# Duftorgane

der

## männlichen Schmetterlinge

von

Karl Gottwalt Illig.

Mit fünf Tafeln.



STUTTGART.

Verlag von Erwin Nägele.

1902.

Alle Rechte, insbesondere das der Uebersetzung, vorbehalten.

Carl Georgi, Universitäts-Buchdruckerei in Bonn.

## Einleitung und geschichtlicher Überblick.

"Duftorgane" können sowohl bei den Männchen als auch bei den Weibehen der Schmetterlinge vorkommen. Man bezeichnet damit Organe, welche ein duftendes Sekret bilden und absondern und dadurch zur Anlockung des anderen Geschlechtes beitragen.

Merkwürdigerweise sind gerade die weniger häufigen Duftorgane der Weibchen, die sich hauptsächlich in der Familie der Spinner finden, in weiteren Kreisen bekannt. Es ist ein alter Brauch der Schmetterlingssammler, abends die trägen Spinnerweibchen in Käfigen ins Freie zu bringen, damit sie durch ihren Duft die flüchtigeren Männchen ködern.

Viel häufiger, aber weniger bekannt sind die Duftorgane bei männlichen Schmetterlingen; fast in jeder Familie finden sich Vertreter mit solchen Einrichtungen.

Der erste Forscher, der das Duften gewisser Schmetterlinge wahrnahm, war Linné; er gab sogar einer Erebidenart den Namen "odora". Ein Duftorgan, und zwar das von Hepialus hecta, beschreibt zum ersten Male De Geer (1), freilich ohne über die Funktion desselben Aufschluss geben zu können. Der Franzose Baillif entdeckte 1825 die Duftschuppen von Pieris rapae; er nannte sie "plumules" und hielt sie für Missbildungen.

Deschamps (2) bildete sie 1835 zuerst ab, mit ihnen zugleich auch Duftschuppen von Lycäniden. Er erkannte ihren sekundär-geschlechtlichen Charakter, da er sie nur an Männchen beobachtete. Ihrer Funktion nach schienen sie ihm zur Atmung zu gehören.

Erst 30 Jahre später setzte der Engländer Watson (3, 4, 5, 6) die Untersuchungen über die Duftorgane fort. Er giebt viele Abbildungen von Duftschuppen, namentlich auch von solchen exotischer Lepidopteren. Seiner Meinung nach dienen sie dazu, Luft in die Tracheen einzupumpen.

In den nächsten Jahren untersuchten nun mehrere Forscher jene Organe. Unter ihnen nimmt Fritz Müller die erste Stelle ein. Ihm verdanken wir nicht nur die Beschreibung einer grossen Anzahl sehr interessanter Duftorgane, namentlich von südamerikanischen Lepidopteren (10—17), sondern auch an einem Männchen von Callidryas argante den direkten Nachweis, dass der Geruch von einem Haarbüschel des Hinterflügels ausging. Dieser Entdeckung folgten noch mehrere, und somit war die Funktion jener Organe festgestellt.

Mit Recht fragte nun August Weismann (18), woher eigentlich die duftende Substanz stamme. Er wies damit auf die Notwendigkeit einer anatomischen Untersuchung hin. Aber die nüchsten Jahre brachten zwar eine Reihe wertvoller Arbeiten über die äussere Morphologie der Duftorgane, so die Abhandlungen von Aurivillius (19) und Erich Haase (31 und 32), die Anatomie dagegen berücksichtigen nur zwei kleinere Abhandlungen von Bertkau (27 und 28) und je eine von Thomas (38) und Reichenau (29).

Zoologica. Heft 33.

Darum soll es der Zweck dieser Arbeit sein, die Duftorgane der männlichen Schmetterlinge besonders auf ihren anatomischen Bau und, soweit es möglich ist, auch auf ihre Funktion und Entwickelung hin zu untersuchen.

Untersuchungen über die Innervierung der Duftorgane sind von mir nicht angestellt worden. Wie aber Guenther (42) in seiner Abhandlung "Über Nervenendigungen auf dem Schmetterlingsflügel" darlegt, sind Nerven in den Flügelrippen vorhanden, sodass hier befindliche Duftorgane innerviert sein könnten. Dagegen für die zwischen den Rippen gelegenen Flügelteile Nerven nachzuweisen, ist Guenther nicht gelungen. Es bleibt daher die Frage nach der Innervierung der an jenen Flügelstellen gelegenen Duftorgane noch unbeantwortet.

## Lage der Duftorgane.

Die Duftorgane sind bei den Schmetterlingsmännchen, welche solche besitzen, an verschiedenen Körperstellen zur Ausbildung gelangt. Wir finden sie z. B. auf den Flügeln als zerstreut stehende Duftschuppen bei Pieriden und Lycaeniden, zu Duftflecken vereinigt bei Colias, in einem Umschlage des Flügelrandes bei Hesperiden, in Flügelfalten bei Danais, an den Beinen bei Hesperiden und Noctuen, an der Basis des Hinterleibes bei Sphingiden und am Ende des Hinterleibs bei Danais und Euploea.

So lässt sich folgende Tabelle aufstellen, nach der auch diese Abhandlung angeordnet ist: (An den angeführten Beispielen sind die Einzeluntersuchungen angestellt worden.)

#### Duftorgane der männlichen Schmetterlinge.

#### I. Auf den Flügeln:

- A) Zerstreut stehende Duftschuppen: (Pieris napi, Lycaena icarus, Lycaena jolas.)
- B) Duftflecke: (Euploea, Eurema excavata, Colias edusa.)
- C) Costalumschläge: (Syrichthus malvae, Nisoniades tages.)
- D) Flügelfalten: (Danais plexippus, Danais chrysippus.)

#### II. An den Beinen:

	1. An der Tibia:	2. Am Femur:
A) An den Hinterbeinen:	(Syrichthus malvae.) (Hepialus hecta.)	
B) An den Vorderbeinen:	(Pechipogon barbalis,)	

#### III. Am Abdomen:

- A) An der Basis: (Acherontia atropos, Sphinx ligustri.)
- B) Am Ende: (Danais plexippus, Euploea.)

## Beschreibung einzelner Typen von Duftorganen.

#### Zerstreut stehende Duftschuppen auf den Flügeln.

Vertreter mit solchen Duftorganen sind zunächst die Männchen verschiedener Arten aus der Familie der Pieridae. So können wir sie z. B. unter den einheimischen Arten finden bei Pieris brassicae, P. rapae, P. napi, Aporia crataegi und Anthocharis cardamines. Allen ist gemeinsam, dass ihre Duftschuppen an der Spitze einen feinen Haarbüschel tragen, weshalb ihnen Baillif ja auch den Namen "plumules" = "Federbuschschuppen" gab.

Besonders zahlreich und verhältnismässig gross sind sie bei Pieris napi ausgebildet, weshalb ich mich bei der ferneren Betrachtung auf diesen Schmetterling beschränken will. (Talel I.)

Die Federbuschschuppen haben bei Pieris napi länglich-lanzettliche Gestalt. (Fig. 1.) Am Grunde (gr.) sind sie nierenförmig eingebuchtet und mit einem für die Grösse der Schuppe sehr zarten Stiele (st.) am Flügel befestigt. Auf ihrer Oberfläche kann man feine Längsleisten (l) von Chitin erkennen, welche sich oben in den Haarbüschel (h) fortzusetzen scheinen. An Länge übertreffen sie die gewöhnlichen Schuppen, abgesehen von den langen Haar- und Fransenschuppen, bedeutend. Eine gewöhnliche weisse Schuppe ist etwa 0,210 mm, eine schwarze 0,110 mm, eine Duftschuppe dagegen bis 0,350 mm lang. Die Federbuschschuppen überziehen die Oberseite der Vorder- und Hinterflügel als ein zarter, weisser Flaum. Sie sind so hinfällig, dass man sie selbst bei sanfter Berührung abstreift. Bringt man den Flügel in Alkohol, so lösen sie sich ab und schwimmen oben auf der Flüssigkeit. Sind sie schon im frischen Zustande ausserordentlich durchsichtig, so erweisen sie sich, in Kanadabalsam, Glycerin oder andere Mittel eingebettet, als völlig glashell.

Die Duftschuppen stehen bei Pieris napi in regelmässigen Reihen zwischen den übrigen Schuppen. Schon Deschamps (2) bildet ein Stück Flügel mit den reihenweise angeordneten Alveolen der Federbuschschuppen ab. Bei einigen Männchen von Pieris napi fand ich je eine Reihe, bei anderen sogar je zwei Reihen Duftschuppen zwischen den übrigen Schuppenreihen. (Fig. 2: d=Alveolen der Duftschuppen, g=Alveolen der gewöhnlichen Schuppen.) Die Alveolen der Duftschuppen sind etwas kürzer als die der gewöhnlichen Schuppen, dafür aber breiter; erstere sind 0,009 mm lang und 0,007 mm breit, letztere 0,012 mm lang und 0,003 mm breit. So erscheinen erstere als breite Näpfe (Fig. 3). Der Boden (b) derselben ist convex nach aussen gewölbt. In der Mitte (m) ist er durchbrochen, und dieser Öffnung sitzt das Stielchen der Duftschuppe auf. Letzteres zeigt der Längsschnitt Fig. 4 bei st.

Schuppt man einen Flügel ab, färbt ihn etwa 24 bis 36 Stunden mit Boraxcarmin und wäscht ihn dann gut aus, oder, was noch besser ist, färbt man ihn nach Heidenhain, (wobei

er etwa 4 Tage im Eisenalaun, 1 bis 1½ Tag im Hämatoxylin liegen und dann gut differenziert werden muss), so sieht man unter allen Alveolen, sowohl denen der Duftschuppen wie auch denen der gewöhnlichen Schuppen, Protoplasma und Kerne. Unter den Duftschuppen ist aber die lebende Zellsubstanz in viel reicherem Masse zu finden als unter den anderen Schuppen. So liegen unter ersteren meist zwei grosse Kerne. Protoplasma ist soviel vorhanden, dass der Flügel unter der Duftschuppenalveole aufgetrieben erscheint. Der Grössenunterschied zwischen einer Duftschuppenzelle (D) und der Zelle einer gewöhnlichen Schuppe ist an Fig. 4 ersichtlich.

Diese grossen Zellen unter den Duftschuppen sondern eine leicht verdunstende, duftende Substanz, jedenfalls ein ätherisches Öl, ab, welche durch die Schuppen austritt. Da die Zellen bei frisch geschlüpften Weisslingen gross, bei älteren Exemplaren aber mehr oder weniger geschrumpft erscheinen, so ist anzunehmen, dass es besonders kräftig angelegte Hypodermiszellen sind, die hier als Drüsenzellen funktionieren, und dass diese Zellen allmählich aufgebraucht werden. Eine Verbindung mit den Rippen, durch die eine Stoffzufuhr zu jenen Zellen vom Körper aus stattfinden könnte, oder auch ein Angefülltsein des Flügellumens mit Blut ist nicht zu entdecken. Der Duft, der von den Duftorganen ausgeht, lässt sich bei Pieris napi sehr wohl durch unser Geruchsorgan wahrnehmen. Man braucht nur über den unversehrten Flügel eines Männchens mit dem Finger zu streichen, so wird man an letzterem deutlich das Sekret riechen. Weismann (18) vergleicht den Duft mit dem Geruche von Citronen- oder Melissenblüten; mir scheint er eher dem Geruche des Saftes von unseren kultivierten Cruciferen zu ähneln.

Wie nun eigentlich das Sekret zum Austritt gelangt, lässt sich schwer entscheiden, da sich an den Duftschuppen infolge ihrer ausserordentlichen Pellucidität mit dem Mikroskope schwerlich etwas erkennen lässt und wegen ihrer Hinfälligkeit beim Überführen in Flüssigkeiten brauchbare Schnitte sich nicht anfertigen lassen.

So wird sich Weismanns (18) Ansicht, dass feine Kanälchen die Schuppe durchziehen und an der Spitze der Büschelhaare münden, kaum sicher beweisen lassen. Ausserdem stände dieser Fall im Vergleich mit dem Bau der Duftschuppen anderer Lepidopteren ziemlich vereinzelt da. Es ist an der Hand der Vergleichung eher anzunehmen, dass sich auf der Oberfläche der Schuppen feine Poren finden, und dass der Haarbüschel dazu dient, eine grössere Oberfläche zu schaffen und so die Verdunstung zu beschleunigen. Ja, wenn man die Hinfälligkeit der Duftschuppen in Betracht zieht, könnte man sogar annehmen, dass gerade durch das Abreissen derselben dem Sekret ein bequemer Ausweg geboten würde. Hierfür sprächen ferner ihre exponierte Lage, der dünne Stiel, ihre ziemlich lockere Anheftung in weiten Alveolen (die gewöhnlichen Schuppen dagegen sitzen tiefer in engeren Alveolen) und endlich die Thatsache, dass länger fliegende Falter die Duftschuppen fast ganz verloren haben. Im Falle geschlechtlicher Erregung kann der Weissling die letzteren leicht durch Aneinanderreiben der Flügel abstreifen, wobei gerade die Haarbüschel geeignete Angriffspunkte böten.

Ferner sind es unter den Lepidopteren die Lycaeniden, welche auf den Flügeln zerstreut stehende Duftschuppen besitzen. Wegen ihrer eigentümlichen Gestalt sind sie schon frühzeitig

verschiedenen Forschern aufgefallen. Deschamps (2) und Watson (3 bis 6) bilden eine ganze Reihe davon ab. In neuerer Zeit hat sie Köhler (39) an 78 Lyeänaarten nachgewiesen.

Zur Untersuchung des feineren Baues der Duftorgane haben mir Lycaena icarus und Lycaena jolas gedient.

Die Duftschuppen der Lycaeniden stehen wie die der Pieriden in regelmässigen Querreihen zwischen den übrigen Schuppen; Doppelreihen habe ich nie gefunden. (Tafel I.)

(Fig. 5: dd = Duftschuppen, de = Deckschuppen, gr = Grundschuppen. | Gewöhnliche Schuppen.)

Während die gewöhnlichen Schuppen kurzgestielt, breit, etwa dachziegelförmig sind, besitzen die Duftschuppen ein längeres Stielchen und eine mehr abgerundete Spreite, sodass sie bei Lycaena icarus spatelförmig (Fig. 6), bei Lycaena jolas schaufelförmig (Fig. 7) erscheinen. Bei ersterem Falter sind sie 0,065 mm lang und 0,015 mm breit, bei letzterem 0,076 mm lang und 0,038 mm breit. Das Auffälligste an diesen Schuppen ist aber, dass auf ihnen Punkte zu sehen sind, die, in Längsreihen angeordnet, meist durch Längsstreifen, seltener durch Querstreifen verbunden erscheinen (Fig. 6 und 7). Deshalb gab ihnen auch Schneider (36) den Namen "Tüpfelschuppen".

Da diese Schuppen noch nicht auf Schnitten betrachtet worden sind, so ist man über ihren Bau bisher irrtümlicher Meinung gewesen. Aurivillius (19) hat ihnen den Namen "Blasenschuppen" gegeben; denn er und alle anderen Forscher, die diese Gebilde betrachteten, halten sie für blasig aufgetrieben. Die Punkte schen Deschamps (2), Watson (3 bis 6) und Weismann (18) für Öffnungen an, die nach den beiden erstgenannten Forschern der Luft als Eingang in die Tracheen dienen, während Weismann sie für die Austrittsöffnungen des Duftstoffes hält. Anthony (8 und 9) dagegen stellt sie dar als Chitinknöpfehen, welche chitinigen Längsleisten auf der Oberfläche der blasenförmigen Schuppe aufsitzen.

Aber ein Querschnitt mittels des Mikrotoms liefert ein völlig anderes Bild. Die Duftschuppen der Lycaeniden haben die Gestalt eines Löffels, der seine concave Seite vom Flügel wegkehrt (Fig. 8 und 9). Den Stiel bildet ein feines Röhrchen, welches sich verbreitert und in das Schälchen des Löffels übergeht. An dieser Übergangsstelle (Fig. 6 ue) hört die obere Wand des verbreiterten Stielröhrchens auf, sodass man bei der Schale auf den Grund des Schuppeninneren blicken kann (Fig. 6 und 7 gru). Die Beschreibung dieses Überganges kann ich allerdings nur unter Vorbehalt geben, da die Kleinheit der Objekte und die ausserordentliche Feinheit der Chitinlamellen leicht zu Irrtümern führen können. Doch spricht auch die Entstehung der Duftschuppen sehr für einen derartigen Bau. Diese sind, wie Köhler (39) darlegt, aus gewöhnlichen, haarförmigen Schuppen hervorgegangen. Wie alle Schuppen, so haben auch diese zwischen ihrer oberen und unteren Begrenzungslamelle kleine Wände und Säulchen, welche verhüten, dass sich die Schuppe beim Entfalten des Flügels nach dem Ausschlüpfen blasig aufbläht.

