.
tn Tentorium.
ü Überdachung.
v ventral.
v.d Verdickung der Aortenwandung.
zafk Zahn an der Afterklappe.

Erklärung der Tafeln.

Tafel I.

Fig. 1—3. Teutoniiden (VERHOEFF) Spezies?

In Fig. 1*a* sind der Vollständigkeit der Zeichnung wegen die Tergite seitlich etwas herauf gedreht gedacht, weshalb das Tier so breit erscheint.

Fig. 1*d*. Kopf einer 2,9 mm langen Teutonia.

Fig. 4*a, b*. Trigoniphthalmus (VERHOEFF) ? *b* nahe der Häutung.

Fig. 5. *Lepismachilis*? (VERHOEFF), *Machilis polypoda* (L.). *a, b* u. *d* in Zeichnung etwas verschiedene Tiere; *b* u. *c* gleiches Tier von oben und von der Seite gesehen; *e* Kopf eines erwachsenen Tieres von oben gesehen; *f* Kopf eines 5,3 mm langen Tierchens.

Fig. 6—8. *Machilis* s. str. (VERHOEFF).

Fig. 6. *Machilis cylindrica*, *Varia fasciola* (GEOFFR., GRASSI).

Fig. 6*a*. Zwei *Machiliden* in Kopulation.

Fig. 7. *Machilis cylindrica* (GEOFFR.). *e* Kopf eines 3,5 mm langen Tierchens; *f* Kopf eines ausgewachsenen Tieres.

Fig. 8. *Machilis spec.*?, typisch für Kerenzberger am linken Ufer des Walensees.

Gemeinsame Abkürzungen für alle Figuren: *An* Antennen; *Fa* Facettenaugen; *h. O. v. O.* hintere und vordere Ozellen; *Mp* Maxillarpalpus; *Ce* Cerce; *F.t.* Filum terminale; *Ov* Ovipositor; *St* Stylus.

Sämtliche Zeichnungen sind ohne Zeichenapparat unter Benutzung von Lupen mit 5—30facher Vergrößerung gemacht, zum Teil nach lebendem, zum anderen Teil nach frisch getötetem Material. Der Hauptwert wurde auf die Schuppenzeichnung des Rückens gelegt. — In den Angaben über Körperlänge ist das Filum terminale nicht einbezogen.

Tafel II.

Fig. 1. Rückengefäß im 6.—9. Abdominalsegment, wie es durch das schuppenlose Chitin hindurch erscheint. Vergr. ca. 20:1.

Fig. 2. Durchscheinendes Rückengefäß im Mesothorax.

Fig. 3. Schema zu Fig. 1.

Fig. 4. Enthäutete in Sublimat fixierte *Machilis*. Makroskopische Ansicht des Rückengefäßes. Vergr. ca. 10:1.

Fig. 5. Horizontaler Längsschnitt durch Thorax und Kopf von *Machilis cylindrica* (GEOFFR.) oder Spez. Taf. I, Fig. 7.

Graugrün: Ektoderm und Kopfganglion. Violett: Kopfdrüse und Kopfniere. Blau: Tracheen. Gelb: Darm. Orange: Muskulatur. Rot: Aorta. Vergr. 65:1.

Fig. 6. Schnitt aus einer Querschnittserie, Kopf also mehr in Längsrichtung aber schief von Augen zu Labium getroffen. Machilide. *al* Augenloben des oberen Schlundganglions. *h. oc* hintere Ozelle. *m* Muskel vom Tentorium zum Winkel zwischen Facettenaugen und Frons. *k* unpaarer Ausführkanal der Kopfnieren. *tn* Tentorium. Vergr. 34:1.

Fig. 7. Querschnitt durch das Abdomen etwas schief zur Längsachse des Tieres. 8. Abdominalsegment mit Fächermuskel. Vergr. 65:1.

Fig. 8. Sagittaler Längsschnitt durch das Körperhinterende. Ein Stück des Filum terminale und 10. Abdominalsegment einer Teutoniide. Vergr. 65:1.

Fig. 9. Querschnitt durch das Filum terminale. Rot: Arterie. Blau: Tracheen. Machilide. Chitin nur oben rechts gezeichnet. Vergr. 65:1.

Fig. 10. *a, b, c* drei Entwicklungsstadien des Stylus an der Coxa eines Thoraxbeines. *St* Stylus.

Fig. 11. Hinterteil von *Machilis cylindrica* (Taf. I, Fig. 7). *A/k* Afterklappen (TELSON nach HEYMONS); *Cc* Cerce; *F.t.* Filum terminale.

Tafel III.

Fig. 12. Aus einer Horizontalschnittserie. Schnitt durch die Klappe an der Grenze zwischen Herz- und Kopfaorta. Junge Machilide. Vergr. 65:1.

Fig. 13. Sagittalschnitt durch Ostium im 2. Abdominalsegment. Ostienklappe bei Systole. *Lepismachilis* (*Mach. polypoda*). Vergr. 275:1.

Fig. 14. Sagittalschnitt durch das Herz im 4. Abdominalsegment. *Lepismachilis*. Vergr. 275:1.

Fig. 15. Dasselbe durch das 5. Abdominalsegment des gleichen Tieres. Vergr. 275:1.

Fig. 16. Sagittalschnitt durch das Herz im 5. Abdominalsegment einer *Machilis*; der untere Teil des Herzens fehlt. Vergr. 275:1.

Fig. 17. Sagittalschnitt durch die Ostien- und Kammerklappe im 5. Abdominalsegment. *Lepismachilis*. Orientierung den früheren Schnitten entgegengesetzt. Vergr. 275:1.

Fig. 18. Schnitt durch das 6. Abdominalsegment des gleichen Tieres wie in Fig. 12 u. 13. Vergr. 275:1.

Fig. 19. Sagittalschnitt durch das 6. Abdominalsegment des nämlichen Tieres wie in Fig. 11. Vergr. 275:1.

Fig. 20. *a, b* Sagittalschnitte durch das 6. Abdominalsegment. Gleiche Serie wie Fig. 16, nur das Herz auf der anderen Seite getroffen, *a* mehr der Mitte, *b* mehr der Seite zu. Diastole. Vergr. 480:1.

Fig. 21. Sagittalschnitt durch das 9. Abdominalsegment des Tieres von Fig. 16. *u.o.* unteres Ostium; *o.o.* oberes Ostium. Vergr. 275:1.

Die Pfeile deuten überall die Richtung des Blutstromes an.

Fig. 22. Querschnitt durch die Klappe an der Grenze zwischen Herz und Schwanzarterie im 10. Abdominalsegment. *a-f* von hinten nach vorn aufeinanderfolgende Schnitte. Vergr. 275:1. ?

Fig. 23. *a* Querschnitte durch die Arterie; *b* Querschnitt durch das Herz; beide Schnitte in der Nähe des Überganges vom Herz in die Arterie und aus der gleichen Serie. Machilis. Einzige Schnittserie mit solcher Wandbeschaffenheit. Vergr. 480:1.

Fig. 24. Längsanschnitt der Arterie. Machilis. Eisenhämatoxylin nach HEIDENHAIN. Vergr. 600:1.

Fig. 25. Querschnitt durch das 10. Abdominalsegment hinter der Berührungsstelle der Arterie mit dem Darm, wo die Arterie wieder gegen das Integument hinaufsteigt. *m* Muskel, der die Arterie mit dem Enddarm verbindet. Vergr. 275:1.

Fig. 26. Sagittalschnitt durch das Hinterende des Abdomens, wo die Scheidewand von der Afterklappe zum Vorderende des Filum terminale hinaufzieht. Das Integument oberhalb der Arterie ist weggelassen. Machilis. Vergr. 175:1.

Fig. 27. Sagittalschnitt: Ansatzstelle der Scheidewand an das Integument des Filum terminale. Machilis. *lii* Lücken in der Scheidewand. Vergr. 480:1.

Fig. 28. Sagittalschnitt: Ansatzstelle der Scheidewand an der Afterklappe. Vergr. 275:1.

Fig. 29. Horizontalschnitt durch das 10. Abdominalsegment; von oben gesehen. Teutonia. Vergr. 275:1.

