

## Zur Phylogenie und Ontogenie des Flügelgeäders der Schmetterlinge.

Von

Dr. **Arnold Spuler.**

---

Mit Tafel XXV und XXVI.

---

Diese Arbeit soll zunächst die Beziehungen zwischen Phylogenie und Ontogenie des Schmetterlingsgeäders darlegen; außerdem verfolgt sie aber auch einen mehr praktischen Zweck.

Jedem, der sich eingehender mit den Hexapoden beschäftigte, ist gewiss die große Verwirrung und Willkür, welche in der Nomenklatur des Geäders herrscht, in unangenehmer Weise zum Bewusstsein gekommen, denn es ist sehr schwierig, sich in diesen verschiedenen Bezeichnungsweisen zurechtzufinden. Das ganze Unheil kommt daher, dass die Spezialisten, ohne sich um ihre Nachbarn zu kümmern, für ihr Gebiet die Bezeichnungen wählten, wie es ihnen gut dünkte. Bei den Schmetterlingen ist es allgemein üblich die Adern, welche zum Flügelrand laufen, vom Innenrand angefangen mit fortlaufenden Ziffern zu bezeichnen. Dies Verfahren ist unwissenschaftlich, da vielfach durch diese mechanische Bezeichnungsweise für einander nicht entsprechende Aderbildungen die gleichen Ziffern gesetzt werden. In dieser Arbeit soll nun eine Bezeichnungsweise eingeführt werden, welche sich auf die Resultate der Stammes- und Entwicklungsgeschichte stützt und daher die genetischen Beziehungen der Adern zum Ausdruck bringt. Naturgemäß ist diese Bezeichnungsweise mit kleinen Anpassungen bei allen Insekten anwendbar; von ihrer Brauchbarkeit für die Schmetterlinge wird man sich, so hoffe ich, durch die Ausführungen des speciellen Theiles dieser Studien überzeugen.

Indem ich davon ausging, dass Vorder- und Hinterflügel der Insekten ursprünglich gleich gewesen sein müssen, untersuchte ich die gesammten Insekten, zunächst die nach dieser Voraussetzung primitiven

Orthopteren, Odonaten, Neuropteren, Rhynchoten, dann genau die Trichopteren und namentlich die Lepidopteren, ferner auch die Dipteren. Ich ging an die Untersuchung heran, ohne die in der Litteratur vorliegenden Arbeiten, in welchen versucht worden ist, das Insektengeäder einheitlich aufzufassen, anzusehen; ich wollte mich so einerseits davor bewahren, in die etwaigen Irrthümer der Autoren zu verfallen, andererseits es mir ermöglichen, die Ergebnisse meiner Untersuchungen an der Hand der Autoren zu prüfen. Nachdem ich mir mein Schema abgeleitet hatte und seine Anwendbarkeit geprüft, kontrollirte ich die Richtigkeit meiner Resultate, indem ich die Ontogenie des Geäders aus verschiedenen Faltergruppen studirte. Die Ontogenie bestätigte meine phyletische Ableitung. Wir werden, nachdem wir unsere Bezeichnungsweise des Geäders dargelegt haben, 1) das Lepidopterengeäder durch Vergleichung stammverwandter Insekten ableiten, 2) die Ontogenie des Schmetterlingsgeäders betrachten und 3) nachdem wir festgestellt, welcherlei Bildungen bei den Geädern vorkommen, für eine Reihe von Familien feststellen, wie wir nach den in den beiden ersten Abschnitten gewonnenen Resultaten die Aderungen zu deuten haben. Es wäre sehr verlockend, die Umwandlungen des Geäders durch das ganze System hindurch darzustellen, doch glaube ich, dass so specielle Ausführungen die meisten Zoologen zu wenig interessiren würden, ich beschränke desshalb den speciellen Theil dieser Studie auf einige der interessanteren Familien.

Schon seit langer Zeit ist das Flügelgeäder der Insekten zur Eintheilung derselben, namentlich zur Abgrenzung der Genera herbeigezogen worden. HERRICH-SCHÄFFER hat in seiner klassischen systematischen Bearbeitung der Schmetterlinge<sup>1</sup> das Geäder zur Sonderung der Gruppen in ausgedehntester Weise benutzt. Am wichtigsten schien ihm, gewiss mit Recht, für die Stellung eines Falters dessen Habitus zu sein; das Geäder zog er herbei, weil er fand, dass es innerhalb offenbar verwandter Gruppen viel einheitlicher ist, als andere Merkmale, die als Unterlage für die Systematik in Betracht kommen konnten, wie z. B. die Mundwerkzeuge. Principiell müssen wir gewiss dem Geäder oder, genauer gesprochen, der Verzweigungsweise der Adern eine große Bedeutung beimessen, wenn es sich darum handelt, die phyletischen Beziehungen der Falter aufzufinden, denn sie ist im Kampf ums Dasein von untergeordneter Bedeutung; wir dürfen desshalb unbedenklicher als bei Theilen, die den Einwirkungen dieses Principis

<sup>1</sup> Systematische Bearbeitung der Schmetterlinge von Europa. Von Dr. G. A. W. HERRICH-SCHÄFFER. Bd. I. Regensburg 1843.

direkt ausgesetzt sind, etwaige gemeinsame Befunde, als Beweise eines phyletischen Zusammenhanges verschiedener Formen auffassen.

Fossil sind die Geäder meist eigentlich das einzig Erhaltene, für den Paläontologen ist daher die Kenntnis der Geäder von Wichtigkeit. Für die Schmetterlinge hat das bis jetzt vorliegende paläontologische Material nur ganz geringe Bedeutung.

### Das Schema des Lepidoptergeäders.

Um das Verständnis der folgenden, induktiv gehaltenen Ausführungen zu erleichtern, schicke ich eine Beschreibung des Schemas des Schmetterlingsgeäders, welches ich glaube aufgefunden zu haben, voraus. Dieses Schema stellt eine Entwicklungsstufe dar, welche sämtliche Lepidopteren durchlaufen haben, und es gilt mit nur geringen Abänderungen auch für deren Stammverwandte, also namentlich die Neuropteren, Panorpaten, Trichopteren und Dipteren. Bei Neuropteren, Trichopteren, Panorpaten und zwei Schmetterlingsfamilien ist es das gleiche für Vorder- und Hinterflügel (Fig. 1 und 2, Taf. XXVI), bei der weitaus größten Zahl der Schmetterlinge aber hat eine Reduktion des Hinterflügelgeäders stattgefunden (Fig. 3, Taf. XXVI).

In jedem Flügel unterscheide ich einen »Spreitentheil« und einen »Faltentheil«; die in dem ersteren verlaufenden Adern bezeichne ich mit römischen Ziffern, eventuell mit arabischen Indices, die in dem letzteren mit griechischen Buchstaben, indem ich die Bezeichnung am Vorderrand beginne.

Der Spreitentheil (Fig. 1 und 2, Taf. XXVI, schraffirt) zeigt fünf von der Flügelwurzel ausgehende »Aderstämme«. Die vorderste Ader (*I*) und die hinterste (*V*), welche die Grenze gegen den Faltentheil bildet, verlaufen ungetheilt. Von der vordersten geht nahe der Basis ein kurzer Ast zum Vorderrand. Die zweitvorderste Ader giebt einen Ast (*II*<sub>1</sub>) zum Vorderrand ab, dann gabelt sie sich. Die dadurch gebildeten beiden Gabeläste erster Ordnung theilen sich je einmal dichotomisch. Die hierdurch entstehenden Endäste bezeichne ich mit *II*<sub>2</sub> bis *II*<sub>5</sub>, die Gabeläste erster Ordnung nach den aus ihnen entspringenden Endästen mit *II*<sub>(2, 3)</sub> und *II*<sub>(4, 5)</sub>. Die nächste Ader (*III*) gabelt sich ebenfalls in zwei Äste (*III*<sub>(1, 2)</sub> und *III*<sub>(3)</sub>), deren vorderer sich nochmals verzweigt. Es gelangen somit drei Endäste von *III* zum Rand des Flügels, *III*<sub>1</sub>, *III*<sub>2</sub>, *III*<sub>3</sub>, und diese verlaufen stets zum Saum. Der folgende Stamm *IV* ist nur einmal gegabelt in *IV*<sub>1</sub> und *IV*<sub>2</sub>.

Fällt sekundär ein Endast mit einem anderen zusammen, so

bezeichne ich die resultirende Ader, wenn die zusammengefallenen zu einem Gabelast erster Ordnung gehörten, mit der diesem zukommenden Bezeichnung, also z. B. mit  $II_{(4, 5)}$ , wenn  $II_4$  und  $II_5$  verschmolzen sind resp. ontogenetisch nie getrennt waren; verschmelzen dagegen nicht zu einem Gabelast erster Ordnung gehörige Endäste, so bezeichne ich die entstandene Ader mit der durch ein + Zeichen verbundenen Bezeichnungen, welche den Komponenten zukamen, z. B. ( $II_5 + III_1$ ); gehörten dieselben einem Hauptstamme an, so werden die Indices mit + verbunden, z. B.  $II_{(3 + 4)}$ .

Im Faltenheil des Lepidopterenflügels sind zwei Adern, deren hintere getheilt sein kann; die eine bezeichne ich mit  $\alpha$ , die andere mit  $\beta$ , ohne Berücksichtigung der eventuellen Theilung; Letzteres lediglich aus praktischen Gründen. (Diese Abänderung der in meiner Papiionidenstudie gegebenen Bezeichnungsweise glaube ich eintreten lassen zu müssen, um durch die Bezeichnung schon hervorzuheben, dass diese Adern einem ganz anderen Flügelbezirk angehören, als die mit römischen Ziffern bezeichneten.)

Die Abweichung des Hinterflügelschemas von dem des Vorderflügels (Fig. 3, Taf. XXVI) bei der großen Mehrzahl der Schmetterlinge besteht darin, dass  $II$ , nachdem sie den Ast  $II_1$  abgegeben hat, ungetheilt verläuft; dieses Endstück bezeichne ich als  $II$  (ohne Index). Meist ist die Ader  $II_1$  mit  $I$  verschmolzen, auf Fig. 3, Taf. XXVI ist der nicht verschmolzene Theil gestrichelt eingezeichnet. Die zumeist vorhandene Haftborste des Hinterflügels ist auf Fig. 3 punktirt eingezeichnet. Fehlt die Haftborste, so ist der Vorderrandast von  $I$  stark entwickelt (namentlich Rhopaloceren).

Von den bis jetzt aufgestellten weicht dieses Schema vielfach ab. Zuerst hat meines Wissens HAGEN<sup>1</sup> ein bestimmtes Schema für die Aderung des Insektenflügels zu geben versucht. Er zählt<sup>2</sup> »sechs Längsadern, zwei Hauptadern (Mediana und Submediana), jede mit einem vorderen und hinteren Zweige«. »Der nächste Fortschritt in der Verzweigung des Geäders ist eine Gabelung der Enden der erwähnten sechs Adern, und zwar tritt sie zunächst bei den beiden Zweigen im Felde zwischen Mediana und Submediana ein, dann in steter Reihenfolge bei der Submediana, Mediana, Postcosta und Subcosta. Man kann diese einfachste Form trefflich bei Phryganiden (Rhyacophiliden), einigen Microlepidopteren und Dipteren (Tipularien) studiren. Eine weitere Folge ist die fernere Gabelung (Bisbifurcatio) einiger oder aller Zweige,

<sup>1</sup> Über rationelle Benennung des Geäders in den Flügeln der Insekten. Von Dr. HAGEN. Stett. entom. Zeitung. 1870. p. 316 ff.

<sup>2</sup> l. c. p. 318.

die bei den Gattungen mit stark verzweigtem Geäder ins Vielfache steigt. «

Nach meiner Ansicht hat HAGEN darin Recht, dass er Phryganiden, Tipularien und einige Microlepidopteren als Formen mit schematischem, d. h. primitivem, Aderverlauf bezeichnet. Eben so hat er richtig erkannt, dass die Queradern, die das Bild nur compliciren, keine tiefergehende Bedeutung haben.

Die Art und Weise aber, wie er das Geäder aus zwei Hauptstämmen ableitet, zeigt, dass er keine richtige Vorstellung vom Bau des primitiven Flügels hatte, denn das Ursprüngliche ist gerade nicht die Vereinigung aller Adern in zwei Stämme (ein Verhalten, das durch die dadurch bedingte größere Flugfähigkeit seine Erklärung findet), sondern ursprünglich wird der Flügel von mehreren ungefähr gleich starken Stämmen durchzogen. Auch die Art und Weise, wie er die Endadern seiner sechs Hauptlängsadern zuteilt, kann ich nicht für richtig halten (siehe die Kopie seiner Fig. 4 auf Taf. XXV, Fig. 4). Der Beweis hierfür ergibt sich aus der Ableitung meines Schemas.

Eine wahre Verwandtschaft von Trichopteren und Lepidopteren hatte A. SPEYER<sup>1</sup> schon 1839 behauptet und in den Micropteryginen Übergangsformen zwischen beiden zu sehen geglaubt. In seinem Aufsatz: »Zur Genealogie der Schmetterlinge«<sup>2</sup> hat er die Beziehungen der beiden Insektengruppen in ausgezeichneter Weise behandelt. Die vielen gemeinsamen Vorkommnisse bei ihren Flügeln betont er; die »Zahl, Richtung und Verästelung der Adern, — in der Regel, doch nicht immer, bei den Phryganiden größer und complicirter als bei den Schmetterlingen —, folge einem im Ganzen analogen Schema«. Die Costa der Neuropteren sei »bei sehr vielen Heteroceren, ganz wie bei den Phryganiden, deutlich ausgebildet, mit sehr schönem Lumen, zuweilen die stärkste Ader des ganzen Flügels«. Wie FRITZ MÜLLER von Termiten<sup>3</sup>, BRAUER und REDTENBACHER von Libellen<sup>4</sup>, ER. HAASE von Papilioniden<sup>5</sup> angeben, ist die Costa aber eine Hypodermisbildung, der keine Trachee als erste Anlage vorausgeht, welche also mit den Adern nichts zu thun hat. Dieser Punkt der Vergleichung von Lepidopteren mit Trichopteren

<sup>1</sup> OKEN'S Isis. 1839. p. 94.

<sup>2</sup> Stett. entom. Zeitung. 1870. p. 202 ff.

<sup>3</sup> FR. MÜLLER, Beiträge zur Kenntnis der Termitiden. Jenaische Zeitschr. für Naturw. 1875.

<sup>4</sup> F. BRAUER und J. REDTENBACHER, Ein Beitrag zur Entwicklung des Flügelgeäders der Insekten. Zool. Anz. 1888. Nr. 286.

<sup>5</sup> E. HAASE, Zur Entwicklung der Flügelrippen der Schmetterlinge. Zool. Anz. 1894. Nr. 360.

ist somit für die Geäderbeurtheilung irrelevant. Wir sind auch der Ansicht, dass in der Regel die Schmetterlinge, und nicht die Trichopteren, die komplizierteren Aderverhältnisse aufweisen. SPEYER weist ferner sehr richtig darauf hin, dass bei Micropteryginen, Hepialiden, Cossiden und auf den Hinterflügeln der Psychiden eben so wie bei den Trichopteren in der Regel mehrere Discoidalzellen sich finden. Auch auf analog gerichtete Abweichungen vom gewöhnlichen Flügelbau verweist er.

Die Falter, welche uns den Schlüssel geben für das Verständnis des Flügelgeäders der Schmetterlinge überhaupt, hat SPEYER richtig bezeichnet, eben so halte ich seine Parallelen zu den Phryganiden für glücklich. Welches nun aber das Schema des Aderverlaufes bei Trichopteren und Lepidopteren sei, das lag ihm fern zu eruiren; natürlich hatte er noch weniger Veranlassung, specieller auf die Verhältnisse des Schmetterlingsgeäders einzugehen, da ja seine Arbeit nur den Zweck hatte, die Verwandtschaft von Trichopteren und Lepidopteren zu beweisen.

Die erste mir bekannte Arbeit, welche sich in eingehender Weise mit den Beziehungen der Insektenflügeladerungen zu einander beschäftigt, ist die verdienstvolle Studie G. ADOLPH'S »Über Insektenflügel«<sup>1</sup>. Er hat seine Resultate nicht scharf zusammengefasst, auch kein Schema des Urflügelgeäders abgeleitet, dennoch haben unsere Kenntnisse durch diese Arbeit eine große Erweiterung erfahren. Bei den Lepidopteren<sup>2</sup> hat er die Bedeutung gewisser Falten im Discoidalfeld richtig erkannt, indem er sie dem im Discoidalfeld der Hepialiden verlaufenden Rippen gleichsetzt. Wenn er aber dann sagt: »Mögen nun diese Linien als bloße Falten, oder als echte Venen auftreten, regelmäßig setzen sie sich von der Rippe aus nach dem Saume fort, indem sie entweder in eine konkave Vene, oder in eine jener Saumfalten übergehen«, so können wir dem nicht beipflichten, denn wir können in den bei den Hepialiden die Fortsetzung bildenden Adern keine »konkaven« erkennen. Das Wichtigste an ADOLPH'S Arbeit ist aber unstrittig die Herbeiziehung der Ontogenie zur Beurtheilung der Aderverhältnisse, wenn auch leider seine Vorstellung von den abwechselnden Konvex- und Konkavadern — zu der er theils durch die auch meiner Anschauung entsprechende Annahme eines Fächers als Urform des Flügels, theils durch die verfehlten Analogien gelangte, die er zwischen den peripheren konkaven Falten im Flügel und den jeden-

<sup>1</sup> G. E. ADOLPH, Über Insektenflügel. Nova Acta d. k. Leop.-Carol. Deutsch. Akademie der Naturforscher. T. XLI. pars II. Nr. 3. 1879.

<sup>2</sup> l. c. p. 234 ff.

falls richtig gedeuteten Falten im Discoidalfeld sammt Analfalte aufstellte —, ihn an der richtigen Deutung verhindert hat.

Die bedeutungsvollste und in vielen Punkten grundlegende Arbeit auf unserem Gebiete sind die »Vergleichenden Studien über das Flügelgeäder der Insekten« von JOSEF REDTENBACHER<sup>1</sup>. Ihm kamen die geistvollen Ausführungen F. BRAUER'S<sup>2</sup> über die Verwandtschaft der Insekten zu Gute. Die maßgebenden Gesichtspunkte sind in dem allgemeinen Theil der REDTENBACHER'schen Arbeit treffend hervorgehoben. Ich kann mir nicht versagen, den Inhalt derselben theilweise hier anzuführen, zumal der gleiche Gedankengang mich ganz unabhängig von REDTENBACHER bei meinen Untersuchungen geleitet hat. Nachdem er die Kalamität der heute bestehenden verschiedenen Nomenklaturen uns vor Augen geführt, weist er GRABER'S<sup>3</sup> Ausspruch: »dass Versuchen einer einheitlichen Deutung des Insektengeäders von vorn herein eine wissenschaftliche Bedeutung nicht beigelegt werden könne«, gebührend zurück, »denn durch die Untersuchung der Ontogenie hat die Aderbezeichnung aufgehört eine willkürliche zu sein«. — Bedenkt man, dass die geologisch älteren Orthopteren und Neuropteren ein viel reicheres Geäder zeigen als die Coleopteren, Lepidopteren, Dipteren und Hymenopteren, dass eben so unter den Rhynchoten die uralten Cicaden und Fulgoriden viel zahlreichere Adern besitzen als die Hemipteren, so scheint es unzweifelhaft, »dass die ältesten Insektenformen gewissermaßen mit einem Überschuss von Adern versehen waren, dass dagegen im Laufe der Entwicklung durch Reduktion alles Überflüssige entfernt und auf diese Weise ein einfacheres System des Flügelgeäders geschaffen wurde«. »Eben so leicht lässt es sich erkennen, dass auch die Größe des Flügels von bedeutendem Einfluss auf die Zahl der Adern ist, wesshalb kleine Formen fast ausnahmslos ein viel spärlicheres Geäder besitzen als Insekten mit großen Flügeln.«

REDTENBACHER vermuthet, »dass man den normalen Typus eines differenzirten Flügels bei solchen Insekten finden wird, deren Vorder- und Hinterflügel einander an Größe und Gestalt am ähnlichsten sind«. Auch die Bedeutung des Geäders für die Beurtheilung der verwandtschaftlichen Beziehungen der Insekten zu einander hat er nach meiner Meinung richtig gekennzeichnet, wenn er einerseits sagt: »dass das

<sup>1</sup> JOSEPH REDTENBACHER, Vergleichende Studien über das Flügelgeäder der Insekten. Annal. des k. k. naturhist. Hofmuseums Wien. 1886. I.

<sup>2</sup> F. BRAUER, System. zoologische Studien. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. Wien. Bd. XCI. 1885. — Ansichten über die paläozoischen Insekten und deren Deutung. Annal. d. k. k. naturhist. Hofmuseums Wien. 1886. I.

<sup>3</sup> GRABER, Die Insekten. Theil I. Naturkräfte. Bd. XXI. p. 196.

