

Beiträge zur Kenntniss des Baues
der
Schmetterlings-Rüssel.

Von
Wilhelm Breitenbach.

Hierzu Tafel IV—VI.

I. Geschichtliche Einleitung.

Es ist immer von grossem Nutzen, wenn man einer wissenschaftlichen Arbeit, welche irgend einen Gegenstand eingehend behandelt, eine kurze geschichtliche Einleitung vorausschickt. Eine solche Literatur-Uebersicht hat zwei Hauptzwecke. Erstens sehen wir aus derselben, was bis zu dem Zeitpunkte, in dem des Verfassers eigene Untersuchungen begannen, über den behandelten Gegenstand bekannt ist und wie diese Kenntnisse im Laufe der Zeit allmählig erworben wurden. Zweitens, und das scheint mir manchmal das Wichtigste zu sein, lässt ein historischer Ueberblick über das bisher Geleistete erkennen, was der Verfasser wirklich Neues bringt; er gestattet also erst eine richtige Würdigung der neuen Arbeit. Aus diesen Gründen habe ich mich entschlossen, meine Arbeit ebenfalls durch einen historischen Ueberblick einzuleiten. Ich habe selbstverständlich nur die wichtigsten Arbeiten berücksichtigen können, d. h. solche, deren Verfasser eigene Untersuchungen angestellt haben. Gleichzeitig will ich bemerken, dass ein kleiner Theil, der eigentlich hierher gehört hätte, an einer andern Stelle behandelt werden wird; ich meine die Ansichten über die Art und Weise, wie die Schmetterlinge saugen. Da die vorliegende Arbeit zum bei Weitem grössten Theile morphologischen Inhaltes ist, so habe ich es vorgezogen, jene physiologische Frage, auch in ihrem geschichtlichen Theile, in einem besonderen Theile zusammenhängend zu besprechen.

Da die älteren Entomologen bekanntlich mit grosser Vorliebe

stets die Mundwerkzeuge der Insecten untersucht und beschrieben haben, so lässt sich eigentlich von vornherein erwarten, dass dieselben, da der Saugrüssel für das einzige Mundorgan der Schmetterlinge gehalten wurde, auch diesem ihre besondere Aufmerksamkeit werden gewidmet haben. In der That giebt auch derjenige Naturforscher, den wir aus der älteren Zeit besprechen wollen, nämlich Réaumur, eine sehr eingehende Schilderung vom Bau und von der Function unseres Organes. Da Réaumur der erste Naturforscher ist, welcher den Schmetterlingsrüssel eingehend untersucht hat, und da die nächstfolgenden Beobachter nicht über ihn hinausgekommen sind, z. B. auch Swammerdam, so wollen wir etwas länger bei ihm verweilen. Unser Verfasser hat seine Untersuchungen niedergelegt in dem fünften Bande seines „*Mémoires pour servir à l'histoire des insectes*“; pag. 284—315.

Réaumur sagt, man finde den Rüssel bei denjenigen Schmetterlingen, welche überhaupt im Besitze eines solchen seien, genau zwischen den Augen befestigt. Wenn der Schmetterling keine Nahrung zu sich nimmt, so ist der Rüssel wie die Spiralfeder einer Uhr aufgerollt und liegt so zwischen Stücken verborgen, welche bei den verschiedenen Schmetterlingen eine verschiedene Form und Grösse haben. Da sie mit kurzen Haaren bedeckt sind, so werden sie als „behaarte Wände“ (*cloisons barbues*) oder „Bärte des Schmetterlings“ (*barbes du Papillon*) bezeichnet. Was diese *cloisons barbues* eigentlich sind, ist Réaumur nicht klar geworden; es sind die allerdings bedeutend veränderten Unterlippen-taster.

Nachdem unser Verfasser im Weiteren sehr hübsch beschrieben hat, wie die Schmetterlinge sich ihres Rüssels bedienen, wenn sie den süssen Saft der Blümen saugen, geht er zur Untersuchung der Structurverhältnisse des Organes über. Auf den ersten Blick ist der Rüssel eine Art Klinge (*lame*), länger als dick, aus einer hornigen Masse bestehend; von der Ansatzstelle bis zu seinem freien Ende scheint er sich zu verjüngen. Da die Ansatzstelle sich genau in der Mitte des Kopfes befindet, so nimmt der Rüssel gerade die Stelle der Nase ein; und in der That haben einige Autoren (nach Réaumur) gesagt, die Schmetterlinge hätten eine sehr lange Nase.

Réaumur hat die Beobachtung gemacht, dass wenn man den im aufgerollten Zustande befindlichen Rüssel gewaltsam entrollt, derselbe von der Spitze an sich in zwei gleiche Hälften spaltet. Dies führte ihn zu einer wichtigen Frage: Spalten sich

die Rüssel der Schmetterlinge deshalb so leicht, weil sie so fein und zerbrechlich sind, oder bestehen sie wirklich aus zwei aneinander gelegten Stücken? Das Ergebniss ist die Feststellung der Thatsache, dass sich die Schmetterlingsrüssel in der That aus zwei gleichen, aneinander liegenden Hälften zusammensetzen. Eine nun folgende, sehr unklare Auseinandersetzung über den Bau der Rüsselhälften wollen wir übergehen, da Réaumur mehr gesehen hat, wie wirklich vorhanden ist. Ein Blick auf die zugehörigen Abbildungen zeigt das auf den ersten Blick.

An dem Rüssel bemerkte Réaumur eine sehr grosse Anzahl von „fibres transversales qui ceignent la trompe et qui semblent la diviser dans une infinité d'anneaux ou de tranches“ (pag. 295). Am vorderen, freien Ende einiger Rüssel stehen „häutige Blättchen“, (des feuilletés membraneux), auf jeder Rüsselhälfte zweizeilig angeordnet. Dieselben sollen eine Art Rinne bilden, „parce qu'ils s'écartent les uns les autres en s'éloignent de leur base“ (pag. 296). Diese Blättchen, in denen wir später sehr wichtige Theile des Rüssels wiedererkennen werden, sollen dazu dienen, die Spitze schwacher Rüssel zu stützen, da man dieselben an starken Rüsseln nicht finde. Wir werden später sehen, dass gerade das Gegentheil viel eher richtig ist, dass gerade die stärksten Rüssel mit solchen „Blättchen“ vorwiegend versehen sind.

Ganz richtig ist im Allgemeinen das, was unser Verfasser über den Verschluss der beiden Rüsselhälften angiebt. Die Hälften legen sich nicht mit einer continuirlichen Fläche aneinander, wie man das nach der Leichtigkeit, mit der sie von einander getrennt werden können, vielleicht erwarten sollte, sondern der Verschluss wird durch eine grosse Anzahl dicht bei einander stehender, dünner Fäden (filets) bewirkt, welche gegen einander stossen. Bei einigen Rüsseln hat Réaumur auch übereinander greifende zahnartige Bildungen (dentelures) bemerkt, „qui peuvent fortifier l'union et la pourroient faire seules, si les lances n'étoient pas composées de filets“ (pag. 300). Diese letztere Ansicht werden wir später als nicht correct kennen lernen, da diese zahnartigen Bildungen auf einer Seite den Verschluss allein herstellen, während er auf der entgegengesetzten Seite allein von den filets bewirkt wird.

Da die beiden Rüsselhälften auf ihrer inneren Seite halb ausgehöhlt sind, so dass eine Rinne gebildet wird, so entsteht beim Aneinanderlegen der Hälften ein mittlerer Canal; da aber ausserdem noch jede Rüsselhälfte von einem besonderen Canal durch-

zogen ist, so hat der Rüssel im Ganzen drei Canäle. Dienen alle drei Canäle dazu, die süßen Blumensäfte dem Körper zuzuführen? Nach einem sehr langathmigen Bericht über eine dahinzielende Beobachtung kommt Réaumur zu dem Schlusse, dass nur durch den mittleren Canal Flüssigkeit aufgenommen werde, dass dagegen die seitlichen Canäle wohl zur Aufnahme von Luft dienen. Einige Seiten vorher war er, wie wir noch nachträglich bemerken wollen, ebenfalls durch eine Beobachtung zu der Ansicht gekommen, dass auch die seitlichen Canäle die Nahrungsflüssigkeit dem Körper zuführten. Dass diese beiden Ansichten sich widersprechen, scheint Réaumur gar nicht zu merken. Es ist indessen anzunehmen, dass er in der Folge die erst erwähnte für die richtige gehalten hat, was sie ja in der That auch ist.

Endlich wollen wir noch einen Punkt anführen. Die kleinen Schmetterlingsrüssel sollen nur einen mittleren Canal besitzen; die Canäle der Rüsselhälften dagegen sollen fehlen. Wenn man einen solchen kleinen Rüssel durchschneidet, sagt Réaumur, so bemerkt man in der Mitte einen ovalen Canal; in den beiden Seitenfeldern sieht man je einen kleinen, wohl umschriebenen Kreis, den Durchschnitt eines Muskels. Hier hat sich Réaumur gründlich geirrt; denn dieser vermeintliche Muskel ist thatsächlich der Durchschnitt des Luftkanales. Wenn ich aufmerksam die Zeichnungen betrachte, so will es mir vorkommen, als wenn Réaumur bei den andern Schmetterlingen die wirklichen Tracheen gar nicht gesehen hätte. Von der ganzen Rüsselhälfte ist nur die äussere Wandung gezeichnet; im Uebrigen ist sie hohl. Das ist aber in Wirklichkeit nicht der Fall; vielmehr ist der Raum bis auf die verhältnissmässig dünne Trachee mit Muskeln angefüllt. Also gerade da, wo Réaumur die Tracheen der Rüsselhälften nicht gesehen haben will, hat er sie gerade gesehen, und da wo er sie gesehen haben will, scheint er sie nicht gesehen zu haben.

In dem ganzen *Mémoire*, dem die vorstehenden Angaben entnommen sind, und welches „principalement des ailes, des yeux, des antennes et des trompes“ handelt, ist von keinen weiteren Mundwerkzeugen der Schmetterlinge die Rede wie vom Rüssel. In der That kannten Réaumur und die älteren Entomologen überhaupt von den Mundtheilen der Schmetterlinge nur den Rüssel; höchstens zählte man noch zu denselben jene beiden, meist ziemlich grossen Anhänge, zwischen denen der Rüssel im aufgerollten Zustande verborgen liegt, die Unterlippentaster. Man hielt in Folge dessen die Mundtheile der Schmetterlinge für etwas ganz

Besonderes und von denen der übrigen Insecten total Verschiedenes. Diese grosse Verschiedenheit der Mundwerkzeuge der Schmetterlinge von denen der andern Insecten, namentlich der Käfer mit beissenden Mundtheilen, musste um so mehr auffallen, als doch die Raupen, aus denen die Schmetterlinge hervorgingen, ganz ebensolche Mundtheile wie andere beissende Insecten hatten. In der That hatte man keine Ahnung davon, dass die Mundtheile der Schmetterlinge trotz aller äusseren Verschiedenheit doch nach demselben Typus gebaut seien wie die aller andern Insecten und wie die der Raupen.

Savigny führt in dem ersten seiner 1816 erschienenen vorzüglichen „Mémoires sur les animaux sans vertèbres“ eine hierher bezügliche Stelle an, welche wir in der Uebersetzung wiedergeben wollen. „Der gefeierte Verfasser der „Vergleichenden Anatomie“ geht noch weiter. „„Von allen Larven, sagt er, sind es diejenigen der Lepidopteren oder die Raupen, welche sich in Bezug auf den Mund am meisten von ihren Insecten unterscheiden, und was noch sonderbarer ist, ihr Mundapparat ist nach dem Plan der Insecten mit Kiefern gebaut, obgleich man keine Spur davon bei den Schmetterlingen wiederfindet.““ Dem gefeierten Verfasser der „Vergleichenden Anatomie“, in dem wir ohne Zweifel Cuvier zu suchen haben, und allen Entomologen tritt nun der scharfsinnige Savigny entgegen, indem er, gestützt auf vergleichend-anatomische Untersuchungen, den bestimmten Nachweis liefert, dass die Mundtheile der Schmetterlinge nach demselben Typus gebaut seien wie die der andern Insecten und der Raupen. „Die Schmetterlinge haben, ebenso wie ihre Raupen, ebenso wie die Coleoptera, Neuroptera und alle beissenden Insecten, zwei Lippen, eine Oberlippe, eine Unterlippe, zwei Mandibeln und zwei Kiefern.“ (Prem. Mem. pag. 3.) Natürlich sind auch die Unterkiefer- und Unterlippentaster vorhanden. Die Mundtheile der Schmetterlinge sind mit Ausnahme der Unterkiefer und der Unterlippentaster sämmtlich bedeutend rudimentär geworden, da sie mit der völligen Umgestaltung des Raupenmundes in den Schmetterlingsmund ihre Function verloren haben. Das einzige active Mundorgan ist der aus den Unterkiefern hervorgegangene Saugrüssel. Die Unterlippentaster sind, wie wir schon wissen, jene ziemlich ansehnlichen, meist stark behaarten Gebilde, zwischen denen der eingerollte Rüssel wie in einer Scheide verborgen liegt.

Nachdem so von Savigny die Homologie der Mundtheile der kauenden Insecten mit denen der Schmetterlinge erwiesen

worden ist, und nachdem gezeigt wurde, dass der Rüssel speciell den Unterkiefern entspreche, macht unser Autor auch noch einige Bemerkungen über den Bau unseres Organes. „Wenn wir zu den eigentlichen Kiefern übergehen, so werden wir sehen, dass sie nicht weniger erkennbar sind. Ihr Stamm ist an den Kopf und an die Unterlippe angeheftet, aber ihr Endtheil ist frei, schlank, zuweilen sehr lang, biegsam, röhrenförmig, aussen abgerundet, innen mit einer Rinne versehen, deren Ränder unmerklich gekerbt sind und welche, indem sie genau zu der Rinne der entsprechenden Lade passen, so einen hohlen Cylinder bilden. Diese beiden vereinigten Laden setzen den Rüssel oder die Zunge der Schmetterlinge zusammen. Dieser Rüssel ist in der Quere fein gestreift und gegen das Ende mit Rauheiten versehen. Er kann sich vermittelst seiner ringförmigen Fasern verlängern, verkürzen oder sich aufrollen.“

Das ist alles Hierhergehörige was Savigny angiebt; aber die seiner Arbeit beigegebenen Zeichnungen bieten uns noch Etwas. Die Rauheiten (*aspérités*) an der Rüsselspitze, in denen wir die „*feuilletts membraneux*“ von Réaumur wiedererkennen, zeichnet Savigny als kleine Cylinder, während sie bei Réaumur in der That wie Blättchen aussehen. Ferner sehen wir auf der Oberseite des Rüssels (Taf. I, Fig. 4) jene „*filets*“ gezeichnet, welche durch ihr Aneinanderlegen den Verschluss der beiden Rüsselhälften herbeiführen; Réaumur giebt keine Zeichnung von denselben. Wir dürfen wohl annehmen, dass der so ungemein sorgfältige Savigny den Bau der Schmetterlingsrüssel noch eingehender untersucht hat wie aus seiner Arbeit erkennbar ist; allein der Zweck seiner Arbeit machte es nicht nöthig genauere Angaben über den Bau unseres Organs zu machen.

Bei Kirby und Spence (Einleitung in die Entomologie oder Elemente der Naturgeschichte der Insecten. 1823. Ausgabe von Oken. Bd. I pag. 434—435) finden wir einige Angaben über unsern Gegenstand. Nach diesen beiden vorzüglichen englischen Entomologen ist der Rüssel der Schmetterlinge knorpelig und besteht ganz bestimmt aus einer Reihe zahlloser, aufeinander folgender Ringe, die durch ebensoviele Muskeln in Bewegung gesetzt werden. Wenn schon auch nicht gesagt wird, ob diese Muskeln Ringmuskeln oder Längsmuskeln sind, so dürfen wir doch wohl annehmen, das erstere gemeint sind. Der mittlere Canal dient zum Saugen, die beiden seitlichen Canäle sind Tracheenstämme. Der mittlere Canal „besteht aus zwei Furchen, die von Vorsprün-

gen der Seitenröhren gebildet werden. Diese Furchen greifen mittelst eines sehr merkwürdigen Apparates von Häkchen, oft wie Riffe einer Federspule, in einander und können entweder zu einer luftdichten Röhre vereinigt, oder augenblicklich getrennt werden, nach dem Belieben des Kerfs.“ (pag. 435.)

In dem „Handbuch der Entomologie“ von Burmeister wird der Schmetterlingsrüssel ebenfalls besprochen. Von den bezüglichen Bemerkungen wollen wir indessen nur die falschen wiedergeben. Nachdem Burmeister gesagt hat, dass durch Aneinanderlegen der beiden Rüsselhälften ein Canal entsteht, fährt er fort: „Auch die fadenförmigen Kiefer sind hohl und stossen mit ihrer Höhle auf den gabelförmigen Anfang der Speiseröhre, so dass die Schmetterlinge gleichsam zwei Mäuler, oder doch zwei getrennte Saugrüssel haben.“ (Bd. I pag. 67.) Und an einer andern Stelle: „Beide Rüssel bilden, aneinander gelegt, einen mittleren Canal, in welchen der Ausgang der Speichelgefässe mündet. Hier ist also die einfache Mundöffnung ganz verschwunden, dagegen finden sich zwei rüsselförmig verlängerte Saugmäuler, in welchen der Blumenhonig . . . aufsteigt.“ (Bd. I pag. 380.). Von den Muskeln des Rüssels, die nach Kirby und Spence wahrscheinlich Ringmuskeln sind, sagt Burmeister: „Bei ihnen (den Schmetterlingen nämlich) verläuft in jeder Hälfte des Rüssels ein doppelter, bandartiger Muskel, welcher die ganze Höhle auskleidet und nur einen mittleren engen Canal übrig lässt.“ (Bd. I pag. 276.)

Nachdem also schon Réaumur, dann Kirby und Spence, deutlich ausgesprochen hatten, dass nur der mittlere Canal zum Aufsaugen des Blumenhonigs diene, dass dagegen die beiden Canäle, welche jede Rüsselhälfte durchziehen, Luftröhren seien, vertritt Burmeister mit aller Entschiedenheit doch noch die entgegengesetzte Ansicht. Er lässt den Honig durch die beiden Tracheen aufsteigen und erklärt den wirklichen Saugcanal für den Ausführungsgang der Speichelgefässe! Dass die Flächen, in denen sich die Ränder der Rüsselhälften berühren, aus einzelnen dicht bei einander stehenden, ineinander greifenden Häkchen bestehen, wie schon Réaumur beschrieben hatte, weiss Burmeister gar nicht; er hat nur eine continuirliche Leiste gesehen, oder was das Wahrscheinlichere ist, er hat gar nicht ordentlich zugesehen. Auch erwähnt er nicht jene „feuilletts membraneuses“ an der Spitze des Rüssels. Im Allgemeinen muss man sagen, dass Burmeister sich um die ältere Literatur wenig gekümmert

zu haben scheint und dass er den Bau des Schmetterlingsrüssels viel weniger genau zu kennen scheint wie beinahe hundert Jahre vor ihm Réaumur¹⁾.

Die nächste Arbeit, welche wir anzuführen haben, bezeichnet einen erfreulichen Fortschritt in der Kenntniss unseres Gegenstandes, wenigstens nach einer Seite hin. Sie rührt von dem englischen Entomologen George Newport (Artikel: Insecta in: Cyclopaedia of Anatomy and Physiology. Vol. II. 1836—39. pag. 900—902). Genauer beschreibt Newport die Anhänge am freien Ende des Rüssels. „Bei einigen Arten ist das äusserste Ende jeder Maxille längs seines vorderen und seitlichen Randes mit einer grossen Anzahl kleiner Papillen besetzt. Sie sind äusserst entwickelt bei einigen Schmetterlingen, so bei *Vanessa atalanta*, wo sie etwas längliche, tönnchenförmige Körper sind, die mit drei kleineren Papillen endigen, die rund um ihr vorderes Ende angeordnet sind, mit einer vierten, etwas grösser als die andern, in ihrer Mitte stehend. Nach ihrem Bau zu urtheilen und nach dem Umstand, dass sie immer tief in irgend welche Flüssigkeit eingetaucht werden, wenn das Insect Nahrung zu sich nimmt, müssen sie wahrscheinlich als Tastorgane betrachtet werden.“ Die der Beschreibung beigegebene Zeichnung stimmt aber mit ersterer nicht überein. (Fig. 378. 4. c.) Newport sagt, die Papillen endigen in drei Spitzen, zwischen denen noch eine längere vorage; in der Abbildung (von *Vanessa atalanta*) sind aber im Ganzen nur drei Spitzen angegeben. Wir werden später sehen, dass

¹⁾ Wie lange sich übrigens eine falsche Ansicht halten kann, trotzdem sie längst widerlegt ist, mag Folgendes lehren. Die absolut irrige Meinung Burmeister's, dass die Schmetterlinge den Honig durch die beiden Seitencanäle aufsaugen, wird noch jetzt von einem unserer bedeutendsten Schmetterlingskenner vertreten, nämlich von Dr. A. Speyer in Rhoden. Als ich denselben vor längerer Zeit einmal bat, er möge mir einige Schmetterlinge zur Untersuchung überlassen, schrieb er mir folgendes: „Eine Frage, die mich besonders interessirt, ist die, ob die Schmetterlinge ihre flüssige Nahrung durch die beiden Seitenhälften des Sangers, welche ja bekanntlich hohle Canäle sind, aufnehmen, oder durch den mittleren Canal, welcher durch das Aneinanderlegen jener gebildet wird. Letztere Ansicht findet sich in den Handbüchern der Zoologie von Gerstaecker und Claus ausgesprochen und scheint überhaupt jetzt die gang und gäbe zu sein. Ich zweifle aber sehr, dass sie sich auf genaue Untersuchungen stützt und bin sehr geneigt, die frühere Meinung, dass der Falter ein doppeltes Maul und einen entsprechend gabelförmig getheilten Anfang des Oesophagus habe, für die richtige zu halten.“

weder das Eine noch das Andere ganz richtig ist, sondern dass die Anzahl der Spitzen eine noch grössere ist.