Fig. 30. Optischer Längsschnitt durch den Stylus eines Thoraxbeines. Vergr. 275:1.

Tafel IV.

Fig. 31. Sagittalschnitt durch die Arterienklappe einer Machilis. Eisenhämatoxylin nach HEIDENHAIN. Vergr. 480:1.

Fig. 32. Sagittalschnitt durch die Arterienklappe einer Machilis. EHRLICHS Hämalan und Orange. Vergr. 480:1.

Fig. 33. Horizontalschnitt durch die Arterienklappe einer Machilis; von oben gesehen. FLEMMING. Vergr. 480:1.

Fig. 34. Querschnitt durch die Klappe an der Grenze zwischen Herz und Arterie, etwa in halber Länge der Klappe. Vergr. 275:1.

Fig. 35. Querschnitt durch die Arterie und hinteres Ende der Klappe. Machilis. Vergr. 480:1.

Fig. 36. *a* u. *b* Sagittalschnitte durch die Klappe zwischen Herz und Aorta. *b* Schnitt mehr am seitlichen Rande; *a* mehr gegen die Mitte des Rückengefäßes. Eisenhämatoxylin nach HEIDENHAIN. Vergr. 600:1.

Fig. 37. *a* Schnitt durch die Herz-Aortenklappe in der Richtung wie punktierte Linie in Fig. 37 *b* sie andeutet. Lepismachilis. Vergr. 600:1.

Fig. 38. *a* Schnitt durch die Herzaortenklappe in der Richtung wie punktierte Linie 38 *b* sie andeutet. *mb* kleine Blindsäcke des Magens. Lepismachilis. Vergr. 275:1.

Fig. 39. Querschnitt durch eine Aorta, die eine Strecke weit durch dorso-ventrale Längsscheidewand in zwei Kanäle geteilt wird. Teutonia. Vergr. 600:1.

Fig. 40. Sagittalschnitt durch das vordere Aortenende in der Gegend des Schlundringes. Im Aortenlumen ein krankhaftes (?) Blutsyncytium *bls.*, mit der unteren Aortenwand verwachsen. Teutonia. Vergr. 600:1.

Fig. 41. Querschnitt durch Aorta und Ösophagus, dorso-ventral nicht ganz senkrecht zur Längsachse der Aorta. Vergr. 480:1.

Fig. 42. Querschnitt durch Aorta und Ösophagus, wo die Aorta sich dem oberen Schlundganglion nähert. Schnitt also senkrecht zur Längsachse des Kopfes. *dr* vordere Kopfdrüse. Vergr. 480:1.

Fig. 43. Querschnitt durch Aorta und Ösophaguswandung und unmittelbar bevor die Aorta aufhört, der Ösophagus an den Clypeus herantritt und mit ihm durch Dilatoren verbunden ist. *nf*. Neurofibrillen der Schlundkommissur. Machilis. Vergr. 480:1.

Fig. 44. Aus gleicher Serie: Aortenwandung etwas gestreift. Schnitt in der Übergangsstelle der Aorta in das Herz. Vergr. 600:1.

Fig. 45. Stück Aortenwandung längsgeschnitten, in unmittelbarer Nähe des oberen Schlundganglions. Machilis. Vergr. 1200:1.

Fig. 46. Stück Aortenwandung, wo sie in das obere Schlundganglion übergeht; Längsanschnitt. Machilis. Vergr. 1200:1.

Fig. 47. *a—c* Kerne der Aortenwandung. Machilis. 1200:1. *d* Ungewöhnlich großer Kern der Herzmuscularis.

Fig. 48. Kern aus Ringmuskel der Ösophaguswandung. Machilis. Vergr. 1200:1.

Fig. 49. Querschnitt durch Aorta und oberes Schlundganglion; Höhenachse des Schnittes etwas schief zur Längsachse der Aorta. Übertritt eines Herznerven aus dem oberen Schlundganglion in die Aortenwandung. Machilis. Vergr. 480:1.

Fig. 50. *a* und *b* Querschnitt durch eine Arterie, die der Länge nach eine Strecke weit von einer dorso-ventralen Scheidewand durchzogen ist. Schnitte in verschiedener Höhe der Arterie. *cp* Körperepithel. Vergr. 480:1.

Tafel V.

Fig. 51. Sagittaler Seitenschnitt der Herzwandung im 9. und 10. Abdominalsegment vor dem Übergang in die Arterie. Machilide. Vergr. 480:1.

Fig. 52. Längsanschnitt der Herzwandung. Vergr. 600:1.

Fig. 53. Längsanschnitt der Herzwandung. Eisenhämatoxylin nach HEIDENHAIN. Vergr. 600:1.

Fig. 54. *a* Horizontalschnitt durch das Herz in einem Abdominalsegment. Machilis. Vergr. 275:1. *b* Durch punktierte Linien angedeutetes Stück der Herzwandung stärker vergrößert 1200:1.

Fig. 55. Halb Quer-, halb Längsschnitt durch das Herz.

Fig. 56. Horizontaler Herzschnitt. Machilis. Eisenhämatoxylin nach HEIDENHAIN. Vergr. 600:1.

Fig. 57. Querschnitt durch das Herz. Machilis. Vergr. 480:1.

Fig. 58 und 59. Herzwandungsstücke, Dickenschnitte. Vergr. 600:1

Fig. 60. Muskelkerne der Herzwandung. *a* von der Fläche; *b* etwas schief geschnitten; *c* Höhenschnitt; *d* u. *f* zwei verschiedene Kerne; *e* gleicher Kern bei verschiedener Einstellung des Tubus. Vergr. 1200:1

Fig. 61. *a* u. *b* Kerne aus Körpermuskulatur. 1200:1

Fig. 62. Klappenstück mit Kern aus dem 5. Abdominalsegment. Vergr. 1200:1.

Fig. 63. Blutkörperchen; Kern mit Plasma. 1200:1.

Tafel VI.

Fig. 64. Sagittalschnitt durch Hinterende des Abdomens mit Arterie.

Fig. 65. Dasselbe. Die Scheidewand verläuft in der Richtung der Arterie; punktierte Linie gibt die gewohnte Richtung an. Beide Figuren Vergr. 115:1.

Fig. 66. Flächenansicht eines Stückes der Scheidewand im 10. Abdominalsegment. Vergr. 600:1.

Fig. 67. Querschnitt durch die Arterie im Filum terminale. *a* etwas weiter hinten als *b*. Vergr. 480:1.

Fig. 68. Querschnitt durch Herz, Diaphragma und Perikardialgewebe mit Ausläufern zur Herzwandung. Vergr. 480:1.

Fig. 69. Gleicher Schnitt; Abzweigung einer Faser vom Diaphragma zum Perikardialgewebe und zur Herzwandung. Vergr. 600:1.

Fig. 70. Etwas schräger Horizontalschnitt durch 9. und 10. Abdominalsegment mit Septum an der Segmentgrenze. Eisenhämatoxylin nach HEIDENHAIN. Vergr. 65:1.

Fig. 71. Querschnitt durch Herz und Fächermuskel. Machilis. Vergr. 115:1.