Flügelgeäder zu einer scharfen Charakteristik der Ordnungen überhaupt unbrauchbar ist, dass man im besten Fall Familien oder Unterordnungen mit Hilfe desselben von einander trennen kann «, und: » andererseits wird man das Flügelgeäder nie außer Acht lassen können, wenn es sich darum handelt, die Verwandtschaft eines Insektes festzustellen«. Leider stand REDTENBACHER bei Abfassung seiner Arbeit auf dem Boden der ADOLPH'schen Theorie von Konvex- und Konkavadern, und deshalb können wir seinen Detailausführungen in vielen Punkten nicht beistimmen. Lassen wir seine mit geraden Ziffern bezeichneten Adern einfach weg und ändern wir die Bezeichnung der vordersten Ader, welche er als konkav aufgefasst und deshalb mit *II* bezeichnet hat, in *I*, so können wir uns mit seiner Identificirung der Adern von Orthopteren — Neuropteren, Plecopteren, Panorpaten, Trichopteren, Dipteren, Coleopteren und Hymenopteren zumeist einverstanden erklären. Nicht so mit seinen Deutungen des Schmetterlingsgeäders. Diesen gegenüber werde ich meine Ansicht ausführlich begründen in den specielleren Ausführungen<sup>1</sup>. Die von mir beanstandeten Punkte, so weit sie mit der Konkav-Konvexadertheorie zusammenhängen, hält REDTENBACHER selbst nicht mehr aufrecht, sagen doch REDTENBACHER und BRAUER<sup>2</sup> 1886, dass an der Äschniden-Nymphe nachzuweisen ist, dass aus der gleichen Stammanlage Konvex- und Konkavadern entstehen und deshalb die principielle Trennung, wie sie ADOLPH aufgestellt, nicht zu halten ist. Eben so wird er wohl mit meiner Deutung der Schmetterlingsgeäder im Großen und Ganzen einverstanden sein, da er in der gleichen Mittheilung hervorhebt, dass die Homologisirung zweier Flügelrippen entfernt stehender Insekten nur aus der Entwicklung des Geäders, niemals aus dem fertigen Flügel möglich sei; die Ontogenie ist eine wesentliche Stütze meiner Deutung.

#### Phyletische Ableitung des Schemas des Schmetterlingsgeäders durch Vergleichung des fertigen Geäders von Orthopteren, Trichopteren und Lepidopteren.

Die Arthropoden stammen alle von segmentirten Thieren, deren Rumpsegmente ziemlich gleichwerthig waren. Gleichwerthig sind noch bei den Hexapoden vielfach die Thorakalsegmente, wie dies schon äußerlich das Vorkommen der Extremitäten an diesen beweist. Überhaupt und speciell im zweiten und dritten Thoraxsegment verhalten sich die Tracheen entsprechend. Nach einer schon früh aufgestellten

<sup>1</sup> Siehe hinten die Ausführungen über Hepialiden und Cossiden.

<sup>2</sup> F. BRAUER und J. REDTENBACHER, Ein Beitrag zur Entwicklung des Flügelgeäders der Insekten. Zool. Anz. 1888. Nr. 286.

Hypothese, welche viele neuere Autoren für begründet ansehen, haben wir in den Flügeln der Insekten Homologa der Tracheenkiemen der Abdominalsegmente, wie sie z. B. die Jugendstadien der Ephemeriden zeigen, zu erblicken. Wir erwarten demnach bei den primitiv gebauten Insekten, dass Vorder- und Hinterflügel gleich gebaut seien; eben so wird man a priori vermuthen, dass bei allen Insekten die Aderung nach einem gemeinsamen Plane angelegt sei. Zunächst versuchen wir nun, aus dem vergleichenden Studium derselben dieses gemeinsame Schema und dann das für die stärker differenzirten, namentlich für die Trichopteren und weiterhin für die Lepidopteren gültige abzuleiten.

Die in den allgemeinen Merkmalen niedersten geflügelten Insekten sind die genuinen Orthopteren. Die Thysanuren sind ungeflügelt, der Forficulidenflügel repräsentirt einen Typus für sich.

Wir betrachten von den Orthopteren die *Blatta germanica*, und zwar den Vorderflügel (Taf. XXV, Fig. 2). Der ganze Flügel zerfällt in zwei Theile, den vorderen nennen wir den »Spreitentheil«, den hinteren wegen seines Verhaltens bei den meisten Insekten, speciell am Unterflügel, den »Faltentheil«. Im Spreitentheil verläuft zunächst ein kurzer Stamm zum Vorderrande (*I*). Bei anderen Blattiden, z. B. der *Periplaneta americana*, gehen von ihm Nebenzweige zum Vorderrand. Nach hinten schließt sich der Aderbezirk *II* an. Er entsendet viele Äste zum Vorderrande, die eventuell gegabelt sind. Gegen den Außenrand zu gabelt er sich. Der hintere Gabelast verläuft ungetheilt zum Außenrand, der vordere giebt Äste zum Vorderrand ab und gabelt sich nochmals. Der vordere von diesen sekundären Gabelästen sendet ebenfalls Äste zum Vorderrand, eben so wie der hintere geht er sich theilend zum Flügelrand. Die Endzweige stützen die Flügelspitze. Der dritte Hauptast (*III*) theilt sich dichotomisch, die so entstehenden Gabeläste wiederholen dies Verhalten (der vordere viel näher der Flügelbasis als der hintere), so dass von diesem Aderbezirk vier Endadern zum Außenrande gelangen. Der vierte Hauptast (*IV*) theilt sich in zwei ebenfalls zum Außenrand verlaufende Zweige. Die folgende Ader (*V*) trennt den Spreitentheil des Flügels vom Faltentheil. Von ihr gabelt sich ein zum hinteren Winkel des Außenrandes ziehender Ast ab. Ist diese Grenzader als Nebenast von *IV* aufzufassen, oder als den anderen gleichwerthiger Hauptstamm *V*? Wenn wir ihre physiologische Bedeutung und dem entsprechend ihr Verhalten bei weiterer Differenzirung in Betracht ziehen, so möchte ich das Letztere bejahen; andererseits lässt sich nicht bestreiten, dass sie mit *IV* sehr oft in engeren Beziehungen steht, indem sie dicht bei

deren Ursprung, oder gar von ihr entspringt. Bei dem fertigen Papilio-geäder, wie auch bei der ersten Anlage der Haupttracheen dieser Form (siehe hierüber den folgenden Theil) liegt ihr Basaltheil so, dass man sie als hintersten Nebenast von *IV* wohl auffassen könnte, wie dies ERICH HAASE<sup>1</sup> gethan hat. Zieht man jedoch die Orthopteren, Plecopteren, Neuropteren, Trichopteren, und die Mehrzahl der Lepidopteren (s. die Abbildungen) zum Vergleich herbei, so kommt man zu der Überzeugung, dass es nicht zulässig ist, sie den beiden Endästen gleichwerthig als dritten anzuschließen. Dieser Erwägung Rechnung tragend habe ich in meiner Studie zur Phylogenie der Papilioniden<sup>2</sup> diese Ader, trotz ihren Beziehungen zu Ader *IV* gerade bei den Papilioniden, als *V* den anderen Hauptstämmen gleichwerthig gesetzt. Man könnte vielleicht im Zweifel sein, ob die fragliche Ader zum Spreitentheil des Flügels gehört oder zum Faltenheil. Nach ihrer Verbindung durch Queradern mit der Ader *IV* bei Orthopteren, Odonaten, Plecopteren, Neuropteren müssen wir sie zum Spreitentheil rechnen.

Im Faltenheil des Blattaflügels sehen wir eine Reihe von Längsadern, welche auf dem Vorderflügel stark modificirt, auf dem Hinterflügel sehr schön ausgebildet sind. Hier zerfallen sie in zwei Gruppen, eine vordere aus Adern bestehend, welche sich von einem Basalstück allmählich abspalten, und in eine hintere, welche von Adern gebildet wird, die ziemlich von einer Stelle radiär ausstrahlen. Mit dem Faltenheil werden wir uns nur wenig zu beschäftigen haben, da ihm phyletische Bedeutung nur in geringerem Grade zukommt.

Im Spreitentheil des Flügels haben wir vier Hauptaderstämme unterschieden. Wir sahen bei Blatta, dass die Hauptverzweigung der Stämme *II* und *III* nicht gleichmäßig ist, sondern dass der untere Hauptgabelast sich erst später theilt als der obere (bei *III*), oder gar nicht (bei *II*). In diesen Abweichungen von einer regelmäßigen dichotomischen Theilung haben wir eine Modificirung des Blattaflügels zu erkennen, wie denn überhaupt die Flügelbildung von Blatta keine ganz ursprüngliche ist, denn Vorder- und Hinterflügel sind zwar ähnlich aber doch deutlich verschieden gebaut (Taf. XXV, Fig. 2). Der Übergang aus der symmetrischen dichotomen zur modificirten Dreitheilung bei den Blattiden steht nicht vereinzelt. Er findet sich typisch bei *II* der uralten Fulgoriden (Taf. XXV, Fig. 3) und bei *III* derselben umgekehrt wie bei Blatta. Bei den jüngeren Formen ist die Dreitheilung von

<sup>1</sup> ER. HAASE, Zur Entwicklung der Flügelrippen der Schmetterlinge. Zool. Anz. 1894. Nr. 360.

<sup>2</sup> A. SPULER, Zur Phylogenie der Papilioniden. Zool. Jahrbücher, 4892.

*III* sehr verbreitet, bei Trichopteren fast immer und bei den Lepidopteren ausnahmslos vorhanden.

Da die Differenzirung des Lepidopterenflügels in ganz anderer Richtung erfolgt, ist ein Eingehen auf die Hinterflügel der Blattiden unnöthig. Eine Besprechung anderer Orthopterenformen würde uns ebenfalls nicht weiter führen. Bei den Plecopteren sind die Verhältnisse wegen der Queradern etwas complicirt; wir wenden uns deshalb gleich den Trichopteren zu.

Die Trichopteren müssen wir etwas ausführlicher betrachten, denn sie haben im Flügelbau die allereingsten Beziehungen zu den Lepidopteren.

Wir nehmen zum Ausgangspunkt das Geäder von *Philopotamus scopulorum* (Taf. XXV, Fig. 4). Bei diesem sind Vorder- und Hinterflügel ganz auffallend gleich gebildet. Stamm *I* ist durch einen Spross nahe der Basis mit dem Vorderrand verbunden. Am Ende giebt *I* des Vorderflügels noch einen kleinen Seitenzweig zum Vorder- rand ab. Von *II* zweigt sich nahe der Basis ein starker Ast zum Vorder- rand ab (*II*<sub>1</sub>). Der Stamm *II* theilt sich sodann ungefähr in der Flügel- mitte in *II*<sub>(2,3)</sub> und *II*<sub>(4,5)</sub>. Diese beiden gabeln sich und die hierdurch entstehenden vier Endäste (*II*<sub>2</sub> bis *II*<sub>5</sub>) stützen die Flügelspitze. Ader *III* spaltet sich in zwei sich wieder gabelnde Äste, so dass von dem Bezirk *III* vier Endäste, und zwar alle in den Außenrand, auslaufen (*III*<sub>1</sub> bis *III*<sub>4</sub>). Ebendahin gelangen die beiden Endäste *IV*<sub>1</sub> und *IV*<sub>2</sub>; Ader *V* verläuft auf dem Vorderflügel zum Innenrand, auf dem Hinter- flügel zum Saum. Der Flügelkontour wird auf beiden Flügeln durch *V* nicht unterbrochen, was sich sonst recht häufig vorfindet. Die Adern im Falten- theil sind auf Vorder- und Hinterflügel naturgemäß verschieden. Der Flügelanhang (Clavus) ist bei beiden Flügeln wohl ent- wickelt. Queradern finden wir auf dem Vorderflügel zwischen *II*<sub>(2,3)</sub> und *II*<sub>4</sub>, *II*<sub>(4,5)</sub> und *III*<sub>(1,2)</sub>, *III*<sub>(1,2)</sub> und *III*<sub>(3,4)</sub>, zwischen der Gabelungs- stelle von *III* und dem Stamm von *IV*, schließlich zwischen *IV* und *V* ziemlich nahe der Basis. Auf dem Hinterflügel treffen wir Queradern zwischen *II*<sub>1</sub> und *II*<sub>(2,3)</sub>, *II*<sub>(2,3)</sub> und *II*<sub>(4,5)</sub>, *II*<sub>(4,5)</sub> und *III*<sub>(1,2)</sub>, endlich zwischen *III* und *IV*. Der *Philopotamus*flügel zeigt uns das Trichoptergeäder gewissermaßen in schematisch reg- elmäßiger Ausbildung; in keiner Weise ist die Zugehörigkeit der Endäste zu den Aderbezirken durch die Queradern undeutlich oder zweifelhaft gemacht.

Fast genau wie bei *Philopotamus* ist das Geäder bei *Rhyacophila*, eben so das der Vorderflügel von *Hydropsyche*, während deren Hinter- flügel in den Endästen einen abgeänderten Verlauf zeigen.

*Stenophylax concentricus* (Taf. XXV, Fig. 5) zeigt die Aderbezirke *I* und *II* in normaler Ausbildung, nur dass die Querader zwischen  $II_{(2,3)}$  und  $II_{(4,5)}$  eben so stark entwickelt ist wie die Längsadern. Durch die sekundäre Verbindung der Endzweige des Bezirkes *II* entsteht so eine sog. Anhangszelle, resp. die vordere Discoidalzelle, eine Bildung, die wir mit wenig Ausnahmen (Leptoceriden) bei allen Trichopteren antreffen, die auch bei den Lepidopteren sehr verbreitet ist (Lithosiiden, Arctiiden, Notodontiden, Noctuiden, Tortricinen, Tineinen). Die Ader *III* besitzt nur noch drei Endäste, indem der untere primäre Gabelast sich nicht mehr theilt. Durch eine Querader zwischen  $II_5$  und  $III_1$  ist der Theil der Flügelfläche zwischen *II* und *III* abgekammert: es entsteht so die mittlere Discoidalzelle. Durch die Querader von  $III_3$  zu  $IV_1$  wird die Abgrenzung der hinteren Discoidalzelle vollendet. Stamm *IV* verläuft wie gewöhnlich, die Faltenadern sowie Ader *V* des Hinterflügels zeigen nichts Besonderes. Dagegen ist *V* des Vorderflügels kurz vor ihrem Ende scharf gegen den Innenrand gebogen und zieht zu  $\alpha$ . An der Biegungsstelle ist sie mit  $IV_2$  durch eine Querader verbunden. Derartige Verbindungen von  $IV_2$  mit *V* finden wir vielfach bei Phryganiden, nie aber bei Lepidopteren.

Die meisten Trichopteren lassen sich leicht auf die schematische Aderfigur von *Philopotamus* zurückführen, doch giebt es auch Formen, welche Schwierigkeiten bereiten. Ein Eingehen auf dieselben würde uns zu sehr von unserer Aufgabe abziehen, für diejenigen, die sich hierfür interessiren, habe ich in Fig. 6 und 7 der Taf. XXV die Adernetze von *Leptocerus* und *Malona* abgebildet und meine Deutung durch die beigeschriebenen Ziffern ausgedrückt. Auf das Verhalten von *IV*, *V* und  $\alpha$  bei *Malona* werden wir später bei Betrachtung der Nepticuliden zurückkommen (siehe p. 634).

Mit dem schematischen Verhalten von *Philopotamus* wollen wir jetzt das einer in vieler Beziehung primitiven Lepidoptere, der *Micropteryx aureatella* vergleichen (Taf. XXV, Fig. 8).

Die Ähnlichkeit der Adern ist so groß, wie schon der erste Blick auf die Figuren lehrt, dass eine Beschreibung fast unnöthig erscheinen möchte. Wir werden darum hauptsächlich die Punkte besprechen, durch welche sich beide unterscheiden. Zunächst ist bei *Micropteryx* nur die hintere Verbindung von *I* mit dem Vorderrande vorhanden, was übrigens auch bei den meisten Trichopteren der Fall ist. Ader *I* ist mit  $II_1$  durch eine Querader verbunden, eine Verbindung, welche sich deutlich auf dem Vorderflügel eigentlich nur bei niederen Micropteryginen findet, dagegen auf den Hinterflügeln bei der großen Mehrzahl der Lepidopteren von größter Bedeutung ist, denn

*I* und *II*<sub>1</sub> sind bei diesen mehr oder weniger weit zu einer Ader verschmolzen. Zwischen *II*<sub>3</sub> und *II*<sub>4</sub>, eben so zwischen *II*<sub>5</sub> und *III*<sub>1</sub> verlaufen Queradern. Die basale Verbindung von *II*<sub>4</sub> und *II*<sub>5</sub> besteht aus verzogenen Längsaderstücken, ist also genetisch scharf von den vorher genannten zu trennen. Der Stamm *III* gabelt sich in *III*<sub>(1, 2)</sub> und *III*<sub>3</sub>; *III*<sub>(1, 2)</sub> ist getheilt, so dass also drei Endäste von *III* zum Außenrand ziehen. Wir haben uns über die Entstehung dieses Verhaltens oben bei *Blatta* geäußert. *III*<sub>3</sub> ist auf dem Vorderflügel deutlich, auf dem Hinterflügel ganz schwach mit *IV* durch eine Querader verbunden. Die Wurzel von  $\alpha$  ist auf beiden Flügeln »doppelt«, der vordere Theil dieser »Wurzelschlinge« ist das basale Stück von  $\alpha$ , der hintere, welcher einen Spross gegen den Innenrand zu entsendet, ist  $\beta$ , wovon später genauer die Rede sein wird. Die vielen Faltenadern des Trichopterenhinterflügels treffen wir also nicht bei *Micropteryx*. Der Flügelanhang (*Clavus*), den wir bei *Orthopteren*, *Rhynchoten*, *Trichopteren* etc. oft wohl ausgebildet sehen, ist bei allen *Micropteryginen* sehr gut entwickelt. An dem Vorderflügel bildet er einen mehr oder weniger gekrümmten Haken, welcher von dem Falter nach unten umgeklappt, so dass er der Flügelunterseite anliegt, getragen wird, der Kontour des Hinterflügelanhangs springt nicht hakenförmig vor (Taf. XXV, Fig. 8). Das Gebilde habe ich außer von *Fr. MÜLLER*<sup>1</sup> von *Hepialiden* nirgends, auch bei *SPEYER* nicht, erwähnt gefunden; es ist für den *Micropteryx*-flügel sehr charakteristisch und zeigt, wie nahe diese Form noch dem *Trichopteren*stadium steht, worauf die Gleichheit von Vorder- und Hinterflügel und der ganze Geädertypus hinweisen.

Wir wollen nun noch das Geäder einer anderen primitiven Schmetterlingsform, das des *Hepialus sylvinus*, mit dem des *Philopotamus* resp. der *Micropteryx* vergleichen (Taf. XXV, Fig. 9).

Auch bei den *Hepialiden* sind Vorder- und Hinterflügel gleich gebildet. Außer bei diesen und den *Micropteryginen* ist dies bei keiner Schmetterlingsfamilie der Fall, wie *HERRICH-SCHÄFFER* richtig erkannt und betont hat. Die Adern *I* und *II* verlaufen wie normalerweise bei den *Trichopteren*, es erfolgt jedoch die Gabelung von *II*<sub>(2, 3)</sub> viel später als die von *II*<sub>(4, 5)</sub>. *III* zeigt naturgemäß drei, *IV* zwei Endäste; *V* zieht wie gewöhnlich. An Faltenadern ist auf dem Vorderflügel eine und die Spur einer zweiten, auf dem Hinterflügel nur eine zu sehen. Die Querader zwischen *II*<sub>3</sub> und *II*<sub>4</sub> fehlt, diejenigen zwischen *II*<sub>5</sub> und

<sup>1</sup> Siehe *Phryganidenstudien* von *H. u. Fr. MÜLLER* in *Kosmos*. 2. Jahrg. Bd. IV. 4878/79.

$III_1$ ,  $III_2$  und  $III_3$  sind wie die bei *Philopotamus*, die zwischen  $III_3$  und  $IV_1$  ganz ähnlich der bei *Micropteryx*.

Die *Micropteryginen* und *Hepialiden* zeigen sonst gar keine Verwandtschaft mit einander, gleichwohl ist die Anordnung und Verzweigung der Hauptadern bei beiden fast genau dieselbe. Diese Art der Aderung ist das Schema, auf das sich die Aderverhältnisse aller Schmetterlinge in mehr oder weniger einfacher Weise zurückführen lassen.

Das Zustandekommen der für das Lepidopterengeäder vielfach wichtigen sog. *Discoidalzelle* wollen wir nun noch kurz besprechen. Diese entsteht bei den Formen, bei welchen die Queradern das Verhalten von *Hepialus* zeigen, durch die Verkümmern resp. das Ausfallen der basal von den Queradern gelegenen Theile von  $III$  (durch sekundäre Verbindung von  $II_3$  mit  $II_4$  entsteht dann oft bei diesen die »Anhangszelle«), während bei anderen, deren Queradern wie bei *Micropteryx* gestaltet sind, zwischen den primären Gabelästen von  $II$  gelegene Flügeltheile in das *Discoidalfeld* aufgenommen werden, indem  $II_{(4,5)}$  schwach wird oder ausfällt. Zumeist kommt es auch bei den nach diesem Typus gebildeten *Discoidalfeldern* zu einer Querverbindung von  $III_2$  zu  $III_3$ , der dadurch abgegrenzte, zwischen  $III_{(1,2)}$  und  $III_3$  gelegene Flügelwinkel ist dann in das *Discoidalfeld* mit einbezogen. Die Ausdehnungen des *Discoidalfeldes*, wie wir richtiger sagen, da mehrere Flügelzellen in ihm enthalten sind, entsprechen einander also nicht bei den verschiedenen Schmetterlingen. Sie sind für *Hepialus* und *Micropteryx* in den Fig. 9 und 8 der Taf. XXV durch Schraffirung angegeben.

Die Hinterflügel weichen bei allen Schmetterlingen, mit Ausnahme der Angehörigen der eben besprochenen beiden Familien dadurch von den vorderen ab, dass von den Endästen des Stammes  $II$  nur  $II_1$  vorhanden ist. Dieser einzige Endast ist meist mit  $I$  verschmolzen. Der Beweis hierfür wird durch den folgenden Abschnitt geliefert.