Auch den „filets“ von Réaumur, die durch Aneinanderlagern die Rüsselhälften verschliessen, hat Newport genauere Aufmerksamkeit zugewendet. „Bei Vanessa sind sie sichelförmig und etwas unterhalb der Spitze noch mit einem Zahn versehen. Sie greifen übereinander wie die Zähne gewisser Fische, und wir sind geneigt zu glauben, dass die Spitzen der Haken an einer Rüsselhälfte, wenn das Organ ausgestreckt ist, in kleine Vertiefungen zwischen den Zähnen der entgegengesetzten Seite eingreifen, so dass sie die vordere Oberfläche des Canales bilden.“

Die genauere Beschreibung der Spitzenanhänge und der Häkchen muss man als einen nicht unbedeutenden Vorzug der Arbeit von Newport vor denen seiner Vorgänger betrachten. Was dagegen den Bau der Maxillen selbst anbelangt, so folgt unser Autor den Ansichten von Kirby und Spence. Jede Maxille ist „composed of an immense number of short, transverse, muscular rings“ (pag. 900).

Im Jahre 1853 veröffentlichte Georg Gerstfeldt als Doctor-Dissertation eine vergleichend-anatomische Arbeit „über die Mundtheile der saugenden Insecten“, in welcher auch die Schmetterlingsrüssel ausführlich (pag. 66—74) besprochen werden. Wir wollen Einzelnes aus dieser vortrefflichen Arbeit herausheben. Die Papillen an der Spitze vieler Rüssel, die nach Newport als Tastorgane zu deuten sind, scheinen Gerstfeldt eher den Schüppchen vergleichbar, „welche bei einigen Schmetterlingen die dreigliedrigen Maxillartaster besitzen und die den Flügelschuppen analog sind.“ In der That zeichnet auch Gerstfeldt dieselben ganz ähnlich wie Flügelschuppen, und die folgende Beschreibung ist gleichfalls dem entsprechend. In der Erkenntniss dieser Organe ist unser Verfasser hinter Newport zurückgeblieben. Die Häkchen (filets) dagegen beschreibt er ganz wie Newport.

Dagegen ist Gerstfeldt in einem andern Punkte weiter gekommen. Schon frühere Beobachter hatten auf der Oberfläche der Rüssel eine feine Querstreifung bemerkt; diese ist von Gerstfeldt genauer untersucht worden. „Die äussere convexe Seite jeder Maxille zeigt unzählig viele hornige Querstreifen, die am häufigsten gerade von einer Randleiste zu der anderen verlaufen, sich aber auch oft in zwei oder selbst drei Gabelzinken theilen, und dann und wann durch diese mit den benachbarten Hornbögen zusammenfliessen; sie sind es, die den Rüsselhälften das An-

sehen geben, als ob sie aus einer grossen Anzahl an einander gereihter Ringabtheilungen beständen.“ (pag. 66.)

„Die innere concave Seite der Maxillen ist mit einer zarten, fein quergestreiften Haut ausgekleidet, die von einer Randleiste bis zu der anderen reicht; die Streifen sind dieser Membran eigenthümlich und haben mit den Hornstreifen der äusseren Maxillenhaut Nichts zu thun.“ (pag. 68.) Auf diesen Punkt hat bisher noch Niemand aufmerksam gemacht.

Jede Rüsselhälfte wird nach Gerstfeldt von zwei Längsmuskeln durchzogen, von einem oberen und einem unteren. Von diesen Längsmuskeln sollen sich von Zeit zu Zeit Fasern an einzelne der Hornstreifen der äusseren Wand begeben. Damit ist natürlich die Ansicht, als bestehe der Rüssel aus hintereinander liegenden Ringen, über Bord geworfen.

Da nach Gerstfeldt meines Wissens keine weitere Arbeit erschienen ist, in welcher die Schmetterlingsrüssel den Gegenstand einer ausführlichen Darstellung bilden, so können wir hiermit unsere geschichtliche Einleitung schliessen. Einige specielle Arbeiten über Schmetterlingsrüssel aus der jüngsten Zeit von J. Künckel, Francis Darwin, R. B. Read und mir werden wir später kennen lernen. Wollte ich dieselben an dieser Stelle besprechen, so würde erst eine lange Auseinandersetzung nöthig sein, welche nicht hierher gehört. Deshalb werden wir auf dieselben an geeigneter Stelle eingehen.

Wenn wir nun schliesslich ganz im Allgemeinen festzustellen suchen, was bis auf Gerstfeldt über den Bau des Schmetterlingsrüssels thatsächlich bekannt ist, so dürfte sich etwa Folgendes ergeben. Der Saugrüssel der Schmetterlingsrüssel besteht aus zwei Stücken, welche den Unterkiefern der kauenden Insecten und auch der Schmetterlingsraupen homolog sind. Diese beiden Hälften, auf ihrer äusseren Seite convex, auf ihrer inneren Seite concav, legen sich so aneinander, dass sie eine Röhre bilden, durch welche der Schmetterling den Honig der Blumen aufsaugt. Der Verschluss der beiden Maxillen wird nicht durch das blosse Aneinanderlegen der Ränder bewirkt, sondern durch eine grosse Anzahl längs der Ränder stehender, ineinander greifender Zähne oder Haken. Die Oberfläche der Maxillen ist aussen und innen je mit zahlreichen besonderen hornigen Querstreifen ausgestattet. In jeder Maxille befinden sich zwei übereinander liegende Längsmuskeln, von denen Seitenfasern an verschiedenen jener Hornstreifen der äusseren Wand abgehen. In jede Maxille geht ferner

eine am freien Ende derselben blind endende Tracheenröhre hinein. An der Spitze zahlreicher Schmetterlingsrüssel finden sich eigenthümliche papillenartige Anhänge von tönchenförmiger Gestalt vor, welche in vier Spitzen endigen, von denen die eine die übrigen drei überragt; wahrscheinlich sind es Tastorgane.

Aus dieser gedrängten Uebersicht können wir nun sofort ableiten, was zu einer genauen Kenntniss der Organisation der Schmetterlingsrüssel noch fehlt. Es sind im Wesentlichen etwa folgende Punkte. Genauere Darstellung des Verschlusses der Rüsselhälften, sowohl auf der oberen wie auf der unteren Seite. Eingehendere Untersuchung der Hornstreifen der Oberfläche der Maxillen und Bedeutung derselben für den Rüssel. Darstellung der inneren Muskulatur des Rüssels. Bau und Function der Papillen an der Rüsselspitze bei den verschiedenen Schmetterlingen. Daran würden sich dann noch einige andere Fragen reihen, deren Beantwortung wünschenswerth wäre, oder zu deren Beantwortung doch wenigstens der Versuch gemacht werden müsste. Es sind namentlich zwei. Wie haben wir uns phylogenetisch die Entstehung des Schmetterlingsrüssels zu denken und welche Ursachen haben das allmälige Längerwerden desselben bewirkt? Wie ist die Mechanik des Saugens bei den Schmetterlingen? Mit diesen Bemerkungen ist zugleich das Ziel der vorliegenden Arbeit im Allgemeinen bezeichnet!

II. Gedanken über das phylogenetische Entstehen

und

das allmälige Längerwerden des Schmetterlingsrüssels.

Die Schmetterlinge mit ihren saugenden Mundtheilen stammen, wie das aus ihrer Ontogenese und aus der Vergleichung ihrer Mundtheile mit denen anderer Insecten mit voller Sicherheit hervorgeht, von Insecten mit beissenden oder kauenden Mundtheilen ab. In welcher Weise phylogenetisch aus den beissenden Unterkiefern der wurmähnlichen Vorfahren der Schmetterlinge, die uns noch heute durch die Raupen vorgeführt werden, zuerst ein primitives Saugorgan wurde, das können wir an den heutigen Schmetterlingen leider nicht mehr erkennen. Zwischen jene wurmähnliche Form und die ausgebildeten Schmetterlinge ist eine weitere Entwick-

lungsform ontogenetisch eingeschaltet worden, die Puppe, welche auf keinen Fall unmittelbar auf eine phylogenetische Entwicklungsstufe zurückbezogen werden darf. So wie uns die Schmetterlingspuppen heute entgegentreten, können sie phylogenetisch als selbstständige Thiergruppe niemals existirt haben. Die Schmetterlingspuppen stellen ein Ruhestadium vor, in welchem ontogenetisch die Umformung der wurmähnlichen Entwicklungsstufe der Lepidoptera in die mit Flügeln und allen andern Merkmalen des Imago versehene vor sich geht, in dem also diejenigen Wandlungen, welche einst im Verlauf langer Zeiträume aus der wurmähnlichen Stammform die entwickelte Schmetterlingsgestalt hervorbrachten, in wenigen Monaten nach dem „biogenetischen Grundgesetz“ sich in miniature und in modificirter Form wiederholen. Dass phylogenetisch diese Umwandlung nicht in einem solchen Puppenzustande vor sich gegangen sein kann, sondern vielmehr in freier Form im offenen Kampfe um das Dasein, ist selbstverständlich, da eine selbstständige Thierklasse im Zustande der Schmetterlingspuppen zu den factischen Unmöglichkeiten gehört. Demzufolge werden wir die am Schmetterlings-Organismus während des Puppenstadiums sich ontogenetisch abspielenden äusserst wichtigen Vorgänge als sehr stark cenogenetische betrachten müssen, von denen wir nur sehr vorsichtigen Gebrauch machen dürfen, wenn es sich um Rückschlüsse auf die palingenetische Entwicklung handelt.

Was aber vom Ganzen gilt, das gilt auch von seinen Theilen. Wir werden daher nicht erwarten dürfen, aus dem Studium der Schmetterlingspuppen deutliche Fingerzeige über die Art und Weise zu erlangen, wie aus den beissenden Unterkiefern der wurmähnlichen Stammformen der Schmetterlinge das erste primitive Saugorgan derselben hervorging. In der That ist diese Vermuthung richtig; denn nach den neuen Untersuchungen von Graber (Insecten II. 2 pag. 513) sind die Theile des entwickelten Insectes schon in der sich eben zur Verpuppung anschickenden Raupe angelegt. Untersucht man nämlich das Innere eines solchen Raupenkopfes, so sieht man in demselben die beiden späteren Rüsselhälften in Gestalt von zwei langen, gebogenen Strängen liegen. Wie man diese ontogenetische Thatsache aber phylogenetisch verwenden will, möchte schwer zu sagen sein. Jedenfalls haben wir hier einen sehr stark cenogenetischen Prozess vor uns. Aber vom vergleichend-anatomischen Standpunkte aus können wir sehr wohl einige allgemeine Vorstellungen über diesen

wichtigen Vorgang uns bilden; und das wollen wir denn im Folgenden versuchen.

Zunächst stellt sich uns da ganz naturgemäss die Frage entgegen: Beginn die Umformung der beissenden Unterkiefer in ein Saugorgan schon bei den wurmähnlichen Stammformen, oder erst bei den schon fertigen Schmetterlingen? Es giebt einige wenige Insectenlarven mit saugenden Mundtheilen; dahin gehören z. B. die Larven der Hemerobiden, Myrmecoleontiden und Dytisciden. Allein diese sind für unsern Zweck nicht verwendbar. Das Saugorgan der Schmetterlinge hat sich als Anpassung an die Gewinnung von Blumnahrung, u. z. des Nectars der Blumen, entwickelt. Das ist bei jenen Larven nicht der Fall. Das Wichtigste aber ist, dass die Imagines jener Larven nicht saugende, sondern kauende Mundwerkzeuge besitzen. Daraus ergibt sich, dass wir es hier nur mit secundären Anpassungen der Larven selbst zu thun haben. Und da ferner Schmetterlingsraupen mit saugenden Mundwerkzeugen nicht bekannt sind, so ist auch nicht anzunehmen, dass das Saugorgan schon bei ihnen entstanden sei; vielmehr wird es sich erst bei den schon fertigen Schmetterlingen entwickelt haben.

Da wir aus einem Vergleich der jetzt lebenden Schmetterlinge keine sicheren Anhaltspunkte für die Art jener Entwicklung gewinnen können, so wollen wir uns einmal an die mutmaasslichen Stammeltern der Schmetterlinge wenden. Als diese haben sich in der letzten Zeit mit immer steigender Gewissheit die Phryganiden herausgestellt. Die Gründe für diese im höchsten Grade wahrscheinliche Stammverwandtschaft will ich hier nicht erörtern; ich verweise einfach auf verschiedene Arbeiten von H. Müller und A. Speyer. Die Mundtheile der Phryganiden lassen noch deutlich den Typus der kauenden Insecten erkennen; aber ihrer physiologischen Function nach sind sie ausschliesslich saugend, so dass wir hier die Natur gewissermaassen bei der Umbildung ertappen. Die Oberkiefer sind schon stark rudimentär. Die in die Länge gestreckte, meist lanzettförmige Oberlippe ist auf ihrer Unterseite mit einer Längsrinne versehen. Die Unterlippe ist gleichfalls verlängert und an ihrem vorderen, freien Ende löffelförmig gestaltet; ausserdem ist sie ähnlich wie die Oberlippe, nur natürlich auf ihrer oberen Seite, mit einer zum Munde führenden Längsrinne versehen. Die Unterkiefer sind mit ihrem Stammtheil mit dem Basaltheil der Unterlippe fest verwachsen, während die Laden frei sind und eine lappenförmige Gestalt ha-

ben. Oberlippe und Unterlippe stehen sich gegenüber, und indem nun die beiden sich gleichfalls gegenüber stehenden Unterkiefer seitlich hinzutreten, entsteht das einfache Saugrohr der Phryganiden.

Aus diesem nur in seinen allgemeinen Umrissen angedeuteten Befunde dürfen wir unter Voraussetzung der Richtigkeit der Annahme von der Stammverwandtschaft der Lepidoptera und Phryganiden wohl annehmen, dass bei der Umformung der kauenden Mundtheile der Urschmetterlinge in saugende sich zunächst nicht nur die Unterkiefer allein betheiligten, sondern auch noch Unterlippe und Oberlippe. Da nun aber bei den entwickelten Schmetterlingen das Saugorgan allein aus den umgewandelten Unterkiefern besteht, so müssen nachträglich Unterlippe und Oberlippe ihre Betheiligung an der Zusammensetzung des Saugapparates aufgegeben haben. Die beiden Lippen wurden zum Aufbau des Saugorganes überflüssig, wenn die Unterkieferladen etwas näher zusammentraten und wenn ihre oberen und untern Ränder sich soweit gegeneinander bogen, bis sie mit einander in Berührung traten. In diesem Falle war aus den Unterkiefern allein eine Röhre gebildet.

Was lässt sich nun etwa zu Gunsten einer solchen Veränderung, wie sie in den Mundtheilen der Urschmetterlinge nach meiner Auffassung eingetreten sein muss, angeben? Aus der Darwin'schen Selectionstheorie geht unmittelbar hervor, dass nur solche Abänderungen Aussicht haben im Kampfe um das Dasein durch natürliche Züchtung erhalten zu werden, welche dem Individuum oder der Art vortheilhaft sind. Nehmen wir die ange deutete Veränderung in den im Entstehen begriffenen saugenden Mundtheilen der Urschmetterlinge an, so handelt es sich nun für uns darum, zu zeigen, ob und welche Vorthteile dieselbe für die Thiere mit sich brachte. Ich glaube, es lassen sich hinreichend genug Vorthteile auffinden, um die Annahme der angegebenen Veränderung als nicht zu gewagt erscheinen und damit die vermuthete Entwicklung der Mundtheile der Schmetterlinge als wahrscheinlich stattgefunden annehmen zu lassen.

Zunächst ist hervorzuheben, dass durch die Ausschaltung der Oberlippe und Unterlippe aus dem Apparat eine ganz bedeutende Vereinfachung desselben herbeigeführt wurde. Als der Saugapparat sich noch aus der Oberlippe, den beiden Unterkiefern und aus der Unterlippe zusammensetzte, musste der Verschluss zu einer Röhre natürlich an vier Linien hergestellt werden. Jetzt,

nach Ausfall der beiden Lippen, wird der Verschluss an nur zwei Linien bewirkt, jedenfalls eine grosse und vortheilhafte Vereinfachung; denn mit je geringeren Mitteln ein und derselbe Zweck erreicht werden kann, um so besser ist es natürlich für den Besitzer. Demgemäss wurde jede Abänderung in den Mundtheilen der Urschmetterlinge, welche darauf hinzielte, die Unterkiefer einander zu nähern, sich erhalten; und da in demselben Maasse, wie diese Annäherung stattfand, Unterlippe und Oberlippe entbehrlich wurden, so wurden diese allmählig immer mehr rückgebildet; denn eine allmählig fortschreitende Functionslosigkeit eines Organes hat immer eine in demselben Verhältniss eintretende morphologische Verkümmern im Gefolge. Auf Kosten dieser Verkümmern konnten sich aber die Unterkiefer ihrerseits mächtiger entwickeln; denn es ist ja ein allgemeines Gesetz, dass, wenn gewisse Organe eingehen, andere zunehmen, die früher dem betreffenden Organ zukommende, jetzt nicht mehr an dieser Stelle gebrauchte Bildungsmasse wird von andern Organen zu ihrem eigenen Vorthail in Anspruch genommen. Noch einen Gesichtspunkt möchte ich hier geltend machen. Die Lebensweise der Schmetterlinge ist eine äusserst einseitige, da sie ausschliesslich von flüssiger Nahrung leben und diese ausserdem noch stets den Blumen (mit wenigen Ausnahmen allerdings auch den Früchten) entnehmen. Je einseitiger daher das dem Zweck der Nahrungsaufnahme dienende Organ sich entwickelte, um so sicherer wurde natürlich die Aussicht auf eine erspriessliche Erlangung jenes Nahrungssaftes, d. h. um so mehr Vorthail brachte eine solche Entwicklung dem betreffenden Thier. Ein Apparat, welcher nur einem Zwecke dient, kann aber diesen Zweck viel vollkommener erfüllen, als ein anderer Apparat, welcher zugleich noch andere Arbeiten auszuführen hat. In der That haben denn auch die Schmetterlinge, was die Ausbeutung der Honig führenden Blumen anbelangt, alle andern Insecten weit hinter sich gelassen, wie das aus einer einfachen Vergleichung der Rüssellängen bei den verschiedenen Blumen besuchenden Insecten unmittelbar hervorgeht. Da nun aber ein einfacher Apparat zur Entwicklung nach einer einzigen Richtung augenscheinlich vielmehr Chancen für sich hat als ein complicirter Mechanismus, so wird es auch von diesem Gesichtspunkte aus annehmbar erscheinen, dass eine Veränderung, wie sie oben vermuthet wurde, thatsächlich stattgefunden hat. Es darf natürlich nicht vergessen werden, dass nachträglich in dem ursprünglich einfachen Mechanismus complicirte secundäre

Bildungen auftreten können. Als solche wären in unserm Fall namentlich der Verschluss der Rüsselhälfen und die Papillen an der Rüsselspitze anzuführen. Allein diese secundären Zuthaten kommen hier gar nicht in Betracht, da sie die ursprüngliche Bestimmung des Organes keineswegs verändern oder gar compliciren.

Ich habe schon im Eingang dieses Abschnittes darauf hingewiesen, dass wir nicht im Stande sind, aus einer blossen Vergleichung der Mundtheile jetzt lebender Schmetterlinge die phylogenetische Entstehung des Saugrüssels abzuleiten. Allerdings giebt es zahlreiche Schmetterlinge mit sehr verkümmerten Mundwerkzeugen. Bei einigen Schmetterlingen bestehen dieselben lediglich aus höchst unscheinbaren Wärzchen. Da aber mit diesen Wärzchen absolut keine Saugarbeit verrichtet werden kann, so müssen wir annehmen, dass dieser Zustand der Mundwerkzeuge kein ursprünglicher, d. h. nicht der Anfang zu einer neuen Entwicklung ist, sondern vielmehr ein im höchsten Grade rückgebildeter, d. h. das Ende einer rückschreitenden Entwicklung. Organe, welche absolut keine Function haben, sind wohl immer als rückgebildet zu betrachten, während, wenn sie noch eine Function ausüben, und sei es auch eine nur unbedeutende, man immer in Zweifel sein kann, ob man es mit dem Anfang oder Ende einer Entwicklung zu thun hat. So darf man denn auch nicht sagen, dass alle Schmetterlinge mit rudimentärem Saugorgan rückgebildete Entwicklungsstufen darstellten. Eine eingehende vergleichende Untersuchung der hierher gehörenden Schmetterlinge müsste diesen Punkt aufhellen. Vielleicht liessen sich dann auch noch Anhaltspunkte für die Beantwortung der Frage nach der phylogenetischen Entstehung der Schmetterlingsrüssel gewinnen. Bisher sind aber solche Untersuchungen noch nicht angestellt worden und mir selbst hat es an Material dazu gefehlt. Es wäre aber wünschenswerth, wenn derartige Untersuchungen recht bald in ausgedehntester Weise ausgeführt würden!

Auf den vorhergehenden Zeilen glaube ich es einigermaassen verständlich gemacht zu haben, wie wir uns die Entstehung des Saugapparates der Schmetterlinge mit Zuhülfenahme der allerdings sehr spärlichen in der jetzigen Insectenwelt (soweit mir bekannt) gegebenen Daten vorstellen dürfen. Es ist, wie Jedermann weiss, immer misslich, sich in derartige Speculationen einzulassen, zumal wenn so wenig thatsächliche Anhaltspunkte vorhanden sind wie in unserm Falle. Ein Umstand aber scheint mir doch gerade hier eine solche phylogenetische Betrachtung zu rechtfertigen. Der

Saugapparat ist von allen Mundtheilen der Insecten, die doch so sehr mannigfaltig sind, der einfachste und einseitigste. Diese Einseitigkeit und Einfachheit in der Ausbildung der fertigen Form lässt auch auf eine einfache Entwicklung zurückschliessen; und eine einfache Entwicklung lässt sich natürlich leichter construiren als eine complicirte. In der That haben wir gesehen, dass die Entwicklung des Rüssels der Schmetterlinge wahrscheinlich eine sehr einfache war.