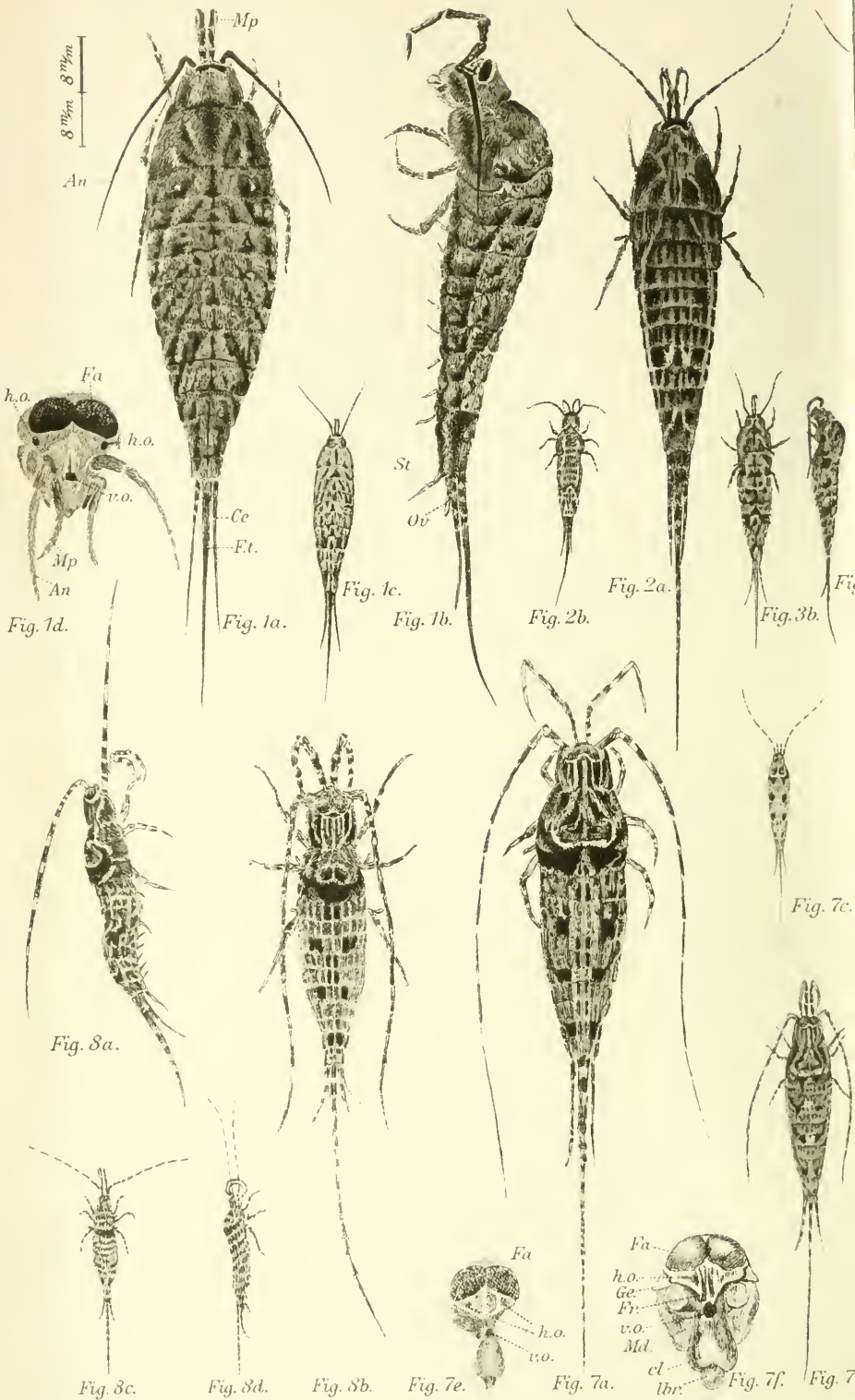
Fig. 72. Aus Horizontalschnitt: Abgangsstelle des Fächermuskels und seine ersten Abzweigungen. Eisenhämatoxylin nach HEIDENHAIN. Vergr. 275:1.

Fig. 73. Fächermuskel näher dem Herzen. Vergr. 275:1.

Fig. 74. Horizontalschnitt durch eine Segmentgrenze. Vorderes Tergitende oberhalb der Ansatzstelle des Fächermuskels. Vergr. 115:1.

Fig. 75. Horizontalschnitt durch Herzunterseite; Fächermuskelauszug an der Herzwandung. Vergr. 115:1.

Fig. 76. Dasselbe im nächsten Schnitt. Vergr. 275:1.



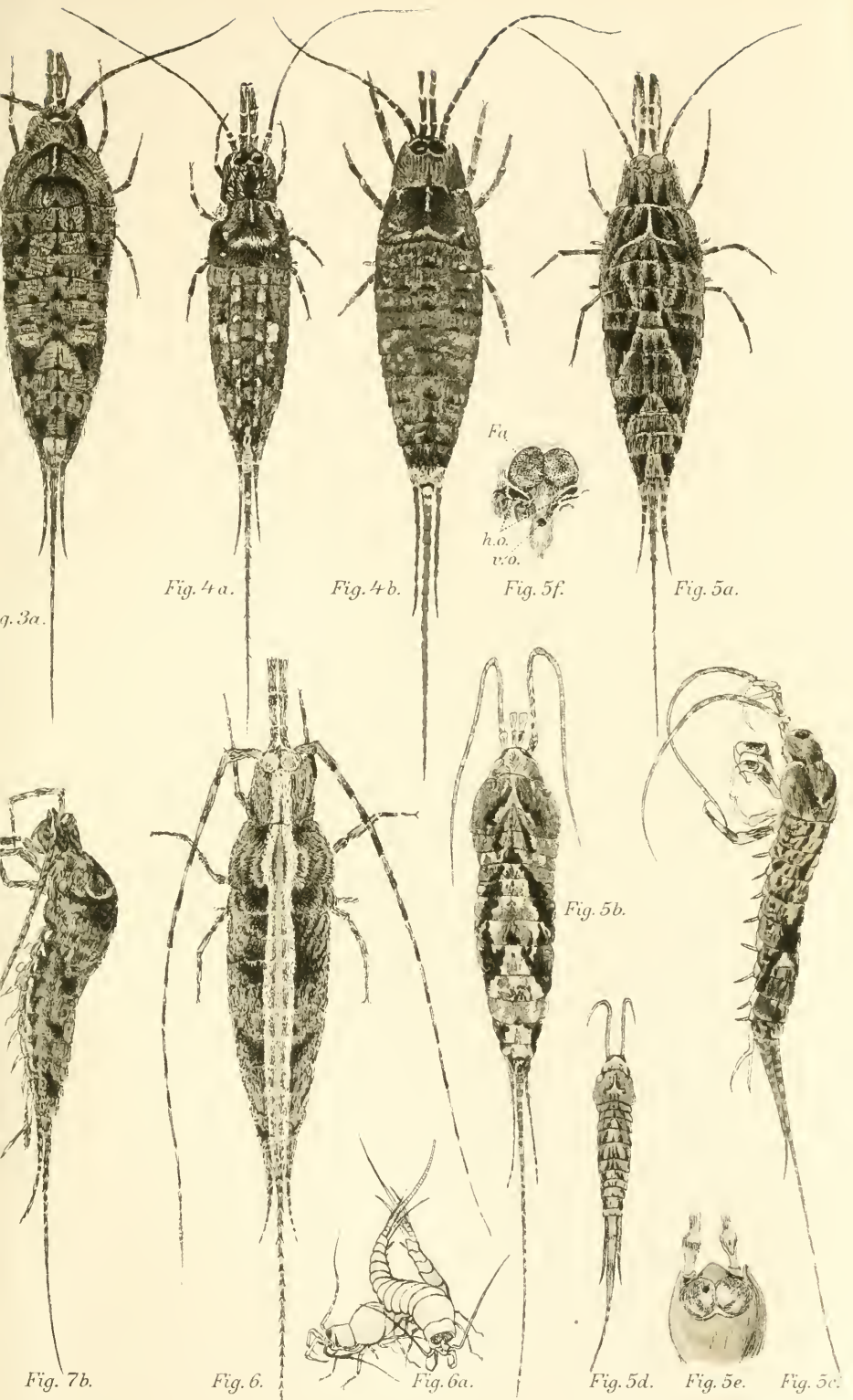


Fig. 4a.

Fig. 4b.

Fig. 5f.

Fig. 5a.

Fig. 5b.

Fig. 7b.

Fig. 6.

Fig. 6a.

Fig. 5d.

Fig. 5e.

Fig. 5c.