#### Ableitung des Schemas des Flügelgeäders der Schmetterlinge mit Hilfe der Ontogenie.

Dass die in dem vorhergehenden Abschnitte niedergelegte, durch vergleichendes Studium der Imagines von Insekten gewonnene Ableitung der ursprünglichen Aderung aller Schmetterlinge richtig ist, wird bewiesen durch die Entwicklungsgeschichte des Schmetterlingsflügels. Über diesen Gegenstand sind schon mancherlei Arbeiten er-

schiene. In der ältesten, derjenigen SEMPER'S<sup>1</sup>, sind hauptsächlich die Hypodermis und die aus ihr entstehenden Gebilde berücksichtigt. LANDOIS'<sup>2</sup> Verdienst ist es, die Entwicklung des Flügels in der Raupe genauer verfolgt zu haben. Seine Angaben über die Entwicklung in der Puppe sind vielfach nicht so brauchbar, wie die SEMPER'S. Über die Lage der Tracheen des Flügels im Verhältnis zu dem Laufe der Adern beim Imago sagt er<sup>3</sup>: »Beim Abstreifen der Haut zur Puppe haben die fein geknäuelten Tracheen bereits genau die Lage, welche die späteren Flügelrippen des Schmetterlings bilden, natürlich in verjüngter Gestalt.« Dass dem nicht so ist, ergibt sich aus diesem Abschnitte meiner Arbeit.

PANCRITIUS<sup>4</sup> bringt keine bemerkenswerthen und SCHÄFFER<sup>5</sup> überhaupt keine Angaben über die Lage der Tracheen im Verhältnis zu der Lage der Adern im Flügel des Imago. Beide haben sich mehr mit der ersten Entstehung des Flügels und mit seiner Histologie beschäftigt. SCHÄFFER fielen wohl die Aderungsverhältnisse nicht auf, weil sich seine ganze Aufmerksamkeit, welche er phyletischen Fragen zuwandte, auf die Eruirung etwaiger Beziehungen zwischen den einzelnen Stadien der Zeichnungsentwicklung erstreckte.

Das Verdienst, die Bedeutung der Ontogenie für die Phylogenie zuerst auch bei diesen Fragen hervorgehoben zu haben, gebührt ADOLPH<sup>6</sup>, wie oben schon erwähnt wurde. Über die Wichtigkeit der ontogenetischen Untersuchung haben sich BRAUER und REDTENBACHER<sup>7</sup> dahin ausgesprochen, dass »die Homologie zweier Flügelrippen entfernt stehender Insekten nur aus der Entwicklung des Geäders, niemals aus dem fertigen Flügel möglich« sei und dass »nur bei nah verwandten Insekten einer Ordnung oder Familie das fertige Geäder einen Maßstab abgeben« kann. Gewiss ist die Bedeutung der Ontogenie sehr groß, aber doch scheinen mir die beiden Verfasser dieselbe in dem citirten Satze etwas übertrieben zu haben, denn die von REDTENBACHER

<sup>1</sup> C. SEMPER, Über die Bildung der Flügel, Schuppen und Haare bei den Lepidopteren. Diese Zeitschr. Bd. VIII. 1857.

<sup>2</sup> H. LANDOIS, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Schmetterlingsflügels in Raupe und Puppe. Diese Zeitschr. Bd. XXI. 1871.

<sup>3</sup> l. c. p. 311.

<sup>4</sup> P. PANCRITIUS, Beiträge zur Kenntnis der Flügelentwicklung bei den Insekten. Diss. Königsberg 1884.

<sup>5</sup> C. SCHÄFFER, Beiträge zur Histologie der Insekten. III. Zool. Jahrbücher. Bd. III. 1889.

<sup>6</sup> l. c.

<sup>7</sup> F. BRAUER und J. REDTENBACHER, Ein Beitrag zur Entwicklung des Flügelgeäders der Insekten. Zool. Anzeiger 1888. Nr. 286.

gegebenen Homologisirungen scheinen mir vielfach auch bei Gliedern verschiedener Familien richtig zu sein; allerdings hätte ihn die Kenntnis der Entwicklung des Schmetterlingsflügels vor den bei der Homologisirung des Geäders begangenen Irrthümer bewahrt. Nach meiner Ansicht kann eine Ableitung bei wenig differenzirten Geädern oder, wenn die genügende Anzahl Übergangsformen aufzufinden ist, auch bei stark differenzirten Geädern sehr wohl in richtiger Weise auf vergleichendem Wege gewonnen werden; absolut gesichert wird sie, wenn die ontogenetischen Befunde mit der phyletischen Ableitung übereinstimmen. Wir werden aber sehen, dass sehr wohl in der Ontogenie auch Bildungen vorkommen, die wir als cenogenetisch zu betrachten haben, und dies scheint nur natürlich, wenn man bedenkt, welche Umwandlungen von der Raupe zum Imago in oft nur wenigen Tagen von dem Thierchen durchgemacht werden. Also allein maßgebend kann die Ontogenie nicht sein.

Den Unterschied zwischen dem definitiven Flügelgeäder und dem im Puppenstadium hat uns bei Schmetterlingen, und zwar den Vanessen, zuerst VAN BEMMELEN<sup>1</sup> etwas eingehender beschrieben. Seine Angaben kann ich bestätigen. Er verweist richtig darauf, dass die basalen Theile von *III* bei Cossiden, Hepialiden und Micropteryginen erhalten seien, worauf ja schon von den verschiedensten Seiten aufmerksam gemacht worden war.

Eingehender mit der Vergleichung der Befunde bei Vanessa mit den Geädern dieser uralten Formen scheint er sich nicht beschäftigt zu haben, denn einmal entsprechen einander keineswegs die von ihm mit den gleichen Zahlen von 7 an aufwärts bezeichneten Hinterflügeladern auf seinen Figuren. Dann hätten, wenn er die Identität der Vorder- und Hinterflügeladerung der primitiven Familien erkannt hätte, die Versehen in seinen Fig. 10, 11 und 14 (nach der Tafelerklärung, auf der Tafel mit 8, 9 und 4 bezeichnet) — welche nicht wohl nach der Natur gezeichnet sein können, da sie die Aderverhältnisse ganz verzerrt wiedergeben — nicht wohl vorkommen können. In Fig. 10 ist nämlich kein Theil des Gebietes von *II* in die Schraffur einbezogen, mit der das Discoidalfeld bezeichnet ist. Bei Fig. 11 und 14 ist dies geschehen, die schraffirten Theile entsprechen also einander nicht, worauf im Texte nicht hingewiesen ist. Eine Micropteryx, deren Flügel Form oder Aderung besitzen, wie sie die VAN BEMMELEN-

<sup>1</sup> J. F. VAN BEMMELEN, Die Entwicklung der Farben und Adern auf den Schmetterlingsflügeln. Nederl. dierk. Vereeniging. Deel II. Afl. 4. 1889. — De ontwikkeling der vlinderfleugels in de pop. K. Natuurk. Vereeng. in Nederlandsch-indie. No. 6. 1890. Mit 4 Tafel.

sche Fig. 11 zeigt, ist mir nicht bekannt und existirt sicher nicht, denn alle von mir untersuchten Arten zeigen einen meiner Abbildung (Taf. XXV, Fig. 8) sehr ähnlichen Aderverlauf und stets eine große Übereinstimmung von Vorder- und Hinterflügel. Aber auch die Geäder der Imagines der Vanessen hat VAN BEMMELEN offenbar nicht hinlänglich genau angesehen, denn die Fig. 5, 9, 13 und 14 (nach der Tafelerklärung, mit 3, 1, 2 und 4 auf der Tafel bezeichnet) sind sämmtlich mehr oder weniger unrichtig. Es ist nämlich bei allen eine Ader zu wenig gezeichnet, was offenbar nicht auf einem Versehen des Lithographen beruht, da auch nur 11 Adern mit Ziffern bezeichnet sind; höchst wahrscheinlich hat VAN BEMMELEN Ader  $II_1$  nicht gesehen, und doch kann man sie am entschuppten Flügel sehr gut mit der Lupe erkennen. Die Ursprungsverhältnisse der Adern  $III_2$  und  $III_1$  (und diese sind principiell sehr wichtig) sind durchweg unrichtig dargestellt. In Fig. 9 ist  $II_5$  und  $III_1$  zu einer Endgabel fälschlich verbunden, statt  $II_4$  und  $II_5$ , während dies sonst richtig abgebildet ist.

In einer vorläufigen Mittheilung hat jüngst E. HAASE<sup>1</sup> die Ergebnisse von Untersuchungen über die Ontogenie des *Papilio machaon* veröffentlicht. Zunächst bestätigt er BRAUER und REDTENBACHER's Angabe über die Entstehung der sog. »Costa« für den Schmetterling. Den Cubitus bezeichnet er als dreizinkig, indem er die Ader  $V$  als einen Ast desselben anspricht. Wir haben schon weiter oben, bei Darstellung des Blattaflügelgeäders, ausgeführt, wesshalb wir  $V$  als den anderen Hauptstämmen gleichwerthige Ader auffassen. Zu HAASE's Angabe, dass die sog. »Costa« der Hinterflügel bei *Papilio* aus der Verwachsung der Subcostalen ( $I$ ) mit dem ersten Radialast ( $II$ ) hervorgehe, ist zu bemerken, dass dies nur für den peripheren Theil gilt, denn an der Basis bleiben sie getrennt, wodurch die vordere Wurzelzelle gebildet wird. Die Ontogenie anderer Falter scheint HAASE nicht bekannt gewesen zu sein, denn sonst müssten wir über die Verhältnisse von  $II$  des Vorderflügels vergleichende Bemerkungen finden.

Zum Schlusse dieses Abschnittes habe ich noch Angaben FRITZ MÜLLER'S<sup>2</sup> zu erwähnen. Gewissermaßen als Ergänzung zu SPEYER's Arbeit legt er die von diesem behauptete Übereinstimmung des Geäders von Trichopteren und Lepidopteren an zwei Beispielen genauer dar, indess nur die Verhältnisse des Spreitentheils, indem er auch darauf hinweist, dass Vorder- und Hinterflügel bei den Hepialiden gleich gebildet sind. Hervorzu-

<sup>1</sup> ER. HAASE, Zur Entwicklung der Flügelrippen der Schmetterlinge. Zool. Anz. 1894. Nr. 360.

<sup>2</sup> Phryganidenstudien von H. und FR. MÜLLER, Kosmos. 2. Jahrgang. Bd. IV. 1878/79.

heben ist außer der oben erwähnten Bemerkung über den Flügelanhang bei *Hepialus*<sup>1</sup>, dass FR. MÜLLER die Übereinstimmung des Phryganidengeäders mit dem Puppengeäder der Schmetterlinge bekannt ist, und dass er das Subimagonalstadium sehr richtig namentlich zur Deutung des Tagfaltergeäders heranzieht. Ich hebe hervor, dass dieser vorzügliche Forscher somit uns bereits eine richtige Auffassung des Schmetterlingsgeäders lehrt, — hätte ich auch diese Ausführungen, die ich erst, nachdem ich die Arbeit vollständig abgeschlossen hatte, kennen lernte, früher angesehen, so wäre mir manche Mühe erspart geblieben, indessen bereue ich den eingeschlagenen Weg nicht, da er mich zum richtigen Ziele geführt hat. Die allgemeinen Resultate dieser Arbeit sind also größtentheils durch FR. MÜLLER schon früher kurz ausgesprochen worden —; ich glaube indess, dass ich doch so viel Neues und Wissenswerthes hier beibringe, dass es nicht ohne Nutzen namentlich für die Schmetterlingssystematik sein wird, wenn ich diese Arbeit in ihrem vollen Umfang veröffentliche.

Nach dieser Übersicht über die Litteratur<sup>2</sup> mögen, bevor wir uns der Betrachtung einzelner Geäder zuwenden, zuvor kurz die Untersuchungsmethoden angegeben werden. Wenn die Raupenhaut abgestreift wird, ist die Anlage der großen definitiven Tracheenstämme vollendet. Sie sind das erste, was von den definitiven Adern angelegt wird. Hier hat nun unsere Untersuchung einzusetzen. Auf Schnittserien den Tracheenverlauf zu verfolgen, ist nicht zu empfehlen, dazu giebt es weit bequemere und bessere Methoden. Am besten ist es natürlich die Verhältnisse am lebenden Thier zu beobachten. Dies geschieht, indem man die lebenden Puppen in Wasser bringt, und dann, da die Trübung des Bildes durch die Unregelmäßigkeiten der Puppenoberfläche jetzt verhindert ist, mit schwachen Vergrößerungen die mit Luft gefüllten und deshalb leicht sichtbaren Tracheenstämme verfolgt. Natürlich ist dies Verfahren nur bei Puppen mit durchscheinender Flügelhülle anwendbar, deren giebt es jedoch, außer bei den Bombyciden und Noctuiden, nicht zu viele. Puppen aber, die eben die Raupenhaut abgestreift haben, sind stets ziemlich durchsichtig, die Bestandtheile der Puppenhülle werden ja erst nach dem Abstreifen der Raupenhaut abgeschieden. Diese sind also das geeignetste Objekt zur Beobachtung. Bei undurchsichtigen Puppen empfiehlt es sich folgender-

<sup>1</sup> Siehe vorn p. 609.

<sup>2</sup> Die in der Unmasse der entomologischen Litteratur sich hier und da vordringenden kleineren Notizen kann ich nicht alle erwähnen, es stand mir auch keineswegs die ganze Litteratur, die in so vielen Vereinszeitschriften zerstreut ist, zur Verfügung.

maßen die Flügel bloß zu legen. Man schneidet an der Schulter des Vorderflügels ein, schneidet dann einwärts vom Vorderrand des Flügels fort bis zu dessen Ende, dann nach außen dem Saum entlang. Wenn der Schnitt tief genug geführt ist, kann man nun Vorder- und Hinterflügel zusammen aufklappen und dann den Innenrand und die Ursprungsstellen der Flügel ganz lostrennen. Man erhält so beide Flügel in situ und kann bei der Durchsichtigkeit junger Flügel die Adern bequem verfolgen. Ältere Flügel, welche nicht mehr so zart sind und bei welchen der Vorderflügel nicht mehr fest mit der Puppenhülle verbunden ist, können aus der Puppe herauspräparirt werden. Bei kleinen Faltern ist die Präparation oft recht schwierig.

Wir beginnen naturgemäß unsere Darstellung mit Formen, bei welchen die Tracheenlage genau das Schema wiedergiebt, um uns dann solchen zuzuwenden, bei denen geringere Modifikationen vorliegen, und schließlich stark abweichende Bildungen zu besprechen.

Zunächst betrachten wir *Mamestra brassicae* (Taf. XXV, Fig. 12), welche mit vielen anderen Noctuiden, entsprechend der Übereinstimmung des definitiven Geäders, genau übereinstimmende Vorkommnisse zeigt. Wir sehen nur Längsadern,  $I$ ,  $II_1$  bis  $II_5$ ,  $III_1$  bis  $III_3$ ,  $IV_1$  und  $IV_2$ ,  $V$ ,  $\alpha$  und  $\beta$ , welche gegabelt verläuft, genau, wie wir es nach dem Schema erwarten mussten. (Die Gabelung von  $\beta$  findet sich auch bei *Micropteryx*, wir sehen nämlich von dem Theil, welcher sich an  $\alpha$ , die Wurzelschlinge bildend, anschließt, eine Ader gegen den Innenrand des Flügels verlaufen; der Einfachheit halber werden wir die beiden Endäste von  $\beta$  nicht gesondert bezeichnen, da eine phyletische Bedeutung der Ader  $\beta$  nur in sehr geringem Maße zukommt —). Das definitive Geäder (Taf. XXV, Fig. 13) geht aus diesem Subimaginalstadium, wie ich es in einer früheren Arbeit, in der ich meine Ansichten kurz berühren musste, genannt habe<sup>1</sup>, dadurch hervor, dass  $III_1$  sich mit  $II_{(4,5)}$  verbindet und in der Nähe der Gabelungsstellen  $III_2$  mit  $III_3$  und  $III_3$  mit  $IV_1$  durch Queradern verbunden werden, wodurch die Umgrenzung des Discoidalfeldes vollendet wird; indem  $II_3$  und  $II_4$  sich auf eine kurze Strecke an einander legen, wird die sog. Anhangszelle abgeschlossen. Die basalen Theile von  $III$  verschwinden, eben so  $\beta$ ;  $V$  ist nur eine schmale Falte im fertigen Flügel. Die Begrenzung des Discoidalfeldes wird außer zwischen  $III_2$  und  $IV_1$  durch verzogene primäre Längsadern gebildet. Die Begrenzung des Discoidalfeldes besteht somit gegen den Außenrand zu auch aus Theilen von Längsadern, die einzelnen Bestandtheile

<sup>1</sup> A. SPULER, Zur Phylogenie der Papilioniden. Zool. Jahrbücher 1892.

seiner Außengrenze sind also nach ihrem Ursprung nicht gleichwerthig. Wenn die basalen Theile von *III* verschwinden, so müssen die Endäste dieses Stammes mit anderen Basaltheilen in Verbindung treten. Die Tracheen von *III*<sub>1</sub> und *III*<sub>2</sub> werden an *II*, die von *III*<sub>3</sub> an *IV* angeschlossen, wie es die wellenförmigen Linien auf Fig. 13 angeben. Auf die Unterflügel werde ich alsbald zu sprechen kommen.

Gerade so schematisch ist die Anlage bei allen Noctuiden, die ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, ferner bei *Phalera bucephala* (Taf. XXV, Fig. 14), einer Notodontide. Auch das definitive Geäder ähnelt dem der Noctuiden, jedoch sind die Endäste von *III* stärker aus einander gezogen. Eben so konnten wir es noch bei vielen Schmetterlingen konstatiren, auch bei Tortriciden und auch bei Gracilariden (Taf. XXVI, Fig. 25).

Bei all diesen ist auch das Definitive nicht stark vom Einheitsstadium abweichend. Ein recht instruktives Beispiel um zu zeigen, dass auch schon recht bedeutend modificirte Geäder genau das Schema im Subimagnalstadium wiederholen können, ist *Harpyia*. In Fig. 15, Taf. XXV gebe ich eine Abbildung der Puppenflügel von *H. vinula*, in Fig. 15a, Taf. XXV bilde ich das definitive Geäder von *H. ereminea* ab, welches sich genau wie das von *H. vinula* verhält. In dem Verlauf der schematisch sich verzweigenden Tracheen (Fig. 15) ist der definitive Zustand dadurch angebahnt, dass *II*<sub>4</sub>, *II*<sub>5</sub>, *III*<sub>1</sub> und *III*<sub>2</sub> gegen die Flügelspitze zu verzogen sind und *II*<sub>4</sub> ganz bedeutend *II*<sub>3</sub> genähert ist. Im definitiven Flügel (Fig. 15a) entspringen *II*<sub>3</sub>, *II*<sub>4</sub> und *II*<sub>5</sub> von einem Stiel, welcher gleich *II*<sub>3</sub> + *II*<sub>(4,5)</sub>, resp. + *II*<sub>4</sub> ist. Die vordere Begrenzung der ein ausgezogenes Parallelogramm bildenden Anhangszelle bildet *II*<sub>(2,3)</sub>, diejenige gegen die Spitze des Flügels *II*<sub>3</sub>, die dem Flügelsaum gegenüber liegende Grenze wird von *II*<sub>(4,5)</sub> + *III*<sub>1</sub> gebildet und endlich die Basale von *II*<sub>(4,5)</sub>. *III*<sub>3</sub> ist der Ader *IV*<sub>1</sub> genähert. Nur das Verbindungsstück von *III*<sub>3</sub> mit *IV*<sub>1</sub> ist eine Querader, sonst wird die ganze Umgrenzung des Discoidalfeldes und der Anhangszelle von verzogenen Längsadern gebildet. Der Hinterflügel zeigt uns die Adern *I*, *III*, *IV*, *V*,  $\alpha$  und  $\beta$  wie der Vorderflügel, *II* entsendet nahe der Wurzel einen Ast, welcher der Ader *I* genähert hinzieht. Sonst verläuft *II* ungetheilt. Dies ist das modificirte schematische Verhalten des Hinterflügelgeäders. Dadurch dass *II*<sub>1</sub> größtentheils mit *I* verschmilzt, *III*<sub>1</sub> ein Stück weit mit *II*, *III*<sub>3</sub> eben so mit *IV*<sub>1</sub> sich verbinden, entsteht das definitive Geäder (vgl. Fig. 15 mit Fig. 16). Den gleichen Aderverlauf zeigt uns der Hinterflügel von *Vanessa Io* (Taf. XXV, Fig. 18), eben so der von *Coriscium cuculipenellum* (Taf. XXVI, Fig. 26). Diese Beispiele mögen genügen; wir sehen daraus, dass in den ver-

schiedensten Schmetterlingsfamilien die Adern nach einem Schema angelegt werden.

Aber so genau, wie die bis jetzt angeführten Falter kopieren nicht alle das Schema. Vielfach existiren Modifikationen, und wir wollen die wesentlichsten kennen lernen. Wir haben dabei zuzusehen, ob sich nicht Vorkommnisse finden, welche einer allgemeinen und ausnahmslosen Gültigkeit unseres Schemas zu widersprechen scheinen und müssen dann die scheinbaren Widersprüche aufklären.

Auf Taf. XXV, Fig. 26 gebe ich eine Abbildung des Puppengeäders von *Teras logianum*. Von Ader  $IV_1$  aus sehen wir einen Nebenast gegen  $III_3$  ziehen. Wir werden später dies Vorkommnis wiederfinden und dann es diskutieren.

Interessant ist vor Allem der Nebenast von  $III_3$ , welcher sich bei dem abgebildeten Exemplar vorfand. Wir haben oben im Anfang der vergleichenden Ableitung des Lepidopterenschemas gezeigt, dass Stamm *III* deshalb nicht vier, sondern nur drei Endäste zum Saume schickt, weil schon sehr früh (bei Formen im Orthopterenstadium) der hintere primäre Gabelast dieses Systems sich nicht mehr spaltet. Erinnern wir uns an dies, so werden wir in dem Verhalten des abgebildeten Terasflügels eine individuelle Rückschlagsbildung sehen. Der fertige Flügel, welcher sich aus dieser Anlage entwickelte, war ganz normal.

