

*Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

Biologie der Trichopteren-Puppe.

Von

August Thienemann,

Assistent am Zoologischen Institut zu Greifswald.

Mit Tafel 16–20.

„Man kann es mit Recht unter die Vorzüge unserer Zeiten rechnen, daß viele vorhin unbekannte Thiere entdeckt, andere genauer und zuverlässiger beschrieben und nach ihren Kennzeichen in ordentliche Classen gebracht sind. . . . Unterdessen ist der Verstand, mit der bloßen Mannichfaltigkeit der Bildungen, mit der lebhaften Mischung von Farben, mit Beschreibungen mancher Thiere und mit äußerlichen Kennzeichen jeder Classe, Ordnung und Art noch nicht befriediget: er will hauptsächlich jedes Thieres innere Natur, Eigenschaft und Art zu leben, das Verhältnis einer Thierart zu der anderen und zu uns, die ganze Haushaltung und Verfassung in dem Thierreiche, und dessen Zusammenhang mit der Welt und ihrem Schöpfer, wissen; wovon man bisher nur sehr wenige und zerstreute Spuren in der Naturgeschichte angemerket finden kann.“

[REIMARUS, Triebe der Thiere (1773), p. 361.]

Inhalt.

Einleitung.

Historisches.

Allgemeine Morphologie der Trichopteren-Puppen.

Stellung des Themas und Disposition.

Die Verpuppung.

Bau, Befestigung und Verschuß des Puppengehäuses.

„Gedankenlose Gewohnheit“.

Die Lage der Puppe im Gehäuse.

Das Abwerfen der Larvenhaut.

Das Puppenleben.

Einleitendes und Disposition.

Über Histiolyse und Histiogenese.

Die Atembewegungen.

Die Fortsätze des ersten Abdominalsegments.

Die Seitenlinie.

Die Kiemen.

Die Häutung der Kiemen.

Die Chitinleisten.

Die Putzapparate.

Allgemeiner Teil.

Spezieller Teil.

Phryganæidae.

Limnophilidae.

Sericostomatidae.

Sericostomatinae.

Goürinae.

Brachycentrinae.

Anhang zu den *Brachycentrinae.*

Helicopsyche.

Lepidostomatinae.

Leptoceridae.

Bracinae.

Molaminae.

Odontocerinae.

Odontocerum.

Marilia.

Leptocerinae.

Hydropsychidae.

Hydropsychinae.

Polycentropinae.

Erwininae.

Systematisch-phylogenetische Zwischenbemerkung.

Die Dauer des Puppenlebens.

Die Umwandlung zur Imago.

Die Puppenmandibeln.

Die Imaginalmandibeln.

Über die Wirkungsweise der Puppenmandibeln.

Der Haft- und Bewegungsapparat.

Die Schwimmhaare.

Die Krallen.

Das Abwerfen der Puppenhaut.

Literaturverzeichnis.

Erklärung der Abbildungen.

Einleitung.

Historisches.

Erst seit wenigen Jahrzehnten haben wir wirklich genaue Kenntnis über die Gruppe der Trichoptera erlangt. MACLACHLAN'S „Monographic revision and synopsis of the Trichoptera of the European fauna“, die, in den Jahren 1874—1880 erschienen, alle bis dahin gelieferten Einzelbeschreibungen zusammenfaßte, die Systematik der Gruppe von Grund auf kritisch revidierte und muster-gültige Diagnosen aller bekannten europäischen Formen bot, gab weitem Untersuchungen eine gesicherte Basis. Dieses rein systematische Werk wurde ergänzt durch FR. KLAPÁLEK'S „Metamorphose der Trichopteren“ [Teil 1, 1888; Teil 2, 1893], in der zum ersten Mal eine große Zahl von Larven und Puppen in detaillierter und äußerst sorgfältiger Weise beschrieben wurden. Damit waren die Zoologen auf ein recht verheißungsvolles Gebiet der Süßwasser-zoologie gewiesen; Forscher wie MORTON, STRUCK und nenerdings A. J. SILFVENIUS gaben vortreffliche Beschreibungen der verschiedenen Trichopteren-Metamorphosen heraus. Besonders aber ist zu nennen GEORG ULMER, der im Jahre 1903 unser gesamtes Wissen über die Morphologie der Trichopteren-Larven und -Puppen zusammenfaßte und unter dem Titel „Metamorphose der Trichopteren“ ein Werk erscheinen ließ, das allen weitem Forschungen in diesem Gebiete, morphologischen wie biologischen, als feste Grundlage dienen wird.

Sieht man von gelegentlichen Notizen ab, so bearbeiteten die meisten Autoren bis jetzt fast ausschließlich die systematisch-morphologische Seite der Trichopteren-Metamorphose. Eine Ausnahme macht FRITZ MÜLLER, jener originale und unermüdliche deutsche Zoologe, der aus den Urwäldern Brasiliens heraus die Wissenschaft mit einer Fülle interessanter biologischer Beobachtungen beschenkte; auch die Larven, Puppen und Gehäuse der „Haarflügler“ zog er in den Kreis seiner Betrachtungen. Wohl hatten schon die Altmeister der Biologie RÉAUMUR (2) und DEGEER (5) allerlei Angaben über das Leben der „Wasserraupe“ oder „Hülsenwürmer“ gemacht, und PICTET be-

schrrieb in seiner Monographie der Phryganiden (11) in einigen Kapiteln die Biologie der Larven und Puppen; lesenswert, sehr lesenswert, sind diese Stellen in den Werken der drei genannten Forscher noch heute; geben sie doch die einzige zusammenfassende Darstellung des Lebens dieser Wasserbewohner. Aber doch konnte ein tieferes Verständnis für die interessanten Verhältnisse unserer Larven und Puppen erst angebahnt werden, als die gesamte Zoologie mit dem Eindringen des Descendenzgedankens ihren großen Aufschwung nahm. Und wenn auch FRITZ MÜLLER'S Trichopteren-Beobachtungen nur fragmentarisch und nicht in zusammenhängender Darstellung auf uns gekommen sind, so müssen wir doch ihm, dem Vorkämpfer DARWIN'S, das Verdienst lassen, wie in manchem andern Gebiete, so auch in dem der Trichopterenmetamorphose die biologische Betrachtungsweise vertieft und wesentlich gefördert zu haben.

Es ist nicht Aufgabe der nachfolgenden Arbeit, das gesamte Leben der Trichopteren zu schildern. Nur einen Teil greife ich heraus, das Puppenleben; und daß gerade dieses eine Menge interessanter biologischer Verhältnisse zeigt, wird, so hoffe ich, meine Darstellung beweisen. Nicht gleich ausführlich werden die einzelnen Abschnitte ausfallen. Bei einigen, über die ich umfassendere eigene Untersuchungen anstellen konnte (z. B. über die Putzapparate), ist wohl eine weitgehende Erschöpfung des Materials erreicht; bei andern mußte ich mich mehr auf die zerstreuten Literaturangaben beschränken. Und daß schließlich noch ein kleiner Rest ungelöster Fragen geblieben, das ist, fast möchte ich sagen, selbstverständlich!

Allgemeine Morphologie der Trichopteren-Puppen.

(Hierzu Fig. 1 u. 2.)

Eine kurze Beschreibung der äußern Gestalt der Trichopterenpuppen mag die folgenden biologischen Betrachtungen einleiten. Ins einzelne gehende genaue Schilderungen der Puppenorganisation gaben KLAPÁLEK [(133) p. 8—10] und ULMER [(207) p. 21—26], auf deren Werke hiermit verwiesen sei.

Die Trichopteren-Puppe gehört zu den „freien“ oder „gemeißelten“ d. h. zu den Puppen, bei denen Fühler, Flügel und Beine nicht mit

dem Körper verkittet sind — wie z. B. bei den Macrolepidopteren — sondern lose anliegen. Die Puppe ähnelt so schon stark dem vollkommenen Insect, nur daß alle Formen undeutlicher, gleichsam verwischt erscheinen. Wie die Imago, läßt sie schon deutlich die 3 Körperabschnitte, Kopf, Thorax und Abdomen, und deren typische Anhangsgebilde erkennen.

Von den Mundteilen gleichen Maxillae et Labium denen der Imago; nur sind sie noch nicht recht ausmodelliert, weiß und weich. Die Oberlippe hingegen, das Labrum (Fig. 18, 22, 45, 82, 90) ist stark ausgebildet; es stellt eine mit mancherlei Haaren und Borsten besetzte Platte dar, deren Gestalt bei den verschiedenen Familien wechselt. Während den Imagines Mandibeln fehlen¹⁾, kommen sie allen Puppen (Fig. 18, 32, 90, 96—101) zu — nur *Macronema* soll nach FRITZ MÜLLER [(137) p. 276] auch als Puppe keine Mandibeln besitzen. Taster und Fühler gleichen denen der Imago; bei den weit über körperlangen Fühlern mancher Leptoceriden findet sich das Ende der Antennen um die Analanhänge herumgewickelt.

Der Prothorax ist klein, stark entwickelt dagegen ist, wie bei der Imago, so auch bei der Puppe, Mesothorax und Metathorax, da sie ja die Flügelmuskulatur bergen müssen. Von den 3 Beinpaaren ist das mittlere das längste, kurz das vordere, kurz und meist dem Körper dicht angelegt auch das hintere. Häufig sind Haare (Fig. 108—118) an den Beinen vorhanden, oft auch besondere Endklauen (z. B. Fig. 121). Die Imaginalflügel stecken in den sog. Flügelscheiden, durchsichtigen glatten Chitinfutteralen; die 4 Flügelscheiden liegen dem Körper eng an und umbüllen die Seiten des Thorax und der ersten Abdominalsegmente.

Das 9gliedrige Abdomen trägt verschiedene Anhänge: 1. die Kiemen, die als kleine, dünnhäutige Schläuche einzeln oder in Büscheln stehen. 2. die Seitenlinie, einen Haarbesatz an den Seiten der letzten Segmente. 3. den Haft- und Bewegungsapparat, Chitinplättchen mit Häkchen, Spitzen und Wärzchen auf dem Rücken der Segmente. 4. in vielen Fällen die sog. Analstäbchen (Fig. 45—48, 83), 2 Chitinstäbchen am letzten Segment. Dazu auch speziell am letzten Ringe bei einzelnen Arten lange Borsten. Oral-analwärts verlaufen in der Cuticula der Segmente oft kräftige Chitinleisten.

Die durch gesperrten Druck hervorgehobenen Organe nehmen allen

1) Vgl. aber unten S. 546—548.

übrigen Organen gegenüber eine gesonderte Stellung ein; sie bilden die Gruppe 2 im folgenden Abschnitt.

Stellung des Themas und Disposition.

Sämtliche Puppenorgane lassen sich in 2 Gruppen teilen: 1. in solche Organe, die nur Vorläufer der Imaginalorgane sind, und 2. in solche, die entweder nicht ausschließlich oder überhaupt nicht Vorläufer von Imaginalorganen sind. „sondern sich als Anpassungen an die besondern Erfordernisse des Lebens der Puppe darstellen“ [(226), p. 724].¹⁾ Die 1. Gruppe ist für das Leben der Puppe von geringer Bedeutung. Uns werden im folgenden nur die biologisch wichtigen Organe der 2. Gruppe, die „spezifischen Puppenorgane“, zu beschäftigen haben. Insoweit die Puppe nur Vorläufer der Imago ist, kann sie nur rein morphologischer Untersuchung zugänglich sein. Mir scheint aber das Interessantere zu sein, sie als selbständiges Lebewesen zu betrachten. Die Lebensgeschichte eines Menschen pflegt das Interesse zu erregen, nicht die Schilderung seiner Gestalt!

Die Frage, deren Lösung wir zu finden streben, wird also lauten: Wie ist es zu verstehen, welches ist der Grund dafür, daß die Puppe der Trichopteren nicht nur ein Abbild der Imago darstellt, sondern mannigfache Bildungen zeigt, die der Imago durchaus fehlen?

„Zwei Momente sind ausschlaggebend für die Gestaltung der Trichopteren-Puppen und ihrer Gehäuse, das Schutz- und das Atembedürfnis; aus der Konkurrenz beider läßt sich die spezifische Puppenorganisation verstehen“ [(226), p. 724]. Die in der Puppe stattfindenden histiolytischen Prozesse machen sie zu einem weichen, wehrlosen Wesen, das sich den Angriffen räuberischer Wassertiere nicht besser entziehen könnte als durch ein allseits hermetisch geschlossenes Haus, das sie erst, wenn die Histiogenese fertig und die Imago reif ist, zu verlassen braucht! Aber die Puppe hat zum Leben Sauerstoff nötig; der Einschluß darf deshalb kein hermetischer sein. Die Konkurrenz beider Bedürfnisse hat die verschiedenen spezifischen Puppenorgane geschaffen, die im folgenden eingehender zu würdigen sind.

Unsere Arbeit wird in 3 Teile zerfallen:

Teil I wird ausgehen von Schutzbedürfnis und uns bekannt

1) Dadurch, daß manche der von der Puppe ursprünglich erworbenen Organe sich sekundär auf die Imago vererben können, werden die Grenzen der beiden Gruppen allerdings etwas verwischt.

machen mit dem Puppengehäuse, seiner Anlage, Befestigung und seinem Verschuß; es wird ferner hier zu handeln sein von dem Abwerfen der Larvenhaut.

Teil II wird ausgehen vom Atembedürfnis; er wird schildern Atembewegungen, Kiemen, Seitenlinie, Chitinleisten, Haftapparat (Höcker des 1. Abdominalsegments) und hauptsächlich die Putzapparate.

Teil III führt die Einrichtungen vor, die das Verlassen des Köchers ermöglichen: Mandibeln, Haft- resp. Bewegungsapparat. Ferner Schwimmhaare und Krallen; endlich das Abwerfen der Puppenhaut.

Wir werden also in diesen drei, soeben nach ihrem Inhalte gruppierten Teilen zu behandeln haben: in I die Zeit der Verpuppung, in II die des Puppenlebens, in III die Umwandlung zur Imago.

Die Verpuppung.

Bau, Befestigung und Verschuß des Puppengehäuses.

Während unter den Trichopteren-Larven ein Teil sich Gehäuse baut — tragbare oder auf der Unterlage festgeheftete —, der andere Teil aber frei lebt, liegen alle Puppen ohne Ausnahme in einem Gehäuse. Die körperliche Beschaffenheit der Puppen läßt dies durchaus notwendig erscheinen; „elles n'ont pas besoin de manger, mais elles pourroient être mangées“ [RÉAUMUR (2), p. XI]. Daß sich damit aber eine Konkurrenz zwischen dem Schutzbedürfnis und dem Atembedürfnis entwickeln mußte, wurde soeben auseinandergesetzt. Zwei verschiedene Lösungen des Problems zeigt die Entwicklung des Trichopteren-Stamms:

1. Die Puppe liegt in einem allseits geschlossenen Gehäuse; der Wasserwechsel resp. Gasaustausch erfolgt auf osmotischem Wege durch die Gehäusewandung hindurch. Die niedrige Temperatur des umgebenden Wassers (Gebirgsbäche!) setzt den gesamten Stoffwechsel und damit auch das Sauerstoffbedürfnis herab.

2. An den beiden Enden des meist köcherförmigen Gehäuses bleiben kleine Löcher offen, so daß das Wasser frei circulieren kann.

Die Trennung der Trichopteren in diese beiden Gruppen wurde zuerst von FRITZ MÜLLER [(97), p. 406] vorgenommen; diese Anordnung sei auch der nun folgenden Betrachtung zu Grunde gelegt.

Gruppe 1.

Das Endglied der 1. Reihe stellt die Familie der *Hydroptilidae* dar. Die Gehäuse der erwachsenen Larven sind aus Spinnstoff hergestellt, auf dem ev. Algen, Sand oder dgl. festgeklebt sind; *Ptilocolepus granulatus* Pt. baut aus Moosstückchen. Die Gestalt der Gehäuse ist sehr verschieden.¹⁾ Die Umwandlung des Larvengehäuses zum Puppengehäuse geschieht auf folgende Weise: Das Gehäuse wird mit einem (*Ithytrichia*, *Ptilocolepus*) oder mit beiden Enden auf Steinen oder Pflanzen befestigt; dann werden beide Öffnungen zugesponnen. Dabei liegt das Gehäuse der Unterlage entweder dicht auf, oder es gehen von ihm längere Gespinnststränge aus, die sich da, wo sie an die Unterlage herantreten, zu einem haftscheibenähnlichen Organ, dem sog. Tellerchen, verbreitern. Die Zahl der Tellerchen variiert sogar innerhalb einer Gattung [(223), p. 33], ja selbst bei ein und derselben Art [(223), p. 10]. *Orthotrichia tetensii* Kolbe hat an beiden Enden des Puppengehäuses einen Spalt, eine durchaus sekundäre Bildung, die mit den Perforationen in den Verschlussmembranen der „kächertragenden“ Formen nichts zu tun hat.

Steigen wir in unserer Reihe hinab, so kommen wir zu den Ahnen der *Hydroptilidae*, den *Rhyacophilidae*. Die Larven der Gattung *Rhyacophila* tragen kein Gehäuse; die der Gattung *Glossosoma* und *Agapetus* bauen ein halbellsipsoides, aus groben Steinen lose zusammengefügtes Haus mit je einer Öffnung an jedem Ende; dieses wird zur Verpuppung mit der flachen Seite auf einen Stein geheftet; ebenso fertigen die nackten Larven ein ähnliches halbellsipsoides Gebäude. Unter dem Schutze dieses Steinhauses spinnen sich nun die Vertreter beider Gruppen einen festen, allseits geschlossenen Cocon; dieser liegt frei im Gehäuse, nur am Analende mit ihm verbunden.

Eine noch niedrigere Stufe zeigen (unter den Hydropsychiden) die *Philopotaminae*. Wie bei *Rhyacophila* leben die Larven nackt, bauen zur Verpuppung ein primitives Steinhaus und spinnen einen allseits geschlossenen Cocon, der aber nicht frei und lose darin liegt, sondern mit dem Gehäuse und der Unterlage überall fest verbunden ist.

Gruppe 2.

Allmählich zu immer einfachern Formen herabsteigend, sind wir

1) *Orgythera*: flaschenförmig. *Ithytrichia*: kürbiskernförmig. *Agraylea*, *Hydroptila*, *Ptilocolepus*: wie ein Brillenfutteral. *Orthotrichia*, *Stactobia fuscicornis*: wie ein Kümmelkorn. *Stactobia catoniella*: tonnenförmig. *Rhyacopsyche hayui*: zylindrisch auf biegsamem Stiel befestigt.

am Vereinigungspunkt (?)¹⁾ unserer Gruppen 1 und 2 angelangt. Verfolgen wir nunmehr hinaufsteigend unsere 2. Reihe.

Als niedrigste Formen sind auch hier wieder gewisse *Hydropsychidae* zu betrachten, die *Polycentropinae* und *Hydropsychinae*; auch *Macronema* und *Chimarra* gehören vermutlich hierher. Das für die *Philopotaminae* Gesagte stimmt durchaus auch für diese Stufe, nur daß hier der Cocon an beiden Enden von zahlreichen Löchern siebartig durchbrochen wird. Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse bei den *Ecnominae*; sie unterscheiden sich von den beiden vorigen Familien wesentlich durch den Besitz von Larvengehäusen — langen mäandrisch gewundenen Gängen auf der Oberfläche von Steinen.

Alle übrigen Familien — *Leptoceridae*, *Sericostomatidae*, *Limnophilidae*, *Phryganidae* — bilden, was das Puppengehäuse und die biologischen Verhältnisse überhaupt anlangt, eine Stufe; wir fassen sie als köchertragende Formen zusammen. Ihnen wenden wir jetzt unsere Aufmerksamkeit hauptsächlich zu.

Die Larven dieser Formen tragen Gehäuse von röhrenförmiger Gestalt: die Gehäuselänge gleicht etwa der der Larve oder ist etwas größer; der Vorderdurchmesser ist meist größer als der hintere. Die Köcher bestehen aus Steinen oder Pflanzenteilen, die durch Gespinnst verkittet sind, oder aus reinem Gespinnst; sie sind nicht gerade, sondern etwas gekrümmt; die Krümmung kann sich bis zur schneckenartigen Aufrollung steigern (*Helicopsyche*). Vor der Verpuppung wird das Gehäuse stets befestigt, vorn und hinten verschlossen²⁾, doch so, daß kleine Löcher dem Wasser Durchlaß gewähren.

An *Lasiocephala basalis* KOL. und *Micrasema longulum* McL. konnte ich folgende Beobachtung machen: Erst fand der Verschuß des Vorderendes statt, dann vom Hinterende aus die Befestigung des Gehäuses, endlich der Verschuß des Hinterendes. Ähnliches entsinne ich mich auch bei *Sericostoma* beobachtet zu haben; ich fand nämlich Larven, die das Vorderende schon mit der typischen Puppenmembran versehen hatten, während das Hinterende noch den Verschuß des Larvengehäuses trug. Dagegen wurde bei *Odontocerum* erst das Hinterende angeheftet, dann verschlossen, zuletzt der

1) Die phylogenetischen Verhältnisse werden uns in einem spätern Abschnitt spezieller beschäftigen.

2) „Alles um der Ursache willen, daß sie in ihrer Verwandlung nicht gestört oder von einem Insekt benagt oder herausgezogen und gefressen werden“ [FRISCH (1)].

Vorderverschluß gebaut. Man sieht, es herrscht da eine gewisse Mannigfaltigkeit.

Ist der Larvenköcher sehr lang, so wird vor der Verpuppung der überstehende hintere Teil abgebissen: bleibt dieser aber erhalten, so wird der Hinterverschluß weit im Innern des Gehäuses angebracht.

Bei den Formen, deren Larvenköcher schon eine Hintermembran besitzt, wird diese bei der Verpuppung herausgebissen und durch die ganz anders gebaute Puppenmembran ersetzt (z. B. bei den *Sericostomatinae*, *Goëviniae*). Die Köcher werden entweder an beiden Enden befestigt, so daß sie der Unterlage flach aufliegen (z. B. *Mystacides*, *Leptocerus* sp.); oder sie sind nur an einem Ende angeheftet und stehen so senkrecht (*Limnophilidae* etc.) oder schräg (*Setodes tincoiformis* Ct.) von der Unterlage ab. „Tellerchen“ sind in vielen Fällen ausgebildet. — Das zur Befestigung dienende Gespinnst geht in der Regel vom Köcherrand aus. Hat also die Puppe beim Verlassen des Hauses den Vorderverschluß herausgebissen, so bleibt der Köcher selbst an der Unterlage befestigt zurück. Eine instructive Ausnahme hiervon beschreibt FRITZ MÜLLER [(97), p. 407. — (98), p. 136]: „*Grumichella* . . . befestigt nämlich nicht, wie die große *Grumicha* und andere Trichopteren, vor der Verpuppung ihre Gehäuse, sondern deren Deckel. Gewöhnlich sitzen die Gehäuse mit dem Mundende nach oben an senkrechten Felsen, an denen eine dünne Wasserschicht niederfällt. Gegen dieses Wasser würden die Puppen nach Lösung des Deckels kaum aus dem festsitzenden Gehäuse auskriechen können, oder doch von demselben übel zugerichtet werden. So aber bleibt der Deckel am Felsen sitzen, wenn er vom Gehäuse ringsum gelöst ist, und in letzterem wird die Puppe von dem stürzenden Wasser fortgerissen, um an einem ruhigeren Orte herauszukriechen und sich zu verwandeln.“

Über die speziellen Formen des Köcherverschlusses und seiner Perforationen wird bei den „Putzapparaten“ gehandelt werden. Hier nur einiges Allgemeine. — Entweder stellt der Endverschluß nur eine lockrere Fortsetzung der Köcherwand dar (Fig. 19) (viele *Limnophilidae*), oder er besteht nur aus Gespinnst. Überwiegt das Gespinnst gegenüber den Löchern, so entstehen die sog. „Membranen“ (Fig. 20), im umgekehrten Falle die „Siebe“ oder besser „Netze“ (Fig. 21) („grille“ der französischen Autoren). Diese „Siebe“ oder „Netze“, die wir schon bei manchen *Hydropsychidae* fanden (Fig. 84, 85, 88, 89), stellen zweifellos die ursprünglichere Form des

Verschlusses dar; wir treffen sie bei *Linnophilidae* und *Phryganidae* an. *Sericostomatidae* und *Leptoceridae* besitzen Membranen mit Löchern (Fig. 57, 74), Quer- und Längsspalten (Fig. 30, 31)¹⁾, centralen Sieben (Fig. 39, 40) etc. Oft sind Steinchen in die Membran aufgenommen; bei einigen Formen [*Silo* (Fig. 37), *Odontocerum* (Fig. 60)], verdrängt am Vorderende ein Stein fast die ganze Membran.

In den meisten Fällen ist die Form der Vorderperforation verschieden von der der Hinterperforation. So hat der Puppenköcher z. B. von *Gramicha* vorn einen Spalt, in der Hintermembran ein kreisförmiges Loch; FRITZ MÜLLER hat an NB. 34 Exemplaren dieser Art eine nette Berechnung angestellt [(107), p. 55, 56]. Er berechnete den Flächenraum der Spalte und des Kreises; jener betrug 0,085 qmm, dieser 0,087 qmm. „Die beiden Öffnungen, die vordere und hintere, durch die der Eintritt und Austritt des Wassers stattfindet, welches die Atmung der Puppe erhält, haben also gleiche Flächenräume trotz ihrer so verschiedenen Gestalt.“ Und in seinen Phryganiden-Studien [(105 a), p. 393], wo er die gleiche Berechnung gibt, fügt er noch hinzu: „Das wäre nun wieder, wie beim Wabenbau der Bienen, eine Gelegenheit, das unbewußte Hellsehen des Instinkts oder das mathematische Genie des kleinen Baumeisters zu bewundern, der trotz so abweichender Gestalt beiden Öffnungen gleiche Größe zu geben weiß. Im Grunde mag aber die Sache ziemlich einfach sein; es wird ja der Larve nur zugemutet, daß sie zu unterscheiden wisse, wann sie von einem gleichmäßigen Wasserstrom gebadet wird. Ist eine der Öffnungen kleiner, so fließt durch sie das Wasser schneller und nach ihr zu ist der Wasserstrom im Innern der Röhre beschleunigt oder von ihr weg verlangsamt, je nachdem sie Ausgangs- oder Eingangsöffnung ist“.

1) Eine eigentümliche Anschauung über die Funktion der Membranspalten bei *Helicopsyche sperata* McL. hat VON ROUGEMONT [(102), p. 421 bis 422]: „La fente limite la quantité d'air et la dose d'humidité nécessaire à la nymphe, dose qui est déjà donnée selon toute probabilité par le tissu soyeux qui entoure l'ouverture du fourreau. Si ce tissu est déchiré, la nymphe est envahie par l'eau ou par une trop forte humidité et elle est inmanquablement tuée.“

Übrigens sind seine Äußerungen über diesen Punkt in seiner zweiten Mitteilung [(108), p. 29—38] wesentlich klarer und richtiger.

„Gedankenlose Gewohnheit“. 1)

[FRITZ MÜLLER (105a), p. 396.]

„Wem wäre es nicht schon begegnet, daß er eine Handlung, die er bei bestimmtem Anlasse auszuführen sich gewöhnt hat, gedankenlos auch in Fällen ausführt, wo dieselbe völlig zwecklos oder selbst zweckwidrig war? Daß es mit den ererbten Gewohnheiten der Tiere, dem nach HARTMANN unfehlbaren Instinkte, nicht anders ist, dafür gibt die . . . in Holzlöhren lebende Larve (von *Macronema*?) ein recht schlagendes Beispiel.

In Zweigen, die sie sich selbst aushöhlt — es ist das der häufigere Fall —, richtet sie sich für die Verpuppung in folgender Weise ein: Durch die Wand der hinten durch das Mark des Zweiges geschlossenen Höhle nagt sie von innen her ein kleines Loch; den Eingang verschließt sie durch einen Stein; dann spinnt sie eine dünne, die Innenwand der Höhle überkleidende seidene Puppenhülle; die vordere Querwand dieser Puppenhülle überzieht und hält den Stein des Eingangs; zwischen Stein und Röhrenwand ist die Puppenhülle siebartig durchlöchert, und ebenso bildet die hintere Querwand ein Sieb. Die so eingeschlossene Larve oder spätere Puppe unterhält nun behufs der Atmung einen beständigen Wasserstrom durch ihr Haus; derselbe tritt durch das vordere Sieb ein, durch das hintere Sieb aus der Puppenhülle in den hinteren Raum der Höhle und aus diesem durch das seitliche Loch nach außen. Dieses Loch ist also von höchster Wichtigkeit für den Inhaber der Röhre. — Ergreift die Larve von einem hohlen Zweige Besitz, so sichert sie sich auch hinten gegen feindliche Angriffe durch einen Stein; diesen bringt sie entweder am Ende des Zweiges an, oder (wie es scheint, häufiger) im Innern des Zweiges, dicht am hinteren Siebe der Puppenhülle. Nun, auch in diesem Falle unterläßt sie nicht, durch die Wand der hinten offenen Röhre gewohnheitsgemäß das völlig nutzlose, übliche Loch zu nagen.“

Die Lage der Puppe im Gehäuse.

Noch einige Worte über die Lage der Puppe im Gehäuse. Gewöhnlich wird die ventrale Seite des Larvengehäuses auch zur Bauchseite des Puppengehäuses, und der Puppenkopf liegt an demselben Ende wie der Larvenkopf. Doch kommen Ausnahmen vor.

1) Die Seltenheit des „Kosmos“ rechtfertigt das lange Citat.

Daß die Rückenseite des Larvenhauses zur Bauchseite des Puppengehäuses wird, wobei aber Oral- und Analende nicht vertauscht werden, fand ich bei *Molanna angustata* Ct. Ausführlich werde ich hierüber bei den Putzapparaten handeln. Ein ähnliches Verhalten fand STRUCK [(180), p. 102] bei *Leptocerus fulvus* RE. „Die Umwandlung des Larvengehäuses zum Puppengehäuse vollzieht sich . . . bei *L. fulvus* auf ganz eigenartige Weise. Es wird hierbei nämlich das Gehäuse mit der den Rücken der Larve deckenden Seite mittels zweier kleiner aus Gespinnstmasse bestehender Scheibchen auf Wasserpflanzenteile (meist Wasserlöffel) befestigt. Die hintere Mündung wird mit einem stumpfkegelförmigen Deckel, der — nach der frühern Bauchseite des Gehäuses zu — eine feine schlitzförmige Öffnung hat, versehen: die vordere wird mit Gespinnstmasse dergestalt zugewoben, daß am äußersten vordern Gehäuseende eine Art Kappe entsteht, die in ihrer Mitte eine nach dem hintern Ende hinausschauende halbkreisförmige Öffnung besitzt.“ Diese Angaben sind recht interessant, bedürfen aber noch der Nachprüfung; an der nahe verwandten Art *Leptocerus senilis* BURM., die ganz die gleichen Verschlüsse des Puppengehäuses besitzt, konnte ich bis jetzt eine derartige Umdrehung der Puppen nicht konstatieren; allerdings liegt mir auch nicht allzuviel Material von dieser Art vor.