H bar 622

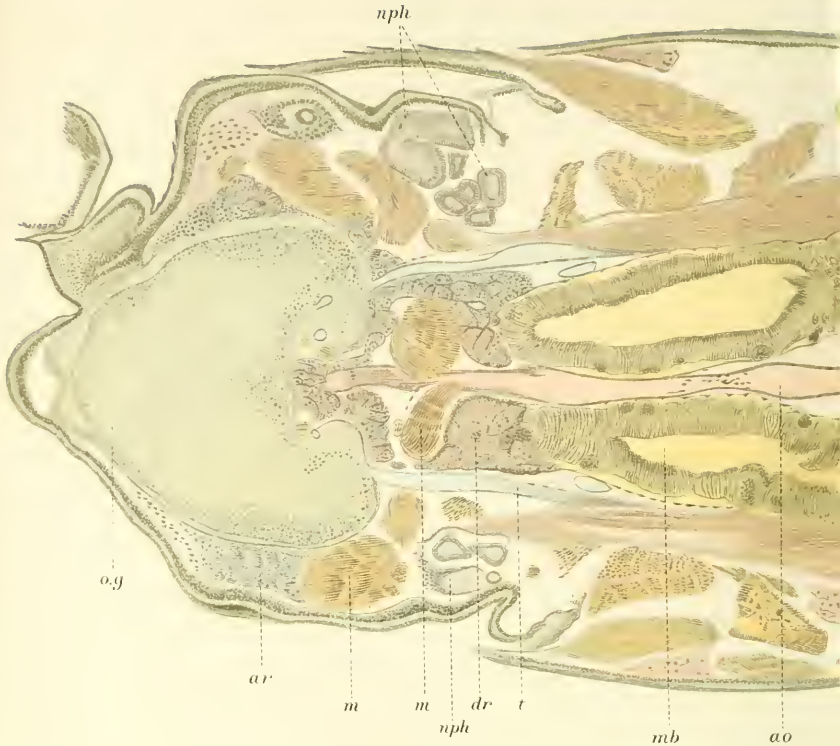


Fig. 5.

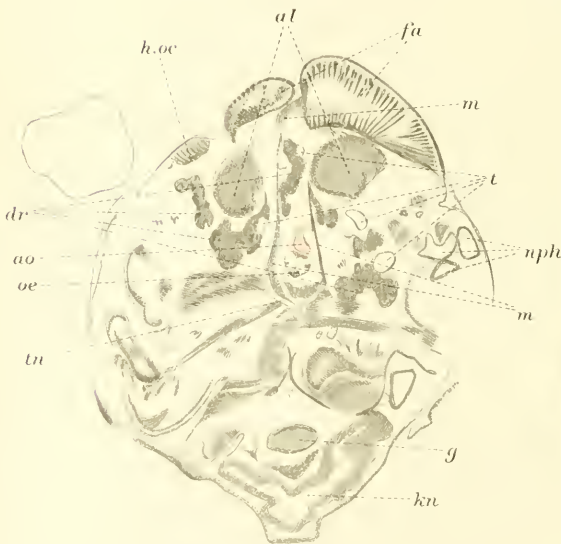


Fig. 6.





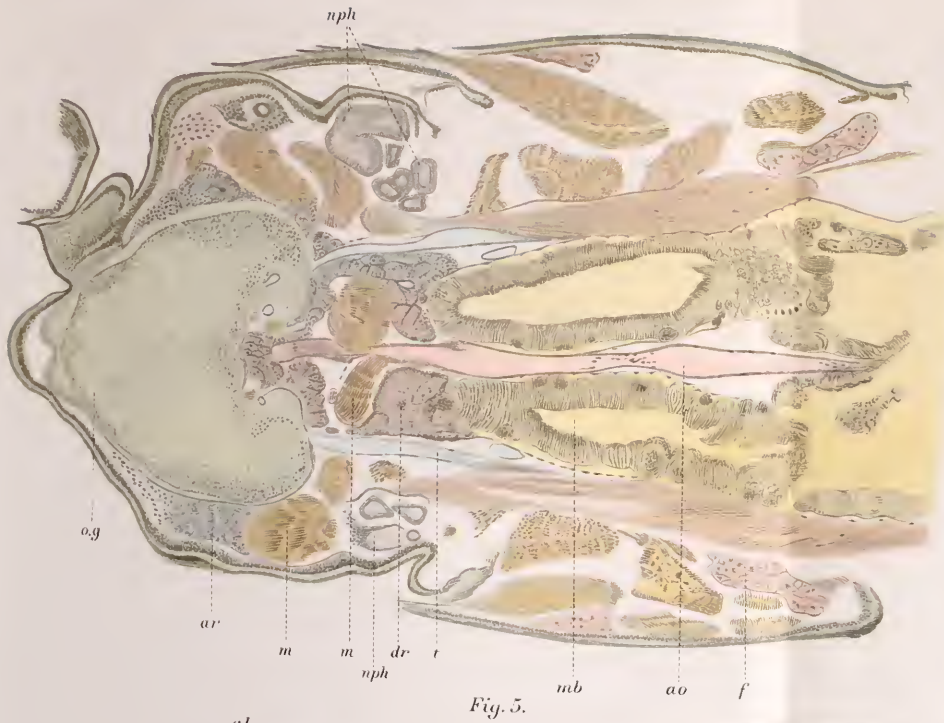


Fig. 5.

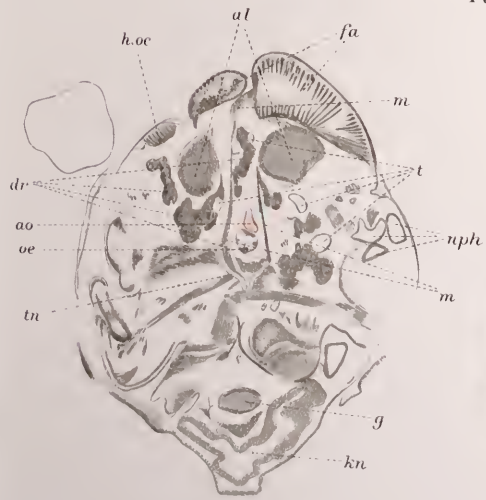


Fig. 6.

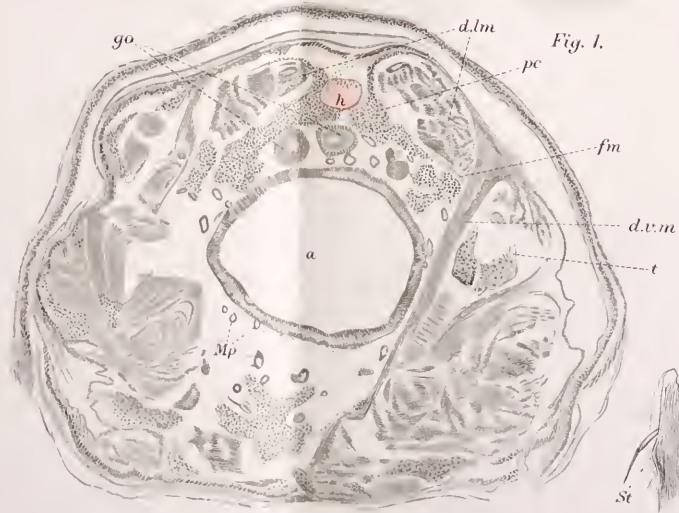


Fig. 7.

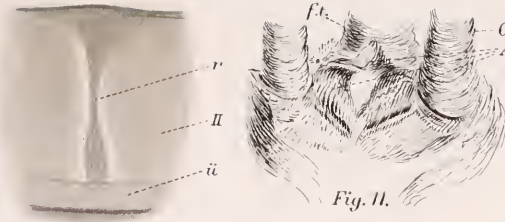


Fig. 11.

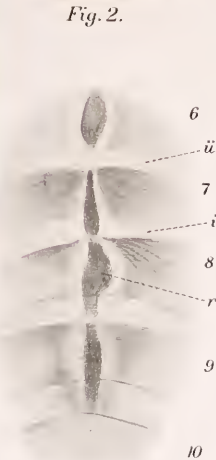


Fig. 2.

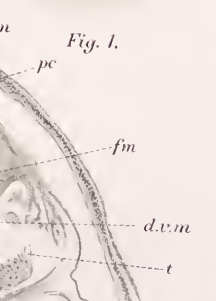


Fig. 1.