Nachdem wir versucht haben, uns eine klare Vorstellung von der ersten Entstehung des Saugrüssels der Schmetterlinge zu machen, wenden wir uns zur Aufsuchung derjenigen Ursachen, welche das allmälige Längerwerden des Rüssels bewirkt haben. Durch die umfassenden Untersuchungen, die in den letzten Jahren, namentlich von H. Müller, auf dem grossen Gebiete der „Befruchtung der Blumen durch Insecten“ angestellt worden sind, hat sich mit immer zunehmender Gewissheit herausgestellt, dass gewisse Eigenthümlichkeiten der Blumen und gewisse Eigenthümlichkeiten der die Blumen besuchenden Insecten in gegenseitiger Anpassung aneinander sich entwickelt haben. Da die Insecten auf den Blumen entweder Honig oder Blüthenstaub, oder beides zugleich suchen, so werden sich bei ihnen Anpassungen finden, welche sich auf die Gewinnung dieser Stoffe beziehen. Bei den nur Honig saugenden Schmetterlingen haben wir in dem Saugrüssel eine solche Anpassung. Die Verlängerung des Schmetterlingsrüssels ist in gegenseitiger Anpassung mit der allmäligen Ausbildung der Honigbehälter gewisser Blumen vor sich gegangen. Diesen Satz wollen wir durch eine kleine Betrachtung klar zu machen suchen. Die ursprünglichen Insectenblumen waren, wie das H. Müller in ausgezeichneter Weise zu entwickeln verstanden hat (Kosmos, Bd. III), einfache offene Blumen mit freiliegendem, allerdings durch eine besondere Vorrichtung (Saftdecke) geschütztem Honig. Die jetzigen Schmetterlinge sind im Allgemeinen solchen Blumen angepasst, deren Honig sich in langen Nectarien aufgespeichert vorfindet. Wir werden also zunächst zu untersuchen haben, welchen Vortheil es für die Blume mit sich brachte, wenn ihr Honig in eine kleine Vertiefung, den Anfang einer Röhre, eingeschlossen wurde. Offenbar konnte eine grössere Menge von Honig sich ansammeln und gleichzeitig war derselbe sowohl gegen Regen mehr geschützt, als auch gegen den Raub solcher Insecten, welche der Blume nicht den Dienst der Befruchtung zu leisten vermochten. Eine Anzahl unnützer Gäste wurde also bald

vom Besuch dieser Blumen ausgeschlossen. Aber auch der Blume nützliche Insecten würden ausgeschlossen werden, weil sie mit ihren kurzen Mundwerkzeugen den tiefer liegenden Honig nicht mehr erreichen konnten. Das scheint zunächst ein Nachtheil für die Blume zu sein. Nehmen wir nun aber an, es seien Schmetterlinge mit längeren Rüsseln aufgetreten, welche im Stande waren, den in einer Röhre geborgenen Honig zu erreichen! Diese Schmetterlinge würden bald den Vortheil, den diese Blumen mit verborgenem Honig für sie hatten, erkennen und diese nun um so eifriger besuchen. Die Schmetterlinge bekamen also in den entstandenen Nectarien ausgiebigere Nahrungsquellen, da die kurzrüsseligeren Concurrenten fehlten; und die Blumen erhielten in den Schmetterlingen mit längeren Rüsseln stete Gäste, deren regelmässiger Besuch ihnen hinreichend Fremdbefruchtung sicherte. So erwiesen sich also die beiden Variationen, die neu entstandenen Honigröhren und die verlängerten Rüssel, gegenseitig als vortheilhaft; in Folge dessen würden sie sich im Kampfe um das Dasein erhalten. Nachdem aber dieser ursächliche Zusammenhang zwischen Honigröhren und Rüsseln sich einmal als vortheilhaft herausgestellt hatte, musste er sich naturnothwendig erhalten und gleichzeitig musste sich die einmal eingeschlagene Entwicklungsrichtung weitertreiben, da ja stets dieselben Vortheile für beide Parteien, u. z. in immer gesteigertem Maasse, vorhanden waren. Auf der einen Seite entwickelten sich also Schmetterlinge mit immer längerem Saugrüssel, die immer mehr Concurrenten aus dem Felde schlugen; auf der anderen Seite entstanden Blumen mit immer längeren Honigröhren, wodurch immer weitere Kreise von Insecten mit unzulänglich langem Rüssel von dem Besuch der betreffenden Blumen ausgeschlossen wurden.

Mit diesen kurzen Andeutungen müssen wir es hier bewenden lassen; ich wollte diesen Gegenstand nur erwähnt haben. Im Uebrigen verweise ich auf die Arbeiten H. Müller's.

Auf den folgenden Zeilen soll jetzt der Bau des Schmetterlingsrüssels einer eingehenderen Betrachtung unterzogen werden. Da wir mit dem allgemeinen Bau unseres Organes schon aus der geschichtlichen Einleitung her bekannt sind, so ist es überflüssig, hier nochmals darauf zurückzukommen. Ich gehe daher gleich zu denjenigen neuen Untersuchungen über, welche ich selbst über verschiedene Punkte im Bau des Schmetterlingsrüssels angestellt habe und durch welche, wie ich glaube, ein Schritt weiter gethan

wird in der Kenntniss dieses für den Schmetterling so wichtigen Organes.

II. Die Querstreifung auf der Rüsseloberfläche.

Schon Réaumur hatte beobachtet, dass die Oberfläche des Rüssels fein quergestreift erscheine. Spätere Beobachter, namentlich Kirby und Spence und Newport, erklärten diese Querstreifen für den äusseren Ausdruck von den Rüssel zusammensetzenden Ringen, denen im Innern dann meistens ebensoviele Ringmuskeln entsprechen sollten. Dieser ganz irrigen Ansicht trat meines Wissens zuerst Gerstfeldt entgegen, indem er sagt, diese Querstreifen gäben dem Rüssel nur das Ansehen, als wenn er aus Ringabtheilungen bestände. Gerstfeldt war auch der Erste, der eine genauere Untersuchung dieser Querstreifen oder „Hornbögen“, wie er sie nennt, vornahm, worüber ich schon in der geschichtlichen Einleitung berichtet habe. Allein da er nur ganz allgemeine Angaben macht, und da in der That eine ziemlich grosse Mannigfaltigkeit in der Form der Hornbögen vorhanden zu sein scheint, und da endlich bisher noch Niemand die Bedeutung dieser Bildungen für den Rüssel erörtert hat, so mag es sich wohl der Mühe lohnen, wenn wir einen Augenblick bei diesem Theil des Schmetterlingsrüssels verweilen.

Was zunächst den Stoff anbelangt, aus dem diese sogenannten „Hornbögen“ bestehen, so ist derselbe natürlich keine echte Hornsubstanz, sondern Chitin, jene Masse, aus der alle Skelettheile des Insectenkörpers sich zum überwiegenden Theile aufbauen. Wir wollen die Hornbögen daher in der Folge als „Chitinleisten“ bezeichnen.

Wie Gerstfeldt ganz richtig bemerkt, laufen die Chitinleisten von einer Randleiste (Randleisten heissen die Ränder der Halbkanäle jeder Maxille) direct zur andern, d. h. sie umspannen die äussere convexe Oberfläche der Rüsselhälften, während die innere, concave Oberfläche, die Halbrinne, ihre eigenen Chitinleisten besitzt. In den meisten Fällen scheinen die Leisten die Oberfläche in der Weise zu umziehen, dass eine durch ihren Verlauf gelegte Ebene senkrecht zur Längsaxe des Rüssels steht. Manchmal dagegen machen auch die Leisten auf der Rüsseloberfläche einen mehr oder weniger spitzen Winkel während ihres Verlaufes, wie das wohl zuerst von Francis Darwin bei Ophi-

deres fullonica beobachtet worden ist (Quarterly Journal of microscopical Science. Vol. XV. New. Ser. pag. 389).

In Betreff des allgemeinen Vorkommens der Chitinleisten ist zu sagen, dass sie in mehr oder minder starker Ausbildung wohl allen entwickelten Rüsseln zuzukommen scheinen, wenngleich sie bei einigen auch nur kaum angedeutet sind. Wie sich die ganz rudimentären Rüssel in dieser Hinsicht verhalten, vermag ich nicht anzugeben, da ich dieselben daraufhin nicht untersucht habe. Die Stärke der Chitinleisten ist bei verschiedenen Schmetterlingen eine sehr verschiedene. Da sie zum grössten Theil die Festigkeit des Rüssels bedingen, so wird man im Allgemeinen sagen dürfen, dass die Chitinleisten um so dicker und stärker sind, je kräftiger und widerstandsfähiger der Rüssel ist. So sind bei den Rüsseln derjenigen Schmetterlinge, welche nicht nur den aufgespeicherten freien Honig der Blumen saugen, sondern pflanzliches Gewebe zur Erlangung des in demselben enthaltenen Saftes anbohren, die Chitinleisten sehr dick, bedeutend stärker wie bei den Rüsseln der Schmetterlinge der ersteren Art. Die Chitinleisten sind nicht gleichmässig über die ganze Oberfläche des Rüssels vertheilt: an der Spitze namentlich sind sie in der Regel viel weniger zahlreich und ausgebildet als weiter hinten am Rüssel. Ein Grund davon ist wohl folgender. Wie wir später eingehend erfahren werden, ist die Spitze der meisten Schmetterlingsrüssel mit oft sehr zahlreichen papillenartigen Anhängen besetzt. Diese nehmen durch ihre Ansatzstellen einen bedeutenden Platz ein, so dass dann der Raum für die Chitinleisten sehr eingeschränkt ist. Einen noch anderen Grund werden wir nachher kennen lernen, wenn von der Bedeutung der Chitinleisten überhaupt die Rede sein wird.

Bisher habe ich immer nur von Chitinleisten gesprochen. Es könnte demnach scheinen, als wenn die gedachten Bildungen in allen Fällen continuirliche Leisten oder Stränge wären. Das ist aber keineswegs der Fall; vielmehr kommen auch noch andere Formen vor. Sehr oft finden sich Unterbrechungen, so dass dann eine Leiste aus mehreren hintereinander liegenden Stücken besteht. Diese Auflösung der continuirlichen Leisten in gesonderte Abschnitte kann mitunter so weit gehen, dass eine solche Leiste aus sehr vielen kleinen, unregelmässig rundlichen oder ovalen Chitinflecken zusammengesetzt erscheint. An vielen Rüsseln kann man auch beobachten, dass beide Extreme (einzelne Flecke und continuirliche Leisten) ganz allmähig in einander übergehen. Ein

ausgezeichnetes Beispiel dieser Art bieten uns die Rüssel unserer gewöhnlichen Weisslinge, *Pieris*, die wir uns daher etwas genauer ansehen wollen. Untersucht man die Spitze des Rüssels, so sieht man, dass auf der Oberfläche zahlreiche kleine schwarze Chitinflecke ziemlich dicht bei einander stehen (Fig. 1). Bei sorgfältiger Betrachtung dieser Flecke wird man bald erkennen, dass dieselben eine gewisse Regelmässigkeit in der Anordnung zeigen, so zwar, dass sie deutlich das Bestreben kundgeben, Querreihen zu bilden.

Sehen wir uns jetzt ein Oberflächenstück an, welches weiter der Basis des Rüssels zu liegt, so wird das Bild ein wenig verändert (Fig. 2). Zunächst erblicken wir wieder die kleinen Chitinflecke; daneben aber erscheinen einzelne längere Streifen. Es sind also offenbar einige jener in einer Reihe hintereinander gelagerter Stücke zu längeren Streifen mit einander verschmolzen. Je mehr wir uns der Basis des Rüssels nähern, um so mehr Chitinflecke verschmelzen mit einander, und um so länger werden die dadurch entstandenen Streifen, bis schliesslich an Stelle der einzelnen Flecke continuirliche Leisten getreten sind (Fig. 3).

Schon Gerstfeldt hat, wie wir aus der geschichtlichen Einleitung wissen, darauf aufmerksam gemacht, dass die Chitinleisten nicht immer einfach sind, sondern sich oft gabelzinkig theilen. Dabei will ich bemerken, dass, wo solche Theilungen vorkommen, immer nur zwei Zinken vorhanden sind, niemals aber, wie Gerstfeldt angiebt, auch drei; ich habe wenigstens nie mehr als zwei gefunden, und Gerstfeldt sagt uns leider auch nicht, wo er drei Zinken angetroffen hat. In einzelnen Fällen beobachtet man in dem Raum, welchen die beiden Zinken zwischen sich lassen, noch ein Chitinstück von entsprechender Länge (Fig. 13). Während aber dieses Vorkommen nicht gerade sehr häufig ist, da die Zinken meist sehr dicht zusammen stehen, kann man dagegen eine andere Modifikation sehr häufig beobachten. Da von einer mathematischen Regelmässigkeit der Anordnung der Chitinleisten in Parallelreihen natürlich nicht die Rede ist, so finden sich oft benachbarte Leisten, welche in einem Theil ihres Verlaufes bedeutend weiter auseinanderstehen als im andern. In solchen Fällen tritt dann zwischen die auseinander gerückten Theile der Leisten regelmässig ein Chitinstreifen von entsprechender Länge, d. h. derselbe reicht bis zu dem Punkte, von wo an die benachbarten Leisten sich wieder näher treten. Natürlich berührt der eingeschobene Streifen keine der Hauptleisten.

Die angedeuteten Verhältnisse, namentlich die unzusammenhängenden Chitinflecke und die Unregelmässigkeiten in der Anordnung der Leisten zeigen auf's Unzweideutigste, dass die Chitinleisten absolut nicht der äussere Ausdruck von den Rüssel zusammensetzenden Ringen sein können. Was sollen wir bei dieser Vorstellung mit den Gabelzinken anfangen oder gar mit jenen kleinen Streifen, welche zwischen einen Theil des Verlaufes ganzer Leisten eingeschaltet sind? Eine einfache genaue Betrachtung der Querstreifung der Rüsseloberfläche hätte also sofort die Unrichtigkeit der Vermuthung ergeben müssen, welche man gerade aus derselben über den Bau des Rüssels ableitete, dass er nämlich aus Ringen aufgebaut sei.

Woher rühren die besprochenen Unregelmässigkeiten in der Anordnung der Chitinleisten? Wir erinnern uns, das schon bei den einzelnen Chitinflecken an der Rüsselspitze (Fig. 1) das Bestreben einer Anordnung in Querreihen unverkennbar war. Aber wie ein Blick auf die Figur lehrt, ist die Anordnung weit davon entfernt regelmässig zu sein. Würde in unserer Figur, die mit dem Prisma gezeichnet wurde und die also die gegenseitige Lagerung der Chitinstücke getreu wiedergiebt, eine Verschmelzung hintereinander gelegener Stücke eintreten, so würden beispielsweise bei *a*, *b* und *c* aller Wahrscheinlichkeit nach Gabelzinken entstehen; bei *a* würde ausserdem in der Zinke noch ein Chitinstück zu liegen kommen. Bei *b* könnte indess auch ebensogut der andere Fall eintreten; kurz hier stehen die verschiedenen Möglichkeiten noch sehr offen. Die Unregelmässigkeiten in der Anordnung der ausgebildeten Leisten sind also schon durch Unregelmässigkeit der Anlage bedingt.

Die auf dem Rüssel stets vorhandenen Haare werden in der Regel von den Chitinleisten umfasst, so zwar, dass die Ränder der Leisten nicht mit der chitinösen Basalumhüllung der Haare in Verbindung treten. Indessen kommt es auch vor, dass Haare in den Chitinleisten selbst wurzeln; dies ist gewöhnlich dann der Fall, wenn die Chitinleisten sehr breit sind. Immer ist aber auch in diesen Fällen noch deutlich die Basalumhüllung der Haare von der Chitinleiste zu unterscheiden. In einem späteren Abschnitt werden wir auf diesen Punkt noch einmal zurückzukommen haben.

In ähnlicher Weise wie bei *Pieris* können wir die allmähliche Ausbildung continuirlicher Chitinleisten aus der Verschmelzung ursprünglich getrennter, einzelner Stücke, von der Spitze anfangend und zur Basis fortschreitend, bei *Vanessa* verfolgen. Die einzelnen

Radien sind aber hier bei Weitem nicht so deutlich ausgeprägt, wie bei *Pieris*, da schon an der Spitze einmal die einzelnen Chitinstücke bedeutend grösser sind, und sodann viel näher bei einander stehen. Ja manchmal scheint es bei *Vanessa* auch vorzukommen, dass die Vereinigung der einzelnen Chitinstücke zu continuirlichen Leisten gar nicht vollständig zu Stande kommt. So finde ich, dass bei *Vanessa Cardui* die Querreihen nie vollständig sind, sondern dass auf einer Seite, u. z. auf der oberen Rüsselseite, immer noch einzelne unverbundene Stücke sich vorfinden.

Es giebt also Rüssel, bei denen es nur zu einer unvollkommenen Vereinigung der einzelnen Chitinstücke zu continuirlichen Leisten kommt. Diesen gegenüber giebt es aber auch solche Rüssel, bei denen das gerade Gegentheil statt hat, bei denen einzelne unverbundene Chitinstücke überhaupt nicht mehr anzutreffen sind. Von der Spitze an bis zur Basis bemerkt man nur continuirliche Leisten. Diese Form scheint ziemlich häufig vorzukommen.

Wir haben jetzt eine Erscheinung zu besprechen, die uns zu einer kleinen Erwägung über die Entstehungsart der Chitinleisten führen wird. Soweit meine bisherigen Erfahrungen reichen, sind in den meisten Fällen die Ränder der Chitinleisten einfache, freilich mehr oder weniger gekrümmte Linien. (Vergl. *Pieris* oder *Heliconius*). In andern Fällen sind dagegen die Ränder nicht glatt, sondern eingeschnitten, gekerbt, u. z. entweder nur auf einer Seite, oder auf beiden. In letzterem Falle sieht die Leiste dann perl-schnurartig aus. Auf einer Seite gekerbt sind die Ränder der Chitinleisten z. B. von *Egybolis Vaillantina*. Die Einkerbungen finden sich an der der Rüsselspitze zugekehrten Seite der Leisten. Uebrigens scheint dieser Fall sehr selten vorzukommen; denn ich erinnere mich nicht, demselben bei noch andern Schmetterlingen begegnet zu sein.

Bei *Argynnis* sind die Chitinleisten an der Spitze und in der Nähe derselben mit einfachen Rändern versehen (Fig. 5, 6). Weiter der Basis zu aber sehen wir an denselben nach und nach seitliche Einschnürungen auftreten, bis schliesslich eine zierliche Perl-schnurform vor uns liegt (Fig. 7). Bei dieser Bildung bleibt es aber nicht; denn wenn wir den Rüssel noch weiter hinten untersuchen, etwas über die Mitte seiner Länge hinaus (von der Spitze zur Basis hin gerechnet), so sehen wir, dass die perl-schnurartigen Leisten sich zum Theil wieder in einzelne, ovale Stücke aufgelöst haben, und schliesslich wird diese Auflösung auch vollständig (Fig. 8). Am Rüssel von *Arge Galathea* geht dies nicht so weit;

wohl sind die Einschnürungen schon durch die ganze Breite der Leisten gegangen, aber die einzelnen Stücke sind noch nicht auseinander gerückt, resp. einzelne sind noch nicht aus der Reihe geschwunden. Vergleichen wir den Rüssel von *Pieris* mit dem von *Argynnis*, indem wir bei Betrachtung beider an der Spitze anfangen und von da zur Basis fortschreiten, so bekommen wir bei beiden im Wesentlichen dieselben Bilder, nur bei dem einen Rüssel in umgekehrter Reihenfolge wie bei dem andern.

Wie sind nun diese Bilder zu deuten? Bei *Pieris* haben wir sie stillschweigend so gedeutet, als hätten wir es mit einem Prozess der Verschmelzung zu thun, der an der Basis des Rüssels angefangen habe und von dort zur Spitze fortgeschritten sei. Das Resultat dieses Vorganges war dann das Entstehen continuirlicher Leisten aus ursprünglich getrennten Stücken. Nehmen wir auch bei *Argynnis* einen solchen Prozess der Verschmelzung an, so müssen wir denselben offenbar in der umgekehrten Richtung haben vor sich gehen lassen wie bei *Pieris*. Aber vielleicht lassen die Bilder bei *Argynnis* noch eine andere Deutung zu. Möglicher Weise könnten wir es gar nicht mit einer Verschmelzung ursprünglicher getrennter Stücke zu thun haben, sondern vielmehr mit einer Auflösung ursprünglich zusammenhängender Leisten in einzelne Stücke. Dafür würde man unter Umständen die beiderseitigen Einkerbungen in's Feld führen dürfen, namentlich auch die Form bei *Arge Galathea*, wo die einzelnen Stücke schon deutlich getrennt sind, nur noch dicht aneinander liegen. Allein eine solche Auflösung anstatt der Verschmelzung angenommen, wesshalb finden wir denn nicht auch bei *Pieris* jene perlschnurartige Form der Leisten vor?