Wenn nun bei den Duftschuppen die obere Chitinlamelle weggefallen ist, so sieht man noch auf die Wände und Säulchen. Letztere Gebilde sind es nun, welche teils für Löcher, teils für Chitinknöpfchen auf der Oberfläche der Schuppe angesehen worden sind, während man die zurückgebliebenen Wände für chitinige Längsleisten der Oberfläche hielt. Bei Lycaena carus zeigen sieh mehrere solcher Längswände (Fig. 6, 8 und 11 lw), die sich in nicht ganz

regelmässigen Abschnitten zu Säulchen (sl) verdicken. Die Duftschuppen von Lycaena jolas besitzen hier und da Querwände, die sich von einem Säulchen (sl) einer Längswand (lw) zu dem einer benachbarten erstrecken (Fig. 7 und 9 qw). Die Längswände weisen bei letztgenanntem Schmetterlinge oft Unterbrechungen auf (Fig. 6 und 10 (Längsschnitt), lw=Längswand, u=Unterbrechung).

Ausserdem ist bei Lycaena jolas die obere Lamelle nicht ganz geschwunden; an Fig. 9 kann man sehen, dass sie sich noch als feine Membran (dl) an mehreren Stellen zwischen den Wünden und Säulchen ausspannt, sodass nur noch etliche grössere Öffnungen (Fig. 9 oe) dem Sekret den Ausweg gestatten. Auch von den chitinigen Längsleisten, die auf der Oberfläche fast jeder gewöhnlichen Schuppe vorhanden sind und ihnen eine feine Streifung verleihen, sind bei den Duftschuppen von Lycaena jolas noch Reste zu erkennen. So zeigt die feine Decklamelle noch diese Verdickungen (Fig. 9, Il). Auf Längsschnitten kann man sie oft über die ganze Länge der Schuppe verfolgen (Fig. 10, Il). Auch der dunkle Oberrand, den die Längswände der Duftschuppen von Lycaena icarus meist zeigen (Fig. 11, Il), ist jedenfalls als eine solche Chitinleiste aufzufassen.

Die Wände und Säulchen erfüllen einen doppelten Zweck. Einesteils geben sie der dünnwandigen Schale, die ja zum grössten Teile nur noch von einer Chitinlamelle begrenzt wird, die nötige Festigkeit. Andernteils tragen sie zur Vergrösserung der Oberfläche bei und befördern so das Verdunsten des Sckrets. Dieses wird gebildet durch Zellen am Grunde der Duftschuppen, und durch das hohle Stielchen wird es bis zu der Verdampfungsschale der letzteren geleitet. Wie bei den Pieriden, so ist auch bei den Lycaeniden der Flügel unter der Anheftungsstelle der Duftschuppe etwas aufgetrieben, und die Basalzelle der letzteren besitzt mehr Protoplasma als die der gewöhnlichen Schuppe. Die Kerne der Drüsenzellen sind ebenfalls grösser; oft sind sogar mehrere von ihnen in einer Zelle vorhanden (Fig. 10, dr und k).

Da auch diese Zellen isoliert liegen, so ist auch hier anzunehmen, dass die lebende Substanz zur Bildung des Sekrets allmählich aufgebraucht wird.

#### Duftflecke.

Unter allen Duftorganen sind die Duftflecke die am häufigsten vorkommenden. Wie Fritz Müller (10) und Aurivillius (19) gezeigt haben, besitzen viele einheimische Satyriden, unter den Pieriden mehrere Colias-Arten (21, 22), unter den Lycaeniden einige Thecla-Arten solche Dufteinrichtungen. Eine grosse Reihe weiterer Vertreter wird sich anschliessen, wenn einmal die Microlepidoptera eine genauere Untersuchung erfahren. Besonders schöne und grosse Duftflecke zeigen uns viele exotische Schmetterlinge; ich will hier nur auf mehrere Untersuchungen von Fritz Müller (11, 13 bis 17) und Haase (32) hinweisen.

Tafel I, Fig. 12 und 13 stellen den Vorder- und Hinterflügel einer hinterindischen Euploea dar. (Leider war es mir nicht möglich, die Art näher zu bestimmen.) Der Schmetterling besitzt vier grosse Duftflecke, auf jedem Flügel einen. Sie sind matt gelbbraun gefärbt und auf der Unterseite des Vorderflügels und der Oberseite des Hinterflügels so gelegen, dass sie in der Ruhelage der Flügel aufeinander passen. Der Innenrand des Vorderflügels ist stark ver-

breitert. Vom Duftfleck bis zum Innenrande breitet sich ein seidenglänzender, feinbeschuppter "Reibefleck" aus (Fig. 12 und 13, r).

Der Duftfleck liegt auf dem Vorderflügel zu beiden Seiten der Dorsalader (Fig. 12, do, auf dem Hinterflügel um die Abzweigungsstelle des ersten und zweiten Astes der inneren Medianader herum (Fig. 13, im), sodass er sich zum Teil in die Mittelzelle erstreckt.

Ein solcher Duftfleck ist mit Duftschuppen so dicht besetzt, dass er unter dem Mikroskop völlig undurchsichtig ist. Die Schuppen nehmen eine mehr aufrechte Stellung ein als die gewöhnlichen; infolgedessen erhält der Fleck ein mehliges Aussehen. Eine einzelne Duftschuppe ist lang elliptisch geformt (Fig. 14). Ihre Länge beträgt 0,232 mm, ihre Breite 0,049 mm. Auffällig ist ihre bedeutende Dicke im Vergleich zu der von gewöhnlichen Schuppen. Letztere sind etwa 0,003 mm, erstere dagegen 0,013 mm dick. Diese Erscheinung hängt mit dem weiter hinten beschriebenen inneren Bau zusammen. Der Stiel der Duftschuppe setzt sich nicht wie bei den gewöhnlichen Schuppen am unteren Ende derselben an, sondern etwas aufwärts an der hinteren Seite der Duftschuppe, sodass diese nach vorn und unten eine Zunge streckt, welche den Aussenrand der Alveole umschliesst (Fig. 14 und 16, z).

Ausserordentlich schön lässt sich nun bei Euploea erkennen, auf welche Weise der Duftstoff nach aussen gelangt. Unter der Duftschuppe liegt eine grosse, mehrkernige Zelle, die als Drüsenzelle funktioniert (Fig. 16, d). Von dieser aus gelangt das abgeschiedene Sekret durch den Stiel der Schuppe in das Innere derselben. Durch ein äusserst zartes, schwammartiges Gewebe (Fig. 15 und 16, schw) wird es weitergeleitet und tritt schliesslich durch Poren auf der Oberfläche der Duftschuppe aus. Ungefähr 2000 solcher Poren mit einem Durchmesser von etwa 0,0015 mm durchsetzen die Decklamelle der Duftschuppe. Sie liegen in Längsreihen zwischen den Chitinleisten der Schuppenoberfläche. Mit starker Vergrösserung kann man sie auf letzterer deutlich erkennen (Fig. 14, po). Auf Quer- und Längsschnitten lässt sich auch der Zusammenhang der Poren mit den mannigfach gewundenen Hohlräumen des Schuppeninneren wahrnehmen (Fig. 15 und 16, po).

Durch diesen eigenartigen Bau der Duftschuppen wird die Verdunstungsfläche ausserordentlich vergrössert und die momentane Wirkung des Sekrets wesentlich erhöht. Ein zusammenhängender Tropfen desselben würde wohl langsamer verbraucht werden, aber infolge seiner verhältnissmässig kleinen Oberfläche würde er im Augenblicke des Gebrauchs von viel schwächerer Wirkung sein. Ein tropfenweises Austreten namentlich am Grunde der Duftschuppe ist deshalb dadurch vermieden, dass die vorher erwähnte Zunge den Rand der Alveole umfasst und so das Sekret zwingt, den Weg durch den feinen Zerstäuber der Duftschuppe zu nehmen. Dass es bei der Euploea auf eine momentane Wirkung des Duftorgans ankommt, darauf weist die ganze Anlage desselben hin. Für gewöhnlich schliesst der Schmetterling sein Duftorgan gegen die äussere Luft ab, indem er Vorder- und Hinterflügel gegeneinanderdrückt. Im Augenblicke geschlechtlicher Erregung aber entfernt er beide Flügel von einander und lässt den lockenden Wohlgeruch entweichen, und dann ist sicher das Männchen im Vorteile, dessen Duttorgan augenblicklich am stärksten wirkt. Die sogenannten "Reibeflecke" scheinen nicht die Bedeutung zu haben, die ihr Name angiebt, dass nämlich auf ihnen durch entsprechende Flügelbewegungen das Sekret verrieben und zu schnellerer Verdunstung gebracht werde. Letzteres wird durch die Duftschuppen selbst vollkommen erreicht. Die genannten glatten Flächen werden vielmehr ein innigeres Aneinanderschliessen der beiden Flügel ermöglichen

und so den Schmetterling besser vor unnötigem Verlust an Duftstoff bewahren als rauhe, mit grösseren Schuppen bedeckte Flächen, die zwischen sich grössere Hohlräume freilassen würden.

Von dem Duftorgan der Euploea seiner Lage nach verschieden, aber seinem inneren Bau nach ganz ähnlich erweist sich das Duftorgan vieler Männchen aus der Pieriden-Gattung Eurema, von denen ich die hinterindische Art Eurema excavata genauer untersucht habe.

Das Duftorgan liegt bei diesem Falter auf der Unterseite der Vorderflügel, zu beiden Seiten der Wurzel der inneren Medianader [Taf. II] (Fig. 1, imd). Es stellt sich dar als ein schmaler, langer Duftfleck von licht schieferblauer Farbe.

Er ist mit breit elliptischen, an der Spitze sanft, am Grunde etwas stärker eingebuchteten Duftschuppen besetzt (Fig. 2). Diese sind 0,083 mm lang und 0,041 mm breit; ihre Dicke, 0,008 mm, ist viermal so gross wie die der gewöhnlichen Schuppen.

Auffällig ist die ausserordentliche Verdickung der beiden Flügellamellen unter den Duftschuppen. (Fig. 3, lo und lu). Der Raum für die ziemlich grossen, mehrkernigen Drüsenzellen erscheint darin wie ausgemeisselt (Fig. 3, d).

Wie bei der Euploea, so ist auch bei Eurema excavata jede Duftschuppe mit schwammartigem Gewebe erfüllt (Fig. 4) und auf ihrer Oberfläche mit Reihen von Poren versehen. Letztere sind mehr oval als die der Euploea (Fig. 2, po); ihre Länge beträgt etwa 0,001 mm. Eine übergreifende Zunge am Grunde der Schuppe ist auch vorhanden, aber nicht so gross wie bei dem vorher beschriebenen Falter.

Was an der untersuchten Eurema noch besonders auffällt, sind kleine, gelbbraune Körnchen, die an der Ausmündungsstelle der Drüsenzelle, im Stiele und im Innern der Duftschuppe sichtbar sind. Ob es verhärtetes Sekret ist, lässt sich nicht genau feststellen, doch ist es höchstwahrscheinlich, zumal die Körnchen des Schuppeninneren in centrifugaler Richtung immer kleiner und spärlicher werden, ein Beweis für das allmähliche Verdunsten des betreffenden Stoffes.

An dritter Stelle will ich noch auf die Gattung Colias etwas näher eingehen, die von unseren einheimischen Faltern die schönsten Duftflecke aufweist.

Colias edusa, Colias myrmidone und noch andere Arten besitzen auf ihren Hinterflügeln zwischen den Wurzeln der Costal- und Subcostalader einen ockergelben Duftfleck. [Taf. II] (Fig. 5, c und sc).

Obwohl mir ausser getrockneten Exemplaren nur Spiritusmaterial von ganz frisch geschlüpften Faltern der Art Colias edus a mit noch nicht entfalteten Flügeln zur Verfügung stand, so liessen sich doch gerade an diesen jugendlichen Exemplaren einige interessante Beobachtungen machen.

Die ausgebildete Duftschuppe ist 0,175 mm lang und 0,068 mm breit. (Fig. 6). Von ihrem inneren Bau liess sich an den zarten Schuppen des frischgeschlüpften Materials nicht viel erkennen. Doch könnte man annehmen, dass sie ähnlich gebaut sind wie die Duftschuppen von Euploea und Eurema. Erstens besitzen sie am Grunde eine Zunge (Fig. 6 und 8, z). Zoologica. Heft 38.

Zweitens zeigt schon die junge Duftschuppe die vierfache Dicke der gleichalterigen gewöhnlichen Schuppe. Drittens besitzt sie im Inneren schwammartige Struktur, und viertens zeigt die getrocknete Schuppe zwischen den stark lichtbrechenden chitinigen Längsleisten dunkle Flecken.

Hauptsächlich aber geben Schnitte des unentwickelten Flügels Aufschluss über die Stellung der Drüsenzellen zu den übrigen Hypodermiszellen des Flügels und dann über den Bau der Drüsenzellen selbst.

Fig. 7 stellt den Längsschnitt durch einen Teil des Duftfleckes dar; o ist die Oberseite, u die Unterseite des Flügels. Beide sind noch gefaltet, wie man an u ohne weiteres von der Unterseite, an Fig. 8, f auch von der Oberseite erkennen kann. Fig. 7, gz stellt Hypodermiszellen dar, welche zu Schuppenbildungszellen geworden sind; bei mehreren von ihnen sind die Alveolen (a) sichtbar. Die Hypodermiszellen (dz) der Oberseite haben eine doppelte Funktion, einesteils haben sie die Duftschuppen (ds) gebildet, andernteils dienen sie als Drüsenzellen.

An ganz jungen, aus der Puppe auspräparierten Flügeln kann man sehen, dass die Hypodermiszellen jeder Flügellamelle ursprünglich ein zusammenhängendes Gewebe bilden, über dem sich später das Chitin ausscheidet. Da aber nun bei den untersuchten Flügeln, wie Fig. 7,1 zeigt, zwischen den einzelnen Zellen Lücken auftreten,\* so drängt sich die Frage auf, wohin die übrigen Hypodermiszellen gekommen seien.

Ein etwas später auspräparierter Flügel zeigt uns Streifen wohlerhaltener Zellen, zwischen denen verödete liegen. Also ein Teil der lebenden Substanz verschwindet. Aber nicht nur die Zellen bleiben übrig, die unter den künftigen Schuppen liegen. Ein Teil der erhaltenen Zellen rückt mehr in die Tiefe, nimmt gestreckte Gestalt an und sondert chitinige Stränge ab, die den Flügel von oben nach unten durchsetzen (Fig. 7, str).

Wenn nun nach dem Ausschlüpfen der Flügel sich streckt, glätten sich die Falten; die Chintinstränge aber, die meist zu Bündeln vereinigt sind, verhindern, dass der Flügel zunächst durch den Blutdruck, dann durch den Luftdruck sackartig aufgebläht wird. Die Strangzellen liegen in grosser Zahl um die Duftzellen herum, sodass es zunächst scheint, als besässen diese an ihrer Peripherie noch eine Menge kleinerer Kerne.

Ausser diesen Lageverhältnissen lässt sich an den noch wohlerhaltenen Drüsenzellen ihr innerer Bau sehr gut erkennen. (Fig. 8 stellt eine einzelne solche Zelle im Längsschnitt, Fig. 9 einen schrägen Flächenschnitt durch einen Teil des Duftfleckes, etwa in der Richtung x—y in Fig. 7, dar.)

Die Duftschuppe (ds) wird in der Alveole (da) namentlich durch die Verengerung v gehalten. Mit dem Stiele sitzt sie einem Hohlraume (h) auf. Hinter diesem, von Protoplasma umgeben, liegt der grosse Kern (k), der, wie Fig. 9, k<sub>1</sub> zeigt, amöboide Gestalt besitzen kann. Rund um die Duftzelle herum sehen wir bei strz die Strangzellen, bei str die einzelnen Stränge, die durch eine feine Haut (m) zu Bündeln vereinigt sind.