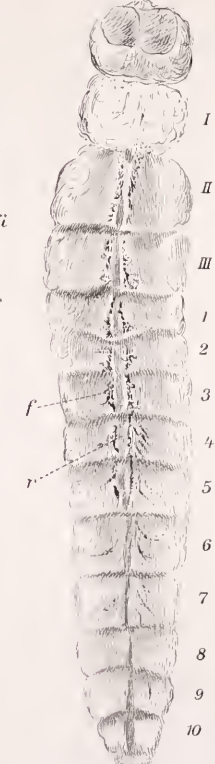


Fig. 4.



Fig. 3.

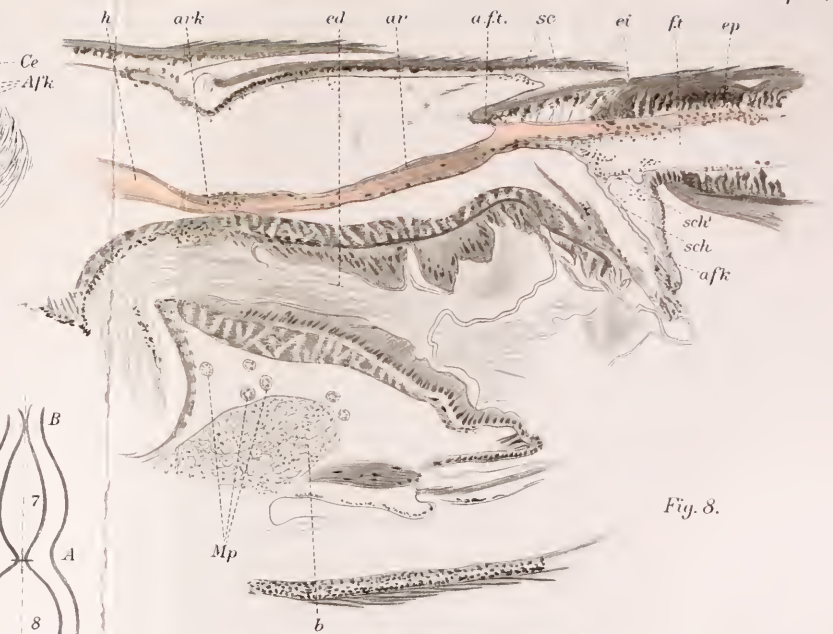


Fig. 8.

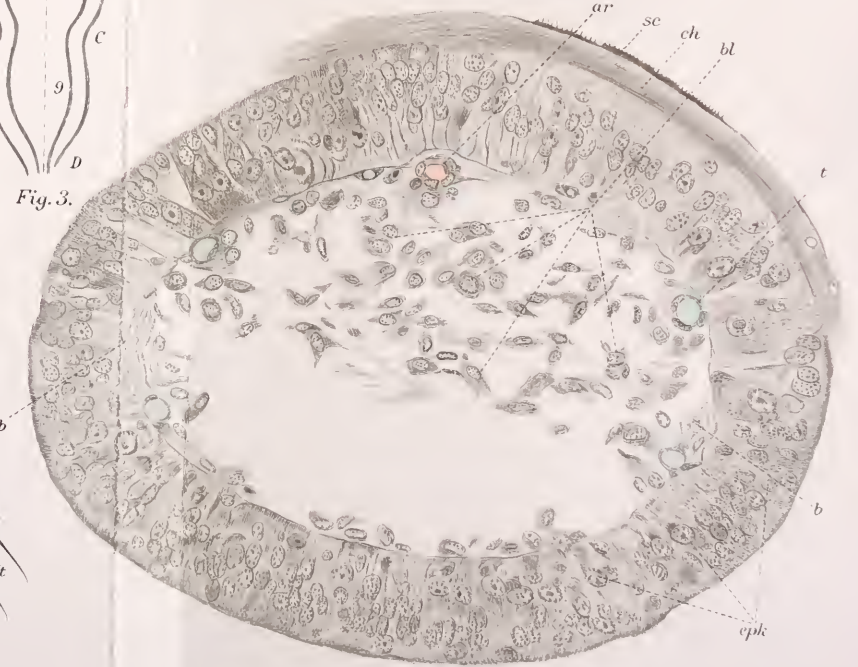


Fig. 9.

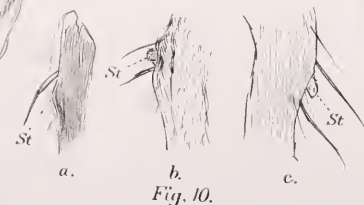


Fig. 10.

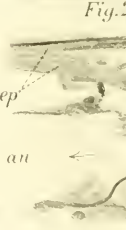
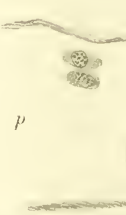
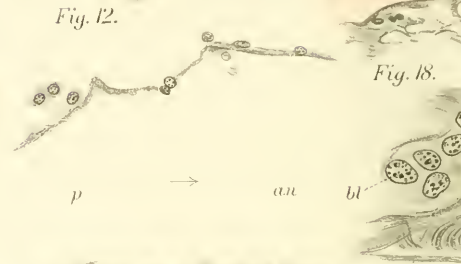
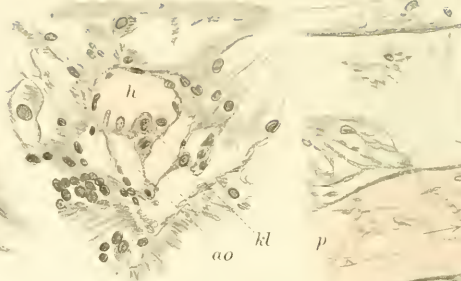
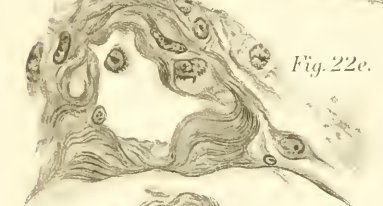
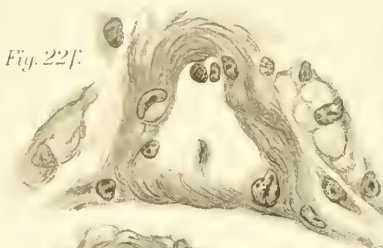


Fig. 22a.

il 30 12

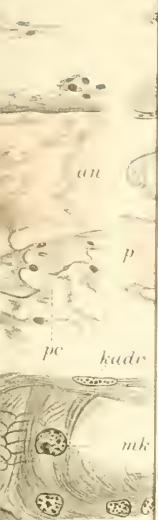


Fig. 24.



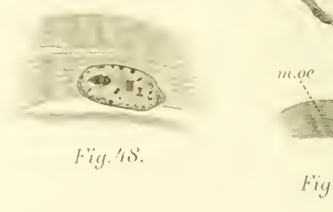
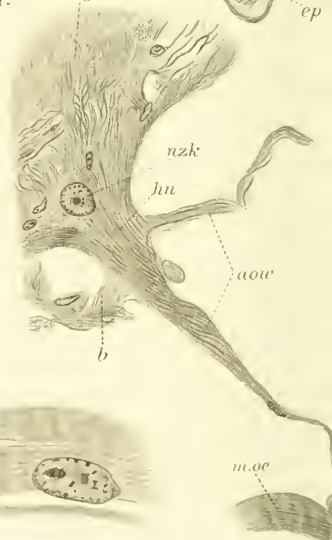
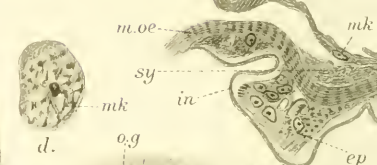
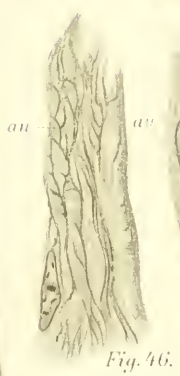
Fig
Ve



H. Bar géz

Verlag von Gustav Fischer

Längsachse der Cera



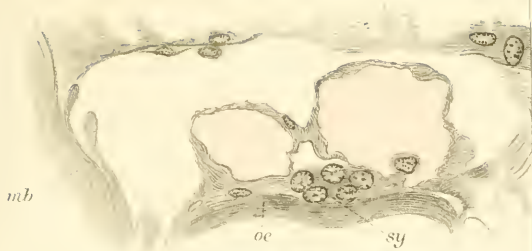


Fig. 39.