Es scheint mir fast, als ob sich eine einheitliche Auffassung dieser Vorgänge gar nicht gewinnen liesse; wenigstens gestatten die bisherigen Beobachtungen eine solche nicht. Wollten wir für alle Fälle eine Verschmelzung ursprünglicher Einzelstücke annehmen, so müssten wir uns vorstellen, der Prozess sei bei den verschiedenen Schmetterlingen bald an der Rüsselbasis (*Pieris*), bald an der Spitze angefangen (*Argynnis*). Bei Annahme einer Auflösung ganzer Leisten in Einzelstücke müssten wir den Vorgang bei den betreffenden Schmetterlingen dann genau in der umgekehrten Richtung vor sich gehen lassen. Wollen wir aber die Richtung der Vorgänge einheitlich auffassen, so müssen wir zwei verschiedene Prozesse annehmen. Ich weiss nicht, welche Auffassung etwa den Vorzug verdienen möchte. In Anbetracht der an-

gedeuteten, ziemlich verwickelten Verhältnisse wird es vorläufig wohl das Beste sein, auf eine einheitliche Auffassung Verzicht zu leisten und anzunehmen, dass die besprochenen Bildungen bei den verschiedenen Schmetterlingen auf verschiedene Weise zu Stande gekommen sind. Vielleicht vermögen umfassendere Untersuchungen als ich sie bisher anstellen konnte, die jetzt vorhandenen unvereinbar scheinenden Gegensätze aufzuheben.

Nun sei es mir gestattet, schliesslich noch einige besondere Formen der Chitinleisten vorzuführen. Sehr eigenthümlich sind diejenigen auf dem Rüssel von *Agraulis Juno* (Fig. 9). Wir bemerken da auf den ersten Blick zwei verschiedene Arten, nämlich schmale und breite; beide Formen wechseln in grösster Regelmässigkeit mit einander ab. Die schmalen Leisten sind von der gewöhnlichen Art, mit ganzen Rändern; sie zeigen, wie es scheint, niemals eine Gabelung. Die andern Formen beginnen auf der unteren Rüsselhälfte als einfache breite Leisten und bleiben so etwa bis zwei Drittel ihrer Länge. Dann werden sie nach und nach breiter, indem ihre Umrisse gleichzeitig sehr unregelmässig werden. Innerhalb dieser verbreiterten, mit zahlreichen Ausbuchtungen versehenen Enden bleiben gewöhnlich einzelne Stellen chitinfrei; so kommen mitunter ganz zierliche Bildungen zu Stande. Wie diese eigenthümliche Zusammenstellung von regelmässig mit einander abwechselnden schmalen und breiten Chitinleisten etwa entstanden sein mag, und wie jene chitinfreien Stellen in den verbreiterten Enden hervorgebracht sein mögen, darüber vermag ich leider keinen näheren Aufschluss zu geben. An dem einzigen, in meinem Besitz befindlichen Rüssel liess sich durch Vergleichung verschiedener Stellen des Rüssels kein Anhaltspunkt für eine Erklärung gewinnen. Uebrigens finden sich ähnliche Zusammenstellungen von breiteren und schmäleren Leisten auch noch bei einigen andern Schmetterlingen, nur nicht in so ausgeprägter Weise wie bei *Agraulis Juno*.

Eine andere Bildung bietet uns *Anartia Amalthea* (Fig. 10). Wir sehen sehr feine, meist gut parallel laufende Chitinleisten. In den zwischen denselben befindlichen Feldern liegen einreihig angeordnet zahlreiche unregelmässig gestaltete Chitinstücke. Würden diese Stücke mit einander verschmelzen, so hätten wir auch hier eine Abwechselung von breiten und schmalen Leisten. Vielleicht sind die Bildungen bei *Agraulis Juno* ähnlich entstanden.

Der Bildung bei *Anartia Amalthea* nahestehend ist die bei *Epicalia Numilia* (Fig. 11), nur mit dem Unterschiede, dass die in

den Feldern liegenden Chitinstücke nicht unregelmässig gestaltet sind, sondern die Form eines spitzen Dreiecks besitzen, dessen Spitze sich ein wenig über die Rüsseloberfläche zu erheben scheint. Die Spitzen der Dreiecke sind sämmtlich der Rüsselbasis zugerichtet. Bei andern Schmetterlingen werden diese Dreiecke zu sehr feinen kleinen Stacheln.

Aus den gemachten Angaben geht wohl zur Genüge hervor, dass in der äusseren Form der Chitinleisten eine ziemliche Mannigfaltigkeit herrscht, und sicherlich ist dieselbe noch weit grösser, wie es nach dem Vorstehenden scheinen möchte. Ich selbst könnte noch mehrere Formen vorführen, und andere werden bei weiterer Nachforschung sicherlich noch gefunden werden. Wir wollen es aber bei den gemachten Angaben bewenden lassen. Dagegen möchte ich mir erlauben, hier noch einmal auf die von mehreren Forschern vermuthete Zusammensetzung des Rüssels aus hintereinander liegenden Ringen zurückzukommen. Wenn man den Rand der Rüsselhälften aufmerksam betrachtet, so sieht man bei scharfer Einstellung manchmal deutliche Einschnitte und diesen entsprechend über die Oberfläche sich hinziehende Streifen. Sehr ausgeprägt kann man dies z. B. bei *Macroglossa* wahrnehmen (Fig. 12). Solche Bilder können natürlich sehr leicht die Vermuthung erwecken, als hätte man es wirklich mit Ringen zu thun. Allein wir müssen uns daran erinnern, dass solche Streifungen der Einfaltungen naturnothwendig entstehen mussten, wenn der doch nicht starre Rüssel sich beständig einrollte und wieder entrollte. Ganz etwas Aehnliches sehen wir ja auch an verschiedenen Theilen unseres eigenen Körpers, wo auch an denjenigen Stellen der Haut, welche die Gelenke überziehen, ähnliche Falten vorhanden sind, z. B. an den Fingern. Im Uebrigen sind auch jene Faltenbildungen an den Schmetterlingsrüsseln bei Weitem nicht immer so regelmässig und scharf ausgeprägt wie bei *Macroglossa*. Es würde also ganz falsch sein, wollte man aus diesen Bildungen auf entsprechende Ringe schliessen; dieselben sind thatsächlich nicht vorhanden.

Nachdem wir im Vorhergehenden das Wesentlichste der Formverhältnisse der die äussere Maxillarwandung bekleidenden Chitinleisten, soweit die vorliegenden Untersuchungen es gestatteten, kennen gelernt haben, erübrigt uns nun noch ein Wort über die Bedeutung dieser Bildungen für den Schmetterlingsrüssel zu sagen. Ursprünglich, d. h. bei den Urschmetterlingen, werden die Maxillen wahrscheinlich gar nicht oder doch nur höchst unbedeutend chitinig gewesen sein. Bei den Phryganiden, den wahrscheinlichen

Stammeltern der Schmetterlinge, sind diejenigen Theile der Unterkiefer, welche sich zumeist an dem Aufbau des Saugorganes theilnehmen, die Laden, einfache häutige Lappen, also ohne Chitinstützen. Das Ganze wird auch wohl durch Oberlippe und Unterlippe hinreichend gefestigt. Als nun aber bei den Urschmetterlingen diese beiden Organe ihre Theilnahme an der Zusammensetzung des Saugorganes aufgaben und dieselbe einzig den Unterkieferladen überliessen, da bedurften diese, zumal bei ihrer allmählig fortschreitenden Verlängerung, einer Stütze. So entwickelten sich denn wahrscheinlich an verschiedenen Stellen Chitinstückchen, welche zunächst unregelmässig über die ganze Oberfläche zerstreut waren und aus denen nachher die beschriebenen Bildungen, u. z. unter dem Einfluss der Rollbewegungen des Rüssels als Querleisten, hervorgingen. Weshalb gerade solche Querleisten sich entwickelten und nicht einfach ein gleichmässiger Chitinüberzug wie an andern Körpertheilen der Insecten, ist ziemlich leicht zu verstehen. Der Rüssel rollt sich beständig auseinander und wieder zusammen. Dies würde er aber offenbar nicht können, wenn seine Oberfläche von einer zusammenhängenden Chitinschicht überkleidet wäre. Für den gedachten Zweck stellen jedenfalls solche den Rüssel umziehenden Ringe die geeignetste Vertheilung des Chitin dar; jede andere Art der Vertheilung der Chitinstücke setzt entschieden den Bewegungen des Rüssels viel mehr Widerstand entgegen als gerade diese Ringe. Ja, da die Chitinstücke sich wohl erst dann entwickelt haben, als der Rüssel schon im Stande war, sich in Spiralwindungen zu legen, so mussten unter dem Einfluss der Rollbewegungen naturnothwendig solche Ringe entstehen; jede andere Anordnung wurde als der Bewegung hinderlich durch Naturauslese eliminiert.

Am Ende dieses Abschnittes haben wir noch von der innern concaven Rüsseloberfläche zu reden; wir werden bald mit derselben fertig sein. Wie zuerst Gerstfeldt bemerkt, ist auch sie mit Querstreifen ausgestattet; dieselben hängen nicht mit denen der äusseren Oberfläche zusammen. Die Streifen sind, soweit meine Erfahrungen reichen, stets einfache, sehr schmale Chitinstreifen mit glatten Rändern; sie gabeln sich nie, noch bilden sie sonst jene Unregelmässigkeiten, wie wir sie oben kennen gelernt haben. Meistens sind sie ziemlich parallel und stehen wohl immer dichter zusammen wie die Leisten der äusseren Oberfläche. Entsprechend den gleichmässigen Existenzbedingungen dieses Theiles des Schmetterlingsrüssels sind auch Form und Anordnung der Querleisten

sehr gleichförmig, so dass wir in Einzelheiten gar nicht einzugehen brauchen.

IV. Die Spitze des Schmetterlingsrüssels.

Die Spitze des Rüssels ist der bei Weitem interessanteste Theil des ganzen Organes, dem ich daher auch seit längerer Zeit meine besondere Aufmerksamkeit gewidmet habe. Schon Réaumur hatte, wie wir aus der geschichtlichen Einleitung her wissen, an der Spitze vieler Schmetterlingsrüssel eigenthümliche Anhänge beobachtet, welche er als „feuilletts membraneuses“ bezeichnete. Aber erst Newport hat dieselben bei *Vanessa atalanta* genauer untersucht und ihren Bau bis auf eine Einzelheit ganz richtig erkannt. Diese Gebilde, deren Form bei den verschiedenen Schmetterlingen eine sehr mannigfaltige ist, wollen wir im Folgenden mit dem Namen „Saftbohrer“¹⁾ belegen. In wie weit diese Bezeichnung gerechtfertigt ist, werden wir nachher sehen.

Ueber die Saftbohrer liegen einige Untersuchungen aus der neueren Zeit vor; dieselben gehen aus von der Beobachtung des Rüssels von *Ophideres fullonica* Boisd. J. Künckel veröffentlichte 1875 in den „Comptes Rendus“ eine mit Zeichnungen begleitete Beschreibung dieses Rüssels. Nach ihm erschien eine kleine Arbeit über denselben Gegenstand von Francis Darwin im „Quarterly Journal of microscopical Science“. Vol. XV, New. Ser., gleichfalls mit Abbildungen. Durch diese Arbeit wurde ich veranlasst, die Spitze einer Anzahl von Schmetterlingen zu untersuchen. Ich wurde bei meinem Unternehmen in der freundlichsten Weise unterstützt von dem Herrn Francis Darwin, der mir Exemplare von *Ophideres* und Schmetterlingen mit ähnlichen Rüsseln überliess, von Herrn Dr. A. Speyer in Rhoden, Fritz Müller in Brasilien, H. Müller in Lippstadt²⁾. Ich benutze diese Gelegenheit, um den genannten Herren meinen verbindlichsten Dank für ihre Liebenswürdigkeit abzustatten. Ueber die Resultate meiner Untersuchungen habe ich in zwei je mit einer Tafel Abbildungen begleiteten Aufsätzen berichtet, welche im „Archiv für mikroskopische Anatomie“, Bd. XIV und XV veröffentlicht worden

¹⁾ Oder Opatrypen.

²⁾ Und Herrn Dr. Rüst in Gross-Bicklingen bei Celle.

sind. Schliesslich ist dann noch eine Arbeit von R. B. Read anzuführen, die sich in den „Proceedings of the Linnean Society of New South Wales“ von 1878 findet. In Hinweis auf die angeführten Arbeiten kann ich mich bei der Beschreibung der verschiedenen Formen der Saftbohrer auf das Wesentlichste beschränken.

Da alle jene Saftbohrer aus vergleichend-anatomischen Gründen von den auf dem Rüssel sich findenden Haaren abgeleitet werden müssen, so will ich dieselben an dieser Stelle ebenfalls behandeln. Ich bringe die Saftbohrer in verschiedene Gruppen.

1. Einfache Haare (Fig. 14).

Die Haare finden sich auf allen Schmetterlingsrüsseln vor, bald in grösserer, bald in geringerer Anzahl. Im Allgemeinen kann man sagen, dass sie bei denjenigen Rüsseln, deren Spitze mit entwickelten Saftbohrern besetzt ist, weit weniger zahlreich sind als bei den Rüsseln ohne entwickelte Saftbohrer. Ein bestimmtes Verhältniss lässt sich indessen nicht angeben, sowie es auch Ausnahmen giebt. In der Vertheilung der Haare über die Oberfläche des Rüssels ist keine regelmässige Anordnung bemerkbar; vielmehr stehen sie ganz unregelmässig durcheinander.

Was den Bau der Haare anbelangt, so lassen sich zunächst zwei Haupttheile an denselben unterscheiden, der eigentliche Haarschaft und ein die Basis dieses umkleidender, ziemlich dicker chitinöser Ring, den wir als „Cylinder“ bezeichnen wollen. Dieser Chitincylinder erscheint von oben gesehen ziemlich regelmässig rund, manchmal auch an zwei gegenüber liegenden Stellen etwas in die Länge gezogen. Er ist meistens frei in die Grundmasse des Rüssels eingebettet und erhebt sich ein wenig über die Oberfläche desselben. Wenn aber ein Haar im Verlauf einer Chitinleiste der Oberfläche steht, so ist der Chitincylinder, falls die Leiste breit ist, nicht gesondert, vielmehr mit dem Chitin der Querleiste verschmolzen. Schmale Querleisten gehen um den Cylinder des Haares herum, ohne ihn zu berühren, wie wir das bereits aus dem vorhergehenden Abschnitt wissen. Aus dem Cylinder ragt nun das eigentliche Haar hervor; da der Durchmesser des Cylinder-Innern grösser ist als der des freien Haarschaftes, so müssen wir auch an diesem zwei Theile unterscheiden, einen basalen, der den Hohlraum des Cylinders völlig ausfüllt, und den von dem basalen Theil sich scharf absetzenden Haarschaft, der frei über den Cylinder hervorragte. Die Mitte des ganzen Haares durchzieht stets eine meistens etwas körnig erscheinende Masse, die wir mit dem Namen

„Markstrahl“ belegen wollen, und welche kurz vor der Spitze des Haares blind endigt. Die Länge des Haares ist bedeutenden Schwankungen unterworfen. Wenn der Rüssel keine Saftbohrer trägt, so sind sämtliche Haare lang; sind Saftbohrer vorhanden, so sind diejenigen Haare, welche etwa zwischen den Saftbohren oder in deren Nähe sich befinden, kurz, während sie nach der Rüsselbasis zu wieder länger werden. Die in allen Fällen der Rüsselspitze zugekehrte Spitze des Haares ist bei den kurzen Haaren stumpf, abgerundet, bei den langen Haaren dagegen fein, zugespitzt.

Wir wollen festhalten, dass die Haare aus zwei Theilen sich zusammensetzen, aus einem inneren Haarschaft und aus einem äusseren Cylinder, dessen oberer Rand stets von der Spitze des Haares überragt wird. Ganz denselben typischen Bau werden wir nun in der Folge bei allen Saftbohrern antreffen. Die Verschiedenartigkeit in der Form der Saftbohrer ist immer zumeist bedingt durch eine verschiedenartige Ausbildung der chitinosen Umhüllung der Mittelmasse. Mit dem Namen „Mittelmasse oder Centralmasse“ wollen wir in der Folge denjenigen Theil der Saftbohrer bezeichnen, welcher dem Haarschaft entspricht.

2. Saftbohrer mit Zähnen auf dem oberen Cylinderrand.

Als typisches Beispiel aus dieser Gruppe wollen wir die Saftbohrer von *Vanessa* nehmen (Fig. 15). Es sind cylindrische (*V. cor-dui*) oder mehr tönnchenförmige (*V. Jo*) Gebilde, welche aus der Mittelmasse und dem diese umkleidenden Chitincyliner bestehen. Den oberen Rand des Cylinders zieren sechs bis acht ziemlich spitze Zähne. Die Mittelmasse läuft in eine ziemlich stumpfe Spitze aus, welche die Zähne der Cylinderwand überragt. Diese Saftbohrer sind dieselben, welche Newport zuerst bei *Vanepa Atlanta* genauer untersuchte. Newport hat aber nur drei Zähne auf dem Cylinderrand gesehen, und von diesen hat er nur zwei abgebildet. Auch hat er wohl das ganze Gebilde für eine zusammenhängende Masse gehalten und nicht seinen Aufbau aus zwei Stücken erkannt.

Nicht alle Saftbohrer dieser Gruppe sind cylindrisch oder tönnchenförmig. Bei *Pyrameis virginensis* stellen sie eine seitlich zusammengedrückte Keule dar. Denken wir uns nun, dass unmittelbar unter dem bezahnten Rande an einer Seite eine Wucherung der Masse eintritt, so wird der bezahnte Rand selbst seitlich ver-

schoben erscheinen. Solche Formen haben *Hypanartia zabulina* und *Eurema Lethe* (Fig. 16).

3. Saftbohrer mit radialen Längsplatten.

In ihrer typischen Ausbildung sind diese höchst merkwürdigen Saftbohrer folgendermassen gestaltet. Der Chitinnmantel der Centralmasse läuft in sechs auf der Längsaxe des Gebildes senkrecht stehende radiale Platten aus, deren freies Ende zugespitzt erscheint (Fig. 17). In schönster Ausbildung finden wir diese Formen z. B. bei unsern *Catorala*-Arten, bei *Noctua*, *Plusia*, *Mamestra*, *Agrotis*, *Triphaena*, *Trachea*, *Phlogophora*, *Euprepia*, *Taeniocampa*, *Euclidia*, *Neuronia*, *Pseudothyatira*, *Panopoda* u. s. w.

Wir können die allmälige Entstehung dieser sonderbaren Formen von Saftbohrern aus einfachen Haaren an verschiedenen verbindenden Zwischenstufen ganz deutlich verfolgen. Den ursprünglichen Haaren am nächsten stehen diejenigen Formen, welche wir an der Spitze des Rüssels von *Pieris* finden (Fig. 18). Der Cylinder ist nur ein wenig grösser wie der der Haare. Parallel der Längsaxe des Cylinders bemerken wir auf der Wand vier um 90° von einander stehende leistenförmige Erhöhungen, welche vorn, d. h. am Cylinderrande, je in eine kleine stumpfe Spitze endigen. Dieselben werden natürlich, wie immer, von der Spitze der Centralmasse ein wenig überragt. Die Saftbohrer bei *Zygaena* sind diesen gleich; nur sind sie etwas grösser und die vier Leisten sind etwas stärker. Bei den schon wieder etwas grösseren Formen von *Lycaena* (Fig. 19) sind diese Verhältnisse noch deutlicher ausgeprägt; die Enden der Leisten sind nicht mehr stumpf, sondern zugespitzt. Bei *Epinephele* (*Satyrus*) *Janira* und bei *Coenonympha* kann man die Leisten schon ganz gut als radiale Platten bezeichnen, wensschon sie noch nicht sehr breit sind. Wachsen dieselben aber noch ein wenig, so bekommen wir ohne Weiteres die entwickelten Formen von *Catorala* u. s. w. Dass bei *Pieris*, *Lycaena* und *Zygaena* nur vier Leisten vorhanden sind, während wir bei den entwickelten Formen stets sechs Platten antreffen, ist kein Grund, die angedeutete Entstehungsweise nicht anzunehmen. Diese Bildungen werden ursprünglich viel variirt haben; wir sehen das ja noch jetzt bei den Zähnen auf dem Cylinderrande von *Vanessa*, wo bald sechs, bald acht vorhanden sind, u. z. an demselben Rüssel. Später hat sich dann die Zahl sechs befestigt. Wenn wir bei allen Saftbohrern mit ausgebildeten Radialplatten stets sechs Platten finden, so dürfen wir darin vielleicht einen Fingerzeig für

die gemeinsame Abstammung aller dieser Formen und damit auch der betreffenden Schmetterlinge erblicken. Doch von diesen und ähnlichen Fragen soll später in einem besonderen Abschnitt ausführlich die Rede sein.

4. Die Saftbohrer von *Arge Galathea* (Fig. 20).

Der obere Rand des Cylinders ist mit sechs Zähnen bewaffnet. Die Ausrüstung dieser Saftbohrer beschränkt sich aber nicht auf diese sechs oberen Zähne, sondern es sind noch drei weitere Kreise von Zähnen vorhanden, welche, parallel dem oberen Kreise, untereinander liegen. Die Spitzen der Zähne aller Kreise sind nach der Spitze des Saftbohrers hin gerichtet. Die Zähne der untereinander liegenden Kreise wechseln nicht miteinander ab, sondern liegen in einer Linie. Im Einzelnen kommen einige kleine Unregelmässigkeiten in der Anordnung der Zähne vor, worüber ich früher eingehend berichtet habe (Archiv f. mikroskop. Anat. Bd. XV, pag. 18). Ueber die vermuthliche Art der Entstehung dieser eigenthümlichen Gebilde, die ich in dieser vollendeten Ausbildung bisher nur bei *Arge Galathea* angetroffen habe (andere Arten von *Arge* habe ich leider nicht untersuchen können), glaube ich einige Bemerkungen machen zu dürfen. Ich habe vorhin die Saftbohrer von *Coenonympha* und *Epinephele* besprochen. Nun glaube ich einige Male ganz bestimmt gesehen zu haben, dass die Längsleisten dieser Saftbohrer aus zwei oder mehreren hintereinander liegenden Stücken bestanden, deren jedes zugespitzt war. Sollte sich dies bei weiterer Untersuchung bestätigen, so wäre damit die Entstehungsweise der Saftbohrer von *Arge Galathea* angedeutet. Dies wäre um so interessanter, als *Epinephele*, *Coenonympha* und *Arge* in dieselbe Familie gehören, nämlich in die der *Satyrides*. Es würden dann möglicher Weise die Saftbohrer von *Arge* und die der vorhergehenden Gruppe mit Radialplatten denselben Ursprung haben. Die weitere Verfolgung dieser Frage wollen wir später unternehmen.