#### Costalumschläge.

Duftorgane mit gewissen Schutzvorrichtungen gegen allzuschnellen Verbrauch des Duftstoffes, wie wir sie schon bei Euploea vorfanden, treten uns bei den fernerhin zu behandelnden Arten in immer vollkommenerer Ausbildung entgegen.

Hierher gehören zunächst die Flügelumschläge. Bei exotischen Papilioniden [Haase (32)] ist häufig der Innenrand der Hinterflügel nach oben umgeschlagen und bedeckt die Duftschuppen. Bei vielen Hesperiden [Fritz Müller (17), Aurivillius (19)], unter unseren einheimischen z. B. bei Syrichthus malvae, Syr, carthami, Syr. alveus, Syr. serratulae und Nisoniades tages, ist der Vorderrand nach oben umgelegt und bildet einen sogenannten Costalumschlag.

Ein Querschnitt durch den Costalumschlag von Syrichthus malvae [Taf. II] (Fig. 10) lässt erkennen, dass sich der Flügel unmittelbar unter der Costalader (ca.) nach oben umgebogen hat. Über der Ader ist noch ein schmaler Flügelrand (fr) übrig. Grosse Deckschuppen (dsch, durch blaue Farbe kenntlich gemacht), welche teils an der Unterseite der Costalader, teils etwa in der Mitte zwischen letzterer und der Subcostalader (sca) dem Flügel aufsitzen, schliessen die Falte nach aussen ab. In dieser Falte liegen dichtgedrängt die Duftschuppen (d), welche, etwa 0,22 mm lang, am Grunde verbreitert und oben fein zugespitzt sind (Fig. 11). Jede sitzt in einer hügelartig vorspringenden Alveole (Fig. 12, a), unter der eine grosse, meist mehrkernige Drüsenzelle liegt (d). Austrittsöffnungen für das Sekret sind an den Duftschuppen nicht wahrzunehmen. Auffällig ist aber, dass diese den Alveolen nur locker eingefügt sind; am Grunde derselben ist keine Cuticula zu erkennen (Fig. 12, gr). So kann man annehmen, dass das Sekret neben den Schuppen austritt und dass letztere nur noch zur Ausbreitung desselben dienen, indem sie in ihrer Gesamtheit einen Büschel mit grosser Oberfläche ergeben. Ein Teil der Schuppen scheint aber ganz geschwunden zu sein. Denn zwischen den Alveolen mit Duftschuppen sehen wir noch andere, die etwa 0,003 mm hohe und breite Becher darstellen und keine Schuppen tragen. Unter jedem solchen Becher liegt eine Zelle mit einem grossen Kerne (Fig. 12, be). Somit scheint hier eine Rückbildung der Schuppen zu Gunsten der Duftentwickelung stattgefunden zu haben.

Noch besser lässt sich diese Thatsache an Nisoniades tages nachweisen. Bei dieser Hesperide ist der Costalumschlag noch breiter als bei Syrichthus malvae (Fig. 13). Deckschuppen (dsch) sind in derselben Anordnung vorhanden. In der Falte begegnen wir nun dreierlei Gebilden. Zunächst fallen uns Duftschuppen auf, die ebenso gestaltet sind wie die von Syrichthus malvae, gelbbraun gefärbt und etwa 0,45 mm lang sind. Sie stecken gleichfalls in Alveolen, an deren Grunde sich keine Cuticula erkennen lässt (Fig. 14, gr). Die basalen Drüsenzellen besitzen mehrere Kerne (d). Ferner finden wir ebensolche Becher wie bei Syrichthus malvae, nur mit dem Unterschiede, dass jedem eine feine Haarschuppe (ha) aufsitzt und die Basalzelle meist zweikernig ist (Fig. 15).

Die merkwürdigsten Gebilde aber innerhalb des Costalumschlags stellen schlotartige Alveolen dar, welche sich unterhalb der Costalrippe finden (Fig. 13 und 16, schl). Der Rand dieser Alveolen trägt drei bis vier lang ausgezogene Chitinspitzen. Die darunterliegende Zelle besitzt einen grossen Kern (k), und um diesen herum liegen einige kleinere (kn) (Fig. 16). Ein Querschnitt (Fig. 17) lässt diesen Bau noch deutlicher erkennen. Die kleineren Kerne haben jedenfalls die Bestimmung, zur Absonderung der feinen Chitinlamellen beizutragen, die sich rund um den ganzen Zellcomplex legen (Fig. 17, ch).

Die beschriebenen drei Gebilde stellen nun Glieder einer Entwickelungsreihe dar. Die grossen Duftschuppen ähneln noch sehr den gewöhnlichen Schuppen. Die Haare sind nur noch

als Schuppenrudimente aufzufassen. Beide Gebilde dienen der Ausbreitung des Sekrets. Die schlotförmigen Alveolen haben die Schuppen ganz verloren; ihre Verrichtung besteht nur noch in Abscheidung des Duftstoffes. Wir haben also hier die Übergänge von den gewöhnlichen Schuppen mit ihrer kleineren Basalzelle bis zu gut entwickelten Drüsenzellen. Die schlotförmigen Alveolen hielt schon Aurivillius (19) für rudimentäre Schuppen; freilich kannte er nicht, da er sie nicht bezüglich ihrer Drüsen untersuchte, ihre Bedeutung für das Duftorgan.

#### Flügelfalten.

Einen Schutz können die Duftorgane fernerhin erhalten durch Einfaltungen der Flügelfläche, in deren Innerem die Duftschuppen verborgen liegen. Einen solchen Bau weist z. B. das kommaförmige Duftorgan auf den Vorderflügeln von Hesperia sylvanus und Hesp. thaumas auf. Oft ist die Falte noch durch breite Deckschuppen nach aussen abgeschlossen, dies ist z. B. der Fall bei dem Kommafleck von Hesperia comma und der Flügelfalte auf dem ersten Aste der inneren Medianader von Argynnis paphia. [Vergl. hierzu Aurivillius (19)].

Sehr ansehnliche und komplizierte Duftorgane genannter Art besitzen die Männchen der Gattung Danais. Haase (32) führt eine ganze Reihe derselben an; M. B. Thomas (38) giebt eine allerdings wenig eingehende Beschreibung der Anatomie ihrer Duftorgane. Von den Danaiden standen mir Danais plexippus und Dan. chrysippus zur Verfügung.

Bei beiden Faltern liegt das Duftorgan unterhalb des ersten Astes der inneren Medianader, der an dieser Stelle schwach seitlich ausbiegt [Taf. III] (Fig. 1, 2 und 3, r<sub>1</sub>=1. Ast der inneren Medianader). Ohne Mikroskop betrachtet, erscheint das Organ als ein erhabener, mit schwarzen Schuppen bedeckter Fleck. Wendet man schwache Vergrösserung an, so erhält man ein Bild, wie es Fig. 3 darstellt. Der erhabene Fleck erweist sich als eine Falte, deren spaltförmige Öffnung von der Rippe abgewendet liegt (Fig. 3 oe). Fürbt man die Flügel (am geeignetsten mit Boraxcarmin, etwa 36 Stunden lang, dann gut auswaschen), so zeigt sich eine schwache Färbung zwischen der Falte und der Rippe, und in letzterer fürbt sich auch ein Streifen, der sich nach oben und unten auskeilt (Fig. 3, s). Grössere Klarheit über diese Erseheinung gewährt uns ein Querschnitt durch die in Frage kommende Partie des Flügels wie ihn Fig. 4 darbietet. Die Falte ist innen ausgekleidet mit Drüsenzellen (dz). Zellen in der Faltenwandung bildet auch M. B. Thomas (38) ab; aber er stellt sie weder als lebend, noch in zutreffender Form und Anordnung dar.

Die Verbindungsbrücke zwischen Falte und Rippe ist mit lebender Substanz (lst) angefüllt, die sich mit gefürbt hat. Der Streifen im Inneren der Rippe erweist sich als eine Anhäufung ähnlicher Drüsenzellen wie in der Falte (dzr).

Zunächst sei nun näher auf den feineren Bau der Falte eingegangen. Sie wölbt sich in Gestalt eines halben hohlen Rotationsellipsoids hervor. Ihr freier Rand (r) ist ein wenig eingerollt. Der Flügel bildet unter ihr eine seichte Vertiefung (v). Aussen ist die Falte mit einer dickeren (ech), innen mit einer zarteren (ich) Chitinhaut bekleidet.

An Drüsenzellen sind zwei Arten vorhanden [Taf. III] (Fig. 5). Die einen sind lang, sackförmig (ls), die anderen kurz und nach unten zugespitzt (kz).

Die langen Drüsenzellen münden durch eine röhrenförmige Alveole (a) in das Lumen der Falte. In der Alveole sitzt eine kleine, elliptische Duftschuppe (d) mit kurzem Stiele. Unmittelbar unter diesem besitzt die Drüse einen Hohlraum (h), durch den aber das Protoplasma eine Zunge bis zum Schuppenstiele streckt. Letzteres zeigt, in der vorderen Zellenhälfte körnige, in der von der Alveole abgelegenen Hälfte maschige Struktur (ma). In die Protoplasmafäden des Maschenwerks eingelagert findet man feine braune Körnchen; es ist das Sekret, welches hier abgesondert wird. Zu grösseren Kügelchen vereinigt findet man die Substanz in der Umgebung der Kerne, und zwar sowohl des grossen, inmitten der Zelle gelegenen Kernes, als auch der kleineren mehr peripher gelegenen (k<sub>1</sub>). Ob das Sekret (se) an dieser Stelle nur gesammelt oder in grösseren Mengen ausgeschieden wird, lässt sich hier nicht nachweisen. Im oberen Teile der Zelle sieht man, wie solche braune Körnchen auf der Protoplasmabrücke den Hohlraum (h) überschreiten und bis an den Schuppenstiel herantreten.

Die kleineren Kerne und das sie umgebende Protoplasma sind durch eine hellere Schicht (Fig. 9 hl) von dem Protoplasma getrennt, das den grossen Kern einhüllt, sind also eigentlich Zellen für sich. Aber durch eine gemeinsame Chitinhülle sind sie mit der grossen Drüsenzelle vereinigt. Ausser ihrer Bedeutung für die Abscheidung des Duftstoffes werden sie die Aufgabe haben, jene Chitinhülle abzuscheiden. So finden wir hier ähnliche Verhältnisse wie bei den Drüsenzellen unter den schlotförmigen Alveolen von Nisoniades tages oder wie sie uns bei den strangbildenden Zellen von Colias edusa entgegentreten, nur dass letzere nicht mit den Drüsenzellen eine engere Verbindung eingehen.

Die kürzeren, kegelförmigen Drüsenzellen (Fig. 5, kz) besitzen nur einen grossen Kern, um den herum ebenfalls braune Sekretkügelchen (se) liegen. Da hier das maschige Protoplasma fehlt und nur körniges vorhanden ist, so ist wohl mit Sicherheit anzunehmen, dass auch im Umkreise der Kerne Abscheidung des Duftstoffes, und zwar in erhöhtem Masse, stattfindet. Bevor das Sekret die Drüse verlässt, muss es ebenfalls einen Hohlraum (h<sub>1</sub>) passieren. Der Austritt erfolgt durch eine breite, napfförmige Alveole, die von einer äusserst feinen, concav gewölbten Membran (m) verschlossen wird. An ihrer tiefsten Stelle wird letztere von einem kurzen, feinen Haar durchbrochen (ha), welches bis zu dem Hohlraume hinabreicht. Wie das Sekret bei diesen Zellen zum Austritt gelangt, ob das Haar ein feines Röhrchen ist oder ob die dünne Membran von Poren durchsetzt wird, lässt sich wegen der Kleinheit der Objekte nicht mehr nachweisen.

Einen interessanten Bau weist nun auch der neben der Duftfalte hinlaufende Teil der Rippe auf. An einer normalen Rippe kann man folgende Teile unterscheiden: Aussen herum legen sich die beiden Flügellamellen (Fig. 10, flo u. flu), an denen man eine ältere und jüngere auch in Chitinschicht erkennen kann. Dann folgt nach innen eine geschlossene Chitinröhre, die eigentliche Rippe. Unter ihrer Wand liegen Hypodermiszellen, und in ihrem Lumen ziehen sich eine Trachee und die sogenannte massive Rippe hin.

Diese Teile lassen sich auch an der Rippe neben der Duftfalte erkennen. Bei Fig. 10 sehen wir aussen die Flügellamellen (s. oben); dann folgt das chitinige Rohr der Rippe (chr); tra stellt die Trachee und mr die massive Rippe dar. Die Hypodermiszellen zeigen aber hier einen ganz abweichenden Bau. Sie sind, wie schon angedeutet, zu cylinderförmigen Drüsenzellen (dzr) umgebildet. Sie besitzen einen Kern (k) und ihrem Protoplasma sind Sekretkügel-

chen in grosser Menge eingelagert (se). Nach der Peripherie der Rippe zu nimmt ihr Protoplasma strähnige Struktur an (Fig 10 und 11, pstr).

Eine Verbindung der Drüsen der Rippe mit denen der Duftfalte scheint nicht vorhanden zu sein; denn obgleich das chitinige Rippenrohr nach der Falte zu eigentümlich zerschlissen (zs) erscheint, lässt sich weder ein Durchgang noch irgendwo übertretendes Sekret erkennen. Das Organ in der Rippe ist demnach als ein selbständig neben dem Faltenorgan bestehendes aufzufassen; es dient dazu, die Leistungen des Schmetterlings im Aussenden von Duft zu erhöhen.

Die lebende Substanz in dem Flügelstück zwischen Rippe und Duftfalte dient jedenfalls den Drüsen der letzteren als Reservestoff, zumal sie sich hinter allen Drüsenzellen hinzieht (Fig. 4, lst). Der Reservestoff der Rippendrüsen liegt hinter ihnen als flockige Protoplasmamasse (Fig. 10, lsr). Das Sekret der letztgenannten Drüsen tritt durch Duftschuppen aus, die auf der Rippe selbst stehen. Beide Schichten derselben sind an gewissen Stellen von einem Kanal durchsetzt, der in der äusseren Chitinwand leicht s-förmig gekrümmt ist (Fig. 11 und 13, ca).

Am inneren Ende dieses Kanals liegt ziemlich an der Peripherie der darunter befindlichen Drüsenzelle ein Kern (kd), von dem aus sich ein Protoplasmastrang (pstg) in den Kanal erstreckt (Fig. 11 und 13). Oft kann man in diesem Strange Sekretkörnchen liegen sehen (Fig. 11, se). Aussen verbreitert sich der Gang zu einer trichterförmigen Alveole (a), und in dieser steckt die Duftschuppe (d).

Eine Duftschuppe ergibt, längs durchschnitten, ein Bild, wie es Fig. 13, d darstellt. Die der Rippe zugekehrte Wand des Stieles (uw) hört plötzlich auf, während sich die Aussenwand tow) in die Schuppe fortsetzt. Diese muss also an ihrem Grunde tütenförmig eingerollt sein und so ein Ausgangsrohr für das Sekret bilden.

Da die Duftschuppen auf der Rippe nicht allzuhäufig anzutreffen sind (vgl. Fig. 3), wenigstens in viel geringerer Anzahl als Drüsenzellen in der Rippe vorhanden sind, so ist anzunehmen, dass eine solche Zelle ihr Sekret an die andere weitergibt und dass schliesslich die mehr peripher gelegenen Zellen (Fig. 10 und 11, kd) nur die Ausscheidung besorgen.

Mit dem oben beschriebenen Bau der Duftschuppen auf der Rippe würden auch mehrere Beobachtungen an den kleinen Duftschuppen der Flügelfalte übereinstimmen. Fig. 6, a, b, c zeigen ein und dieselbe Duftschuppe der Falte bei verschiedener Einstellung des Focus. In der ersten Stellung (a) sehen wir den Grund der Schuppe schwach eingerollt; in der zweiten (b) gibt er sich eben zu einem Rohre zusammen; in der dritten (c) ist dieses geschlossen. Ferner hat man bei Aufsichten auf die Schuppen oft ein Bild wie Fig. 7. Trotzdem will ich diese Angaben über den Bau der Duftschuppen nicht als völlig verbürgt hinstellen, da einesteils die Hypodermiszelle eigentümliche Gestalt annehmen müsste, um ein so geformtes Schuppengebilde abzuscheiden, und da andernteils das Chitin infolge seines grossen Lichtbrechungsvermögens leicht zu irrtümlichen Bildern Veranlassung geben kann.