Es sind auch Fälle bekannt, in denen das Oralende des Larvenköchers zum Analende des Puppengehäuses wird. Die Regel ist dies bei den Hydroptiliden, ausnahmsweise findet es sich auch in andern Familien. Wieder berichtet STRUCK [(180), p. 87] darüber: „Der andere Modus der Umwandlung des Larvengehäuses zum Puppengehäuse ist mir bisher nur bei *Stenophylax rotundipennis* vorgekommen; ich zweifle aber nicht daran, daß ihm auch andere Larven benutzen. Die Larve von *St. rotundipennis* beläßt in diesem Falle das Gehäuse so, wie es ist, und heftet es mit dem vordern, abgeschrägten Ende mittels Gespinnstmasse auf im Wasser liegende Gegenstände so auf, daß das hintere abgerundete Ende frei ins Wasser ragt. Vor die vordere Öffnung, soweit diese nicht bereits bei der Befestigung durch Gespinnstmasse zugedeckt wird, legt sie ein weitmaschiges Gitter, dreht sich alsdann im Gehäuse um und verschließt die hintere kleine Öffnung mittels weniger Gittermaschen. Beim Ausschlüpfen trennt die Subimago den frühern hintern Verschuß rund herum vom Rohre ab.“

Das Abwerfen der Larvenhaut.

Ist das Gehäuse nun ordnungsmäßig befestigt und verschlossen, so ruht die Larve eine Weile darin; genauere Angaben über die Zeit, die vom Verschuß des Gehäuses bis zum Abwerfen der Larvenhaut verstreicht, liegen nur wenige vor; mit ca. 2 Tagen wird diese Dauer richtig bestimmt sein. Nach dieser Zeit wird die Larvenhaut abgeworfen; die analen Teile wohl meist zuerst, denn oft findet man in den Gehäusen Puppen, deren Analstäbchen schon frei sind, während Kopf und Thorax noch von den Chitinteilen der Larve umhüllt werden. Die zusammengeballte Larvenexuvie liegt in weitaus der Mehrzahl der Fälle im hintern Teil des Köchers, und es mag hier erwähnt sein, daß diese Larventeile oft ein wertvolles Untersuchungsmaterial bilden und in manchen Fällen auch zur Bestimmung unreifer Puppen wesentlich von Nutzen sein können.

Eine interessante Beobachtung konnte ich zuerst an *Mystacides longicornis* L. machen. In einem Glas, das eben verpuppte Larven enthielt, schwammen nämlich eines Morgens an der Oberfläche des Wassers vollständige Larvenexuvien. Es ist klar, daß bei dem großen zentralen Loch an beiden Enden des Puppengehäuses (vgl. Fig. 74) und den kräftigen Putzbewegungen (siehe unten!) hier die Larvenexuvie durch die Analstäbchen aus dem Köcher befördert wurde. Die Wasserzirkulation muß natürlich durch die Befreiung des Köchers von unnützem Ballast nur erleichtert werden. Genau dasselbe konnte ich an *Leptocerus aterrimus* St. (an vielen Exemplaren) und an *Trienodes bicolor* Ct. beobachten, Formen, die sich durch weite Perforationen der Puppenmembranen auszeichnen. Wenn der Untersucher in irgend einem Puppenköcher keine Larvenexuvie findet, so kann er wohl annehmen, daß das Herausschaffen da auf die gleiche oder ähnliche Weise geschehen sein wird.

Das Puppenleben.

Einleitendes und Disposition.

Puppenleben, nicht Puppenruhe! Wenn die Raupe des Schmetterlings sich einspinnt, und die Puppe dann in ihrer harten Haut (in vielen Fällen) ganz regungslos dahängt oder liegt: wenn die Käferlarve sich zur Puppe verwandelt hat, und diese nun in einer Höhlung der Erde, des Baummulms bewegungslos liegt: da mag man von

einer Ruhe der Puppe sprechen. Und doch ist diese Ruhe nur eine äußerliche; denn im Innern vollziehen sich jene gewaltigen Umwälzungen, die fast alle Organe einschmelzen und den Stoff aufs neue verwerten, um unter der schützenden Hülle der Puppenhaut die Imago in kurzer Zeit aufzubauen. Außen Ruhe, innen regstes Leben. — Bei den Trichopteren-Puppen vollziehen sich natürlich auch die Prozesse der Hystiolyse und Histiogenese; doch werden sie uns hier, wo es sich um speziell biologische Probleme handelt, nicht zu beschäftigen haben. Aber auch von äußerer Ruhe ist hier nichts zu merken; muß doch — um nur eins herauszugreifen, — die Puppe in den meisten Gruppen fortwährend Atemschwingungen machen, um frisches Wasser durch ihr Gehäuse zu treiben. Das Wort „Puppenruhe“ paßt für die Trichopteren gar nicht.

Disposition dieses Abschnitts:

Der schnelle Verbrauch des Sauerstoffs der im Gehäuse eingeschlossenen Wassermenge macht eine Erneuerung des Wassers nötig. Dazu dienen die Bewegungen des Abdomens; den festen Punkt, um den sich diese Atemschwingungen vollziehen, bilden die Fortsätze des 1. Abdominalsegments. Vergrößert wird die gegen das Wasser wirkende Fläche des Abdomens durch die Seitenlinie; die in Auflösung begriffenen Organe werden bei dieser, wie bei andern Puppenbewegungen gestützt durch Chitinleisten an den Seiten des Abdomens. Die Aufnahme des Sauerstoffs erfolgt durch die Kiemen oder durch allgemeine Hautatmung. Der Gefahr, daß bei den Atembewegungen Schmutzpartikelchen eindringen und die Perforationen der Membranen verstopfen, weiß die Puppe durch ihre Putzapparate zu begegnen.

Über die Hystiolyse und Histiogenese, die sich im Trichopteren-Körper während des Puppenlebens vollziehen, liegen noch keine Untersuchungen vor. Aber sie sind dringend erwünscht. Denn diese Prozesse müssen bei unserer Gruppe in interessanter Weise modifiziert sein. Ein absolut vollständiges Einschmelzen der Gewebe kann in der Trichopteren-Puppe nicht wohl stattfinden; es werden sich vielmehr höchst wahrscheinlich gewisse Muskelgruppen des larvalen Körpers bei der Puppe erhalten. Denn die Puppe macht ja während ihres ganzen Lebens in den meisten Fällen Bewegungen, und zwar einerseits Abdominalschwingungen stärkster Intensität, andererseits oft Beißbewegungen mit den Mandibeln; für beide müssen

Muskeln vorhanden sein. Sollten diese — was bei den Mandibularmuskeln Schwierigkeiten hätte¹⁾ — nicht direkt larvale Muskeln sein, so wäre die zweite Möglichkeit die folgende: In der Zeit zwischen dem Einspinnen der Larve und dem Abwerfen der Larvenhaut — eine Zeit, in der die Larve ruhig im Gehäuse liegt — müßte vor allen andern histiogenetischen Prozessen sich die Mandibular- und Abdominalmuskulatur bilden, die dann sofort nach dem Abwerfen der Larvenhaut in Tätigkeit treten würde. Aber, wie gesagt, Untersuchungen darüber stehen noch aus.

Die Atembewegungen.

Die Atembewegungen sind Schwingungen des Abdomens in dorso-ventraler Richtung, die den Wasserwechsel im Gehäuse bewirken sollen.

Wir finden sie in den Familien der *Phryganäidae*, *Sericostomatidae*, *Leptoceridae* durchweg; unter den *Limnophilidae* fehlen sie, wie ja von vornherein anzunehmen ist, der terrestren *Enoicyla pusilla* BURM. *Rhyacophilidae* und *Hydroptilidae* liegen völlig regungslos im Gehäuse. Komplizierter gestalten sich die Verhältnisse bei den *Hydropsychidae*, deren Subfamilien große Verschiedenheiten untereinander aufweisen.

An *Hydropsyche*-Puppen konnte ich zu wiederholten Malen deutliche Abdominalschwingungen beobachten; die Angabe in meiner „Vorläufigen Mitteilung“ [(226), p. 724] ist danach zu verbessern. Die gleichen Beobachtungen machte — nach brieflicher Mitteilung — auch Herr A. J. SILFVENIUS. — Nach FRITZ MÜLLER'S [(97), p. 405—407] Einteilung, die er auf die Untersuchung lebender Puppen basiert hat, gehören die Hydropsychiden insgemein zu der Gruppe a, d. h. „Puppengehäuse auf beiden Seiten offen, Puppen in steter Bewegung etc.“ An *Chimarra* resp. *Chimarrhodes* sah er auch [(129), p. 225] die „fortwährenden Atembewegungen“. Hingegen konnte ich an den Puppen von *Philopotamus montanus* DOX. und *ludificatus* McL. keinerlei Bewegungen wahrnehmen; ihr Gehäuse ist, wie im vorigen Hauptteil auseinandergesetzt wurde, völlig geschlossen. Über die Subfamilien der *Polycentropinae* und *Ecnominae* liegen keine Beobachtungen vor; doch zwingen später zu erörternde Gründe zu der

1) Vor allem, da ja LUCAS [(159), p. 40] die allerdings noch unbewiesene Behauptung aufstellt: „Die Umwandlung der Mundteile geschieht durch Anlage von Imaginalscheiben, die allmählich zu der endgültigen Form auswachsen.“

Annahme, daß sich auch hier wohlentwickelte Atembewegungen vorfinden. — Diese biologische Divergenz innerhalb der Familie der *Hydropsychidae* wird später zu phylogenetischen Schlüssen verwendet werden.

Noch einiges über die Art dieser Atemschwingungen. Sie finden in regelmäßiger Folge statt; die Schnelligkeit der Folge aber wird natürlich abhängen von dem eo ipso wechselnden Sauerstoffbedürfnis der Puppe, ferner von dem ev. Verstopftsein der Löcher in den Verschlößmembranen, endlich von dem Sauerstoffgehalt des umgebenden Wassers. Oft setzen sie eine Weile aus, die Bewegung ist eben nur „une oscillation presque constante“ [(11), p. 127]. Die Richtung des Wasserstroms ist gewöhnlich derart, daß das Wasser vorn eintritt und am Hinterende wieder ausströmt [(105a), p. 396]; doch mag das keine allgemeine Regel sein, und der umgekehrte Fall wird auch vorkommen.

Für die Intensität der Atembewegungen ist eine Beobachtung an *Stenophylax picicornis* Pr. lehrreich: ich nahm eine Puppe aus dem Wasser; durch die nun noch verstärkten Abdominalschwingungen wurde die Flüssigkeit so kräftig durch die Membran getrieben, daß bei jeder Schwingung ein deutlicher, zischender Ton zu hören war.

Die Fortsätze des 1. Abdominalsegments.

Wo liegt der Angelpunkt, der Drehpunkt für das Abdomen bei seinen Atemschwingungen? Von vornherein werden wir geneigt sein, ihn an der Grenze von Thorax und Abdomen zu suchen.

Am 1. Abdominalsegment finden wir gewöhnlich einen eigenartigen Fortsatz, einen Teil des sog. Haftapparats Klapálek's. Dessen Funktion erkannte Strück [(199), p. 12] ganz richtig, wenn er schreibt (speziell bei *Phryganea minor*): „Er ist, wie mich ebenfalls die Beobachtung an lebenden Puppen¹⁾ lehrte, auf- und niederstülzbar, und ist sein Zweck einmal, das bei den Bewegungen gewonnene Resultat, sobald die Häkchen nach vollzogener Bewegung außer Funktion treten, zu fixieren. Er bildet ferner bei ruhiger (sic!) Lage der Puppe den Stütz- und Angelpunkt, um den die Puppe die undulierenden Bewegungen, welche sie zur Erneuerung des Wassers in ihrem Gehäuse ausführt, mit dem Abdomen vollzieht.“

Klapálek bezeichnet in seinen Arbeiten [z. B. (133), p. 10] die Fortsatzgebilde des 1. Abdominalsegments zusammen mit den dorsalen

1) NB. so muß es heißen, nicht „Larven“. (Th.)

Häkchen der folgenden Segmente (vgl. Fig. 1) schlechthin als „Haftapparat“. Während aber diese Häkchen, wie später auseinanderzusetzen ist, den Bewegungen der Puppe in der Längsrichtung des Gehäuses dienen und vor allem eine wichtige Rolle beim Verlassen des Puppenhauses spielen, ist, wie oben gesagt, die biologische Bedeutung des zuerst erwähnten Fortsatzes eine ganz andere. Trotz morphologischer Ähnlichkeit sind beide Gebilde wegen ihrer physiologischen Leistungen scharf auseinander zu halten. Der Name „Haftapparat“ paßt, streng genommen, höchstens für die Fortsätze des 1. Abdominalsegments.

Daß unsere Auffassung richtig ist, zeigt der Befund an der Linnophilide *Enoicyla pusilla* Burm. Die „Häkchen“ sind wohl ausgebildet; muß doch die Puppe, wenn sie reif ist, ihr Gehäuse verlassen. Während aber alle Linnophilidenpuppen Atembewegungen machen und sich daher bei ihnen auf dem 1. Abdominalsegment eine Fortsatzbildung findet, liegt die Puppe von *Enoicyla* ruhig in ihrem Gehäuse; Atemschwingungen hätten bei ihrem Luftleben ja absolut keinen Zweck. Und richtig, das 1. Abdominalsegment ist glatt, trägt keinerlei Fortsatz! (Fig. 2 u. 3.)

Die Gestalt des Fortsatzes ist bei den verschiedenen Familien verschieden.

Bei den *Phryganæidæ* ist [(196), p. 10] „die Dorsalseite des ersten Abdominalsegmentes besonders am Hinterrande stärker chitinisiert und in einen über den Anfang des zweiten Segmentes vorragenden Fortsatz verlängert. Dieser Fortsatz in seiner Spitze mehr weniger ausgeschlitten“. Im übrigen variiert die Gestalt etwas bei den einzelnen Arten; ich gebe als Beispiel die Abbildung des Fortsatzes von *Agrypnia pagetana* Cr. (Fig. 4 u. 5).

Bei den *Linnophilidæ*, in deren Organisation auch sonst eine große Einförmigkeit herrscht, sind diese Abdominalfortsätze bei allen bekannten Arten gleich gebaut: der hintere Teil der Dorsalfläche des 1. Segments ist erhoben, so daß 2 durch einen Sattel getrennte Warzen entstehen, die mit kleinen Chitinspitzen besetzt sind (Fig. 1 u. 6). Über *Enoicyla* vergleiche oben. Die verschiedenen Subfamilien der *Sericostomatidæ* müssen getrennt behandelt werden. Bei den *Sericostomatinae*, speziell bei *Sericostomu* (Fig. 7) ist „der Hinterrand des ersten Segmentes erhoben und stärker chitinisiert“ [(157), p. 42]. Diese median gelegene Kuppe trägt kleine Chitinwärtchen. Ähnlich, aber schwächer entwickelt, zeigt sich der Haftapparat bei *Notidobia ciliaris*. — Während also hier nur eine mediane Erhöhung

vorhanden ist, bietet das 1. Segment der *Goëriinae* fast genau dasselbe Bild wie das der *Linnophilidae*: 2 durch ein Tal getrennte, mit Chitinspitzchen bewehrte Hügelchen. Ähnlich auch die *Brachycentrinae* (Fig. 8): „der Hinterrand des ersten Abdominalsegmentes trägt zwei schwarzbraune, mit starken Spitzen besetzte Warzen, wodurch er eine sattelartige Form bekommt“ [(157), p. 62]. Eine Sonderstellung nimmt die Unterfamilie der *Lepidostomatinae* ein. Das Auseinanderücken der beiden Haft Hügelchen ist hier noch weiter fortgeschritten. Der Hinterrand des Segments ist stark chitiniert, ganz lateral an jedem Ende findet sich die „Warze“, die aber auch ventral sich losgelöst hat und nun einen nur durch eine schmale Brücke mit dem Chitin des Hinterrands verbundenen Fortsatz darstellt. Dieser trägt dorsal, resp. etwas lateralwärts verschoben, eine kammartige Reihe von Chitinzacken [Fig. 9 u. 10. — cf. (157), p. 76, Fig. 10]. — Klapálek's Angabe [(133), p. 34], daß bei *Lasiocephala basalis* Kol. die Fortsätze „mit zahlreichen feinen Spitzen besetzt sind“, ist zu korrigieren. Auch bei dieser Art trägt jeder Haft Hügel nur einen Kamm von Chitinzacken.

Unter den *Leptoceridae* ist bei den *Beracinae* am 1. Abdominalsegment keine Spur eines Haftapparats vorhanden.

Bei *Molanna angustata* Ct. (Subfamilie der *Molanninae*) findet Klapálek [(157), p. 87] folgenden Bau des 1. Abdominalsegmentes: „Das 1. Hinterleibssegment hat in der Mitte der Rückenfläche eine quere Erhöhung, deren Seite mit einer Chitinleiste versehen ist und in jedem der durch die seitlichen Chitinleisten und den Hinterrand des Segmentes gebildeten Winkel ist eine warzenförmige, mit zahlreichen feinen Spitzen besetzte Erhöhung. Nebst dem ist der Hinterrand desselben Segmentes gegen den Rücken jederseits etwas gewölbt und mit feinen Spitzen besetzt.“ Ich möchte die Verhältnisse etwas anders darstellen. Die quere, etwas rauhe Erhöhung in der Mitte und ebenso die senkrecht zu dieser stehenden lateralen Chitinleisten haben mit dem eigentlichen Haftapparat wohl nur wenig oder gar nichts zu tun. Dieser wird vielmehr gebildet durch die Höcker, die sich jederseits am analen Ende der Chitinleisten finden und die sich von den Seiten auch noch bis auf die lateralen Kanten der Rückenfläche erstrecken. Es entstehen so wieder die beiden dorsal gelegenen, aber ganz an die lateralen Kanten gerückten Haft Hügel, wie wir sie schon mehrfach fanden. Was die Haft Hügel bei dieser Art aber von den oben beschriebenen unterscheidet, ist die Stellung der Chitinspitzchen oder -häkchen, die sich zahlreich darauf

vorfunden (Fig. 11). Diese sind nämlich auf den lateralen Hälften der Hügel analwärts, auf den dorsalen oralwärts gerichtet. Ich sehe in dieser Anordnung einen neuen Beweis für die Richtigkeit der STRUCK'schen Auffassung, daß die Haken etc. des 1. Segments eine ganz andere Funktion als die der folgenden Ringe besitzen. Wollte man auch die hier geschilderten Warzen als Bewegungsorgane ansehen, die der Puppe beim Verlassen des Köchers behilflich sein sollen, so wäre die entgegengesetzte Richtung von Spitzchen auf demselben Hügel widersinnig, ja stellte ein physikalisches „Ungding“ dar. Für einen Haftapparat jedoch kann dieses Gebilde als durchaus zweckentsprechend bezeichnet werden.

Bei *Odontocerum albicorne* Scop. (*Odontocerinae*) bildet das 1. Segment eine transversal verstreichende Erhöhung, deren Chitinbedeckung von vorn gegen die Mitte hin stärker wird; die ganz hintere Hälfte des Segments ist schwächer chitinisiert, dafür aber dorsal mit kleinen Chitinspitzen versehen, die gegen die Mitte dieser Fläche hin konvergieren.

Bei den *Leptocerinae* (Fig. 12–15) trägt das 1. Abdominalsegment dorsal 2 von vorn nach hinten etwas divergierende Chitinleisten, die anal in einem oft über den Anfang des 2. Segments gestreckten Fortsatz enden; dieser Fortsatz trägt analwärts gerichtete Chitinspitzen (Fig. 12, 15). Häufig — z. B. bei den Gattungen *Mystacides* und *Leptocerus* — finden sich median von diesen Fortsätzen dicht am Hinterrand noch 2 Chitinflecken, die zahlreiche oralwärts gerichtete Spitzen tragen (Fig. 12). Im übrigen variieren diese Gebilde selbst innerhalb der einzelnen Gattungen, so daß sie wohl ein diagnostisch verwertbares Merkmal zur Unterscheidung der Puppen z. B. von *Leptocerus*-Arten abgeben mögen (Fig. 13, 14). Es zeigt sich also hier bei den *Leptocerinae* dasselbe Prinzip wie bei *Molanna*, eine Anzahl Haken in entgegengesetzten Richtungen als Haftapparat zu verwenden, nur mit dem Unterschied, daß hier die beiden Felder, die die verschieden gerichteten Haken tragen, völlig räumlich getrennt sind, während dort auf einer Warze nach vorn und nach hinten gerichtete Spitzen stehen.

Bei den *Hydroptilidae* und *Rhyacophilidae* fehlen Haftorgane am 1. Segment vollständig; die Puppen liegen ja auch bei diesen Familien bewegungslos im Gehäuse. Auch bei den *Hydropsychidae* sind keine Haftapparate am 1. Hinterleibsring bekannt; ich konnte mich z. B. an *Hydropsyche*, *Philopotamus*, *Tinodes* selbst davon überzeugen. Daß u. a. *Hydropsyche* trotzdem Atembewegungen macht, steht in keinem Widerspruch mit unserer Auffassung, zeigt vielmehr,

daß der Haftapparat wohl nützlich, nicht aber unbedingt nötig ist, und deutet ferner wohl darauf hin, daß dieses Organ eine phyletisch jüngere Erwerbung darstellt. Es mag noch bemerkt werden, daß bei *Hydropsyche* das ganze Abdomen mit sehr feinen Chitinspitzchen übersät ist.

Die Seitenlinie.

Bei den Atembewegungen wird eine um so größere Wassermenge durch das Gehäuse getrieben, je ausgedehnter die schwingende Fläche ist. Zur Vergrößerung dieser Fläche findet sich bei den Puppen der köchertragenden Formen der Trichopteren fast regelmäßig die — schon von RÉAUMUR [(2), p. 172] erwähnte — Seitenlinie (vgl. Fig. 1). Der Name „Seitenlinie“ wurde ursprünglich einem Larvenorgan gegeben, einer an jeder Seite des Körpers hinziehenden feinen Haarreihe, deren biologische Bedeutung wohl die gleiche ist, wie bei dem analogen Organ der Puppe. — Besitzt die Larve eine Seitenlinie, dann auch die Puppe; nur sind bei der Puppe die Haare meist bedeutend länger, oft wollig kraus. Die Seitenlinie zieht an den Seiten der letzten Abdominalsegmente hin, auf dem vorletzten krümmen sich die beiderseitigen Reihen ventralwärts, nähern sich, aber meist ohne sich völlig zu vereinen. Es entsteht so ein in der Mitte „durchbrochener Kranz“.

Die Seitenlinie fehlt völlig den *Hydroptilidae*, *Rhyacophilidae*, *Hydropsychidae*; doch ist bei der letztgenannten Familie die ganze Puppe, speziell das Abdomen, mit zahlreichen langen Haaren oder Borsten besetzt; vielleicht bildete eine solche totale Behaarung den Ausgangspunkt für die lokalisierte Seitenlinie. In allen übrigen Familien ist diese, wenn auch in wechselnder Stärke, vorhanden. Gänzlich fehlt sie der *Enoicyla pusilla* BURM. (Fig. 2 u. 3), ein Beweis dafür, daß sie eine spezielle Anpassung an das Wasserleben darstellt. Auch bei einzelnen andern Arten ist die Reduktion weit gediehen, oft bis zum völligen Schwinden — so z. B. bei den *Beracinae*.¹⁾

Die Kiemen.

Die Aufnahme des Sauerstoffs geschieht entweder durch die gesamte Körperhaut oder durch besondere tracheenreiche Ausstülpungen der Haut, die Kiemen.

Bei den Familien mit eruciformen Larven — *Phryganoidae*,

1) Man vergleiche aber das unten S. 555 über die Lebensweise von *Beraca maurus* CT. Gesagte.

Limnophilidae, *Sericostomatidae*, *Leptoceridae* — tragen die Puppen Kiemen in Gestalt kleiner dünner Schläuche, die einzeln oder zu Büscheln vereint über die Abdominalsegmente verteilt sind. Die Zahl der Kiemenfäden ist schwankend, selbst bei den Individuen einer und derselben Species oft wechselnd. KLAPÁLEK (133) hatte ein Schema für die Anordnung der Kiemen ausgedacht, das ULMER aber später (207) wegen der Variabilität der Kiemen wieder fallen ließ. Aber trotz dieser Variabilität bietet die Kiemenanordnung immerhin ein diagnostisch verwertbares Merkmal. Ich gebe wenigstens ein Beispiel eines solchen, allerdings etwas vereinfachten Schemas. Die römischen Zahlen bezeichnen die Segmente, die arabischen die Zahl der Kiemenfäden.

Dorsal	Seitenlinie	Ventral
2	1	1 2 II
2	1	1 2 III
2	1	1 2 IV
2		1 2 V
2		2 VI
2		2 VII
		2 VIII

Schema der Kiemen der Puppe von *Stenophylax picicornis* P.

Genauere Angaben über die Anordnung der Kiemenfäden hier zu machen, hat kein Interesse; ich verweise auf die Spezialbeschreibungen von KLAPÁLEK, ULMER, SILFVENIUS. Von hohem Interesse dagegen ist es, daß wir unter all den genannten Familien 2 Puppen finden, deren Kiemen völlig rückgebildet sind: die Leptoceride *Beraea maurus* Ct. und die Limnophilide *Enoicyla pusilla* BURM.

Beraea maurus hat keine Kiemen; ihre nächste Verwandte, *Beraeodes minuta* EAT.¹⁾, die ja oft sogar in die gleiche Gattung gestellt wurde, hat, wenn auch schwache, so doch immerhin deutliche Kiemen. Das an anderer Stelle (cf. S. 555) über die Lebensweise von *Beraea maurus* Gesagte macht diese zuerst wohl befremdende Tatsache verständlich. Unsere Art lebt an Felsen, die von ganz dünner Wasserschicht überrieselt werden. Bei dem großen Sauerstoffreichtum, den ein solches Wasser haben muß, erscheint es begreiflich, daß die lokalisierte Kiemenatmung — die zweifellos wirksamere Art der Atmung — allmählich rückgebildet wurde und

1) Herr Prof. KLAPÁLEK hatte die Freundlichkeit, mir Material von dieser Art zu schicken.

der unter diesen Verhältnissen völlig ausreichenden allgemeinen Hautatmung wich. Es ist ja bekannt, daß bei der Zucht von Insectenlarven und -puppen die Tiere im Wasser oft an Sauerstoffmangel sterben; nimmt man sie aber aus dem Wasser heraus und hält sie in feuchter Atmosphäre, so, daß sie immer nur von einer ganz dünnen Flüssigkeitsschicht bedeckt sind, dann hat man günstige Resultate. Diese Bedingungen zeigen sich in der Natur bei den Bewohnern der „hygropetrischen“ Fauna verwirklicht.

War die Kiemenreduktion bei *Beraea* wohl verständlich, so liegen hingegen die Verhältnisse bei *Enoicyla pusilla* wesentlich komplizierter und noch völlig ungeklärt. Daß Larven und Puppen dieser terrestren Form keine Kiemen besitzen, die ja nur der Atmung im Wasser dienen können, ist nicht weiter verwunderlich. Man erwartet aber nun natürlich offene Stigmata; ich weiß wohl, daß Angaben über Stigmen bei der Larve existieren; ich selbst habe aber weder an der Larve noch an der Puppe offene Stigmen finden können. Wie die Atmung sich hier vollzieht — da ja eine Hautatmung in trockener Luft mir ausgeschlossen scheint —, ist mir bisher ein ungelöstes Rätsel. Genauere Untersuchungen darüber speziell am lebenden Material, sind sehr erwünscht.

Unter den *Hydropsychidae* fehlen Kiemen den *Philopotaminae* und *Ecnominae*. Fadenförmige, zu zweien zusammenstehende Kiemen tragen die Puppen der *Polycentropinae*. Es verdient dies deshalb besonders hervorgehoben zu werden, da die Larven dieser Gruppe kiemenlos sind. Eine Sonderstellung nehmen die *Hydropsychinae* ein. Büschelförmige Tracheenkiemen, die auf der Bauchseite stehen, finden sich bei Larven wie Puppen. Zudem aber tragen dorsal der Kiemen [(207), p. 113] „die Segmente III—VII 1, 2 oder 3 dicht hintereinander liegende zarte (kiemenartige) — einstülpbare — konische Anhängsel“; und zwar in beiden Metamorphosestadien. Vielleicht haben wir hier eine Art von Blutkiemen vor uns? PALMÉN [(82), p. 50] sieht in ihnen „entschieden eine Art Respirationsorgan“. ¹⁾ Dann besäßen

1) PALMÉN [(82), p. 50]: „Auch diese Zipfel lösen sich während der Puppenzeit nur von der Cuticula ab, verkürzen sich ganz beträchtlich, und bleiben an der Imago als wenig hervorragende Ecken zurück. Ohne die Entstehung derselben zu kennen, wage ich nicht zu entscheiden, ob diese Tergitanhänge nur accessorische Ausbreitungen von geringem morphologischen Wert sind, oder ob sie vielleicht wirklich einfache Formen von dorsalen Gliedmaßen sind, welche, wie bei den Ephemeriden, eine respiratorische Bedeutung erhalten haben. Ich lege auf diese Organe

die Larven der *Hydropsychinae* nicht weniger als 3 verschiedene Arten von Atemwerkzeugen (137, 209), von denen bei den andern Familien 1, 2 oder sogar alle 3 Arten zurückgebildet sind (?). Jedenfalls müssen hier noch genauere Untersuchungen einsetzen. Bei den Rhyacophiliden- und Hydroptiliden-Puppen fehlen Kiemen vollständig. Speziell bei den *Rhyacophilidae* sind die Atemverhältnisse ziemlich merkwürdig entwickelt. Wie wir oben sahen, ruht die Puppe in einem allseitig geschlossenen festen Cocon; die Membran dieses Cocons scheint sehr derb und wenig durchlässig zu sein. Außerdem umhüllt ein Steinhaus diesen Cocon noch einmal. Die Atmung muß also stark herabgesetzt sein. Ermöglicht wird diese Art der Atmung überhaupt dadurch, daß alle (bis jetzt bekannten) *Rhyacophilidae* Bewohner schnell fließender Bergbäche mit niedriger Temperatur, also recht sauerstoffreichen Wassers sind; die niedrige Temperatur dieser Bäche verlangsamt außerdem den Stoffwechsel und mit ihm natürlich auch das Sauerstoffbedürfnis. Der Versuch, diese Puppen in der Gefangenschaft zu züchten, mißlang bisher stets; Sauerstoffmangel — zu warmes Wasser — ließ die Tiere in 1—2 Tagen absterben. Sauerstoffbedürfnis und die mögliche Sauerstoffzufuhr sind hier genau ausgeglichen: die geringste Störung, und der Tod der Puppe tritt ein. Daß solche Störungen auch draußen in der Natur öfters vorkommen, beweist der Umstand, daß wir in ihrem Cocon abgestorbene und verfaulte *Rhyacophila*-Puppen gar nicht so selten finden.