Die Adern *III* und *IV* werden, mit Ausnahme der Falter mit ganz verkümmertem Geäder, fast immer mit drei bezw. zwei Endästen angelegt, dagegen finden sich Abänderungen im Bereich von *II* ziemlich oft, auch individuelle Schwankungen sind nicht selten. Die Abbildung Taf. XXV, Fig. 46 von *Dasychira pudibunda*, einer Liparide, zeigt uns *II* in der Weise ausgebildet, dass  $II_{(4,5)}$  früher vom Hauptstamme sich abzweigt als  $II_1$ . Bei Rhopaloceren findet sich dies vielfach. Schon bedeutend der Flügelbasis genähert ist die Trennungsstelle bei *Papilio machaon* (Taf. XXV, Fig. 47), um bei *Vanessa* eventuell fast bis zur Flügelwurzel zu rücken (Taf. XXV, Fig. 48 von *Vanessa Io*). Als Falte im Discoidalfeld, eventuell sehr deutlich in der Zeichnung angegeben, ist der basale Theil von  $II_{(4,5)}$  bei dem definitiven Rhopalocergeäder zu erkennen; eben so verhalten sich die rückgebildeten Theile von Stamm *III* (Taf. XXV, Fig. 49).

Eine andere abweichende Bildung von *II* zeigt uns *Earias chlorana* (Taf. XXV, Fig. 20), eine Nycteolide. Hier bleibt  $II_{(4,5)}$  sehr lange an den Stamm angeschlossen, erst nachdem sich auch  $II_2$  gegen die Flügelspitze ziehend abgezweigt hat, löst sich der Stamm in  $II_3$  und  $II_{(4,5)}$  auf. Bei *Acronycta auricoma* fand ich eine ganz schematische Anlage des Geäders, dagegen bei einer Puppe von *Acr. rumicis*

merkwürdigerweise  $II_{(4,5)}$  an  $III_1$  angeschlossen (Taf. XXV, Fig. 24), dieser Fall ist als individuelle Abweichung aufzufassen.

Wir haben bis jetzt nur Formen erwähnt, bei welchen sämtliche Endäste vorhanden waren. Es kommt indessen vor, und zwar nur bei Formen, welche im definitiven Geäder auch nicht alle Endäste besitzen, dass schon bei der ersten Anlage der definitiven Adern in Form von Tracheenstämmen eine fehlt. Als Beispiel mögen die Sphingiden dienen (Taf. XXV, Fig. 22 von *Smerinthus ocellata*). Wir sehen da nur vier Endäste von  $II$ ; der Ausfall kommt dadurch zu Stande, dass  $II_{(2,3)}$  sich nicht mehr gabelt; dass dem so ist, ergibt sich durch die Vergleichung der Lageverhältnisse der Äste von  $II$  bei den Sphingiden mit denen bei den anderen Formen.  $II_4$  und  $II_5$  stützen nämlich bei den meisten Großschmetterlingen den vordersten Theil des Saumes,  $II_2$  und  $II_3$  den geschwungenen Endtheil des Vorderrandes und die Flügelspitze. Bei den Sphingiden (Taf. XXV, Fig. 22a) ist der Saum ziemlich groß und seine Ausspannung durch zahlreiche Adern nur vortheilhaft. Wir können uns daraus erklären, warum  $II_4$  und  $II_5$  erhalten sind.  $II_2$  stützt gewöhnlich den geschwungenen letzten Theil des Vorderrandes. Nun ist aber dieser bei den Sphingiden sehr wenig geschwungen, also die besondere Stütze des sonst geschwungenen Theils ziemlich überflüssig. Der Vorderrand ist dadurch sehr verstärkt, dass  $I$ ,  $II_1$  und  $II_{(2,3)}$  ganz dicht an einander liegen, für Ader  $II_2$  ist so zu sagen gar kein Platz mehr. Diese Betrachtung erklärt uns, warum ein Endast ausfallen konnte, sie sagt uns aber auch, dass  $II_2$  und nicht etwa  $II_3$  der ausgefallene Endast ist, während wir aus der Ontogenie nur entnehmen konnten, dass ein Endast von  $II_{(2,3)}$  ausgefallen sei. Dies eine Beispiel schon zeigt, wie wichtig die phyletische Betrachtung ist, und dass sie zu viel detaillirteren Resultaten führt als die Ontogenie.

Einer unserer gewöhnlichsten Schmetterlinge, *Pieris brassicae* zeigt einen Verlauf der Tracheen, der ganz von unserem Schema abzuweichen scheint. Nur wenn es uns gelingt, diesen Fall in überzeugender Weise mit dem Schema in Einklang zu bringen, kann dieses allgemeine Gültigkeit beanspruchen. Gewöhnlich bietet das Geäder jüngerer Puppen von *P. brassicae* das Bild, das in Fig. 23, Taf. XXV wiedergegeben ist, seltener das der Fig. 24, welches sich in der Regel bei Flügeln von Raupen der *P. brassicae*, welche sich zur Verpuppung festgesponnen haben, und gewöhnlich bei Puppen von *P. rapae* findet. Das Geäder ist auf Fig. 23 folgendermaßen angeordnet: Stamm  $II$  entsendet sechs Endäste,  $III$  einen bis zum Saum und einen bedeutend kürzeren,  $IV$  hat außer den zwei stets vorkommenden noch einen kurzen Ast, welcher bis dicht an  $III$  zieht. In diesem Verlauf

haben wir das Vorwegnehmen eines späteren Stadiums zu erblicken. Dass die Anlage von *II* von dem Schema abweicht, haben wir bei verschiedenen Familien gesehen, so bei Nycteoliden, Sphingiden, Papilioniden, Nymphaliden. Bei allen ist die Abweichung derart, dass die erste Anlage eine Zwischenstufe zwischen dem Schema und dem definitiven Geäder repräsentirt; wir haben es also stets mit der Vorausnahme eines späteren Zustandes zu thun. Dass solche cenogenetische Vorgänge vorkommen, erscheint nur natürlich, wenn man bedenkt, wie groß die Umwandlungen sind welche die Thiere in der kurzen Puppenzeit von der Raupe zum Imago durchmachen und wie da jede Abkürzung des Verlaufes resp. Vereinfachung der Umlagerungen von Vortheil sein muss; man muss sich nur darüber wundern, mit welcher Konstanz bei den meisten Faltern das Schema wiederholt wird. Dass von  $IV_1$  ein stärkerer Ast zu  $III_3$  hinzieht, was wir auch sonst finden (siehe Taf. XXV, Fig. 26), ist ebenfalls eine Vorausnahme. Es ist die frühzeitige Anbahnung des Anschlusses der Ader  $III_3$  an  $IV_1$ , welchen wir bei den meisten fertigen Schmetterlingsgeädern treffen (siehe Taf. XXV, Fig. 43).

In welcher Weise können wir nun zeigen, dass die auffällige Bildung von *II* und *III* bei *Pieris* auch nur als cenogenetische Vorwegnahmen zu deuten sind, dass also die Verhältnisse der *Pieris* nicht principiell sondern nur graduell von den sonstigen verschieden sind? Erstens indem wir in der Ontogenie des *Pieris*geäders nach Vorgängen suchen, welche uns zeigen, in welcher Weise die jetzige Form aus dem Schema hervorgegangen ist, zweitens indem wir nachweisen, dass, phyletisch betrachtet, das *Pieris*geäder auf das Schema zurückführbar ist.

Gehen wir in der Ontogenie weiter zurück, indem wir uns einen Flügel ansehen, welcher aus einer Raupe herauspräparirt ist, welche sich zur Verwandlung angeheftet hat, so finden wir den in Fig. 24 abgebildeten Verlauf der Flügeladern, wie auch bei jungen Puppen von *Pieris rapae*. *III* besitzt noch zwei vollständige Endäste. Hieraus geht das Verhalten der Fig. 23 dadurch hervor, dass  $III_2$  an *II* angeschlossen wird. Denken wir uns, dass dieser Vorgang sich, bevor die Anlage der definitiven Tracheen beendet ist, latent schon einmal abspielte, fassen wir demnach den vor  $III_2$  gelegenen Saumast als  $III_1$  auf, so verstehen wir in welcher Weise das Bild der Fig. 24 aus dem Schema hervorging. Es ist dieser Anschluss der Tracheen von  $III_1$  und  $III_2$  an *II* in der That ein Vorgang, der sich später vielfach vollzieht (Taf. XXV, Fig. 43 und 26); dass er bei *Pieriden* so früh auftritt, können wir vielleicht dadurch erklären, dass bei ihnen, wie SCHÄFFER<sup>1</sup> gezeigt hat,

<sup>1</sup> l. c. p. 643.

eine vollständige Rückbildung der Tracheen statthat. Diese ganzen Betrachtungen sind aber nur dann einwurfsfrei, wenn wir nachweisen können, dass zu *III* bei den Pieriden wirklich drei Endäste gehören.

Wir haben noch Pieriden, bei welchen alle dreizehn zum Vorder- und Außenrande ziehenden Äste vorhanden sind, also auch die drei von *III*<sub>1</sub>, denn mehr als dreizehn haben wir bei keinem Schmetterling, wenn wir von einzelnen Micropteryx absehen, bei welchen (z. B. Fastuosella) der oder jener Endast von *II* noch eine kurze Endgabel besitzen kann. Eine derartige Pieride ist Leucophasia sinapis (Taf. XXV, Fig. 25, nach HERRICH-SCHÄFFER). Die nächsten Verwandten der Pieriden sind außer den Lycaeniden die Papilioniden und die Nymphaliden. Bei allen diesen sind drei Endäste von *III* vorhanden (Taf. XXV, Fig. 17, 18, 19, 27); das definitive Pieridengeäder unterscheidet sich von diesen nur durch das Fehlen eines Endastes von *II* (Taf. XXV, Fig. 23a). Dieser fehlt auch der ersten Anlage desselben dadurch, dass *II*<sub>(2,3)</sub> ungegabelt bleibt, ein Verhalten, das wir bei den Sphingiden ausführlich besprochen haben. Vereinzelt steht diese unvollständige Anlage von *II* bei den Pieriden nicht unter den Rhopaloceren, wie man sich an der Abbildung (Taf. XXV, Fig. 27) von Lycaena Amphidamas (Helle) überzeugen kann.

Nachdem ich diese Ausführungen niedergeschrieben hatte, fand ich zufällig eine anormale Pieris brassicae-Puppe, bei welcher *III* die schematische Theilung in drei Endäste zeigt (Taf. XXV, Fig. 28), welche die vorstehenden Ausführungen somit hübsch bestätigt; offenbar haben wir es hier mit einer atavistischen Bildung zu thun. Von dem Pieridenunterflügel muss ich bemerken, dass das Verhalten von *III* sich bei ihm gerade so wie bei dem Vorderflügel erklärt und, dass es mir nicht gelungen ist die Anlage von *II*<sub>1</sub> aufzufinden (Taf. XXV, Fig. 24).

In vorstehenden Ausführungen glaube ich nachgewiesen zu haben, dass die Pieriden in keiner Weise Veranlassung geben, die Gültigkeit des Schemas anzuzweifeln. Auch sonst finden sich hier und da abweichende Bildungen, doch kann stets in der Weise, wie wir es für die Pieriden durchgeführt haben, nachgewiesen werden, dass sie der Gültigkeit des Schemas keinen Abbruch thun.

#### Feststellung des Begriffs »Flügelader« bei den Schmetterlingen.

In den folgenden speciellen Ausführungen werden meine Angaben und Abbildungen denen HERRICH-SCHÄFFER's, ZELLER's und v. HEINEMANN-WOCKE's vielfach widersprechen. Ich werde nicht auf die einzelnen Differenzpunkte eingehen; ich muss jedoch hervorheben, dass sich oft recht bedeutende Unterschiede zwischen dem thatsächlichen Verlauf

des Geäders und den Abbildungen der Autoren finden, wovon man sich durch Vergleichung der Abbildungen von *Gemistoma spartifoliella* nach HERRICH-SCHÄFFER und ZELLER (Taf. XXVI, Fig. 33 und 34) und der nach meinen Befunden (Taf. XXVI, Fig. 31 und 32) überzeugen kann. Den Grund für die oft bedeutenden Differenzen sehe ich einmal darin, dass es bei den kleinsten Faltern oft nicht leicht ist, den Aderverlauf festzustellen (und die angeführten Autoren scheinen vielfach nur mit der Lupe gearbeitet zu haben), zweitens darin, dass die Autoren nicht all das als Adern (resp. »Rippen«, wie sich die Lepidopterologen meist ausdrücken) angesehen haben, was ich als solche auffasse. Es dürfte daher zweckmäßig sein, an dieser Stelle aus einander zu setzen, was wir als »Ader« bezeichnen.

Die vollständige Ader des Schmetterlingsflügels besteht aus einer mehr oder weniger von der Flügelfläche abgegrenzten, mit Hypodermis ausgekleideten, aus zwei Theilen bestehenden Chitinröhre, in welcher die Trachee und die sog. »Rippe« verlaufen. Auf Querschnitten (s. Taf. XXV, Fig. 29 von *Triphaena pronuba*) sieht man, dass das Chitin aus zwei Schichten besteht, einer wirklichen Chitinschicht und einer anderen, welche der Hypodermis (*hy*) direkt angelagert ist, einer Schicht, welche sich noch deutlich mit den Reagentien färbt, also wohl aus einer noch nicht vollständig in Chitin umgewandelten Substanz besteht. In der Regel springen die Adern nach der Unterseite (*Us*) bedeutend weiter vor als nach der Oberseite (*Os*). Besonders stark verdickt ist das Chitin an den Stellen, an welchen die Ader an die Unterseite der Flügelfläche anstößt (*l*), so dass hier also zwei dickere Chitinleisten verlaufen. In dem Lumen der Ader sehen wir eine Trachee (*tr*), welche mehr oder minder deutlich sog. »Spiralringe« zeigt. Da die Zellkerne ungefähr in Ringen um die größeren Tracheen angeordnet sind, dürfen wir bei der Bedeutung, die wir gegenwärtig dem Zellkern bei der Sekretion zumessen, Beziehungen zwischen der Lagerung der Kerne und der ungefähr in Ringen gelegenen Verdickungen der Tracheenwand vermuthen, auf jede Kernreihe kommen viele Chitinverdickungen; dass die Verdickungen nur durch die Lagerung der Kerne bedingt seien, will ich damit natürlicherweise nicht behaupten. Außer der Trachee sehen wir noch die sogenannte »Rippe« SEMPER's (*r*) und Blutkörperchen (*blk*), welche uns beweisen, dass auch im ausgebildeten Flügel die Adern als Blutbahnen funktioniren. Dies gilt indess nicht für alle Schmetterlinge mit harten Flügeln.

Von den Bestandtheilen der Ader werden zuerst die großen Tracheenstämme angelegt (*tr*, Taf. XXV, Fig. 30, von einer ganz jungen Puppe von *Pieris brassicae*), welche in Bahnen zwischen den Proto-

plasmaverbindungen der beiden Hypodermis-schichten (*hy*) verlaufen. In dem jungen Flügel finden wir eine Masse von Stoffpartikeln zum Theil in Form sog. »Körnchenkugeln« an Blutzellen (*blk*) gebunden. Auf der Oberseite stehen die Hypodermiskerne viel dichter (sie haben die Puppenhülle abzusondern) als auf der Unterseite. Hier sehen wir gegenüber von solchen Tracheenstücken, welche ihre definitive Lage im Flügel schon eingenommen haben, als erste Andeutung der Hypodermis-bildungen der zukünftigen Ader eine Anhäufung der Hypodermiskerne (*hy*<sup>1</sup>). Den Tracheen folgend wachsen dann, wie schon SEMPER<sup>1</sup> angegeben, die »Rippen« in den Flügel ein. Sehr früh schon finden sich im Flügel neben den senkrecht zur Oberfläche verlaufenden auch ungefähr parallel zu derselben in Bogen angeordnete Plasmastränge. Indem diese zunehmen, werden die zwei Hypodermis-schichten von einander abgegrenzt. Gleichzeitig rücken die beiden Lamellen näher aneinander, während das Lumen an den Adern weiter bleibt, und je mehr das Lumen zwischen den Flächen des Flügels schwindet, desto mehr lokalisiert sich der Blutstrom in den Adern.

Die Haupttracheen zeigen deutlich eine Menge von Nebenästchen, welche nach beiden Seiten wie die Fiedern einer Feder in die Flügel-fläche verlaufen, an ihrem Ende eine Zelle mit intracellulärer Tracheen-bildung zeigend; später verästeln sich diese Nebentracheen. SEMPER hat sie offenbar gesehen, bei LANDOIS finde ich sie nicht erwähnt. Ob sich einige etwas allgemein gehaltene Sätze in SCHÄFFER's Arbeit<sup>2</sup> auf die Nebentracheen beziehen, ist mir nicht klar geworden.

Woher sie kommen, konnte ich nicht sicher feststellen, es scheint mir jedoch nicht unwahrscheinlich, dass sie mit den Knäueltracheen in Zusammenhang stehen, welche bei der Auftreibung der Flügel zur Zeit der Umwandlung der Raupe in die Puppe sich strecken. Diese Knäueltracheen ständen dann also in innigen Beziehungen zu den sekundär entstandenen Haupttracheen. Die dieser Deutung widersprechende Angabe LANDOIS' (l. c. p. 340), dass nur so viele Tracheen die Tracheenknäuel bildeten, als später sich Haupttracheen im Flügel befänden, ist unrichtig, wie man leicht an einer ganz frischen Puppe konstatiren kann, denn man sieht eine Menge feiner Tracheen in Zügen den Haupttracheen ungefähr parallel verlaufen. Die Nebentracheen gehen oft zu Grunde, doch giebt es nicht wenig Heteroceren, bei denen sie zeitlebens erhalten bleiben. Da ich nirgends eine Angabe über dieses Vorkommen finden konnte, bilde ich sie ab und zwar von *Laverna vanella* (Taf. XXV, Fig. 34). Das wiedergegebene Stück stammt

<sup>1</sup> l. c. p. 330.

<sup>2</sup> l. c. p. 642, Ende.

vom Innenrand des Vorderflügels, an welchem sie, eben so wie am Vorderrand, am besten entwickelt zu sein pflegen. Man sieht aus der Figur, wie sie ziemlich scharf von der Haupttrachee abbiegend den Ansatzlinien der Schuppenreihen ungefähr parallel verlaufen und sich in mehrere unregelmäßig ziehende Endäste auflösen. Am Vorderrand sieht man hier und da eine von *I* stammende Nebentrachee eine längere Strecke von Spitze gegen Basis in der sog. Costa verlaufen, woraus sich schon ergibt, dass die Costa keine den anderen Adern homologe Bildung ist. Nur selten und bei robust gebauten Faltern begleiten die Nebentracheen Chitinverdickungen, so z. B. bei *Cossus ligniperda*. Da sich aus solchen Nebentracheen die Querverbindungen im Schmetterlingsgeäder entwickeln, so können wir in ihnen nur die Homologa der Netzaern bei reticulären Flügelgeädern sehen. Einen scharfen Gegensatz zwischen reticulärem Geäder und nicht reticulärem Geäder können wir in Folge dessen nicht annehmen; dass ein genetischer Gegensatz zwischen den beiden Geäderformen nicht existirt, wird z. B. schon durch das Vorkommen echter Blattiden mit und ohne Netzgeäder bewiesen.

Die Adern zeigen nun nicht immer die vollständige Ausbildung, welche wir oben beschrieben haben (Taf. XXVI, Fig. 4). Sehr oft, namentlich bei distalen Adertheilen fehlen die Rippen, das Chitin der Oberseite kann kaum noch oder gar nicht mehr verdickt sein. In ihren Chitintheilen wohl ausgebildeten Adern kann Rippe, Trachee oder Rippe und Trachee fehlen, es verlaufen aber auch namentlich in basalen Flügeltheilen häufig Tracheen, ohne von besonderen Chitinbildungen begleitet zu sein. Schließlich kann die Verkümmernng einer Ader so weit gehen, dass nur noch meist konkave Falten — konkav, weil ja die Aderbildungen größtentheils auf der Unterseite des Flügels gelegen sind — uns anzeigen, dass an den betreffenden Stellen Adern angelegt worden sind. Alle Bildungen, welche Theile von vollständigen Adern repräsentiren, werden wir ebenfalls als »Adern« bezeichnen, denn sie sind gerade so, wie die vollständig erhaltenen von Wichtigkeit zum Verständnis eines Geäders. Eben so haben wir die Falten, welche nicht entwickelten oder rückgebildeten Aderanlagen entsprechen, stets bei der Deutung heranzuziehen; auf den Figuren sind sie eingezeichnet; wenn sie nur ganz undeutlich sind, so ist dies durch Punktirung angegeben. Von den Falten, die an Stelle ausgefallener Tracheenanlagen von Adern verlaufen, müssen wir die zwischen den Saumästen gelegenen wohl unterscheiden; die letzteren haben mit Adern nichts zu thun und sind im Interesse des Flugvermögens entstanden.

### Specielle Betrachtung einiger Lepidopterenfamilien.

Wir wenden uns nunmehr den Aderverhältnissen der einzelnen Familien zu. Nachdem wir kurz die Micropteryginen, diese interessanten Falter, betrachtet, werden wir, im Wesentlichen dem v. HEINEMANN'schen System folgend, die Tineiden und die Mehrzahl der hinter diesen aufgeführten Familien besprechen. Wir werden unser Augenmerk namentlich auf die Formen richten, welche Geäder besitzen, die nicht ohne Weiteres auf das Schema zurückgeführt werden können. Eine Kritik an dem heute gebräuchlichen System wollen wir nicht üben, dazu genügt der eine Gesichtspunkt, den wir hier verfolgen, nicht; wir werden indess hier und da auf die systematische Stellung von Faltern bezügliche Bemerkungen nicht umgehen können.