Aus einer vergleichenden Betrachtung der gewöhnlichen und der Duftschuppen lassen sich auf die Entwickelung des Duftorgans einige Schlüsse ziehen. Auf dem Danaidenflügel sind hauptsächlich zwei Arten gewöhnlicher Schuppen vertreten, erstens die kräftigen, ellipsenförmigen Deckschuppen, wie Fig. 12, a eine darstellt, zweitens die zarteren Grundschuppen mit gezähntem Vorderrande. Den Deckschuppen ganz gleich gestaltet, aber etwas kleiner, sind die Duftschuppen auf der Rippe. Dasselbe gilt auch von denen in der Flügelfalte, nur sind

letztere noch bedeutend kleiner. Das Grössenverhältnis mögen folgende Zahlen angeben: Eine gewöhnliche Deckschuppe ist 0,125 mm, eine Duftschuppe der Rippe 0,119 mm, eine solche aus der Falte 0,050 mm lang. (Vgl. hierzu Fig. 12; a = Deckschuppe, b = Duftschuppe von der Rippe, c Duftschuppe aus der Falte.) So kann man wohl annehmen, dass die Duftschuppen aus den Deckschuppen hervorgegangen sind und dass eine Rückbildung der letzteren stattgefunden hat.

Diese Annahme wird noch mehr bekräftigt, wenn wir die Umbildung der Grundschuppen betrachten. Auf der Rippe finden wir, soweit das Duftorgan reicht, die Grundschuppen spärlich und nur kleinen Hypodermiszellen aufsitzend, die keine Drüsenzellen sind. In der Flügelfalte aber suchen wir sie vergeblich. Auf einer Flächenansicht des Falteninneren jedoch sehen wir, wie die engen Alveolen der grossen Drüsenzellen regelmässig mit den weiten Alveolen der kleinen Drüsenzellen abwechseln. In Fig. 8 stellt Isa die ersteren, kza die letzteren dar. Diese Anordnung ist aber genau dieselbe, wie sie Deck- und Grundschuppen auf dem Flügel zeigen. Sind nun die Duftschuppen und die langen Drüsenzellen aus Deckschuppen und ihren Basalzellen hervorgegangen, so bleibt für die kurzen Drüsenzellen keine andere Bedeutung übrig, als dass sie ursprünglich Hypodermiszellen von Crundschuppen waren, und die kurzen, ihnen aufsitzenden Haare sind nur noch Rudimente der letzteren.

#### Duftorgane an den Beinen.

Diese Duftorgane bestehen, wie schon Fritz Müller (15) und Aurivillus (19) zeigen, aus Büscheln langer, schlichter Haare, die der betreffende Schmetterling nach Belieben strahlig ausbreiten und zusammenlegen kann. Eine Ausnahme hiervon macht in mehrfacher Hinsicht Hepialus hecta, von dessen merkwürdigem Duftorgan weiter hinten die Rede sein soll. In ihrer einfachsten Form finden wir solche Haarbüschel an den Hinterschienen mancher Hesperiden, z. B. bei Syrichthus malvae, Syr. alveus, Syr. carthami.

Bei Syrichthus malvae, der hier im besonderen betrachtet werden soll, ist es ein gelbbrauner Büschel von etwa 2,5 mm Länge. Er ist an der Tibia des Hinterbeins, ein wenig unter deren Gelenk mit dem Femur, angeheftet, und zwar an der dem Körper des Schmetterlings zugekehrten Seite [Tafel IV] (Fig. 1).

In der Ruhe ist er zusammengelegt und in einer rinnenartigen Vertiefung an der Innenseite der Tibia verborgen; diese Rinne lässt sich auf Querschnitten deutlich erkennen (Fig. 3, r). Die Strahlhaare besitzen in ihrem Inneren ein lockeres, chitiniges Maschengewebe (Fig. 6, chm); auf ihrer Oberfläche verlaufen zarte Längsleisten. Poren zum Austritt des Sekrets, das in einzelligen Drüsen am Grunde der Haare (dr) abgeschieden wird, sind nicht zu erkennen. Bei einer Aufsicht auf die Alveolen sieht man aber, dass deren Wände gefaltet sind (Fig. 7, f), sodass jedenfalls dadurch dem Duftstoff der Austritt neben dem Haar gestattet ist.

Bemerkenswert ist hier noch der Mechanismus zum Aufrichten und Zusammenlegen des Duftbüschels. Schon bei Betrachtung des ganzen Beines im durchfallenden Lichte (Fig. 1, m), noch besser auf Quer- (Fig. 2, m) und Längsschnitten (Fig. 4, m) sieht man, dass Muskeln (m) an die Strahlhaare herantreten, welche der Tibia an ihrem oberen Ende angeheftet sind und schräg durch den dem Femur zunächstliegenden Hohlraum derselben sich erstrecken. Jedes

Dufthaar weist an seinem Grunde eine eigentümliche, flammenlinienartige Krümmung auf (Fig. 5 und 6, kr). Jedenfalls geschieht nun das Zusammenlegen und Aufrichten auf folgende Weise: Zieht sich der Muskel zusammen (Fig. 5, m), so dreht sich das Haar als zweiarmigungleicharmiger Hebel um eine vorspringende Kante (ka) der Alveole, und das Haar wird umgelegt. Dabei drückt es aber an der anderen Seite auf den Chitinzapfen (z) und presst diesen nach unten. Infolgedessen entsteht eine gewisse Spannung, die nach dem Erschlaffen des Muskels das Haar emporrichtet (Fig. 6). Die freie Beweglichkeit wird dem letzteren gesichert durch die Dünnhäutigkeit der Alveole (Fig. 5 und 6, f). Ein übermässiges Zurückschnellen des Haares wird verhütet durch den kräftigen, schräg nach abwärts gerichteten Chitintrichter der äusseren Alveole (Fig. 6, tri).

Ebenfalls an der Tibia der Hinterbeine trägt Hepialus hecta die Duftorgane. Sie sind von Bertkau (27) ziemlich eingehend, auch in anatomischer Hinsicht, behandelt worden, sodass ich hier nur noch wenig hinzuzufügen vermag. Hepialus hecta ist interessant zunächst durch die keulig verdickte Tibia seines Hinterbeines, dem die Tarsen vollständig fehlen. Aus einer nach dem Körper zu gelegenen Rinne der Tibia ragt ein Büschel dicht zusammengedrängter, langgestreckter Duftschuppen hervor (Fig. 9, d) [Taf. IV].

Dieser eigentümliche Bau der Hinterbeine ist schon De Geer (1) aufgefallen. Er hielt sie für Apparate zur Erhaltung des Gleichgewichtes beim Fluge. Ferner beobachtete er, dass der Schmetterling, sobald er gefangen wird, die Hinterbeine fest an den Leib legt. Hierbei ist ihm allerdings das Merkwürdigste an dem ganzen Tiere entgangen. Es zieht nicht nur die Hinterbeine an, sondern es steckt die Tibia zum Teil in eine Tasche an der Basis des Hinterleibes (Fig. 8, ta). Hierin tritt uns eine der eigentümlichsten Schutzvorrichtungen für das Duftorgan entgegen.

Fertigt man von der verdickten Tibia Querschnitte an, so sieht man, dass sie mit grossen, einzelligen Drüsen erfüllt ist. Sie konvergieren alle nach der rinnenartigen Vertiefung an der Tibia und münden jede in eine Duftschuppe (Fig. 10).

Diese Drüsen kann man übrigens bei Beobachtung der ganzen Tibia im durchfallenden Lichte durchschimmern sehen (Fig. 9, dr).

Im Gegensatze zu Bertkau fand ich in den Drüsen nur sehr kleine Kerne (Fig. 10, k). Ferner waren sie nur in der an der Mündung liegenden Hälfte mit flockigem Protoplasma (pr) erfüllt, während die andere Hälfte einen grossen Saftraum (h) aufwies.

Auch die Duftschuppen fand ich etwas anders als sie Bertkau beschreibt. Wohl sind sie an der Spitze keulig verdickt; aber sie sind nicht nur an ihrem Ende eingedrückt, sondern nehmen infolge ihres zarten Baues, namentlich ihrer oberen Hälfte, durch gegenseitigen Druck die mannigfaltigsten Formen an. Die Querschnitte Fig. 11, a und b sind einige Beispiele für diese Ungestaltungen.

Die Duftschuppen sitzen in ziemlich flachen, dünnhäutigen Alveolen (Fig. 13, a); ihr Basalteil (b) ist von etwas kräftigerem Chitin umgeben. Die ganze Schuppe ist von lockerem Maschenwerk erfüllt, zwischen dem sich in der unteren Hälfte (b) gelbbraune Körnchen, vielleicht Sekret, eingelagert finden.

Die eingedrückte Spitze der Schuppe soll nach Bertkau eine Öffnung aufweisen. Nun fand ich zwar am oberen Ende einiger Duftschuppen, dort wo ihre chitinigen Längsleisten konvergieren, eine Öffnung, wie sie etwa Fig. 12, oe darstellt. Aber erstens war ihr Vorkommen so selten, zweitens können die vielen Faltungen der Duftschuppe so leicht zu Irrtümern verleiten, dass das Vorhandensein jener Öffnung an jeder Schuppe zu bezweifeln ist. Wegen der äusserst zarten Schuppenwandung könnte man eher vermuten, dass das Schret durch feine Poren auf der ganzen Oberfiäche zu Tage tritt.

Mit dem an dritter Stelle in diesem Abschnitte zu besprechenden Schmetterling, Pechipogon barbalis, einer niederen Eule, bietet sich uns ein Beispiel dar für das Vorhandensein von Duftpinseln an den Vorderbeinen. Ein gleiches Vorkommen beobachteten Edwards (23), Kirby (24), Bailey (25, 26) und Haase (31) an Catocala-Arten.

Schon durch seinen allgemeinen Bau fällt das Vorderbein von Pechipogon barbalis auf. Coxa, Trochanter, Femur und Tibia sind lang gestreckt [Taf. IV] (Fig. 14). Dieses Vorderbein trägt nicht weniger als drei Duftbüschel. Der grösste von ihnen sitzt, was ziemlich selten zu finden ist, innen am Femur, kurz über dem Tibiagelenk (Fig. 14, fb).

Die beiden anderen, ein kurzer (tbk) und ein längerer (tbl), entspringen an der Innenseite der Tibia, gleich unter jenem Gelenk. Die Strahlhaare sind orangegelb gefärbt. Jeder der beiden letztgenannten Büschel sitzt einem basalen Drüsenfelde auf (Fig. 10, dz<sub>1</sub> und dz<sub>2</sub>). Die Drüsen sind einzellig, etwa 0,017 mm lang und besitzen grosse Kerne. Oben tragen sie eine runde, trichterförmige Alveole, der das Strahlhaar eingefügt ist. Folgen wir nun einem solchen Haar seiner Länge nach auf Querschnitten, so sehen wir, dass es an seinem basalen Teile zarte Wandungen besitzt. Zwischen den schwachen Chitinlängsleisten (Fig. 19, chl. erscheint die Grenzmembran oft ganz geschwunden (Fig. 19, p), sodass eine Öffnung in das mit feinem Maschenwerk versehene Innere führt. Diesem Befunde nach ist anzunehmen, dass der von den Basaldrüsen secernierte Duftstoff zunächst in das Haar eintritt und dann am unteren Teile desselben ausgeschieden wird.

Weiter nach der Spitze zu wird die Wandung der Dufthaare stärker und zeigt keine Unterbrechungen mehr; auch das Maschenwerk im Inneren erscheint chitinreicher. Für Weiterleitung des Sekrets ist demnach hier das Haar nicht mehr geeignet. Damit es aber auch diesem oberen Teile des Duftbüschels nicht an Sekret mangele, finden sich bei unserem Schmetterlinge noch andere Drüsen. Sie liegen in der Tibia mehr nach den Tarsen zu und münden da, wo die äussere Hälfte der Duftbüschel in der Ruhelage sich anlegt, bei Fig. 14 etwa in der Höhe von nz1 und nz2. Diese Nebendrüsen sind, wie der Querschnitt Fig. 15 nz zeigt, grösser als die Basaldrüsen, etwa 0,042 mm lang. Fig. 21 stellt eine einzelne dar. Um den grossen Kern (k) herum ist das Protoplasma dicht körnig, weiter nach der Mündung zu wird es maschig (mp), bis es schliesslich radiär angeordnete Stränge (str) nach einem Hohlraume (h) zu ausstreckt, der unmittelbar unter der Alveole (a) liegt. Dieser ist eine kleine, elliptische, dünnwandige Schuppe eingefügt, deren Querschnitt uns Fig. 20 zeigt. Während die dem Beine zugekehrte Unterseite (u) eben und mehr chitinisiert ist, ist die Oberseite (o) mannigfach gefaltet. Dann und wann führen tiefe Einbuchtungen (e) in das mit wenig Maschenwerk versehene Schuppeninnere. Durch diese Schuppen tritt das Sekret der Nebendrüsen aus und versorgt den

oberen Abschnitt der Duftbüschel. (In Fig. 15 sind die kleinen Duftschuppen durch blaue Farbe ausgezeichnet.)

Interessant ist hier wiederum die Schutzvorrichtung, welche diesen beiden Duftbüscheln beigegeben ist. Über der Anwachsungsstelle der letzteren zweigt sich von der Tibia ein Anhang (sch) ab, der sich halbrinnenförmig um deren Innenseite legt und die beiden Duftbüschel verdeckt. In Fig. 14 sehen wir auf den mit sch bezeichneten Anhang; in Fig. 16, sch ist ihr oberer, in Fig. 15, sch ist ihr unterer Teil quer durchschnitten. Diese Hülse ist mit der Tibia gelenkig verbunden; sie und die erwähnten beiden Duftbüschel können durch Muskeln, welche man bei Fig. 14 m durchscheinen, bei Fig. 17 m im Querschnitt sieht, aufgerichtet und angezogen werden.

Mittels einer Nadel kann man die Hülse emporheben und die der Tibia ansitzenden Büschel freilegen.

Aber noch ein zweiter Anhang der Schiene weckt die Aufmerksamkeit des Beobachters. Es ist ein kurzes, spindelförmiges Gebilde (Fig. 14 schbl), das noch über jener Hülse der Tibia angeheftet ist. Der Querschnitt (Fig. 17) durch den oberen Teil der letzteren zeigt uns auch jenes Gebilde etwas schräg durchschnitten. Wir sehen sein Inneres mit einer grossen Anzahl einzelliger Drüsen ausgefüllt (drs), welche alle an der dem Leibe des Schmetterlings zugekehrten Seite, die mit einer Menge chitiniger Zapfen (z) besetzt ist, nach aussen zu münden scheinen. Wenigstens konnte ich keinen Ausgang der Drüsen nach der mit unregelmässigen Chitinzähnen (z<sub>1</sub>) versehenen Rückseite entdecken.

Über die Bedeutung dieses Organs, das Haase mit dem Namen "Schienenblatt" belegt hat, gehen die Ansichten der Forscher auseinander. Landois sieht es bei Acherontia atropos als Gehörorgan an; Haase vermutet, es diene zur Reinigung der Haarpinsel; Bertkau hält es für eine Bürste zum Reinigen der Augen.

Das es zum Zwecke des Reinigens dient, ist nicht unmöglich, zumal da es sich auch bei Weibchen vorlindet, wie Bertkau beobachtet hat. Damit ist aber nicht ausgeschlossen, dass es gegebenen Falles auch noch zu einer anderen Verrichtung herangezogen werden kann. Hierauf weisen gerade bei Pechipogon barbalis erstens der Drüsenreichtum und zweitens die Lage des Schienenblattes hin. Gleich über dem Tibia-Femurgelenk, zum Teil am äussersten Ende der Tibia selbst noch (Fig. 17, fb), hauptsächlich aber am Femur entspringt der dritte und grösste Duftpinsel (Fig. 14, fb). An seiner Basis finden sich ebensolche Drüsen (Fig. 18, fbd) wie am Grunde der vorher beschriebenen Duftpinsel; auch Muskeln (fbm) sind vorhanden.

In der Ruhelage nun drückt sich die Tibia gegen den Femur, etwa wie die Schneide eines Taschenmessers gegen den Griff. Der Duftpinsel des Schenkels legt sich dabei in die zwischen beiden gebildete Rinne. Hierbei kommt sein Endabschnitt gerade auf das Mündungsfeld der Drüsen vom Schienenblatt zu liegen. Da nun der Femurbüschel nur Basalzellen besitzt, Nebenzellen aber fehlen, so wäre es nicht unmöglich, dass hier die Drüsenzellen des Schienenblattes die Funktion der Nebenzellen verrichteten.