Fig. 44.



Fig. 38b.

Fig. 38a.

Fig. 37a.

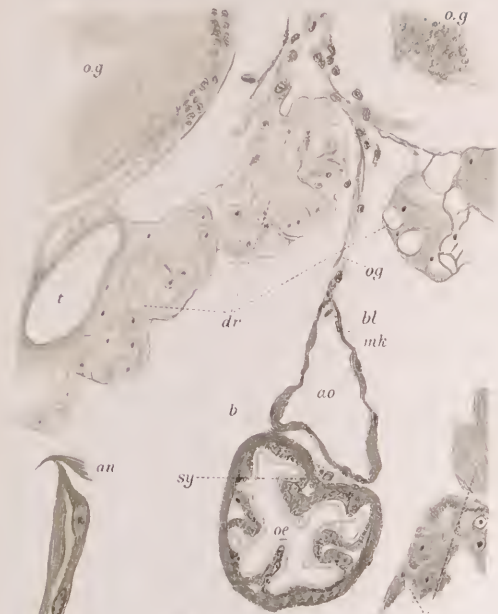


Fig. 42.

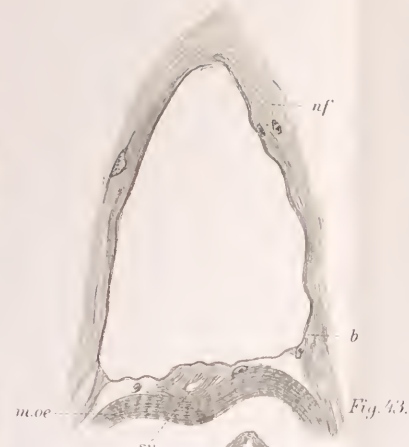


Fig. 43.

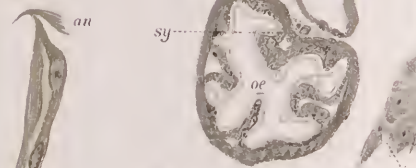


Fig. 44.



Fig. 46.

Fig. 47.



Fig. 48.

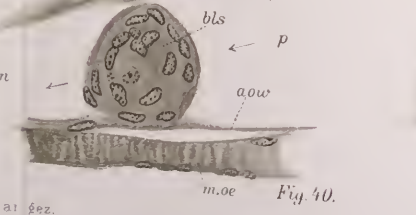


Fig. 49.

Fig. 40.

H. Bar. gez.

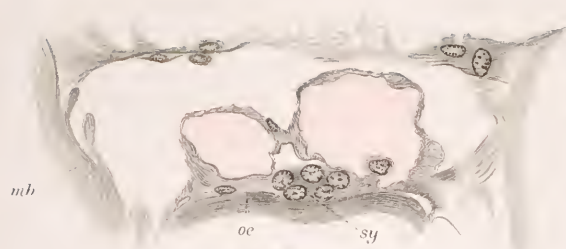


Fig. 39.



Fig. 44.

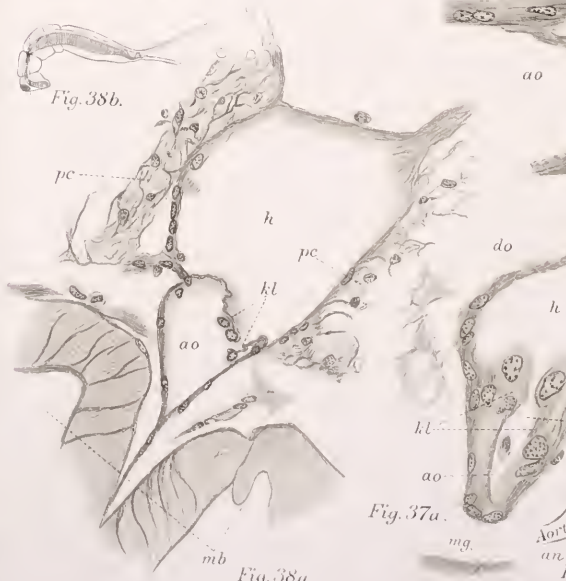


Fig. 38b.

Fig. 38a.



Fig. 31.

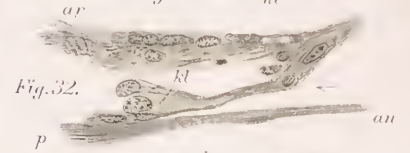


Fig. 32.

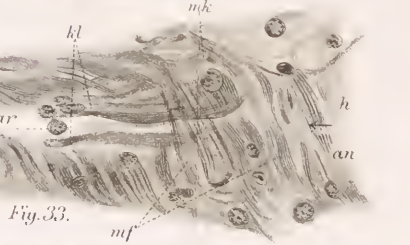


Fig. 33.

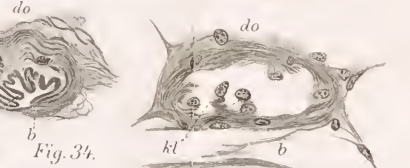


Fig. 34.

Fig. 35.

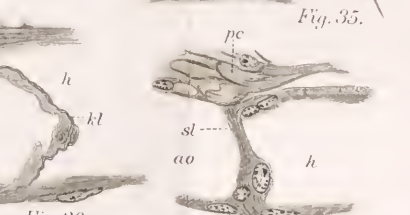


Fig. 36a.

Fig. 36b.



Fig. 50a.

Fig. 50b.

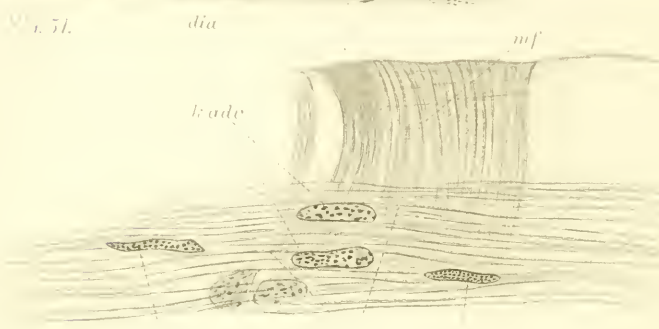
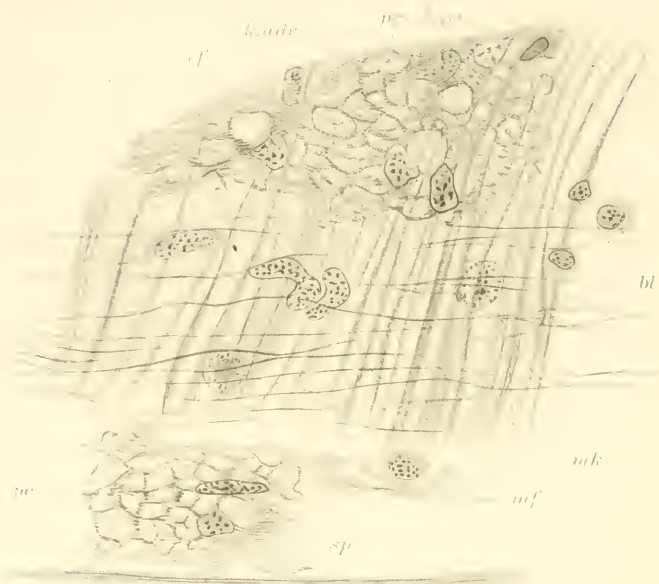
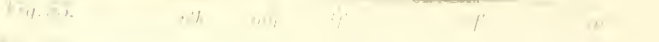


Fig. 52

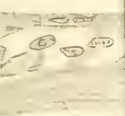


Fig. 53





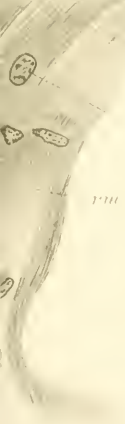
ose
adv



lu



nh Fig



m

ru

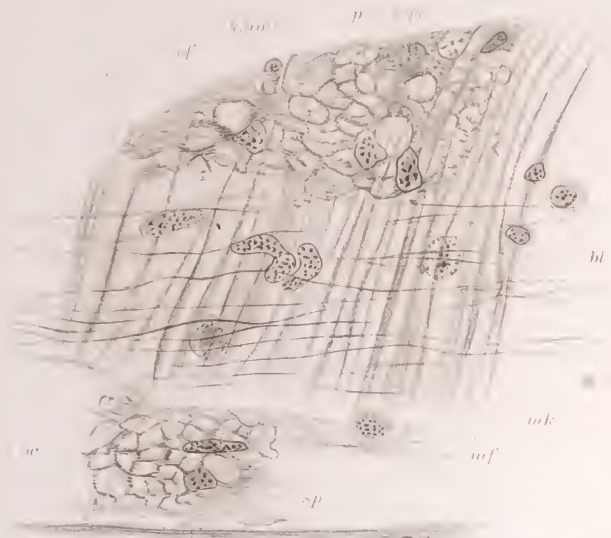


Fig. 51.