Können wir durch den soeben dargelegten Gedankengang uns die Atmung der Rhyacophiliden-Puppen einigermaßen verständlich machen, so muß allerdings zugegeben werden, daß wir bei den *Hydroptilidae* noch gar nicht klarsehen. Auch hier sind die Puppen rings von festem Gespinnst eingeschlossen. Aber sie sind gar nicht sämtlich Bewohner von Bergbächen! Wohl die größere Hälfte lebt in stagnierendem, oft recht warmem Wasser! Wie die Atmung hier im einzelnen vor sich geht, weiß ich nicht.

Die Häutung der Kiemen.

Es mögen gleich an dieser Stelle einige Bemerkungen über die Häutung der Kiemen resp. das Abwerfen dieser Organe eingeschaltet werden.

besonders deswegen Gewicht, weil sie denselben Typus, wie die bei einer anderen Insektengruppe (*Sialis*) in hohem Grade entfalteten Tracheenkiemen zeigen.“

FRITZ MÜLLER [(97), p. 283] untersuchte, durch PALMÉN's Werk (82) veranlaßt, Puppenexuvien von Trichopteren daraufhin, ob die Kiemen auch in dieser Gruppe nur gehäutet werden, also auch bei den Imagines vorhanden sind. „Bei einer Art . . . konnte ich mich in der That sofort überzeugen, daß die Kiemen an der Puppenhaut ganz leer sind, also gehäutet, nicht abgeworfen werden. und fand dieselben auch bald darauf an einer frisch ausgekrochenen Imago. Bei einer anderen Art aber . . . werden die Kiemen der Puppen bei der Verwandlung abgeworfen, so daß also PALMÉN's Vermutung sich nicht für alle Phryganiden bestätigt.“

Durch diese Notiz angeregt, untersuchte ich alle in meinem Besitz befindlichen Exuvien und frisch ausgeschlüpften Imagines. Bei *Phryganea* und *Agrypnia* waren an den Imagines die Kiemen deutlich vorhanden. Desgleichen zeigten die Exuvien aus allen Familien und Subfamilien — nur die *Lepidostomatinae* konnten aus Mangel an Material nicht geprüft werden — ganz klar, daß die Kiemen nur gehäutet, nicht etwa in toto abgeworfen werden. Man wird also bei den frischen Imagines solcher Formen, deren Puppen Kiemen tragen, diese überall nachweisen können. Nur eine Ausnahme ist vorhanden! Bei *Odontocerum albicorne* Scop. werden die gesamten Kiemen abgeworfen; die Imago hat keinerlei Kiemenrudimente. Während sonst an den Exuvienpräparaten von den Kiemen nur die ganz zarten Hautschläuche zu sehen sind, erkennt man hier deutlich den Gewebsinhalt, die Tracheen etc. in den Schläuchen.

Dieser Befund ist deshalb besonders bemerkenswert, weil *Odontocerum* und *Marilia*, an der FRITZ MÜLLER das Abwerfen der Kiemen konstatiert hat, zu einer natürlichen Subfamilie der *Leptoceridae* gehören. Diese *Odontocerinae* weisen also Eigentümlichkeiten auf, die sie nicht nur von allen *Leptoceridae*, sondern sogar von allen übrigen Trichoptera unterscheiden!

Die Chitinleisten.

Auf eine besondere Organisation der Puppen hat meines Wissens ULMER [(207), p. 25—26] zum erstenmal aufmerksam gemacht. „Eigentümlich sind wohl allen Puppen schmale Chitinleisten, welche sich oral-analwärts über die Abdominalsegmente hinziehen, gewöhnlich je eine auf den lateralen Partien der dorsalen und ebenso der ventralen Oberfläche; von diesen Leisten, die bei *Leptoceriden* oft schwarz, bei den anderen Puppen braun gefärbt sind, strahlen manch-

mal leistenartige Fortsätze aus, lateralwärts und medianwärts; man wird wohl annehmen dürfen, daß dieser ganze Leistenapparat als Stütze, zur Versteifung der weichen Segmente dient“ (vgl. Fig. 1, 2, 3, 16). Diese Leisten sind bei manchen Arten sehr stark (Fig. 16), bei andern nur ganz schwach entwickelt; nicht nachweisen konnte ich sie bei *Ptilocolepus granulatus* Pr. und *Agraylea multipunctata* Cr. Oft stehen sie mit den Plättchen des „Haft“- und Bewegungsapparats in Verbindung, wie ich besonders an *Helicopsyche sperata* McL. gut erkennen konnte. Speziell durch die Atembewegungen, aber auch sonst infolge äußerer Einwirkungen werden die in der Histiolyse resp. Histiogenese befindlichen Organe leicht Gefahr laufen, deformiert und in ihrer Entwicklung gestört zu werden. Diese Gefahr werden die Leisten wesentlich vermindern.

Übrigens finden sich ähnliche Leisten — ev. von der Puppe vererbt (?) — auch am imaginalen Abdomen wieder.

Die Putzapparate.

Allgemeiner Teil.

Wir wenden uns einer interessanten Organisation zu, die allen den Puppen zukommt, die Abdominalschwingungen ausführen. Wir finden die Putzapparate also bei den *Phryganitidae*, *Limnophilidae*, *Sericostomatidae*, *Leptocerilae* und *Hydropsychidae* (excl. *Philopotaminae*). Ich muß der Vollständigkeit halber hier zum Teil wiederholen, was ich in meiner vorläufigen Mitteilung (226) über die Putzapparate im allgemeinen gesagt habe.

Die Puppengehäuse sind festgeheftet an Steinen oder an Wasserpflanzen; die Puppe führt mit dem Abdomen fortwährend Schwingungen aus, um immer neues Atemwasser in das Gehäuse zu ziehen und das alte auszustoßen. Dabei ergibt sich eine interessante Konsequenz. Die Löcher in den Verschlussmembranen dürfen eine gewisse Größe nicht überschreiten, da sonst allerlei räuberische Wassertiere, z. B. Chironomiden-Larven, eindringen und die weichen Teile der Puppe beschädigen könnten. Die Löcher werden also verhältnismäßig eng angelegt. Da zeigt sich aber ein anderer Übelstand. Die Köcher sind meist am Grunde der Bäche und Teiche befestigt; bei den Atemschwingungen können nun leicht die Löcher der Membranen durch mitgerissene Schlammartikelchen usw. verstopft werden. Bei der Untersuchung der Membranen zeigen sich aber stets die Löcher durchaus sauber. Wie ist das möglich?

Seit man sich mit der Trichopteren-Metamorphose zu beschäftigen begann, also seit RÉAUMUR und DEGEER, ist die Variabilität der Verschlüsse der Puppenköcher bei den verschiedenen Arten bekannt. So wechseln „Siebe“ mit einfach durchlochtem Membranen oder mit solchen, die eine Horizontal- resp. Vertikalspalte besitzen. Andererseits weisen die Köpfe der Puppen oft merkwürdige Borsten auf, die auf der Stirn oder meistens senkrecht auf dem dorso-ventral gerichteten Labrum stehen: die Labrumborsten sind am Ende meist hakig gebogen; auch die Mandibeln können in lange Haken ausgezogen sein. Das Hinterende trägt bei manchen Formen zwei mit langen Borsten besetzte Lohem; an deren Stelle finden sich bei den andern Puppen zwei mit einigen Borsten versehene, mehr oder weniger lange stabartige Chitinfortsätze, die sog. Analstäbchen.

Diese morphologischen Einzelheiten sind bekannt und größtenteils genau untersucht. Worin aber die biologische Bedeutung der verschiedenen Typen des Gehäuseverschlusses und die der Kopfborsten, der Mandibelverlängerung, der Analanhänge eigentlich besteht, in welchem Verhältnis Verschluss und Borsten, Mandibeln resp. Analanhänge stehen, ist noch nicht klargelegt worden, trotzdem die Beobachtung lebender Puppen leicht auf die richtige Deutung führt. Die einzige hier in Betracht kommende Notiz finde ich bei FRITZ MÜLLER [(107), p. 60]. Er sagt da von 2 *Setodes*-Arten: „Die Puppen haben am Hinterende zwei starke und lange Spitzen, die sie mit einer hin- und hergehenden Bewegung aus dem hinteren Spalt hervortreten lassen; diese Bewegung dient wahrscheinlich dazu, die für die Atmung nötige Wasserströmung hervorzubringen.“

Diese Deutung ist nicht vollständig! Die Analstäbchen und Analborsten der Trichopteren-Puppen dienen ebenso wie die Borsten des Labrums und — in vielen Fällen — die normal gebauten oder stark verlängerten Mandibeln dazu, die Perforationen der Verschlussmembranen vom Schmutz zu säubern und so eine ungestörte Atmung zu ermöglichen!

Ich nenne diese Organe „Putzapparate“, und zwar im Anschluß an G. W. MÜLLER, der ihre Tätigkeit zuerst beobachtet hat.

Fassen wir kurz zusammen, so können wir über die eigentlichen Putzapparate folgendes sagen:

Die Perforationen des Vorderverschlusses werden sauber gehalten durch die Borsten des Labrums, oder durch die Mandibeln, oder durch Labrum und Mandibeln gemeinsam. Die Mandibeln sind für diese Putzfunktion entweder der Form nach

umgestaltet, oder ihre Stellung ist in zweckentsprechender Weise verändert. Die Durchlochungen der Hintermembran werden gereinigt durch Borstenbüschel, die auf 2 Loben stehen, oder durch eigentliche Analstäbchen. Im letztern Falle sind wieder zwei Möglichkeiten vorhanden: die Stäbchen putzen selbst, oder es putzen die auf ihnen stehenden Borsten. — Das Putzen geschieht teils durch einfaches Vorstoßen und Zurückziehen der Apparate, teils — in spaltförmigen Öffnungen — durch pendelnde resp. beißende Bewegungen in der Richtung des Spalts. Da die Abdominalschwingungen annähernd regelmäßige sind, so läßt das Putzen an den Hinterverschlüssen auch große Regelmäßigkeit erkennen; am Vorderende geschieht es unregelmäßig, nur nach Bedarf.

Das Reinhalten der Membranen wird unterstützt durch einige andere Hilfsvorrichtungen:

Der Puppenköcher ist meist viel kürzer als das Larvengehäuse: vor der Verpuppung beißt die Larve von ihrem Gehäuse oft das Endstück ab. Es ist klar, daß in einem der Länge der Puppe möglichst gleichen Köcher die Putztätigkeit leichter vor sich gehen kann, als wenn das Gehäuse an Länge die Puppe übertrifft. — Etwas länger ist es ja stets; damit nun die Puppe überhaupt an die Membranen nahe genug herankommen kann, muß sie einen Bewegungsapparat haben. Es sind dies die schon mehrfach erwähnten Hakenplättchen auf dem Rücken der Abdominalsegmente. Im nächsten Hauptteil werden sie genauer behandelt werden; doch mag auch an dieser Stelle bemerkt sein, daß dieser Bewegungsapparat, wie er überhaupt alle Bewegungen der Puppe im Köcher erst ermöglicht, auch für das Putzen eine wichtige Hilfe, ja eine notwendige Voraussetzung bildet. Insbesondere lassen sich die vorwärtsgerichteten Häkchen, die sich meist auf 2 Platten am Hinterrande des 5. Abdominalsegments finden (Fig. 1, 16), meiner Ansicht nach nur als „Hilfe beim Putzen“ recht verstehen. Hätte nämlich der sog. Bewegungsapparat wirklich nur die Aufgabe, der Puppe das Verlassen des Gehäuses zu ermöglichen, so sähe man für die vorwärts gerichteten Spitzen keine Verwendung. Die zahlreichen Platten mit rückwärts gerichteten Haken ermöglichen eine Bewegung der Puppe nach vorn, und diese wäre ja dann die einzig nötige. Nimmt man aber hinzu, daß in dem längern Puppenköcher die Puppe einmal an der Vordermembran putzt — ihr Analende ist dann meist ein ganzes Stück von der Hintermembran entfernt — und daß sie nun wieder irgendwelche eindringende Partikelchen am Hinterverschluß entfernen

muß, dann sind die vorwärtsgerichteten Häkchen für die Rück-Bewegung nicht nur wohl erklärt, sondern geradezu gefordert. Die Häkchen des 5. Abdominalsegments ermöglichen zum guten Teil also erst die — sagen wir „gröbern“ Putzbewegungen. — Oft wird das Larvengehäuse vor der Verpuppung nicht verkürzt, sondern die Membranen liegen etwas im Köcher zurück, ein ganzes Stück vom Köcherrande entfernt (Fig. 74). Der Rand wird dann mit allerlei Pflanzenteilen oder auch einem Steinchen (*Lasiocephala basalis* KOL.) lose bedeckt. In beidem, im Zurücktreten der Membranen und der Bedeckung des Köcherrandes, sehe ich einen Schutz gegen das Andrängen größerer Partikel, die der Zufuhr frischen Wassers hinderlich sein könnten. — Ein weiterer Schutz wird bei gewissen, mit Spaltöffnung (Fig. 30, 31, 52) oder einfachem Loch versehenen Membranen dadurch geboten, daß die Ränder der Öffnung nach außen aufgebogen sind (Fig. 74) und so das Austreten der Putzapparate leicht gestatten, das Eindringen von Fremdkörpern aber recht erschweren.

Die spezielle Darstellung der Putzorgane bei den einzelnen Familien wird all diese Verhältnisse eingehend erläutern; bei den *Limnophilidae* lernen wir auch die Trichopteren-Species kennen, die uns den strikten Beweis für die hier vertretene Auffassung gewisser Organe als „Putzapparate“ liefert.

Zum Schluß dieser allgemeinen Auseinandersetzung mag noch ein Faktum erwähnt werden, das so recht für die Güte und den Erfolg der Putztätigkeit spricht:

Herr Prof. G. W. MÜLLER schickte mir lebende Puppen von *Molanna angustata* Ct. aus Greifswald nach Heidelberg. Die Tiere lagen in einem ziemlich kleinen Glase, das mit Wasser gefüllt war und in dem Stücke von Filtrierpapier die einzelnen Puppen vor gegenseitigen Beschädigungen schützen sollten. Auf dem recht langen Transport hatte sich das Papier in feinste Fäserchen aufgelöst und bildete mit dem Wasser eine dicke, breiige Masse. Und trotzdem waren die Öffnungen der Puppenköcher nicht verstopft und von den zahlreichen Puppen nicht eine einzige tot!

Spezieller Teil.

Phryganäidae.

(Fig. 17, 18.)

Die Familie der *Phryganäidae* ist die einzige, von der ich bisher noch keine lebenden Puppen selbst beobachten konnte.

Herr Prof. G. W. MÜLLER hat eine Puppe von *Phryganea grandis* L. lebend gehalten; er schrieb mir darüber: „... ich habe eine seit etwa 8 Tagen hier lebend; sie hat mir aber noch keine Gelegenheit gegeben, das Putzen zu beobachten. ist überhaupt recht träge. Reinigen die Tiere überhaupt ihren Ein- und Ausgang, oder wird das durch den umfangreichen Vorbau etwa überflüssig?“ Sicherlich ist das Putzen hier, wo nicht ganz überflüssig, so doch nur in geringem Maße nötig. Denn einmal sind die Verschlüß-„Membranen“ bei allen *Phryganäidae* ganz weitmaschige Netze. Ferner befestigen die meisten Arten an beiden Enden ihre Gehäuse in einigem Abstand vor den Netzen eine große Menge quer gelegter Pflanzenfasern, Würzelchen etc., so daß eine dichte, allen Schmutz abhaltende Reuse entsteht. — Trotzdem aber denke ich, man wird das Putzen an geeigneten Objekten — wahrscheinlich an kleinern Arten — noch nachweisen können. Daß eine Putztätigkeit hier stattfindet, glaube ich aus der Ausbildung des Labrums und des Hinterendes der Puppen schließen zu dürfen.

Das Labrum (Fig. 18) ist bei allen Arten der Familie ganz ähnlich gebaut; als Putzborsten möchte ich die 5, in jeder Vorderecke stehenden langen, schwarzen Borsten auffassen. „Die Analanhänge bilden 2 viereckige, von unten und oben gesehen flache, von der Seite gesehen dorsalwärts schüsselförmig ausgehöhlte, an der Basis dickere, gegen die Spitze zu schmaler werdende Fortsätze“ [(207), p. 36]. Diese Form unterliegt bei den einzelnen Arten Schwankungen; immer aber finden sich „nahe der Spitze auf der Ventralfläche 4 Borsten“ (Fig. 17). Diese stehen in der Längsrichtung der Puppe, können also wohl zum Putzen dienen.

Beobachtungen am Lebenden wird die Frage entscheiden.

Limmophilidae.

(Fig. 1—3; 19—28.)

Die Ähnlichkeit fast aller Limmophiliden-Puppen (und -Larven) untereinander ist eine so große, daß es zurzeit noch nicht möglich

ist, scharfe differential-diagnostische Merkmale für Puppen und Larven anzugeben; und dies nicht etwa nur bei Arten derselben Gattung; auch die Gattungen lassen sich — im Larven- und Puppenstadium — kaum voneinander trennen.

Kennt man die Putzapparate einer Limnophilide, so kennt man sie von allen!

Genau beobachtet habe ich das Putzen bei *Stenophylax picicornis* Pr.; meine Notizen hierüber sind folgende: „Am hintern Ende des Puppengehäuses sehe ich, wie Borsten vorgestoßen und eingezogen werden. Dabei wölbt sich die dünne, von zahlreichen Löchern durchbrochene Membran (cf. Fig. 20) kräftig aus- und einwärts. Am vordern Ende läßt sich das Heraustreten der Hakenborsten wegen der Steinbedeckung der Siebmembran (Fig. 19) nur schwer sehen. Immerhin ist, wenn auch selten, ein deutliches Ausstoßen und Einziehen der Häkchen zu erkennen. Während aber die Putzbewegungen am Hinterende in regelmäßigen Intervallen stattfinden, sind sie am vordern Ende ganz unregelmäßig.“

Ähnliche Verschlußverhältnisse finden wir bei allen *Limnophilidae*: entweder Siebmembranen, bei denen die Löcher dem Gespinnst gegenüber zurücktreten (Fig. 19, 20), oder „Netze“, mit weiten Maschen und schmälern Gespinnstbrücken (Fig. 21); Übergänge zwischen beiden Formen sind sehr häufig.

Als Putzorgane des Kopfs sind bei allen Limnophiliden die 5 langen, schwarzen, am Ende hakig umgebogenen Borsten anzusehen, die in jeder Ecke des Labrums stehen (Fig. 22).¹⁾ Für ihre Funktion charakteristisch ist ihre Stellung, senkrecht auf der Fläche des Labrums; da dieses dorsoventral gerichtet ist, so stehen die Hakenborsten in der Längsrichtung der Puppe (Fig. 1 u. 23); anders könnten sie ja auch nicht „putzen“. Gute schematische Abbildungen von Limnophiliden-Puppen finden sich in No. 183 (tab. 32). Die übrigen auf dem Labrum befindlichen Borsten kommen für die Putztätigkeit nicht in Betracht.

Putzorgane des Hinterendes sind die Analstäbchen (Fig. 1, 24--27). Diese sind „mehr oder weniger schlanke Chitinstäbchen, die am Ende entweder nach außen gebogen sind oder ihrer ganzen Länge nach geradlinig verlaufen; diese Fortsätze enden stets stumpf, sind an der Spitze nie gespalten und mit nur sehr wenigen kurzen Borsten, an den Außenkanten und vor der Spitze auch noch mit

1) Von BETTEN [(183), p. 570] „moustache“ genannt.

kurzen, oralwärts gerichteten Haken besetzt“ [(207), p. 45]. Am Ende der Stäbchen finden sich normalerweise 3 Borsten, von denen allerdings eine oder sogar 2 mehr oder weniger zurückgebildet sein können; das Ende der Stäbchen selbst zeigt eine verschiedene Ausbildung bei den verschiedenen Species, Differenzen, die für unsere Frage nicht wesentlich sind.

Meine Behauptung, „allen“ Linnophiliden kämen die eben geschilderten Organe zu, muß ich nun doch noch etwas einschränken.

Unter sämtlichen Trichopteren findet sich eine, deren Larven und Puppen das Wasserleben aufgegeben haben und auf dem Lande, in Buchenwäldern leben: es ist die Linnophilide *Enoicyla pusilla* BURM. Auf Grund gewisser, an anderer Stelle gegebener Erwägungen (cf. „Schwimmhaare“, S. 552) ist anzunehmen, daß die Putzeinrichtungen, die einen Sinn ja nur für das Wasserleben haben, bei unserer terrestren Form verschwunden sind. Sollten sich also weder Hakenborsten noch Analstäbchen (noch Siebmembranen) bei *Enoicyla* nachweisen lassen, so wäre damit auch der Beweis für die Richtigkeit meiner Auffassung geliefert, daß diese Organe eben „Putzapparate“ und nichts anderes sind.

Und richtig: die Puppenmembranen sind solide, ohne jede Durchlochung; das Labrum trägt keine Hakenborsten (Fig. 28); das Hinterende ist stumpf abgerundet, Analstäbchen fehlen (Fig. 2).

Die Probe aufs Exempel stimmt!

Sericostomatidae.

Daß die Metamorphosen der *Sericostomatidae* wenig Gemeinschaftliches bieten, hat schon ULMER [(207), p. 77] hervorgehoben. Auch die Putzapparate zeigen solche Differenzen, daß man allein hierdurch bewogen sein könnte, an der Einheit der Familie der *Sericostomatidae* zu zweifeln. Dagegen herrscht innerhalb der einzelnen Subfamilien eine weitgehende Übereinstimmung in der Organisation, wie die folgenden Ausführungen zeigen werden.

Sericostomatinae.

(Fig. 29—34.)

Die beiden Gattungen dieser Unterfamilie, *Sericostoma* und *Notidobia*, haben ganz die gleichen Putzorgane; wir behandeln im speziellen *Sericostoma personatum* McL.

Beobachtung am Lebenden: In der hintern Vertikalspalte (Fig. 30) befinden sich die Analstäbchen (Fig. 34) synchron mit den

Abdominalschwingungen in fortwährender, hin- und hergehender Bewegung. Sie sind dabei samt ihren Borsten andauernd herausgestreckt; ein Einziehen und Ausstoßen konnte ich nur ganz selten beobachten. Bei 3 Exemplaren zählte ich die Abdominalschwingungen; es kamen in zwei Fällen 60, in einem 71 ganze Schwingungen auf die Minute. — Aus jeder Ecke des vordern Horizontalspaltes ragt eine Mandibelspitze heraus. Ab und zu machen die Mandibeln kräftige Beißbewegungen, öffnen sich aber sofort wieder. Berührt man eine der Mandibeln z. B. mit einer Nadel, so tritt sogleich das Beißen ein. Beim Berühren mit einer Pflanzenfaser wird diese ergriffen; das Tier versucht, sie in den Köcher hineinzuziehen. — Diese Beobachtungen wurden an verschiedenen Individuen gemacht. —

Beschreibung:¹⁾ Vorder- und Hinterende des Puppenköchers sind von einer derben, festen Membran verschlossen. Die hintere liegt ganz am Ende, die vordere etwas im Köcher zurück; der Köcherrand ist mit allerlei Halmen bedeckt (vgl. den allgemeinen Teil). Die Vordermembran wird von einem horizontalen, der ventralen Seite genäherten Spalt durchbrochen (Fig. 31). Die Hintermembran hat einen vertikalen, durch das Centrum ziehenden Spalt (Fig. 30); — auch der Larvenköcher besitzt eine Hintermembran, deren Perforation ein zentrales Loch ist (Fig. 29). Die Ränder der Spalten sind nach außen aufgebogen (vgl. den allgemeinen Teil).

Putzapparate sind die Mandibeln und die Analstäbchen. Äußerst charakteristisch ist die Stellung der Mandibeln (Fig. 33). Sie stehen etwas ventral von der Mitte der Vorderfläche des Kopfes und zwar senkrecht von ihr ab. Die Basis der Mandibeln ist breit, ihr Endstück schmal, gebogen und gezähnt (Fig. 32). — Die Analstäbchen (Fig. 34) sind vom Grunde gegen die Spitze hin dorsalwärts gebogen. An der Basis stehen viele lange Haare, ebenso eine Anzahl auf der ventralen Kante der Stäbchen, während die lateralen und die dorsalen Kanten so gut wie ganz frei von Haaren sind. Bei der dorsoventralen Schwingungsrichtung der Stäbchen in einem relativ engen Spalt ist diese Verteilung der Haare wohl verständlich;

1) Hier wie in den andern Familien erscheint mir eine genaue Beschreibung der Putzapparate der Vollständigkeit halber nötig zu sein; ich glaube, auch deshalb wird sie nicht überflüssig sein, weil ja die große Zahl von Detailbeschreibungen, die wir schon besitzen, doch nur in differential-diagnostischem Interesse abgefaßt ist. Unter biologischen Gesichtspunkten stellen sich die Verhältnisse oft ganz anders dar.

ebenso erklärt die Art der Putztätigkeit die Tatsache, daß die Stäbchen dicht aneinander geschmiegt sind und — physiologisch — eigentlich nur einen Putzfortsatz darstellen.

Goërinae.

(Fig. 35—37.)

Bei der gleichartigen Organisation der verschiedenen Goërinen-Species wird auch die Putztätigkeit überall die gleiche sein; ich beobachtete sie an *Silo pallipes* F. und *Goëra pilosa* F.; über die letztgenannte Art machte ich folgende Notizen:

Die Analstäbchen stecken jedes aus einem Spalt der Membran heraus, weit nach außen vor; sie werden bei den Abdominalschwingungen nicht ganz eingezogen; ihre Spitze ragt meist aus dem Köcher heraus. Da das Abdomen dorso-ventral schwingt und da die Stäbchen etwas ventralwärts gekrümmt sind, so beschreibt die Spitze einen Bogen; sie macht also eine Art Greifbewegung in der Weise, daß das Stäbchen ganz herausgestreckt ist, wenn sie der dorsalen Ecke des Spaltes nahe ist, während in der ventralen Ecke nur die Spitze sichtbar ist. Es kommt auf diese Weise eine dorso-anale — ventro-orale Bewegung zustande.

Übrigens ist außer dem Stäbchen oft auch noch die eine oder andere der an seiner Basis auf dem Körperende stehenden Borsten mit herausgestreckt.

Am vordern Ende bewegen sich in kurzen Zwischenräumen die Hakenborsten zu den ventralen Schlitzen heraus und wieder ganz herein; zuweilen bleiben sie lange Zeit herausgestreckt.

Beschreibung. Daß man sich den Goërinen-Verschluß aus dem Odontocerinen-Verschluß ableiten kann, wird bei der letztgenannten Familie erörtert werden. Ganz im allgemeinen gesagt, bleibt bei dem *Goërinae*-Puppenköcher, oral und anal, eine horizontale Ventralspalte offen; diese Spalte ist aber nicht einheitlich, sondern durch Gespinnstbrücken, die die Spalte senkrecht zu ihrer Längsrichtung durchsetzen, in einzelne Löcher aufgelöst (Fig. 36). Solche Öffnungen finden wir in der ventralen Hälfte der Hintermembranen von *Silo* und *Lithax*. Die Membran selbst ist bei *Silo* stets einfach aus Gespinnst gefertigt; bei *Lithax* können zuweilen auch kleine Steinchen in das Gespinnst aufgenommen werden. Auch bei *Goëra pilosa* F. fand ich in vielen Fällen eine einfache hintere Gespinnstmembran mit ventraler Spaltenreihe. Doch kann, worauf schon

KLAPÁLEK [(157) p. 52] hingewiesen hat, am Hinterverschluß dieser Art eine Komplikation eintreten, die für den Vorderverschluß aller *Goörinae* die Regel darstellt. Es wird nämlich die Öffnung statt mit einer Membran mit einem einzigen Stein verschlossen; die Spalten müssen also nun ganz hinunter auf die Ventralkante rücken. Lösen wir solch ein Steinchen recht vorsichtig los, so sehen wir die Art seiner Befestigung (Fig. 37). Man erkennt deutlich an der ventralen Seite die langen, durch Lücken voneinander getrennten Bänder, die teilweise noch an ihrer obern Kante, da, wo sie dem Köcher angesessen haben, verbunden sind. Dorsalwärts werden sie kürzer und stehen dichter, bis sie schließlich in einem einheitlichen Gespinnststreifen verschimmen. Dieser Verschlußstein — der dem Köcher nicht ringsherum fest aufgeheftet ist, sondern ventral eine Löcherreihe offen läßt — findet sich, wie gesagt, am Vorderende des Puppgehäuses aller bis jetzt beschriebenen *Goörinae*.

Die beiden Analstäbchen der *Goörinae* sind „in Form langer, oft unregelmäßig gekrümmter Fortsätze ausgebildet, die am Ende einwärts gebogen sind“ [(207), p. 82]. In ihrem ganzen Verlaufe sind sie mit kleinen, anliegenden, distalwärts gerichteten Dörnchen besetzt. Ihr umgebogenes Ende ist in verschiedene Spitzen zerspalten; es werden von den Autoren für diese Spitzen bei den einzelnen Arten bestimmte Zahlen angegeben; doch herrscht nach meinen Erfahrungen hier selbst innerhalb einer Art keine Konstanz. [Abbildungen der Analstäbchen z. B. bei KLAPÁLEK (133 u. 157)].

Die Mundteile stehen so (Fig. 35), daß die als Putzorgan dienenden Labrumborsten senkrecht nach unten gerichtet sind, also auf die Spaltenreihe zielen; diese langen, schwarzen, hakig gebogenen Borsten stehen zu je 5 in den Vorderecken der Oberlippe. KLAPÁLEK'S Angabe für *Silo nigricornis* P. „je 4“ [(133), p. 30] beruht wohl auf einem Irrtum.

Brachycentrinae.

(Fig. 38—42).

Zur Beobachtung kamen lebende Puppen von *Brachycentrus montanus* KLP., *Micrasema minimum* McL., und *Micrasema longulum* McL. Die Putzorgane sind bei allen *Brachycentrinae* ganz ähnlich gebaut; man kann daraus auch auf eine gleiche Putztätigkeit schließen. Ich muß jedoch bemerken, daß es mir nicht gelang, bei *Brachycentrus montanus* KLP. ein Heraustreten der Analstäbchen oder Kopfborsten

wahrzunehmen; zog ich die betreffenden Puppen aus dem Gehäuse heraus, so machten sie nur ganz schwache, kurze Abdominalschwingungen; ich glaube aber, daß es sich hier um pathologische Zustände nicht mehr ganz frischer Tiere handelte.