#### Duftorgane an der Basis des Abdomens.

Duftorgane dieser Art haben sich besonders bei Sphingiden ausgebildet. Von Acherontia atropos, Sphinx convolvuli und Sphinx ligustri sind sie schon längere Zeit bekannt. Haase gibt eine Beschreibung der äusseren Form dieses Organs bei Acherontia atropos [31], ebenso Arnhart (30), der sie für Kitzelorgane hält, mittels deren das Männchen den Rücken des Weibehens streichelt. Reichenau (29) untersuchte das Organ in anatomischer Hinsicht bei Sphinx ligustri, Bertkau (28) bei Acherontia atropos.

Teils wegen mangelhaften Untersuchungsmaterials, teils wegen Unzulänglichkeit der früheren Präpariermethoden ist aber den genannten Forschern manches entgangen, was ich hier nachholen möchte.

Sowohl bei Acherontia atropos als auch bei Sphinx ligustri liegt das Duftorgan in einer Falte, die sich längs über den ersten und zweiten Hinterleibsring da erstreckt, wo Sternit und Tergit zusammentreffen [Tafel V] (Fig. 1).

Ein kräftiger, mit mancherlei Anhängen versehener Chitinrand (r) kennzeichnet auf den Querschnitten Fig. 2 und 3) die Grenze des kräftigen Tergits (t). Bei Acherontia atropos ist das Duftorgan ein orangegelber, bei Sphinx ligustri (Fig. 1) ein weisser Haarbüschel, der in der mit dünnem Chitin ausgekleideten Falte sitzt, und zwar in ihrem zum ersten Leibesringe gehörigen Abschnitte (Fig. 2 und 3, fa=Falte, b=Büschel). Es gelang mir, ein Männchen von Acherontia atropos mit ziemlich zurückgezogenem, dagegen ein Männchen von Sphinx ligustri mit ausgestülptem Haarbüschel zu konservieren. So stellt Fig. 2 das eingezogene Duftorgan des ersten, Fig. 3 das vorgestreckte Organ des zweiten Schwärmers dar. Die Querschnitte zeigen, dass Bertkaus Ansicht, am Grunde der Dufthaare von Acherontia atropos seien keine Drüsen vorhanden, irrig ist. Bei beiden Sphingiden sind Felder von ziemlich grossen Basaldrüsen, die bei Acherontia atropos eine Länge von 0,118 mm erreichen, vorhanden. Diese Drüsen sind, wie Fig. 4, dr zeigt, langgestreckt und haben grosse Kerne. Zwischen ihnen finden sich noch ebenfalls cylindrische, aber kürzere Hypodermiszellen (hz) vor. Auffällig ist, dass auch die Hypodermiszellen des angrenzenden Tergits zum Teil langgestreckt sind und dass diese in haarförmige Schuppen, ähnlich denen des Duftbüschels, münden (Fig. 2 u. 3 th) während die zwischen ihnen eingestreuten kurzen Hypodermiszellen (khz) gewöhnliche Schuppen (sch) tragen. Es erweckt den Anschein, als hätten wir hier einen Übergang von gewöhnlichen Hypodermiszellen zu Drüsenzellen vor uns.

Wie das Sekret nach aussen gelangt, lässt sich nicht genau feststellen. Die Dufthaare besitzen wieder das oft erwähnte schwammartige Gewebe; manchmal scheint es auch, als würe zwischen den chitinigen Längsleisten die Aussenwand durchbrochen. In der Mitte zeigt das Haar einen Hohlraum (Fig. 5). Dass die Büschelhaare, wie Reichenau meint, Kapillarröhrchen seien, an deren Spitze das Sekret austritt, ist kaum anzunehmen; denn diese Ausmündungsstelle wäre für die Ausbreitung des Sekrets auf der reichgegliederten Oberfläche des Haarbüschels sehr ungünstig gelegen.

In dem zum zweiten Abdominalringe gehörigen Abschnitte der Falte liegt ein zweites grosses Drüsenfeld. Es ist von Bertkau an Acherontia atropos entdeckt worden. Die Drüsen

stehen, wie Fig. 6 zeigt, dichtgedrängt. Eine einzelne (Fig. 7) besitzt cylin.lrische Gestalt, einen grossen Kern k) und vor ihrer Mündung eine ziemlich grosse Vakuole (h). Zahlreiche neben ihr liegende Hypodermiszellen /hz) sondern eine feine chitinige Hülle ab /ch), die sich aber am hinteren Ende der Drüsen nicht mehr wahrnehmen lässt. Die Alveole, in welche die Drüse mündet, trägt eine sehr kleine Schuppe, von deren feinerem Bau nichts mehr zu erkennen ist.

Wir finden also bei Acherontia atropos und Sphinx ligustri ganz ähnliche Verhältnisse wie bei Pechipogon barbalis; die Basalzellen werden in ihrer Wirkung unterstützt durch Nebenzellen.

Die Falte ist mit einer dünnen Chitinhaut ausgekleidet. Durch Blutdruck vermag der Schmetterling dieselbe auszustülpen, wie wir es an Fig. 3 von Sphinx ligustri sehen, (fa=Falte). Reichenau (20) hielt die ausgestülpte Falte für einen den Dufthaaren gemeinsamen Drüsensack. Will der Schmetterling das Duftorgan zurückziehen, so kontrahieren sich die Muskeln m, welche an dem kräftigen Tergit einen festen Anheftungspunkt (p) haben, und ziehen die Falte zurück. In Fig. 2 sehen wir diese bis auf die Zunge z wieller eingestülpt. Ist letzteres vollstänlig geschehen, so rücken die Ränder r und rst näher aneinander und der starke Chitinsaum r des Tergits bietet dem Duftorgan einen sicheren Schutz.

#### Duftorgane am Ende des Abdomens.

Wir gelangen nun zu diesen vollendetsten afler Duftorgane, wir wir sie bei Danaiden und in noch höherer Entwickelung bei Euploeen finden.

Man kann bei Männchen der genannten Gattungen oft beobachten, wie sich zu beiden Seiten des Körpers zwischen dem siebenten und achten Leibesringe je ein Dustpinsel hervorstreckt, der z.B. bei Lycorea atergatis die ausserordentliche Länge von 12 mm erreicht.

Taf. V, Fig. 10 und 11 sind zwei Fritz Müller (12) entlehnte Abbildungen, die dieses Verhalten von Danais erippus und Danais gilippus zur Anschauung bringen. Auch Erich Haase (32) erwähnt derartige Duftpinsel.

In der vorliegenden Abhandlung soll zunächst Danais plexippus einer näheren Betrachtung unterzogen werden. Taf. V Fig. 8, ein aus Querschnitten konstruiertes Bild, stellt die Lageverhältnisse der Duftorgane zu den übrigen Hinterleibsorganen dar. Die Duftorgane sind langgestreckte, von einer biegsamen Chitinhaut umgebene Säcke, die vom siebenten bis in die Mitte des vierten Hinterleibsringes reichen und rechts und links dem Abdomen eingelagert sind (du). Den Winkel (w) des siebenten Ringes füllen sie fast vollständig aus und nehmen der Form des letzteren entsprechend halbmondförmigen Querschnitt an, während sie oben im allgemeinen walzenrund sind. An die Aussenfläche jedes Duftorganes setzen sich mehrere Muskeln an. Der grösste erstreckt sich von dem im Leibesinneren gelegenen Ende des Sackes bis an die Grenze zwischen dem sechsten und siebenten Leibesringe, und zwar nach der ventralen Seite (m<sub>1</sub>). Hier sind die Ringe etwas emporgezogen und verschmälert (vergl. die punktierte Linie l), das Tergit dagegen ist breiter, sodass dadurch der Körper eine Krümmung nach der Bauchseite erfährt. Zwei weitere Muskeln heften sich an einer kleinen chitinigen Crista ler) oberhalb der Falte zwischen dem siebenten und achten Leibesringe an. Der eine von ihnen

 $(m_2)$  verläuft nach dem Tergit des siebenten, der andere  $(m_3)$  nach dem Ende des achten Leibesringes. Schliesslich ist das Duftorgan noch durch eine Anzahl kurzer Muskeln  $(m_4)$  im Winkel des siebenten Ringes befestigt.

Zwischen den Duftorganen liegt der muskelreiche, von Chitin umgebene Penis (pen) und dorsalwärts von diesem der Darm (da). Vom Penis aus können wir rücklaufend den mannigfachen Windungen des ductus ejaculatorius folgen (dej), in den schliesslich die beiden von den Hoden kommenden vasa deferentia (vd) münden. Die beiden Hoden (ho) sind so zusammengedrängt, dass sie als ein unpaares Organ erscheinen. Kurz über dem Penis münden in den ductus ejaculatorius zwei Anhangsdrüsen (adr).

Gehen wir nun zu dem feineren Bau des Duftorgans über. Dasselbe öffnet sich zwischen dem siebenten und achten Leibesringe nach aussen (oe).

Ein Längsschnitt durch die Ausmündungsstelle [Taf. V] (Fig. 9) gibt zugleich Aufschluss über die Entstehung des Organs. Sowohl die Chitinhaut des achten (ch<sub>8</sub>) als auch die des siebenten Ringes (ch<sub>7</sub>) gehen kontinuierlich in die des Duftorganes (chdu) über, sodass wir dieses als eine Erweiterung der Falte zwischen jenen beiden Ringen auffassen müssen. Die Falte streckt sich aber nicht nur weit nach oben, dabei in der Nähe der Mündung kleine Nebenfalten (nf) bildend, sondern sendet auch eine Ausstülpung (wf) in den Winkel des siebenten Ringes.

Für die Entstehung des Duftorgans durch Einfaltung spricht ausser seiner Chitinauskleidung auch die Anordnung herantretender Muskeln.

Während sich gewöhnlich in jedem Ringe zwischen Falte und oberem Rande Muskeln ausspannen, die das Nähern der Ringe ermöglichen [Taf. V] (Fig. 8, rm), scheinen diese im siebenten Abdominalabschnitte zu fehlen. In Wirklichkeit sind sie aber doch noch vorhanden, und zwar als die grossen Muskeln m<sub>1</sub>. Ihre Anheftungsstelle an der Grenze des sechsten und siebenten Ringes ist dieselbe geblieben; die andere aber gelangte, der in das Leibesinnere vordringenden Falte folgend, so weit nach oben, dass der Muskel in der Ruhelage des Duftorgans gerade die umgekehrte Richtung annehmen musste. Auch die im achten Leibesringe ausgespannten Muskeln (m<sub>3</sub>) haben durch die Anheftung an die Crista des Duftorgans etwas andere Lage erhalten; dies ist jedenfalls geschehen infolge der später zu besprechenden Funktion dieser Muskeln als Zurückzieher des Duftorgans.

Dass die Dufttaschen Einstülpungen der äusseren Haut sind, dafür spricht ferner auch das Vorhandensein von Schuppenhaaren in ihrem Inneren. Diese, eben die langen Haare des Duftbüschels, sitzen am Grunde der Tasche (gr) in Alveolen. Jedes von ihnen ist mit einer Chitinhaut umgeben, auf der sich Längsleisten hinziehen [Taf. V] (Fig. 12, ha). Im Innern ist dichtes Maschengewebe vorhanden. Irgen Iwelche Öffnungen sind an ihnen nicht zu entdecken; ebensowenig findet sich in ihnen Sekret. Die Drüsenzellen sind der mannigfach gefalteten Chitinhaut des Taschengrundes eingelagert [Fig. 12, 13 u. 14); doch fehlt ihnen an der Peripherie des Duftorgans die Chitinbekleidung (pe). Jede besitzt einen grossen Kern (k), dem oft noch ein kleinerer (k<sub>1</sub>) zugesellt ist. Die Alveolen (a), durch welche die Zellen ausmünden, sind nicht völlig rund, sodass neben dem darinsitzenden Schuppenhaar noch ein Gang (ga) frei bleibt, durch den jedenfalls das Sekret austritt, wenigstens findet sich letzteres am Grunde der Haare in ausserordentlicher Menge. Es zeigt dieselbe Beschaffenheit wie das bei unserem Schmetterling in dem Duftorgan der Flügel beobachtete; es sind gelbbraune Kügelchen (se).

Die Haarschuppen mit ihren Drüsen finden sich nur etwa im oberen Drittel der Dufttasche. Weiter nach unten ist die Wandung derselben kahl, aber ausserordentlich faltenreich, besonders in der Nähe der Mündung (Fig. 9).

Diese Falten sind allenthalben mit Sekret angefüllt und für die Ausbreitung desselben von grosser Bedeutung. Das allmählich nach unten sickernde und auch das dem zurücktretenden Duftpinsel etwa noch anhaftende Sekret wird in ihnen festgehalten, sodass es an allen Stellen der Taschenwand angehäuft ist und der austretende Duftpinsel an seiner gesamten Oberfläche reichlich davon benetzt wird.

Wie kommt nun das Ausstülpen und das Zurückziehen des Duftorgans zu stande?

Geeignete Muskeln für diese Funktion sind nicht vorhanden. Der obere, grosse Muskel (m<sub>1</sub>), der allein in Betracht käme, würde das Innenende des Duftsackes der Mündung nur wenig nähern können, überhaupt dasselbe nur umbiegen. So bleiben nur noch Luft- oder Blutdruck als wirkende Kräfte übrig.

Das Duftorgan liegt fast ganz frei 'm Körper; nur durch die Muskeln m2, m3 und m4) in der Nähe seiner Mündung ist es angeheftet. Wie der Querschnitt Taf. V Fig. 13 zeigt, liegt sein ganzer oberer Teil (odu) in einem Hohlraume (h), den das umliegende corpus adiposum (cad) freilässt. Würde nun das Organ durch Luftdruck nach aussen gepresst, so müssten an jenen Raum schwellbare Tracheenblasen grenzen. Aber keine der herantretenden Tracheen (tr) zeigt derartige Bildungen. Jedoch viele der Zwischenräume (z), die sich zwischen dem corpus adiposum hinziehen und Blut enthalten, münden in jenen Hohlraum (bei mue), sodass anzunehmen ist, dass die Duftdrüsene von Blut umgeben ist. Hieraus erklärt es sich auch, dass die Duftdrüsen gegen den umgebenden Hohlraum hin keine abschliessende Wandung besitzen (Fig. 12 und 14, pe). Nur so können sie durch das sie unmittelbar bespülende Blut ernährt werden.

Wir sind also zu der Annahme berechtigt, dass das Duftorgan durch Blutdruck ausgestülpt, oder bildlich gesagt, wie ein Handschuhfinger umgekrempelt werden kann. Dem Baue nuch zu schliessen würde dies in folgender Weise vor sich gehen: Durch Zusammenziehen der Muskeln im oberen Teile des Abdomens und die daraus resultierende Volumenverminderung wird zunächst der Blutdruck von oben her erhöht und dadurch wird die Tasche oben eingedrückt. Sodann ziehen sich die beiden grossen Transversalmuskeln [Tafel V] (Fig. 8, trm) zusammen, welche vom oberen Seitenrande des fünften nach einer ventralen Chitinerista am unteren Ende des sechsten Leibesringes verlaufen (crl). Hierdurch wird der Leib seitlich zusammengepresst und mit Hilfe der sich ebenfalls kontrahierenden Muskeln der unteren Ringe eine solche Raumverminderung herbeigeführt, dass die vollständige Ausstülpung erfolgt. Der Muskel (m1) an der Spitze des Duftorgans wird dabei in das Innere des umgekrempelten Sackes hineingezogen. Hier scheint nun aber der Transversalmuskel (trm), der sich zwischen jenem m<sub>1</sub>) und dem Duftorgan hindurchzicht, hemmend entgegenzutreten. Jedoch der Muskel m<sub>1</sub> besitzt eine solche Länge, dass er bei zurückgezogenem Duftorgan nicht mehr straff gespannt ist, sondern Biegungen aufweist. Ferner ertährt er beim Ausstülpen des Sackes sicher noch eine Dehnung. So ist wohl anzunehmen, dass er, trotzdem er den Transversalmuskel umgleitet, doch noch die genügende Ausdehnung besitzt, um eine vollständige Ausstülpung des Duftbeutels zu ermöglichen.