Auf den ersten Blick wird man in den goldschimmernden kleinen Micropteryx-Arten keine primitiven Thiere vermuthen. In der That sind sie es aber in vielen Beziehungen, wie SPEYER<sup>1</sup> ausgeführt hat. Die Raupen zeigen einen eigenthümlichen, von allen anderen Lepidopteren abweichenden Habitus. Die Puppe ist eine sog. »puppa libera«, d. h. die die einzelnen Theile des Insektes umgebende Cuticula bleibt unverschmolzen. Ähnlich wie Micropteryx verhalten sich niedere Kleinschmetterlinge (Adela, Nematois) und bei den Spinnern stehende Typen (Heterogenea). Übergänge zu den typischen Lepidopterenpuppen finden sich vielfach (Pterophorinen, Tineinen, niedere Psychiden, Hepialiden, Cossiden, Sesiariet). Die Puppenform der Micropteryginen ist deshalb als diejenige zu betrachten, die den Vorfahren der verschiedenen Schmetterlingsstämme eigenthümlich war. Die Mundwerkzeuge sind namentlich bei den niederen Micropteryxarten noch sehr primitiv, kommen doch bei den Imagines noch bezahnte Mandibeln vor<sup>2</sup>. Rudimentäre Mandibeln finden sich noch vielfach bei den Tineinen. Auch der eigenthümliche Thoraxbau ist den Tineinen und Micropteryginen gemeinsam. Wie sehr das Geäder der letzteren dem von Trichopteren gleicht, haben wir oben bei Ableitung des Lepidopteren-schemas dargelegt. Auch die Schuppen sind recht ursprünglich in Form und Anordnung. Nach all dem bilden sie den natürlichen Ausgangspunkt für unsere Betrachtungen.

*Micropteryx aureatella* Sc. ist die abgebildete Form (Taf. XXV, Fig. 8). Ganz ähnlich sind alle anderen und alle zeigen deutlich den Clavus (\*), von welchem auf p. 609 schon die Rede war. Der Zweig von

<sup>1</sup> SPEYER, Zur Genealogie der Schmetterlinge. Stett. entom. Zeitung 1870.

<sup>2</sup> A. WALTER, Beiträge zur Morphologie der Schmetterlinge. Mit 2 Tafeln. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Jena 1885.

Ader *I* zum Vorderrand kann nur noch angedeutet sein (Semipurpurella), *II*<sub>1</sub> einen Nebenast haben (Fastuosella). Von den vier Gabelendästen von *II* sind die beiden mittleren nicht immer an derselben Stelle durch die Querader verbunden; einer derselben kann nochmals gegabelt sein (Anderschella), es fehlt aber auch eventuell ein Endast (Semipurpurella). Die Zugehörigkeit der Endäste von *III* ist bei Allen gut zu erkennen. Ader *IV*, welche zwei Endäste zum Außenrand sendet, ist mit *III*<sub>3</sub> durch eine Querader verbunden, welche bald vom Hauptstamme von *IV* (Calthella), bald von dessen Gabelungsstelle (Aureatella), bald von *IV*<sub>1</sub> ausgeht (Anderschella). An der Basis ist *IV* mit der wohlentwickelten Ader *V* meist dadurch verbunden, dass eine Nebentrachee von *V* zu *IV* zieht und in dem Bezirk dieser letzteren eine Strecke weit verläuft. Über die Aderverhältnisse der Hinterflügel möchte ich Folgendes bemerken. *I* verläuft stets ungegabelt; *II*<sub>1</sub> ist mit *I* entweder durch eine Querader (Calthella) verbunden, oder wie bei Aureatella bis dicht an *I* an der Verbindungsstelle herangezogen. Dies Verhalten leitet über zu dem der meisten Schmetterlinge, bei denen, wie früher schon gezeigt wurde, *II*<sub>1</sub> mit *I* mehr oder weniger vollständig verschmolzen ist. Von den vier Gabelendästen von *II* kann einer fehlen (z. B. Unimaculella). So bahnt sich auch hier das Verhalten der übrigen Lepidopteren an, bei denen *II* stets ungegabelt zum Vorderrand des Hinterflügels verläuft. Für *III*, *IV* und *V* gilt das vom Oberflügel Gesagte.  $\beta$  bildet auf beiden Flügeln den unteren Theil der »Wurzelschlinge«.

Der basale Theil von *III* ist nie so stark wie der von *II* und *IV*. In diesem Verhalten haben wir den ersten Anfang der Discoidalfeldbildung vor uns. Verschwindet der basale Theil von *III* ganz und werden die Verbindungen durch Queradern an den Ursprungsstellen der Endäste gerade so wie die dort gelegenen Stücke von den Längsadern, so können Zweifel über die Zugehörigkeit der Endäste entstehen. Mit Sicherheit können also die Endäste zugetheilt werden, wenn *II*<sub>(4, 5)</sub> und *III* erhalten sind, wir werden desshalb, so weit solche vorkommen, immer die Arten von verwandten Gruppen herausuchen, bei denen dies der Fall ist, durch Analogieschlüsse werden wir dann die Zugehörigkeit der Endäste bei den anderen feststellen können.

Von allen Lepidopteren, deren Geäder mir bekannt sind, sind die Micropteryginen die einzige Familie, außer den Hepialiden, bei welcher *II* der Vorder- und Hinterflügel gleich gebildet ist. Bei allen anderen ist auf dem Hinterflügel *II*<sub>1</sub> der einzige Nebenast von *II*, während auf dem Vorderflügel die Endäste von *II* bei größeren Faltern verhältnismäßig viel mehr modificirt sind als bei den kleinen, aber doch die Reduktion der Endäste niemals so weit geht wie auf den Hinterflügeln aller

Schmetterlinge mit Ausnahme der oben erwähnten beiden Familien. Dass die Endäste von *II* der Hinterflügel auch in der Ontogenie nur wenig vollständiger angelegt werden als sie es bei den Imagines sind, haben wir oben gesehen (siehe p. 616).

Von den Tineiden habe ich auf Taf. XXVI, Fig. 4 das Geäder der *Tinea parasitella* H. abgebildet. Da  $II_{(4,5)}$ ,  $III_{(1,2)}$  und  $III_3$  innerhalb des Discoidalfeldes erhalten sind, so können wir absolut sicher die Endäste den Aderbezirken in der Weise zuteilen, wie es die beigeschriebenen Ziffern angeben. Die Adern des Analfeldes bilden auf den Vorderflügeln eine Wurzelschlinge. Der von dieser ausgehende distale Stamm ist als  $\alpha$  aufzufassen und nicht als  $(\alpha + \beta)$ , weil er mehr in der Verlängerung von  $\alpha$  gelegen ist als in der des Endstückes von  $\beta$ , und weil bei vielen Formen diese Ader  $\beta$  vor der Verbindung ganz schwach wird (siehe Fig. 5, Taf. XXVI). Den an der Flügelbasis gelegenen Theil der vordersten Ader des Hinterflügels fassen wir als *I*, den peripheren Theil derselben als  $I + II_1$  auf. An der abgebildeten Species ist dies nicht wohl zu erkennen, weil der punktiert eingezeichnete Theil von  $II_1$  kaum erkennbar ist. Unsere Deutung wird aber dadurch gesichert, dass bei verwandten Arten die als  $II_1$  anzusehende Verbindungsader wohl entwickelt ist; dass bei sonst ganz übereinstimmenden Geädern verwandter Formen  $II_1$  das eine Mal deutlich vorhanden sei, das andere Mal ganz fehle, ist bei dem allgemeinen Vorkommen der Verschmelzung von  $II_1$  mit *I* nicht anzunehmen. Bei den meisten Tineiden, den Adeliden und Acrolepiden ist das Geäder leicht und sicher zu deuten, da  $II_{(4,5)}$  und die basalen Theile von *III* mehr oder weniger deutlich sich finden.

*Blabophanes rusticella* H. (Fig. 5, Taf. XXVI) aber zeigt uns Modifikationen, die wir sonst nicht mehr antreffen werden. Ader  $II_1$  ist hier eine Strecke weit zur Grenze des ungewöhnlich kurzen Discoidalfeldes geworden. *II* selbst ist als Trachee gut verfolgbar. Sie theilt sich eventuell in  $II_{(2,3)}$  und  $II_{(4,5)}$ , deren erstere sich an der vorderen Ecke des Discoidalfeldes wieder mit  $II_1$  verbindet,  $II_{(4,5)}$  verliert sich in dem großen Stigma, welches auf der Figur durch Punktirung markirt ist. Aus der äußeren Grenze dieser Flügelstelle, welche mit eigenthümlich kleinen, verkümmert erscheinenden Schuppen bedeckt ist, entspringen die vier Endgabeläste, wobei  $II_{(4,5)}$ , wie so oft, noch eine längere Strecke außerhalb des Discoidalfeldes ungetheilt bleibt. Die Trachee, durch welche der basale Theil von *III* repräsentirt wird, mündet in ganz eigenthümlicher Weise noch vor dem Stigma in *IV*. Das Endstück müssen wir als  $III_3$  ansprechen,  $III_{(1,2)}$  ist entweder nicht erhalten, oder verliert sich, Nebenäste abgebend, im Stigma.  $III_1$  und

$III_2$  kommen aus dem Stigma;  $III_1$  verläuft zur Flügelspitze, ein Verhalten, das ganz isolirt steht und wohl durch eine Rotation der Adern nach vorn, welche durch die Verkümmernng von  $II$  und  $III$  veranlasst ist, erklärt werden kann.  $III_3$  löst sich erst von  $IV_1$  als selbständiger Ast ab, was gewiss mit dem merkwürdigen Verhalten des basalen Stückes  $III_3$  in Beziehung steht.  $IV$  gabelt sich erst spät. Der Hinterflügel unterscheidet sich von *Tinea* namentlich durch die späte Gabelung von  $III_{(1, 2)}$ , durch den Verlauf von  $III_1$  zur Flügelspitze und das Fehlen des basalen Theiles von  $III_3$ , welche analog der des Vorderflügels von  $IV_1$  entspringt. Die Unterschiede zwischen den Geädern von *Tinea* und *Blabophanes* sind weit größer als die gewöhnlich innerhalb einer Familie aufzufindenden, und das Verhalten von *Blabophanes* steht unter den *Microlepidopteren* so einzig da, dass eine isolirtere Stellung der Besitzer dieser Aderungsform vielleicht gerechtfertigt wäre.

Die Vorderflügel der *Hypnomentiden* sind leicht verständlich. Die Adern  $II_{(4, 5)}$  und  $III$  (basal) fehlen oft, die Wurzelschlinge  $\alpha\beta$  ist meist klein. Auf den Hinterflügeln vieler Arten fehlt eine Ader, nämlich  $III_1$ , welche vollständig mit  $II$  verschmolzen sein kann. Dass diese Ader  $III_1$  ist, wird bewiesen durch das Verhalten von *Atemelia torquata* Zll. (Taf. XXVI, Fig. 6). Bei dieser sehen wir nämlich im Discoidalfeld sich eine Ader abzweigen, die schräg nach vorn und außen zu  $II$  zieht. Dieser Zweig ist  $III_{(1, 2)}$ , denn eine andere Ader, welche sich von  $III$  nach vorn abzweigen könnte, giebt es nicht. Interessant ist ferner bei *Atemelia*, dass  $\alpha$  und  $\beta$  der Hinterflügel noch eine Art Wurzelschlinge bilden (vgl. *Gelechiden* und *Butalis*!). Den Anschluss von  $III_1$  finden wir auch auf den Hinterflügeln von *Plutelliden*, wie aus der Abbildung von *Cerostoma radiatellum* Dr. (Taf. XXVI, Fig. 7) ersichtlich ist. An den *Chimobacchiden* mit ihren primitiv geformten Schuppen interessirt uns Ader  $\beta$  der Hinterflügel. Da das Analfeld, besonders auch der innerste Theil desselben verbreitert ist, so bedarf er einer Stütze, und diese erhält er dadurch, dass  $\beta$  nicht wie gewöhnlich dicht an der Falte, in welcher der letzte Theil des Analfeldes von dem übrigen beim Zusammenlegen der Flügel abgknickt wird, sondern mitten in diesem letzten Theil verläuft. Ähnliches findet sich auch bei *Gelechiden*, z. B. bei *Psecadia*.

Aus der großen Menge von Formen, welche im v. HEINEMANN'schen System »noch« als *Gelechiden* zusammengefasst werden, will ich nur wenige herausgreifen, zumal in dem Buche v. HEINEMANN's die Aderverhältnisse für die größeren Gruppen übersichtlich beschrieben sind und sie der Deutung Schwierigkeiten nicht darbieten. In Fig. 8, Taf. XXVI gebe ich eine Abbildung von *Depressaria*, um zu zeigen, wie auch

bei diesen die Querader von Stamm *IV* zu *III*<sub>3</sub> verlaufen kann, so dass die Gabelung in *IV*<sub>1</sub> und *IV*<sub>2</sub> außerhalb dieser das Discoidalfeld abgrenzenden Querader liegt. Bei *Teleia dodecella* L. (Taf. XXVI, Fig. 9) ist *III*<sub>1</sub> bedeutend dem Bezirk *II* genähert; *III*<sub>2</sub> und *III*<sub>3</sub> entspringen an der unteren Ecke des Discoidalfeldes dicht bei einander. Das Verhalten von *III*<sub>1</sub> leitet uns über zu den Formen, bei welchen diese Ader eine Strecke weit mit Theilen von zu Bezirk *II* gehörigen Adern verbunden ist, wie uns dies z. B. *Parasia neuropterella* Zll. (Taf. XXVI, Fig. 10) zeigt. Von *II*<sub>(4, 5)</sub> oder den basalen Theilen von *III* ist bei dieser Form keine Spur mehr zu sehen. Bemerkenswerth ist ferner das Vorhandensein des Nebenastes von *I*. Derselbe nähert sich an seinem letzten Ende wieder der Ader *I*. Bei vielen Formen kommt es zu einer sekundären vollständigen Vereinigung, so dass eine Schlinge in den Verlauf von *I* eingeschaltet erscheint, wie es uns die Abbildung von *Cleodora striatella* V. (Taf. XXVI, Fig. 11) zeigt. In der HEINEMANN'schen Beschreibung ist diese Bildung nicht erwähnt, eben so nicht die Schlingenbildung im Analfeld der Hinterflügel, welche sich vielfach gleichzeitig vorfindet. Ich glaube, die systematische Verwerthung dieser Vorkommnisse dem zukünftigen Bearbeiter der Gelechiden empfehlen zu müssen. Es würde eine Neubearbeitung dieser Formen gewiss eine dankbare Aufnahme bei den Microlepidopterologen finden. Jedenfalls wäre dann darauf zu achten, den *Stigmatophora*, *Pancalia* und *Butalis* eine ihrer Verwandtschaft entsprechende Stellung anzuweisen.

Bei den Gelechiden mit vorgezogener Spitze der Hinterflügel finden wir zwei von der Basis ausgehende, eigenthümlich verlaufende Faltenzüge, den einen gegen das Ende von *III*<sub>1</sub>, den anderen gegen Mitte oder Ende von *III*<sub>3</sub> gerichtet, wie sie auf Taf. XXVI, Fig. 12 von *Anarsia spartiella* Schr. dargestellt sind. Bei diesen Arten ist *III*<sub>1</sub> mehr oder weniger an *II* angeschlossen; der Vortheil dieses Anschlusses scheint mir darauf zu beruhen, dass dadurch der verlängerte vordere Flügeltheil resp. die ihn durchziehende Ader *II* verstrebt wird. Ader *III*<sub>3</sub> entspringt in der Regel dicht bei *IV*<sub>1</sub>: der untere Theil des Flügels, namentlich der Winkel, ist so ebenfalls gut gestützt. Durch die Einbuchtung der Verbindung von *II* + *III*<sub>1</sub> und *III*<sub>2</sub> an der Stelle, wo *III*<sub>(1, 2)</sub> einmündet resp. einmündete, ist ein locus minoris resistentiae für die durch diese Verbindungsader bedingte gleichmäßige Ausspannung des Discoidalfeldes gesetzt. Das Gleiche gilt für die Biegung, welche die Verbindung von *III*<sub>2</sub> und *III*<sub>3</sub> an der Stelle zeigt, an welcher der hintere Faltenzug durchgeht, eine Verbiegung, welche jedenfalls durch den früheren Verlauf des basalen Theiles von *III*<sub>3</sub> bedingt ist. Ich glaube, dass, wie die eben geschilderten Verhältnisse liegen,

die Entstehung der Faltenzüge zu erklären ist aus der Spannung des mittleren Flügeltheiles, welche nach dem Ausschlüpfen des Imago durch die intensivere Ausdehnung der Flügeltheile, in welchen reichliche Adern verlaufen, also des vorderen und des hinteren entsteht. Die Falten gehen daher von dem festgelegten Basalwinkel des Discoidalfeldes aus und ziehen die durch das Ausfallen der basalen Theile von *III* zur Faltenbildung prädisponirten Flügelstellen und die *loci minoris resistentiae* der äußeren Discoidalfeldgrenze benutzend, zu den die Spannung bedingenden Punkten, der vordere Faltenzug also zu dem Ende von *III*<sub>1</sub>, der hintere zu dem am weitesten gegen die Mitte des Flügels vorspringenden Punkt von *III*<sub>3</sub>. Bei den Faltern mit oval geformten Hinterflügeln und regelmäßiger Vertheilung der Endäste von *III* finden wir naturgemäß (nach der eben gegebenen Erklärung ihrer Entstehung) die Faltenzüge nicht, und dies spricht für die Richtigkeit der gegebenen Erklärung (siehe Taf. XXVI, Fig. 43 von *Pleurota rostrata* H.). Wir überspringen die *Glyphipteryginen*, von denen auffallende Bildungen nicht zu erwähnen sind.

Bei den *Chauliodiden* zeigt uns der abgebildete *Chauliodus chaerophyellus* Goeze (Taf. XXVI, Fig. 44) ein recht vollständiges Adernetz. *II*<sub>4</sub> und *II*<sub>5</sub> umfassen die Flügelspitze. Ader *IV* theilt sich auffallend früh. Die untere Discoidalfeldgrenze wird daher von *IV*, *IV*<sub>1</sub> und sogar *III*<sub>3</sub> gebildet, welche an *IV*<sub>1</sub> angeschlossen ist. Das Gleiche ist auf dem Hinterflügel der Fall. Auf diesem ist *III*<sub>1</sub> an *II*, *III*<sub>2</sub> an *III*<sub>3</sub> und *III*<sub>3</sub> an *IV*<sub>1</sub> angeschlossen, worüber früher schon gesprochen wurde. Hervorzuheben ist, dass auf dem ganzen Hinterflügel keine einzige sekundäre Querader vorhanden ist, und dass auf ihm die Analadern verkümmert sind.

Als Repräsentanten der *Laverniden* bilde ich *Stigmatophora pomposella* Zll. (Taf. XXVI, Fig. 45) ab. Reste des Nebenastes von *I* sind vorhanden, außerdem sämtliche Endäste; die von *II* verlaufen alle in den Vorderrand. Die Ursprünge der aus dem Außenrand des Discoidalfeldes entspringenden Endäste sind zusammengedrückt oder verschmolzen. Die Flügelspitze ist verlängert. Diese Verlängerung der Spitze und die Verschmelzung der basalen Theile der aus dem vorderen Theil der äußeren Discoidalfeldgrenze entspringenden Adern finden sich stets gleichzeitig (siehe die Fig. 45, 47, 29, 38, Taf. XXVI); es wird daher nicht falsch sein anzunehmen, dass die beiden Erscheinungen in ursächlichem Zusammenhang stehen.

Die *Butaliden* zeigen auf dem Vorderflügel da, wo die von *I* und ihrem Nebenästchen gebildete Schlinge bei *Cleodora* und Verwandten sich findet, eine Verdickung von *I* als letzten Rest der betreffenden

Bildung. Die Endäste von *II* sind meist alle da, *II*<sub>4</sub> und *II*<sub>5</sub> umfassen die Spitze. *III*<sub>3</sub> der Vorderflügel ist meist mit *IV*<sub>1</sub> verschmolzen, wozu das Verhalten von *Butalis fallacella* Schl. (Taf. XXVI, Fig. 16) die Vorstufe bildet. Von dem Wurzeltheil von  $\alpha$  ist oft nur die Trachee erhalten. Auf dem Hinterflügel sind *III*<sub>2</sub> und *III*<sub>3</sub> getrennt (z. B. *B. fallacella*), oder eine Strecke weit (z. B. *B. chenopodiella* H.), oder endlich ganz verschmolzen (z. B. *B. scopolella* H.). Die Analadern bilden auch auf dem Hinterflügel eine Schlinge, worauf wir oben schon verwiesen haben (s. *Atermelia torquatella*). *Elachista perplexella* St. (Taf. XXVI, Fig. 17) besitzt auf dem Vorderflügel alle fünf Endäste von *II*; *III*<sub>1</sub> trennt sich erst spät von *II*<sub>(4,5)</sub>. Außerdem gehen noch drei Endäste in den Saum. Dass ein Endast von *IV* fehlt, haben wir bis jetzt noch nicht konstatiert, wohl aber das Fehlen solcher von *III*. Man wäre daher wohl geneigt an eine Verschmelzung von *III*<sub>2</sub> mit *III*<sub>3</sub> zu denken. Bei genauer Durchmusterung der Flügel findet man indessen gerade bei *El. perplexella* einen Rest des basalen Theils von *III*<sub>3</sub>, nämlich das Stück, welches in die Discoidalfeldgrenze einmündet. Die drei vor ihm gelegenen Saumäste müssen als *III*<sub>1</sub>, *III*<sub>2</sub> und *III*<sub>3</sub> betrachtet werden. Dass *IV* sich nicht gabelt, ist bei der Vollständigkeit des Geäders nicht anzunehmen. Wir müssen desshalb den vorletzten Saumast als durch Verschmelzung von *III*<sub>3</sub> mit *IV*<sub>1</sub> entstanden deuten, eine Bildung, welche wir soeben bei *Butalis fallacella* im Entstehen gesehen haben. Für die Erklärung des Hinterflügelgeäders dürfen wir auch die *Butaliden* herbeiziehen, da eine Verwandtschaft beider Familien sicher besteht und kommen dadurch zur Annahme, dass *III*<sub>2</sub> und *III*<sub>3</sub> verschmolzen sind (Taf. XXVI, Fig. 17a von *El. pollinariella* Zll.).