Beobachtung: Recht gut zu erkennen waren die Putzbewegungen bei den beiden *Micrasema*-Arten. Bei beiden Arten kann man sehen, wie am Hinterende die Stäbchen regelmäßig ausgestoßen und wieder eingezogen werden, doch meist nur soweit, daß die Spitze noch außerhalb des Gehäuses bleibt. Da das Haus länger als die Puppe ist, so kann, solange die Analstäbchen putzen, vorn keine Putzbewegung stattfinden. Brachte ich aber nun einige Sandpartikelchen an den Vorderverschluß des *longulum*-Gehäuses, so begann die Puppe sogleich zu putzen; sie machte einige kräftige Stöße, wobei die Haare kaum zum Vorschein kamen, die Sandteilchen sich aber kräftig bewegten; nach und nach wurden die Körnchen völlig beseitigt. — Während bei *Micrasema longulum* die Vordermembran ganz am Ende des Köchers liegt, findet sie sich bei *Micrasema minimum* weit zurück im Innern. Schneidet man den überstehenden Köcherteil ab, richtet das Gehäuse senkrecht auf und beobachtet im auffallenden Lichte, so erkennt man, wie Bürstchen in ziemlich regelmäßigen Intervallen aus den Maschen hervortreten.

Beschreibung: Das im folgenden Gesagte bezieht sich speziell auf *Micrasema minimum* McL., läßt sich aber — natürlich Einzelheiten abgerechnet — auch auf die andern *Brachycentrinac* anwenden. Vorder- und Hinterende des Puppenköchers werden mit Membranen aus derbem Gespinnst verschlossen; beide Membranen sind auf einer zentralen, kreisrunden Fläche durch zahlreiche unregelmäßige Löcher durchbrochen, so daß die dazwischen liegenden Gespinnstpartien Maschen bilden. Diese erscheinen auf dem vordern Deckel (Fig. 39) dünner und durchsichtiger als die übrige Membran, auf dem hintern von gleicher Dichte (Fig. 40). Auf der Hintermembran findet häufig ein Zusammenfließen der Löcher statt, so daß unregelmäßige lappige, ev. kreuzähnliche Gebilde zustande kommen. — Die zentrale, kreisrunde, hellere Stelle in der Vordermembran deutet darauf hin, daß man sich diese von einer Membran mit einfachem zentralen Loch, das durch Gespinnstbrücken in ein zentrales Sieb verwandelt wurde, herleiten kann.

In der Hintermembran putzen die Analstäbchen (Fig. 42). Sie sind schwach gekrümmt, dicht besetzt mit kleinen, distal gerichteten

Börstchen, deren Zahl gegen die Spitze hin zunimmt.¹⁾ Dort ist auch die Oberfläche der Stäbchen selbst unregelmäßig rauh. — Als Putzapparat des Kopfes fungieren die Borsten des Labrums (Fig. 38, 41). Das Labrum steht senkrecht nach unten, so daß die auf seiner Mitte jederseits befindlichen 3 gelbbraunen Borsten in der Richtung der Längsachse des Tiers liegen: ähnlich, aber länger und stärker, sind auf jeder Seite dicht an der Grenze von Clypeus und Labrumbasis, 3 Borsten. All diese Borsten sind nicht ganz glatt, sondern besonders gegen die Spitze hin etwas rauh.

Der Borstenbesatz des Labrums variiert übrigens bei den verschiedenen Arten.

Anhang zu den *Brachycentrinae*.

Für die Gattungen *Helicopsyche* (und *Thremma*) wird wohl eine besondere Subfamilie errichtet werden müssen.

Helicopsyche.

(Fig. 43—48).

Lebende Puppen von *Helicopsyche* zu beobachten, hatte ich bisher noch keine Gelegenheit. Wenn ich trotzdem die Putzapparate dieser Gattung schildere, so hat dies zwei Gründe: einmal läßt sich aus der Form der Organe ein ziemlich eindeutiger Analogieschluß auf ihre Funktion ziehen. Zum andern liegen mir nicht weniger als 3 *Helicopsyche*-Arten zur Untersuchung vor; ein so reiches und immerhin recht seltenes Material verdient ausgenutzt zu werden, zumal 2 dieser Arten überhaupt noch nicht genauer erforscht worden sind.

Der Freundlichkeit des Herrn Prof. Dr. O. FUHRMANN in Neuchâtel verdanke ich unsere europäische *Helicopsyche*-Art, *H. sperata* McL. Die Exemplare wurden gesammelt von P. DE ROUGEMONT bei Neapel; in verschiedenen Arbeiten hat er darüber berichtet, am ausführlichsten im: Bull. Soc. Sc. natur. Neuchâtel. Vol. 11, 1879, p. 405 bis 426 (Nr. 102). Nach unsern heutigen Anforderungen ist die Beschreibung der Metamorphose nicht ausreichend.

Ferner besitzt das zoologische Museum zu Greifswald eine große Zahl trockner, brasilianischer Trichopteren-Gehäuse, Typen der von

1) Bei KLAPÁLEK [(157), p. 55, Zeile 20] ist demnach das Wort „kahle“ zu streichen; ebenso das Wort „unbchaart“ bei ULMER [(207), p. 26, Zeile 29].

FRITZ MÜLLER (107) beschriebenen Gehäuse. Von den *Helicopsyche*-Arten konnte ich die von ihm (107) in fig. 18 und fig. 20 abgebildeten Gehäuse untersuchen. Weicht man die Köcher vorsichtig in Alkohol und Glycerin ein, so kann man die oft ganz gut erhaltenen Puppen herauspräparieren und die anatomischen Details des Skelets studieren. Leider waren auch in den ganz reifen Puppen die imaginalen Geschlechtsanhänge stets total zerstört, so daß eine genaue Identifikation resp. Beschreibung der zu den Gehäusen gehörigen Imagines nicht möglich war.

Zur Orientierung des *Helicopsyche*-Gehäuses sei folgendes gesagt: Wenn man das Gehäuse so orientiert, wie man es bei den Schnecken gewohnt ist — also die Spindel senkrecht, den Anfang der Gewinde dorsal, den Nabel ventral, so daß die Öffnung dann zur Rechten des Beschauers liegt; *Helicopsyche* ist, wie die meisten Schnecken, rechts gewunden — so bekommt man kein richtiges Verständnis der hier obwaltenden Verhältnisse. Um zu verstehen, in welcher Richtung, resp. in welchen Ebenen die Aufwicklung der einfachen Trichopteren-Röhre stattgefunden hat, die zum *Helicopsyche*-Typus führte, lege man die Spindelachse fast horizontal, so daß sie nur ganz wenig von rechts nach links steigt (wenn man sich vorstellt, daß der Beschauer auf die Außenkante der letzten Windung sieht). Der Nabel liegt rechts, die Spitze des Gehäuses links.

Daß diese Orientierung richtig ist, erhellt vor allem schon — selbst wenn man das Tier nicht kriechen sieht oder aus seiner Lage im Gehäuse diese Schlüsse ziehen kann — aus der Stellung der Spalten in den Puppenmembranen. Die Vordermembran besitzt bei allen 3 untersuchten Arten einen Spalt; und zwar liegt dieser, wenn wir dem Gehäuse die eben beschriebene Lage geben, in dem ventralen Teile der Membran, horizontal, resp. etwas in der Richtung der Peripherie gekrümmt. Dieser Spalt ist also homolog dem Spalt in der Vordermembran von *Sericostoma* (vgl. Fig. 31). Bei der einen brasilianischen *Helicopsyche*-Art — FR. MÜLLER, fig. 20 — sind die Kanten des Spaltes nicht glatt, sondern gezähnt (Fig. 43). — Bei allen köchertragenden Trichopteren findet sich am Hinterende des Puppengehäuses eine Verschlussmembran. Merkwürdigerweise fehlt nun in der Literatur jegliche Angabe über die Hintermembran bei *Helicopsyche*. Die Spitze des Gehäuses resp. der Anfang der Umgänge trägt ein Loch; dieses Loch stellt das Ende des Larvengehäuses dar, und wie auch bei andern Trichopteren-Arten die Hintermembran zuweilen im Innern des Köchers zurückliegt, so

findet sich dies auch bei unserer Gattung. Präpariert man ganz vorsichtig von der Spitze anfangend die ersten Gewinde ab, so kommt man endlich — die Stelle liegt ungefähr $\frac{3}{4}$ -Umdrehung von der Vordermembran entfernt — an die Hintermembran des Puppengehäuses und damit an dessen wirkliches Ende. Dieser Verschuß ist seiner geschützten Lage entsprechend nur ganz dünn und locker gewebt; er zerreißt bei der Präparation sehr leicht, so daß man es wohl verstehen kann, daß er bisher stets übersehen worden ist.

Es will mir fast scheinen, daß eine solche Membran im *Helicopsyche*-Gehäuse ganz unnötig ist; ihr Vorhandensein zeigt an, wie zäh einmal so allgemein erworbene Organisationen vererbt werden.

Die Membran ist bei *Helicopsyche sperata* McL. nach demselben Typus gebaut wie die Vordermembran, nur ist sie wesentlich dünner. Dagegen stellt sie bei den beiden brasilianischen Arten ein weitmaschiges, lockergewebtes Netz dar. Übrigens trägt ja auch die Vordermembran einer brasilianischen Art — FR. MÜLLER (107), fig. 21 — eine in der ventralen Hälfte gelegene Siebdurchbrechung.

Welche Organe sind es nun, die das Putzgeschäft in diesen Spalten und Sieben übernommen haben?

In der vordern Öffnung putzen die auf der ventralen Kante des Kopfes stehenden Mandibeln; sie sind lang säbelförmig, mit gebogener, fein gezählter Schneide (Fig. 45). Während aber das Ende bei den beiden brasilianischen Arten einfach zugespitzt ist (Fig. 45), ist die Spitze bei *Helicopsyche sperata* etwas Sförmig gekrümmt (Fig. 44). Ich denke mir, daß die Putzbewegungen der Mandibeln Beißbewegungen sein werden, ähnlich wie bei *Sericostoma*; allerdings spricht die Zähnelung der Spaltkante bei der einen brasilianischen Art dafür, daß hier vielleicht nur ein einfaches Ausstoßen und Einziehen der Mandibeln statthat.

Das hintere Körperende trägt kurze Analstäbchen, an denen je 4 lange, am Ende schwach hakenförmig umgebogene Borsten stehen; die Länge der Borsten übertrifft die des Stäbchens bei weitem. Bei *Helicopsyche* — FR. M. fig. 20 — stehen diese 4 Borsten in einer Reihe auf dem Ende (Fig. 47); bei *Helicopsyche* — FR. M. fig. 18 — rücken die Borsten auseinander, so daß ihre Entfernung von der Basis des Stäbchens eine ungleiche wird (Fig. 46); noch weiter fortgeschritten ist dieser Vorgang bei *Helicopsyche sperata* (Fig. 48); die Borsten stehen dort fast hintereinander auf dem ventral stark konvex gebogenen Ende des Stäbchens; das Stäbchen selbst

läuft in eine Spitze aus; es ist bei dieser Art dicht mit kleinen, distalwärts gerichteten Spitzen besetzt.

Bei den Siebmembranen der brasilianischen Arten putzen sicher nur die Borsten, während in der Spaltenmembran unserer europäischen Form vielleicht außer den Borsten auch die gebogenen Enden der Stäbchen selbst putzend tätig sind.

Lepidostomatinae.

(Fig. 49—51.)

Aus der Subfamilie der *Lepidostomatinae* konnte ich lebend beobachten *Lasiocephala basalis* Kol.; von *Crunoecia irrorata* Ct. hatte ich konserviertes Material zur Verfügung. — Die Analanhänge (Fig. 50, 51) räumen den *Lepidostomatinae* eine Sonderstellung nicht nur unter der *Sericostomatidae*, sondern unter den köcherbauenden Trichopteren überhaupt ein.

Am Hinterende ist das Putzen leicht zu beobachten; es befindet sich dort bei *Lasiocephala* (und bei *Crunoecia*) eine die Öffnung bedeckende kräftige und gleichmäßig durchlöcherete Siebmembran. Man sieht, wie hier regelmäßig — einmal zählte ich 64mal in der Minute — eine große Zahl von Borsten herausgestreckt und wieder hineingezogen werden. Dabei sind die Abdominalschwingungen so kräftig, daß der Deckel sich krümmt und seine Außenseite bald konvex, bald konkav ist. Lange aber wollte es mir nicht gelingen, am Vorderende das Putzen zu sehen. In KLAPÁLEK'S Beschreibung des Puppengehäuses unserer Art heißt es [(133), p. 34]: „die vordere Öffnung ist durch ein kleines Steinchen . . . verschlossen.“ Richtig ist diese Beobachtung, aber den eigentlichen Verschuß des Puppenhauses stellt dieses Steinchen nicht dar. Das Steinchen — ev. sind es auch mehrere kleinere — ist am Köcherrand so befestigt, daß es nicht rings herum dem Rand fest aufliegt, sondern vor allem ventral, aber auch an den Seiten einen peripheren Spalt offen läßt. Entfernt man diesen Stein vorsichtig, so kommt man auf den eigentlichen Köcherverschluß, eine dünne Membran. Oft ist das Steinchen nicht auf dem Köcherrand, sondern in der obern Hälfte dieser Membran befestigt; die Membran selbst ist eine weitmaschige Siebmembran. Und nun kann man auch deutlich das Heraustreten und das Einziehen der Hakenborsten beobachten.

Analstäbchen fehlen vollständig; ihre Stelle vertreten Borsten, die auf 2 Loben des Analendes stehen. Als Hauptputzborsten sind

je 4 starke, schwarze Hakenborsten aufzufassen. Diese stehen allein bei *Crunoccia* (Fig. 50); bei *Lasiocephala* (Fig. 51) und *Lepidostoma* trägt jeder Lobus außerdem noch zahlreiche lange Haare, die auch mit putzend aus dem Siebe vortreten können.

Putzapparate des Vordersiebes sind die kräftigen, senkrecht auf der Labrumfläche stehenden Hakenborsten. Bei *Lasiocephala* sind es 6 Paar; die Anordnung dieser Borsten bei *Crunoccia* (Fig. 49) beschreibt KLAPÁLEK [(157), p. 73] im einzelnen. „Über der Basis stehen jederseits 3 Borsten: die äußere ist die kürzeste, fein und blaß; die übrigen sind 2mal so lang, schwarz und stark. An dem Vorderrand selbst stehen jederseits 5 blasse Borsten, die in eine sehr feine Spitze enden; die 2 äußersten stehen dicht nebeneinander. Über dem Vorderrand stehen jederseits 2 sehr starke, lange schwarze Borsten.“ Übrigens werden es hauptsächlich die „langen, schwarzen Borsten“ sein, die als Putzborsten zu bezeichnen sind.

Leptoceridae.

Beraeinae.

(Fig. 52—56.)

Zur Beobachtung kamen lebende Puppen von *Beraea maurus* Cr. die Metamorphose dieser Art wurde von MORTON (147) eingehend beschrieben; bei ihm finden sich auch Abbildungen der Analanhänge und Mandibeln der Puppe.

Die Vordermembran liegt etwas im Gehäuse zurück; der Vorderrand des Gehäuses trägt allerlei Pflanzenteilchen. Die Membran (Fig. 53) ist von einem in der ventralen Hälfte gelegenen, etwas in der Richtung der Peripherie gekrümmten Horizontalspalt durchbrochen. Aus diesem Spalt ragen die beiden langen Mandibeln gekreuzt heraus; von Zeit zu Zeit machen sie Beißbewegungen. Die Mandibeln (Fig. 56) sind schlank und verjüngen sich aus breiter Basis allmählich; ihre Schneide ist fein gezähnt. Der Stellung des Spalts entsprechend sind die Mandibeln auf der Vorderfläche des Kopfs etwas ventralwärts verschoben und stehen senkrecht vom Kopfe ab. Die Seitenansicht des *Beraea*-Kopfs bietet also ungefähr dasselbe Bild wie die des Puppenkopfs von *Sericostoma* (Fig. 33).

Die ganz am Ende liegende Hintermembran ist von einem sehr weiten, fast elliptischen, centralen Horizontalspalt durchbrochen (Fig. 52); die ganze Membran ist nach außen konvex herausgebogen,

so daß der Spalt auf der Höhe der Krümmung steht. Beobachtet man das Hinterende des Gehäuses, in dem die lebende Puppe liegt, so sieht man in regelmäßigen Zwischenräumen Borsten austreten und wieder hineingezogen werden: die Analanhänge selbst sind meist nicht außerhalb des Spalts sichtbar.

Diese Analanhänge stellen, von oben gesehen (Fig. 54) 2 chitinige, auf der Dorsalseite mit zahlreichen langen Borsten besetzte Loben dar, die eine ungefähr dreieckige Gestalt haben. Die Medianseite des Dreiecks ist etwas bauchig gebogen. Sieht man die Anhänge von der Seite an (Fig. 55), so zeigen sie mehr das typische Bild der Analstäbchen: sie erscheinen dann als schmalere Chitinfortsätze mit dorsalwärts gekrümmtem und gabelig gespaltenem Ende. Dorsal sind lange Borsten sichtbar.

Daß wir diese Anhänge als stark verkürzte Analstäbchen auffassen dürfen, lehren die Verhältnisse bei *Beraeodes minuta* EAT. Diese nächstverwandte Art besitzt echte Analstäbchen, die lang beborstet sind und, wie aus MORRISON'S Abbildung [(147), nach p. 236] zu ersehen ist, in einer Gabelspitze enden. Als Grund für diese Reduktion mögen wir vielleicht die Lebensweise von *Beraea maurus* Cr. ansehen. *Beraeodes* lebt in dem Wurzelwerk der Uferpflanzen kleiner Bäche, *Beraea* dagegen — cf. oben S. 510 — auf schwach berieselten Felsen. *Beraea* wird mit schwächern Putzvorrichtungen auskommen als *Beraeodes*. Ganz klar jedoch lassen sich die Verhältnisse nicht übersehen. Die Kenntnis der Metamorphose der übrigen *Beraea*-Arten wird uns möglicherweise hier Licht schaffen.

Molanninae.

(Fig. 57—59).

Genau beobachtet und untersucht wurde *Molanna augustata* Cr. An leeren Puppgehäusen von *Molannodes zelleri* McL. konnte ich konstatieren, daß die Verschlußverhältnisse des Hinterendes genau die gleichen sind wie bei *Molanna*.

So originell, wie das Gehäuse von *Molanna* überhaupt ist, so originell sind auch die Verschlüsse des Puppenköchers. Die Vorderöffnung wird durch eine Membran verschlossen, die auf ihrer Außenfläche dicht mit Steinen besetzt ist (Fig. 57); oben, dicht am Köcherande findet sich ein elliptisches Loch, dessen größte Breite in der Horizontalen liegt. In diesem Loche machen die Mandibeln Beiß-

bewegungen. Auch eine aus dem Köcher genommene Puppe zeigte weit auseinander gesperrte Mandibeln, die bei Berührung mit Nadeln u. dgl. zusammenbissen. — Das Hinterende des Puppenköchers wird durch kleine Steinchen gerundet verschlossen; es bleibt aber ein dorso-ventral verlaufender zentraler Spalt offen, der auch etwas auf die ventrale Seite des Köcherendes übergreift (Fig. 58). Er wird durch die Bewegung der Analstäbchen in der Richtung des Spaltes gereinigt (vgl. *Sericostomatinae*).

KLAPÁLEK'S Beschreibung der Mandibelform ist zutreffend [(157), p. 82]: „sehr groß, messerförmig, gegen die Spitze etwas gekrümmt, auf der Schneide sehr scharf gezähnt, auf der Basis mit 2 Borsten versehen“. Was er aber über die Stellung der Mandibeln sagt, stimmt gar nicht: „Die Mundteile hoch oben inseriert, so daß die Mandibeln gerade nach oben gerichtet sind“. Ich habe eine große Zahl von Puppen untersucht; bei allen finden sich, wie aus Fig. 59 ersichtlich, die Mundteile ganz an der ventralen Kante des Kopfes; die Mandibeln sind gerade nach vorn oder etwas ventralwärts gerichtet. Wenn aber, wie eben gesagt, das Loch der Vordermembran oben liegt, und wenn in diesem Loche, wie beobachtet, die Mandibeln putzen, wie reimt sich das mit ihrer Stellung?!

Doch zuvor noch zu den Analstäbchen (vgl. die Abbildung bei KLAPÁLEK [(157), p. 85, fig. 10]. Es sind dies „2 auf der Rückenseite des letzten Segments entspringende Chitinfortsätze, welche mit zahlreichen kleinen Borsten und auf dem Rücken noch mit einer Reihe stärkerer, kleiner Zähne versehen sind. Sie tragen auf der Rückenseite näher dem Ende ein gelbbraunes, etwa in der Mitte 3 schwarze und auf ihrem Ende ein längeres und ein kürzeres, aber sehr starkes Börstchen“ [(157), p. 88]. Das ist richtig, die Analstäbchen stehen auf der Dorsalseite des letzten Segments. Nun putzen sie aber nach meiner Beobachtung in einer Spalte, die sich auf die ventrale Seite des Gehäuses erstreckt. Anscheinend das gleiche Rätsel wie oben!

Doch das Rätsel löst sich, wenn wir untersuchen, wie die Puppe eigentlich im Gehäuse liegt. Die Larve bewegt sich so, daß der schildförmige Teil des Gehäuses oben liegt und vorn den Kopf der Larve als Dach schützt; mit der nun unten liegenden Seite wird das Gehäuse vor der Verpuppung befestigt. Untersucht man aber die Larve in dem geschlossenen Gehäuse, so findet man, daß sie sich um 180° gedreht hat; ihre Bauchseite liegt nun nach oben, und dieselbe Stellung nimmt dann die Puppe ein. Es bildet also die schild-

förmige Dorsalseite des Larvengehäuses die Ventralseite des Puppenhauses. Orientiert man das Gehäuse demgemäß, so liegt die Öffnung der Vordermembran ventral, die hintere Spalte dorsal; nun ist die Stellung der Mundteile und der Analstäbchen auf einmal verständlich. Ich habe eine große Zahl von Puppen und eingepuppten Larven untersucht und stets diesen „situs inversus“ gefunden (vgl. auch den Abschnitt „die Lage der Puppe im Gehäuse“).

Odontocerinae.

Odontocerum albicorne Scop.

(Fig. 60—67.)

Beobachtung: Man sieht ein Ausstoßen der Stäbchen und wieder ein Einziehen; ab und zu ein Pendeln in der Längsrichtung des Horizontalspalts. Dabei bewegen sich beide Stäbchen stets gemeinsam, nicht „scheerenartig“ gegeneinander; sie gelenken also nicht etwa einzeln an der Basis. — Das Putzen am Köpfende zu beobachten, erschweren die Steinchen des vordern Röhrenrands. Immerhin sehe ich eine Mandibelspitze im vordern ventralen Horizontalspalt hin- und herpendeln; ab und zu stößt die Spitze ziemlich weit heraus. Löst man das Verschlößsteinchen, so bemerkt man die fortwährenden Beißbewegungen der Mandibeln.

Beschreibung: Die starke, dunkel braune Hintermembran (Fig. 61) besteht entweder nur aus Gespinnstmasse oder zeigt in der Mitte einen eingesponnenen Stein, dessen flache Seite nach dem Innern des Köchers zu liegt. In beiden Fällen ist die Membran in ihrem ventralen, also der konkaven Seite des Köchers zugekehrten Teile von einem etwas in der Richtung der Peripherie gekrümmten und verhältnismäßig breiten Horizontalspalt durchbrochen.

Die am Ende dorsalwärts gekrümmten Analstäbchen (Fig. 64) sind mit distal gerichteten Spitzen besetzt, und zwar an der Basis am dichtesten. Haare und Borsten fehlen völlig. Auffallend ist ein dunkel chitinisierter Ring im ersten Drittel; weiter distal finden sich oft — nicht bei allen Exemplaren — noch zwei bis drei etwas hellere Ringe. Das Ende der Stäbchen ist in einzelne Spitzen zerpalten.

Die vordere Öffnung des Köchers deckt ein flaches Steinchen; dieses ist aber — und das scheint fast allen Autoren bisher entgangen zu sein, nicht ringsherum auf dem Köcherrande befestigt;

vielmehr bleibt an der ventralen Kante zwischen Gehäuserand und Stein ein Spalt (Fig. 60). Somit ähnelt dieser Verschuß dem des *Silo*-Puppengehäuses (cf. p. 522, 523). Nur ist dort die Ventralspalte in einzelne, durch Gespinnststränge geschiedene Löcher aufgelöst, während sie hier ihre Einheitlichkeit gewahrt hat. In beiden Fällen aber ist sie bei oberflächlicher Betrachtung schwer sichtbar, da sie eben richtig ventral liegt und so von dem Verschußsteinchen überdeckt wird. Die gleiche Ähnlichkeit und die nämliche Differenz zeigt sich in den Hinterperforationen bei beiden Formen.

Die Mandibeln von *Odontocerum* gehören zu den merkwürdigsten Putzapparaten, die wir kennen. Sie sind, wie die übrigen Mundteile, ganz auf die ventrale Kante des Kopfes gerückt, so daß ihre Spitzen gerade nach unten und etwas nach vorn zeigen (Fig. 62). Sie sind rotbraun, breit dreieckig; ihre Schmelde ist scharf gezähnt. Das Auffallendste an ihnen ist die lang ausgezogene, gekrümmte Spitze; die Länge der Spitze kommt der des basalen Teiles gleich.

Eine merkwürdige Konvergenzerscheinung ist es, daß wir ganz ähnlich gebaute Mandibeln unter den Hydropsychiden wiederfinden (bei *Tinodes*). Es mag zuerst auch sonderbar erscheinen, daß an den Exuvien beider Formen die Mandibelspitzen stets abgebrochen sind; daß dies aber recht wohl verständlich ist, wird an anderer Stelle gezeigt werden.

Marilia FR. MÜLLER.

(Fig. 68—73.)

Aus der Subfamilie der *Odontocerinae* ist nur eine europäische Art bekannt, *Odontocerum albicorne* Scop. FRITZ MÜLLER hat eine brasilianische Gattung in diese Gruppe gestellt, *Marilia*; von 3 Arten beschreibt er die Gehäuse [(107), p. 61—62, 76]. Die Grundform der Gehäuse gleicht der der eben geschilderten Art; dasselbe gilt von den Verschußmembranen. Am analen Ende eine Membran, in die ev. auch ein Stein eingesponnen sein kann, darin in der ventralen Hälfte ein gekrümmter Horizontalspalt. Vorn bei *Marilia minor* FR. M. ein Stein, der ventral eine Spalte läßt; bei *Marilia major* eine, fast immer mit vielen kleinen flachen Steinchen besetzte Membran mit ebenfalls ventralem Spalt. Diese Perforationen unterscheiden sich von denen der *Odontocerum*-Membranen nur durch eins: Vom ventralen Rande der Spalten springt eine Reihe kleiner Zähnchen in das Lumen vor, eine interessante Annäherung an den von *Silo*

befolgten Bauplan. Die Art des Gehäuseverschlusses von *Marilia* legt schon den Gedanken nahe, daß die Puppen dieses Genus ähnliche Mandibeln wie *Odontocerum* besitzen. — Aus trockenen, wieder aufgeweichten Gehäusen herauspräparierte Puppenteile gaben das Material zur Untersuchung ab. Und richtig zeigen sowohl bei *Marilia minor* FR. M. (Fig. 70—72) wie bei *Marilia major* FR. M. (Fig. 68) die Mandibeln die charakteristische lang ausgezogene Spitze; auch die Analstäbchen ähneln denen von *Odontocerum* (Fig. 69, 73) in hohem Maße. Dieser Befund lehrt zweierlei: erstens bestätigt er die Zugehörigkeit des Genus *Marilia* zur *Odontocerum*-Gruppe; ferner aber zeigt er, — und das interessiert uns hier hauptsächlich — wie wir nun, nachdem der Zusammenhang zwischen Membranperforation und Puppenorganen erkannt ist, von dem einen auf das andere schließen können. Eine absolute Sicherheit bieten diese Schlüsse natürlich nicht. Immerhin aber gibt der bei so vielen Formen festgestellte Zusammenhang ein gutes heuristisches Prinzip für die Erforschung noch unbekannter Arten ab.

Leptocerinae.

(Fig. 16, 74—81.)

„Noch immerhin recht heterogene Arten enthaltend, so daß eine neue Einteilung wohl nötig wird.“ Dieser Satz, den ULMER [(207), p. 100] den Metamorphosen der *Leptocerinae* voranstellt, mag richtig sein; aber was die Putzorgane anlangt, so herrscht eine große Einförmigkeit unter den *Leptocerinae*. Ich will im folgenden von den zahlreichen Arten ausschließlich die besprechen, die ich lebend beobachtet habe: *Mystacides longicornis* L., *Leptocerus aterrimus* ST., *Trienodes bicolor* Cr., *Oecetis furva* Rb. und *Leptocerus senilis* BURM.

Mit Ausnahme der letztgenannten haben alle diese Arten die gleichen Verschlüsse der Puppenköcher: vorn und hinten eine Membran — ev. auch nur zusammengesponnene Steinchen (*Leptocerus aterrimus*) — darin je ein großes, centrales Loch. Vorder- und Hinterende zeigen also die gleichen, morphologisch höchst einfachen Verhältnisse.

Ich führe nun die Notizen an, die ich mir bei der Beobachtung der lebenden Puppen gemacht habe:

Oecetis furva RAMB.: Lange Analstäbchen putzen am hintern Ende, die Mandibeln mit Beißbewegungen oder einfachem Vorstoßen am vordern Ende.

Trienodes bicolor Ct.: An einem Exemplar mit vergilbten und ziemlich durchsichtigen Blättern ist die Beobachtung leicht. Die langen Analstäbchen sind meist herausgestreckt; ab und zu werden sie vorgestoßen und zurückgezogen. Die Mandibeln ragen aus der Membran heraus und machen Beißbewegungen. Oft werden sie blitzschnell zurückgezogen, wobei sie sich schließen, kommen geöffnet wieder hervor, werden geschlossen wieder hereingezogen usw. Meist putzt nur das Hinterende, wobei die Stirn noch um eine die Länge eines Blattstückes (etwa 1 mm) von der Vordermembran entfernt ist.

Mystacides longicornis L.: Um an Köchern mit zurücktretenden Membranen, wie hier (Fig. 74), die Putzbewegungen studieren zu können, muß man natürlich vorher die überstehenden Köcherteile vorsichtig entfernen. Beide Analstäbchen werden gemeinsam vor- und rückwärts bewegt, dabei oft bis über ihre Basis hinaus vorgestreckt. Das Loch der Vordermembran ist so groß, daß Labrum und Mandibeln zugleich durchgestoßen werden können. Dies geschah auch bei einem Exemplar; bei einem andern waren die Mandibeln schräg herausgestreckt und wurden — nur selten — hereingezogen und wieder vorgestoßen.