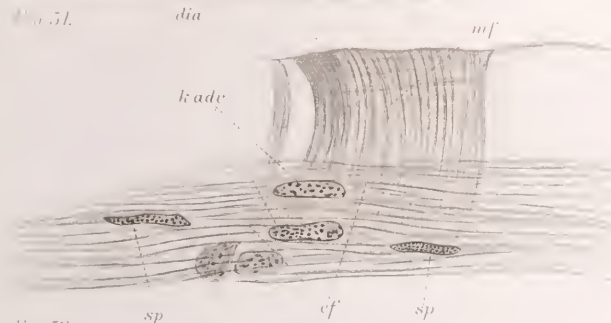


Fig. 52.

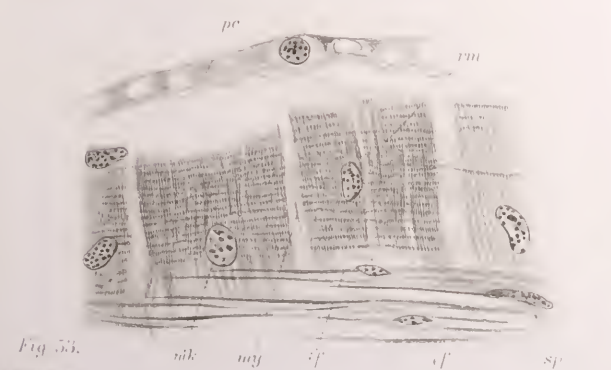


Fig. 53.

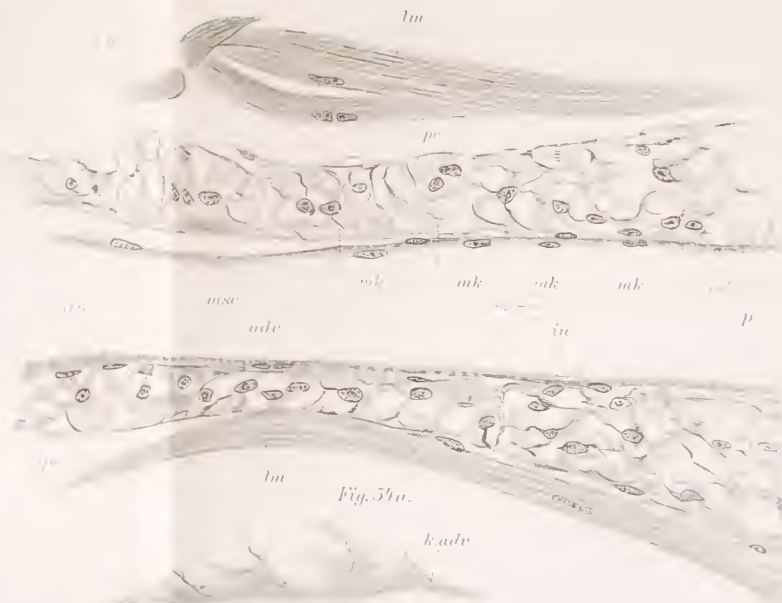


Fig. 54a.

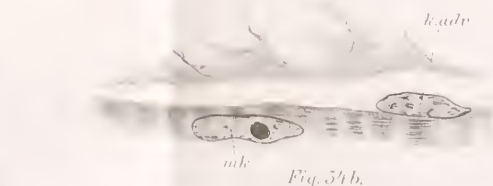


Fig. 54b.

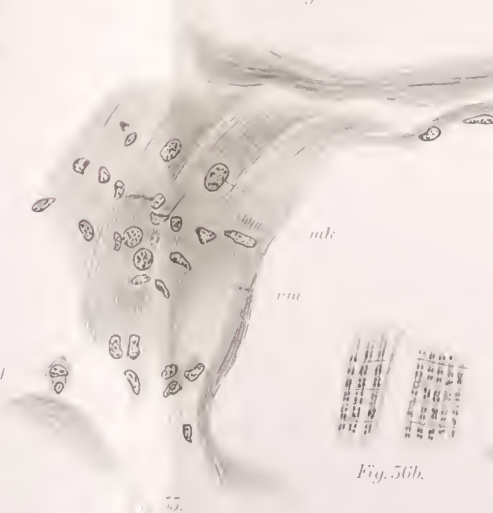


Fig. 56b.

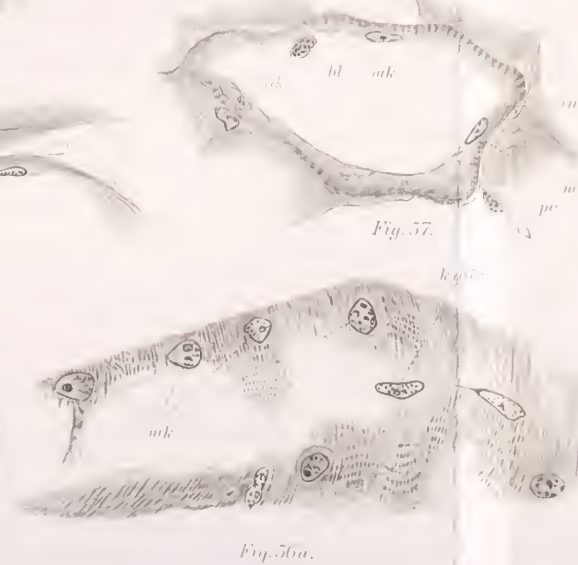


Fig. 56a.

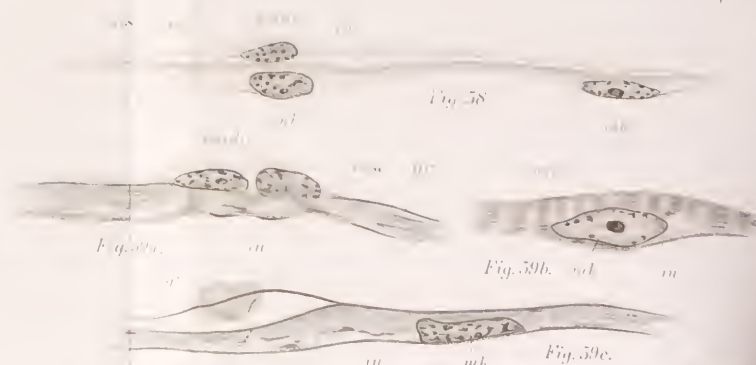


Fig. 58.



Fig. 59a.

Fig. 59b.

Fig. 59c.

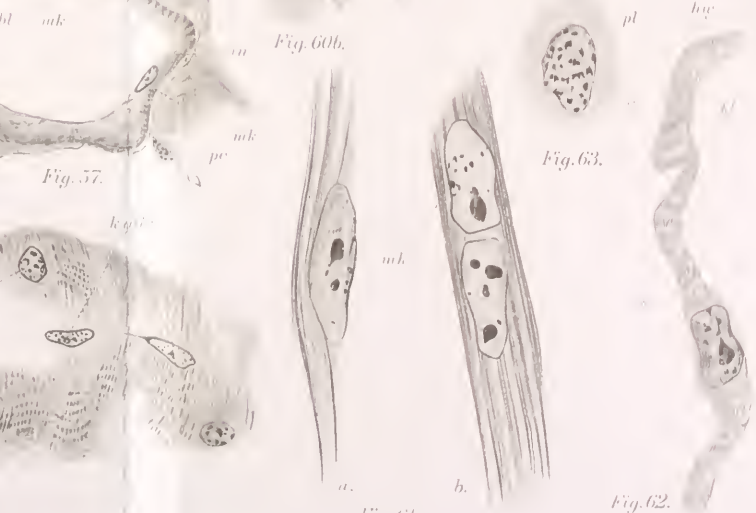


Fig. 60a.