Von den *Douglasiden* erwähne ich nur, dass auf dem Hinterflügel (Taf. XXVI, Fig. 18, von *Douglasia ocerostomella* St.) *II*<sub>1</sub> sich sehr spät von *II* abzweigt, dass nur zwei Endäste von *III* da sind und *IV* ungetheilt verläuft, indem *IV*<sub>2</sub> ausgefallen ist.

Von dem v. HEINEMANN'schen System abweichend wenden wir uns zunächst den *Coleophoriden* zu. Bei diesen sind auf den Vorderflügeln die Aderbezirke *III* und *IV* meist zu Gunsten von *II* verkümmert. Relativ sehr vollständig ist das Vorderflügelgeäder von *Coleophora otitae* Zll. (Taf. XXVI, Fig. 19) und das Hinterflügelgeäder von *C. ornaticipenella* H. (Taf. XXVI, Fig. 20). Ader *II*<sub>(4,5)</sub> war bei keiner der von mir untersuchten Formen gegabelt. Von *III* fehlt auf dem Vorderflügel konstant ein Endast. Nach dem Verlauf des basalen Theils von *III*, wenn er gut kenntlich ist, wie bei *C. auricella* F. (Taf. XXVI, Fig. 24), können wir nicht annehmen, dass *III*<sub>3</sub> ausgefallen sei; an eine Verschmelzung mit *IV*<sub>1</sub> ist nicht zu denken, denn *IV* verläuft, wie aus

der Figur ersichtlich, ungetheilt, indem  $IV_2$  bei dieser Art ausgefallen ist, wie sich aus einem Vergleich von *C. auricella* mit *C. otitae* ergibt. Somit kann nur  $III_2$  ausgefallen sein, indem sie mit  $III_3$  oder mit  $III_1$  verschmolzen ist. Auf dem Hinterflügel von *C. ornatipenella* (Taf. XXVI, Fig. 20) sehen wir alle Endäste von  $III$  und von  $IV$ , jedoch ist  $III_3$  sehr schwach entwickelt. So vollständig sind die Endäste des Hinterflügels nur selten zu sehen, dagegen findet sich öfters eine weitgehende Reduktion so z. B. bei *C. limosipenella* Dp. (Taf. XXVI, Fig. 22). In Folge der starken Verschmälerung des Hinterflügels ist  $IV_2$  nicht ausgebildet und  $III_2$  mit  $III_3$  verschmolzen. Weiter auf die Beschreibung und Begründung der Deutung der Geäder dieser, namentlich auch biologisch, so interessanten Familie einzugehen scheint uns nicht rathsam, um die Geduld unserer Leser nicht zu sehr auf die Probe zu stellen.

Die drei Familien, deren Besprechung wir hier anschließen, scheinen mir näher verwandt als ihre jetzige Einreihung im System vermuthen lässt, ich bitte damit die Abweichungen vom System zu entschuldigen.

Die mit den Hyponomeutiden verwandten *Argyresthiden* ermöglichen uns bei der aus Taf. XXVI, Fig. 23 von *Arg. Goetardella* L. ersichtlichen Vollständigkeit des Adernetzes eine absolut sichere Deutung.

Bei den *Gracilariden* sind auf dem Vorderflügel  $II_{(4,5)}$  und  $III$  innerhalb des Discoidalfeldes nicht erhalten. Wenn wir das Geäder mit dem der vorhergehenden Familie vergleichen, so gelingt die Feststellung seiner Bezeichnung ohne jede Schwierigkeit. Bestätigt wird das Resultat durch die Ontogenie (vgl. Taf. XXVI, Fig. 24 und 25 von *Grac. syringella* F.). Bemerkenswerth sind die Hinterflügel der *Gracilariden*.  $II_1$  ist am definitiven Geäder eventuell gut zu sehen (Taf. XXVI, Fig. 27, von *Coriscium cuculipenellum* H.); ihr basaler Theil ist nur als Trachee vorhanden. Durch eine Querader ist  $II$  mit  $III$  verbunden,  $III_{(1,2)}$  gabelt sich spät,  $III_3$  ist an  $IV_1$  angeschlossen. Die Ontogenie bestätigt die Richtigkeit der Deutung (vgl. Taf. XXVI, Fig. 26 mit Fig. 27).

Modificirter ist der Aderverlauf bei *Ornix* (Taf. XXVI, Fig. 28, von *Ornix betulae* St.). Das Discoidalfeld der Vorderflügel ist außen verschmälert,  $III_1$  darum an  $II_5$  angeschlossen. Ein Endast von  $III$  fehlt, wahrscheinlich ist  $III_3$  mit  $IV_1$  verschmolzen, man kann jedoch der Konfiguration der betreffenden Adern bei *Ornix* dies nicht sicher entnehmen. Da aber bei den vorher besprochenen Formen die Adern  $III_2$ ,  $III_3$  und  $IV_1$  oft sehr zusammengedrängt sind und eine auch fehlen kann, indem  $III_3$  mit  $IV_1$  verschmilzt, so wird sich auch bei *Ornix* die Sache so verhalten.  $II_1$  des Hinterflügels von *Ornix* ist basal sehr undeutlich; vor der Mitte des Vorderrandes ist sie mit  $II$  auf eine kurze Strecke verbunden.  $III_1$  und  $III_2$  entsprechen denen von *Gracilaria*,  $III_3$  ist mit

$IV_1$  verschmolzen, was einmal aus dem weit gegen die Spitze zu verzogenen Verlauf von  $IV_1$ , dann daraus hervorgeht, dass der Endtheil der fraglichen Ader gegen den Flügelrand einen konvexen Bogen beschreibt, in dessen basaler Verlängerung eine Wölbung der Flügelfläche zu  $III$  geht, die als letzter Rest des basalen Stückes von  $III_3$  zu betrachten ist. Hinter  $IV$  liegt wie bei vielen anderen kleinen, schmalflügeligen Formen nur noch eine deutliche Ader. Soll man diese als  $V$  betrachten oder als  $\alpha$ ? Jedenfalls muss  $V$  in der Bildung eingeschlossen sein, denn von einem Schwächerwerden von  $V$  bei Formen mit schmalen Flügeln, bei welchen sie unzweifelhaft kenntlich ist, kann im Allgemeinen nicht die Rede sein, im Gegentheil, sie ist namentlich gegen den Rand zu bei solchen Formen oft auffallend stark. Nach der Entwicklungsgeschichte der Gracilariden glaube ich, dass der distale Theil der fraglichen Ader rein  $V$  entspricht, dass dagegen bei der Bildung des proximalen Theiles wohl auch  $\alpha$  theiligt ist.

Von den *Cosmopterygiden* zeigt die abgebildete *Cosmopteryx Druryella* Zll. (Taf. XXVI, Fig. 29) das vollständigste Geäder. Auf dem Vorderflügel sind sämmtliche Endäste von  $II$  vorhanden; die Adern  $II_4$ ,  $II_5$ ,  $III_1$  und  $III_2$  in Folge der langgestreckten Flügelform und der starken Ausziehung der Flügelspitze in ihren basalen Partien verschmolzen. Im Hinterflügel gelingt es die Anwesenheit von  $I$ ,  $II_1$ ,  $II$ ,  $III_1$ ,  $IV_1$ ,  $IV_2$  und  $V$  festzustellen.  $II_1$  ist im basalen Theil nur als Trachee da, welche sich in dem abgebildeten Flügel an der Stelle, an welcher die Chitinleiste deutlich wird, zurückbiegt;  $III_1$  bleibt sehr lange mit  $II$  verbunden;  $III_2$  und  $III_3$  sind, wie aus der großen Lücke zwischen  $III_1$  und  $IV_1$  zu schließen ist, ausgefallen. Außer der Ader, in welcher  $V$  enthalten ist, finden sich noch Spuren einer Analader. Die anderen *Cosmopteryx*-arten unterscheiden sich von *Cosm. Druryella* durch das Fehlen von Endästen, namentlich auf dem Vorderflügel.

Die Familien der *Lithocolletiden*, *Lyonetiden* und *Phyllocnistiden* des HEINEMANN'schen Systems sind nach meiner Ansicht keine natürlichen Gruppen. Es würde mich indess zu weit führen, wenn ich hier eine neue Anordnung der Genera veröffentlichen wollte, denn ich müsste zur Begründung zuerst den systematischen Werth der einzelnen Merkmale diskutieren und namentlich die Zeichnung mit in den Kreis unserer Betrachtungen hereinziehen. So weit die Aderverhältnisse in Betracht kommen, wird man aus den folgenden Beschreibungen meine Ansicht erkennen können.

Wir betrachten zuerst *Tischeria* (Taf. XXVI, Fig. 30 von *T. complanella* H.). Ader  $II$  ist so vollständig erhalten wie nur irgend wo, alle fünf Endäste gehen in den Vorderrand.  $III$  ist von der Flügelbasis an

deutlich erkennbar. Sie ist nur in zwei Endäste gespalten  $III_{(1,2)}$  und  $III_3$ . Von  $IV$  sind beide Endäste angelegt, der vordere ist mit  $III_3$  ganz verschmolzen, die Analader zeigt keine Wurzelschlinge. Das Hinterflügelgeäder ist stark reduciert. Von *Cemiostoma spartifoliella* Hb. bilde ich in Fig. 31, Taf. XXVI den Verlauf der die Tracheen begleitenden Chitinbildungen, in Fig. 32 den Verlauf der Tracheen ab. Daneben gebe ich noch ZELLER's und HERRICH-SCHÄFFER's Abbildung (Taf. XXVI, Fig. 33 und 34). Der Unterschied zwischen den verschiedenen Figuren ist beträchtlich. Jedenfalls sind die Abbildungen unserer Meister leider nicht geeignet, uns eine richtige Vorstellung des Geäders zu geben. Das Geäder von *Cemiostoma* lässt sich von dem der *Tischeria* ableiten.  $II_{(4,5)}$  bleibt bei ersterer ungetheilt. Die Querader zwischen  $II_3$  und  $II_{(4,5)}$  ist ausgefallen. Das Discoidalfeld von *Cemiostoma* ist also nur gleich einem Theile desjenigen von *Tischeria*, hieraus erklärt sich die Konfiguration des Discoidalfeldes von *Cemiostoma*, die von dem aller anderen abweicht. Aus dem Tracheenverlauf ergibt sich, dass  $III$  zwei Endäste,  $III_{(1,2)}$  und  $III_3$ , abgibt,  $IV$  hat ebenfalls zwei Endäste,  $IV_1$  und  $III_3$  sind verschmolzen. Die Angabe der Autoren, dass die Analader keine Wurzelschlinge besitze, ist falsch. Ob *Opostega* hier anzuschließen sei, kann ich leider nicht entscheiden, da mir unglücklicherweise kein Material davon zur Verfügung steht.

Von dem *Tischeria*geäder ausgehend können wir das von *Bucculatrix* (Taf. XXVI, Fig. 35 von *Bucculatrix gnaphaliella* Tr.) verstehen, indem wir uns vorstellen, dass das Discoidalfeld in Folge der Streckung der Flügelspitze in eine Ecke ausgezogen wurde. Ob  $IV$  einfach ist, oder ob der etwaige vordere Endast mit  $III_3$  verschmilzt, kann ich an dem definitiven Geäder nicht entscheiden, doch ist das Letztere sehr wahrscheinlich. An *Bucculatrix* schließen wir *Oenophila* V. *Flavum* Hw. an. Der Faltheil ist sehr verkürzt (Taf. XXVI, Fig. 36). Selten sind  $II_1$  und  $IV_2$  erhalten, so wie es in Fig. 36 abgebildet ist, meist fehlt  $II_1$  ganz, und von  $IV_2$  ist nur die Ursprungsstelle kenntlich (Taf. XXVI, Fig. 37). Der Hinterflügel von *Oenophila* zeigt von allen den hier zusammen besprochenen Familien resp. Gattungen das vollständigste Geäder, indem alle Endäste von  $III$  und  $IV$  sicher, wenn auch nicht ganz leicht, erkennbar sind; bei *Bucculatrix* sind zwei Endäste von  $III$  vorhanden,  $IV$  verläuft ungegabelt,  $V$  ist deutlich, was bei *Oenophila* nicht der Fall ist.

*Phyllocnistis saligna* Zll. (Taf. XXVI, Fig. 38) besitzt auf dem Vorderflügel alle fünf Endäste von  $II$ , aber nur drei Äste zum Saum. Es sind dies die gleichen, wie die von *Tischeria*. Bei *Lithocolletis* (Taf. XXVI, Fig. 39 von *Lithocolletis cramerella* F.) bleiben  $II_{(2,3)}$  und

$II_{(4, 5)}$  ungegabelt,  $III_{(1, 2)}$  ist ausgefallen, resp. trennt sich nicht mehr von  $II_{(4, 5)}$ , an die sie bei den vorhergehenden Gattungen angeschlossen ist. Bei *Lyonetia* ist die Wurzelschlinge  $\alpha \beta$  erhalten, der Faltenheil des Flügels verhältnismäßig breit (worin wohl die Ursache für die Erhaltung der Wurzelschlinge zu sehen ist), die Flügelspreite sehr schmal, woraus sich erklären dürfte, dass  $III_3 + IV_1$  verkümmert ist.  $III_{(1, 2)}$  ist erhalten;  $II$  wie bei *Lithocolletis*. Bei allen in diesem Absatz besprochenen Formen sind  $V$  und die Faltenadern der Hinterflügel ganz rudimentär,  $IV$  ist ungetheilt,  $III$  bei *Phyllocnistis* gegabelt, sonst nicht;  $II_1$  konnte ich bei frisch ausgeschlüpften *Phyllocnistis* gut erkennen; sie ist wie gewöhnlich an der Basis nur als Trachee da; bei den anderen wird sie jedenfalls auch angelegt werden, und vermuthlich früher rückgebildet, so dass im fertigen Thier nichts auffindbar ist. Vielleicht werden frisch ausgeschlüpfte Thiere (die mir leider nicht zur Hand waren) noch Spuren zeigen.

Bei den *Nepticuliden* giebt es bekanntlich, abgesehen von *Trifurcula* und ev. *Opostega*, zwei Haupttypen, die allmählich in einander übergehen, der eine ist der Schlüssel zum Verständnis des anderen. Auf der Abbildung von *Nepticula argyropeza* Zll. (Taf. XXVI, Fig. 40) sehen wir außer  $I$  vier Adern in den Vorderrand des Vorderflügels verlaufen. Wir haben gefunden, dass bei all den kleinen Faltern mit ihren stark modificirten Geädern Ader  $II$  stets relativ vollständig die Zahl der Endäste beibehält. Daher kann es uns nicht wundern, dass hier noch vier Endäste von  $II$  angetroffen werden; dass Äste von  $III$  in den Vorderrand verlaufen, kommt niemals vor, so dass an der Zugehörigkeit der fraglichen Adern nicht gezweifelt werden kann.  $II_{(2, 3)}$  verläuft ungetheilt und die Querader zwischen ihr und  $II_4$  ist ausgefallen, worin wir eine bemerkenswerthe Beziehung zu *Cemiostoma* zu erblicken haben. An der Basis sind  $III$  und  $IV$  verschmolzen. Nach ihrer Trennung verläuft  $III$  schräg auswärts und vorwärts zu  $II$ , um erst nach längerem Verlauf sich wieder von dieser zu trennen und in den Saum zu ziehen.  $IV$  geht nicht zum Flügelrand, sondern biegt kurz vorher im stumpfen Winkel ab und ist mit dem Endheil von  $III$  verbunden; in dieser Verbindung ist wohl  $IV_1$  enthalten. Man beachte die zu den *Nepticulen* überleitende Konfiguration der betreffenden Flügelpartie bei *Tischeria* (Taf. XXVI, Fig. 30). Der Endast  $IV_2$  ist bei der abgebildeten *N. argyropeza* nur angedeutet, kommt aber auch ausgebildet vor. Ganz merkwürdig ist die Verbindung der Ader  $\alpha$  mit  $IV$ , wodurch eine Schlinge gebildet wird, in welcher  $V$  verläuft, die also vom Flügelrand abgeschlossen ist. Ein analoges Verhalten hat uns die *Trichoptere Malona* gezeigt (Taf. XXV, Fig. 7). Dass dies gemeinschaftliche Vorkommen

nicht als Ausdruck einer näheren Verwandtschaft zwischen der Trichopterenfamilie, welcher Malona angehört, und den Nepticuliden aufgefasst werden darf, brauche ich nicht besonders hervorzuheben.

Als Vertreter des zweiten Geädertypus der Nepticula-Arten bilde ich *Nept. plagicolella* A. ab (Taf. XXVI, Fig. 41). Bei ihr ist von Ader *IV* nur das mit *III* gemeinsam verlaufende Stück erhalten. Mit dem Ausfall von *IV* fallen natürlich auch die merkwürdigen Verbindungen ihres Endtheiles fort, resp. sind wohl gar nie zur Ausbildung gekommen. *II* schickt nur noch drei Äste zum Vorderrand,  $II_{(2,3)}$  und  $II_{(4,5)}$  bleiben beide ungegabelt. *III* verhält sich wie bei dem anderen Typus. Auf dem Hinterflügel von *Nepticula* bleiben *III* und *IV* ungetheilt. Das Geäder von *Trifurcula* (Taf. XXVI, Fig. 42 von *Tr. pallidella* Zll. nach HERRICH-SCHÄFFER) können wir mit Hilfe des zuerst besprochenen Nepticulatypus deuten. Die Adern *III* und *IV* sind (wohl erst sekundär) ganz verschmolzen; der eine Endast ist nach Analogie mit den *Nepticula*-Arten dem Bezirk *III*, der andere *IV* zuzutheilen. Der Gabelast  $II_{(4,5)}$ , welcher bei *Nepticula* eine Gabel bildet mit dem Endast von *III*, steht bei *Trifurcula* basal nur mit *III* in Verbindung. Das zwischen  $II_{(2,3)}$  und dem Endast von *III* gelegene Stück von  $II_{(4,5)}$  ist nach den Abbildungen der Autoren ausgefallen, wahrscheinlich wird es als Trachee noch aufzufinden sein. Der Hinterflügel unterscheidet sich von dem der *Nepticula*-Arten dadurch, dass *III* gegabelt ist.

Auf die anderen Familien der Microlepidopteren gehe ich nicht ein, ich habe mich überzeugt, dass die Aderverhältnisse bei ihnen Allen sich auf das Schema zurückführen lassen, auch bei den zu den Pyralocrambiden gehörigen Pterophorinen.

Damit verlassen wir die »Kleinschmetterlinge« und wenden uns den ursprünglichsten Typen zu, welche unter den »Großschmetterlingen« stehen, den Hepialiden und Cossiden, um dann nur noch die Psychiden zu besprechen. Bei Betrachtung der Hepialiden und Cossiden werden wir Gelegenheit haben, die Unrichtigkeiten in den REDTENBACHER'schen Deutungen aus einander zu setzen, die Psychiden wählen wir einmal wegen der großen Schwierigkeiten, welche ihrer Deutung entgegenstehen, und dann, weil sie in vielen Beziehungen den Ausgangsformen anderer Falterfamilien nahe stehen. Einer Behandlung von mehr Familien glauben wir deshalb enthoben zu sein, weil wir in dem Abschnitte über die Ontogenie des Geäders Repräsentanten der verschiedensten Familien herangezogen haben.

Das Hepialiden-Geäder haben wir oben bei Ableitung des Schemas auf phyletischem Wege auf das der Trichopteren zurückgeführt und hervorgehoben, wie genau Vorder- und Hinterflügel bei diesen Formen

noch übereinstimmen. REDTENBACHER deutet das Geäder derselben<sup>1</sup> folgendermaßen: Der Cubitus (unser Hauptstamm *IV*) theile sich nach seinem Ursprung in zwei Äste, deren hinterer sich nochmals gabele. Aus dem vordersten dieser drei Cubitaläste entspringe eine zarte Konvexader, die sich in ihrer Mitte gabele und die Ader *V* (unsere Ader *III*) darstelle. Diese Deutung halte ich nicht für richtig und halte ihr gegenüber meine oben gegebene Darstellung des Hepialidengeäders (Taf. XXV, Fig. 9) aufrecht, weil durch dieselbe erstens die Verhältnisse der Hepialiden in vollständige Übereinstimmung mit den Micropteryginen und den Trichopteren gebracht werden, und zweitens, weil uns die Ontogenie sämtlicher nicht hochgradig modificirter Flügelgeäder gezeigt hat, dass Ader *IV* mit zwei, Ader *III* mit drei Endästen angelegt wird. Aber auch der Verlauf der Adern im Hepialidenflügel an und für sich muss uns zu der von mir gegebenen Deutung führen. Wir werden doch gewiss eher annehmen, dass die Hauptstämme sich bei primitiven Faltern, und solche sind unbestritten die Hepialiden, näher der Basis von einander trennen, als dass von dem Endaste eines Stammes ein anderer Hauptstamm entspringe. So liegen aber die Verhältnisse bei unserem Falter (Taf. XXV, Fig. 9). Es ist die REDTENBACHER'sche Deutung um so merkwürdiger, als er das Geäder von *Limnophilus* noch ganz richtig interpretirt hat. Reduktionen des Geäders finden sich des öftern bei den Hepialiden, so bleibt Ader *II*<sub>(2, 3)</sub> häufig ungegabelt.