Leptocerus aterrimus St. var. *tincoides* Br. Diese Form zeigt die Putzbewegungen sehr gut. Die kräftigen Analstäbe werden aus- und einbewegt, aber meist nicht vollständig hereingezogen. Sie beschreiben dabei oft eine kreisförmige Bewegung. Beide Stäbe, dicht aneinandergelegt, machen alle Bewegungen gemeinsam. Schon mit bloßem Auge kann man die Bewegungen des Stabpaares erkennen. Sieht man von vorn auf das Vorderende des Köchers, so bemerkt man, daß beim Vorwärts- und Rückwärtsbewegen des Kopfes die Mandibeln Beißbewegungen machen.

Die Analstäbchen der *Leptocerinae* sind bei gleicher Funktion doch recht mannigfaltig gestaltet; doch haben diese Variationen fast nur morphologisches Interesse; man vergleiche die Abbildungen bei KLAPÁLEK (133 u. 157). Die Länge wechselt sehr; das eine Extrem stellt z. B. *Leptocerus aterrimus* dar mit ganz kurzen, dicken Stäben, das andere Extrem *Oecetis furva* oder *Trienodes bicolor* mit langen, schlanken Fortsätzen. Die *Mystacides*-Arten stehen ungefähr in der Mitte; eine genaue Beschreibung der Analstäbchen zweier Arten dieser Gattung findet sich 227, p. 261. (NB. Lies daselbst Zeile 15 v. unten „ventrale“ statt „basale“). — Die Bewehrung mit Dornen, Borsten und Haaren ist recht kompliziert bei den verschiedenen Arten (cf. Fig. 78, 79).

Die Form der Mundteile hat keine Veränderung erlitten, die man auf die Putztätigkeit zurückführen könnte; von Interesse für unsere Frage dagegen ist ihre Stellung zentral auf der Vorderfläche des Kopfes, so daß Mandibeln und Labrum senkrecht nach vorn abstehen, die Mandibeln sogar oft dorsalwärts weisen (Fig. 75). In einigen Fällen stellen die Mandibeln allein den Putzapparat dar, in andern muß man Mandibeln plus Labrum als ein Putzorgan auffassen; beide zusammen bilden einen Kolben, der etwa eindringende Schmutzteile hinaustreibt.

Noch einige Besonderheiten in der Organisation einzelner *Leptocerinae*:

Das Loch der Hintermembran kann bei einigen Arten zu einem Spalt auseinandergezogen werden; dasselbe gilt bei *Leptocerus amulicornis* für die Vordermembran.

Von Interesse sind die Verschlußverhältnisse bei *Leptocerus senilis* BURM. (Fig. 76, 77).¹⁾

Die Hinteröffnung des Larvengehäuses wird bei der Verpuppung so zugesponnen, daß auf dem gewölbten Verschluß etwas dorsal verschoben ein Loch gelassen wird, in dem die nach oben gekrümmten Analstäbchen putzen (Fig. 77). Die Vorderöffnung ist auch durch eine stark gewölbte membranöse Fortsetzung des Köchers verschlossen. An Stelle eines einfachen Loches findet sich ein Querspalt, in dem die Mandibeln ihre Beißbewegungen machen. Ein membranöser Vorbau, der von der untern Kante des Spalts ausgeht, schützt den Spalt nochmals vor dem Eindringen von Schmutzteilen. Am besten kann man die Form dieses Vorbaus mit dem Näpfchen an dem Automaten vergleichen, in das das Zehnpfennigstück fällt, falls der Automat nicht mehr gefüllt ist (Fig. 76).

In die Nähe von *Leptocerus* hat FRITZ MÜLLER [(107), p. 781] sein Genus *Grumichella* gestellt. Bei dieser Gattung wird das Hinterende des Puppengehäuses mit einer zentral durchlocherten Membran verschlossen; unter dem Loch erhebt sich „von der Endwand der *Grumichina*-röhre eine Art Sporn, entweder gerade oder ein wenig nach oben gebogen“ [vgl. die Abbildungen in (107)]. Dieser „Sporn“ an der Hintermembran scheint mir ganz ähnlich dem „Näpfchen“ bei *Leptocerus senilis* zu sein. Die Vordermembran hat einen queren Spalt; der Stellung der Mandibeln (Fig. 81) nach zu urteilen, putzen diese beißend in dem Spalt.

1) Ähnlich auch bei *Leptocerus fulvus* RB. [(vgl. 180), p. 102].

Ganz merkwürdig und einzigartig ist das Hinterende der *Grumichella*-Puppen gestaltet. Einige trocken aufgehobene und jetzt wieder geweichte Gehäuse zeigten die Puppenteile so gut erhalten, daß ich sie untersuchen konnte. 2 Arten von *Grumichella* lagen mir vor; die eine als *Grumichella rostrata* von FRITZ MÜLLER (in einem Briefe) bezeichnet, stimmt mit der aus dem „Affenwinkel“ überein, die er als „vollständig glatt und schwarz“ charakterisiert hat [(107), p. 79]; in der Tat sind die Gehäuse wie aus poliertem Ebenholz. Die andere wird die Art aus dem „Traurigen Jammer“ sein, „weniger dunkel, kleiner und mit mehr oder weniger deutlichen ringförmigen Streifen versehen“ [(107), p. 79]. Beide Arten besitzen das gleiche sonderbare Hinterende; dieses ist nämlich in einen ganz langen Fortsatz ausgezogen, an dessen distalem Ende nun erst die verhältnismäßig kurzen Analstäbchen stehen (Fig. 80). Was die *Oecetis*-Arten durch die Länge ihrer Analstäbchen erreichen, das erreicht *Grumichella* durch direkte Verlängerung des Körperendes. Bei keiner unserer einheimischen Trichopteren ist ähnliches bekannt.¹⁾

Hydropsychidae.

Von der 1. Sektion der *Hydropsychidae*, den *Oestropsidae*, ist die Metamorphose noch nicht bekannt; das ist um so bedauerlicher, als die *Oestropsidae* wahrscheinlich die älteste Trichopteren-Familie darstellen und die Kenntnis ihrer Metamorphose uns möglicherweise manches Rätsel in der Trichopteren-Biologie lösen wird. Über die 2. Sektion, deren Hauptgattung „*Macronema*“ ist, mit größtenteils außereuropäischen Arten, haben wir nur ganz wenige biologische Notizen. FRITZ MÜLLER [(107), p. 52, 75, fig. 5] beschreibt das Puppengehäuse einer *Macronema*-Art und gibt an, daß die Enden des Hauses von zahlreichen Löchern siebartig durchbrochen sind [cf. (98), p. 139]. Ich muß nun aus der Analogie mit andern *Hydropsychidae* schließen, — und ich bin von der Richtigkeit dieses Schlusses fest überzeugt — daß diese *Macronema*-Puppe auch Putzapparate besitzt und natürlich auch Atembewegungen ausführt.

Die Gattung *Hydropsyche* — *Hydropsychinae* — macht Atembewegungen, hat siebartig durchlöcherete Enden des Puppengehäuses

1) Am ähnlichsten erscheint noch, nach der Abbildung [(199), tab. 7, fig. 24] zu urteilen, *Setodes tiniviformis* Cr. Man vergleiche auch die Feuerländer „*Beruea*“ (?) ULMER's [(228), p. 23, fig. 7].

(vgl. oben p. 9) und Putzapparate für die Siebe; das Gleiche gilt für die *Ecnominae* (*Tinodes*).

Die 4. Sektion McLACHLAN'S wurde von ULMER (207) in 2 Subfamilien geteilt, die der *Philopotaminae* und die der *Polycentropinae*: die 1. scheidet — als zur 2. Hauptgruppe der *Trichoptera* gehörig (vgl. unsere Auseinandersetzungen p. 8)— hier aus der Betrachtung aus; für die *Polycentropinae* gilt das eben für *Hydropsychinae* und *Ecnominae* Gesagte.

Noch ein Wort über *Chimarra*, deren Metamorphose uns immer noch nicht genügend bekannt ist. SILFVENIUS [(205), p. 1] zieht diese Gattung „auf Grund der Form der Oberlippe der Larve“ zur *Philopotamus*-Gruppe; und zweifellos zeigen auch die Labra der Larven von *Chimarra* und *Philopotamus* große Ähnlichkeit (vgl. 128). Dem entgegen scheint mir aber doch eine Beobachtung FRITZ MÜLLER'S ausschlaggebend für die Beurteilung der systematischen Stellung dieses Genus. Er berichtet nämlich (129), daß die Puppe fortwährende Atembewegungen macht; nach allen meinen Erfahrungen muß ich nun auch schließen, daß sie Siebmembranen und Putzapparate besitzt. *Chimarra* ist auf jeden Fall von den *Philopotaminae* zu trennen und in die andere Hauptgruppe der *Hydropsychidae* zu stellen; nach allem, was wir über ihre Larven und Puppen wissen, wird man sie vorläufig am zweckmäßigsten den *Polycentropinae* anschließen. Eine definitive Entscheidung kann natürlich — ohne genaue Kenntnis der Larve und Puppe — zurzeit noch nicht gefällt werden.

Hydropsychinae.

(Fig. 82—84.)

Im Sommer 1904 beobachtete ich zu wiederholten Malen an *Hydropsyche*-Puppen, deren Gehäuse ich von der Unterlage losgetrennt hatte, regelmäßige Abdominalschwingungen. Nun glaubte ich aber, die *Hydropsyche*-Puppen lägen in einem allseits geschlossenen Cocon; wenigstens finden sich in der Literatur nirgends Angaben, daß dieser Cocon durchlöchert sei; im Gegenteil, es wird von einem „festen“, „unperforierten“ Cocon gesprochen. Was können aber in einem solchen Atembewegungen für einen Sinn haben? Gewiß gar keinen. Ebenso unverständlich bleiben dann die Analstäbchen der *Hydropsychinae*.

Man präpariere aber nun einmal mit aller Vorsicht unter der

Lupe von den Enden des Gehäuses die Steinchen ab. Dann erkennt man, daß das Coongespinnst daselbst nicht fest, einheitlich geschlossen ist, sondern eine ganz deutliche, typische Siebmembran mit großen Löchern bildet (Fig. 84). Ich kann es nicht recht verstehen, wie all den frühern Untersuchern diese Siebe haben entgehen können, oder aber, falls sie sie bemerkt haben, wie sie diese Perforationen für so unwichtig haben ansehen können, daß sie davon in ihren Beschreibungen gar nichts erwähnt haben.

Durch den Fund dieser Siebe fällt nun auf einmal Licht auf die merkwürdig dichte und lange Behaarung des Labrums und der Analstäbchen (Fig. 82, 83). Diese Borsten sind eben die Putzapparate für die Siebe. Ein Blick auf Fig. 82 und 83 macht eine ausführliche Beschreibung der Organe wohl überflüssig; man vergleiche hierzu auch die Beschreibungen und Abbildungen KLAPÁLEK'S [(133), p. 48—54]. Die ganze Putzeinrichtung in ihrer geringen Differenzierung scheint mir einen ziemlich ursprünglichen Zustand darzustellen. Die Beobachtung des Austretens der Putzhaare wird hier, wie bei andern Arten, durch die Steinbedeckung des Cocons recht erschwert.

Polycentropinae.

(Fig. 85—87.)

Auch in dieser Subfamilie hat man bisher Durchlochungen des Puppencocons nicht gekannt. Noch der neuste Bearbeiter der Gruppe, SILFVENIUS (222), bemerkt z. B. für *Holocentropus dubius* RAMB. ausdrücklich: „Die Puppe ruht in einem blaßen, unperforierten Sekret-cocon“; und für *Cyrmus insolutus* „Gehäuse . . . mit einem grauen, heilen Cocon tapeziert“.

Und doch haben die Polycentropinencocons ganz wohl entwickelte Endperforationen. Recht gut zu sehen sind sie z. B. an *Holocentropus picicornis* Sr. Vorn ein deutliches, weitmaschiges Sieb oder Netz (Fig. 85). Interessant ist das Hinterende; da, wo sich das gerundete Endstück als Calotte dem Mittelzylinder des Köchers aufsetzt, resp. wo beide ineinander übergehen, findet sich ein dunklerer Ring von kräftigem Gespinnst. Das Endstück selbst ist ganz und gar weitlöcherig perforiert und stellt so einen netzartigen Beutel dar. Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse bei *Polycentropus*, *Plectrocnemia* und einer Anzahl nicht näher zu bestimmender Polycentropinen-Cocons; nur heben sich die Siebe hier nicht ganz so klar hervor, da das Gespinnst überhaupt sehr locker und fein ist.

Als Putzorgane fungieren am oralen Ende die Borsten des Labrums (Fig. 86): es sind 4 Paar, deren Stellung in den einzelnen Gattungen wechselt; SILFVENIUS [(222), p. 13] gründete seine Bestimmungstabelle der Polycentropinen-Puppen zum Teil auf die Stellung dieser Putzborsten (vgl. auch seine Abbildungen).

Analstäbchen fehlen; dafür finden sich am Hinterende 2 stumpfe Loben (Fig. 87), deren jeder mit zahlreichen, langen, steifen, schwarzen Putzhaaren besetzt ist (Abbildungen auch in No. 222, 133 usw.).

Ecnomina.

Tinodes.

(Fig. 88—95.)

Die Larven von *Tinodes* bauen lange, gewundene Gänge auf der Oberfläche der Steine in Teichen, Bächen oder auch auf nur ganz schwach berieselten Felsen. Das Puppengehäuse ist 7—8 mm lang, elliptisch und besteht aus kleinen, ziemlich locker durch Gespinnst verbundenen Steinchen. Die Bauchseite dieses Gehäuses wird von der Unterlage gebildet. Daß das Gehäuse etwa an seinen Enden Durchlochungen zeige, fand ich nirgends angegeben; KLAPÁLEK (157) erwähnt in seinen Beschreibungen von *Ecnomus tenellus* RAMB. (p. 122) und *Tinodes rostocki* McL. (p. 125) nichts davon; auch SILFVENIUS macht darüber in seiner sonst so genauen Beschreibung von *Psychomyia pusilla* FABR. [(205), p. 21] keine Angaben.

Aber dennoch haben die Puppen von *Tinodes* Organe — Mandibeln und Analborsten — die man nur als Putzapparate auffassen kann; da ich aber, wie gesagt, keine Literaturangaben über Perforationen des Cocons vorfand, auch bei oberflächlicher Prüfung von *Tinodes*-Gehäusen keine Siebmembranen beobachten konnte, so nahm ich die Sache vorläufig als rätselhaftes Kuriosum hin. Da kam mir MORTON'S *Tinodes*-Arbeit (148) zu Gesicht.

Darin heißt es p. 39: „A nymph case of *Tinodes waeneri* was made in the angle at the bottom of a small bottle, and was an elongated silken cell, only very slightly strengthened with extraneous matter (probably on account of its not being at hand) with a network at either end, one of them placed a little towards the upper-side of the case, rather than at the actual extremity.“

Nun prüfte ich natürlich die mir vorliegenden Gehäuse von *Tinodes assimilis* McL. genau: und bei vorsichtigem Abpräparieren

der Steinchen entdeckte ich an jedem Ende eine feine, ziemlich kleine Siebmembran (Fig. 92). Auch an dem Gehäuse einer andern *Tinodes*-Art aus einem Bergbach des Pfälzerwaldes fand ich die Perforationen (Fig. 88, 89). Von Interesse ist die schon von MORROX erwähnte verschiedene Stellung der Membranen. Vorn nämlich (Fig. 89) befindet sich das „Sieb“ ganz weit ventral; es schließt dicht an den als Unterlage dienenden Stein an. Am hintern Ende (Fig. 88) liegt es mehr dorsalwärts, rings von kleinen Steinchen umgeben. Diese Stellung wird verständlich, ja selbstverständlich, wenn wir die Putzorgane betrachten.

Vorn putzen die Mandibeln (Fig. 90, 91, 93), und diese sind — die Beschreibung gilt im speciellen für *Tinodes assimilis* McL.; aber auch die andern Arten der Gattung sind fast ganz gleich gebaut — in ein langes, vorn hakig umgebogenes, median gekerbtes Ende ausgezogen. Der umgebogene Teil ist verbreitert und in 4—6 sehr spitze Zacken zerteilt (Fig. 90, 91, 93); kurz vor der Umbiegung stehen zwei kleine Spitzen (Fig. 93). Die Mandibeln sind schräg nach vorn und ventralwärts gerichtet; dies erklärt die Lage der Vordermembran. Das Hinterende ist bei beiden Geschlechtern verschieden gestaltet (vgl. Fig. 94, 95); bei beiden aber fungieren als Putzapparat zwei auf fingerförmigen Loben stehende Borstenbüschel. Die schwarzen Borsten sind lang, oft etwas wellig und am Ende gekrümmt oder ganz hakig umgebogen. Die Zahl der in jedem Bündel bei *T. assimilis* befindlichen Borsten vermag ich nicht genau anzugeben, da bei meinen Exemplaren wohl einige abgebrochen sind. KLAPÁLEK [(157), p. 125] gibt für *T. rostocki* die Zahl 7 an; die gleiche Zahl wird wohl auch bei unserer Art vorhanden sein.

Die Beobachtung lebender *Tinodes*-Puppen fehlt noch, eine Lücke, die zweifellos der eine oder andere Trichopteren-Forscher leicht wird ausfüllen können.

Systematisch-phylogenetische Zwischenbemerkung.

Der Zweck unserer Arbeit ist durchaus nicht, der Systematik der Trichopteren zu dienen; aber aus der biologischen Untersuchung ergeben sich doch einige Folgerungen, die für die Systematik wichtig sind. Sie werden passend an dieser Stelle eingeschaltet.

Ich erinnere an das, was oben (S. 495) über die 2 Hauptgruppen der Trichopteren gesagt wurde; ich halte diese Gruppen für durchaus natürliche. Aus dieser Gruppierung ergibt sich, daß wir Hydro-

psychiden, im Sinne McLACHLAN's (73) an den Anfang einer jeden Hauptgruppe setzen. Da wir nun aber wohl diese beiden Gruppen kennen, aber keine Form bisher erkundet haben, die die Gruppen vereinigte — ev. könnten die Oestropsiden diese Rolle spielen (?) — so stehen also auch die beiden jene Gruppen „beginnenden“ Hydropsychiden-Gruppen völlig getrennt einander gegenüber. Mit andern Worten, die Subfamilie der *Philopotaminae* (Gattung *Philopotamus* und ev. auch *Wormaldia*) ist zur selbständigen Familie zu erheben und von den übrigen Hydropsychiden durchaus zu trennen; unsere biologische Untersuchung kommt zu dem Resultat, daß *Philopotamus* nach den Rhyacaphiliden hinüberleitet; an diese schließen sich die Hydroptiliden an.

KLAPÁLEK hat in seiner Neueinteilung der Familien (Morphologie der Genitalsegmente und Anhänge bei Trichopteren, in: Bull. internat. Acad. Sc. Bohême 1903) auf Grund der Genitalanhänge (und Nervatur) die *Hydropsychinae* [im Sinne ULMER's (207)] — d. h. die Gattung *Hydropsyche* und *Diplectrona* — als „*Hydropsychidae*“ den übrigen Hydropsychiden (McLACHLAN's) — den „*Philopotamidae*“ — gegenüber gestellt. Daran ist sicher richtig, daß *Hydropsyche* eine Sonderstellung einnimmt: wir sahen oben, daß diese Gattung Analstäbchen besitzt. Ich halte die *Hydropsychinae* für die Nächsterverwandten der Form, von der die „kächertragenden Trichopteren“ — also *Sericostomatidae*, *Leptoceridae*, *Limnophilidae*, *Phryganidae* — abstammen. Von den „*Philopotamidae*“ KLAPÁLEK's ist aber *Philopotamus*, d. h. die *Philopotaminae* ULMER's, jedenfalls loszulösen; es bleiben somit noch übrig die *Polycentropinae* und *Ecnominae* ULMER's. Diese bilden eine 3. Reihe der Trichopteren, die sich der 2. Hauptgruppe insofern anschließt, als ihre Puppen Atembewegungen machen und Putzapparate besitzen; insofern sie aber keine Analstäbchen haben, sondern nur 2 Borstenbündel, die auf dem übrigens nicht „spezifisch“ veränderten Hinterende stehen, nähern sie sich der 1. Hauptgruppe. Ihre Stellung wird aber bestimmt durch das Vorhandensein der Atembewegungen.

Über die Verwandtschaftsbeziehungen unter den kächertragenden Formen verschafft uns die Biologie resp. die Morphologie der Larven und Puppen zurzeit noch keine Klarheit. Daß die *Phryganidae* ebenso wie die *Limnophilidae* einheitliche Familien darstellen, wird durch sie bestätigt.

Dagegen will es mir scheinen, daß weder die Subfamilie der *Sericostomatidae* noch die der *Leptoceridae* wirklich je eine gemein-

same Wurzel haben. Doch mag die Ähnlichkeit des Puppenanaloges der *Lepidostomatinae* mit dem der *Polycentropinae* — *Ecnominae* auf Konvergenz beruhen. KLAPÁLEK vereinigt von den *Leptoceridae* McLACHLAN'S die *Beracinae* und *Molanninae* ULMER'S zur Familie der *Molannidae*, ebenso die *Odontocerinae* und *Leptocerinae* ULMER'S zur Familie der *Leptoceridae*. Die Metamorphoseverhältnisse räumen aber jedenfalls *Odontocerum* eine Sonderstellung ein.

Jede Systematik hat natürlich Larven, Puppen und Imagines zu berücksichtigen; da aber der Systematiker gar oft einseitig auf den Imagines aufzubauen versucht, so werden die hier gegebenen Hinweise nicht ganz unnütz sein.

Noch einmal kurz zusammengefaßt, findet die biologische Betrachtung innerhalb der Ordnung der Trichopteren 3 Äste, für die eine gemeinsame Stammform bis jetzt noch nicht bekannt geworden ist.

Ast 1: *Philopotaminae* (ULMER) — *Rhyacophilidae* — *Hydroptilidae*,

Ast 2: *Polycentropinae* — *Ecnominae* (ULMER),

Ast 3: *Hydropsychinae* (ULMER) — köchertragende Formen.

1 und 2 stehen sich wegen ihrer Atmungsverhältnisse ziemlich nahe und wurden oben als Hauptgruppe I zusammengefaßt; Ast 3 bildet Hauptgruppe II.

Von allen bisher gegebenen Einteilungen scheint mir die ULMER'S (207) dem Stand unserer Kenntnisse am meisten zu entsprechen. Nur müßten seine *Hydropsychiden*-Subfamilien zu Familien erhoben werden und die „*Philopotaminae*“ direkt vor die *Rhyacophilidae* zu stehen kommen.

Die Dauer des Puppenlebens.

Die Dauer des Puppenlebens variiert; als Durchschnitt mag eine Zeit von ca. 2 Wochen (von dem Verschuß des Gehäuses bis zum Ausschlüpfen der Imago) gelten. RÉAUMUR'S Angabe, daß manche Puppen überwintern — il y en a qui passent peut-être l'hiver dans les tuyaux grillés — habe ich bisher nicht bestätigen können.

Herr A. J. SILFVENIUS hatte die Güte, mir über die Dauer des Puppenlebens folgendes mitzuteilen: „Die Dauer der Puppenruhe hängt in hohem Grade von der Temperatur des Wassers ab. So beobachtete ich in dem warmen Sommer 1899, daß die Puppenruhe von *Agraylea multipunctata* nur 5 Tage dauerte. (Die Zeit zwischen dem Verschuß des Gehäuses und dem Ausschlüpfen der Imago war 7 Tage.) Gerade von dieser Art berichtet MORTON (in: Entomol.

monthl. Mag., Vol. 22, p. 269—272), daß die Puppenruhe zur Zeit von Weihnachten einen ganzen Monat dauerte.“

BURMEISTER [(12), p. 901] gibt an, daß die Larve im Puppengehäuse 2—3 Tage ruhe, bis sie die Larvenhaut abstreift; die Dauer des Puppenlebens betrage 15—20 Tage.

STRUCK berichtet [(180), p. 87]: „Die Puppenruhe der Trichopteren-Puppen dauert 14 Tage bis 3 Wochen und scheint sich auch nach der Temperatur des Wassers zu richten, insofern Wärme die Reife derselben beschleunigt. Kälte sie verzögert. Dadurch, daß ich die Wassertemperatur künstlich herabsetzte, gelang es mir wiederholt, die Puppenruhe bis auf 5—6 Wochen auszudehnen.“

Die Umwandlung zur Imago.

Die Puppenmandibeln.

(Fig. 96—102.)

Wenn die Puppe gereift ist, so wäre sie dem Tode unrettbar verfallen, hätte sie nicht Werkzeuge, um ihr festverschlossenes Gehäuse zu öffnen und so die nun bald ausschlüpfende Imago nach dem Element zu befördern, in dem sie ihr kurzes Liebesleben verbringen soll.

Zum Öffnen der vordern Verschlusmembran besitzen alle Trichopteren-Puppen kräftige Mandibeln, Organe, die schon RÉAUMUR und DEGEER bekannt waren. Ihr Auftreten bei den Puppen ist um so bemerkenswerter, als wenigstens nach allen Angaben, die wir bisher über diesen Punkt haben, die Imagines nicht einmal Rudimente von Mandibeln besitzen sollen. — Eine einzige Puppe ist bekannt geworden, der die Mandibeln fehlen; es ist eine *Macronema*-Art, von der FRITZ MÜLLER [(137), p. 276] schreibt: „sie ist bis jetzt die einzige Art, bei deren Puppe die Kinnbacken schon ebenso verkümmert sind, wie sonst bei dem geschlechtsreifen Tier“. Bei der großen Verbreitung, die das Genus *Macronema* in den Tropen besitzt, sollte es für einen Forscher doch leicht sein, diese Angabe einmal nachzuprüfen!

„Die Schneide der Puppenmandibeln befindet sich stets medianwärts, alle Puppenmandibeln sind also messerförmig. Im übrigen ist ihre Form verschieden. Doch ist stets eine breitere, dickere Basis und eine schmalere Schneide vorhanden“ [(207), p. 22, 23]. Die Schneide ist fast stets feiner oder gröber gezähnt (Fig. 96—102). —

Sache der Morphologie ist es, die verschiedenen Formen aufzuführen.

Daß die Arbeit, die das Tier beim Aufbeißen der Membran verrichten muß, eine recht beträchtliche ist, ist klar; welche Mühe kostet es oft bei der Präparation, die Membranen vom Köcher loszureißen! Vergleicht man die Schneide einer Mandibel von einer Puppe, ehe sie das Gehäuse verlassen hat (Fig. 66), mit der Mandibelschneide einer Puppenexuvie (Fig. 67), so sieht man die Abnutzung der Sägezähne durch den Gebrauch recht deutlich.

Besondere Beachtung verdienen auch an dieser Stelle die Mandibeln der *Odontocerinae* (Fig. 63, 65, 68, 70, 71) und der Gattung *Tinodes* (Fig. 90); als Putzapparate haben wir sie schon schildern müssen. Für die Putzfunktion sind sie in eine lange Hakenspitze ausgezogen. Kommt nun eben diesen Mandibeln auch die Aufgabe zu, das Puppengehäuse zu öffnen, so werden die langen, dünnen Fortsätze dabei recht hinderlich und gefährdet sein. Es ist eigentlich von vornherein anzunehmen, daß sie bei der Beißarbeit oft zu Schaden kommen müssen. Wie oft brechen sie beim Abpräparieren der Mandibeln, ja schon beim Herausnehmen der Puppe aus dem Köcher ab!

Diese Vermutung bestätigt sich in der Tat. MORTON [(148), p. 42] berichtet über *Tinodes*: „The mandibles in the nymphs of *Tinodes* are unique, the only thing known to me at all analogous to them occurs in the nymph of *Odontocerum albicorne*; unfortunately in all nymphs which escape from their cases in the ordinary way, the slender hooked part is invariably broken off“. Für *Odontocerum albicorne* Scop. gibt ULMER [(207), p. 99] an, daß die Mandibelspitze „bei Exuvien oft abgebrochen“ sei. Für dieses „oft“ können wir ruhig ein „immer“ setzen. Ich habe eine große Zahl von Exuvien aus den verschiedensten Gegenden untersucht und stets gefunden, daß die Spitze abgebrochen war (Fig. 65). Die Stelle, an der das Zerbrechen stattfindet, ist natürlich da zu suchen, wo die an die gezähnte Schneide gelegte Tangente den Fortsatz kreuzt (Fig. 63).

Wir haben also in diesen Mandibeln Organe vor uns, die zwei Funktionen zu dienen haben. Für die — zeitlich — erste Funktion wurde das Organ ganz speziell ausgestaltet; diese Spezifikation ist aber der Ausübung der zweiten Funktion direkt hinderlich und würde diese Ausübung unmöglich machen, wenn nicht bei jedem Tiere durch den Versuch, Funktion II auszuüben, die für I erworbene spezifische Bildung wieder gewaltsam entfernt würde. Eine

Art von Selbstverstümmelung macht also ein für eine Funktion I trefflich ausgebildetes, dadurch aber für seine Funktion II ganz unweckmäßig gewordenes Organ für seine zweite Funktion wieder passend.

Ich denke, daß eine solch merkwürdige Organisation auch von allgemeinerem Interesse ist.

Die Imaginalmandibeln.

(Fig. 32, 56, 99—103.)

In seiner Arbeit über die Mundteile von *Anabolia furcata* hat LUCAS [(159), p. 30] für die Imago dieser Art „das Vorhandensein von Mandibeln, selbst in rudimentärer Form“ in Abrede gestellt. Damit ist aber meines Erachtens noch lange nicht das letzte Wort über die Imaginalmandibeln der Trichopteren gesprochen.

Meine Untersuchung über diesen Punkt ist lückenreich; ich möchte aber die Schlüsse, die ich aus der Durchmusterung meiner Präparate und meines fixierten Materials ziehen muß, doch anführen, wenn schon erst die Beobachtung frischer, lebender Puppen und Imagines den Ausschlag geben wird; die folgenden Zeilen mögen als Anregung zu neuen Beobachtungen dienen. Ich bin zu der Ansicht gekommen, daß sich an allen ganz frisch ausgeschlüpften Imagines Mandibeln in mehr oder minder typischer Form werden nachweisen lassen, die aber sehr schnell durch Schrumpfung verloren gehen. Die Mandibeln würden eine Parallele bilden zu den Kiemen, deren Existenz bei den Imagines man ja auch lange übersehen hatte; auch diese sind in der ersten Zeit des Imaginallebens in fast allen Fällen deutlich vorhanden (cf. oben S. 510).