5. Saftbohrer ohne Zähne auf dem Cylinderrande.

Wir können uns hier sehr kurz fassen. Die äusseren Formen dieser Saftbohrer sind dieselben wie diejenigen mit Zähnen auf dem oberen Cylinderrande, also cylinderförmig, keulenförmig, häufig plattgedrückt. Manchmal liegt der Rand seitlich, anstatt in der Längsaxe; diese Formen sind gleichfalls durch Wucherung der Masse an einer Seite entstanden (Fig. 21). Saftbohrer ohne Zähne

haben z. B. *Argynnis* und *Melitaea*, *Epicalia Numilia*, *Gynaecia Dirce*, *Ageronia Arete*, *Macroglossa*, *Hesperia*, *Taygetis Xanthippe*, ferner die *Maracujáfalter*, also *Heliconius*, *Eneides*, *Colaenis* und *Agraulis* oder *Dione*; u. s. w.

Wir haben uns nun noch mit einigen besonderen Formen von Saftbohrern bekannt zu machen, die sich am besten an die letzte Gruppe anschliessen lassen. Da auch diese Formen von mir schon früher beschrieben und abgebildet worden sind, so kann ich mich mit Hervorhebung des Wichtigsten begnügen.

6. Saftbohrer von *Scoliopteryx libatrix*.

Es lassen sich zwei Formen unterscheiden, die allerdings ganz allmählig in einander übergehen. Die eine Form ist folgendermassen gestaltet (Fig. 22). Wir haben einen dickwandigen Cylinder, dessen Rand in zwei einander gegenüber stehende, meist stumpfe, seltener etwas zugespitzte Hervorragungen ausläuft, von denen die eine gewöhnlich etwas länger ist als die andere. Dazwischen erhebt sich die Spitze der Centralmasse, welche entweder hinter den Spitzen der Hervorragungen zurücksteht, mit einer sich auf gleicher Höhe befindet, oder dieselben beide überragt. Die Spitze selbst ist gleichfalls mit einem chitinösen Ueberzuge bekleidet. Diesen nicht gerade sehr zahlreichen Formen stehen andere gegenüber (Fig. 23). Die Spitze der Centralmasse ist sehr bedeutend verlängert, so dass sie dem übrigen Theil des Saftbohrers gleich kommt oder ihn an Länge selbst noch übertrifft. Der Chitinmantel der Spitze ist ebenso dick, wie der des übrigen Theiles (Entomologische Mittheilungen von F. Katter, V. Jahrg., Heft 18).

7. Die Saftbohrer von *Egybolia Vaillantina* (Fig. 24).

Die Saftbohrer dieses afrikanischen Schmetterlings sind äusserst dickwandige Cylinder von etwas unregelmässiger Gestalt. Ihr Durchmesser ist an der Basis meistens grösser als am vorderen Ende, ausserdem sind sie nicht selten schwach gebogen. Die das Gebilde seiner Länge nach durchziehende Centralmasse ist verhältnissmässig dünn, meistens dünner als die Wandung des sie umkleidenden Chitincylinders. Gegen das freie Ende zu schnürt sich die Centralmasse ein, darauf schwillt sie zu einer kleinen Kugel an, und auf dieser sitzt dann erst die Spitze. Die eben erwähnten Theile der Centralmasse, Kugel und Spitze, werden von dem Cylinder umgeben, so zwar, dass sie frei im Innern des oberen Theiles des Cylinders stehen, wie in einer Röhre.

An diese Saftbohrer schliesst sich ganz eng eine andere Form an, welche sich am Rüssel einer mir von Francis Darwin übersandten australischen Motte vorfindet. Es ist das derjenige Rüssel, dessen Spitze ich früher schon einmal abgebildet habe (Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. XIV, Fig. 4). Diese Saftbohrer (Fig. 25) stellen einen starken, an seinem vorderen Ende zugespitzten Chitincylinder dar, dessen Inneres von einer verhältnissmässig dünnen Centralmasse durchzogen wird. Etwa da, wo der Cylinder deutlich den Anfang der Zuspitzung erkennen lässt, macht die Centralmasse eine seitliche Biegung. Kurz nach der Umbiegung ist eine knöpfchenförmige Anschwellung bemerkbar, welche sich in eine kleine Spitze verzüngt, die ganz wenig oder gar nicht seitlich aus dem Cylinder hervorragt. Ragt sie etwas hervor, so steht sie frei in einer kleinen Vertiefung des Chitinmantels. In einzelnen Fällen bemerkt man, dass von der Stelle an, wo die Centralmasse sich zur Seite wendet, noch ein dünner Ast derselben geradeaus geht, um kurz vor der Spitze des Chitinmantels zu enden. Diese Form lässt sich, wie man sieht, unmittelbar von der bei *Egybolia Vaillantina* ableiten.

8. Die Saftbohrer in Form von Widerhaken.

Wir kommen nun zu den ausgebildetsten Formen, zu den Saftbohrern im eigentlichsten Sinne des Wortes. Es sind jene Widerhaken, welche den Rüssel mehrerer Schmetterlinge, namentlich Ophideres, zu einem selbst der menschlichen Cultur sehr schädlichen Organ machen. In der That sind die in Australien heimischen Ophideres im Stande, dadurch, dass sie mit ihrem Rüssel die Orangen, Bananen, Pflirsiche und andere Früchte des in ihnen enthaltenen süssen Saftes wegen anbohren, ganze Ernten zu vernichten. Aehnlich ist es in Afrika mit *Achaea Chamaeleon* und *Egybolia Vaillantina*. Ich habe über diese Verhältnisse früher ausführlich berichtet (Arch. f. m. Anat., Bd. XV, pag. 9—11). Was die Organisation der Spitzen dieser Schmetterlingsrüssel überhaupt betrifft, so verweise ich auf die im Eingang dieses Abschnittes citirten Schriften. Nur die Widerhaken sollen hier kurz geschildert werden (Fig. 26). Es sind kurze, gedrungene, äusserst massive, in eine von einem mächtigen Wall umgebene Grube eingesenkte Körper von etwas unregelmässiger Gestalt, an der Basis breiter wie vorn. Im Innern ist noch deutlich die allerdings sehr rudimentär gewordene Mittelmasse zu erkennen, die sogar manchmal noch mit einer kleinen Spitze seitlich vorzustehen scheint.

Vorn an der Rüsselspitze sind diese mit ihrer Spitze natürlich der Rüsselbasis zugerichteten Widerhaken kleiner wie weiter hinten. Solche Widerhaken sind mir aus eigener Erfahrung bekannt bei *Ophideres fullonica*, *Egybolia Vaillantina* und jenem mir dem Namen nach unbekannt gebliebenen Schmetterling, von dem die zuletzt beschriebenen Saftbohrer stammen; hier sind die Haken mächtig entwickelt. Bei *Ophideres fullonica* sind zwölf Haken vorhanden, bei den andern beiden Schmetterlingen weit mehr. Endlich hat auch *Scoliopteryx libatrix* Widerhaken; sie sind aber nur sehr schwach entwickelt.

Die Widerhaken stehen nicht mit den andern am Rüssel vorhandenen Saftbohrern durcheinander, sondern beide Formen sind völlig getrennt, so zwar, dass die Widerhaken die äusserste Spitze des Rüssels besetzen und dann die andern Formen folgen. (Siehe die von mir gegebene Abbildung a. a. O.) Auch bei *Ophideres* finden wir hinter den Widerhaken noch einige wenige andere Saftbohrer; es sind massive zugespitzte Cylinder, in deren Innerem man noch ein Rudiment der Mittelmasse bemerkt. Damit der Leser sich eine klare Vorstellung von einem solchen Rüssel machen könne, gebe ich die genaue Abbildung der Spitze des Rüssels von *Egybolia Vaillantina* (Fig. 27).

Die Function der Saftbohrer.

Nachdem wir im Vorhergehenden mit den Gestaltverhältnissen der als Saftbohrer bezeichneten Gebilde, soweit es die bisher vorliegenden Untersuchungen gestatteten, im Allgemeinen uns vertraut gemacht haben, treten wir jetzt an die Aufgabe heran, uns über die Bedeutung derselben für den Schmetterling Aufklärung zu suchen, oder mit andern Worten, ihre physiologische Function zu ergründen. Die Lösung der Aufgabe wird zum Theil leicht, zum Theil schwer, wenn überhaupt möglich sein. Die physiologische Function einiger Formen, z. B. der Widerhaken, können wir mit grösster Bestimmtheit angeben, während wir bei andern, und leider bei der grössten Mehrzahl, rein auf Vermuthungen angewiesen sind. Es ist bekanntlich immer schwierig, bei Thieren die physiologische Function eines Organes zu bestimmen, wenn dieselbe nicht sofort in die Augen springt; und um so schwieriger wird die Lösung dieser Aufgabe, je weiter die betreffenden Thiere sich in ihrer Verwandtschaft von uns entfernen. In solchen Fällen sind wir dann fast ausschliesslich auf Analogieschlüsse angewiesen, und diese bleiben der Natur der Sache nach immer in hohem

Grade unsicher. Deshalb ist es sehr leicht möglich, dass ein grosser Theil der nachfolgenden Erörterungen nicht das Richtige trifft; möge es dann Berufeneren gelingen, den rechten Weg zu finden und die von mir ungelöst gelassenen Fragen zu beantworten!

Da wir aus vergleichend-anatomischen Gründen alle Saftbohrer von einfachen Haaren abzuleiten genöthigt sind, so wird es gut sein, wenn wir zunächst einen Augenblick bei den Haaren selbst verweilen. Haben dieselben überhaupt eine physiologische Function, und welche? Es ist bekannt, dass man bei vielen derartigen Haarbildungen an verschiedenen Theilen des Insectenkörpers Nervenendigungen ganz unzweifelhaft nachgewiesen hat. Die den Haaren am Schmetterlingsrüssel ganz gleich gebildeten Haare oder Borsten auf dem vorderen Theil der Fliegenrüssel sitzen gangliösen Anschwellungen der Nervenenden auf; derjenige Bestandtheil des Haares, den wir oben als Markstrahl bezeichneten, würde dann als das Ende des Nerven zu betrachten sein. Diese Haare werden immer als Tastorgane angesprochen. Wenn ich nun auch bei den Haaren auf den Schmetterlingsrüsseln keine Nerven nachgewiesen habe, da ich über diesen Punkt keine Untersuchungen angestellt habe, so ist die Gegenwart von Nerven doch ohne Zweifel zu erwarten, und es hindert uns, wie ich meine, Nichts daran, auch diese Haare als Tastorgane zu deuten. Eine physiologische Function müssen dieselben haben, sonst wären sie nicht so stark entwickelt und so zahlreich vorhanden. Functionslose Organe sind immer in hohem Grade rudimentär, und das sind diese Haare keineswegs. Nach Analogie zu schliessen, müssen wir dieselben also für Tastorgane halten.

Von den Haaren machen wir gleich einen grossen Sprung zu den am weitesten von ihnen entfernt stehenden Saftbohrer-Bildungen, zu den Widerhaken, deren Function offen zu Tage liegt. Die Schmetterlinge, welche im Besitz von Rüsseln mit Widerhaken sind, bohren Früchte mit dicker Schale und saftigem Gewebe so energisch an, und saugen den Saft so vollständig weg, dass manchmal von einer Frucht nur noch die vielfach durchlöchernte Schale übrig bleibt. Aus dem morphologischen Befund an den betreffenden Rüsseln geht aber ohne allen Zweifel hervor, dass die Thiere jene erstaunlichen Leistungen nur mit Hilfe jener starken Widerhaken an der Rüsselspitze auszuführen vermögen. Der ganze Rüssel ist sehr stark; die Spitze besonders ist aus dickem Chitin aufgebaut, so dass der Schmetterling wohl sehr leicht den Rüssel in das Gewebe hineinstossen kann. Zieht er das Organ nun wie-

der heraus, so müssen die Widerhaken ganz unfehlbar in Wirksamkeit treten, und zwar werden sie der Natur der Sache nach das Gewebe bedeutend zerreißen müssen. Dadurch wird eine Menge Saft freigelegt, welcher dann von dem Schmetterling unbehindert eingesogen werden kann. Man kann demnach die Widerhaken an der Spitze der betr. Schmetterlinge als Organe bezeichnen, welche wesentlich zur Erlangung der Nahrung beitragen. Ja wenn die in Frage stehenden Schmetterlinge gar keinen freien Blumenhonig mehr saugten, sondern nur pflanzliches Gewebe anbohrten, so würden die Widerhaken die wichtigsten Organe zur Gewinnung der Nahrung sein und dadurch eine ausserordentliche Bedeutung für den Schmetterling besitzen. Ob aber *Ophideres* und die andern hierher gehörigen Schmetterlinge thatsächlich keinen freien Blumenhonig mehr saugen, vermag ich nicht zu sagen.

Wie verhält sich nun die Sache mit den andern Saftbohrern; ist auch für sie diese Bezeichnung gültig, oder haben sie eine andere Function, und welche etwa? Directe Beobachtungen darüber, ob diese Schmetterlinge wirklich pflanzliches Gewebe zur Freilegung des in demselben enthaltenen Saftes mit ihrem Rüssel erfolgreich anzustechen vermögen, so dass sie den etwa blossgelegten süssen Saft zu ihrer Ernährung verwenden können, liegen allerdings in der überzeugenden Weise wie bei *Ophideres* und *Egybolia* nicht vor. Dagegen sind namentlich von H. Müller Beobachtungen bekannt gemacht worden (man kann dieselben im Sommer fast täglich wiederholen), welche eine derartige Blumenthätigkeit gewisser Schmetterlinge indirect erschliessen lassen. Es giebt nämlich eine Anzahl Schmetterlinge, welche von H. Müller nicht selten an solchen Blumen beobachtet wurden, welche keinen freien Honig enthalten. „Auf den Alpen“, theilt mir mein hochverehrter Lehrer Dr. H. Müller brieflich mit, „ist es etwas sehr Gewöhnliches, Schmetterlinge in honigleeren Blumen mit dem Rüssel im Grunde der Blüthe beschäftigt zu sehen; nach einem oder einigen solchen Versuchen fliegen sie aber in der Regel weg.“ Sollten sich nun gerade die Schmetterlinge, die doch in ihrem ganzen Leben sich fast ausschliesslich an und um Blumen herumtreiben, immer wieder nur durch den blossen Schein täuschen lassen? Wenn sie in den keinen freien Honig enthaltenden Blumen wirklich Nichts fänden (und sie können nur Honig suchen), sollten sie da nicht schliesslich die honigleeren Blumen von den honigführenden unterscheiden lernen und erstere dann meiden? Ich glaube, wir dürfen das ganz gewiss annehmen. Thun wir das aber, so müssen wir

uns Rechenschaft über die Thatsache zu geben suchen, dass die Schmetterlinge trotzdem immer jene honigleeren Blumen besuchen und im Grunde derselben mit ihrem Rüssel arbeiten. Die Schmetterlinge müssen Etwas in den Blumen finden, und dieses Etwas kann nur Honig sein. Da derselbe aber nicht frei zu Tage liegt, so ist es höchst wahrscheinlich, dass sie denselben durch Aufreissen des saftigen Gewebes gewinnen. Diese einfache Schlussfolgerung scheint mir nach den eben mitgetheilten Beobachtungen unabweisbar zu sein.

Da aber das Aufreissen der Gewebe nicht direct beobachtet worden ist, so muss die Möglichkeit desselben durch Untersuchung der Schmetterlingsrüssel entschieden werden. In der That scheinen mir wenigstens die meisten der als Saftbohrer bezeichneten Gebilde zu dem gedachten Zwecke ganz vorzüglich geeignet zu sein. Nehmen wir z. B. die Saftbohrer von *Vanessa*. Wie leicht wird nicht die mittlere Spitze die zarte Membran einer saftreichen Zelle durchstossen können! Und dann kommen unmittelbar darauf die sechs oder acht scharfen Chitinspitzen des Cylinderrandes und zertrümmern noch mehr Zellen. Wenn wir dann weiter in Betracht ziehen, dass z. B. bei *Vanessa Cardui* etwa sechszig solcher Saftbohrer, dreissig auf jeder Seite, die Spitze des Rüssels bewaffnen, so werden wir begreifen, dass eine grosse Anzahl von Zellen angestochen werden können, und wenn alle diese Zellen etwas süssen Saft hergeben, so mag sich die Arbeit des Anbohrens dem Schmetterling sehr wohl als lohnend erweisen. Erwägen wir ferner, dass gerade solche Saftzellen äusserst zart sind, so werden wir die Saftbohrer mit jener meist ziemlich starken Chitinhüllung sicherlich auch fest genug finden; sind ja doch die Hummeln mit ihren viel zarteren Maxillenspitzen gleichfalls im Stande, das saftreiche Gewebe der honigleeren Nectarien mancher Orchideen mit Erfolg anzustechen, wie zuerst von H. Müller direct beobachtet wurde (Befruchtung der Blumen durch Insecten, pag. 84). Die starken Saftbohrer von *Scoliopteryx libatrix* werden ganz gewiss mit Leichtigkeit in pflanzliches Gewebe eindringen können; dem dicken Chitinmantel müssen die Membranen der Zellen nur einen sehr geringen Widerstand entgegensetzen. Und so wird die Sache wohl auch bei den meisten andern Saftbohrern sein. Der ganze Bau dieser Gebilde ist keineswegs dazu angethan, die Annahme als ungerechtfertigt zurückweisen zu lassen, dass die Schmetterlinge mit ihrer Hülfe saftreiches Gewebe aufreissen. Ausserdem sehen wir, wie sich aus diesen einfachen Formen eben als Anpassung an

die gedachte Thätigkeit jene mächtigen Widerhaken entwickelt haben, welche die Besitzer sogar in den Stand setzen ganze Früchte völlig zu zerstören. Dies kann uns in der Deutung unserer Gebilde als wirklicher „Saftbohrer“ meiner Meinung nach nur bestärken. Freilich etwas Anderes ist es wohl mit jenen ganz unentwickelten Formen, wie wir sie bei *Pieris* oder *Zygaena* finden. Allein da absolut kein Grund vorliegt, diese Bildungen als rudimentäre anzusprechen, so werden wir in ihnen Saftbohrer auf sehr niederer Ausbildungsstufe erblicken dürfen, gleichsam den Anfang der Entwicklung.

Dieser von mir vertretenen Auffassung, die alle jene oben beschriebenen Bildungen an der Spitze der Schmetterlingsrüssel einheitlich als wirkliche Saftbohrer betrachtet, steht eine andere ziemlich schroff gegenüber. Dieselbe wird von keinem Geringeren als Fritz Müller vertreten. Er nennt die Saftbohrer „Schmeckstifte“, deutet dieselben also als Geschmacksorgane. Eine eingehende Begründung seiner Ansicht hat Fritz Müller nicht gegeben, vielmehr hat er dieselbe nur gelegentlich in einem Aufsätze über die *Maracujá*-Falter ausgesprochen (Stettiner Entomologische Zeitung, 1877, pag. 494). Da diese Auffassung von einem so hervorragenden Forscher her stammt, so müssen wir etwas auf dieselbe eingehen. Ich muss von vorn herein gestehen, dass ich mit der Müller'schen Deutung mich durchaus nicht befreunden kann. Die in Rede stehenden Gebilde sind Cuticularbildungen, ganz ohne zelligen Character, also auch wohl ohne Protoplasma. Es ist ganz gleichgültig, ob man zur Untersuchung der Saftbohrer frisch gefangene Schmetterlinge nimmt oder Sammlungs-Exemplare, die man dann natürlich erst durch irgend ein Mittel wieder aufweichen muss. Ich habe gewöhnlich zu diesem Zwecke einen feinen Strahl Wasserdampf in Anwendung gebracht. Die Bilder, welche man erhält, sind in beiden Fällen ganz dieselben, davon habe ich mich wiederholt überzeugt. Das würde aber sicherlich nicht der Fall sein, wenn in den Saftbohrern lebendes Protoplasma enthalten wäre.

Eine Geschmacksempfindung kann in allen Fällen wohl nur durch chemische Einwirkung des zu schmeckenden Stoffes auf das Geschmacksorgan zu Stande kommen. Wie aber dies bei den Saftbohrern möglich sein soll, ist mir ganz unerfindlich, zumal jene charakteristischen „Schmeckzellen“ fehlen, welche in allen mit Sicherheit als solchen erkannten Geschmacksorganen nachgewiesen wurden. Prof. Vitus Graber macht ausserdem (Die Insecten, I. Theil, pag. 307) mit Recht darauf aufmerksam, dass das Ge-

schmacksorgan der Insecten „seiner ganzen Natur und Bestimmung halber wohl nur im Munde gesucht werden kann.“ Nun noch Eins; wenn die Saftbohrer wirklich Geschmacksorgane wären, wie wollte man dann jene secundären Bildungen deuten, wie die Zähne auf dem oberen Cylinderrande oder gar die Radialplatten? Sie würden augenscheinlich völlig unverständlich sein, während sie von meinem Standpunkte aus, wie ich glaube, ohne Weiteres zu verstehen sind.