Auch die unteren, der Chitincrista (cr) des Duftorgans angehefteten Muskeln (m2 und m3)

werden bei dem Herausstrecken des letzteren gedehnt werden, da ja die Crista ein Stück in das Innere des umgestülpten Sackes hineingezogen wird.

Das Zurückziehen des Duftorgans geschieht jedenfalls in folgender Weise: Sowohl der Endmuskel (m<sub>1</sub>) als auch die unteren Muskeln (m<sub>2</sub> und m<sub>3</sub>) kontrahieren sich und ziehen das Duftorgan zum Teil zurück. Gleichzeitig erschlaffen aber auch die Körpermuskeln und infolge der Elasticität des Chitinpanzers erfolgt eine Erweiterung des Abdominallumens. Das in den ausgestülpten Sack gepresste Blut kann zurücktreten; ja es findet vielleicht auch eine durch die Körpererweiterung verursachte Saugwirkung statt. Ferner wird auch die Elasticität der Chitinwand des Duftorgans selbst dazu beitragen, dass dieses wieder in seine Ruhelage gelangt. Wenigstens können die zahlreichen Fältehen (fl), die die Wand des Organs gegenüber der Mündung aufweist und die sie nach einer vorhergegangenen Spannung wieder zu bilden sicher bestrebt ist, für eine solche Annahme sprechen.

Was bezüglich der Lage und der Entstehung des Duftorgans von Danais plexippus gesagt worden ist, gilt auch von der hier beschriebenen Euploea. Der Bau des Organs ist aber in mancher Hinsicht abweichend.

Am meisten fällt es auf, dass das distale Ende jeder Dufttasche medianwärts sich umschlägt und dadurch den Anschein darbietet, als ob ein eigentümlicher Anhang vorliege [Taf. V] (Fig. 15, ta). Dass es sich indessen nicht um einen solchen handelt, lehrt die Anheftung des grossen Endmuskels (m1). Das Duftorgan macht demnach im Innern des Körpers, nur eine Biegung (g), geht in einen gebogenen Hals (hal) und schliesslich in eine Tasche über (ta). Beide Taschen erstrecken sich von dem Dustorgan nach der Bauchseite zu [Taf. V] (Fig. 16, ta). Ihre und auch die Innenwand des Halses (hal) ist überall mit einkernigen Drüsen besetzt (dr), die von vielfach gefaltetem Chitin umgeben sind bis auf ihre Aussenseite (au), wo sie durch das herantretende Blut ernährt werden. In der Tiefe der Tasche nehmen die Drüsenzellen mehr cylindrische Form an (drc) (Fig. 17). Mehrere münden in einen gemeinsamen Gang (ga), der in eine langgestreckte Alveole (al) führt (Fig. 18). In dieser sitzt eine äusserst zarte Haarschuppe (hsch), die aussieht, als wäre sie an ihrem Ende zerschlissen. Bei starker Vergrösserung zeigt sich, dass ihre Wandung eine Menge unregelmässiger Auftreibungen besitzt (Fig. 17 und 19, aftr). Auf der Oberfläche ist ein Netzwerk feiner Chitinleistehen (chl) zu erkennen. Ob die dazwischen liegenden Partien (zw.) offen oder durch Chitin verschlossen sind, lässt sich nicht mehr feststellen. Dass die Oberfläche nur noch ein feines Gitterwerk darstellt, kann man insofern annehmen, als das Schuppenhaar sicher nur noch exkretorischen Zwecken dient. Denn diese Haare werden nicht mit hervorgestreckt, da sie einesteils zu zart sind und andernteils der Hals der Tasche zu eng ist. Sie leiten das Sekret von den grossen Drüsen (drc) nach vorn, wo es gemeinsam mit den Ausscheidungen der vorderen Taschendrüsen und der Halsdrüsen in den Hauptteil des Duftorgans übertritt, letzteres in seinen Wirkungen unterstützend. Wie das Sekret beschaffen ist, liess sich an dem untersuchten Material nicht ermitteln. Dass die seitlichen Taschen (ta) nicht mit umgestülpt werden, geht aus folgendem hervor: Erstens ist in der Ruhelage ihr Ende etwas abwärts geneigt. Zweitens wird das verengte Lumen des Halses wesentlich bedingen, dass die Tasche nicht ausgestülpt wird. Da die Tasche sich nicht mit ausstülpt, so ist bei Euploea auch kein so langer Endmuskel (m<sub>1</sub>) zum Zurückzichen nötig. Weil aber in der Ruhelage des Duftorgans, wie schon gesagt, die Tasche ta) etwas nach abwärts geneigt ist, so weist auch hier der erschlaffte Muskel mehrere Biegungen auf [Taf. V] (Fig. 15 m<sub>1</sub> und ta).

Der Hauptabschnitt des Duftorgans bietet oben (g) dem Blutdruck eine ziemlich breite Angriffsfläche dar. In ihm finden wir auch die eigentlichen Dufthaare. Sie sitzen in fest sie umschliessenden Alveolen [Taf. V] (Fig. 17, bal). Die darunterliegenden Drüsenzellen (hdr) werden auf dieselbe Weise ernährt wie die in der Nebentasche. Die Haarschuppen besitzen an ihrem basalen Teile eine solide Chitinwand mit regelmässig angeordneten Längsleisten (Fig. 20). Weiter nach der Spitze zu wird die Wandung zarter, und an die Stelle der Leisten treten unregelmässig angeordnete Vorsprünge (Fig. 21 und 22, vo). Jeder von ihnen scheint an der der Schuppenspitze zugekehrten Seite eine feine Öffnung (o) zu tragen, durch welche das Sekret zum Austritt gelangt. In seinem basalen Teile besitzt das Haar einen Mittelcanal; nur an der Wandung anliegend findet sich Maschenwerk (Fig. 20). Der Spitzenteil des Haares ist aber ganz mit solchem erfüllt (Fig 21).

Auffällig sind kleine schmutziggelbe Krystalle (ks) des regulären Systems, meistens Oktaeder, die sich im Innern jedes Haares vorfinden, und zwar im basalen Abschnitte grössere (Fig. 20), in der Spitze kleinere (Fig. 21). Jedenfalls haben wir es hier mit dem Sekret zu thun, das durch den Konservierungsalkohol oder eine der bei der Präparation angewandten anderen Flüssigkeiten ausgefällt wurde.

Dass die Krystalle sich noch in den Spitzen der Haare finden und dass sie dort kleiner sind als in der Basis ist ein Beweis dafür, dass das Sekret in den Haaren emporsteigen und sich Cabei durch Austreten aus Öffnungen derselben allmählich vermindern muss.

## Zusammenfassung.

Aurivillius (19) teilt die Duftschuppen folgendermassen ein:

- 1. Federbuschschuppen,
- 2. Spitzschuppen,
- 3. Haarschuppen,
- 4. Gliederschuppen,
- 5. Fächerschuppen,
- 6. Blasenschuppen,
- 7. Punktschuppen.

An der Hand der ausgeführten Untersuchungen ergibt sich nun, dass für die Duftschuppen der Lycaeniden der Name "Blasenschuppen" als auf falscher Anschauung beruhend in Wegfall kommt und an seine Stelle etwa die Bezeichnung "Löffelschuppen" treten könnte. Ferner wäre als eine neue Gruppe die der "Porenschuppen", wie wir sie bei Euploea und Eurema finden, anzuführen.

Die dargelegten Untersuchungen lassen uns weiterhin Schlüsse ziehen auf die phylogenetische Entwickelung der Duftorgane.

Letztere sind merkwürdig regellos verteilt. Während sie bei einer Art oder Gattung vorkommen, fehlen sie einer nahe verwandten. Dies zeigt sich z. B. bei den Lycaeniden. Pieris napi hat ein ganz anders ausgebildetes Duftorgan als der nahestehende Colias edusa. Euploea hat ähnlich gebaute Duftschuppen wie die zu den Pieriden gehörige Eurema. Beinpinsel finden sich bei Hesperiden und den weit im System von ihnen entfernten Noctuen und Microlepidopteren. Danais und Euploea besitzen ähnliche Bauchpinsel wie die Sphingiden. Ja, fassen wir weitere Kreise ins Auge, so finden wir, dass sogar bei gewissen Trichopteren (33, 40) und Coleopteren (41) Duftorgane zur Ausbildung gelangt sind, während sie vielen Schmetterlingsarten ganz fehlen.

Aus alledem ergibt sich, dass sich die Duftorgane bei den verschiedenen Gattungen oder Arten unabhängig nebeneinander entwickelt haben, dass man also von dem ähnlichen Bau derselben nicht auf nahe Verwandtschaft der betreffenden Arten schliessen kann.

Es lässt sich wohl annehmen, dass sich Männchen und Weibchen einer Art durch den Geruch erkannten, der ursprünglich vielleicht durch alle Hypodermiszellen erzeugt wurde. Auf diesem Standpunkte sind die Schmetterlinge stehen geblieben, die keine besonderen Duftorgane aufweisen. Bildeten sich nun bei gewissen Männchen diese Hypodermiszellen an irgend einer Körperstelle besonders gross aus, so waren diese Tiere im Vorteile vor ihren Mitbewerbern. Durch fortgesetzte Zuchtwahl gelangten dann die Duftorgane zu immer vollkommenerer Entwickelung.

Zoologica. Heft 38.

Der Ansicht, dass kleine Drüsenzellen ursprünglich allen Schmetterlingen, sowohl Männchen als Weibchen, zukommen, ist auch Guenther (42). Ob dieselben aber gleichzeitig als Schuppenbildungszellen funktionieren oder ob sie, wie Guenther meint, neben diesen angelegt werden, darüber kann nur eine eingehende entwickelungsgeschichtliche Untersuchung des Puppenflügels entscheiden.

Von vornherein ist anzunehmen, dass das Sekret denselben Geruch hat wie die Futterpflanze; denn einesteils lockt derselbe die Weibehen stark an und andernteils ist es am einfachsten, wenn die von der Larve der Futterpflanze entnommenen Stoffe möglichst wenig verändert verwendet werden können. So duftet Pieris napi ähnlich wie der Saft gewisser Cruciferen und Acherontia atropos wie Solanum tuberosum. Wertvoll und ausschlaggebend in dieser Hinsicht würde eine Untersuchung an tropischen Faltern sein, da ihr Duft oft so stark ist, dass er leicht wahrgenommen und mit dem ihrer Futterpflanze verglichen werden kann.

Den geeignetsten Ort für Anlage der Duftorgane boten die Flügel. Ihre breite Fläche, die durch die Schuppen wesentlich vergrössert wird, und ihre Bewegungen sind der Ausbreitung des Sekrets sehr förderlich. Und so finden wir denn auch die meisten der genannten Organe als Duftschuppen auf den Flügeln. Dass jene Schuppen aus gewöhnlichen hervorgegangen sind, hat Köhler (39) an Lycaeniden nachgewiesen und haben wir auch an Nisoniades tages und Danais plexippus gesehen.

Der Vorteil, den die Lage der Duftschuppen auf den Flügeln bietet, kann aber leicht zu einem Nachteile werden. Bei schneller Flügelbewegung wird das Sekret allzurasch verdunsten. Deshalb bildeten sich bei manchen Schmetterlingen Schutzvorrichtungen. In Flügelfalten und Umschlägen des Randes sehen wir die nächste Entwickelungsstufe der Duftorgane, wie sie uns z. B. bei Argynnis-, Danais- und Hesperia-Arten entgegentritt. Dass wir es hier mit besseren Fliegern zu thun haben, kann man in unserer Heimat wohl beobachten. Während z. B. Pieris napi einen langsamen, gaukelnden Flug besitzt, bewegt sich Argynnis paphia rasch und elegant, und die Hesperia Arten zeigen einen fast schwirrenden Flügelschlag.

Wird die Bewegung der Flügel allzurasch, so sehen wir die Duftorgane gänzlich von ihnen verschwinden. So besitzen z. B. die Sphingiden, die ihre Flügel ausserordentlich schnell bewegen, nur noch Duftorgane am Abdomen.

Für die Entwickelung der Duftorgane ist ferner die Ernährung von grosser Bedeutung. Diese muss um so reichlicher sein, je mehr der Schmetterling auf das Duftorgan angewiesen ist, je mehr dieses also leisten muss. Darum werden bei solchen Lepidopteren, die jene Organe besonders stark in Anspruch nehmen müssen, die letzteren sich an solchen Körperstellen entwickeln, wo eine reichliche Ernährung leicht möglich ist. Hierzu möge folgendes als Erläuterung dienen: Bei den Tagfaltern trägt schon die Farbe dazu bei, dass die Geschlechter sich finden. Gar oft kann man beobachten, wie z. B. ein Pieris-Männehen einem Vanessa-Weibehen nachfliegt, sobald es aber in seine Nähe kommt, von ihm ablässt. Den Männehen der Tagschmetterlinge dient zunächst die Farbe, dann aber der Geruch zum Auffinden der Weibehen und umgekehrt. Anders ist es bei Schmetterlingen, die im Dunkeln oder in der Dämmerung fliegen. Bei ihnen kommt die Farbe als Anlockungsmittel nicht mehr in Betracht; sie sind allein auf den Duft angewiesen. Und so sehen wir denn, dass bei ihnen das Sekret nicht nur von kleinen Drüsenzellen geliefert wird, die allmählich aufgebraucht werden, wie die in den Flügeln der Tagfalter, sondern bei ihnen sind die Zellen meist grösser und im Leibe oder in

den Beinen gelegen, wo sie fortwährend vom Blute ernährt werden und so immer weiter Sekret abscheiden können.

Eine eigentümliche Mittelstellung zwischen Tagfaltern und Schwärmern nehmen hier wie auch in vielen anderen Beziehungen die Hesperiden ein. Bei ihnen sind noch Duftorgane auf den Flügeln vorhanden, aber schon zeigt sich bei einer Reihe von ihnen die Unterstützung der Flügelorgane durch Beinpinsel.

Drittens spielt in der Entwickelung der Duftorgane die Umgebung eine grosse Rolle. Jeder Beobachter ist erstaunt über die hochentwickelten Duftorgane vieler exotischer Schmetterlinge, wie wir sie bei Danais und Euploea sehen. Bei ersterem Falter ist das Flügelorgan durch die Umbildung der Rippe erweitert; bei Euploea sind sogar vier Duftflecke vorhanden. Ausserdem finden sich bei beiden grosse Duftorgane im Hinterleibe, die bei Euploca, wie wir sahen, ebenfalls eine weitergehende Umbildung (Erweiterung) erfahren. Aber doch sind beide nicht Nachtschmetterlinge, und Euploea zeigt zudem noch einen sehr trägen Flug. Beide Falter aber leben in der heissen Zone mit ihrem üppigen Pflanzenwuchs. Die Luft ist mit Blumenduft erfüllt. Von zuverlässiger Seite wurde mir versichert, dass man den Blütenduft Ceylons bis weit hinaus auf das Meer wahrnehmen kann. Soll nun in dieser Fülle von Gerüchen der Duft der Faltermännchen zur Geltung kommen, so muss er in ergiebiger Menge zur Abscheidung gelangen. Und aus diesem Grunde sind wohl die Duftorgane bei gewissen exotischen Schmetterlingen (interessant wäre ein Vergleich zwischen ihnen und solchen aus pflanzen- und daher auch blütenduftarmen Tropengegenden) zu so hoher Ausbildung gelangt. Sie stellen das letzte Glied dar in der Entwickelung eines der interessantesten Organe, das uns die an Überraschungen so reiche Welt der Insekten bietet.

#### Nachtrag.

In der "Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie" von A. v. Kölliker und Ernst Ehlers, 71. Band, II. Heft, Leipzig 1902, erschien kurz vor Herausgabe dieser Arbeit eine Abhandlung von P. Deegener, Berlin, über "Das Duftorgan von Hepialus hectus". Der Verfasser hat an reichhaltigem Material die Anatomie des Duftorgans eingehend untersucht und einige interessante biologische Betrachtungen angestellt.