Daß ich mit meiner Behauptung nicht allein dastehe, freue ich mich aus einem Briefe von Herrn A. J. SILFVENIUS entnehmen zu dürfen: „Ich glaube sicher behaupten zu können, daß wenigstens bei den Phryganeiden, Hydropsychiden (*Philopotaminae*, *Polycentropinae*) und Hydroptiliden deutliche Mandibelrudimente vorkommen. Es ist merkwürdig, daß die neuesten Beobachter dieser Sache das Vorkommen von Mandibeln bei Imagines verleugnen können.“

Folgende Befunde haben mich zu meiner Auffassung geführt:

Bei vielen ganz reifen, völlig ausgefärbten Puppen, die dicht vor der Verwandlung standen, fand ich in jeder Puppenmandibel, im Basalstück, dieses aber nicht völlig ausfüllend, einen mit dem Imaginalkopf in Verbindung stehenden Fortsatz von stumpfkegel-

förmiger oder fingerförmiger Gestalt; er trug eine mehr oder weniger deutliche chitinige Bedeckung. Man wird einwenden, dieser Zapfen sei nichts anderes als der Rest des Bildungsgewebes der Mandibel; dagegen spricht aber schon seine Chitinhaut. An abgeworfenen Exuvien sind die Mandibeln leer. Findet man nun aber an den ältern Imagines den Mandibelzapfen nicht, und ist er mit der Exuvie auch sicher nicht abgestoßen: wo ist er dann geblieben? Ich finde keine andere Deutung als die, — wennschon Beobachtungen an eben ausgeschlüpften Imagines nicht gemacht sind — daß die Zapfen an den jungen Imagines vorhanden sind, später aber, bei Erhärtung und Ausfärbung der Tiere, völlig schrumpfen. Ich bin überzeugt, die Untersuchung frischen und geeignet konservierten Materials wird meine Auffassung verifizieren.

Den Mandibularzapfen habe ich in den verschiedensten Familien gefunden; nur Stichproben habe ich gemacht, die aber das allgemeine Vorhandensein dieses Organs mehr als wahrscheinlich machen. Von der Phryganäide *Agrypnia payetana* Ct. färbte ich einen Puppenkopf in Boraxkarmin und konnte nun (im Kreosot) durch Wegpräparieren der Puppenmandibel dieses Organ als nur schwach entwickelten, stumpf kegelförmigen Vorsprung freilegen. Recht undeutlich war der Fortsatz bei der Linnophilide *Stenophylax latipennis* Ct. Zu erkennen war er bei *Scricostoma personatum* (Fig. 32); sehr deutlich war sein Übergang in den Imaginalkopf bei *Helicopsyche sperata* McL., das Präparat der reifen Puppe war hier etwas gedrückt, dabei waren die Mandibeln nach vorn gerückt, der Fortsatz aber zeigte deutlich, daß er mit dem Kopf fest verbunden ist, während die Puppenmandibel nur auf ihm daraufgestülpt ist, wie das Horn des Ochsen auf den Knochenzapfen. In einer reifen Puppe von *Triaenodes bicolor* Ct. hatten die Imaginalmandibeln etwa fingerförmige Gestalt gedrungenener erschienen sie bei *Beraca maurus* Ct., kurz und dick bei *Tinodes assimilis* McL. (103).

Die besten Objekte für diese Beobachtungen bilden die *Hydroptilidae*; hier machen die Mandibularzapfen auch am meisten den Eindruck typischer Mandibeln. Ich fand z. B. diese Organe — zum Teil recht gut entwickelt — bei *Ptilocolepus granulatus* Pt. (Fig. 101), *Agraylea multipunctata* Ct., *Hydroptila maclachlani* KlP., *Oxyethira costalis* Ct. (Fig. 102), *Oxyethira (Leiochiton) fagesii* GUINARD.

Am allerschönsten aber sind die Imaginalmandibeln bei der brasilianischen Hydroptilide *Rhyacopsyche hageni* Fr. M. (Fig. 99, 100). Man kann hier eine recht kräftige Chitinbedeckung der

Mandibeln sehen; das Chitin ist so deutlich und stark, daß man fast versucht sein möchte, zu glauben, ein völliges Schrumpfen könne hier nicht statthaben und die ältern Imagines müßten auch noch Mandibeln tragen. Ob es wirklich so ist, kann ich nicht entscheiden; Imagines sind von *Rhyacopsyche* bisher nicht bekannt geworden: mir liegt nur eine reife Puppe vor.¹⁾

Über die Wirkungsweise der Puppenmandibeln.
(Fig. 97.)

Von jeher waren die Trichopteren-Forscher darüber einig, daß die Puppenmandibeln — „uniquement, on principalement au moins“ [(2), p. 173] dazu dienen, den Verschuß des Puppengehäuses zu öffnen. Und zweifellos ist dem auch so; daß aber in dieser Auffassung noch ein Problem steckt, scheint allen Autoren bisher entgangen zu sein.

Zur Zeit, da die Puppe das Gehäuse verläßt, um an die Oberfläche des Wassers zu gelangen, ist die Imago schon völlig ausgebildet. Sie schimmert in all ihren Farben und Formen durch die Puppenhaut hindurch; nur die Ausfaltung der Flügel fehlt noch, ferner die Erhärtung der Chitinteile, und die Imago ist fix und fertig. Schon bei Puppen, die wir dem noch verschlossenen Gehäuse

1) Erst während der Drucklegung kamen mir GENTHE's (171a) Ausführungen zu Gesicht. Er untersuchte Imaginalmundteile von *Phryganiidae*, *Limnophilidae*, *Leptocerus* und *Hydropsyche* und *Neureclipsis*. Bei den zwei letztgenannten fand er Mandibeln als „zarte, seitlich unter dem Labrum etwas schräg eingelenkte Plättchen“. Seine Meinung geht dahin, „daß bei den meisten Trichopteren, nämlich denjenigen mit wohl ausgebildetem Haustellum, die Mandibeln spurlos geschwunden sind, daß daneben aber eine kleine altertümliche Gruppe mit noch unentwickeltem Haustellum und deutlichen, wenn auch functionslosen Mandibeln vorhanden ist. In dieser Formulierung ist vielleicht zugleich das physiologische Verhältnis ausgesprochen, da wahrscheinlich die Entwicklung des Haustellums und des Haustellarstiels, der durch das größer werdende Labrum zu einem flachen Canal gedeckt wurde, Ursache für den Schwund der störenden Mandibeln war.“ GENTHE kann aus der Untersuchung der Mundteile keine Beweise für eine nähere Verwandtschaft der Trichopteren und Microlepidopteren erbringen; „es scheint wohl viel leichter, diese Trichopteren direct von Orthopteren abzuleiten.“ Näher auf GENTHE's Darlegungen einzugehen, muß ich mir versagen; ich möchte nur bemerken, daß ich auch bei *Philopotamus ludificatus* Mandibeln von der von GENTHE beschriebenen und gezeichneten Form fand. Eine vergleichende Untersuchung der Mundteile der Trichopteren wäre sehr erwünscht.

entnehmen, die aber dicht vor dem Verlassen des Köchlers stehen, können wir sehen, wie sich die Puppenhaut von der darin liegenden Imago deutlich abhebt, und nun als tote Chitinhülle die letzten Reifungsprozesse schützt. Und nun soll auf einmal ein Organ dieser toten Hülle Bewegungen ausführen. sehr harte Arbeit leisten! — Bei den Schwimm- und Kletterbewegungen der den Köcher verlassenden und zur atmosphärischen Luft strebenden Puppe ist es etwas ganz anderes: da bewegen sich eben die Beine der Imago willkürlich und schleppen ihre Puppenhülle mit, die nun allerdings durch ihre Bewimperung resp. Hakenbewehrung das Schwimmen resp. Klettern wesentlich erleichtert.

Wie steht es aber mit den Mandibeln? Können wir wirklich annehmen, daß die rudimentären Imaginalmandibeln das eigentliche bewegende Agens sind?

Muskulatur ist, soweit bisher untersucht in, resp. an den Imaginalmandibeln nicht vorhanden. Man könnte sich dann höchstens die Sache noch so denken, daß durch Bluteinfluß die Mandibularzapfen in die Puppenmandibeln fest hineingepreßt würden und so etwa die Bewegung derselben zustande käme. Diese Vorstellung scheint mir aber unhaltbar zu sein, wie ich überhaupt nicht recht an eine Bedeutung der Imaginalmandibeln für die Bewegung der Puppenmandibeln glaube. Es spricht dagegen: 1. die starke Chitinbedeckung mancher Imaginalmandibeln (Fig. 101); 2. ihre geringe Größe z. B. bei *Agrypnia* (cf. vorigen Abschnitt) —, und die Annahme, diese so wichtigen Mandibelbewegungen könnten in den verschiedenen Familien verschieden zustande kommen, ist doch etwas gewagt; — 3. die Tatsache, daß das Gewebe in den Imaginalmandibeln an reifen Puppen durchaus den Eindruck der Degeneration macht, daß es augenscheinlich im Zerfall begriffen ist. Einen ganz strikten Gegenbeweis gegen diese Auffassung kann ich aber zurzeit ebensowenig erbringen, wie einen strengern Beweis für meine nun folgende Meinung; Klarheit kann erst genaue histologische Untersuchung an zweckmäßig konserviertem Material verschaffen.

Man kann durchweg bei Puppen und leeren Exuvien an der Basis jeder Mandibel zwei Chitinselnen sehen (Fig. 97), eine stärkere mediane und eine schwächere laterale; die Selnen verlaufen in das Innere der Exuvie, zeigen eine feine Längsstreifung, werden gegen das distale Ende mehr flach und lösen sich dort in Einzelfasern auf. Die „starke Chitinselne“ gibt, wie LUCAS [(159), p. 26] sagt, „dem Mandibelmuskel den Ursprung“; (besser gesagt „die Ansatzstelle“).

Setzen sich die Muskeln für die Mandibelbewegung an diese Sehnen an, so ist auch wohl begreiflich, daß die mediane, als Sehne des Adduktor, stärker ist als die laterale. Ist diese Deutung richtig, so werden also, während die ganze übrige Puppenhaut sich schon von dem Imaginalkörper abgehoben hat, die Mandibeln noch in dem Imaginalkopf fest an die betreffenden Muskeln befestigt sein. Haben die Mandibeln, durch die Muskulatur bewegt, nun den Deckel herausgebissen, dann muß in der Zeit, in der die Puppe frei im Wasser schwimmt, sich die Verbindung zwischen Sehne und Muskel lösen, und beim Abwerfen der Puppenhaut werden sich die Sehnen aus dem Kopf des Imago herausziehen. Dann aber ist zu erwarten, daß eine genaue Untersuchung frisch ausgeschlüpfter Imagines diese Sehnenlöcher noch nachweisen kann; später kollabieren sie natürlich. LUCAS [(159), p. 30] findet übrigens da, wo „die mediale Spitze“ der Mandibelbasis lag, „wiewohl nicht immer“, eine dunkle Chitinstelle: „diese ist aber nichts anderes als eine noch vorhandene Andeutung der ehemaligen Chitinsehne“. Histologische Untersuchungen mögen diese Verhältnisse klären.

Der Haft- und Bewegungsapparat.

(Fig. 1, 2, 3, 16, 104—107, 122—124.)

Hat die Puppe ihre Gehäuse geöffnet, so verläßt sie es mit Hilfe des sog. Haft- und Bewegungsapparats, d. h. Spitzchen, die auf Chitinplatten vereinigt auf dem Rücken der Abdominalsegmente stehen. — Der Fortsatz des 1. Abdominalsegments ist schon oben bei den Atembewegungen besprochen worden. Hier beschäftigen uns nur die Spitzenschildchen des 2.—7. (8.) Segments; auch sie wurden schon einmal — bei den Putzapparaten — kurz erwähnt.

Die Morphologie dieser Gebilde behandeln ausführlich KLAPÁLEK und ULMER u. a. in ihren „Metamorphosen“. Die normale Ausbildung des Bewegungsapparats bei *Phryganæidae*, *Limnophilidae*, *Sericostomatidae* zeigen meine Totalbilder 1—3 und die Schemata 122 bis 124 wohl zur Genüge. Unter den *Sericostomatidae* zeigen *Brachycentrus* und *Oligoptectrum* insofern Besonderheiten, als bei ihnen „der ganze Hinterrand des 5. Segments mit Spitzen in einer Reihe besetzt ist“ [(207), p. 86], (Fig. 105). Der Bewegungsapparat der *Leptoceridae* bietet nichts Besonderes. Die *Hydropsychinae* haben eine Vermehrung der Haftplättchen aufzuweisen [cf. (207), p. 112], ähnlich auch die *Rhyacophilidae* und *Hydroptilidae*. Die bei *Stactobia*

vorhandenen zwei klauenähnlichen Fortsätze des letzten Abdominal-segments (177) mögen hier beiläufig erwähnt sein.¹⁾

Die sog. Haftplättchen sind schon den ersten Untersuchern der Trichopteren-Metamorphose aufgefallen; ihre Funktion hat STRUCK [(199), p. 11. 12] genauer untersucht; da seine diesbezüglichen Mitteilungen nicht allgemein zugänglich sein werden, so sei die betreffende Stelle wörtlich angeführt:

„Die analgerichteten Haken ermöglichen der Puppe sich vorwärts, die oralgerichteten sich rückwärts zu schieben. Die Haken würden sich aber gegenseitig in ihrer Funktion behindern, wenn es nicht der Puppe [NB. nicht „Larve“, TH.] möglich wäre, bei Vorwärtsbewegungen die oralgerichteten, bei Rückwärtsbewegungen die analgerichteten auszuschalten. Das ist aber in der That der Fall. Denn einmal sind die einzelnen Segmente übereinander stülubar, wie die einzelnen Teile eines Teleskopes. Hierdurch gelangen die an den präsegmentalen Rändern befindlichen Haken bei Rückwärtsbewegungen unter die postsegmentalen Ränder der vorangehenden Segmente [NB. dieser Modus käme also für die Putzbewegungen ev. in Betracht. TH.]. Die Rückenschuppe des 5. Segments ist . . . [bei *Phryganea minor* Ct. — TH.] . . . analwärts in nahezu ihrer ganzen Breite verlängert, wodurch es möglich wird, diesen verlängerten Teil, der die oralwärts gekehrten Haken trägt, bei Vorwärtsbewegungen [Verlassen des Köchers! TH.] in ventral-oraler Richtung unter die übrige Fläche derselben Rückenschuppe zu stülpen.“

Rudimente des Haftapparats haben sich interessanter Weise in einzelnen Fällen auch auf die Imago vererbt und lassen sich an ihr deutlich nachweisen. Wir verdanken FRITZ MÜLLER eine kleine Notiz hierüber [(97), p. 283]: „Auf dem Rücken des Hinterleibs der Imago [von *Tetracentron*?] zeigt der Vorderrand des III.—VI. Ringes eigentümliche Vorsprünge, die den übrigen Ringen fehlen; außerdem finden sich zwei dunkle Chitinplättchen am Ende des V. Ringes. Es sind diese, der Imago jedenfalls ganz nutzlosen Vorsprünge und Plättchen Überbleibsel der auf dem Hinterleibsücken der Puppe an

1) Eventuell dienen sie auch der ausgeschlüpften Puppe dazu, sich in dem Wasserstrom, der sie überspült (cf. unten S. 554), festzuhalten. Sollten diese Klauen vielleicht vererbte Rudimente der Larvennach-schieber sein?

den genannten Ringen entwickelten Zahnplatten, die gerade bei dieser Art sehr stark entwickelt sind.“ Ich habe nun einige unserer heimischen *Leptoceridae* daraufhin untersucht, ob auch sie etwa solche Rudimente besitzen. Von „Vorsprüngen“ konnte ich nichts sehen; wohl aber sind am Hinterrande des 5. Segments zwei schmale Chitinplättchen zu erkennen. Rudimente der Plättchen des Haftapparats, die allerdings jede Spur von Haken verloren haben; gut zu sehen waren diese Organe bei *Mystacides longicornis* und *Leptocerus senilis*, besonders deutlich bei *Adicella filicornis* (Fig. 107). Diese eigentümliche Vererbung eines ursprünglich spezifischen Puppenorgans auf die Imago konnte ich bisher nur flüchtig untersuchen; man vergleiche zur Vererbung von Organen der Larven auf Puppen — resp. Puppen auf Imagines (Kiemen!) — G. W. MÜLLER'S Ausführungen in: Zool. Jahrb., Vol. I, 1886, p. 657 ff.

Die Schwimmhaare.

(Fig. 108—118.)

Schwimmhaare, d. h. ein zweizeiliger Haarbesatz an den Beinen, wie er ja bei Wasserinsecten häufig anzutreffen ist, kommen auch den Trichopteren-Puppen zu. Da das 2. Beinpaar hier die Rolle des Hauptbewegungsorgans spielt, so ist nicht zu verwundern, daß dieses den dichtesten Haarbesatz trägt, während die beiden andern Paare in weitaus der Mehrzahl der Fälle kahl bleiben. Die Haare stehen an den lateralen Kanten der Beine, und zwar meist nur an den Tarsalgliedern.

Bei den *Phryganëidae* sind alle Tarsen behaart, Vorder- und Hintertarsen nur schwach, während die Mitteltarsen 2 Zeilen dicht stehender, langer, starker Haare tragen. Bei den *Limnophilidae* sind die Vordertarsen stets kahl, die Mitteltarsen stark behaart, die Hinterbeine manchmal mit einigen spärlichen Haaren besetzt. In allen andern Familien sind die Mitteltarsen behaart: bei den *Goërinæ* kann auch das 1. Tarsalglied der Hinterbeine behaart sein; bei den *Leptoceridae* findet sich die Behaarung oft an allen Beinen.

Nun gibt es aber eine Reihe von Formen, deren Schwimmhaare stark reduziert sind, ja völlig fehlen. Nach FRITZ MÜLLER'S Untersuchungen fehlen die Haare dem *Phylloicus bromeliarum*, einer *Helicopsyche*-Art [(97), p. 181], ferner einer Leptoceride, Hydropsychide, Hydroptilide [(98), p. 132, 133]. Aus eigener Anschauung kenne ich von unsern einheimischen Formen als Arten ohne Schwimmhaare: *Ptilocolopus granulatus* PT., *Enoicyla pusilla* BURM., *Stactobia catoniella*

McL., *Stactobia fuscicornis* SCHND., *Notidobia ciliaris* L. einen sehr hohen Grad von Reduktion zeigt *Beraca maurus* Ct. und *Crunoecia irrorata* Ct.; Anfänge von Reduktion finden sich bei *Adicella filicornis* P. FRITZ MÜLLER war der erste, der diesen Verhältnissen seine Aufmerksamkeit gewidmet hat. Es mag erlaubt sein, seine Notiz über die Wimperlosigkeit der Puppen von *Phylloicus bromeliarum* [(105a), p. 390—392] hier wenigstens auszugsweise wiederzugeben, um so mehr, als sie sich in einer heute recht wenig beachteten Zeitschrift findet; FRITZ MÜLLER'S feinsinnige Beobachtungen und Deutungen verdienen aber Beachtung!

„Die Bewimperung der Beine ist bei verschiedenen Arten verschieden lang und dicht, über eine verschiedene Zahl von Fußgliedern ausgedehnt, fehlt aber, so viel mir bekannt, keiner der in Bächen und Teichen lebenden Arten. Dagegen ist diese Ausrüstung zum Schwimmen den Bewohnern der Bromelien vollständig verloren gegangen. Sie bedürfen des Schwimmens nicht, um an die Luft zu gelangen, und hätten zwischen den einander umschließenden Blättern der Bromelien nicht einmal Raum dazu.“

An anderer Stelle [(97), p. 181; (98), p. 132, 133] berichtet FR. MÜLLER von einer, feuchte Felswände und Wasserfälle bewohnenden *Helicopsyche*-Art und je einer daselbst lebenden Hydropsyche, Hydroptilide, Leptoceride, die auch keine Behaarung der Puppenbeine zeigen. Interessant sind die von ihm an diese Beobachtung geknüpften descendenztheoretischen Folgerungen [(97), p. 181]:

Der Nichtgebrauch der Schwimmhaare kann nicht direkt ihr Schwinden verursacht haben; denn zur Zeit, in der sie in Thätigkeit treten, stehen sie gar nicht mehr in lebendiger Verbindung mit dem Insekt. Wohl aber entzieht sie die Nutzlosigkeit der natürlichen Auslese: Tiere ohne Schwimmhaare bleiben ebenso leben wie ihre behaarten Artgenossen. Indessen haben vereinzelt auftretende Änderungen keine Aussicht, herrschend zu werden, neigen vielmehr dazu wieder zu verschwinden. Daher — wo kein anderer Grund hinzutritt —, das zähe Vererben der nutzlos gewordenen Bildungen. Welches mag hier der Grund für das Verschwinden der Haare sein? Stoffersparnis wohl nicht; viel eher der Rückschlag, d. h. die Erscheinung, daß jede aus einer anderen herausdifferenzierte Organisation das Bestreben zeigt, wieder der ursprünglichen sich zu nähern, also die Neuerwerbungen abzustreifen. Den — allgemein verbreiteten — Rückschlag hält die Zuchtwahl in Zaum; fällt diese weg, so wächst mit jeder Generation die Zahl der rückschlagenden Tiere. Je jünger

die nutzlos gewordenen Bildungen sind, desto schneller gehen sie auch verloren. Phyletisch ganz alte Organe verschwinden, auch wenn sie nutzlos geworden sind — sie müßten denn nicht nur nutzlos, sondern sogar schädlich sein! — wohl kaum wieder.

Diese Gedankengänge sind für das Verständnis auch anderer Puppenorgane wichtig! (cf. S. 520).

Ehe wir uns unsern einheimischen Formen zuwenden, noch einige Worte über *Helicopsyche*. Wir können innerhalb dieser Gattung eine biologische Reihe herstellen:

I. Larven und Puppen im Wasser.

FRITZ MÜLLER'S (107) Arten mit Ausnahme einer (97).

II. Larven auf feuchten Felsen, Puppen im Wasser.

Helicopsyche sperata McL. (vgl. 102).

III. Larven und Puppen auf feuchten Felsen.

FRITZ MÜLLER'S eine Art (97); auch *H. ceylonica* Br. gehört wohl hierher [(46), p. 29. cf. 98 b. p. VII].

In den Wipfeln unserer Bäume leben keine Wasserlarven; wohl aber bevölkern Trichopteren die feuchten, nur von dünner Wasserschicht überrieselten Felsen.

Die erste, von solchen Stellen genauer bekannte Form ist *Stactobia catoniella* McL. (177, 227). Ist FRITZ MÜLLER'S Ansicht richtig, daß bei beiden von ihm beschriebenen Arten das Fehlen der Schwimmhaare auf Rückschlag zurückzuführen sei, so ist anzunehmen, daß *Stactobia catoniella* auch keine Schwimmhaare trägt. Durch die Freundlichkeit des Herrn Prof. KLAPÁLEK wurde ich in den Stand gesetzt, einige Puppen dieser Art zu untersuchen. Resultat: Schwimmhaare fehlen vollständig!

Weiteres Material lieferte mir vor allem die Gegend von Neckarsteinach bei Heidelberg.¹⁾ An Felsenwänden, die der Sonne ausgesetzt sind, rieseln dort Rinnsale in ganz dünner Schicht dauernd herab. Ein hochinteressantes Insectenleben spielt sich an diesen Stellen ab. Verschiedene Dipterenlarven, als deren auffallendste die Stratiomyide *Oxyceira pulchella* Mg. zu bezeichnen ist — sie stellt geradezu das „Leit“tier für diese feuchten Wände dar —, auch eine Hydrometride, *Limnobates stagnorum* L., bewohnen neben vielen niedern Formen diese Felsen; die Vegetation ist gering, wenigstens da, wo diese Tierformen leben; nur kleine Algenpolster sind hier und da zerstreut; Diatomeen sind in großer Zahl vor-

1) Man vergleiche auch (225), p. 68, 69.

handen. Es würde sich sehr lohnen, dieser „hygropetrischen“ Fauna einmal genauere Untersuchungen zu widmen; denn wir haben in ihr eine Übergangsfauuna vor uns, eine Vereinigung von Formen, die vom Wassertier zum Landtier überleiten.

An diesen Wänden lebten nun auch 4 Trichopteren-Arten, die uns interessanterweise die Reduktion der Puppenschwimmhaare von Stufe zu Stufe erkennen lassen.

Typisch behaarte Mitteltarsen hat die Hydropsyche *Tinodes assimilis*¹⁾ McL. (Fig. 108); dieser Befund legt nahe, daß diese *Tinodes*-Art wohl noch nicht lange an solchen Stellen lebt, ev. sogar auch jetzt noch in Bächen vorkommt.

Der Übergang von dieser Form zu den völlig unbehaarten bildet in trefflicher Weise *Beraca maurus* Ct. (Fig. 109); nur einzelne Haare stehen auf den Tarsalgliedern der Mittelbeine; immerhin lassen sich noch die 2 Zeilen erkennen. Die nächst verwandte *Beracodes minuta* hat dagegen die typischen Schwimmhaare! Auf dieselbe Stufe wie *Beraca* stelle ich *Crinoecia irrorata* Ct., über die weiter unten berichtet wird. Keine Haare an den Tarsen zeigt *Stactobia fuscicornis* SCHEID. (Fig. 110); alle andern, in Bächen und Teichen lebenden Hydroptiliden haben 2 dichte Wimperreihen an den Mitteltarsen; man vergleiche das Bein von *Stactobia* (Fig. 110) z. B. mit dem von *Agraylea multipunctata* Ct. (Fig. 111).

Außer der Schwimmhaar-Reduktion zeigen die eben geschilderten Arten keine Anpassungen an ihr halbterrestres Leben. Nun kam aber an denselben Felsen bei Neckarsteinach in der trockenen Zone auch *Enoicyla pusilla* BURM. vor. Bei den starken Rückschlagserscheinungen, die diese terrestre Form auch sonst in ihrer Metamorphose zeigt, ist es verständlich, daß auch die Schwimmhaare der Puppe zurückgebildet sind (Fig. 112), während sie sonst bei allen andern bekannten Limnophiliden-Puppen wohl entwickelt sind (vgl. Fig. 113).

Lassen sich alle soeben beschriebenen Rückbildungen als Ergebnisse der Anpassung an terrestres und halbterrestres Leben recht gut verstehen, so sind die nun zu besprechenden Fälle nicht ganz so durchsichtig.

Einigermaßen klar scheint mir die Sache noch bei *Ptilocolepus*

1) Auch die von MORTON (148) beschriebene Puppe von *Tinodes aurcola* lebt „hygropetrisch“. Es verdient hervorgehoben zu werden, daß RIS seine *Tinodes sylvia* auch mit *Stactobia fuscicornis* SCHNEID. vergesellschaftet fand, in Valle di Muggio, Tessin, „an einer kleinen Quelle“ (in: Mitth. schweiz. entomol. Ges., Vol. 1, Heft 1).

granulatus Pt. zu liegen. Diese merkwürdige Mittelform zwischen Rhyacophiliden und Hydroptiliden hat keine Schwimmhaare (Fig. 114), während ihre nächsten Verwandten, *Agraylea* (Fig. 111) und *Agapetus* (Fig. 115), solche besitzen. Die Lebensweise des Tiers erklärt das. Gewöhnlich leben die Larven und Puppen auf den moosbedeckten Steinen kleiner Bäche und zwar, wie LAUTERBORN [(225), p. 38, 39] im Pfälzerwald beobachtet hat, „nicht nur im fließenden Wasser, sondern auch außerhalb desselben an den tropfnassen Moospolstern, welche von dem sprühenden Wellenschaum feucht erhalten werden“. Will die ausgeschlüpfte Puppe zur Häutung durch das Moosgewirr an die Oberfläche klettern — wozu sie die Krallen der Endtarsen (cf. unten S. 557) benutzt —, so bieten die Haare nicht nur keinen Nutzen, sondern werden durch Vergrößerung der Oberfläche der Beine sogar hemmend wirken.

Crunocia irrorata Ct., die gewöhnlich in den kleinsten Quellrinsalen unserer Wälder und zwischen dem Wurzelwerk und faulendem Laube der Waldbäche lebt, hat Haare nur am 1. Glied der Mittelfüße; Anfänge einer Schwimmhaarreduktion fand ich bei der an ähnlichen Stellen (cf. 224) vorkommenden *Adicella filicornis* P.

Erleichtert wird das Verständnis der Schwimmhaarrückbildung bei *Crunocia* und *Ptilocolepus* durch einen Fund, den ich zusammen mit Herrn Prof. LAUTERBORN in den Süd-Vogesen machte. Dort lernten wir nämlich auch *Ptilocolepus granulatus* P. und *Crunocia irrorata* Ct. neben *Apatania* sp. als Vertreter der „hygropetrischen“ Fauna kennen. *Apatania mulicris* besitzt nach KLAPÁLEK [157], p. 27] normale Schwimmhaare; bei *Ptilocolepus* fehlen sie, wie gesagt, vollständig. *Crunocia* hat nur an der Außenseite des 1. Tarsalglieds der Mittelbeine eine geschlossene, wenn auch gar nicht sehr dichte Haarreihe; an der Innenseite stehen bei meinen Exemplaren nur 2 einzelne Haare (Fig. 118).

Ziemlich unverständlich bleibt mir das Fehlen der Schwimmhaare bei *Notidobia ciliaris* L. (Fig. 116): vorbereitet wird es schon bei den *Sericostoma*-Puppen durch eine recht schwache Bewimperung der Mitteltarsen (Fig. 117). *Notidobia ciliaris* lebt in Bächen und Gräben: die Puppengehäuse sind zwischen Steinen oder dem Wurzelwerk des Bachrands befestigt; Krallen, mit denen die Puppe etwa zwischen den Pflanzenteilen empor kriechen könnte, fehlen. Vielleicht muß man annehmen, daß ein kletterndes, nicht schwimmendes Aufsteigen der Puppe an die Oberfläche statthat,

oder aber, daß die Puppe früher an ähnlichen Lokalitäten wie etwa *Ptilocolepus* gelebt hat und in neuerer Zeit ihren Wohnsitz gewechselt hat. Problematisch bleiben die Verhältnisse in jedem Fall.

Die Krallen.

„Über das Vorkommen von Krallen an den Beinen einiger Trichopterenpuppen“ hat ULMER (213) vor kurzem eine kleine Arbeit veröffentlicht; ich folge ihr in meiner Darstellung hier im wesentlichen und verweise hiermit auf sie.

Außer den 5 Tarsalgliedern, die dem Imaginaltarsus entsprechen und die häufig an der Unterfläche rauh sind, besitzen sämtliche Puppen noch ein kurzes 6. Glied, das zwar nicht so scharf vom 5. abgesetzt ist wie die übrigen untereinander, aber doch überall deutlich zu erkennen ist. Dieses 6. Glied dient einerseits als Hülle für Krallen, Borsten etc. des imaginalen Endtarsus; anderseits ist es oft zum spezifischen Puppenorgan dadurch geworden, daß es wohl ausgebildete Chitinkrallen trägt.