Fig. 60d.

Fig. 60e.

Fig. 60c.

Fig. 60f.

Fig. 60b.

Fig. 63.

Fig. 62.

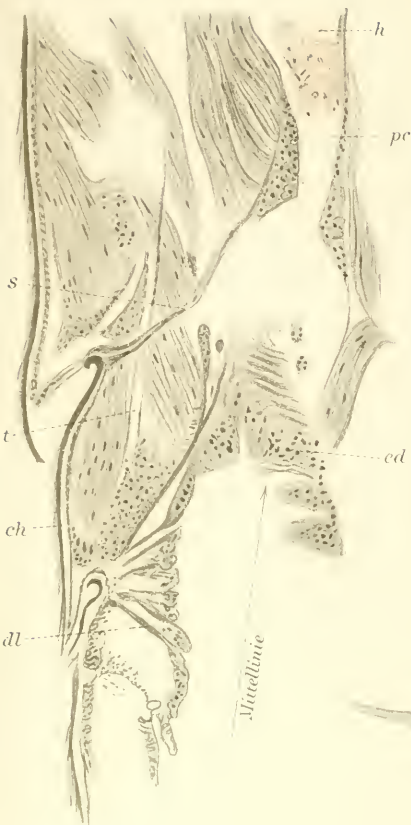


Fig. 70.

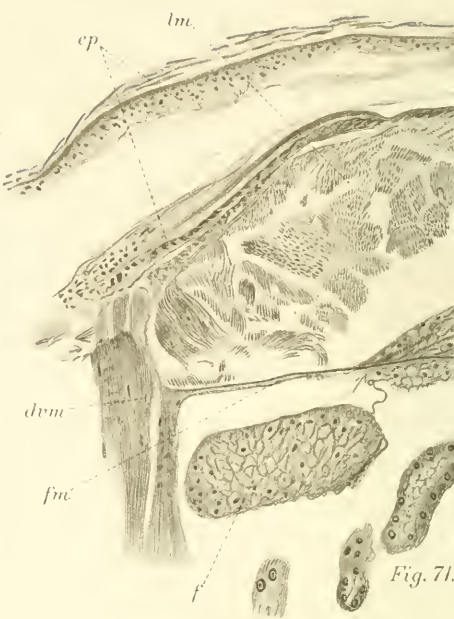


Fig. 71.

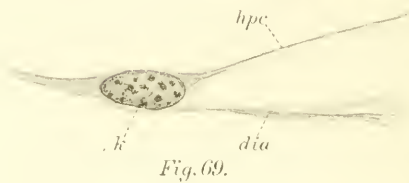


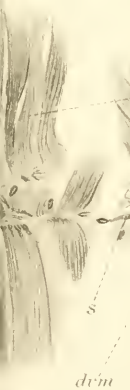
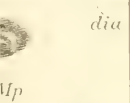
Fig. 69.



Fig. 75.



Fig. 76.



2.

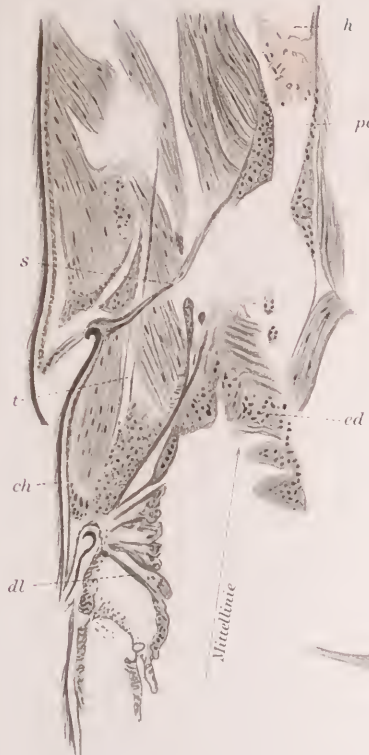


Fig. 70.



Fig. 71.

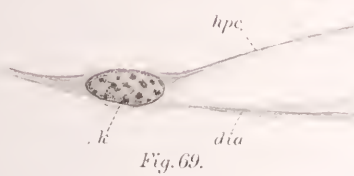


Fig. 69.



Fig. 72.

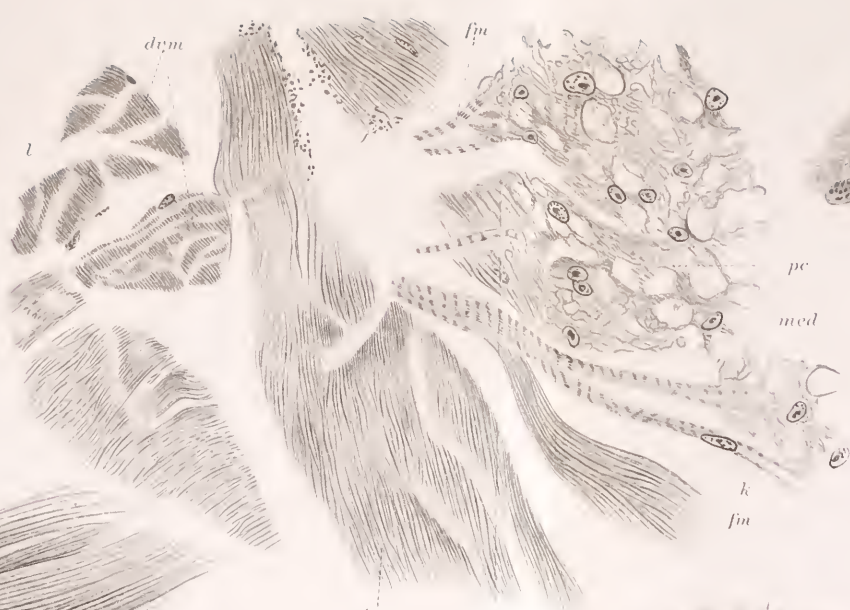


Fig. 73.



Fig. 66.



Fig. 67a.



Fig. 75.



Fig. 76.



Fig. 74.

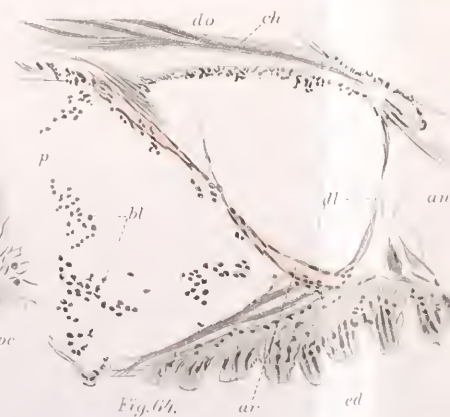


Fig. 67b.

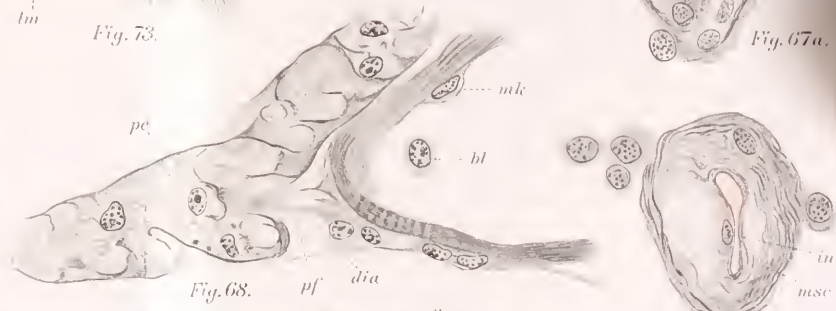


Fig. 68.



Fig. 65.