### Litteraturverzeichnis.

- 1) De Geer, "Mémoires pour servir à l'histoire des insectes". 7 Bände. Stockholm 1752—1778. Deutsch von Goeze, Nürnberg 1770—1783.
- 2) Deschamps, Bernard: "Recherches microscopiques sur l'organisation des ailes des Lépidoptères". Annales des sciences naturelles, Série II, Tome III. Paris 1835.
- 3) Watson, J.:., On the microscopical examination of plumules". The Entomologists monthly Magaz. Vol. 2, 1805.
- 4) Watson, J.: "On certain scales of some Diurnal Lepidoptera". Memoirs of the lit. and philos. Society of Manchester. Ser. III, Vol. II. London 1805.
- 5) Watson, J.: "On the Plumules or Battledore-Scales of Lycaenidae". Mem. of the lit. and phil. Soc. of Manch. Ser. III, Vol. III. London 1868—69.
- o. Watson, J.: "Further remarks on the I'lumulus or Battledore-Scales of some of the Lepidoptera". Mem. of the lit. and phil. Soc. of Manch. Ser. III, Vol. III. London 1869.
- Wonfor: "On certain Butterfly scales, characteristic of sex". Quart. Journ. of Microsc. Science. New Ser. Vol. VIII 1868 und Vol. IX, 1869.
- 8) Anthony, J.: "The markings on the Battledore-Scales of some of the Lepidoptera". The monthly Microscopical Journal. Vol. VII. London 1872.
- 9) Anthony, J.: "Structure of Battledore-Scales". Ebenda.
- 10) Müller, Fritz: "Über Haarpinsel, Filzflecke und ähnliche Gebilde auf den Flügeln männlicher Schmetterlinge". Jenaische Zeitschrift f. Naturwissensch. Band XI. Jena 1877.
- 11) Müller, Fritz: "Beobachtungen an brasilianischen Schmetterlingen". I. "Die Duftschuppen der männlichen Maracujafalter". Kosmos, Band I. II. "Die Duftschuppen des Männchens von Dione vanillae". Kosmos, Band II.
- 12) Müller, Fritz: "Wo hat der Moschusduft der Schwärmer seinen Sitz?" Kosmos, Bd. III.
- 13) Müller, Fritz: "As maculas sexuaes dos individuos masculinos das especies Danais erippus e Danais gilippus". Archiv. do museo nac. do Rio de Janeiro. Vol. II, 1879.
- 14) Müller, Fritz: "Os orgaos odoriferos das especies Epicalia acontius (L.) e de Mycselia orsis (Drn)". Ebenda.
- 15) Müller, Fritz: "Os orgaos odoriferos na pernas de certos Lepidopteres". Ebenda.
- 16) Müller, Fritz: "Os orgaos odoriferos da Antirrhaea archaea (Hb)". Ebenda, Vol. IV, 1880.
- 17) Müller, Fritz: "A prega costal das Hesperideas". Ebenda.
- 18) Weismann, August: "Über Dustschuppen". Zoolog. Anzeiger 1878.
- 19) Aurivillius, Christopher: "Über sekundäre Geschlechtscharaktere nordischer Tagfalter". Bihang till Kongl. Swenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar. V. Band. Stockholm 1878—1880.
- 20) Scudder, S. H.: "Antigeny or sexual dimorphism in Butterflies". From the proceedings of the American. Acad. of Arts and Sciences. Vol. XII, 1877.
- 21) Keferstein, A.: "Über die Tagschmetterlingsgattung Colias". Verh. der k. k. zool.-bot. Gesellsch. Band XXXII. Wien 1882.
- 22) Alpheraky: "Über die Gattung Colias". Stettin. entomol. Zeitschr. 44 Band.
- 23) Edwards, Henry: "Fans on the feet of Catocala-Moths". Papilio, Vol. II.
- 24) Kirby, W.: "Fans on the forelegs of Catocala fraxini". Ebenda.
- 25) Bailey, J. S.: "Femoral tufts or pencils of hair in certain Catocalae". Ebenda.
- 26) Bailey, J. S.: "Über Haarbüschel der nordamerikanischen Catocala procumbens". Stettin. entomol. Zeitschr. Band 43.
- 27) Bertkau, Ph.: "Über den Duftapparat von Hepialus hecta". Archiv für Naturgeschichte. Jahrg. 48. 1. Band. 1882.
- 28) Bertkau, Ph.: "Über Dufteinrichtungen einiger Schmetterlinge". Aus "Entomologische Miscellen". Verh. d. naturhist. Vereins der preuss. Rheinlande und Westfalens. 1884.

- 29) Reichenau: "Duftapparat bei Sphinx ligustri". Kosmos. IV. Jahrg. Bd. 7. 1880.
- 30) Arnhart, L.: "Sekundäre Geschlechtscharaktere von Acherontia atropos". Verh. d. k. k. zoolog,-bot. Gesellschaft. Band 29. Wien 1879.
- 31) Haase, Erich: "Über sexuelle Charaktere bei Schmetterlingen". Zeitschr. für Entomologie. Neue Folge. Heft 9.
- 32) Haase, Erich: "Duftapparate indo-australischer Schmetterlinge". Korrespondenzblatt des entomol. Vereins "Iris" zu Dresden. Nr. 3, 1880 und Nr. 4, 1887.
- 33) Kellogg, V. L.: "The taxonomic value of the scales of the Lepidoptera". Kan. Univ. Quar. Vol. III Nr. 1. 1894.
- 34) Schneider, Rob.: "Die Schuppen an den verschiedenen Flügel- und Körperteilen der Lepidopteren". Halle, 1878.
- 35) Mayer, A. G.: ,The Development of the Wing Scales and their Pigment in Butterflies and Moths. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College. Vol. XXIX. Nr. 5. Cambridge, Mass., U.S.A. 1896.
- 36) Borgert, Henry: "Die Hautdrüsen der Tracheaten". Jena, 1891.
- 37) Dalla-Torre, K. W. v.: "Die Duftapparate der Schmetterlinge". Kosmos, Jahrg. 1885. Band II.
- 38) Thomas, M. B.: "The Androconia of Lepidoptera". The American Naturalist. Vol. XXVII. 1893.
- 39) Köhler, Fr.: "Die Duftschuppen der Gattung Lycaena, auf ihre Phylogenie hin untersucht". Zoolog. Jahrb. v. Spengel. Band XIII. Heft 2. 1900.
- 40) Müller, W.: "Duftorgane der Phryganiden". Archiv für Naturgesch. 1887.
- 41) Brandes, G.: "Über Duftapparate bei Käfern". Zeitschrift für Naturwissenschaften. Band 72. Heft 3. Stuttgart 1899.
- 42) Guenther, Konrad: "Über Nervenendigungen auf dem Schmetterlingsflügel"\*). Spengel, Zoolog. Jahrbücher. Bd. XIV: Heft 4, 1901.

<sup>\*)</sup> Diese Abhandlung erschien erst nach Fertigstellung der vorliegenden Arbeit, sodass Hinweise auf dieselbe erst nachträglich eingefügt sind.

## Erklärung der Abbildungen.

#### Tafel I.

Fig. 1. Duftschuppe v. Pieris napi. Fig. 2. Anordnung der gewöhnlichen und der Duftschuppen v. P. napi. Fig. 3: Duftschuppenalveole v. P. napi. 2000 Fig. 4: Längsschuitt durch die Alveole einer Duftschuppe und einer gewöhnlichen Schuppe v. P. napi. Fig. 5: Anordnung der Duftschuppen und gewöhnlichen Schuppen bei Lycaena icarus. Fig. 6: Duftschuppe von Lvc. icarus. 1000 Fig. 7: Duftschuppe von Lyc. jolas.  $\frac{830}{1}$ Fig. 8: Querschnitt durch die Duftschuppe von Lyc. icarus. Fig. 9: Querschnitt durch die Duftschuppe von Lyc. jolas. Fig. 10: Längsschnitt durch die Duftschuppe von Lyc. jolas. Fig. 11: Längsschnitt durch die Duftschuppe von Lyc. icarus. Fig. 12: Linker Vorderflügel, Unterseite, v. Euploea. Fig. 13: Linker Hinterflügel, Oberseite, v. Euploca. Fig. 14: Duftschuppe v. Euploea. 530 Fig. 15: Querschnitt durch die Duftschuppe v. Euploea. 1100 Fig. 10: Längsschnitt durch die Duftschuppe v. Euploea. gr: Grundschuppe. d: Duftschuppenalveole. lw: Längswand. qw: Querwand. sl: Säulchen. ue: Übergang des Stieles in die Schuppenspreite. st: Duftschuppenstiel. grn: Schuppengrund.

D: Drüsenzelle der Duftschuppe. gr: Duftschuppengrund.

h: Haarbüschel.

1: Chitinlängsleisten.

g: Alveole einer gewöhnlichen Schuppe.

b: Boden der Duftschuppenalveole. m: Öffnung in der Mitte des Bodens.

dd: Duftschuppe. de: Deckschuppe.

do: Dorsalader, auf beiden Seiten von ihr der gelbbraune

im: Innere Medianader, um ihre Verzweiflungsstelle der Duftfleck.

r: Reibefleck.

II: Chitinlängsleiste.

u: Unterbrechung der Längswand. oe: Offnung der Duftschuppe.

dr: Duftdrüse.

k: Kern.

z: Zunge. po: Pore.

schw: Schwammartiges Gewebe im Innern der Duftschuppe.

d: Drüsenzelle.

chl<sub>1</sub>,chl<sub>2</sub>: Chitinlamellen des Flügels.

#### — 31 —

#### Tafel II.

Fig. 1: Linker Vorderflügel, Unterseite, v. Eurema excavata.

Fig. 2: Duftschuppe v. Eur. excavata. 850 Fig. 3: Längsschnitt durch die Duftschuppe v. Eur. excavata. Fig. 4: Querschnitt durch die Duftschuppe v. Eur. excavata. Fig. 5: Linker Hinterflügel, Oberseite, v. Colias edusa. Fig. 6: Duftschuppe v. Col. edusa. Fig. 7: Längsschnitt durch den Duftfleck, Col. edusa. Fig. 8: Einzelne Duftdrüse v. Col. edusa. 1900 Fig. 9: Flächenschnitt durch den Duftfleck v. Col. edusa, in der Richtung x-y nach Fig. 12. Fig. 10: Querschnitt durch den Costalumschlag von Syrichthus malvae. 200 Fig. 11: Duftschuppe v. Syrichthus malvae.  $\frac{275}{1}$ Fig. 12: Teil von Fig. 15, stärker vergrössert. 3000 Fig. 13: Querschnitt durch den Costalumschlag von Nisoniades tages. 110 Fig. 14: Längsschnitt durch eine Duftschuppenalveole nebst Drüsenzelle v. Nisoniades tages. Fig. 15: Längsschnitt durch einen Duftbecher nebst Drüsenzelle v. Nisoniades tages. 2000 1 Fig. 16: Lüngsschnitt durch eine schlotförmige Alveole nebst Drüsenzelle v. Nisoniades tages. Fig. 17: Querschnitt durch Drüsenzellen der schlotförmigen Alveolen v. Nisoniades tages. st: Duftschuppenstiel. m: Haut, welche die Stränge vereinigt. ll: Chitinlängsleiste. da: Duftschuppenalveole. v: Verengerung derselben. z: Zunge. po: Pore. h: Hohlraum der Duftdrüse. schw: Schwammartiges Gewebe im Innern der Duftschuppe. k: Kern. d: Drüsenzellen. k,: Amöboid gestalteter Kern. imd: Innere Medianader, an ihrer Wurzel der schieferca: Costalader. blaue Duftfleck. fr: Flügelrand. lu, lo: Untere und obere Chitinlamelle des Flügels. mr: Massive Rippe. Zwischen ihren Wurzeln liegt bei c: Costalader ir: Inneres Rippenrohr. sc: Subcostalader [ Colias edusa der Duftfleck. tr: Trachee. ds: Duftschuppe. dsch: Deckschuppen (blau gemalt). o: Oberseite des Flügels. sca: Subcostalader. u: Unterseite des Flügels. da: Duftschuppenalveole. f: Falte der Oberseite. d: Drüsenzelle. 1: Teil des Flügels ohne Hypodermiszellen. gr: Grund der Duftschuppenalveole. gz: Hypodermiszellen der Unterseite. be: Becher. a: Alveolen gewöhnlicher Schuppen. ha: Haarschuppe. dz: Hypodermiszellen der Oberseite, Duftzellen. schl: Schlotartige Alveolen. strz: Strangzellen. kn: Kleinere Nebenkerne. str: Chitinstränge. ch: Chitinlamellen.

#### Tafel III.

Fig. 1: Rechter Hinterflügel von Danais plexippus, Oberseite.  $\frac{1}{1}$  Fig. 2: Rechter Hinterflügel von Danais chrysippus, Oberseite.  $\frac{1}{1}$  Fig. 3: Duftfalte und erster Ast der inneren Medianader v. D. plex.  $\frac{20}{1}$  Fig. 4: Dasselbe im Querschnitt v. Dan. chrys.  $\frac{60}{1}$  Fig. 5: Drüsenzellen aus der Duftfalte.  $\frac{500}{1}$  Fig. 6: Duftschuppe bei verschiedener Focuseinstellung.  $\frac{300}{1}$  Fig. 7: Duftschuppenstiel.  $\frac{1000}{1}$  Fig. 8: Alveolen im Innern der Duftfalte.  $\frac{150}{1}$  Fig. 9: Querschnitt einer langen, sackförmigen Drüsenzelle.  $\frac{450}{1}$ 

Fig. 10: Querschnitt durch die neben der Falte hinlaufende Rippe.

Fig. 11: Alveole einer Duftschuppe auf der Rippe. 1000 1

Fig. 12: Deckschuppe (a), Duftschuppe der Rippe (b), Duftschuppe der Falte (c).

Fig. 13: Längsschnitt durch eine Duftschuppe auf der Rippe.

r1: Erster Ast der inneren Medianader.

fa: Duftfalte.

oe: Öffnung derselben.

dz: Drüsenzellen.

lst: Lebende Substanz ausserhalb der Drüsenzellen.

s, dzr: Drüsenzellen der Rippe.

r: Freier Rand der Duftfalte. v: Vertiefung des Flügels.

ech: Äussere, dickere Chitinhaut der Falte.

ich: Innere, dünnere Chitinhaut der Falte.

d: Duftschuppe.

ls: Lange, sackförmige Drüsenzelle.

kz: Kurze, zugespitzte Drüsenzelle.

a: Duftschuppenalveole.

h: Hohlraum.

ma: Protoplasma mit maschiger Struktur.

se: Sekret.

k: Kern.

k<sub>1</sub>: Kleinerer Nebenkern.

lıl: Hellere Protoplasmaschicht.

h<sub>1</sub>: Hohlraum der kurzen Drüsenzellen.

m: Membran der napfförmigen Alveole.

ha: Haar, der napfförmigen Alveole aufsitzend.

flo, flu: Äussere Hülle der Rippe, Fortsetzung der beiden Flügellamellen.

ae, j: Ältere und jüngere Chitinschicht.

chr: Chitinrohr der Rippe.

tra: Trachee.

mr: Massive Rippe.

dzr: Drüsenzellen der Rippe.

pstr: Strähniges Protoplasma an der Aussenseite der Rippendrüsen.

zs: Zerschlissen erscheinendes Rippenrohr.

lsr: Reservestoff der Rippendrüsen.

ca: Kanal, unter den Duftschuppen der Rippe gelegen.

kd: Unter der Duftschuppe am inneren Ende des Kanals gelegener Kern.

pstg: Protoplasmastrang.

uw: Innere, dem Flügel zugekehrte Wand des Duftschuppenstiels.

ow: Aussenwand desselben.

lsa: Enge Alveolen der langen Drüsenzellen.

kza: Weite Alveolen der kurzen Drüsenzellen.

#### Tafel IV.

- Fig. 1: Linkes Hinterbein von Syrichthus malvae. 20
- Fig. 2: Querschnitt durch den oberen Teil der Tibia von Syrichthus malvae. 100
- Fig. 3: Querschnitt durch den unteren Teil der Tibia von ... ,, 10
- Fig. 4: Längsschnitt durch den oberen Teil der Tibia von " " " " " " " " "
- Fig. 5: Längsschnitt durch Basaldrüsen und Dufthaare, letztere umgelegt, von Syrichthus malvae. 480
- Fig. 0: Längsschnitt durch Basaldrüsen und Dufthaare, letztere aufgerichtet, von " " 48
- Fig. 7: Aufsicht auf Duftschuppenalveolen, die dritte ohne Dufthaar, von " " 500 1
- Fig. 8: Zweiter und dritter Brustring und Hinterleib von Hepialus hecta. Das Hinterbein ist in die Hinterleibstasche gesteckt. <sup>6</sup>/<sub>1</sub>
- Fig. 0: Tibia mit Duftbüschel von Hepialus hecta.
- Fig. 10: Querschnitt durch die Tibia von Hepialus heeta.
- Fig. 11: Querschnitt durch Duftschuppen von Hepialus hecta.
- Fig. 12: Oberes Ende einer Duftschuppe von Hepialus hecta.
- Fig. 13: Längsschnitt durch eine Duftschuppe von Hepialus hecta.
- Fig. 14: Rechtes Vorderbein von Pechipogon barbalis.
- Fig. 15: Querschnitt durch den unteren Teil der Tibia von Pechipogon barbalis.  $\frac{130}{1}$
- Fig. 10: Querschnitt durch den mittleren Teil der Tibia von Pechipogon barbalis. 130
- Fig. 17: Querschnitt durch den oberen Teil der Tibia von Pechipogon barbalis. 200 1
- Fig. 18: Querschnitt durch den an der Tibia gelegenen Teil des Femur von Pechipogon barbalis. 160
- Fig. 19: Querschnitt durch den basalen Teil eines Haares der Tibiabüschel von Pechipogon barbalis.