Die *Phryganëidae* besitzen Krallen (Fig. 120). Bei den *Limnophilidae* und den meisten *Sericostomatidae* fehlen sie; nur *Lasiocephala basalis* KOL. (Fig. 121) und *Cranoecia irrorata* Ct. haben lange, stark gebogene, kräftig chitinierte, spitze Klauen; ich erwähne dies besonders, da ULMER angibt, *Lasiocephala* besäße keine Krallen. Die auch sonst von den übrigen *Sericostomatidae* so different organisierten *Lepilostomatinae* haben auch in diesem Fall ihre Besonderheit. Deutliche Krallen fehlen den *Leptoceridae*; unter den *Hydropsychidae* finden sie sich bei *Philopotamus*, (*Wormaltia*), *Holocentropus*; auch die Puppe von *Tinodes* (Fig. 108) hat kleine, aber typische Krallen. Alle *Rhyacophilidae* haben starke Krallen; von *Hydroptilidae* nur *Ptilocolepus* (Fig. 114). Auch bei *Agraylea* (cf. ULMER) kann ich keine erkennen. Dagegen sehe ich bei *Oxyethira frivi* KLP. spitze, aber nicht stärker chitinierte Ausstülpungen des letzten Tarsalglieds (Fig. 119).

Die biologische Bedeutung der Krallen kann nur die sein, der Puppe das Klettern aus dem Wasser durch Pflanzenteile, Algenpolster etc. herauf zu erleichtern. Auffallend ist die ungleiche Verteilung der Krallen in den verschiedenen Familien. Es gibt Formen, die Schwimmhaare und Klauen besitzen — z. B. *Phryganëidae*, *Rhyacophilidae* (Fig. 115) —; solche die nur Schwimmhaare besitzen — z. B. *Limnophilidae* (Fig. 113) —; solche die nur Krallen haben —

z. B. *Ptilocolepus* (Fig. 114). — Ferner kenne ich 3 Arten, die weder Klauen noch Haare besitzen: *Enoicyla* (Fig. 112), *Stactobia* (Fig. 110), *Notidobia* (Fig. 116).

Das Fehlen dieser Organe bei *Enoicyla* ist verständlich; sie braucht sie nicht; ebenso macht das „hygropetrische“ Leben sie bei *Stactobia* überflüssig. *Notidobia* bietet hier gleiche Schwierigkeit wie bei Besprechung der Schwimmhaare; auf eine ev. Erklärungsmöglichkeit habe ich oben hingewiesen.

Die verschiedene Ausbildung der Klauen innerhalb der Familien der *Sericostomatidae* und *Hydropsychidae* möchte ich mir, ebenso wie die Differenzen in andern Organen, so deuten, daß diese Familien in sich nicht einheitlich sind, vielmehr Subfamilien ganz verschiedener Abstammung enthalten.

Jedenfalls hat sich eine biologische Untersuchung stets daran zu erinnern, daß bei der Deutung einer Erscheinung immer zwei starke, oft gegeneinander wirkende Faktoren zu berücksichtigen sind: einmal die Vererbung, das zähe Festhalten am Bestehenden, zum andern die Anpassungsfähigkeit, die Reaktionsfähigkeit des Organismus seiner Umgebung gegenüber.

Das Abwerfen der Puppenhaut.

Nach dem Verlassen des Gehäuses begibt sich die reife Puppe, wie wir sahen, kletternd oder schwimmend an die Oberfläche des Wassers. Die Art des Schwimmens beschreibt PICTET [(11), p. 127] wie folgt: „Elle nage à la manière des Notonectes, c'est-à-dire le dos en dessous et en se servant de ses pattes comme avirons. Ces nymphes sont très agiles et fuient avec une grande rapidité.“ Daß die Puppen wie eine *Notonecta* schwimmen, trifft für einzelne Arten zu; bei manchen *Leptoceridae* konnte ich das bestätigen. Doch schwimmt nach meinen Beobachtungen eine weit größere Zahl mit der Bauchseite nach unten. Die Lebhaftigkeit der Puppen ist nicht überall die gleiche; bei den großen Formen ist sie meist recht gering. Sehr gut dagegen paßt PICTET'S Beschreibung auf die kleinen Hydroptiliden-Puppen. Bei diesen ist allerdings die Geschwindigkeit des Schwimmens eine so große, daß das Auge den Bewegungen der Beine nicht zu folgen vermag.

Über die Tageszeit, in der die Puppen ausschlüpfen, finden sich einige Notizen. Die brasilianische *Gramicha* verläßt „gegen Abend die Röhre“ [105a, p. 393]. Dagegen pflegen bei *Oxyethira* (= *Lagenopsyche*) „die Imagines in den ersten Nachmittagsstunden auszukriechen“

[(97), p. 39]. An meinen Zuchten konnte ich feststellen, daß die Mehrzahl der Puppen den Köcher abends oder in der Nacht, ev. auch in den frühen Morgenstunden verläßt.

Sind die Puppen nun an der Oberfläche des Wassers angelangt, so schwimmen die größern Arten an das Land oder klettern an einen aus dem Wasser hervorragenden Pflanzenteil, um dort ihre Haut abzuwerfen. Die kleinern Arten schlüpfen direkt von der Oberfläche des Wassers aus aus ihrer Haut.

Eine wahrhaft klassische, in all ihren Einzelheiten genaue Beschreibung der Häutung hat anno 1771 DEGEER [(5a), p. 523—525] gegeben; ich kann mir also hier eine ausführliche Schilderung ersparen und branche nur in Kürze den Vorgang zu beschreiben.

„Quand la nymphe a trouvé un endroit propre pour y accrocher les pieds, elle y reste tranquille et attend le moment qu'elle doit se défaire de sa peau.“ Es entsteht bald auf dem Rücken des Thorax ein Spalt, der sich nun bis zum Kopf hin ausdehnt. Die Imago zieht zuerst den Thorax, dann den Kopf aus der Haut; kräftige Bewegungen mit dem Abdomen entfernen auch hier die Hülle.

Erstaunlich ist die Schnelligkeit, mit der die Imago die Puppenhaut abstreift. Bei einer *Odontocerum*-Puppe beobachtete ich das Entstehen des Risses auf dem Rücken. Keine 3 Sekunden vergingen, und das Tier war aus der Haut herausgefahren. Wunderbar, daß auch die langen Fühler so schnell herausgezogen werden!

Nach STRUCK [(180), p. 87] schlüpft die Imago langsam aus bei den Formen, die ans Land klettern, jählings — „besonders gut bei *Leptocerus*-Arten zu beobachten“ —, wenn die Verwandlung sich direkt an der Wasseroberfläche vollzieht.

Die frisch ausgeschlüpfte Imago ist noch weich und hell gefärbt; sie trägt meist noch die Kiemen und Mandibelrudimente (cf. oben); diese schrumpfen bald, das Tier erhärtet und bekommt in kurzer Zeit, wenigen Stunden oder sogar in wenigen Minuten, seine definitive Farbe.

„Bald entfalten sich nun die Flügel und erheben die bis dahin schwerfällige Najade zu einer ebenso leichtfertigen Dryade oder Oreade, je nachdem sie mehr in Teichen und Flüssen, oder in den Gebirgsbächen ihr Dasein gefunden hat“ [(12), p. 902].

Ein Citat aus REIMARUS' „Kunsttrieben der Thiere“ mag den Schluß bilden:

„Ein geflügeltes Insekt aus einem Wasserwurm, das sich eben aus seiner letzten Haut entwickelt, und als neugeborenes Thier, in

einer neuen Welt, einige Minuten lang auf die Abtrocknung und Steifigkeit seiner Gliedmaßen gewartet hat, empfindet nun sogleich die innere Kraft seiner Flügel und die Regungen seiner Natur zu deren Gebrauch. Es fliegt in völliger Zuversicht und Festigkeit in ein nie versuchtes Element.“

Das Trichopteren-Material, an dem die vorliegenden Beobachtungen und Untersuchungen angestellt wurden, sammelte ich zum allergrößten Teil selbst. Viel stammt davon aus meiner Thüringer Heimat, ein Teil aus Tirol. Eine Menge der interessantesten Arten fand ich im Odenwald, in der Pfalz, im Schwarzwald und in den Süd-Vogesen. Die Exkursionen in den süddeutschen Gebirgen durfte ich zumeist unter Führung und in Begleitung des Herrn Prof. LAUTERBORN machen. Viel, sehr viel verdanke ich seiner sachkundigen Leitung und anregenden Gesellschaft!

Während meiner Untersuchung hatte ich mich gar oft der Unterstützung des Herrn GEORG ULMER, Hamburg, zu erfreuen. Er stand mir mit seinem Rate bei der Bestimmung schwieriger Arten, bei der Durchforschung der einschlägigen Literatur etc. unermüdlich zur Seite.

Zum allerherzlichsten Dank aber bin ich Herrn Prof. G. W. MÜLLER verpflichtet, der mir nicht nur die Anregung zu dieser Arbeit gab, sondern mich auch in ihrem Verlauf mit seinem reichen biologischen Wissen nach jeder Richtung hin unterstützte!

Literaturverzeichnis.

ULMER's „Metamorphose der Trichopteren“ enthält ein fast vollständiges Literaturverzeichnis aller Werke, die sich mit der Metamorphose und der Biologie der Trichopteren befassen. Da diese Arbeit grundlegend auf ihrem Gebiete ist und da niemand, der sich künftighin mit Metamorphose oder Biologie der Trichopteren beschäftigt, ohne sie wird auskommen können, so habe ich die Nummern des ULMER'schen Verzeichnisses auch in meinen Citaten angewendet; der Übersichtlichkeit halber führe ich hier aber noch einmal die citierten Abhandlungen namentlich auf.

Bei dieser Gelegenheit schalte ich alle von ULMER übersehenen Arbeiten, soweit sie mir bei meinen Studien bekannt geworden sind, an passender Stelle des Verzeichnisses ein; ich bezeichne sie mit der betreffenden Nummer und einem Buchstaben (a—x). Ferner führe ich das mit dem Jahre 1903 abschließende Verzeichnis ULMER's bis auf die Zeit der Drucklegung dieser meiner Arbeit fort.

Da Herr ULMER die Freundlichkeit hatte, mein Verzeichnis durchzusehen und mir noch alle ihm bekannten bezüglichen Arbeiten mitzuteilen, so denke ich, daß nunmehr ULMER's Verzeichnis in Verbindung mit dem hier gegebenen eine so gut wie vollständige Aufzählung der biologischen Trichopteren-Literatur darstellt.

1. FRISCH, Beschreibungen von allerlei Insecten, 1730, 13. Teil, No. 4.
Von der Hülsenraupe auf dem Grunde des Wassers.
- 1a. GESSNER, Fischbuch, 1598, p. 197.
- 1b. —, De aquatilibus, p. 461 [Paralipomena, p. 21], Francofurti 1620.
2. RÉAUMUR, Mémoires pour servir à l'histoire des insectes, Paris 1734—1742, Vol. 3, 1737.
- 2a. Von RÉAUMUR, Vol. 3, p. 155, wird als Trichopteren-Forscher verzeichnet: VALLISNIERI, in der Galerie de Minerve, wieder abgedruckt im ersten Band seiner Werke (i. folio, p. 37).

- 5a. DE GEER, Mémoires pour servir à l'histoire des Insectes, 1771, Vol. 2, première partie, p. 497—582.
6. SCHRÖTER, Geschichte der Flusseconchylien mit vorzüglicher Rücksicht auf diejenigen, welche in den thüringischen Gewässern leben, Halle 1779.
- SCHRÖTER citiert folgende Angaben über Trichopteren-Gehäuse:
- 6a. GRUNDING's Nat. und Kunstgeschichte, Th. 1, p. 773.
- 6b. Onomatol. histor. nat. compl., Vol. 6, p. 474 f.
- 6c. MÜLLER, O. F., Historia vermium, pars 2, p. 199.
- 6d. MÜLLER, Natursyst., Th. V, Vol. 2, p. 783, tab. 24, fig. 4, 5.
- 7a. GEOFFROY, E. L., Histoire abrégée des Insectes aux environs de Paris, Nouv. éd., Paris 1799, II, p. 250, No. 11: Gehäuse und Larve von *Beraeodes minuta* L.
- 7b. J. RAJUS, Historia insectorum, London 1710 praef. p. XII [darin WILLUGHBY, Über Phryganidengehäuse. Erwähnt und abgedruckt bei HAGEN (37)].
- 7c. GUTIKE und MYLIUS, Vom Wassermottengehäuse, in: MYLIUS, Physik. Belustigungen, 1752, Stück 8, p. 629—632 [erwähnt von HAGEN (37)].
- 9a. SAY, in: Journ. Acad. nat. Sc., Philadelphia 1821, Vol. 2, P. I, p. 174, No. 3: *Paludina lustrica* SAY (= *Helicopsyche*).
11. PICTET, Recherches pour servir à l'histoire et à l'anatomie des Phryganides, Genf 1834.
- 11a. LEA, Observations on Najades and descriptions of new species, in: Trans. Amer. phil. Soc. Philadelphia, 1834, Vol. 4, p. 101, tab. 15, fig. 36: *Helicopsyche arenaria* (Gehäuse), abgedruckt bei HAGEN (37).
- 11b. DUMÉRIL, M. A. C., Rapport verbal fait à l'Académie des Sciences sur un ouvrage de Mr. PICTET: Recherches pour servir à l'histoire et à l'anatomie des Phryganides, in: Ann. Sc. nat. (2), Vol. 2, 1834, p. 161—167.
12. BURMEISTER, Handbuch der Entomologie, Vol. 2, Berlin 1839, p. 882—935.
- 14a. ROBERT, EUG., in: Ann. Sc. nat. (2), Vol. 18, 1842, p. 379, abgedruckt bei HAGEN (37).
- 16a. BREMI, Über die Metamorphose der Insekten, in: Verh. allg. schweiz. naturforsch. Ges. Zürich, 1841, p. 81—82.
- 16b. —, Über die Klauen der Phryganeen, in: Entomol. Verein. in Zürich; vgl. dazu, besonders zu 16a:
- 16c. MENZEL, Forscherleben eines Gehörlosen. An die zürcherische Jugend auf das Jahr 1858. Von der naturforschenden Gesellschaft. Stück LX.

- 20a. BREMI, J. (Hydroptilidenlarve aus dem Katzensee bei Zürich), in: Mitth. naturf. Ges. Bern, 1849, p. 62 [vgl. McLACHLAN, Rev. and Syn, p. 522].
- 39a. WEISMANN, A., Zur Embryologie der Insekten, in: Arch. Anat. Physiol., 1864, p. 265—277 (hauptsächlich Trichopteren-Beobachtungen).
46. BRAUER, Neuropteren, in: Novaraexpedition, Zool. Teil, Vol. 1, 1865.
- 54a. EATON, A. E., A way to determine Trichopterous pupae, in: Ann. Mag. nat. Hist. (3), Vol. 20, 1867, p. 384.
- 55a. MACLACHLAN, R., Bemerkungen über europäische Phryganiden, nebst Beschreibung einiger neuer Genera und Species, in: Stettin. entomol. Ztg., 1867, p. 50—63 [Bemerkungen über einige Sericostomatiden-Gehäuse, p. 59—60].
- 55b. BAKER (Bericht über eine Sitzung der Dublin Microscop. Soc.), in: Quart. Journ. microsc. Sc. (2), Vol. 7, 1867, p. 175; berichtet über eine Hydroptiliden-Larve (als Dipteren-Larve betrachtet), welche dem *Leiochiton* GUINARD ähnelt.
- 61a. BRAUER, Betrachtungen über Verwandlung der Insekten, in: Verh. zool.-bot. Ges. Wien, Vol. 19, 1869, p. 299—318; gibt auf tab. 10, fig. 23 eine „Phryganiden“-Larve.
- 63a. PACKARD, A. S., Case-worms, in: Amer. Naturalist, Vol. 3, 1870, p. 160—161, mit Fig.
- 71a. WALSER, Eine neue Phryganide für die bayerische Neuropterenfauna, in: Correspbl. zool. min. Ver. Regensburg, Vol. 27, 1873, p. 14, 15 (*Enoyceila pusilla*).
73. MACLACHLAN, A monographic revision and synopsis of the Trichoptera of the European Fauna, Part 1, London 1874.
74. —, id. op., Part 2, 1875.
75. —, id. op., Part 3, 1875.
76. —, id. op., Part 4, 1876.
80. —, id. op., Part 5, 1876.
- 80a. HAGEN, in: Fish Commission. Report, 1876, Vol. 1, p. 37 (*Mollanna*-Larve im Meere) [cf. No. 114].
- 80b. PROVANCHER, L., in: Canad. Natur., Vol. 8, p. 81—87, 1876 (Bemerkungen über Larven).
81. MACLACHLAN, id. op., Part 6, 1877.
- NB. Sämtliche Teile von MACLACHLAN's Werk werden im Text mit (73) citiert!
82. PALMÉN, Zur Morphologie des Tracheensystems, Helsingfors 1877.
86. MACLACHLAN, Rev. and Syn. Trich. Eur. Faun., Part 7, 1878.
- 86a. SILVA DE BELL-VILLE, D. B. J., Sobre la manera de vivir de la larva de una Friganea, in: Periódico zoológ., Vol. 2, 1878, p. 261.

- 86b. MÜLLER, FRITZ, in: Proc. entomol. Soc. London, 1878, p. LV bis LVI (Bemerkungen über Gehäuse verschiedener brasilianischer Trichopteren).
- 87a. ST. HILAIRE, AUG., Voyage au Brésil, Vol. 3, p. 62: *Grumicha*-Gehäuse.
88. Diese Nummer des ULMER'schen Verzeichnisses ist = No. 104!
96. MACLACHLAN, Rev. and Syn. Trich. Europ. Faun., Part 8, 1879.
97. MÜLLER, FRITZ, Über Phryganiden (briefl. Mitteilungen an seinen Bruder), in: Zool. Anz., Jg. 2, 1879, p. 38—40, 180—182, 283—284; 405—407.
- 97a. —, On the abortion of the hairs on the legs of certain caddisflies. With cut, in: Nature. Vol. 19, No. 490, p. 463, 1879 [ein Brief FR. M.'s an DARWIN: Inhalt ungefähr = No. 97, p. 180 f.].
98. —, Notes on the cases of some South Brazilian Trichoptera, in: Trans. entomol. Soc. London 1879, p. 131—144.
- 98a. In: Proc. entomol. Soc. London, 1879, p. VI—VIII gibt MACLACHLAN zu No. 98 aus FRITZ MÜLLER's Briefen eine Reihe ergänzender Notizen, besonders über *Helicopsyche*.
- 98b. BEUTHIN, H., in: Verh. Ver. naturw. Unterhalt. Hamburg, Vol. 4, 1879, p. XXI (berichtet über *Helicopsyche*-Gehäuse bei Hamburg).
- 98c. DÉSOR, E., Sur les galets sculptés (par les larves des Hydropsychides), in: Bull. Soc. Sc. nat. Neuchâtel, Vol. 20, 1879, p. 275—279 (cf. No. 101a).
- 101a. FOREL macht in: Verh. Schweiz. naturforsch. Ges. 1878 (79), p. 129 Angaben über die durch Hydropsychidenlarven (*Tinodes waeneri*) auf Steinen des Genfer Sees hervorgebrachten Skulpturen.
102. ROUGEMONT, Notice sur l'*Helicopsyche sperata* MCL., in: Bull. Soc. Neuchâtel, 1879, Vol. 11, p. 405—426.
- 105a. MÜLLER, FRITZ und HERMANN, Phryganidenstudien, in: Kosmos (CASPARY), Jg. 2, Vol. 4, 1879, p. 386—396.
106. MACLACHLAN, Rev. and Syn. Trich. Eur. Faun., Part 9, 1880.
107. MÜLLER, FRITZ, Über die von den Trichopterenlarven der Provinz Santa Catharina verfertigten Gehäuse, in: Z. wiss. Zool., Vol. 35, 1880, p. 47—87, tab. 4 u. 5.
108. ROUGEMONT, Note sur l'*Helicopsyche sperata* MCL., in: Bull. Soc. Neuchâtel, V. 12, 1880, p. 29—38.
- 112a. MACLACHLAN, The Neuroptera of Madeira and the Canary Islands, in: Journ. Linn. Soc. London, V. 16, 1882, p. 149—183 [Larve und Gehäuse von *Mesophylax asperus* RAMB., p. 157—158].
- 113a. —, On Caddis-worms and Caddis-flies, in: West Kent nat. Hist. microsc. and fotogr. Soc. The President's Address, p. 41—46. 1882.

- 115a. POLETAIEW, N., Über die Entwicklung der Flügel bei den Phryganiden (Russisch), in: Hor. Soc. entom. rossic., Vol. 17, 1883, p. 135—140.
117. MACLACHLAN, Rev. and Syn. Trich. Eur. Faun. First additional Supplement, 1884.
- 122a. TRYBOM, F., in: Entomol. Tidskr., Vol. 6, 1885, p. 163—167, p. 216—218 (Larven von Trichopteren etc. an Flossholz).
- 125a. HUDSON, G. V., On the metamorphosis of the Caddis-fly, in: Trans. New Zealand Inst., Vol. 13, 1885—1886, p. 213—214.
- 125b. KORSCHULT, E., Zur Bildung der Eihüllen, der Mikropylen und Chorionanhänge bei den Insekten, in: Nova Acta Acad. Leop.-Carol., V. 51, 1886, p. 181—252 (über *Phryganea* sp., p. 200 tab. 35, fig. 21).
- 125c. RILEY, in: Rep. 1886, p. 510, tab. 9, fig. 3—5 (Larve von *Hydropsyche*, *Simulium*-Larven fressend).
128. MÜLLER, FRITZ, Die Larve von Chimarrha, in: Entomol. Nachr., Vol. 13, 1887, p. 289—290.
129. —, Ueber die Gattung Chimarrha (ibid., Vol. 13, 1887, p. 225 bis 226).
- 131a. MORTON macht unter „kleinere Mitteilungen“, in: Entomol. Nachr., No. 1, p. 16, 1888 FRITZ MÜLLER auf die Identität seiner *Lagenopsyche* mit *Oryethira costalis* aufmerksam.
- 132a. FIELDE, A. M., On an aquatic larva and its case (*Lagenopsyche spirogyrae*), in: Proc. Acad. nat. Sc. Philadelphia, p. 293 (1887). Referiert in: Arch. Naturgesch., Jg. 54, Vol. 2, p. 81, 1888.
- 132b. MACLACHLAN, R., A marine Caddis-fly in New South Wales, in: Entomol. monthl. Mag., Vol. 24, 1887, p. 154—155.
133. KLAPÁLEK, FR., Metamorphose der Trichopteren, in: Arch. naturw. Landesdurchf. Böhmen, Prag 1888, Vol. 6, No. 5.
- 136a. MORTON, The larva etc. of *Philopotamus*, in: Entomol. monthl. Mag. 25, 1888—89, p. 89 [*Philopotamus montanus* DON.].
- 136b. MÜLLER, G. W., Über *Agriotypus armatus*, in: Zool. Jahrb., Vol. 4, Syst., p. 1132—1134, 1889.
- 136c. HAASE, E., Die Abdominalanhänge der Insekten mit Berücksichtigung der Myriopoden, in: Morphol. Jahrb., Vol. 15, 1889, p. 331 bis 435 (darin auch Nachschieber der Trichopteren-Larven).
- 136d. MORTON, Note on *Orthotrichia angustella* and its case, in: Entomol. monthl. Mag., Vol. 25, 1888—89, p. 93 [nur 10 Zeilen].
137. MÜLLER, FRITZ, Larven von Mücken und Haarflüglern mit zweierlei abwechselnd thätigen Atemwerkzeugen, in: Entomol. Nachr., Vol. 14, 1888, p. 273—277.
- 137a. MORTON, On the position of Chimarrha, in: Entomol. monthl. Mag., Vol. 25, p. 269, 1888—89.

- 141a. THOMSON, G. M. [On New Zealand Crustacea], in: Trans. New Zealand Inst., Vol. 21, 1889, p. 260, tab. 13, f. 2 (Gehäuse von *Philanisus*).
- 146a. KLAPÁLEK, Dodatky k seznamu českých trichopter (= Nachträge zum Verzeichnis der Trichopteren Böhmens), in: SB. böhm. Ges. Wiss., math. nat. Kl. 1890, II, p. 176 [beschreibt neu: *Hydroptila maclachlani* und ihre Metamorphose].
147. MORTON, Notes on the Metamorphoses of British Leptoceridae, in: Entomol. monthl. Mag., No. 1, 1890, p. 127—131, No. 2, 1890, p. 181—184, No. 3, 1890, p. 231—236, tab. 1 und 2.
148. —, Notes on the Metamorphoses of two species of the genus Tinodes, ibid., 1890, p. 38—42, p. 90.
- 152a. BATAILLON, Rôle du noyau dans la formation du reticulum musculaire fondamental chez la larve de Phrygane, in: CR. Acad. Sc. Paris. Vol. 112, No. 24, 1891, p. 1376—1378.
- 152b. MACLACHLAN, R. The marine Caddis-fly of New Zealand, in: Entomol. monthl. Mag., Vol. 27, 1891, p. 24.
- 154a. VOELTZKOW, A., Vorläufiger Bericht über die Ergebnisse einer Untersuchung der Süßwasserfauna Madagascars, in: Zool. Anz., Jg. 14, 1891, p. 214—217, 221—230 (auch Phryganiden-Larven mit Gehäusen aus Grashalmen erwähnt).
- 154b. MÜLLER, G. W., Noch einmal Agriotypus armatus. in: Zool. Jahrb., Vol. 5, Syst., p. 689—691, 1891.
- 154c. v. LINDEN, M., Aus dem Insektenleben (Beobachtungen an *Phryganea striata*-Larven), in: Biol. Ctrbl., Vol. 11, 1891, p. 71.
- 155a. NOEL, PAUL, Transformations successives dans la construction des coques de Phryganes, in: Bull. Soc. anthrop. France, Rouen 1892.
157. KLAPÁLEK, Metamorphose der Trichopteren, II, in: Arch. naturw. Landesdurchf. Böhmen, Prag 1893, Vol. 8, No. 6.
159. LUCAS, Beiträge zur Kenntnis der Mundwerkzeuge der Trichopteren, Inaug.-Diss. Berlin 1893 (und in: Arch. Naturgesch. 1893 mit tab. 10 u. 11).
- 164a. WELTNER, Anleitung zum Sammeln von Süßwasserschwämmen, nebst Bemerkungen über die in ihnen lebenden Insektenlarven, in: Entomol. Nachr., 1894, No. 10, p. 145 ff. [Larve von *Leptocerus*].
- 164b. LANDOIS, H., Das Wendevermögen der Larve der großen Frühlingsfliege (*Phryganea*) innerhalb des Gehäuses, in: 22. Jahresber. Westfäl. Provinz. Ver., p. 58, 1894.
- 171a. GENTHE, K. W., Die Mundwerkzeuge der Microlepidopteren, in: Zool. Jahrb., Vol. 10, Syst., 1897, p. 448—455, tab. 20, fig. 74—77.
175. OSTWALD, Experimental-Untersuchungen über den Köcherbau der Phryganeidenlarven, in: Ztschr. Naturw., Vol. 72, 1899, p. 49—86.

177. KLAPÁLEK, Beitrag zur Kenntnis der Neuropteroiden von Krain und Kärnten, in: Bull. internat. Acad. Sc. Bohême, 1900, mit Taf.
180. STRUCK, Lübeckische Trichopteren und die Gehäuse ihrer Larven und Puppen, in: „Das Museum zu Lübeck“, Lübeck 1900, 6 Taf.
183. NEEDHAM and BETTEN, Aquatic Insects in the Adirondacks, Albany, in: New York State Mus., Bull. 47, 1901.
- 186a. KEMP sprach in der Sitzung der South London Entom. and nat. Hist. Soc., 25. Apr. 1901, über Gehäuse von Trichopteren (Bericht in: Entomol. monthl. Mag., Vol. 12, 1901, p. 202).
- 186b. FRIČ, A. und VÁVRA, V., Untersuchungen über die Fauna der Gewässer Böhmens, V, in: Untersuchung des Elbflusses und seiner Altwässer, Prag 1901. — (p. 147, f. 109a Abbildung einer *Rhyacophila*-Larve) vgl. auch A. FRIČ, Biologie des Elbe-Lachses, Prag 1894.
196. SILFVENIUS, A. J., Über die Metamorphose einiger Phryganäiden und Limnophiliden, in: Acta Soc. Faun. Flor. fenn., Vol. 21, No. 4, Helsingfors 1902, mit 2 Taf.
- 197a. Eräistä rakennustaitelijoista hyönteisten joukossa. Luonnon Ystävän, No. 3—6, 1902, p. 1—13 (hauptsächlich Auswahl aus KLAPÁLEK's und STRUCK's Schriften).
199. STRUCK, Beiträge zur Kenntnis der Trichopterenlarven, Lübeck 1903, in: Mitt. geogr. Ges. u. nat. Mus., Heft 17.
205. SILFVENIUS, Über die Metamorphose einiger Hydropsychiden, in: Act. Soc. Faun. Flor. fenn., Vol. 25, No. 5, Helsingfors 1903.
207. ULMER, Über die Metamorphose der Trichopteren, in: Abh. naturw. Ver. Hamburg, Vol. 18, 1903.
208. NEEDHAM, Remarks on Hydroptilid Larvae and their Metamorphosis, in: Zool. Anz., Vol. 27, 1903, p. 108—110.
209. THIENEMANN, Analkiemern bei den Larven von *Glossosoma Boltoni* Ct. und einigen Hydropsychiden, *ibid.*, Vol. 27, p. 125—129.
210. ULMER, Trichopteren (Hamburger Elbuntersuchung V), in: Mitt. naturhist. Mus. Hamburg, Vol. 20, 1903.
211. SILFVENIUS, Trichopterenlarven in nicht selbstgefertigten Gehäusen, in: Allg. Z. Entomol., Vol. 9, p. 147—150, 1904.
212. ULMER, Beiträge zur Metamorphose der deutschen Trichopteren, XV. *Setodes argentipunctella* McL., *ibid.*, 1903, p. 315, 316; XVI. *Limnophilus ignavus* Hg., *ibid.*, Vol. 9, p. 55—56; XVII. *Mesophylax impunctatus* McL., *ibid.*, p. 57—59.
213. —, Über das Vorkommen von Krallen an den Beinen einiger Trichopteren-Puppen, *ibid.*, 1903, p. 261—265.
214. SIMPSON, Photographing nets of Hydropsyche, in: Proc. entomol. Soc. Washington, Vol. 5, p. 93—94, 1903.
215. MARTYNOW, Über den Ursprung der peritropfen Hüllen bei den Larven der Trichopteren, in: Mitt. Ges. Freund. Naturk. etc.,

- Vol. 98, Arb. Zool. Abt., Vol. 13, Tageb. Zool. Abt., Vol. 3, No. 5, Moskau 1903, 4^o. S. 20—24, tab. 2. Russisch! Referiert in: Zool. Ctrbl., Vol. 11, p. 316 ff.
216. ULMER, Zur Fauna des Eppendorfer Moores bei Hamburg, in: Verh. naturw. Ver. Hamburg (3), Vol. 11, 1903, p. 13—17.
217. —, Zur Trichopterenfauna von Thüringen und Harz, mit Beschreibung einiger neuer Metamorphosestadien, in: Allg. Z. Entomol. 1903, p. 341—350.
218. —, Zur Trichopterenfauna von Thüringen, II, *ibid.*, Vol. 9, 1904, p. 182—185.
219. —, Zur Trichopterenfauna von Hessen, *ibid.*, Vol. 8, 1903, p. 397 bis 406.
220. SIMPSON, The Log-Cabin Builder (*Limnophilus indivisus* WALK.), in: Proc. entomol. Soc. Washington, Vol. 5, 1903, p. 98—100. Referiert in: Allg. Z. Entomol., Vol. 9, 1904, p. 391.
221. NEEDHAM etc., Aquatic Insects in New York State, Albany, in: New York State Mus., Bull. 68, 1903, p. 211, 287, tab. 6.
222. SILFVENIUS, Ueber die Metamorphose einiger Hydropsychiden, II, in: Act. Soc. Faun. Flor. fenn., Vol. 26, No. 2, 1903.
223. —, Ueber die Metamorphose einiger Hydroptiliden, *ibid.*, Vol. 26, No. 6, 1904.
224. MORTON, The preparatory stages of *Adicella flicornis* PICT., in: Entomol. monthl. Mag., 1904, p. 82—84.
225. LAUTERBORN, Beiträge zur Fauna und Flora des Oberrheins, II. Faunistische und biologische Notizen, in: Mitt. Pollichia, Jg. 1904 (separat p. 36—43, 68—70).
226. THIENEMANN, Putzapparate der Trichopteren-Puppen (Vorläufige Mitteilung), in: Zool. Anz., Vol. 27, 1904, p. 724—728, ref. in: Z. wiss. Insectenbiologie, Vol. 1, 1905, p. 181.
227. —, Zur Trichopterenfauna von Tirol, in: Allg. Z. Entomol., Vol. 9, 1904, p. 209—215, 257—262.
228. ULMER, Trichopteren, in: Hamburg. Magalhaensische Sammelreise, 1904.
229. STRUCK, Beiträge zur Kenntnis der Trichopterenlarven, II. Die Metamorphose von *Neuronia clathrata* KOL., in: Mitt. geogr. Ges. nat. Mus. Lübeck, 2. Reihe, Heft 19, 1904.
230. SILFVENIUS, Über die Metamorphose einiger Phryganäiden und Limnophiliden, III, in: Act. Soc. Faun. Flor. fenn., Vol. 27, No. 2, Helsingfors 1904.
231. THIENEMANN, *Ptilocolepus granulatus* PT., eine Übergangsform von den Rhyacophiliden zu den Hydroptiliden, in: Allg. Z. Entomol., Vol. 9, 1904, p. 418—424, 437—441.
232. SILFVENIUS, A. J., Ein Fall von Schädlichkeit der Trichopterenlarven, in: Meddel. Soc. Fauna Flora fenn., Heft 29, 1903, p. 54—57. Referiert in: Allg. Z. Entomol., 1904, p. 456.