Will man aber die Saftbohrer ausserdem noch als Sinnesorgane in Anspruch nehmen, und ich glaube, wir müssen das, so können sie nur als Tastorgane gedeutet werden. Diese Function haben sie von den Haaren, aus denen sie hervorgegangen sind, geerbt. Und in der That sind die Saftbohrer zu Tastorganen auch ganz geeignet, ebenso gut wie die Haare, deren typischen Bau sie auch durchweg bewahrt haben. In diesem Fall würde ihre Function wohl folgende sein. Wenn der Rüssel auf saftreiches Gewebe stösst, so werden ihm die den Haarspitzen entsprechenden Spitzen der Centralmasse des Saftbohrers mittheilen, ob das Gewebe zart genug ist, um angebohrt werden zu können. Und wenn der Rüssel in Honig enthaltende Blumen hineingesenkt wird, so wird der Schmetterling durch den minimalen Widerstand, dem der Rüssel begegnet, erfahren, dass er hier gar keine Bohrthätigkeit auszuüben hat, sondern sofort den Saft saugen kann. Mit dieser Deutung der Saftbohrer als Tastorgane stimmt auch sehr gut der morphologische Befund überein. Denn stets ragt die Spitze der Mittelmasse, welcher doch die Tast-Function zugeschrieben werden muss, etwas aus dem Chitincylinder hervor.

Von den an die Saftbohrer herantretenden Nerven gilt dasselbe, was ich oben von den Haaren gesagt habe. Eigene Untersuchungen habe ich nicht angestellt, da mir meistens nur getrocknete Schmetterlinge zu Gebote standen. Es ist aber gar nicht zu bezweifeln, dass thatsächlich Nerven an die Saftbohrer herantreten; der anatomische Nachweis muss späteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Ich glaube es im Vorhergehenden wahrscheinlich gemacht zu haben, dass wir die Deutung Fritz Müller's aufgeben müssen, und so bleibt denn vorläufig meine Auffassung bestehen. Die als Saftbohrer bezeichneten Gebilde an der Spitze der Schmetterlingsrüssel sind in der That in mehr oder minder grosser Ausdehnung Saftbohrer, insofern die Schmetterlinge mit ihrer Hülfe im Stande sind, pflanzliches Gewebe zur Erlangung des in demselben

enthaltenen Saftes anzubohren oder aufzureissen. Gleichzeitig fungiren die Saftbohrer als Tastorgane, insofern sie dem Schmetterling von der physikalischen Beschaffenheit der Gewebe Kunde geben und dadurch ihn in den Stand setzen, zu beurtheilen, ob der Versuch des Anbohrens der betreffenden Gewebe erfolgreich sein wird oder nicht.

V. Gedanken über die Entwicklung der Saftbohrer und einige damit zusammenhängende Fragen.

In unmittelbarem Anschluss an den vorhergehenden Abschnitt soll auf den folgenden Zeilen über die Entwicklung der Saftbohrer und einige daraus abgeleitete systematische Fragen gesprochen werden. Die nachfolgenden Erörterungen werden auf den Leser zum grossen Theil den Eindruck grosser Unvollkommenheit machen; diese Unvollkommenheit liegt in der Natur der Sache begründet, nämlich in der grossen Unzulänglichkeit des uns zu Gebote stehenden Materials. Ich möchte daher das Folgende kaum als einen Versuch angesehen wissen, sondern vielmehr als blossen Hinweis auf einige wichtige Fragen, welche sich naturnothwendig aus dem Studium der Saftbohrer ableiten. Da eine Beantwortung dieser Fragen aber erst bei ausgedehntester Kenntniss der Saftbohrer aller Schmetterlingsgattungen mit Erfolg unternommen werden kann, so liegt in den folgenden Zeilen zugleich die Aufforderung, die von mir begonnenen Untersuchungen über möglichst alle Schmetterlingsgattungen zu erstrecken. Ich muss also den Leser für die nachstehenden Erörterungen um Nachsicht bitten.

Wenn wir die im letzten Abschnitt mitgetheilten Verhältnisse über den Bau der Saftbohrer noch einmal vergleichend überblicken, so stellt sich uns sofort die wichtige Thatsache entgegen, dass alle diese Bildungen nach demselben Typus gebaut sind. Immer lassen sich an den Saftbohrern zwei Haupttheile unterscheiden, eine Centralmasse und eine dieselbe umkleidende Chitinhülle. Ganz ebenso gebaut sind nun aber auch die einfachen Haare auf dem Rüssel der Schmetterlinge. Der Haarschaft entspricht der Centralmasse und der die Basis des Haarschaftes umkleidende Chitinring dem die Centralmasse der Saftbohrer umhüllenden Chitincylinder. Demzufolge werden wir zunächst alle Saftbohrer für untereinander homologe Bildungen erklären, welche dann selbst

wieder den Haaren homolog sind. Fragen wir nun nach der Grundlage, aus welcher sich die Saftbohrer phylogenetisch werden entwickelt haben, so stossen wir auf die Haare; denn andere Bildungen, aus denen sie hätten hervorgehen können, sind am Rüssel nicht vorhanden. Die Saftbohrer auf dem Rüssel der Schmetterlinge haben sich als Anpassung an die Gewinnung von Nahrung aus Haaren entwickelt¹⁾.

Damit ist nun aber noch keineswegs gesagt, ob die Saftbohrer monophyletischen oder polyphyletischen Ursprungs sind, und so stellt sich uns denn die wichtigste Frage entgegen! Hat die Entwicklung der Saftbohrer schon bei den Urschmetterlingen ihren Anfang genommen, und sind alle die verschiedenen Formen derselben nur Modifikationen, oder genauer gesagt, ebenso viele verschiedene von dieser einen Urform ausgegangene Entwicklungsrichtungen? Oder sind die verschiedenen Formen der Saftbohrer an mehreren Stellen des Schmetterlings-Stammbaumes zu verschiedenen Zeiten unabhängig von einander entstanden? Die richtige Beantwortung dieser Fragen ist von hervorragender Wichtigkeit; denn wäre das erstere der Fall, so müssten offenbar die verschiedenen Entwicklungsrichtungen der Saftbohrer mit den Verzweigungen des Schmetterlings-Stammbaumes zusammenfallen, und damit hätten wir dann in den Saftbohrern umgekehrt ein vorzügliches Mittel zur Klarlegung dieser Verzweigungen, die bekanntlich noch in ziemliches Dunkel gehüllt sind. Ist dagegen das letztere der Fall, so gestaltet sich dadurch natürlich die Sache unendlich complicirter, und wir dürfen nur mit grösster Vorsicht verfahren, wenn wir von den Saftbohrern für die Construirung des Stammbaumes der Schmetterlinge Gebrauch machen wollen. Zur definitiven Entscheidung der beiden Fragen wäre es natürlich nothwendig, Schmetterlinge aus mindestens allen Gattungen auf die Saftbohrer hin genau zu untersuchen. Da uns bis jetzt aber erst eine verschwindend kleine Anzahl von Gattungen in dieser Hinsicht bekannt ist, so dürfen wir vorläufig keine weitgehenden Aufschlüsse über die Verzweigungen des Schmetterlings-Stammbaumes erwarten. Nichts desto weniger möchte ich aber doch einige Punkte zur Sprache bringen, um wenigstens die Verwendbarkeit der Saftbohrer zu dem genannten Zwecke wahrscheinlich zu machen.

¹⁾ In welcher Weise wir uns diesen Vorgang etwa vorzustellen haben, habe ich schon früher anzudeuten versucht (Archiv f. mikr. Anat., Band XV, pag. 24—27).

Sind wir überhaupt jetzt schon im Stande, eine der oben beschriebenen Saftbohrer-Formen von ihrem ausgebildeten Zustande an durch vermittelnde Zwischenstufen auf die einfachen Haare zurückzuführen, und was würde aus dieser Möglichkeit etwa zu folgern sein? Ich glaube oben hinreichend deutlich gemacht zu haben, dass wir uns die Entstehung der Saftbohrer mit Radialplatten aus einfachen Haaren ganz gut vorstellen können. Von den ausgebildeten Formen, wie wir sie etwa bei *Catocala* antreffen, führen uns Formen, wie sie uns *Coenonympha*, *Epinephele*, *Lycaena* und *Pieris* darbieten, in absteigender Reihenfolge zu den Haaren hinunter. Ausserdem habe ich darauf hingewiesen, dass wir von Saftbohrern wie bei *Epinephele* und *Coenonympha* auch ohne Zwang diejenigen von *Arge Galathea* ableiten können.

Aus diesen wenigen Thatsachen lassen sich zunächst zwei Möglichkeiten folgern. Aus den einfachen Haaren sind dadurch, dass die Cylinderwand sich in einigen Längsstreifen lokal verdickte, Formen wie bei *Pieris* und *Lycaena* entstanden. Durch weitere Ausbildung dieser Leisten gingen aus den ersteren Formen die Saftbohrer von *Epinephele* und *Coenonympha* hervor. Aus diesen Formen können wir uns nun sowohl diejenigen von *Arge Galathea* wie diejenigen mit Radialplatten entstanden denken. Lösten sich die Leisten in einige je mit spitzem Ende versehene Stücke auf, so bekommen wir die Saftbohrer von *Arge*; blieben die Leisten dagegen ganz und entwickelten sie sich zu Platten weiter, so erhalten wir die Saftbohrer mit Radialplatten.

Jetzt wollen wir einmal das bisherige System zu Rathe ziehen. *Pieris*, *Lycaena*, *Epinephele* und *Coenonympha* gehören mit *Arge* zu den Papilionidae; die drei letzten Gattungen sind in der Familie der Satyridae vereinigt, während die beiden ersteren je besonderen Familien zugetheilt werden. Erwägen wir nun, dass unter den Papilionidae kein Schmetterling sich findet (wenigstens so weit bekannt), dessen Rüssel mit Radialplatten-Saftbohrern in gut entwickeltem Zustande ausgerüstet ist, so werden wir es wohl wahrscheinlich finden, dass hier zwei von einander unabhängige Entwicklungsreihen vorliegen, dass aus und durch Formen, wie wir sie bei *Pieris*, *Lycaena*, *Epinephele* und *Coenonympha* antreffen, nur die Saftbohrer von *Arge* sich entwickelt haben, dass dagegen der Ursprung der Saftbohrer mit ausgebildeten Radialplatten an einem andern Orte des Schmetterlings-Stammbaumes gesucht werden muss.

Ehe wir nun aber auch diese Verhältnisse näher zu beleuch-

ten versuchen, wollen wir noch auf einen andern Punkt bei den Papilioniden aufmerksam machen. In der Familie der Nymphaliden kommen zwei Formen von Saftbohrern vor, solche mit Zähnen auf dem oberen Cylinderrand und solche ohne Zähne. Erstere besitzen unter den einheimischen Gattungen, soweit ich dieselben habe untersuchen können, die Vanessa-Arten; letztere habe ich bei Argynnis und Melitae angetroffen. Dagegen sind mir mehrere brasilianische Nymphaliden und zwei der nahe verwandten Heliconiden bekannt. Die nachstehende Uebersicht ergiebt die Vertheilung der beiden Saftbohrer-Formen auf die verschiedenen Gattungen.

1) Saftbohrer mit Zähnen: 2) Saftbohrer ohne Zähne:

Vanessa	Argynnis	Colaenis
Hypanartia	Melitaea	Dione (= Agraulis)
Pyrameis	Gynaecia	Heliconius
Eurema	Epicalia	Eneides
	Ageronia	
	Anartia	

Die Frage würde nun sein, ob wir in diesen beiden Gruppen zwei Zweige des Stammbaumes erblicken dürfen. Vor einiger Zeit hat Fritz Müller (Stettiner Entomologische Zeitung, 1877, p. 492—496) die Gattungen Heliconius und Eneides von den Heliconinen, die Gattungen Colaenis und Dione von den Nymphaliden getrennt und zu einer eigenen Familie, der der Maracujá-Falter, vereinigt. Eins der Merkmale, auf Grund deren Fritz Müller diese neue Anordnung vornahm, bildet auch die Uebereinstimmung in den Saftbohrern. Es heisst an genannter Stelle: „Fühler und Mundtheile stimmen im Wesentlichen bei allen Arten überein, ohne freilich etwas besonders Auszeichnendes zu bieten. Dies gilt namentlich auch von den längs der Kiefer stehenden Anhängen in Gestalt einer flachgedrückten Keule, die am Ende einen schiefstehenden Stift tragen.“ Es wäre vielleicht sehr wohl möglich, dass sich bei Vergleichung der übrigen Gattungen ebenfalls hinreichende unterscheidende Merkmale herausstellten, welche eine derartige Anordnung als ganz naturgemäss erscheinen liesse, wie sie oben sich aus der Vertheilung der beiden Saftbohrer-Formen ergab. Ich selbst besitze nicht die nöthigen systematischen Kenntnisse und noch viel weniger hinreichendes Material, um einen derartigen Vergleich ausführen zu können. Es wäre aber wünschenswerth, wenn derselbe recht bald in eingehender Weise unternommen würde;

denn nur dadurch könnte die Brauchbarkeit oder Unbrauchbarkeit der Saftbohrer zu systematischen Zwecken endgültig entschieden werden.

Von den Sphingiden habe ich nur *Sphinx* und *Macroglossa* untersucht. Die Saftbohrer sind sehr kleine Cylinder ohne Zähne, die man bei *Sphinx* ebenso gut als Haare mit äusserst kleinem Haarschaft bezeichnen könnte.

Wir kommen nun zu den Saftbohrern mit Radialplatten, die den beiden vorhergehenden Gruppen der Schmetterlinge gänzlich fehlen, dagegen in den noch übrigen drei grossen Abtheilungen der *Bombyces*, *Noctuae* und *Geometrae* äusserst verbreitet zu sein scheinen. In folgenden einheimischen Gattungen der genannten drei Schmetterlingsabtheilungen habe ich Saftbohrer mit Radialplatten gefunden.

1) *Bombyces*.

Setina, *Euchelia* (?), *Euprepia* (= *Arctia*), *Gastropacha*, *Zygaena* (nur andeutungsweise; siehe vorigen Abschnitt), *Pygaera* (= *Phalera*), *Notodonta* (= *Lophopteryx*).

2) *Noctuae*.

Arconycha, *Panolis*, *Taeniocampa*, *Triphaena*, *Agrotis*, *Mamestra*, *Hadena*, *Plusia*, *Catocala*, *Euclidia*, *Rusina*, *Neuronia*, *Phlogophora*, *Erastria*.

3) *Geometrae*.

Geometra, *Zonosoma*, *Eugonia*, *Gnophos*, *Cidaria* (= *Larentia*), *Eupithecia*.

Ausserdem sind mir noch Saftbohrer mit Radialplatten von folgenden fünf Gattungen bekannt, deren systematische Stellung mir unbekannt ist: *Trachea*, *Orthodes*, *Pseudothyatira*, *Callidryas*, *Eumonia*.

Aus den vorstehenden Angaben geht wohl zur Genüge hervor, dass die Saftbohrer mit Radialplatten sehr verbreitet sind, da sie sich über drei grosse Schmetterlingsgruppen ausdehnen. Das Merkwürdige dabei ist, dass diese an sich schon eigenthümlichen Formen stets in derselben Regelmässigkeit wiederkehren, indem in

allen Fällen¹⁾ sechs Platten vorhanden sind. Ich glaube, wir dürfen diese Thatsache nicht für Zufall halten, sondern wir müssen vielmehr annehmen, dass diese Form der Saftbohrer nur einmal entstanden ist, und dass sich dieselbe dann mit dem allmählichen Entstehen neuer Zweige am Stammbaum der Lepidoptera vererbt hat. Leiten wir aber die Saftbohrer von einer Form ab, so müssen wir auch für die sie besitzenden Schmetterlinge einen einheitlichen Ursprung annehmen. Die Bombyces, Noctuae und Geometrae würden also monophyletischen Ursprungs sein.

Nun giebt es aber in den drei Schmetterlingsgruppen auch noch andere Saftbohrer, u. z. gerade die abweichendsten. Unter die Noctuaden stellt man zunächst *Scoliopteryx libatrix*; die specielle Stellung dieser Gattung im System ist aber eine sehr unbestimmte. Herr Dr. A. Speyer aus Rhoden schreibt mir darüber: „*Scoliopteryx libatrix* hat keine Verwandten in der europäischen Fauna. Die Gattung steht isolirt da und ist desshalb von jedem Systematiker an einer andern Stelle des Systems eingeschoben worden. Auch unter den Exoten kenne ich keine ihr nahe stehende Gattung oder Art.“ Wenn so die Systematiker von ihrem Standpunkte aus die Gattung *Scoliopteryx* nicht unterzubringen wissen, so können wir ihr auf Grund der Saftbohrer vorläufig auch keinen bestimmten Platz anweisen. Sollte es aber bei weiterer Untersuchung gelingen, die Saftbohrer von *Scoliopteryx* an andere anknüpfen zu können, so würde dadurch, wie ich meine, die Stellung der Gattung recht gut zu bestimmen sein. Damit wäre denn mit Hülfe der Saftbohrer eine bis jetzt gar nicht unterzubringende Gattung auf ihren vermuthlichen Ursprung zurückgeführt.

Aehnlich verhält es sich auch mit *Ophideres*, die man gewöhnlich, so viel ich weiss, zu den *Ophiuridae* stellt, zu denen auch *Catocala* gehört. Wie weit stehen nicht die Saftbohrer dieser beiden Gattungen auseinander! Auf der einen Seite solche mit Radialplatten (*Catocala*), auf der andern jene mächtigen Widerhaken (*Ophideres*). Wenn die systematische Stellung der Gattung *Ophideres* wirklich natürlich ist, d. h. wenn *Ophideres* und *Catocala* thatsächlich benachbarte Zweige eines Stammes sind, so muss es meiner Ueberzeugung nach auch gelingen, die vermittelnden Zwischenstufen zwischen den Widerhaken bei *Ophideres* und den Saftbohrern mit Radialplatten aufzufinden. Vermuthlich werden noch derartige Zwischenstufen vorhanden sein, da doch

¹⁾ Abgesehen von individuellen Variationen.

die Entstehung jenes wundervollen Apparates bei *Ophideres* in eine verhältnissmässig nicht weit zurückliegende Zeit fallen muss. Sollte aber eine derartige Zurückführung nicht gelingen, so müsste dann wohl auch die jetzige systematische Stellung der Gattung *Ophideres* aufgegeben werden.

Diese beiden Fälle, denen sich dann auch noch *Egybolia* anreihet, welche Gattung man bei den *Liparidae* unter den *Bombyces* untergebracht hat, gehören wohl zu den schwierigsten auf diesem neuen Gebiete; aber sie sind auch die interessantesten. Durch auf umfassende vergleichende Untersuchungen gegründete Versuche, die eigenthümlichen Saftbohrer jener drei Gattungen auf einfachere, besser gesagt auf ursprünglichere, zurückzuführen, würde gerade die Bedeutung der Saftbohrer für die Systematik ins rechte Licht gestellt werden können. Desshalb wäre es recht wünschenswerth, wenn solche Versuche bald in der ausgedehntesten Weise unternommen würden.

Diese wenigen Angaben mögen genügen, um anzudeuten, welche Bedeutung die Saftbohrer, wenn man sie erst in grösserer Ausdehnung kennen gelernt hat, für die systematischen Forschungen in der Classe der *Lepidoptera* allenfalls erlangen können. Dass sie zu diesem Zwecke überhaupt Verwendung finden können, scheint mir zweifellos zu sein. Sollte sich das bei weiteren Untersuchungen bestätigen, so hätten wir in den Saftbohrern einen neuen Anhaltspunkt für die Construirung des Stammbaumes der Schmetterlinge gewonnen, einer Insectenklasse, in der man, wie Fritz Müller sagt, jeden derartigen Anhaltspunkt mit Freuden begrüssen muss. Die eingehende Untersuchung der Schmetterlingsrüssel, speciell mit Bezug auf die Saftbohrer, sei daher dringend empfohlen.

Die in diesem Abschnitt niedergelegten, ganz provisorischen Erörterungen beziehen sich, wie der kundige Leser gemerkt hat, nur auf die *Macrolepidoptera*, während die *Microlepidoptera* ganz unberücksichtigt geblieben sind. Der Grund davon ist der, dass ich über Letztere keine dies bezüglichen Kenntnisse besitze. Indessen es werden sich auch hier Saftbohrer vorfinden, da ja auch *Microlepidoptera* Blumen besuchen. Mögen diese sowie andere empfindliche Lücken in meinen Untersuchungen, die wesentlich durch den Mangel an Untersuchungsmaterial bedingt sind, bald ausgefüllt werden!

VI. Das Innere der Rüsselhälfen (Muskeln, Nerven und Tracheenrohr).

In diesem Abschnitt haben wir drei verschiedene Theile der Maxillen kennen zu lernen, die Muskeln, Nerven und das Tracheenrohr im Inneren. So gewiss es in hohem Grade interessant wäre, Genauer über diese Verhältnisse zu erfahren, um so mehr bedaure ich, gerade hier nur äusserst lückenhafte, ganz allgemeine Bemerkungen machen zu können. Wir müssen aber doch auf diesen Theil der Organisation des Schmetterlingsrüssels eingehen, und wäre es auch nur, um das Hierhergehörige der Vollständigkeit halber wenigstens anzuführen.

1. Muskeln.

Im Vorhergehenden ist schon wiederholt darauf hingewiesen worden, dass die Maxillen nicht aus hintereinander liegenden Ringen bestehen; desshalb baut sich die innere Muskulatur auch nicht aus Ringmuskeln auf, wie sie von Newport und Anderen angenommen wurden. Es ist ja auch von vornherein ziemlich undenkbar, wie solche Ringmuskeln die Bewegungen des Rüssels vermitteln sollen; bei ihrer Contraction würde doch nur die betreffende Stelle der Maxille zusammengedrückt, d. h. das Lumen verkleinert werden. Die Rollbewegungen des Rüssels verlangen entschieden Längsmuskeln. Gerstfeldt nimmt zwei Längsmuskeln an, einen oberen und einen unteren; von diesen sollen von Zeit zu Zeit Nebenäste an die verschiedenen Chitinleisten der Maxillar-Oberfläche abgehen. Wie diese Nebenäste verlaufen, ob senkrecht zur Längsaxe der Maxillen oder unter einem spitzen Winkel, ist leider nicht angegeben; wir werden aber gleich sehen, dass darauf sehr viel ankommt.