Wir schließen hieran die *Cossiden* und wählen zur Betrachtung den *Cossus ligniperda* (Taf. XXV, Fig. 10). Der Habitus ähnelt viel mehr dem der anderen Schmetterlinge, als dies derjenige der Hepialiden thut, vor Allem deshalb, weil die vollständige Reduktion der Endäste *II*<sub>2</sub> bis *II*<sub>3</sub> zu einer Ader auf dem Hinterflügel eingetreten ist.

Bei den *Cossiden* kommt es zur Ausbildung eines richtigen Discoidalfeldes, auf dem Vorderflügel deutlicher als auf dem Hinterflügel, wie zumeist bei den Schmetterlingen. Dies erklärt sich aus der verschiedenen Funktion der Flügel, die vorderen dienen zur aktiven Fortbewegung, die hinteren mehr als Fallschirm und als Steuer, für die vorderen ist daher die Ausbildung eines gleichmäßig gut ausgespannten Flügeltheiles (dies ist die Bedeutung der Discoidalfeldbildung, wir haben deshalb das Discoidalfeld als physiologisch, nicht als morphologisch einheitlichen Begriff aufzufassen) in hohem Grade nöthig, für die hinteren viel weniger. Der schwirrende Flug ist eine Folge der Nichtausbildung eines Discoidalfeldes, wie wir dies am besten bei den männlichen

<sup>1</sup> l. c. p. 499.

Gastropacha sehen resp. hören können; wegen des kräftigen Flügelbaues haben diese einen zwar schnellen, aber wegen der Nichtausbildung des Discoidalfeldes einen unstäten Flug. Dagegen haben die Falter, welche ein großes Discoidalfeld besitzen, wie die meisten Papilios, einen ruhigen, schwebenden Flug. Der unstäte ist bei solchen Formen zu finden, welche im Gebüsch fliegen, von der Schwebefähigkeit könnten diese Thiere keinen Gebrauch machen. Dahingegen zeigen die Thiere, welche über weite Striche dahinziehen, natürlicherweise den schwebenden Flug. So stehen Ausbildung des Discoidalfeldes und die dadurch bedingte Flugweise in den engsten Beziehungen zur Lebensweise des Trägers, und man wird diese bis zu einem gewissen Grade aus dem Bau des Flugorgans erschließen können. Zum Beispiel können wir bei den Papilios aus der Flügelbildung der Vertumnusgruppe sehen, dass die Thiere im Walde fliegen, aus der des Segelfalters und seiner Verwandten, dass sie über offene Strecken, resp. über den Wald dahinziehen. Dass die Hinterflügel als Steuer dienen, kann man einmal dadurch nachweisen, dass man sie einem Thiere mehr oder weniger vollständig wegnimmt und die Folgen dieser Manipulation für das Flugvermögen beobachtet, dann daraus, dass die guten Flieger mit kleinen Hinterflügeln, wie die Macroglossen, den Ausfall der Hinterflügelsteuerung durch die Ausbildung von Haar- und Schuppenbüschel am Ende des Abdomens ersetzt haben. Dabei kommt es also gar nicht auf die Nachahmung eines Vogelschwanzes, um sich durch Mimicry zu schützen, an, sondern darauf, die nachtheiligen Wirkungen der abgestutzten Form der Hinterflügel auf die Lenkbarkeit des Fluges zu paralysiren. Bei dem Flug der Schwärmer sind Beziehungen zwischen Ausbildung der Flugorgane und der Art des Fluges ebenfalls aufzufinden. Die kräftigen Thiere haben einen ausdauernden und reißend schnellen Flug, die Bewegung erfolgt ziemlich geradeaus in Stößen, oder in flachen Bogen, wozu die Steuerwirkung der Hinterflügel bei den Sphinges ausreicht. Stärkere Drehungen werden auf der Stelle ausgeführt, indem das Thierchen durch einen Ruck seine Körperstellung, und damit die Richtung des Flügelschlages ändert, und bei diesem Ruck kommen die Büschel am Abdomen der Macroglossen namentlich zur Wirkung. Die Drehung durch die Wirkung eines durch seine Stellung gegen die Luft wirkenden Steuerorganes kann nur bei einer Vorwärtsbewegung des Thieres ausgeführt werden. Dazu haben die beim Saugen dicht vor der Blume so zu sagen in der Luft stehenden Falter keinen Raum. Für sie sind nur Flugorgane brauchbar, welche ihnen die Drehung auf der Stelle gestatten. Als Steuerorgan waren somit große Hinterflügel werthlos. Da sie aber der freien Bewegung der Vorder-

flügel, wenn sie groß sind, nur hinderlich sein können (sie werden zum Theil von den Vorderflügeln, an die sie durch Haftapparate angeheftet sind, mitbewegt, da ihre Muskulatur nur schwach ist), so war ihre Verkleinerung ein Vortheil für die Schwärmer. Wie die Flugfähigkeit und Flugweise genau mit Flügelbau und Lebensweise zusammenhängen, kann man namentlich auch schön durch Vergleichung von *Sph. convoluti* mit *Smerinthus populi* sehen.

Doch wir wenden uns dem Thema wieder zu. REDTENBACHER zählt bei den Cossiden zu dem Bezirke *III* (*V* nach seiner Nomenklatur) nur noch eine Endader, nämlich *III*<sub>2</sub> (Taf. XXV, Fig. 10), denn er theilt fälschlich dem sog. Sector Radii fünf, dem Cubitus drei Endäste zu. Die falsche Deutung REDTENBACHER's ist bei Ader *IV* dadurch bedingt, dass REDTENBACHER durch die unrichtige Interpretation von *Hepialus* dazu gekommen ist, bei allen Schmetterlingen der Ader *IV* (dem Cubitus) drei Endäste zuzutheilen. Bei der unrichtigen Zutheilung der Endäste zu *II* mag wohl die Auffassung der peripheren Flügelfalten als Konkavadern die Schuld tragen. Zwischen *II*<sub>(4, 5)</sub> und *III*<sub>1</sub>, zwischen *III*<sub>2</sub> und *III*<sub>3</sub> und eben so zwischen *III*<sub>3</sub> und *IV*<sub>1</sub> sind Queradern zur Ausbildung gekommen. Die basalen Theile von *III* sind schwach, die Endäste finden daher in ihnen keine genügende Stütze und sind deshalb auf *II*<sub>(4, 5)</sub> resp. *IV*<sub>1</sub> verstrebt. In Folge dessen wird der basale Theil von *III*<sub>1</sub> nach vorn, der von *III*<sub>2</sub> nach hinten verzogen. Die Konfiguration dieser Aderstücke ist also die Folge der schwachen Ausbildung der basalen Theile von *III* und der Vortheil der neuen Anordnung ist darin zu sehen, dass durch die Verziehung der basalen Theile von *III*<sub>1</sub> und *III*<sub>2</sub> das Discoidalfeld eine Begrenzung gegen den Saum zu erhält, welche geeigneter ist, dasselbe gespannt zu halten als die frühere es war, bei welcher die einzelnen Bestandtheile der Umgrenzung in spitzern Winkeln auf einander stießen. Die Anordnung des Geäders, wie sie die *Hepialiden* zeigen, musste aufgegeben werden, um der Flügelspitze, resp. dem Vorderrand durch Zusammendrängung der Adern an denselben einen stärkeren Halt zu geben. Die gleiche Wirkung dürfte wohl auch die Anhangszellenbildung haben, welche REDTENBACHER richtig morphologisch dadurch erklärt, dass die primären Gabeläste *II*<sub>(2, 3)</sub> und *II*<sub>(4, 5)</sub> auf eine Strecke weit verschmelzen. Nachdem nachgewiesen ist, dass die Costa mit den Adern morphologisch nichts zu schaffen hat, fällt auch die Hypothese REDTENBACHER's, dass sie bei *Cossus* auf dem Hinterflügel einwärts gewandert sei. Ader *II*<sub>1</sub> kann so ausgebildet sein, wie es Taf. XXV, Fig. 10 zeigt; die durch Punkte angegebene Falte kann indessen auch fehlen und *II*<sub>1</sub> direkt zu *I* verlaufen. Wir sehen auch hier, wie schon oben bei *Micropteryx*,

in welcher Weise das bei den Schmetterlingen zumeist sich findende Verhalten, dass nämlich *II* mit *I* durch eine scheinbare Querader verbunden ist, zu Stande kommt. An *Hepialus* und *Cossus* glaube ich zur Genuge gezeigt zu haben, dass und durch welche Umstände veranlasst REDTENBACHER's Deutung des Schmetterlingsgeäders in manchen Punkten verfehlt ist. Da es durchweg fast die gleichen Dinge sind, durch welche REDTENBACHER's Ansicht von meiner abweicht, so hatte ich keine Veranlassung, bei jeder Familie, über welche Angaben REDTENBACHER's vorliegen, diese zu diskutieren.

Das Geäder von *Zeuzera* ist stärker differenziert als das von *Cossus*, dasjenige von *Z. arundinis* noch mehr als das von *Z. aesculi*, welches wir jetzt ansehen wollen (Taf. XXV, Fig. 44). Der Ast von *I* zum Wurzeltheil des Vorderrandes, welchen wir bei *Cossus* nicht finden, ist vorn und hinten entwickelt. Die Bildung der Anhangszelle weicht dadurch von der bei *Cossus* ab, dass  $II_{(4,5)}$  nicht mit  $II_{(2,3)}$ , sondern, wie zumeist bei den Faltern, mit  $II_3$  verschmolzen ist.  $II_1$  ist durch eine Querader mit  $II_{(4,5)}$ ,  $III_2$  eben so mit  $III_3$  verbunden. Während aber bei *Cossus* die Querader eben so wie die zwischen  $III_3$  und  $IV_1$  wohl zu erkennen ist, liegen bei *Zeuzera aesculi* der Anfangstheil von  $IV_1$ , dann die Querader zu  $III_3$ , weiter ein Stück von  $III_3$  und endlich die Querader von  $III_3$  zu  $III_2$  fast in einer Richtung, so dass nur durch die Analysirung des Geäders festgestellt werden kann, welche Abschnitte dieses Zuges als Quer- und welche als Längsadern aufzufassen sind. Faltenadern sind wie bei *Cossus* auf Vorder- und Hinterflügel je zwei. Die Ader  $II_1$  des Hinterflügels ist stets in ihrem distalen Theil mit *I* verschmolzen. Sonst möchte ich nur noch hervorheben, dass im Bereich der Adern *III* und *IV* auf Vorder- und Hinterflügel in der gleichen Richtung die Differenzirung erfolgt ist. Die anderen Cossiden lassen sich ohne Schwierigkeit nach dem Ausgeführten aus dem Verhalten von *Cossus* und *Zeuzera* verstehen.

Die *Psychiden* sind eine Faltergruppe, welche aus verschiedenen Gründen unser Interesse erwecken. Einmal können wir in dem Leben der Raupen in Säcken nicht etwas sekundär Erworbenes erblicken, sondern wir glauben, dass SPEYER ganz Recht hat, wenn er annimmt, dass diese Eigenthümlichkeit ein bestehen gebliebener gemeinsamer Charakter der *Psychiden* wie der *Trichopteren* sei. Das Vorkommen von den *Trichopteren*haaren ähnlichen Bildungen an Stelle richtiger *Lepidopteren*schuppen bei der Mehrzahl der Formen lässt uns einen recht primitiven Flügelcharakter vermuthen. Dem ist in gewissen Punkten in der That so: durchweg ist der gemeinsame Basaltheil des Systems *III* als deutliche Ader erhalten, bei manchen auch der hintere

primäre Gabelast von *II*. Wir gehen auch bei dieser Familie naturgemäß von den niedersten Formen aus, den Talaeporiden.

*Talaeporia pseudobombycella* Hb. zeigt uns ein typisches Tineinengeäder (Taf. XXVI, Fig. 43). Da die basalen Theile von *III* wohl erhalten sind und eben so *II*<sub>(4,5)</sub>, so können wir mit Sicherheit die vorhandenen Endäste des Vorderflügels folgendermaßen bezeichnen: *I*; *II*<sub>1</sub>, *II*<sub>2</sub>, *II*<sub>3</sub>, *II*<sub>4</sub>, *II*<sub>5</sub>; *III*<sub>1</sub>, *III*<sub>2</sub>, *III*<sub>3</sub>; *IV*<sub>1</sub>, *IV*<sub>2</sub>; *V*;  $\alpha$  und, den unteren Theil der Wurzelschlinge bildend,  $\beta$ . Der Hinterflügel weist Haftborste, *I* mit *II*<sub>1</sub> verschmolzen; *II*; *III*<sub>1</sub>, *III*<sub>2</sub>, *III*<sub>3</sub>; *IV*<sub>1</sub>, *IV*<sub>2</sub>; *V*;  $\alpha$  und  $\beta$  auf. *II*<sub>4</sub> und *II*<sub>5</sub> des Oberflügels können zu einer Ader verschmolzen sein (*Solenobia pineti* Z.). Kleine individuelle Variationen im Aderverlauf finden sich nicht selten. Der Übergang zu den höheren Formen wird durch die *Fumea*- und *Epichnopteryx*arten gebildet. Im Habitus des Männchens gleichen sie den differenzirten Psychiden, doch findet sich *II*<sub>(4,5)</sub> hier und da angedeutet (*Fumea intermediella* Brd. Taf. XXVI, Fig. 44), und meist sind  $\alpha$  und  $\beta$  zu einer Wurzelschlinge verbunden. Bei vielen hierher gehörigen Arten ist der basale Theil von *III* sowie *III*<sub>(1,2)</sub> und der Wurzeltheil von *III*<sub>3</sub> erhalten, was für die Feststellung der Verhältnisse von *III* der Hinterflügel von Psychiden von Wichtigkeit ist (siehe Fig. 49, Taf. XXVI von *Fumea betulina*).

Charakteristisch ist für die Flügel der Arten des Genus *Psyche*, dass Ader  $\alpha$  verhältnismäßig sehr lange nach ihrem Ursprung einen Ast zum Innenrand sendet. Offenbar ist dies Ader  $\beta$ , welche in ihrem basalen Theil lange mit  $\alpha$  verwachsen ist, während sie bei den niederen Formen den hinteren Theil der Wurzelschleife bildet, ein Verhalten, das auch bei den Arten des Genus *Psyche* ab und zu noch angedeutet ist. In System *II* unterscheiden sich die anderen Genera von den Talaeporiden. Gewöhnlich sind nur vier Endäste ausgebildet; kommt ein fünfter vor, wie bei *Ps. febr et ta* Boyer d. Fonscolombe (Taf. XXVI, Fig. 45), *Ps. apiformis* Rossi (Taf. XXVI, Fig. 46) und anderen, so bildet er mit dem dritten eine Endgabel. Wir haben demnach bei den Formen mit vier Endästen den dritten als durch Verschmelzung von *II*<sub>3</sub> mit *II*<sub>4</sub> entstanden aufzufassen. Für die Richtigkeit dieser Deutung spricht, dass die mit den Psychiden in Beziehung stehenden Macrolepidopterenfamilien alle die Anhangszellenbildung oder die basale Verschmelzung der einander benachbarten Äste der beiden Endgabeln zeigen, was sich leicht aus der Anhangszellenbildung herleitet, denn die Verbindung durch eine sekundäre Querader prädisponirt, wie wir schon früher gesehen, zur Verschmelzung der verbundenen Adern. Geht der Einschmelzungsprocess weiter, so kann der vierte Endast (*II*<sub>5</sub>) vom dritten (*II*<sub>(3+4)</sub>) entspringen z. B. bei *Fumea intermediella*

(Taf. XXVI, Fig. 44) oder *Psyche hirsutella* Hb., oder es können, indem auch diese verschmelzen, gar nur noch drei Endäste von *II* vorhanden sein, wie bei *Psyche albida* Esp. (Taf. XXVI, Fig. 47). Die Bezeichnung der Endäste von *II* wäre demnach für diesen letzten Fall  $II_1, II_2, II_{(3+4,5)}$ .

Da, wie wir oben gesehen haben, ausgefallene Adern in der Ontogenie vielfach nicht wiederholt werden, so würde jedenfalls diese mit der phyletischen Ableitung nicht übereinstimmen; denn wenn die Adern ebenfalls nur in Form von drei Tracheen angelegt würden, so müssten wir sie als  $II_1, II_{(2,3)}$  und  $II_{(4,5)}$  auffassen. Sowie irgendwie bedeutendere Abweichungen in der Ontogenie vorliegen, so dürfen wir sie nicht allein als maßgebend betrachten, die vergleichende Ableitung verdient in diesen Fällen, in denen cenogenetische Prozesse sich mit abspielen, unbedingt den Vorzug.

Auch im Bereich des Systems *III* finden wir zum Theil beträchtliche Umwandlungen, wenn auch natürlich meist die typischen drei Endäste vorhanden sind. Die Adern  $III_2$  und  $III_3$  können auf eine Strecke mit einander verschmolzen sein; für gewöhnlich sind sie durch eine sekundäre Querader verbunden, die eben zur Verschmelzung auf eine kürzere oder längere\* Strecke prädisponirt. Man könnte ja auch versucht sein, zur Erklärung des fraglichen Verhaltens anzunehmen, dass bei diesen Schmetterlingen zuerst  $III_1$  vom Hauptstamme entspringe, der sich dann in  $III_2$  und  $III_3$  gabelte. Bedenken wir aber, dass bei den meisten Psychidenformen auf dem Hinterflügel, bei manchen auch auf dem Vorderflügel (*Psyche viciella* Schiff. Taf. XXVI, Fig. 50) der Stammtheil von *III*, resp. das  $III_{(1,2)}$  entsprechende Stück desselben, mit dem System *II* durch eine Querader verbunden und dadurch dem Vorderrand näher gerückt ist als selbst  $III_1$ , so ergibt sich daraus in Folge der Lage, die der basale Theil von  $III_3$  einnehmen muss, eine Prädisposition zur Verschmelzung von Theilen der Ader  $III_3$  mit  $III_2$ . Durch dieses Verhalten wird die Annahme einer Änderung der Ursprungsstellen der Endäste von *III* schon sehr unwahrscheinlich. Alle Befunde aus der Ontogenie, die wir kennen gelernt haben, rechtfertigen eine derartige Hypothese nicht, und das Verhalten der basalen Theile von *III* bei *Fumea* (Taf. XXVI, Fig. 49) widerspricht ihr. Wir müssen demnach unsere Erklärung, nämlich dass die Endgabelbildung durch partielles Verschmelzen von  $III_2$  und  $III_3$  zu Stande kommt, für die richtige halten. Die Verschmelzung kann vollständig werden, so dass also nur noch zwei Endäste von *III* vorhanden sind, wie uns oft *Psyche hirsutella* und normalerweise *Ps. albida* (Taf. XXVI, Fig. 47) zeigen. Dass wir es wirklich mit einer Verschmelzung zweier Adern

zu thun haben, wird, abgesehen davon, dass wir sie bei vielen Formen vorbereitet sehen, einmal durch das Vorkommen von Varietäten, bei denen die betreffende Ader sich vor dem Ende gabelt (oft bei *Ps. hirsutella*), dann durch das analoge Verhalten des Unterflügels bei vielen Arten bewiesen.

Leicht verständlich ist das Verhalten der Aderung des Hinterflügels von *Ps. Febretta* (Taf. XXVI, Fig. 45) nach dem Bau von *Zeuzera aesculi* (Taf. XXV, Fig. 44).  $III_2$  und  $III_3$  sind, wie beim Oberflügel, auf eine Strecke verschmolzen. Bei *Ps. viciella* Schiff. (Taf. XXVI, Fig. 50) oder *Ps. apiformis* (Taf. XXVI, Fig. 46) sehen wir, dass nicht mehr  $III_1$  sondern der Stamm *III*, resp.  $III_{(1,2)}$  durch eine Querader mit System *II* verbunden und dadurch mehr dem Vorderrand genähert ist; alle drei Endäste sind erhalten. Indem  $III_2$  und  $III_3$  ganz verschmelzen, kann dann *III* nur noch zwei Endäste zeigen:  $III_1$  und  $III_{(2+3)}$  (*Ps. graminella* Schiff. Taf. XXVI, Fig. 54).

Vergleicht man bei *Fumea betulina* die Beziehungen der Endadern zu den im Discoidalfeld liegenden Theilen von *III*, so wird man annehmen, dass  $III_2$  ausgefallen ist, die restirenden Adern also für  $III_1$  und  $III_3$  ansprechen. Würde man dann hier *Ps. graminella* (Taf. XXVI, Fig. 54) anschließen, so müsste man die hier vorhandenen zwei Endäste als  $III_2$  und  $III_3$  auffassen und annehmen, dass  $III_1$  ausgefallen oder mit *II* verschmolzen sei. Dies wäre ein falscher Analogieschluss, denn für die höheren Psychiden ist eben charakteristisch, dass sehr oft Stamm *III* näher bei *II* liegt als die Endäste, namentlich aber tritt dies bei den Formen, welche Reduktionen im Geäder aufweisen, klar in den Verlauf des basalen Theiles von *III* zu Tage (siehe Taf. XXVI, Fig. 54 von *Ps. graminella*). Da wir bei den Formen mit drei Endästen von *III* fast immer  $III_2$  und  $III_3$  ein Stück weit vereinigt sehen, so müssen wir annehmen, dass durch ihr vollständiges Verschmelzen eine Ader ausfällt, die noch vorhandenen also als  $III_1$  und  $III_{(2+3)}$  gedeutet werden müssen. Geht dieser Process weiter, so können, wie bei *Ps. viciella* v. *stetinensis* Hering (Taf. XXVI, Fig. 48) oder *villosella* O., die zwei Endäste ein Stück weit verbunden sein; dass nach ihrer Herkunft nicht parallel verlaufende Bestandtheile so zusammengetreten sind, zeigt der oft auffallend divergente Verlauf der Gabelenden (Taf. XXVI, Fig. 50) und dies weist uns wiederum darauf hin, dass  $III_1$  es ist, die hier an  $III_{(2+3)}$  herangezogen wird, denn dass  $III_1$ ,  $III_2$  und  $III_3$  angelegt werden, beweist deren Vorkommen bei der Stammform näher stehenden *viciella*. Schließlich kann nur noch ein Endast übrig bleiben, wie die Figur von *Ps. albida* zeigt, bei welcher anormalerweise jedoch ein in der Verlängerung des Stammtheiles

von *III* gelegener Ast vorhanden sein kann; es ist dieser dann als die durch Rückschlag wieder aufgetretene Ader  $III_1$  aufzufassen. Dies Vorkommen beweist zugleich, dass wir auch bei *Ps. albida* trotz der Konfiguration des Geäders, keine Verschmelzung von  $III_1$  mit *II* annehmen dürfen.