233. HUDSON, G. V., New Zealand Neuroptera, London 1904 (Trichopteren, p. 57—98, tab. 2, 9, 10, 11).
234. FOREL, Le Léman, Vol. 3, 1904, p. 84 [kurze Notiz über *Tinodes lurida*], cf. No. 101, 101a.
235. THIENEMANN, Trichopterenstudien I—III, in: Z. wiss. Insectenbiol., Vol. 1 1905.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel 16.

Fig. 1. *Stenophylax picicornis* P. Puppe von oben. 12 : 1. Etwas schematisiert.

Fig. 2. *Enoicycla pusilla* BURM. ♂ Puppe von oben. 20 : 1. Etwas schematisch. Das Tier wurde erst aus dem Köcher genommen und dann getötet; daher die abstehenden Beine und Flügelscheiden.

Fig. 3. *Enoicycla pusilla* BURM. ♀ Puppe von der Seite. 20 : 1. Die letzten Segmente sind nicht mit gezeichnet.

Fig. 4—15.

Fortsätze des ersten Abdominalsegments der Puppen von

- Fig. 4. *Agrynmia pagetana* CT. von oben. 20 : 1.
- Fig. 5. *Agrynmia pagetana* CT. von der Seite. 20 : 1.
- Fig. 6. *Stenophylax picicornis* PT. von oben. 100 : 1.
- Fig. 7. *Scricostoma personatum* McL. von oben. 225 : 1.
- Fig. 8. *Micrasema minimum* McL. schief von oben. 100 : 1.
- Fig. 9. *Crunocia irrorata* CT. von oben. 35 : 1.
- Fig. 10. *Crunocia irrorata* CT., eine Haftwarze von der Seite. 225 : 1.
- Fig. 11. *Molanna angustata* CT. Exuvie; ein Hafthügel. 100 : 1.
- Fig. 12. *Leptocerus aterrimus* ST. var. *tinoides* BR. Fortsatz und mittleres Plättchen der einen Seite. 100 : 1.
- Fig. 13. *Leptocerus aterrimus* ST. var. *tinoides* BR. Teil eines mittlern Plättchens. 225 : 1.
- Fig. 14. *Leptocerus scuilis* BURM. Teil eines mittlern Plättchens. 225 : 1.
- Fig. 15. *Leptocerus scuilis* BURM. Endstück eines Fortsatzes. 225 : 1.

Fig. 16. *Leptococcus senilis* BURM. Exuvie. Hinteres Ende. Die Kiemen sind weggelassen. 12 : 1.

Fig. 17. *Agrypnia pagetana* CT. Hinterende der Puppenexuvie von oben. 35 : 1.

Fig. 18. *Agrypnia pagetana* CT. Mandibeln und Labrum der Puppenexuvie, in situ, von oben. 35 : 1.

Fig. 19. *Stenophylax picicornis* PT. Vorderende des Puppengehäuses von vorn. 20 : 1.

Fig. 20. *Metanoca flavipennis* P. Hintermembran. 20 : 1.

Fig. 21. *Limnophilus stigma* CT. Verschluss„netz“ des Puppengehäuses. 20 : 1.

Fig. 22. *Metanoca flavipennis* CT. Puppenlabrum (45 : 1) [aus (227), fig. 7].

Tafel 17.

Fig. 23. *Stenophylax picicornis* PT. Puppenkopf von der Seite, halbschematisch. 20 : 1.

Fig. 24. *Halsus auricollis* P. Analstäbchen. 35 : 1.

Fig. 25. *Drusus discolor* RB. Ende eines Analstäbchens. 225 : 1.

Fig. 26. *Stenophylax picicornis* PT. Ende eines Analstäbchens. 225 : 1.

Fig. 27. *Metanoca flavipennis* P. Ein Analstäbchen. 45 : 1 [aus (227), fig. 9].

Fig. 28. *Enoicyla pusilla* BURM. Puppenlabrum, herauspräpariert. 100 : 1.

Fig. 29—33. *Scricostoma personatum* McL.

Fig. 29. Hintermembran des Larvenghäuses. 10 : 1.

Fig. 30. Hintermembran des Puppengehäuses. 10 : 1.

Fig. 31. Vordermembran des Puppengehäuses. 10 : 1.

Fig. 32. Puppenmandibel. ca. 75 : 1.

Fig. 33. Puppenkopf von der Seite und etwas von unten, halbschematisch. 20 : 1.

Fig. 34. *Notidobia ciliaris* L. Puppenexuvie. Hinterende von der Seite. 35 : 1.

Fig. 35—37. *Silo pallipes* F.

Fig. 35. Puppenkopf von der Seite. 20 : 1.

Fig. 36. Hinteres Ende des Puppenhauses. 10 : 1.

Fig. 37. Von der ausschlüpfenden Puppe losgetrennter vorderer Verschlussstein, von innen. 10 : 1.

Fig. 38. *Micrasema longulum* McL. Vorderrand des Puppenkopfs mit den Labrumborsten. 100 : 1.

Fig. 39—42. *Micrasema minimum* McL. ♀.

Fig. 39. Vordermembran des Puppenköchers. 20 : 1.

Fig. 40. Hintermembran des Puppenköchers. 20 : 1.

Fig. 41. Puppenkopf von oben. 20 : 1.

Fig. 42. Exuvie, Hinterende. 100 : 1.

Fig. 43—48. *Helicopsyche*.

Fig. 43. *H.* — FR. MÜLLER, fig. 20. — Spalte der Vordermembran. 35 : 1.

Fig. 44. *H. sperata* McL. Endteil der Puppenmandibeln. 225 : 1.

Fig. 45. *H.* — FR. MÜLLER, fig. 18. — Puppenmandibeln in situ. 100 : 1.

Fig. 46. *H.* — FR. MÜLLER, fig. 18. — Analstäbchen. 100 : 1.

Fig. 47. *H.* — FR. MÜLLER, fig. 20. — Analstäbchen. 100 : 1.

Fig. 48. *H. sperata* McL. Analstäbchen von der Seite. 100 : 1.

Fig. 49. *Crunocia irrorata* Ct. Puppenkopf von oben. 35 : 1.

Fig. 50. *Crunocia irrorata* Ct. Puppe, Hinterende von oben. 35 : 1.

Fig. 51. *Lasiocephala basalis* Kol. Puppenexuvie. Hinterende von oben. 35 : 1.

Fig. 52—56. *Beraca maurus* Ct. Puppe.

Fig. 52. Hintermembran. 20 : 1.

Fig. 53. Vordermembran. 20 : 1.

Fig. 54. Analanhänge von oben. 100 : 1.

Fig. 55. Analanhänge von der Seite. 100 : 1.

Fig. 56. Mandibel. 100 : 1.

Tafel 18.

Fig. 57—59. *Molanna angustata* Ct.

Fig. 57. Vorderverschluß des Puppenhauses, schematisch.

Fig. 58. Hinterende des Puppengehäuses von unten, schematisch.

Fig. 59. Puppenkopf von der Seite, halbschematisch. 20 : 1.

Fig. 60—67. *Odontocerum albicornu* SCOP.

- Fig. 60. Schematischer Längsschnitt durch das Puppenhaus.
 Fig. 61. Hintermembran. 10 : 1.
 Fig. 62. Puppenkopf von der Seite. Halbschematisch. 20 : 1.
 Fig. 63. Mandibel, vor dem Auskriechen der Puppe. 40 : 1.
 Fig. 64. Analstäbchen. 100 : 1.
 Fig. 65. Mandibel einer Exuvie. 100 : 1.
 Fig. 66. Schneide der Mandibel vor dem Auskriechen. 100 : 1.
 Fig. 67. Schneide der Mandibel nach dem Auskriechen. 100 : 1.

Fig. 68—73. *Marilia*. Puppe.

- Fig. 68. *M. major* FR. M. Mandibel. 35 : 1. [Die Hakenspitze ist vermutlich bei der Präparation abgebrochen.]
 Fig. 69. *M. major*. Ende eines Analstäbchens. 225 : 1.
 Fig. 70. *M. minor* FR. M. Mandibel. 100 : 1.
 Fig. 71. *M. minor* FR. M. Mandibel. 100 : 1.
 Fig. 72. *M. minor*. Endteil einer Mandibel. 225 : 1.
 Fig. 73. *M. minor* FR. M. Ende eines Analstäbchens. 225 : 1.

Fig. 74. *Mystacides* sp. Schema des Puppengehäuses.

Fig. 75. *Mystacides longicornis* L. Puppenkopf von der Seite. Halbschematisch. 20 : 1.

Fig. 76. *Leptocerus senilis* BURM. Vorderende des Puppenköchers. Schematisch.

Fig. 77. *Leptocerus senilis* BURM. Hinterende des Puppenköchers mit herausgestreckten Analstäbchen. 20 : 1.

Fig. 78. *Mystacides longicornis* L. Analstäbchen, distales Ende. 140 : 1. [Aus (227), fig. 18.]

Fig. 79. *Mystacides nigra* L. Analstäbchen, distales Ende. 140 : 1. [Aus (227), fig. 17.]

Fig. 80. *Grunnichella* [„Trauriger Jammer“]. Puppenhinterende. 35 : 1.

Fig. 81. *Grunnichella* [„Trauriger Jammer“]. Puppenmandibel. 225 : 1.

Fig. 82—84. *Hydropsyche*.

Fig. 82. Puppenlabrum mit Borstenmalen; die Borsten selbst sind weggelassen. 100 : 1.

Fig. 83. Analstäbchen von oben. 35 : 1.

Fig. 84. Ein Endsieb des Puppenköchers. 20 : 1.

Fig. 85—87. *Holocentropus picicornis* ST.

- Fig. 85. Stück aus der vordern Siebmembran. 35 : 1.
 Fig. 86. Puppenkopf von oben. 35 : 1.
 Fig. 87. Puppenhinterende von oben. 35 : 1.

Fig. 88—91. *Tinodes* sp. [Pfälzerwald].

- Fig. 88. Puppengehäuse, Hinterende von unten. 35 : 1.
 Fig. 89. Puppengehäuse, Vorderende von unten. 35 : 1.
 Fig. 90. Mandibel und Labrum von oben, in situ. 100 : 1.
 Fig. 91. Ende der Mandibel. 225 : 1.

Tafel 19.

Fig. 92—95. *Tinodes assimilis* McL.

- Fig. 92. Stück der Verschlussmembran. 100 : 1.
 Fig. 93. Mandibelende. 225 : 1.
 Fig. 94. ♂ Analanhänge von unten. 100 : 1.
 Fig. 95. ♀ Hinterende der Puppe von oben. 25 : 1.

Fig. 96—103. Puppenmandibeln von

- Fig. 96. *Metanoea flavipennis* P. 100 : 1. [Aus (227), fig. 8.]
 Fig. 97. *Ptilocolepus granulatus* PT. 100 : 1. [Aus (231), fig. 11.]
 Fig. 98. *Ptilocolepus granulatus* PT. 100 : 1. [Aus (231), fig. 12.]
 Fig. 99. *Rhyacopsyche hageni* FR. M. 225 : 1.
 Fig. 100. *Rhyacopsyche hageni* FR. M. Mandibeln und Labrum in situ. 100 : 1.
 Fig. 101. *Ptilocolepus granulatus* PT. (reife Puppe von der Seite). 225 : 1.
 Fig. 102. *Oxyethira costalis* CT. (reife Puppe von unten). 100 : 1.
 Fig. 103. *Tinodes assimilis* McL. Basalteil der herauspräparierten Mandibel. 225 : 1.
 Fig. 104. *Leptocercus senilis*. Haftplättchen des Hinterrands des 5. Segmentes. 100 : 1.
 Fig. 105. *Brachycentrus montanus* KLP. Hinterrand des 5. Segmentes.
 Fig. 106. *Rhyacopsyche hageni* FR. M. Ein Haftplättchen. 225 : 1.
 Fig. 107. *Adicella filicornis* P. Imago, 5. Abdominalsegment von oben. 100 : 1.

Fig. 108—118. Mitteltarsen der Puppen von:

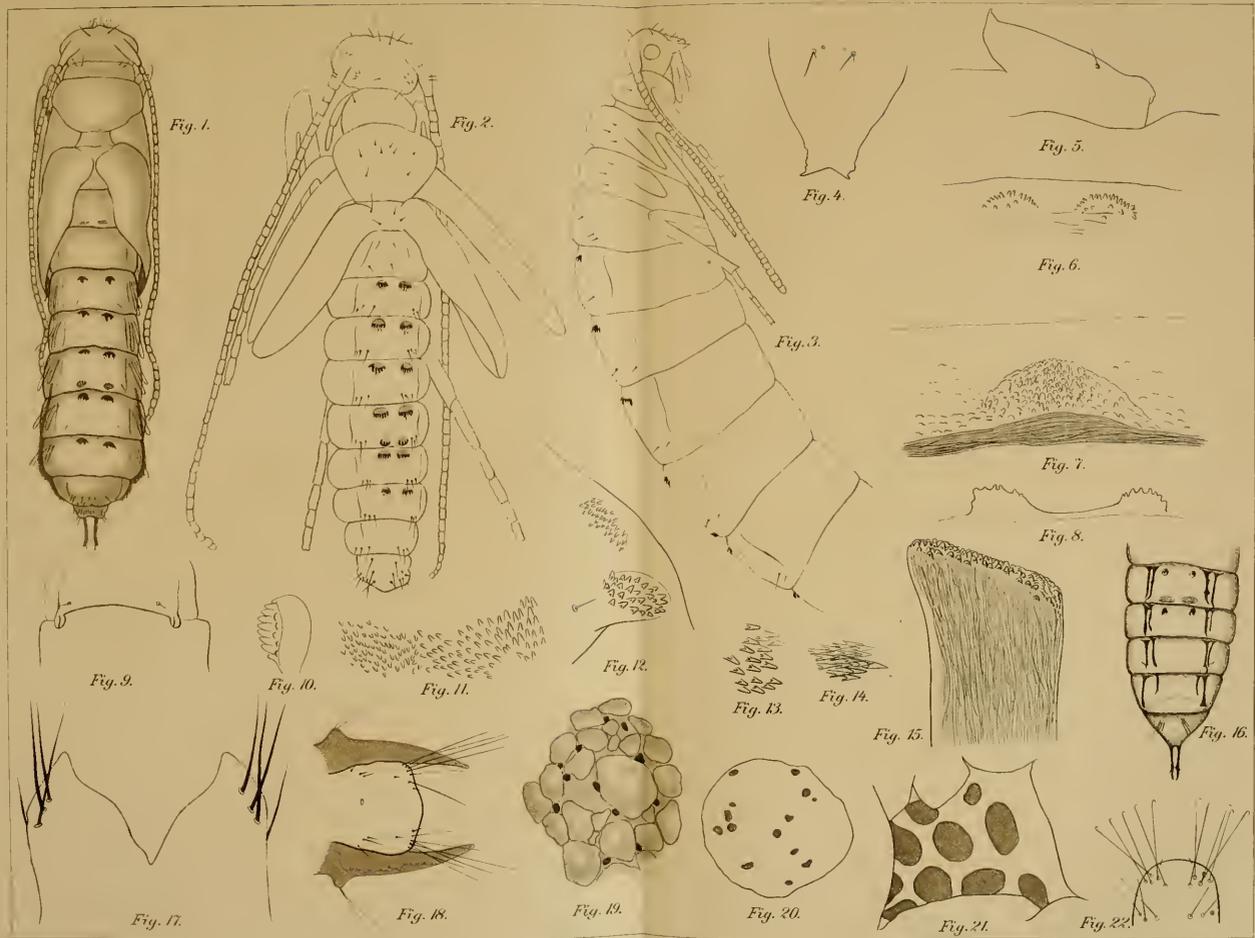
- Fig. 108. *Tinodes assimilis* McL. 35:1.
Fig. 109. *Berua naurus* Ct. 35:1.
Fig. 110. *Stactobia fuscicornis* SCHNEID. 35:1.
Fig. 111. *Agraylea multipunctata* Ct. 20:1.
Fig. 112. *Ewoicla pusilla* BURM. 20:1.
Fig. 113. *Potamorites biguttatus* Pt. 10:1.
Fig. 114. *Ptilocolepus granulatus* P. 35:1.
Fig. 115. *Agapetus fuscipes* Pt. 35:1.
Fig. 116. *Notidobia ciliaris* L. 10:1.
Fig. 117. *Sericostoma personatum* McL. 10:1.
Fig. 118. *Crunocia irrorata* Ct. 35:1.
Fig. 119. *Oryethira frißi* KLV. Exuvie, Ende des Mittelbeins.
ca. 200:1.
Fig. 120. *Phryganea striata* L. Exuvie, Endtarsus. 35:1.
Fig. 121. *Lasiocephala basalis* KOL. Endtarsus der Puppe; das
Imaginalglied schraffiert, seine Behaarung weggelassen. 100:1.

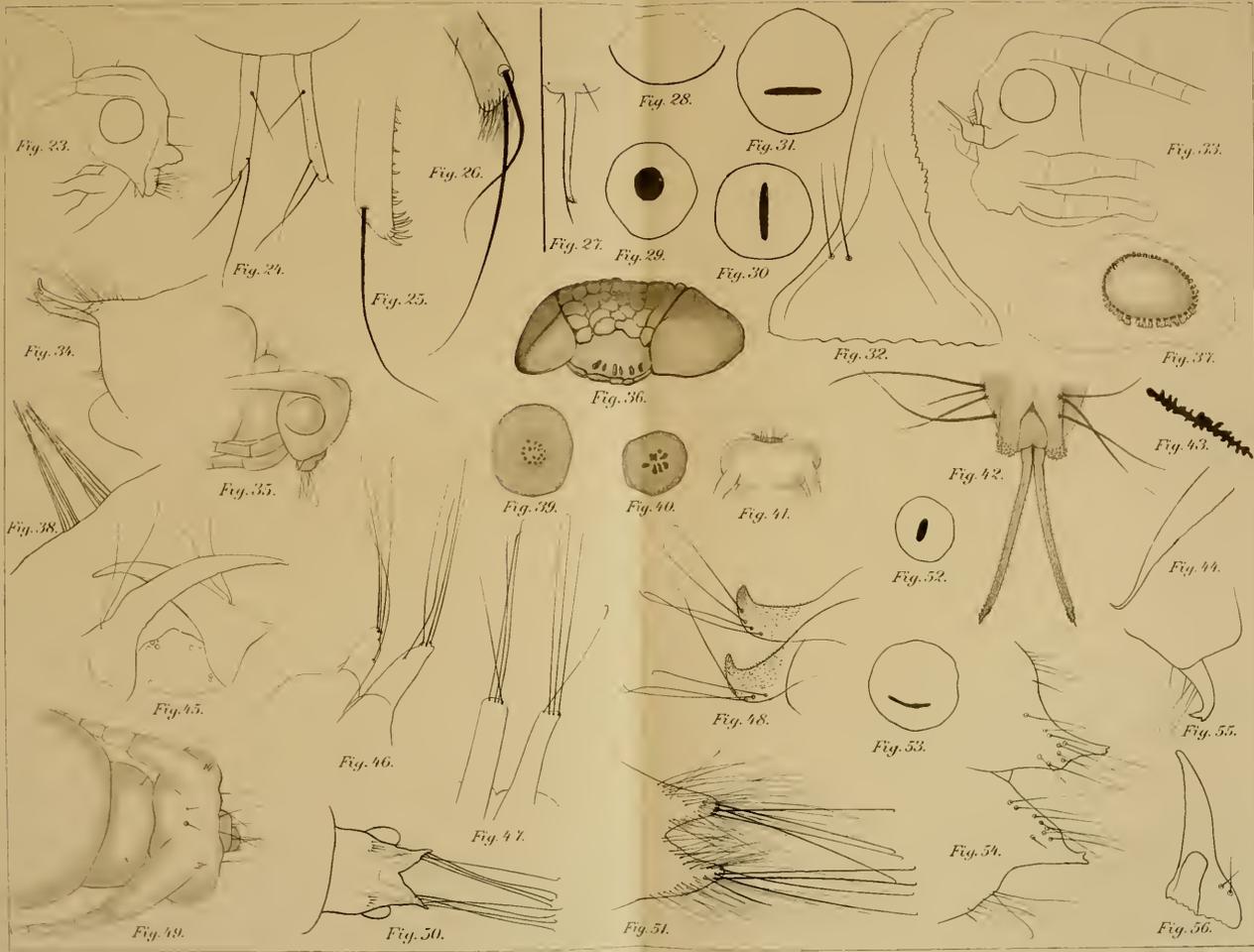
Tafel 20.

Fig. 122—124. Halbseitige Schemata der Haftapparate
der Puppen von:

- Fig. 122. *Agrypnia payetana* Ct. 70:1.
Fig. 123. *Stenophylax picicornis* Ct. 100:1.
Fig. 124. *Helicopsyche sperata* McL. 150:1.

NB. Der Pfeil gibt die Richtung der Körperachse an. Die römischen Zahlen bedeuten die Segmente; *o* oraler, vorderer Rand, *a* analer, hinterer Rand des Segments.





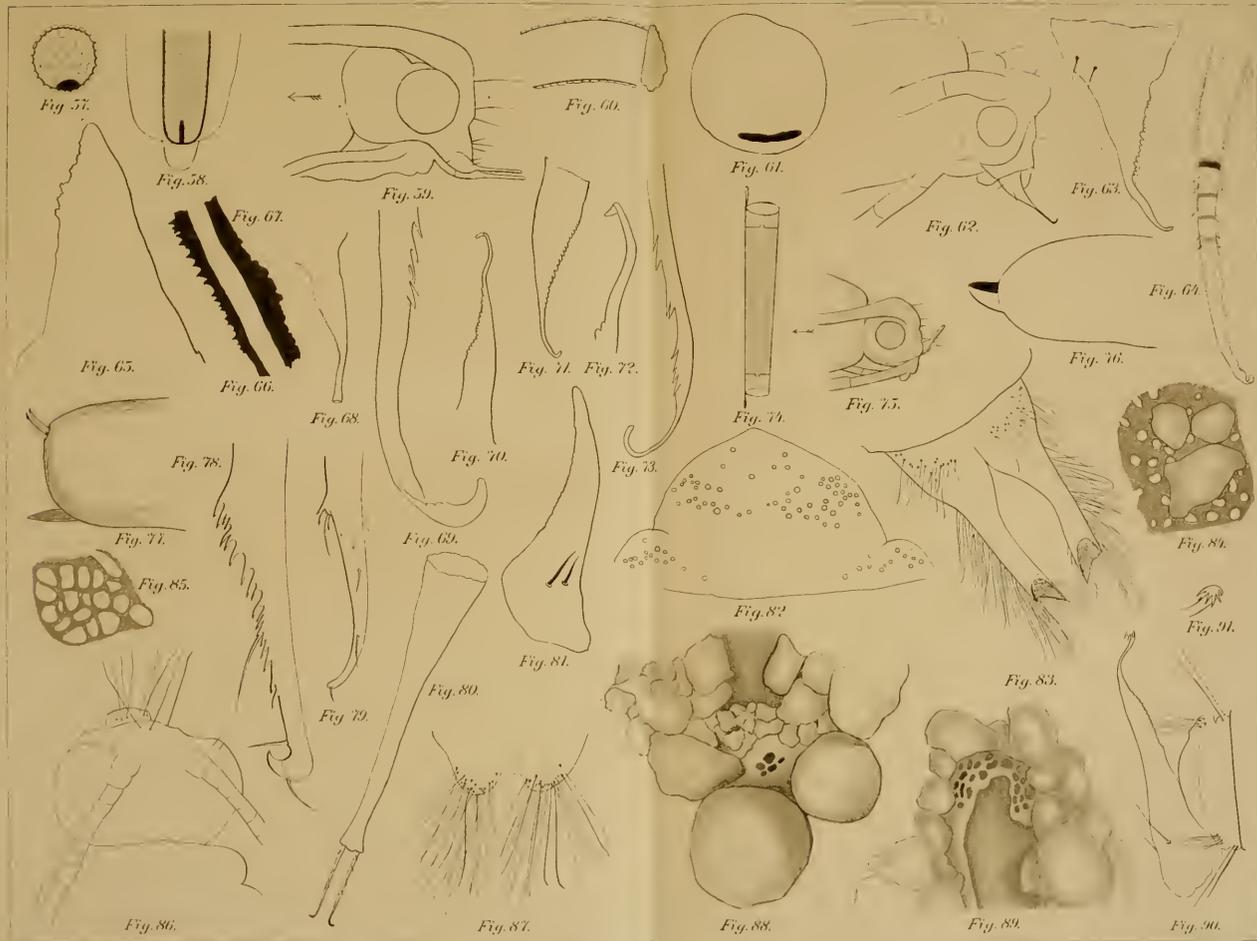




Fig. 92.



Fig. 93.

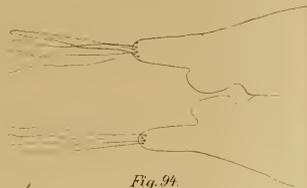


Fig. 94.



Fig. 95.



Fig. 97.



Fig. 98.



Fig. 99.



Fig. 100.



Fig. 101.



Fig. 102.



Fig. 103.



Fig. 104.



Fig. 105.



Fig. 106.

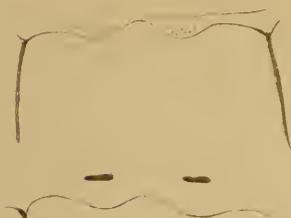


Fig. 107.



Fig. 108.



Fig. 109.



Fig. 110.



Fig. 111.



Fig. 112.



Fig. 113.



Fig. 114.



Fig. 115.



Fig. 116.



Fig. 117.



Fig. 118.



Fig. 119.



Fig. 120.



Fig. 121.

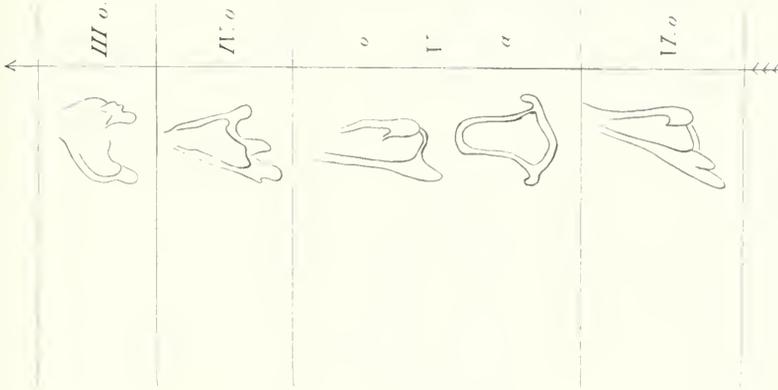


Fig. 121.

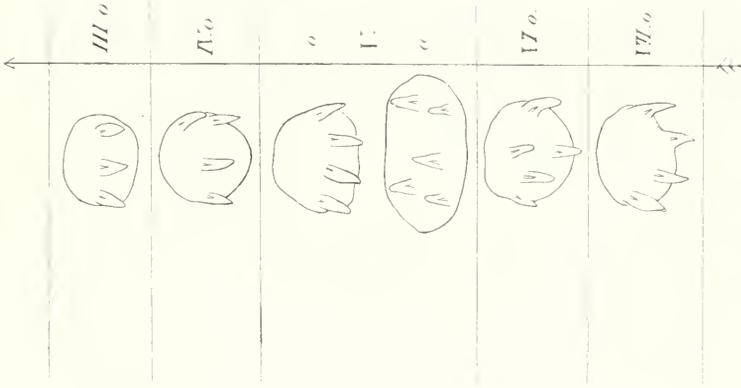


Fig. 123.

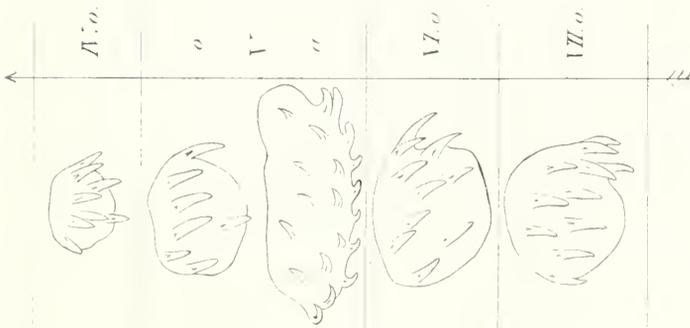


Fig. 122.