Meine Anschauung von der inneren Muskulatur der Maxillen ist kurz folgende. Zunächst wird jede Maxille von einem Hauptlängsmuskel von der Basis bis zur Spitze durchzogen; derselbe verläuft im unteren Theile der Maxille, wenn wir uns den Rüssel in seiner natürlichen Lage befindlich denken. Von diesem Längsmuskel zweigen sich zahlreiche kleinere Muskeln ab, welche sich in schräger Richtung, also unter einem spitzen Winkel zur Längsaxe der Maxille, an die obere Seite begeben, um sich hier anzuheften. Im Allgemeinen laufen diese Schrägmuskeln ziemlich parallel, sowie sie auch ungefähr dieselbe Dicke haben. Diese Mus-

keln sind manchmal so zahlreich, dass sie unmittelbar nebeneinander liegen, während sie in andern Fällen etwas auseinander gerückt stehen.

Diese Anschauung habe ich nicht auf Grund anatomischer Zergliederung gewonnen, sondern aus der Betrachtung ziemlich durchsichtiger Rüssel. Die beigegebene Figur 28 mag das Gesagte veranschaulichen. Leider vermag ich weitere Einzelheiten über die innere Muskulatur der Maxillen nicht anzugeben. Wenn sich der Rüssel einrollen soll, so werden sich natürlich erst diejenigen Schrägmuskeln contrahiren, welche in der Rüsselspitze sich befinden, und von da schreitet dann die Contraction allmählig nach der Basis zu. Beim Entrollen des Rüssels geht die Erschlaffung der Muskeln dann in umgekehrter Reihenfolge vor sich. Dass die Muskeln schräg verlaufen müssen und nicht etwa senkrecht zur Längsaxe der Maxillen, ist klar. Würde das Letztere der Fall sein, so würde bei den Contractionen offenbar nur die obere Maxillarfläche an die untere herangezogen werden, niemals aber könnte ein Einrollen stattfinden. So aber, wie die Verhältnisse thatsächlich liegen, muss bei den Contractionen der Muskeln nothwendig eine Krümmung des Rüssels eintreten, die in ihrer weiteren Ausführung dann in jene bekannte Spirale übergeht.

2. Nerven.

Ueber die Nerven der Schmetterlingsrüssel besitze ich keine positiven Kenntnisse; in der ganzen mir bekannt gewordenen Literatur über Schmetterlingsrüssel ist gleichfalls Nichts darüber zu finden. Dass überhaupt Nerven vorhanden sind, ist selbstverständlich, und da dieselben sich im Allgemeinen dem Verlauf der Muskeln anschliessen, so werden wir vielleicht einen Hauptnerv annehmen dürfen, welcher sich an den Hauptlängsmuskel anlegt. Zunächst werden dann Aeste in die Schrägmuskeln abgehen; ferner werden Aeste an die Haare und Saftbohrer herantreten. Die beiden Nervenstämme der Maxillen müssen sich vereinigen, resp. von einem Punkte ausgehen. Denn da die Contractionen der Schrägmuskeln in den Maxillen beim Einrollen an entsprechenden Stellen gleichzeitig vor sich gehen müssen, so muss auch die Veranlassung zur Contraction, d. h. der Reiz, gleichzeitig auf die entsprechenden Muskeln einwirken. Der anatomische Beweis für diese Vermuthungen muss späteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

3. Tracheenrohr.

In jede der beiden Maxillen tritt ein Tracheenrohr von der gewöhnlichen Beschaffenheit ein. Es zieht sich in schwachen Windungen durch die ganze Länge der Maxillen hindurch, um in der Spitze derselben blind zu endigen. Einige Beobachter lassen das Ende des Tracheenrohres in viele feine, gleichfalls blind endende Aeste sich auflösen. Dies ist nicht der Fall; wenigstens habe ich es nie beobachtet, und die älteren Beobachter geben auch nicht an, bei welchen Schmetterlingen sie jene Nebenäste gesehen haben wollen.

Eine Beobachtung mag hier Platz finden. Unter einer Anzahl ausgeschlüpfter *Euprepia caja* befand sich ein Exemplar in sehr verkümmertem Zustande. Natürlich untersuchte ich auch den Rüssel. Dabei stellte sich heraus, dass das Tracheenrohr trotz des verkümmerten Zustandes der übrigen Rüsseltheile doch augenscheinlich in normalem Zustande sich befand. Während es im ausgebildeten Rüssel in schwachen Windungen sich durch die Maxille hindurchzieht, sehen wir, dass es hier in dem rudimentären Rüssel zahlreiche starke Krümmungen und Verschlingungen macht, so dass es allein von allen Rüsseltheilen nicht rudimentär geworden ist, sondern seine normale Länge, wie es scheint, beibehalten hat. Jedenfalls eine höchst merkwürdige Erscheinung! Weshalb ist das Tracheenrohr nicht auch verkümmert? Wir haben hier den eigenthümlichen Fall vor uns, dass ein Organ verkümmert, nur ein integrierender Bestandtheil desselben nicht. Ich weiss nicht, ob derartige Fälle schon in grösserer Anzahl bekannt sind; ist das nicht der Fall, so wäre es jedenfalls der Mühe werth, auf dieselben in Zukunft zu achten und nach einer Erklärung derselben zu streben, die ich in dem vorliegenden Falle allerdings nicht zu geben vermag.

Leider muss ich es mit den vorstehenden äusserst dürftigen Angaben über Muskeln, Nerven und Tracheenrohr der Maxillen bewenden lassen. Mögen Andere diese empfindliche Lücke recht bald in umfassender Weise ausfüllen!

VII. Der Verschluss der beiden Rüsselhälften.

In einer früheren Arbeit (Archiv für mikroskopische Anatomie, Band XV) habe ich versprochen, gelegentlich über den

Verschluss der beiden Schmetterlingsrüssel-Hälften eingehender zu berichten, als ich es an jenem Orte gethan habe. Dieses Versprechen soll, soweit es die vorliegenden Beobachtungen gestatten, in diesem Abschnitt eingelöst werden. Wie wir bereits in der geschichtlichen Einleitung erfahren haben, legen sich die Maxillen mit ihren Rändern nicht einfach aneinander, um den Saugkanal zu bilden, sondern sie werden durch besondere, an den Rändern befindliche Vorrichtungen fest zusammengehalten. Diese Vorrichtungen bestehen nach den älteren Beobachtern aus dicht nebeneinander stehenden, übereinander greifenden Haaren. Réaumur sah, dass der Verschluss auf der untern Seite ausser durch diese Haare (filets) auch noch durch eigenthümliche Zahnbildungen hergestellt werde, und er meint, dass diese letzteren den Verschluss allein würden bewirken können, wenn nicht jene filets vorhanden seien. Das ist nicht ganz richtig; wir werden gleich sehen, dass auf der untern Seite die Zahnbildungen allein den Verschluss bewerkstelligen, dass hier die filets ganz fehlen, dass dieselben ausschliesslich auf die obere Seite beschränkt sind.

Bei diesen allgemeinen Angaben ist es nun auch geblieben in der ganzen mir bekannt gewordenen Literatur über Schmetterlingsrüssel — und ich kenne weit mehr als die angeführten Arbeiten — ist nirgendwo eine genaue Darstellung des zum Verschluss der beiden Rüsselhälften dienenden Apparates gegeben. Erst Francis Darwin that einen Schritt weiter; er beschreibt genauer die Zahnbildungen, welche die Maxillen von *Ophideres fullonica* auf der unteren Seite zusammenhalten; eine beigegegebene halb-schematische Abbildung zeigt uns auch die Art und Weise, wie die Zähne oder Haken ineinandergreifen. Wie der Verschluss auf der oberen Seite hergestellt wird, ist F. Darwin nicht ganz klar geworden; er sagt: „the delicate spines on the dorsal surface may perhaps contribute to the same result“, nämlich wie die Zähne der Unterseite zum Verschluss. In der Wirklichkeit sind, wie wir sogleich erfahren werden, diese delicate spines einzig und allein die den Verschluss auf der Oberseite bewirkenden Elemente. Nach Francis Darwin hat dann noch Prof. Vitus Graber in seinem sehr empfehlenswerthen Buche über „die Insecten“ (Band I pag. 154 und 155) eine ziemlich richtige Darstellung unseres Gegenstandes gegeben; auf kleine Fehler werde ich nachher aufmerksam machen.

Ich war früher der Meinung, es würde sich bei ausgedehnter Untersuchung eine bedeutende Mannigfaltigkeit des Verschlies-

sungs-Apparates bei den verschiedenen Schmetterlings-Gruppen herausstellen. Dies hat sich nun freilich nicht bestätigt; im Gegentheil ist, wenigstens nach meinen Untersuchungen, der zum Verschluss der beiden Rüsselhälften dienende Apparat in allen Schmetterlings-Abtheilungen im Wesentlichen derselbe. Diese Thatsache berechtigt uns denn wohl auch zu der Annahme, dass dieser eigentümliche Mechanismus im Verlauf der phylogenetischen Entwicklungsgeschichte der Lepidoptera nur einmal entstanden ist. Er wird sich schon bei den Urschmetterlingen entwickelt haben und von diesen dann auf alle andern Schmetterlinge in ziemlich unveränderter Gestalt durch Vererbung übertragen worden sein.

Da der die beiden Rüsselhälften zu einer Röhre zusammenschliessende Apparat bei allen Schmetterlingen wesentlich derselbe ist, so erzielen wir dadurch eine sehr bedeutende Vereinfachung und Erleichterung unserer Darstellung. Wenn wir uns den Mechanismus an einem noch dazu einfachen Beispiele völlig klar machen, so haben wir damit zugleich den ganzen Gegenstand verstanden, und wir brauchen dann nur noch einige kleine bei verschiedenen Schmetterlingen vorhandene Differenzen kurz anzudeuten, um das Bild zu vervollständigen. Ich wähle zur Erläuterung den Rüssel von einem unseres Sphinx. Welche Species der Zeichnung (Fig. 29) zu Grunde gelegen hat, kann ich leider nicht angeben, da auf dem betreffenden Präparat der Name durch ein Versehen sich nicht vorfindet.

Vor Allem ist zu merken, dass der Verschluss auf der unteren Seite ein ganz anderer ist wie auf der oberen. Unten sind es ineinander greifende Klammerhaken, oben feine Dornen oder Haare, welche die Maxillen zusammenhalten. Da der Rüssel sich ein- und ausrollt, so ist es klar, dass der Apparat nicht einheitlich zusammenhängender sein kann, sondern dass er sich aus vielen einzelnen Stücken zusammensetzen muss, gerade so wie aus demselben Grunde die äussere Chitinbekleidung des Rüssels nicht eine zusammenhängende Masse darstellt, sondern vielmehr aus einzelnen Ringen besteht. Bestände der Schliessapparat nicht aus einzelnen Stücken, sondern stellte er ein zusammenhängendes Ganze dar, so könnte sich eben der Rüssel nicht ein- und ausrollen.

Jede Maxille ist, wie wir wissen, auf ihrer Innenseite rinnenförmig eingedrückt, so dass ein Halbkanal entsteht. An und auf den Rändern der Rinne befinden sich die den Verschluss der Maxillen herstellenden Vorrichtungen. Betrachten wir zunächst den

unteren Verschluss. Bei einem gelungenen Querschnitt durch den Rüssel sehen wir, dass an den Rändern der Rinne auf beiden Seiten je eine ziemlich starke, aus festem Chitin bestehende Klammer sich befindet. Das eine Ende der Klammer ist schärfer umgebogen wie das andere, so dass dadurch ein Haken gebildet wird. Bei zwei benachbarten, nicht derselben Maxille angehörigen, also einander gegenüberstehenden Klammern liegt dieser Haken bei der einen Klammer auf der entgegengesetzten Seite wie bei der andern. Der Verschluss kommt nun dadurch zu Stande, dass der Haken der einen Klammer in die entsprechende Vertiefung der andern Klammer eingreift, wie das in der Zeichnung zu sehen ist (Fig. 29a). Aus der Zeichnung ist auch erkennbar, dass die Art und Weise, wie die Klammern ineinander greifen, zugleich derart ist, dass sowohl ein fester Zusammenhang der beiden Maxillen herbeigeführt wird, als auch ein event. Auseinanderweichen derselben möglich ist. Von der Fläche gesehen repräsentiren sich uns die Klammern als kleine Chitinplatten von der Form eines Parallelogramms. Die einzelnen Klammern liegen selbstverständlich sehr dicht aneinander, da ja sonst der Verschluss ein undichter wäre und dadurch das Saugen erheblich erschwert würde.

Die Gestalt der Klammern unterliegt bei den verschiedenen Schmetterlingen nur ganz unbedeutenden Schwankungen, auf die wir hier gar keinen Bezug zu nehmen brauchen. Dass natürlich die Dicke und die damit in Zusammenhang stehende Festigkeit der Klammern bei verschiedenen Schmetterlingen eine andere ist, ist selbstverständlich, da ja die Rüssel selbst sehr verschieden fest sind. Bei Rüsseln, welche vermöge ihrer Bohrthätigkeit auf vielfachen Widerstand stossen, könnte es bei schwachen Klammern und dadurch bedingtem nicht allzufestem Zusammenhang der Maxillen leicht vorkommen, dass ein Auseinanderweichen der Maxillen einträte. Damit dies verhindert werde, sind bei ihnen die Klammern meist stärker entwickelt, und sie greifen auch fester ineinander.

Wenden wir uns nun zu dem Verschluss der Oberseite. An unserm Durchschnitt durch den Rüssel von Sphinx sehen wir, dass von der unteren Seite der oberen Ränder der Rinnen ein feiner dornartiger Fortsatz ausgeht. Der eine dieser Fortsätze liegt auf dem andern. Graber lässt den Fortsatz auf der einen Seite von der oberen Fläche, auf der andern von der unteren Fläche des Rinnenrandes ausgehen (Die Insecten I. Band Fig. 105). Das ist falsch; beide Fortsätze gehen von der unteren Seite aus

(Fig. 29 b). Diese Fortsätze sind directe Verlängerungen des Rinne-
 nrandes, nicht separate Bildungen. Betrachten wir diese Bil-
 dungen von der Fläche (Fig. 30), so erkennen wir sofort, dass es
 nicht dornartige Fortsätze sind, sondern vielmehr kleine Platten,
 welche übereinander liegen. Die Platten der beiden Ränder, wel-
 che sich entsprechen, decken sich nicht, sondern greifen über-
 einander, so dass eine dem einen Rande angehörige Platte die
 Trennungslinie zwischen zwei unterhalb liegenden theilweise zu-
 deckt; u. z. stehen die Platten unter einem Winkel zur Längsaxe
 des Rüssels.

Zu dem geschilderten Mechanismus können bei vielen (wie es
 scheint, den meisten) Schmetterlingen secundäre Vervollkommnun-
 gen hinzutreten. Dieselben betreffen aber immer nur den oberen
 Verschluss und kommen in allen Fällen in wesentlich derselben
 Weise zu Stande. Es bleibt nämlich gewöhnlich nicht bei jener
 einzigen Reihe von der unteren Seite der Rinne-ränder entsprin-
 genden Platten; vielmehr treten oberhalb derselben noch ein oder
 mehrere Reihen auf. Hier sind es aber meistens keine Platten,
 sondern in der Regel etwas gekrümmte Dörnchen von etwas ver-
 schiedener Grösse und Gestalt bei den verschiedenen Schmetterlin-
 gen. Newport giebt an, dass unterhalb der Spitze dieser Dörn-
 chen noch ein Haken entspringe. Ich habe etwas Aehnliches nur
 bei *Ophideres fullonica* gesehen (Fig. 31). Bei *Vanessa Jo* und
V. Cardui habe ich es nicht gefunden; *V. Atalanta* habe ich da-
 rauf hin nicht untersuchen können; ich weiss also auch nicht, ob
 die Angabe Newport's richtig ist. Bei vielen Schmetterlingen
 hat es den Anschein, als ob solche secundäre Häkchen vorhanden
 wären; allein wie man bei genauerer Betrachtung bald bemerkt,
 hat man es meistens mit einem Beobachtungsfehler zu thun. Wenn
 man eine Reihe von jenen Dornen scharf einstellt, so sieht man
 mitunter etwas unterhalb der Spitze der Dornen eine zweite etwas
 verschwommen erscheinende Spitze. Diese Spitzen gehören aber
 nicht den Dornen der ersten Reihe an, sondern es sind die Spi-
 tzen der Dornen einer zweiten unterhalb der ersten liegenden
 Reihe. Die Dornen stehen meistens weniger dicht zusammen wie
 die Platten, welche den ersten Verschluss herstellen. Auch stehen
 die Dornen nicht senkrecht zur Längsaxe des Rüssels, sondern
 unter einem spitzen Winkel zu derselben, wie das an dem Rüssel
 von *Egybolia* zu sehen ist (Fig. 27). Ferner sind diese Bildungen
 nicht aus Haaren entstanden, sondern es sind directe Verlänge-
 rungen der Rüsseloberfläche; wenigstens ist in keinem Fall der

Bau der Haare an ihnen zu erkennen. Indem die Dornen der entgegengesetzten Seiten über- und ineinander greifen, tragen sie sicher in nicht unbedeutendem Maasse zur Vervollkommnung des Maxillen-Verschlusses bei.

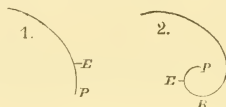
Es hat keinen Zweck einzelne dieser Bildungen näher zu beschreiben; einige Zeichnungen genügen zur Erläuterung (Fig. 32 n. 33). Die vorstehenden Angaben mögen genügen, um den Verschluss der beiden Rüsselhälften klar zu machen. Der Mechanismus ist eben in allen Schmetterlings-Abtheilungen derselbe; die wenigen Abweichungen, welche sich überhaupt vorfinden, sind nur ganz secundärer Natur. Ueber die muthmaassliche phylogenetische Entstehung dieses gewiss sehr eigenthümlichen Apparates vermag ich vorläufig wenigstens noch keine klaren Vermuthungen auszusprechen; aus einer vergleichenden Betrachtung bei verschiedenen Schmetterlingen lässt sich kein sicherer Anhaltspunkt gewinnen. Vielleicht würde sich aber bei eingehender Untersuchung niederer Microlepidoptera etwas herausstellen; diese Schmetterlinge seien daher der späteren Forschung empfohlen.

VIII. Der Mechanismus des Saugens; historisch und kritisch.

Die Art und Weise, wie die Schmetterlinge mit ihrem Rüssel den Nectar der Blumen zu sich nehmen, d. h. der Mechanismus des Saugens, ist nicht von jeher in der richtigen Weise angegeben worden; vielmehr treffen wir einige so merkwürdige Vorstellungen darüber an, dass es mir interessant genug scheint, dieselben hier kurz wiederzugeben. Bei Réaumur finden sich zwei fremde Ansichten, die wirklich sehr eigenthümlich sind. Die erste rührt von einem Herrn Puget. Derselbe vergleicht den Rüssel der Schmetterlinge mit dem der Elephanten; die Saftbohrer stellen gewissermaassen Finger vor, so dass er den ganzen Rüssel dann eine Art Hand nennt. Vermittelst der Finger soll der Schmetterling eine dicke Flüssigkeit (liqueur ipaisse) aus den Blumen hervorholen, und indem sich der Rüssel dann einrollt, wird die Flüssigkeit dem Munde zugeführt. Später scheint indess Puget diese Ansicht aufgegeben zu haben und auf die richtige gekommen zu sein, dass nämlich die Schmetterlinge durch einen Canal im Innern des Rüssels saugen.

Der Père Bonnam ¹⁾ hielt die Saftbohrer für Saugwarzen, welche den Saft der Blumen aufsaugen und in die die Maxillen durchziehenden Canäle leiten.

Die Ansicht Réaumur's über den Mechanismus des Saugens will ich in möglichst wortgetreuer Uebersetzung wiedergeben. „Die Bewegungen beim Aufrollen des Rüssels sind im Stande, die in seiner Höhlung befindliche Flüssigkeit circuliren zu lassen; denn eine in den Canal des Rüssels eingetretene Flüssigkeit wird darin aufsteigen können, indem sie beständig niedersteigt wie das Wasser in jener ingenieusen, unter dem Namen der Archimedischen Schraube (*Vis d'Archimède*) bekannten Maschine herabsteigt. Es ist das gerade eine Maschine, von der uns der Rüssel unserer Schmetterlinge eine Vorstellung geben kann. Denn sei *P* das



Ende des Rüssels, und die Flüssigkeit, mit welcher er beladen ist, gehe nur bis *E*; es ist leicht einzusehen, dass, wenn der Schmetterling das Ende dieses Rüssels einrollt, wie in 2, die Flüssigkeit, welche in *PE* ist, einen Trieb nach *B* herabzusteigen haben wird, und dass eine folgende Rollbewegung sie veranlassen wird, dass sie dem Ursprung des Rüssels zugeführt wird.“ Auf diese Weise würde die Flüssigkeit allerdings in die Nähe des Mundes kommen, aber doch nicht in den Körper selbst hinein, da das Ende des Rüssels (der Basaltheil) nicht senkrecht oder schräg nach oben gerichtet ist, sondern eher etwas nach unten. Es bliebe also immer noch zu erklären, wie der Blumensaft diesen letzten Abschnitt des Saugrüssels durchläuft.

Einige Autoren haben angenommen, die Flüssigkeit gelange einfach durch Capillarität in den Mund hinein. Indessen diese Ansicht wird durch die directe Beobachtung leicht widerlegt. Wenn man einen Schmetterling, dessen Rüssel hell und etwas durchscheinend ist, veranlasst, von einer gefärbten Flüssigkeit zu saugen, so sieht man, dass dieselbe nicht gleichmässig in dem Rüssel emporsteigt, sondern ruckweise, entsprechend den einzelnen aufeinander folgenden Saugacten. Stiege die Flüssigkeit durch

¹⁾ Citirt nach Réaumur l. c.