Eine auffällige Annäherung von *II* an *III* kommt vor z. B. bei *Graslinella B.*, welche übrigens alle drei Endäste von *III* besitzt; in der Regel jedoch verläuft *II* der Ader *I* genähert, wie es der Verschmelzung von  $II_1$  mit *I* entspricht. Es kann nun auch der basale Theil von *II* mit *I* verbunden sein (siehe Taf. XXVI, Fig. 46 von *Ps. apiformis*). Ja, sie können sogar von Anfang bis Ende zu einer Ader verschmolzen sein; wiederum ist es *Ps. albida*, welche uns diese Enddifferenzirung zeigt (Taf. XXVI, Fig. 47).

Zur Zeit stehen in dem gebräuchlichen Schmetterlingssystem die Talaeporiden bei den Tineinen, die Psyche, Epichnopteryx und Fumea-Arten als Psychiden bei den Bombyces. Dieses Auseinanderreißen einer Familie ist zu verwerfen, namentlich aber die Art der Trennung. Wenn wir im System den Sammlern entgegenkommen wollen, und das ist der einzige Grund, der für die heute übliche Trennung der Familie geltend gemacht werden könnte, so müssen wir die Grenze zwischen Psyche und gewissen Fumea-Arten einerseits und allen übrigen andererseits durchlegen. Durch die Bildung der Flügel gehören die Talaeporiden zu den Tineinen, die Wurzelschlinge von  $\alpha$  allein genügt schon, um Fumea und Epichnopteryx ebenfalls dahin zu stellen. Dazu kommt aber, dass in Habitus und Lebensweise die Weibchen mancher Fumea- und die der Epichnopteryxarten und der Talaeporiden mit einander viel näher verwandt sind, als irgend welche von beiden Gruppen mit denen der Gattung Psyche und des anderen Theiles der Fumea-Arten. Aber ich wiederhole: jede Trennung, bei welcher die einen Formen zu den Macro-, die anderen zu den Microlepidopteren gestellt werden, ist unnatürlich. Die Psyche-Arten selbst wieder repräsentiren nicht nur eine Formenreihe. Sie zerfallen in zwei Gruppen: Bei der einen ist der Stammtheil von *III* auf Vorder- und Hinterflügel näher an *II* gerückt als einer der Endäste (*Viciella* etc.), bei der anderen ist  $III_1$  der Vorderflügel mit *II* durch eine Querader verbunden und sucht also dort seine Stütze zu gewinnen; zum Theil ist *III* der Unterflügel *II* mehr genähert als  $III_1$  (*Graminella*), bei anderen aber zeigt das Geäder auch hierin den gewöhnlichen Verlauf (*Febretta*) und diese letzteren Formen sind die nächsten Verwandten des Typus, von dem die Zygaeniden einer- die Arctiiden und Lipariden andererseits abzuleiten sind. Die Lithosiiden sind vielleicht auch anzuschließen

und zwar an einen Zweig, der sich von den Talaeporiden zu den Crambiden und Phycideen hin erstreckt.

In Anbetracht der großen Menge von Variationen, namentlich auch individuellen, welche das Psychidengeäder darbietet, und mit Rücksicht auf die phyletische Bedeutung dieser Familie wird man es gerechtfertigt finden, dass wir ausführlicher auf die Psychiden eingegangen sind.

Zum Schlusse dieser Arbeit, die hoffentlich manche Anregung zur Erforschung der phyletischen Beziehungen der Schmetterlinge und überhaupt der Insekten zu einander geben wird, spreche ich meinem hochverehrten Lehrer Herrn Geh. Rath WEISMANN für das warme Interesse, das er, wie während meines ganzen Studienganges, so auch diesmal meiner Arbeit entgegenbrachte, meinen wärmsten und besten Dank aus. Herrn Prof. GRUBER und Herrn Prof. H. E. ZIEGLER bin ich namentlich für ihren freundlichen Rath, den sie mir vielfach bei Anordnung und Darstellung des Stoffes zu Theil werden ließen, zu größtem Danke verpflichtet. Mein verehrter Lehrer in der Entomologie, Herr C. REUTTI und eben so Herr A. MEISS haben mich in der freigebigsten Weise mit Material versorgt; ich verdanke ihrer Liebenswürdigkeit den größten Theil der untersuchten Microlepidopteren. Auch an dieser Stelle sage ich ihnen hierfür und für das alle Zeit mir bewiesene Wohlwollen meinen herzlichsten Dank.

Freiburg i. Br., Oktober 1894.

## Erklärung der Abbildungen.

### Tafel XXV.

Fig. 4. Kopie nach HAGEN, l. c. Fig. 4. Man sieht, in welcher Weise der Autor die Endäste zu Gruppen vereinigte. Man vergleiche die Fig. 49, welcher unsere Deutung beige-schrieben ist.

Fig. 2. Flügelgeäder von *Blatta germanica*.

Fig. 3. Flügelgeäder von *Fulgora laternaria* nach REDTENBACHER.

Fig. 4. Flügelgeäder von *Philopotamus scopulorum*.

Fig. 5. Flügelgeäder von *Stenophylax concentricus*.

Fig. 6. Flügelgeäder von *Leptocerus*.

Fig. 7. Flügelgeäder von *Malona*.

Fig. 8. Flügelgeäder von *Micropteryx aureatella*. Mit \* ist der Flügelanhang bezeichnet.

Fig. 9. Flügelgeäder von *Hepialus sylvinus*.

Fig. 10. Flügelgeäder von *Cossus ligniperda*.

Fig. 11. Flügelgeäder von *Zeuzera aesculi*.

Fig. 12. Flügelgeäder von *Mamestra brassicae*. Subimagnalstadium.

Fig. 13. Flügelgeäder von *Mamestra brassicae*, definitives Geäder, die geschlängelten Linien geben den Tracheenverlauf an.

Fig. 14. Flügelgeäder von *Phalera bucephala*. Subimaginalstadium.

Fig. 15. Flügelgeäder von *Harpya vinula*. Subimaginalstadium.

Fig. 15 a. Flügelgeäder von *Harpya ereminea*. Definitives Geäder.

Fig. 16. Flügelgeäder von *Dasychira pudibunda*. Subimaginalstadium.

Fig. 17. Flügelgeäder von *Papilio machaon*. Subimaginalstadium.

Fig. 18. Flügelgeäder von *Vanessa Io*. Subimaginalstadium.

Fig. 19. Flügelgeäder von *Vanessa Io*. Definitives Geäder.

Fig. 20. Flügelgeäder von *Earias chlorana*. Subimaginalstadium.

Fig. 21. Flügelgeäder von *Acronycta rumicis*. Subimaginalstadium. Variation.

Fig. 22. Flügelgeäder von *Smerinthus ocellata*. Subimaginalstadium.

Fig. 22 a. Flügelgeäder der Sphingiden. Definitives Geäder.

Fig. 23. Flügelgeäder von *Pieris brassicae*. Subimaginalstadium.

Fig. 23 a. Flügelgeäder von *Pieris brassicae*. Definitives Geäder.

Fig. 24. Flügelgeäder von *Pieris rapae*. Subimaginalstadium.

Fig. 25. Flügelgeäder von *Leucophasia sinapis*. Definitives Geäder.

Fig. 26. Flügelgeäder von *Teras logianum*. Subimaginalstadium.

Fig. 27. Flügelgeäder von *Lycaena amphidamas*. Subimaginalstadium.

Fig. 28. Flügelgeäder von *Pieris brassicae*. Atavistische Varietät des Subimaginalstadiums.

Fig. 29. Querschnitt durch eine Ader des fertigen Flügels von *Triphaena pronuba*.

Fig. 30. Querschnitt durch eine Flügelader einer jungen Puppe von *Pieris brassicae*.

Fig. 31. Theil der Innenrandzone des Vorderflügels von *Laverna vanella*.

Die Bezeichnungen in den Fig. 29—31 bedeuten:

*Os*, Oberseite des Flügels;

*hy*, Hypodermis;

*Us*, Unterseite des Flügels;

*hy'*, dichte Anhäufung der Hypodermiskerne gegenüber der Trachee;

*ch*, äußere Chitinschicht;

*r*, Flügelrippe;

*isch*, innere, chitinähnliche Schicht;

*tr*, Tracheen;

*l*, leistenförmige Verdickung des Chitins an der *Us* des Flügels;

*ntr*, Nebentrachee;

*blk*, Blutkörperchen;

*sch*, Ansatzstellen der Flügelschuppen.

#### Tafel XXVI.

Fig. 1. Schema des Vorderflügelgeäders der Schmetterlinge.

Fig. 2. Schema des Hinterflügelgeäders der primitivsten Schmetterlinge, der Micropteryginen und Hepialiden.

Fig. 3. Modificirtes Schema des Hinterflügels,  $II_1$  ist, wie dies zumeist der Fall ist, mit *I* verschmolzen gezeichnet, der seltene getrennte Verlauf ist gestrichelt eingezeichnet, eben so die Konfiguration der Basis von *I* bei Vorhandensein der Haftborste.

Fig. 4. Flügelgeäder von *Tinea parasitella* H.

Fig. 5. Flügelgeäder von *Blabophanes rusticella* H.

Fig. 6. Flügelgeäder von *Atemelia torquatella* Zll.

Fig. 7. Flügelgeäder von *Cerostoma radiatellum* Dr.

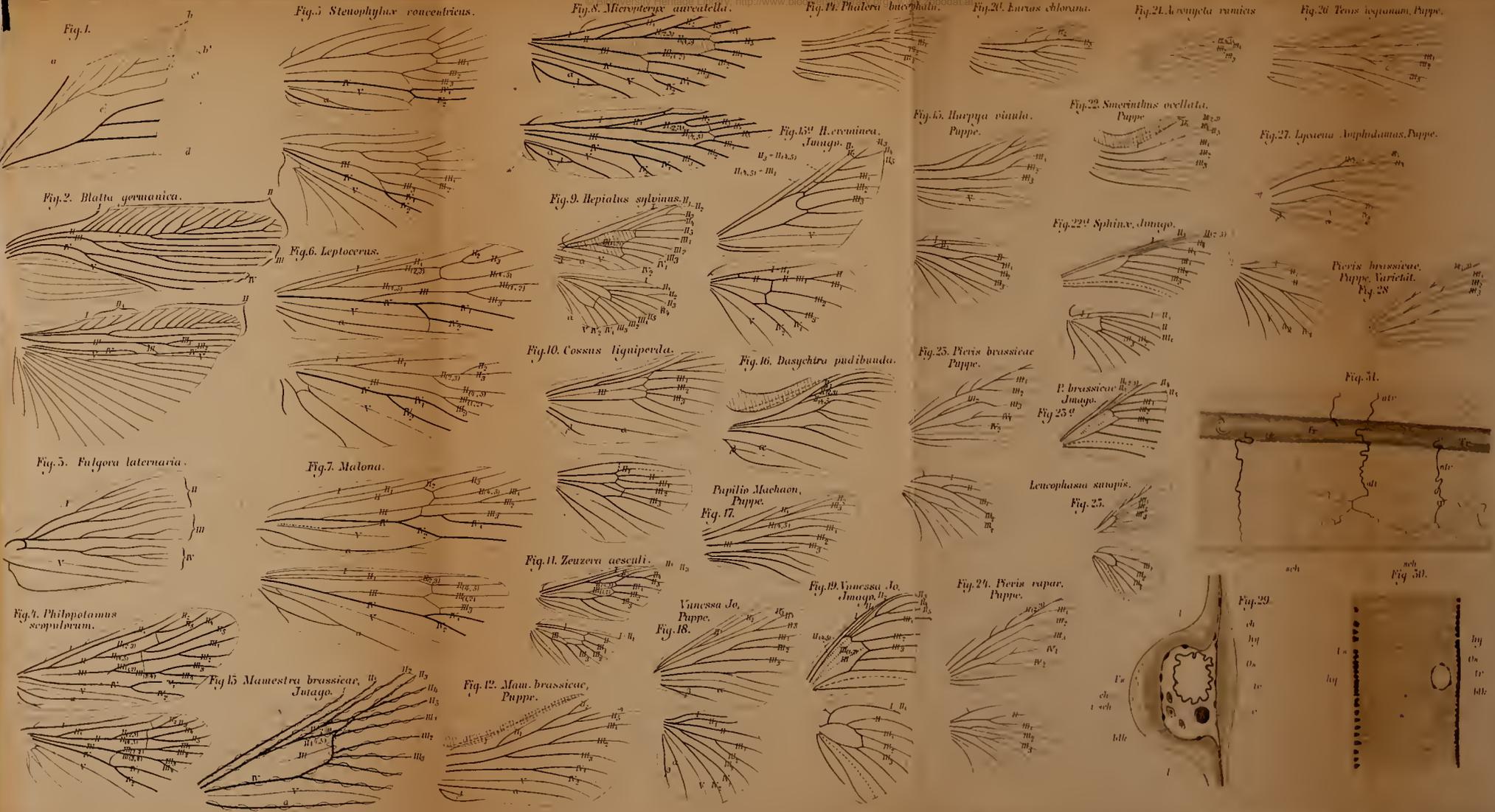
Fig. 8. Flügelgeäder von *Depressaria liturella* S. V.

Fig. 9. Flügelgeäder von *Teleia dodecella* L.

Fig. 10. Flügelgeäder von *Parasia neuropterella* Zll.

646 Arnold Splner, Zur Phylogenie und Ontogenie des Flügelgeäders der Schmetterlinge.

- Fig. 41. Flügelgeäder von *Cleodora striatella* V.  
Fig. 42. Flügelgeäder von *Anarsia spartiella* Schr.  
Fig. 43. Flügelgeäder von *Pleurota rostellata* H.  
Fig. 44. Flügelgeäder von *Chauliodus chaerophyllellus* Goeze.  
Fig. 45. Flügelgeäder von *Stagmatophora posposella* Zll.  
Fig. 46. Flügelgeäder von *Butalis fallacella* Sch.  
Fig. 47. Flügelgeäder von *Elachista perplexella* St.  
Fig. 47a. Flügelgeäder von *Elachista pollinariella* Zll.  
Fig. 48. Flügelgeäder von *Douglasia ocnrostomella* St. Hinterflügel.  
Fig. 49. Flügelgeäder von *Coleophora otitae* Zll. Vorderflügel.  
Fig. 20. Flügelgeäder von *Coleophora ornatipennella* Zll. Hinterflügel.  
Fig. 21. Flügelgeäder von *Coleophora auricella* F. Vorderflügel.  
Fig. 22. Flügelgeäder von *Coleophora limosipennella* Dp. Hinterflügel.  
Fig. 23. Flügelgeäder von *Argyresthia goedartella* L.  
Fig. 24. Flügelgeäder von *Gracilaria syringella* F. Vorderflügel, Geäder der Puppe.  
Fig. 25. Flügelgeäder von *Gracilaria syringella* F. Vorderflügel, definitives Geäder.  
Fig. 26. Flügelgeäder von *Coriscium cuculipennellum* H. Hinterflügel, Geäder der Puppe.  
Fig. 27. Flügelgeäder von *Coriscium cuculipennellum* H. Hinterflügel, definitives Geäder.  
Fig. 28. Flügelgeäder von *Ornix betulae* St.  
Fig. 29. Flügelgeäder von *Cosmopteryx Druryella* Zll.  
Fig. 30. Flügelgeäder von *Tischeria complanella* H.  
Fig. 31. Flügelgeäder von *Cemistoma spartifoliella* Hb. Verlauf der Chitinbildungen.  
Fig. 32. Flügelgeäder von *Cemistoma spartifoliella* Hb. Verlauf der Tracheen.  
Fig. 33. Flügelgeäder von *Cemistoma spartifoliella* Hb. Nach ZELLER.  
Fig. 34. Flügelgeäder von *Cemistoma spartifoliella* Hb. Nach HERRICH-SCHÄFFER.  
Fig. 35. Flügelgeäder von *Bucculatrix gnaphaliella* Tr.  
Fig. 36. Flügelgeäder von *Oenophila vflavum* Hw. Seltene Form.  
Fig. 37. Flügelgeäder von *Oenophila vflavum* Hw. Gewöhnliche Form.  
Fig. 38. Flügelgeäder von *Phyllocnistis saligna* Zll.  
Fig. 39. Flügelgeäder von *Lithocolletis cramerella* F.  
Fig. 40. Flügelgeäder von *Nepticula argyropeza* Zll.  
Fig. 41. Flügelgeäder von *Nepticula plagicolella* St.  
Fig. 42. Flügelgeäder von *Trifurcula palidella* Zll. Nach HERRICH-SCHÄFFER.  
Fig. 43. Flügelgeäder von *Talaeporia pseudobombycella* Hb.  
Fig. 44. Flügelgeäder von *Fumea intermediella* Brd.  
Fig. 45. Flügelgeäder von *Psyche febretta* B. d. Fonscolombe. Nach HERRICH-SCHÄFFER.  
Fig. 46. Flügelgeäder von *Psyche apiformis* Rossi. Nach HERRICH-SCHÄFFER.  
Fig. 47. Flügelgeäder von *Psyche albida* Esp. Nach HERRICH-SCHÄFFER.  
Fig. 48. Flügelgeäder von *Psyche v. stetinensis* Hering. Nach HERRICH-SCHÄFFER.  
Fig. 49. Flügelgeäder von *Fumea betulina*.  
Fig. 50. Flügelgeäder von *Psyche viciella* Schiff. Nach HERRICH-SCHÄFFER.  
Fig. 51. Flügelgeäder von *Psyche graminella* Schiff.





*Ala III. Cemiostoma sp*

Fig. 31.



II<sub>4</sub>

III<sub>5</sub>

*Cemiost. spartifolia*

Fig. 32.

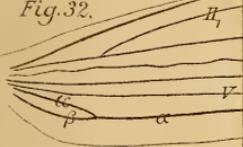


Fig. 33.

II<sub>5</sub>  
III<sub>2</sub>



II<sub>1</sub>

Fig. 35. *Bucculata*

fl.

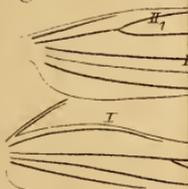


Fig. 36. *Oenophila*



Fig. 37.

II<sub>3</sub>  
III<sub>1</sub>

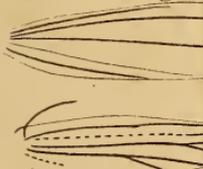


Fig. 40. *Neptic. a*

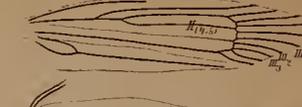
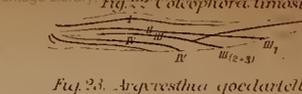
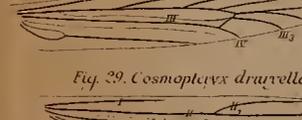
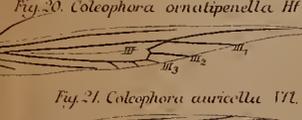
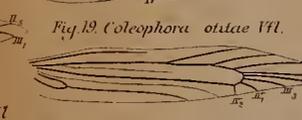
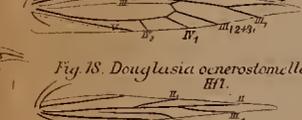
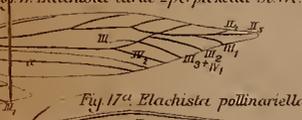
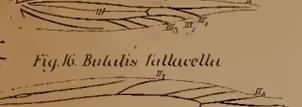
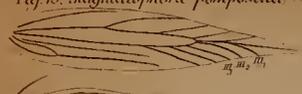
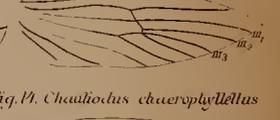
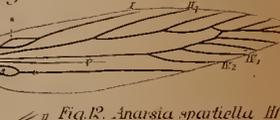
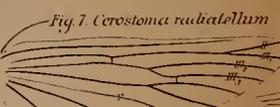
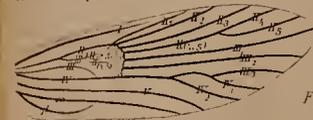
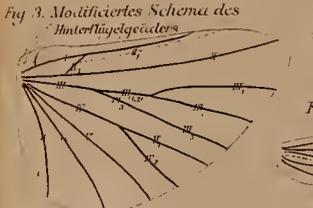
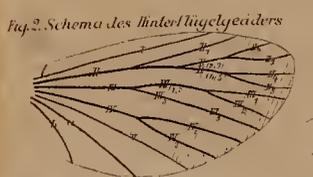
II<sub>2</sub> II<sub>5</sub>  
III(1,2)  
III<sub>3</sub> IV<sub>1</sub>



*Chocelletis cramerella*







# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1891-1892

Band/Volume: [53](#)

Autor(en)/Author(s): Spuler Arnold

Artikel/Article: [Zur Phylogenie und Ontogenie des Flügelgeäders der Schmetterlinge. 597-646](#)