Fig. 20: Ouerschnitt durch eine Duftschuppe der Nebendrüsen von Pechipogon barbalis. Fig. 21: Längsschnitt durch eine Nebendrüse von Pechipogon barbalis. 750

- cx: Coxa.
- tr: Trochanter.
- fe: Femur.
- tb: Tibia.
- tar: Tarsen
- ha: Dufthaare.
- r: Rinne der Tibia.
- dr: Drüsenzellen.
- chm: Chitiniges Maschenwerk im Innern der Dufthaare.
- f: Gefaltete Wände der Alveole.
- m: Muskeln.
- kr: Krümmung der Dufthaare.
- k: Vorspringende Kante der Alveole.
- z: Chitinzapfen der Alveole.
- tr: Chitintrichter der äusseren Alveole.
- ta: Tasche am Hinterleibe.
- fl: Flügel.
- k: Kern.
- pr: Protoplasma.
- h: Hohlraum.
- a: Alveole der Duftschuppe.

- b: Basalteil der Duftschuppe, von stärkerem Chitin umgeben.
- oe: Öffnung der Duftschuppe.
- ll: Chitinlängsleisten.
- fb: Duftbüschel am Femur.
- tbk: Kurzer Tibiabüschel.
- tbl: Langer Tibiabüschel.
- dz<sub>1</sub>: Basales Drüsenfeld für tbl.
- dz,: Basales Drüsenfeld für tbk.
- p: Öffnungen zwischen diesen.
- nz: Nebendrüsen.
- mp: Maschiges Protoplasma.
- str: Protoplasmastränge.
- u,o: Unter- und Oberseite der Duftschuppe.
- e: Einbuchtungen derselben.
- sch: Anhang der Tibia.
- schbl: Schienenblatt.
- drs: Drüsen desselben.
- zs: Chitinige Zapfen an der Innenseite des Schienenblattes.
- z<sub>1</sub>: Chitinzähne an der Aussenseite des Schienenblattes.
- fbd: Basaldrüsen des Femurbüschels.
- fbm: Muskeln des Femurbüschels.

#### Tafel V.

- Basis des Abdomens von Sphinx ligustri, mit Duftbüschel. Rechte Hälfte, vom Bauche ausgesehen.
- Querschnitt durch die Duftfalte und die Anwachsungsstelle des Duftbüschels bei Acherontia atropos. Fig. 2: (Eingezogen.) 45
- Fig. 3: Dasselbe bei Shinx ligustri. (Ausgestülpt.) 75
- Fig. 4: Basaldrüsen der Dufthaare von Acherontia atropos. 450
- Fig. 5: Querschnitt durch ein Dufthaar von Acherontia atropos. 1300
- Fig. 6: Querschnitt durch das Nebendrüsenfeld der Falte von Acherontia atropos. 45
- Fig. 7: Einzelne Nebendrüse von Acherontia atropos. 160
- Fig. 8: Lage der Hinterleibsorgane, von der Bauchseite gesehen, von Danais plexippus.
- Fig. 9: Längsschnitt durch die Ausmündungsstelle des Duftorgans von Danais plexippus.
- Fig. 10: Ausgestülptes Duftorgan von Danais erippus.  $\left. \right\}$  Nach Fritz Müller.  $\left. \frac{1}{1} \right.$
- Fig. 11: Ausgestülptes Duftorgan von Danais gilippus.
- Fig. 12: Querschnitt durch die Wand des Duftorgans am Grunde von Danais plexippus.
- Fig. 13: Querschnitt durch das Abdomen von Danais plexippus.  $\frac{35}{1}$
- Fig. 14: Längsschnitt durch eine Duftdrüse mit Dufthaar von Danais plexippus. 50
- Fig. 15: Lage der Hinterleibsorgane von Euploea. 25
- Fig. 10: Querschnitt durch das Abdomen von Euploea. 12
- Fig. 17: Querschnitt durch das Duftorgan mit Tasche v. Euploea. 20
- Fig. 18: Drüsengruppe vom Taschengrunde v. Euploea. 600 i
- Fig. 19: Dufthaar aus der Tasche von Euploca. 700
- Fig. 20: Querschnitte durch den basalen Teil eines Büschelhaares von Euploea.
- Fig. 21: Querschnitt durch die Spitze eines Büschelhaares von Euploea. 1225
- Fig. 22: Stück von der Spitze eines Büschelhaares von Euploca. 1925

Zoologica. Heft 38.

t: Tergit.

r: Rand desselben.

rst: Rand des Sternits.

fa: Falte.

bs: Duftbüschel.

dr: Drüsenzellen.

hz: Hypodermiszellen.

th: Haarförmige Schuppen.

khz: Kurze Hypodermiszellen.

rh: Rechtes Hinterbein.

sch: Gewöhnliche Schuppen.

k: Kern.

h: Hohlraum.

ch: Chitinhülle der Nebendrüsen.

p: Anlicftungsstelle derselben.

zu: Noch nicht zurückgezogene Zunge der Duftfalte.

du: Duftorgane.

oe: Mündung derselben.

m<sub>1</sub>, m<sub>2</sub>, m<sub>3</sub>, m<sub>4</sub>, Muskelr

rm, trm:

Muskeln.

er: Chitinerista des Duftorgans.

gr: Grund des Duftorgans.

w: Winkel des siebenten Leibringes.

2-9: Hinterleibsringe.

crl: Chitincrista am Ende des sechsten Leibesringes.

1: Richtung der Ringe nach der Bauchseite zu.

da: Darm.

pen: Penis.

dej: Ductus ejaculatorius.

vd: Vasa deferentia.

ho: Hoden, beide zu einem unpaaren Organ verschmolzen.

adr: Anhangsdrüsen.

vm: Vasa Malpighi.

fl: Fältchen der Chitinwand des Duftorgans.

g: Umbiegungsstelle des Duftorgans.

ta: Taschen der Duftorgane.

hal: Hals der Taschen.

oe: Mündung der Duftorgane.

w: Winkel des siebenten Ringes.

oe: Mündung des Duftorgans.

chs: Chitinhaut des achten,

ch7: des siebenten Ringes.

chdu: Chitinhaut des Duftorgans.

nf: Nebenfalte des Duftorgans.

wf: Winkelfalte

ha: Dufthaare. dr: Drüsenzelle.

pe: Chitinfreie Seite der Drüsenzellen.

k: Kern.

kı: Kleiner Nebenkern.

a: Alveole.

ga: Alveolengang neben dem Dufthaar.

se: Sekret.

odu: Oberer Teil des Duftorgans.

h: Hohlraum um das Duftergan.

cad: Corpus adiposum.

tr: Tracheen.

z: Zwischenräume im corp. adipos.

mue: Mündung derselben in h.

fl: Fältchen der Chitinhaut des Duftorgans.

he: Herz.

va: Vacuole.

dr: Drüsenzellen des Halses und des vorderen Taschen-

abschnittes.

an: Chitinlose Aussenseite der Drüsen.

drc: Cylinderförmige Drüsenzellen im Taschengrunde.

ga: Mündungsgang derselben.

al: Alveole.

hsch: Haarschuppe.

aftr: Auftreibungen derselben.

chl: Chitinleistchen ihrer Oberfläche.

zw: Zwischenräume.

bal: Alveolen der Büschelhaare.

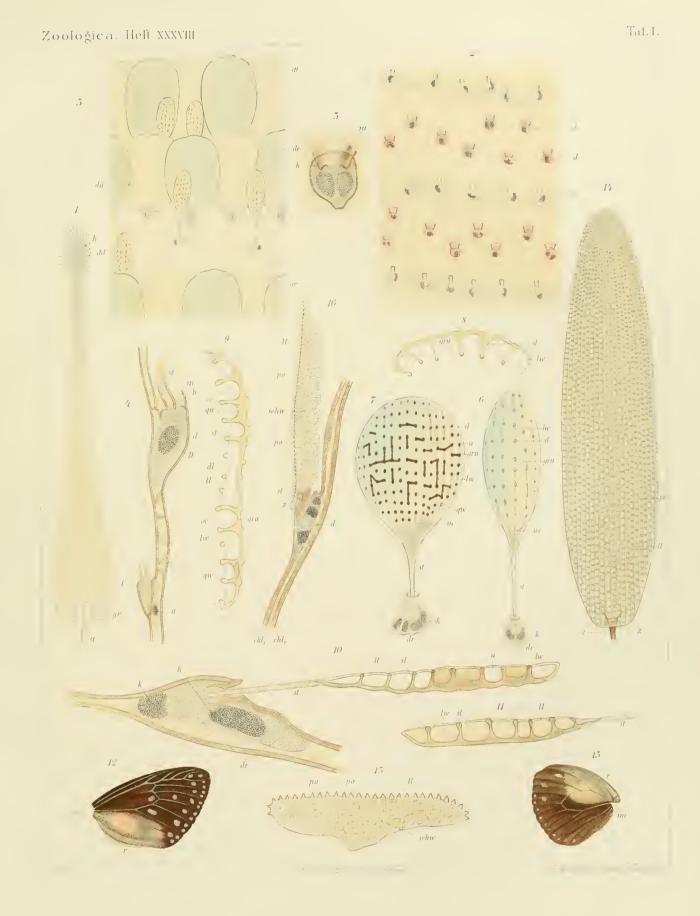
hdr: Drüsen der Büschelhaare.

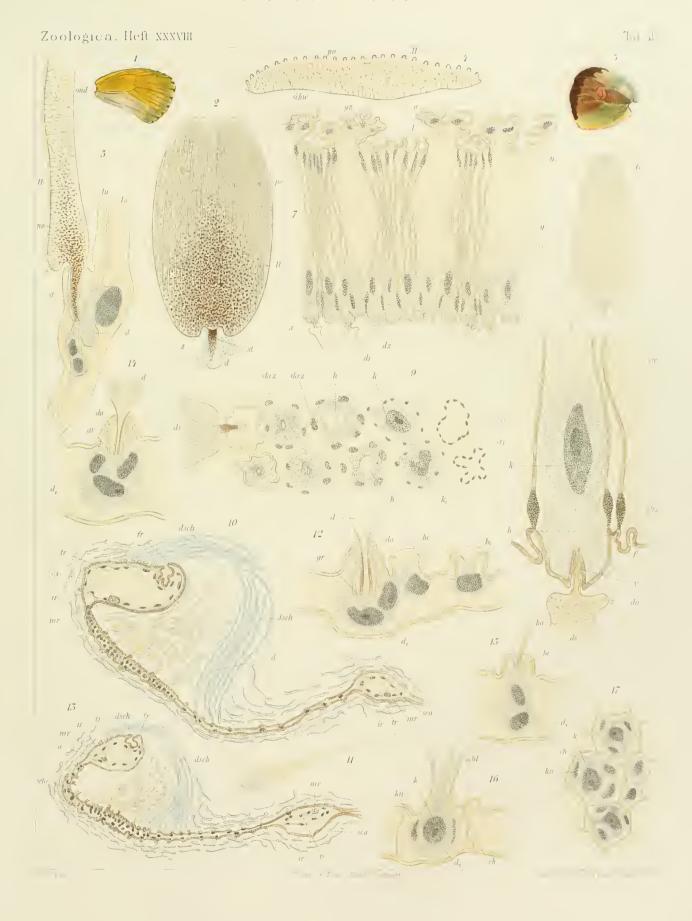
vo: Vorsprünge der Büschelhaare.

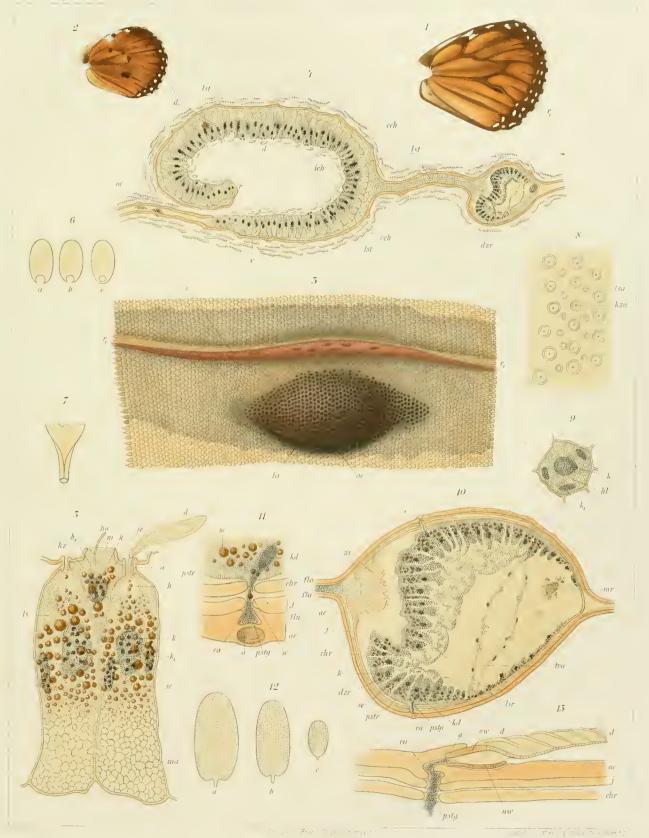
o: Öffnung.

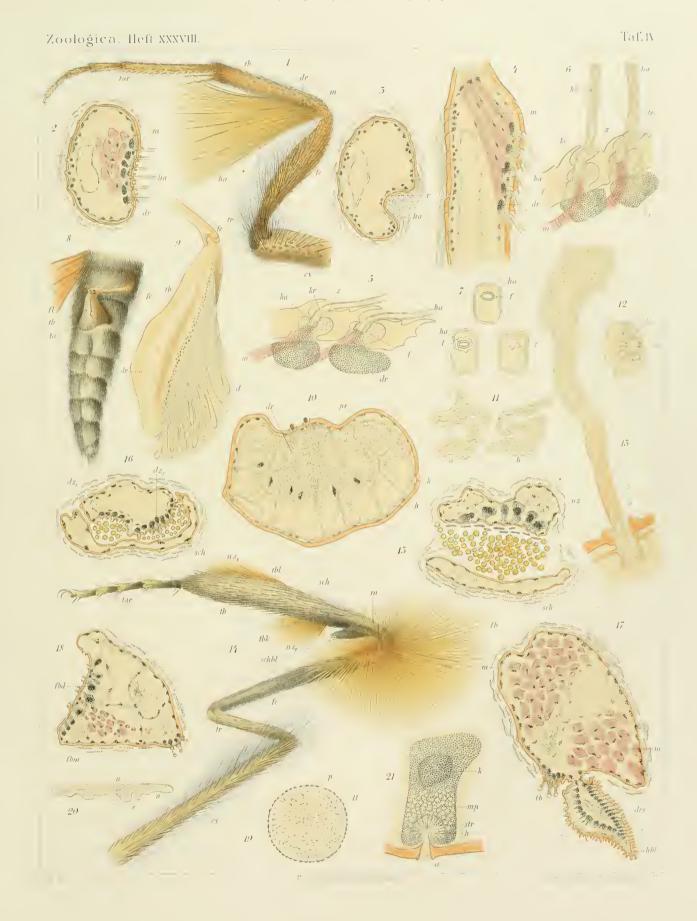
ks: Krystalle.

ha: Büschelhaar.









## **ZOBODAT - www.zobodat.at**

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zoologica (bis Bd 8 unter dem Namen Bibliotheca Zoologica)

Jahr/Year: 1902

Band/Volume: 15\_38

Autor(en)/Author(s): Illig Karl Gottwalt

Artikel/Article: Duftorgane der männlichen Schmetterlinge 1-34