Capillarität in dem Rüssel empor, so dürften die Ruckbewegungen nicht vorkommen, sondern die Bewegung der Flüssigkeit müsste eine gleichmässige sein.

Die nun mitzutheilende Ansicht wurde von sehr vielen Naturforschern, und unter diesen auch von Lamarck vertreten (nach Newport). Wir wissen, dass man früher annahm, der Rüssel der Schmetterlinge bestehe aus einer grossen Anzahl hintereinander gelegener Ringe, zu denen ebenso viele Ringmuskeln hinzukommen sollten. Diesen letzteren schrieb man beim Saugen die erste Rolle zu. Newport giebt an, dass nach der Ansicht Lamarck's und Anderer die Flüssigkeit durch aufeinander folgende Contractionen der Seiten des Rüssels in den Körper hineingepresst werde. Diese Contractionen sollen durch Quermuskeln, offenbar Ringmuskeln, bewirkt werden. Auch diese Vorstellung vom Mechanismus des Saugens ist grundfalsch. Wenn durch solche peristaltische Bewegungen die Flüssigkeit von der Spitze des Rüssels nach seiner Basis geleitet werden soll, so muss sich das Lumen des Canales von der Spitze bis zur Basis fortschreitend verengern. Geschieht denn dies aber durch die Contractionen der Ringmuskeln, die wir einmal annehmen wollen? Offenbar nicht; viel eher tritt das Gegentheil ein! Die Ringmuskeln sollen sich doch in den Maxillen selbst befinden, nicht aber umgreifen sie den ganzen Umfang des Rüssels. Durch ihre Contractionen kann also nur der Durchmesser der einzelnen Maxillen verkleinert werden. Tritt aber das ein, so werden ersichtlicher Weise die Maxillen viel eher etwas von einander entfernt als einander genähert, d. h. das Lumen des Saugkanales wird nicht verengert, sondern erweitert. Es tritt also gerade das Entgegengesetzte von dem ein, was eintreten sollte! Unter Voraussetzung der Richtigkeit der Ansicht Burmeister's, dass das Saugen durch die beiden seitlichen Canäle statthabe, wäre diese Ansicht vielleicht eher annehmbar. Leider hat Newport nicht angegeben, ob diejenigen Naturforscher, welche die besprochene Mechanik des Saugens annehmen, die Ansicht Burmeister's theilen oder nicht.

Kirby und Spence sagen über unsern Gegenstand Folgendes: „Bei Thieren, welche ohne Lungen sind oder durch Luftröhren athmen, muss das Saugen anders vor sich gehen, als in denen, welche durch den Mund athmen, und da in den sehr gestreckten fraglichen Organen (den Rüsseln) die Flüssigkeit einen langen Raum zu durchlaufen hat, ehe sie den Schlund erreicht, so mögen diese Seitenröhren (die Tracheen) auf diese oder die

andere Art im Stande sein, eine Leere in der mittleren Röhre hervorzubringen und so den Durchgang zu erleichtern.“ (Einleitung. Bd. III, pag. 500.)

Ehe ich mich auf eine Besprechung dieser Ansicht einlasse, will ich erst noch die Ansicht Newport's wörtlich übersetzt wiedergeben. „In dem Augenblick, in welchem ein Insect auf eine Blume fliegt, macht es eine heftige expiratorische Anstrengung, durch welche die Luft sowohl aus den den Rüssel durchziehenden Tracheen, als auch aus denjenigen entfernt wird, mit welchen sie im Kopf und im Körper in Verbindung stehen, und von denen einige, wie wir nachher sehen werden, über den Oesophagus und Darmkanal verbreitet sind; in dem Augenblick, in welchem das Thier seinen Rüssel in die Nahrung bringt, macht es eine inspiratorische Anstrengung, durch welche die Röhre erweitert wird, und die Nahrung steigt sofort in derselben empor, um das Vacuum zu ersetzen, und sie wird durch denselben Act dem Munde zugeführt und von da durch die Thätigkeit der Muskeln des Pharynx in den Oesophagus und Magen, ohne irgend eine Unterbrechung der Function des Athmens, indem das beständige Aufsteigen der Flüssigkeit in den Mund hinein unterstützt wird von der Thätigkeit der Muskeln des Rüssels, welche während der ganzen Zeit, in der das Insect Nahrung zu sich nimmt, arbeiten.“ (l. c. pag. 902.)

Sehen wir uns diese Saugtheorie Newport's ein wenig näher an, um ihren wahren Gehalt zu erkennen. Bevor der Schmetterling seinen Rüssel in den Honig hineinsenkt, soll er eine Ausathmung machen. Dadurch wird allerdings aus den Tracheen des Rüssels Luft herausgezogen. Auf das Saugrohr kann das aber keinen Einfluss haben, da dasselbe ja mit der äusseren Luft in offener Verbindung steht. In dem Augenblick, in dem der Schmetterling seinen Rüssel in den Honig senkt, soll eine Einathmung stattfinden; dadurch werden die Tracheen wieder mit Luft gefüllt. Nach Newport wird das Saugrohr erweitert, und die Flüssigkeit tritt sofort in das entstandene Vacuum ein. Wesshalb der Saugkanal bei einer Einathmung erweitert werden soll, ist mir unverständlich; derselbe wird überhaupt niemals erweitert. Fände das statt, so gingen die Maxillen auseinander, und der Canal wäre gar kein Canal mehr. Dann sehe ich auch nicht ein, wo und wie bei einer Einathmung in der Röhre ein Vacuum entstehen soll. Endlich sind noch die Rüsselmuskeln beim Saugen theiligt, u. z. meint Newport Ringmuskeln, wie wir wissen.

Die Unterstützung der Ringmuskeln beim Saugen wird er sich also wohl in ähnlicher Weise denken, wie wir das oben kennen gelernt und als unmöglich nachgewiesen haben.

Da solche Ringmuskeln im Schmetterlings-Rüssel thatsächlich nicht vorhanden sind, so können sie beim Saugen auch keine Rolle spielen; aber noch mehr. Mögen wir noch Ringmuskeln oder Längsmuskeln haben, keine von diesen sind in irgend welcher Weise beim Mechanismus des Saugens betheiligt; sie fallen also bei unserem Erklärungsversuch des Saugens ganz weg.

Wie wir sehen, lassen uns alle bis jetzt über das Saugen der Schmetterlinge aufgestellten Theorien im Stich. Daher müssen wir uns nach einer befriedigenderen umsehen. Wir werden dabei erkennen, dass Kirby und Spence der Wahrheit am nächsten gekommen sind.

Das Saugen ganz im Allgemeinen beruht auf der Herstellung eines luftverdünnten Raumes, in den dann die aufzusaugende Flüssigkeit durch den Druck der äusseren Luft hineingepresst wird. Wenn wir mit Hülfe eines Rohres eine Flüssigkeit aufsaugen wollen, so stecken wir das eine Ende des Rohres in die Flüssigkeit, das andere Ende nehmen wir in den Mund, und nun machen wir eine Einathmung, d. h. wir vergrössern die Höhlung des Brustkastens und verdünnen damit die in demselben und in der Röhre enthaltene Luft. Die atmosphärische Luft drückt dann einen Theil der zu saugenden Flüssigkeit in die Röhre hinein. Wir saugen also bei einer Einathmung.

Bei den Schmetterlingen ist die Sache aber gerade umgekehrt. Mit der Athmung, d. h. mit der Function der Tracheen hat das Saugen überhaupt nichts zu thun. Die Tracheen sind von Aussen in den Körper eintretende, im Innern aber blind endende Canäle, die mit dem Lumen des Saugrüssels nicht in irgend welcher Communication stehen. Wodurch wird denn aber die Luft im Innern des Rüssels verdünnt? Der vordere Theil des Verdauungs-Apparates, der zu einem besonderen Saugmagen sich gestaltet hat, erweitert sich; durch diese Erweiterung wird ein luftverdünnter Raum hergestellt, und da der Saugkanal mit dem Saugmagen in Communication steht, so wird auch die in ihm enthaltene Luft verdünnt. In Folge dessen presst die äussere Luft einen Theil der zu saugenden Flüssigkeit in den Rüssel hinein. So ist die Mechanik des Saugens bei den Schmetterlingen.

IX. Literatur - Nachweis.

1. Réaumur: Mémoires pour servir à l'histoire des Insectes. Cinquième mémoire. pag. 284—315. (1737.)
2. Jules-César Savigny: Mémoires sur les animaux sans vertèbres. Premier mémoire. (1816.)
3. Brullé: Recherches sur les transformations des appendices dans les Articulés. Annales des Sciences naturelles. Troisième Série: Zoologie. Tom. I pag. 298. (1844.)
4. William Kirby und William Spence: Einleitung in die Entomologie oder Elemente der Naturgeschichte der Insecten. (1823.) Deutsche Ausgabe von Oken. Band I pag. 435. Band III pag. 500.
5. H. Burmeister: Handbuch der Entomologie. (1832.) Band I pag. 67 und 380—381.
6. George Newport: Insecta. Cyclopaedia of Anatomy and Physiology. Vol. II pag. 900—902. (1836—1839.)
7. Christian Ratzeburg: Die Forstinsecten. II. Theil. Die Falter. (1840.)
8. Georg Gerstfeldt: Ueber die Mundtheile der saugenden Insecten. pag. 64 u. flg. (1853.)
9. Fritz Müller: Die Maracujáfalter. Stettiner Entomologische Zeitung. (1877.) pag. 494.
10. J. Künckel: Les Lépidoptères à trompe perforante, destructeurs des oranges. Comptes Rendus. (1875.) pag. 397—400.
11. Francis Darwin: On the structure of the proboscis of *Ophideres fullonica*, an orange-sucking moth. Quarterly Journal of microscopical Science. Vol. XV. New Ser. pag. 385—390. (1876.)
12. Reginald Bligh Read: Lepidoptera having the autlia terminal in a teretron or borer. Proceedings of the Linnean Society of New South Wales. (1878.)
13. Vitus Graber: Die Insecten. I. Theil: Der Organismus der Insecten. pag. 154—156.
14. Wilhelm Breitenbach: Vorläufige Mittheilung über einige neue Untersuchungen an Schmetterlingsrüsseln. Archiv für mikrosk. Anatomie. Band XIV pag. 308—317. (1877.)

15. Wilhelm Breitenbach: Untersuchungen an Schmetterlingsrüsseln. Archiv f. mikrosk. Anatomie. Band XV pag. 8—29. (1878.)

16. Wilhelm Breitenbach: Ueber Schmetterlingsrüssel. Entomologische Nachrichten von D. F. Katter. V. Jahrg. No. 18 pag. 237—243. (1879.)

Vergleiche ausserdem die verschiedenen zoologischen Handbücher.

X. Erklärung der Abbildungen.

Tafel IV.

Fig. 1. Ein kleines Stück der Rüsseloberfläche von *Pieris*, dicht an der Rüsselspitze.

Fig. 2. Dasselbe, etwas weiter der Basis des Rüssels zu gelegen.

Fig. 3. Dasselbe, noch etwas näher von der Basis.

Fig. 4. Ein kleines Stück der Rüsseloberfläche von *Egybolia Vaillantina*. Der Pfeil zeigt nach der Rüsselspitze.

Fig. 5. Die Rüsselspitze von *Argynnis*.

Fig. 6. Ein Stück der Oberfläche desselben Rüssels, dicht an der Spitze.

Fig. 7. Dasselbe etwas weiter der Rüsselbasis zu gelegen.

Fig. 8. Dasselbe noch weiter von hinten.

Fig. 9. Stück der Rüsseloberfläche von *Agraulis Juno*.

Fig. 10. Dasselbe von *Anartia Amalthea*.

Fig. 11. Dasselbe von *Epicalia Numilia*.

Fig. 12. Kleines Stück einer Maxille von *Macroglossa*, aus der Nähe der Rüsselspitze.

Fig. 13. Stück der Rüsseloberfläche von *Pieris*.

Fig. 15. Saftbohrer von *Vanessa Cardui*.

Fig. 16. Saftbohrer von *Eurema Lethe*; *a* von der Fläche, *b* von der Seite gesehen.

Fig. 19. Saftbohrer von *Lycaena*.

Tafel V.

Fig. 14. Einfache Haare von der Oberfläche eines Schmetterlingsrüssels.

Fig. 17. Saftbohrer mit radialen Längsplatten. (*rp* = Radialplatten.)

Fig. 18. Saftbohrer von *Pieris*.

Fig. 20. Saftbohrer von *Arge Galathea*.

Fig. 21. Saftbohrer von *Epicalia Numilia*. *a* von der Fläche, *b* von der Seite.

Fig. 22. Saftbohrer von *Scoliopteryx libatrix*; erste Form.

Fig. 23. Saftbohrer von *Scoliopteryx libatrix*; zweite Form.

Fig. 24. Saftbohrer von *Egybolia Vaillantina*.

Fig. 25. *a* und *b*. Saftbohrer einer australischen Motte.

Fig. 26. Widerhaken von der Spitze von *a* derjenigen Motte, der die Saftbohrer Fig. 25 entstammen, *b* *Ophideres fullonica*.

Fig. 28. Optischer Längsschnitt durch einen Theil einer Maxille von *Pieris*, um die Anordnung der Muskulatur zu zeigen. *lm* Längsmuskel. *sm* Schrägsmuskeln. *r* Rinne oder Halbkanal der Maxille (halbschematisch).

Fig. 29. Querschnitt durch den Rüssel von *Sphinx* sp., um den Verschluss der beiden Maxillen zu zeigen. *a* Untere Seite. *b* Obere Seite. *c* Saugkanal. *tr* Trachee (halbschematisch).

In Fig. 14 bedeutet: *em* Haarschaft; *cy* der die Basis des Haarschaftes umgebende Chitinring. In allen andern Figuren dieser Tafel: *em* Centralmasse, dem Haarschaft homolog; *cy* die Centralmasse umhüllender Chitincylinder, dem Chitinring bei den Haaren homolog; *z* Zähne. In Fig. 26 ist *w* der Chitinwall, der die Grube umgiebt, in der die Widerhaken eingesenkt sind.

Tafel VI.

Fig. 27. Die Spitze des Rüssels von *Egybolia Vaillantina*, von oben gesehen. Die äusserste Spitze des Rüssels ist scharf kegelförmig und mit zahlreichen Widerhaken besetzt, die keine streng regelmässige Anordnung erkennen lassen. Auf der Oberfläche des Rüssels bemerkt man zwischen den Widerhaken längere und kürzere Chitinstücke von unregelmässiger Gestalt. Von der Stelle an, an welcher die Widerhaken aufhören, wird der Rüssel mehr cylindrisch, und hier stehen auf seiner Oberfläche zahlreiche Saftbohrer von der in Fig. 24 abgebildeten Form. Das mit diesen Saftbohrern besetzte Stück des Rüssels ist etwas länger als die mit den Widerhaken bewaffnete Spitze.

Die beiden Rüsselhälften sind etwas auseinander gerückt; auf der einen Seite sieht man einige der Chitiuklammern (*chk*), welche den Verschluss auf der untern Seite herstellen. Auf der obern Seite bemerkt man sehr zahlreiche jener dornartigen Bildungen, welche durch ineinandergreifen und Uebereinanderlegen den oberen Verschluss der

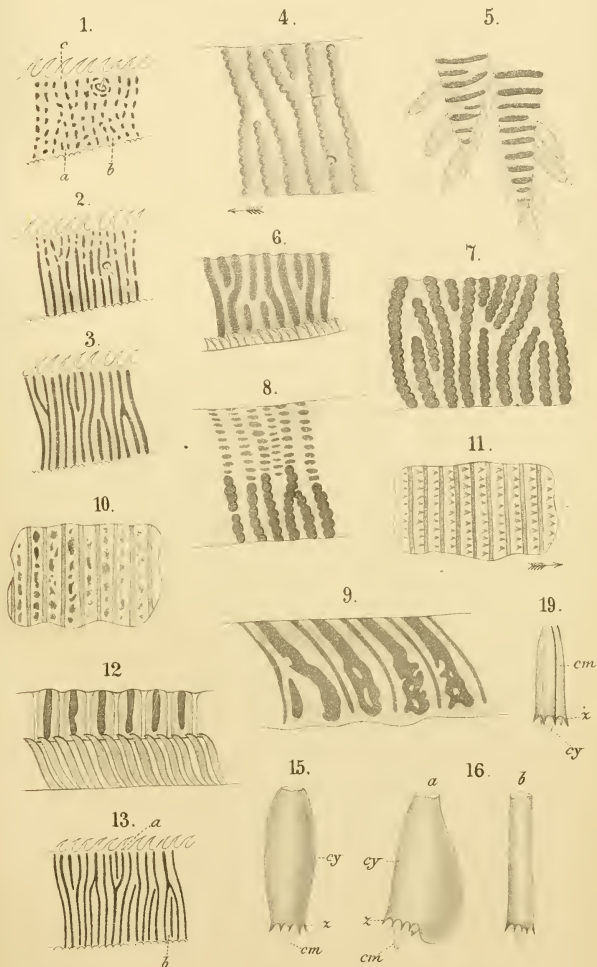
Maxillen bewerkstelligen. Dieselben sind in Wirklichkeit aber weit zahlreicher und stehen viel dichter zusammen wie in der Zeichnung.

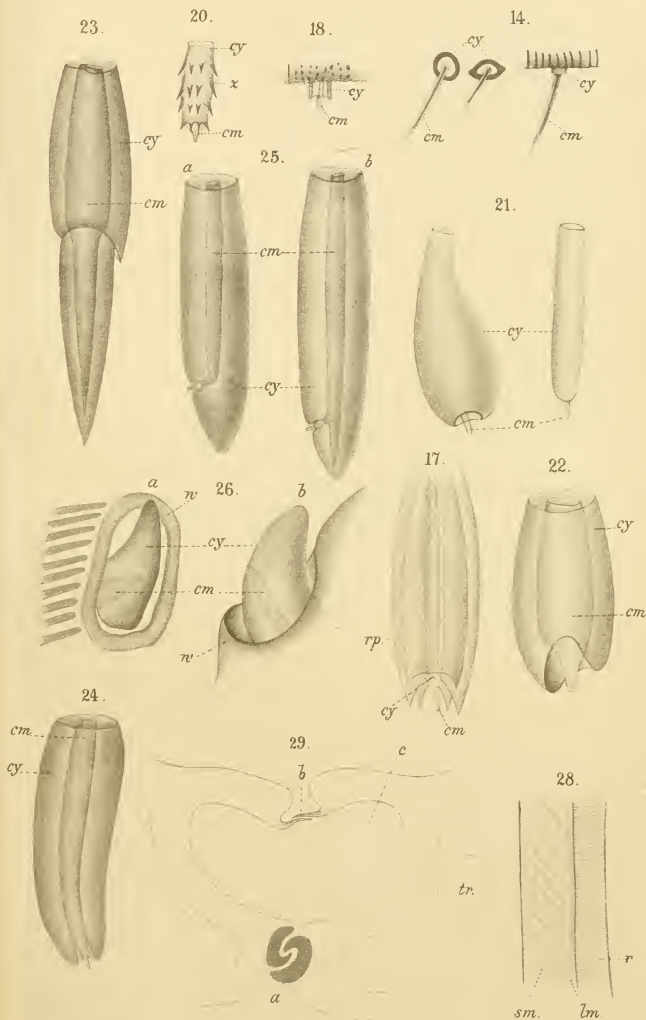
Fig. 30. Maxillenverschluss der Oberseite des Rüssels von *Lycaena*, von der Fläche gesehen.

Fig. 31. Die zum oberen Maxillenverschluss dienenden Dornen vom Rüssel von *Ophideres fullonica*.

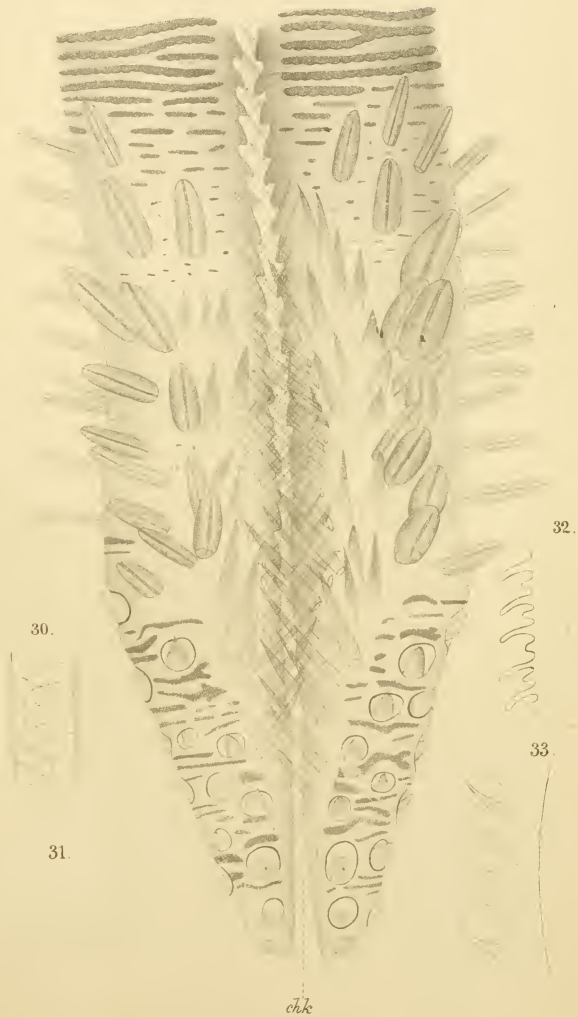
Fig. 32. Dasselbe von *Noctua libatrix*.

Fig. 33. Dasselbe von *Catocala nupta*.





27.



30.

31.

32.

33.

chk

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft](#)

Jahr/Year: 1882

Band/Volume: [NF_8](#)

Autor(en)/Author(s): Breitenbach Wilhelm

Artikel/Article: [Beiträge zur Kenntniss des Baues der Schmetterlings-Rüssel. 151-214](#)